

## Forschen@Home: Ein digitaler Lehr-Lern-Raum mit tet.folio

Markus Elsholz\*, Wolfgang Lutz\*, Sebastian Haase<sup>+</sup>, Thomas Trefzger\*

\*Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, <sup>+</sup>Fachbereich Erziehungswissenschaft und Psychologie, AB Schulpädagogik/Schulentwicklungsforschung, Freie Universität Berlin  
markus.elsholz@uni-wuerzburg.de, wolfgang.lutz@uni-wuerzburg.de, sebastian.haase@fu-berlin.de,  
thomas.trefzger@uni-wuerzburg.de

### Kurzfassung

Das Projekt Forschen@Home wurde im Rahmen des Lehr-Lern-Labor-Seminars im Wintersemester 2020/21 an der Universität Würzburg umgesetzt. Studierende des Lehramts Physik konzipierten zu insgesamt fünf verschiedenen Themengebieten jeweils eine digital aufbereitete Lernumgebung, die Schüler:innen ein Forschendes Lernen im häuslichen Umfeld ermöglichen sollte. Im Rahmen einer vierwöchigen Projektphase betreuten 19 Studierende 45 Schüler:innen bei der Durchführung ihrer individuellen Forschungsprojekte. Die Implementierung des Projekts erfolgte mit der Lehr-/Lernplattform tet.folio, die zum einen als Autorensystem zur Erstellung der Lerninhalte durch die Studierenden genutzt wurde. Zum anderen ermöglicht tet.folio durch seine Funktionen der Kurs- und Benutzerverwaltung und durch Kommunikations-Tools auch die Zusammenstellung und Präsentation der Lerninhalte sowie die Unterstützung der Lernenden. Der Beitrag schildert die Sequenzierung des Projektablaufs anhand des 5-E-Modells von Bybee (2014) und gibt Einblick in die Aktivitäten und Ergebnisse der Schüler:innen. Darüber hinaus wird die Lehr-/Lernplattform tet.folio als Autoren- und Learning Content Management System charakterisiert.

### 1. Einleitung

Der vorliegende Beitrag versteht sich zum einen als Praxisbericht für die Übertragung des etablierten hochschuldidaktischen Lehr-Lern-Labor-Konzepts in ein rein digitales Angebot für Schüler:innen, das ein asynchron betreutes Experimentieren zuhause ermöglicht. Zum anderen möchte der Beitrag die für das Projekt verwendete Online-Plattform tet.folio der Freien Universität Berlin in ihren Funktionen als Autorensystem und Learning Content Management System vorstellen und charakterisieren.

Abschnitt 2 gibt eine kurze Einführung in das Lehr-Lern-Labor-Format und seine Umsetzung unter Nicht-Pandemiebedingungen an der Universität Würzburg. Abschnitt 3 beschreibt die theoretische Ausrichtung des Formats und den geplanten Projektlauf. In Abschnitt 4 wird die Rolle der eingesetzten interaktiven Lehr-/Lernplattform tet.folio der Freien Universität Berlin für die Ausarbeitung des Angebotes im digitalen Raum beschrieben und in Abschnitt 5 werden die Erfahrungen aus der Umsetzung des Projekts diskutiert.

### 2. Lehr-Lern-Labor digital

Das Lehr-Lern-Labor (LLL) ist ein etabliertes Format der Hochschuldidaktik, das „die Potenziale der Konzeptionen Schülerlabor, Lernwerkstatt und Microteaching miteinander vereint“ (Brüning, Kämpnick, Weusmann, Köster & Nordmeier, 2020). Sie werden an vielen Standorten in den naturwissenschaftlichen Fachbereichen umgesetzt, finden aber

auch Eingang in nicht-naturwissenschaftliche Domänen (Rehfeldt, Klempin, Seibert, Mehrrens & Nordmeier, 2017). Unterscheiden sie sich in Bezug auf die didaktische Ausgestaltung (Weusmann, Kämpnick & Brüning, 2020), so ist den meisten Ansätzen doch gemein, dass die Interaktion zwischen Studierenden und einer schulischen Lernendengruppe wesentlicher Bestandteil des Formats ist. Damit bietet das LLL berufsfeldbezogene und praxisnahe Lernmöglichkeiten für Studierende, die sich in ihren Rahmenbedingungen insbesondere durch Komplexitätsreduzierung von anderen Praxisformen abgrenzen lassen (Bosse, Meier, Trefzger & Ziepprecht, 2020).

An der Universität Würzburg gliedert sich das verpflichtende Lehr-Lern-Labor-Seminar (LLLS) in eine ca. zehnwöchige Vorbereitungsphase und eine anschließende ca. vierwöchige Phase der iterativen Praxis (Elsholz & Trefzger, 2017). Während in der Vorbereitungsphase die theoriefundierte Ausarbeitung von Lernstationen im Fokus steht, besuchen während der iterativen Praxisphase unter Nicht-Pandemiebedingungen mehrere Schulklassen an unterschiedlichen Terminen die Laborräume der Universität und die Schüler:innen arbeiten - betreut von den Lehramtsstudierenden - an den Stationen. Zwischen den Durchführungsterminen bleibt Zeit, die Erfahrungen aus der Betreuung der Schüler:innen zu reflektieren und das Lernmaterial gegebenenfalls zu adaptieren. Unter den Pandemiebedingungen im Wintersemester 2020/21 mussten beide

Phasen des Seminars entsprechend angepasst werden. Zum einen konnten die Studierenden in der Vorbereitungsphase nicht auf die Materialien der Sammlung zugreifen. Zum anderen musste davon ausgegangen werden, dass auch die Schüler:innen keinen Zugang zu schulischer Infrastruktur haben, sich also komplett im Distanzunterricht befinden. Die Durchführung des Angebots vor Ort an den Schulen bzw. an der Universität war damit ebenso ausgeschlossen. An folgenden inhaltlichen Zielen wurde jedoch festgehalten: (1) Die Studierenden erarbeiten Lernstationen, (2) Die Schüler:innen führen physikalische Experimente durch und (3) die beiden Gruppen stehen dabei im Austausch.

### 3. Das Projekt **Forschen@Home**

Das Projekt **Forschen@Home** entstand im Wintersemester 2020/21 im Rahmen des verpflichtenden Lehr-Lern-Labor-Seminars an der Universität Würzburg. Es waren 19 Studierende des Lehramts Physik für Gymnasien bzw. Realschulen und 45 Schüler:innen (8. bis 9. Jgst) aus drei Schulen beteiligt. Jede:r Studierende betreute im Projektverlauf demnach zwei oder drei Schüler:innen.

Die Studierenden konzipierten und entwickelten während der Vorbereitungsphase des LLLS zu insgesamt fünf verschiedenen Themengebieten aus den Bereichen Akustik, Mechanik und Optik eine digital aufbereitete Lernumgebung, die den Schüler:innen ein Forschendes Lernen im häuslichen Umfeld ermöglichen sollte. Ziel war die Gestaltung eines möglichst niederschweligen experimentellen Zugangs zu den Themengebieten, damit das entsprechende Thema auch ohne Vorkenntnisse aus dem Unterricht bearbeitet werden konnte. Aus datenschutzrechtlichen Gründen musste für die Kommunikation mit den Schüler:innen auf ein Videokonferenztool verzichtet werden. Die Studierenden standen mit den Schüler:innen ausschließlich über ein Chat-tool in Verbindung, das zum Funktionsumfang von *tet.folio* gehört (vgl. Abschnitt 4.2.3.). Für umfangreichere Absprachen wurden individuelle Echtzeit-Chattermine vereinbart.

#### 3.1. **Forschend-Entdeckender Unterricht**

Handlungsleitend für die Umsetzung des Projekts **Forschen@Home** war das Konzept des **Forschend-Entdeckenden Unterrichts** (FEU, Höttecke, 2010): Ein Unterrichtskonzept, das die Offenheit in Bezug auf Lernprozesse und Lernprodukte, die mit den oben genannten Rahmenbedingungen verbunden sind, als konstituierende Elemente beinhaltet. Zentraler Ansatz des FEU ist, dass die Schüler:innen ihren Lernprozess als Forschungsprozess gestalten und erleben (Höttecke, 2010). Dazu nehmen sie eine forschende Perspektive ein, arbeiten möglichst selbstständig und aktiv. So formulieren sie beispielsweise eigene Fragestellungen, bilden Hypothesen, planen Experimente und führen diese durch und bewerten und kommunizieren ihre Ergebnisse. Wenn auch diese Reinform des FEU in den meisten

Fällen nicht erreicht wird, so lassen sich doch Stufen des FEU ableiten, die sich durch eine stärkere Strukturierung der Lehrkraft auszeichnen und Schüler:innen auf ihrem Weg zu einem selbstständigen wissenschaftlichen Arbeiten weiterhelfen (Höttecke, 2010).

#### 3.2. **Das 5-E-Modell als Strukturierungshilfe**

Um eine entsprechende Schwerpunktsetzung bei der Vorbereitung des Projekts im Sinne des FEU durchzuführen, hat sich das 5-E-Phasenschema von Bybee (2014) als hilfreich erwiesen. Bybee definiert folgende Unterrichtsphasen, die je nach Erfahrungsstand der Lernenden (und der Lehrenden) unterschiedlich stark betont bzw. durch die Lehrkraft unterschiedlich stark vorstrukturiert werden können. Die Phasen werden jeweils beispielhaft mit konkreten Eindrücken aus dem Teilprojekt zum Thema Kraft („May the force be with you!“) illustriert.

##### 3.2.1. **Engage-Phase**

Ziel dieser Phase ist es nach Bybee (2014), die Aufmerksamkeit der Schüler:innen zu gewinnen. Dazu kann die Lehrkraft beispielsweise ein faszinierendes Phänomen zeigen bzw. beschreiben oder ein herausforderndes Problem umreißen, das als Ausgangspunkt für eine weitere Beschäftigung dienen kann. Bybee verweist darauf, dass aus den ersten Erklärungsversuchen oder Fragen der Schüler:innen wichtige Rückschlüsse auf deren Präkonzepte in Bezug auf den physikalischen Gegenstand gezogen werden können, die im weiteren Unterrichtsverlauf aufgegriffen und thematisiert werden können.

Im Teilprojekt „May the force be with you!“ entschieden sich die Studierenden für die Erstellung eines Videos, das mit dem Begriff „Kraft“ in alltäglichen Kontexten spielt („Kräftemessen im Sport“), um so Neugierde zu wecken und ein Forschungsinteresse aufzubauen. Im Verlauf des Videos wird eingeführt, dass Kräfte unter anderem Körper verformen können, was am Beispiel der Dehnung der Feder in einem physikalischen Kraftmesser illustriert wird. Das Video endet mit der Aufforderung an die Schüler:innen, mit einfachen Haushaltsmaterialien einen eigenen Kraftmesser zu bauen.

##### 3.2.2. **Explore-Phase**

In dieser Phase bekommen die Schüler:innen ausreichend Zeit, das Phänomen aus der Engage-Phase durch einfache Hands-on Aktivitäten selbst zu erkunden, erste Annahmen zu testen, qualitative Zusammenhänge zu erkennen und ihre individuellen Fragen in Bezug auf das Phänomen zu formulieren.

Im ersten Echtzeit-Chat nahmen die Studierenden die Aufforderung aus dem Video auf, um mit den Schüler:innen zu besprechen, welche Materialien aus ihrem Haushalt für den Bau eines Kraftmessers in Frage kommen. So wurde das eigenständige experimentelle Vorgehen der Schüler:innen vorentlastet. Mit dem Auftrag, einen eigenen Kraftmesser zu bauen, diesen zu fotografieren und das Foto auf ihre Projektseite hochzuladen, wurden die Schüler:innen

in eine erste Arbeitsphase entlassen. Abbildung 1 zeigt das Ergebnis einer Schülerin aus der Explore-Phase: Ein Kraftmesser bestehend aus einer fixierten Aufhängung, einem Haushaltsgummi und einer Tasche, in die verschiedene Gegenstände eingebracht werden können. Die Schülerin zeigt, wie mit einem Lineal die Auslenkung des Gummibandes bestimmt werden kann.



Abb. 1: Selbstgebautes Kraftmesser einer Schülerin

### 3.2.3. Explain-Phase

Ziel der Explain-Phase ist es, die Aktivitäten aus der Explore-Phase in ein systematisches Vorgehen münden zu lassen. Die Schüler:innen entdecken dabei den physikalischen Zusammenhang, der für das Verständnis der Inhalte aus der Engage-Phase zentral ist und eine weitgehend systematische Auseinandersetzung ermöglicht. Die Lehrkraft greift die experimentellen Ergebnisse der Lernenden und deren Erklärungsansätze auf und erarbeitet mit den Lernenden die zentrale physikalische Aussage.

Die Studierenden entschieden sich in dieser Phase für einen klar vorgegebenen Arbeitsauftrag. Die Schüler:innen sollten mit ihrem Aufbau die Dehnung des Gummibandes bei verschiedenen Massen untersuchen und in einer Tabelle auf ihrer tet.folio-Projektseite dokumentieren. Die eingetragenen Werte wurden automatisch in einem mit der Tabelle gekoppelten Diagramm angezeigt (siehe Abb. 2).

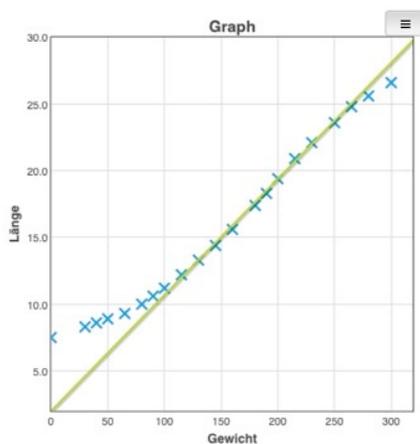


Abb. 2: Messergebnisse zum Dehnungsverhalten

Nach dieser Arbeitsphase wurde in einem weiteren Echtzeit-Chat das experimentelle Ergebnis zusammen mit den Schüler:innen interpretiert. Die Schüler:innen konnten aus ihren Messdaten folgern, dass sich im Dehnungsverhalten des Gummibandes ein linearer von zwei nichtlinearen Bereichen abgrenzen lässt. Ausschließlich im linearen Bereich geht eine gegebene Kraftänderung mit einer konstanten Dehnungsänderung einher (Hooke'sches Verhalten).

### 3.2.4. Elaborate-Phase

Die Elaborate-Phase dient der Anwendung des Erarbeiteten und der Übertragung auf ähnliche Zusammenhänge. Die Schüler:innen nutzen ihre gewonnenen Erkenntnisse, um neue Probleme zu lösen bzw. um sich weiter mit einer bestenfalls selbst formulierten Forschungsfrage zu beschäftigen.

Als Impulsgeber für diese Phase wurden die Schüler:innen gefragt, ob sie mit ihrem Aufbau begründen können, warum ein gespanntes Seil immer „durchhängt“, wenn in der Mitte des Seils eine Masse befestigt wird (als Beispiel dient das Bild einer balancierenden Person auf einer gespannten Slackline).

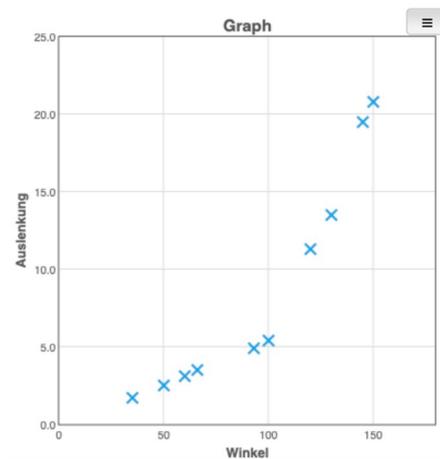


Abb. 3: Abhängigkeit zwischen dem Winkel zwischen zwei Kraftmessern und der gemessenen Dehnung der Gummibänder bei konstanter Probemasse.

Die Schülerin kam auf die Idee, ihren Aufbau zu duplizieren, beide Kraftmesser mit einem Seil zu verbinden und die Dehnung der Gummibänder (bei Verwendung einer am Seil eingehängten Referenzmasse) in Abhängigkeit des Winkels zwischen den Längsachsen der beiden Kraftmesser zu bestimmen (Abb. 3). Im abschließenden Echtzeit-Chat konnte die Schülerin folgern, dass eine Slackline, die nicht „durchhängt“, wenn ein Mensch darauf balanciert, so stark gespannt werden müsste, dass das Material (der Slackline und/oder der Aufhängung) diesen Kräften nicht standhalten könnte.

### 3.2.5. Evaluate-Phase

Die Evaluate-Phase dient nach Bybee (2014) dazu, den Lernenden Rückmeldung zu ihren Erklärungsansätzen und ihren Fähigkeiten zu geben. In seinem Modell steht diese Phase als abschließende Phase am

Ende der Lehreinheit. Andere Autor:innen verweisen darauf, dass die Evaluation der Schüler:innenfähigkeiten und entsprechendes Feedback in allen Phasen sinnvoll sind (Lembels & Abels, 2015). Technisch unterstützt tet.folio den Feedbackprozess, indem die Autor:innen einer tet.folio-Seite (bzw. eine konfigurierbare Gruppe von tet.folio-Usern) jederzeit Einblick in die Aktivitäten der Lernenden haben und über das Chat-Tool entsprechende Rückmeldungen geben können.

#### 4. Umsetzung mit tet.folio

Das Projekt Forschen@Home wurde mit der interaktiven Lehr-/Lernplattform tet.folio der Freien Universität Berlin umgesetzt (Haase, Kirstein & Nordmeier, 2016). In der folgenden Darstellung ausgewählter Funktionen von tet.folio werden zwei zentrale Wesenszüge des Systems betont. Als Lehr-/Lernplattform verbindet tet.folio die Funktionalität eines Autorensystems mit ausgewählten Möglichkeiten eines Learning Content Management Systems (Kursverwaltung) bzw. Learning Management Systems (Benutzerverwaltung). Dabei besteht nicht der Anspruch, in Konkurrenz zu bestehenden Learning Management Systemen zu treten. Durch seinen Fokus auf die Lerninhalte und deren Präsentation versteht sich tet.folio eher als Ergänzung dieser Systeme. Die hier beschriebenen Funktionen bilden nur einen kleinen Ausschnitt aus dem Funktionsumfang von tet.folio, die Darstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

##### 4.1. tet.folio als Autorensystem

###### 4.1.1. Selbst gestalten, statt nur verwalten

Eine Zielsetzung des Projekts Forschen@Home war die Konzeption und Entwicklung digital gestützter Lerneinheiten durch die Studierenden. In der Literatur werden in sich abgeschlossene Lerneinheiten als Lernobjekte beschrieben (Kerres, 2018), für deren Erzeugung ein Autorensystem benötigt wird. tet.folio ermöglicht den Benutzer:innen die Erstellung einer Vielzahl von Lernobjekten und unterstützt durch Echtzeitsynchronisation und eine spezifische Rechtevergabe das gleichzeitige und kollaborative Arbeiten mehrerer Autor:innen an einem Projekt. Dies war eine wesentliche Voraussetzung für die Umsetzung des Projekts Forschen@Home im Rahmen einer universitären Lehrveranstaltung. Die Gestaltung von Lernobjekten in tet.folio ist nicht auf die Adaption von vorgegebenen Typen-Vorlagen beschränkt, vielmehr unterstützt tet.folio als Autorensystem den kreativen Prozess der Benutzer:innen und ermöglicht die Erstellung von Lernobjekten unter Verwendung einer Vielzahl von Medientypen, Kontroll-, Interaktions- und Designmöglichkeiten.

###### 4.1.2. tet.box als Alleskönner

Grundlage der Lernobjekte in tet.folio ist die tet.box, ein Strukturelement, das verschiedenste Inhaltsformate aufnehmen kann. Eine tet.box kann reinen Text enthalten, als Input-Textfeld für Usereingaben for-

matiert werden, Bild-, Video- oder Audio-Dateien aufnehmen oder beliebige Lernobjekte aus externen Quellen, solange diese im HTML5-Format eingebunden werden können. Mit verschiedenen Kontroll-Tools kann zudem das Verhalten der tet.box gesteuert werden. Auf diese Weise lassen sich Ein-/Ausblendeffekte ebenso leicht erzeugen, wie das zeitgesteuerte Überblenden bzw. Anreichern von z. B. Videoformaten mit weiteren tet.boxes. Darüber hinaus lassen sich tet.boxes auch grafisch in Relation zueinander setzen, was z. B. die intuitive Erzeugung von Mindmaps oder Ablauf- und Strukturdiagrammen ermöglicht.

###### 4.1.3. Use, Re-Use, Share, Export

Eine Grundidee der Lernobjekte ist die Wiederverwertbarkeit aufwendig erstellter Lerninhalte (Kerres, 2018). In tet.folio erstellte Lernobjekte können von den Autor:innen problemlos in andere Projekte kopiert und dort gegebenenfalls angepasst werden. Autor:innen können sich auch entscheiden, Lernobjekte zu veröffentlichen. In diesem Fall stehen sie im sog. tet.markt allen anderen Autor:innen zur Verfügung und können problemlos verwendet werden. Für die Integration in andere Lernumgebungen steht darüber hinaus eine Exportfunktion zur Verfügung, welche die erstellten Lernobjekte im HTML5-Format zur Verfügung stellt.

###### 4.1.4. Große Auswahl im tet.markt

Im tet.markt finden sich alle von Autor:innen veröffentlichte Elemente. Dabei kann es sich um umfangreiche Sammlungen von Lerneinheiten (Bücher), einzelne Lernobjekte (z. B. interaktive Bildschirmexperimente: Haase, Pfaff, Ermel, Kirstein & Nordmeier, 2018) oder Bestandteile von Lernobjekten (Bilder, Videos, Audiocontent) handeln.

Eine weitere Kategorie im tet.markt bilden die sog. tet.tools. Dabei handelt es sich um vorkonfigurierte (und intuitiv anpassbare) Steuerelemente für das Verhalten von tet.boxes, mit denen spezifische Lernobjekte erstellt werden können. So erlaubt beispielsweise die Einbindung des Tools „Lückentext Prüf-Button“ die Implementierung eines Feedbacks für die Lernenden in Bezug auf deren Zuordnung vorgegebener Elemente zu Lücken in einem Text. Im tet.markt finden sich Tools zur Umsetzung von Kategorisierungsaufgaben, interaktiven Diashows, Multiple-Choice Quizfragen u.v.m. Zusätzlich finden sich einige tet.tools, die als digitale Werkzeuge für die Lernenden direkt eingebunden werden können, darunter ein Winkel- oder Flächenmesser, ein Geodreieck, eine Stoppuhr, ein Tonhöhen-Detektor oder ein Frequenzgenerator.

Ein für das Projekt Forschen@Home zentrales Triple bilden die Tools „Wertetabelle“, „Diagramm“ und „Mathe-Funktion mit Parameter“. Sie bieten den Lernenden die Möglichkeit, ihre Messwerte bei der Durchführung von Experimenten direkt in einer Wertetabelle zu dokumentieren. Diese kann mit einem Diagramm gekoppelt werden, sodass die

Werte automatisch angezeigt werden, sobald sie eingetragen wurden. Zusätzlich kann im Diagramm eine weitere Funktion angezeigt werden, die über das Tool „Mathe-Funktion mit Parameter“ von den Lernenden direkt eingegeben und durch Parametervariation an die Messwerte bestmöglich angepasst werden kann (vgl. Abb. 2).

#### 4.1.5. Komplettlösung ohne Medienbruch

Mit den bisher geschilderten Elementen und Funktionen konnte das Projekt Forschen@Home in den Phasen Engage bis Elaborate ausschließlich in tet.folio realisiert werden. Die Schüler:innen arbeiten dabei ohne Ablenkung durch Struktur- oder Medienbrüche auf ihren Projektseiten innerhalb der tet.folio-Umgebung, d. h. ein Wechsel zu anderen Plattformen bzw. zu anderen lokal installierten Softwarelösungen ist nicht nötig. Ebenso entfällt ein potenziell ablenkendes Navigieren durch Strukturhierarchien der Lernplattform, da die einzelnen Einheiten übersichtlich untereinander auf einer tet.folio-Seite arrangiert und erst dann eingeblendet werden können, wenn die Schülerin, der Schüler sie für den weiteren Fortgang des individuellen Projekts benötigt.

#### 4.2. tet.folio als L(C)MS

Neben seinen Stärken als Autorensystem bietet tet.folio auch wesentliche Funktionen eines Learning Content Management System (LCMS). Nach Watson & Watson (2007) grenzen sich LCMS von Learning Management Systemen (LMS) durch ihren Fokus auf die Lerninhalte (Content) ab. LCMS setzen Schwerpunkte in den Bereichen Erstellung, Verwaltung und Bereitstellung von Lerneinheiten, während bei LMS der Fokus zusätzlich auf der Gestaltung der Schnittstelle zwischen den Lerninhalten (in Form von Kursen) und der Verwaltungsstruktur der Einrichtung (z. B. Schule, Universität, Unternehmen) liegt, für deren Schüler:innen, Studierende oder Mitarbeitende die Lerninhalte gedacht sind.

Somit kann tet.folio als didaktische Ergänzung zu bestehenden LMS gesehen werden, indem es die Bereitstellung kompletter Lerneinheiten in einer angepassten Umgebung ermöglicht, welche die Ablenkung der Lernenden durch nicht benötigte Struktur- und Navigationselemente eines LMS vermeidet. Die integrierte Benutzerverwaltung, die Vergabemöglichkeit von Lese- und Schreibrechten, sowie die Kommunikationsmöglichkeiten zwischen Lehrenden und Lernenden machen tet.folio zu einem äußerst flexiblen, vielseitig nutzbaren System.

##### 4.2.1. Kursstruktur: Buch, Kapitel, Seiten

Ein einzelner Kurs lässt sich in tet.folio als sog. Buch anlegen. Ein Buch umfasst alle Lerneinheiten des Kurses. Ein tet.folio Buch umfasst beliebig viele tet.folio Seiten, mit denen Lerneinheiten strukturiert werden können. Mehrere Seiten können durch einfaches Ein- bzw. Ausrücken in der Hierarchieebene zu Kapiteln, Abschnitten, Unterabschnitten usw. zusammengefasst werden. Das Projekt For-

sch@Home gliedert sich in eine Einstiegsseite, auf der die Lernenden begrüßt werden und allgemeine Projektinformationen gelistet sind. Auf dieser Startseite finden sich Links zu den jeweiligen Teilprojektseiten (Kapitel). Die Teilprojektseiten beinhalten die Lerneinheiten für die Engage-, Explore- und Explain-Phase. Auf den tet.folio-Seiten innerhalb der jeweiligen Kapitel wurden schließlich individuelle Projektseiten angelegt, auf denen die Schüler:innen in der Elaborate-Phase ihre eigenen Forschungsfragen untersuchen konnten. Diese wurden von den Studierenden adaptiv und individuell im Projektverlauf ausgestaltet.

##### 4.2.2. Userverwaltung und Zugriffsrechte

Den Autor:innen eines tet.folio Buches obliegt die Entscheidung, wer Zugriff auf die Inhalte des Buches bekommt. So besteht die Möglichkeit, das Buch ohne Einschränkung öffentlich zugänglich zu machen (der Link zum Buch muss bekannt sein), den Zugriff nur registrierten tet.folio-Benutzer:innen zu ermöglichen oder diesen durch die explizite Angabe einer Usergruppe bzw. einzelner Personen weiter einzuschränken.

Im Projekt Forschen@Home hatten alle beteiligten Schüler:innen und Lehrkräfte Zugriff auf die Start- und alle Kapitelseiten (Teilprojektseiten). Für die individuellen Projektseiten der einzelnen Schüler:innen wurde der Zugriff auf die entsprechende Schülerin, den Schüler und die Lehrkräfte eingeschränkt. Die Studierenden als Autor:innen des Buches hatten Zugriff auf alle Seiten des Projekts.

##### 4.2.3. Kommunikationsmöglichkeiten

Zur Kommunikation zwischen Studierenden und Schüler:innen wurde das tet.folio-Tool „Kommentar-Tool“ benutzt. Dabei handelt es sich um ein Chat-tool zur asynchronen Kommunikation, das direkt auf einer tet.folio-Seite positioniert werden kann. So kann die Kommunikation über Inhalte direkt neben den Inhalten stattfinden. Um die Verbindlichkeit in der Kommunikation zu erhöhen, vereinbarten die Studierenden mit ihren Schüler:innen feste Chat-Termine (30 Minuten pro Woche), zu denen über das Tool in Echtzeit kommuniziert wurde. Bei Fragen, die seitens der Schüler:innen zwischen den vereinbarten Terminen aufkamen, konnten sich diese jederzeit über das Chat-tool an ihre Betreuer:innen wenden, mussten aber eine längere Antwortzeit einkalkulieren (asynchrone Kommunikation).

## 5. Lessons Learned

Aus den Erfahrungen mit dem Projekt Forschen@Home lassen sich einige allgemeine Schlussfolgerungen ableiten:

- a) **Eine Orientierungsphase zum Projektstart ist nötig und wichtig.** Insbesondere wenn die Lernenden bisher keine Erfahrung mit der verwendeten Lernplattform hatten, ist eine ausführliche Hinführungs- bzw. Orientierungsphase unerlässlich.

lich (Sammet & Wolf, 2019). Während dieser Phase müssen neben den Rahmenbedingungen des Projekts (Zeitplan, Rollenverständnis und Erwartungshaltung der Beteiligten) vor allem die Funktionen der Lernplattform vorgestellt werden: Wo und wie melde ich mich an? Wie ist das Angebot strukturiert? Wie bekomme ich Hilfe?

- b) **Die Kommunikation muss klar geregelt sein.** Kommunikation muss nicht nur technisch möglich sein (Chat-Tool), vielmehr müssen klare und verbindliche Kommunikationsregeln und Kommunikationstermine eingeführt werden. Dass die Kommunikation im Projekt *Forschen@Home* ausschließlich über das Chat-Tool von *tet.folio* stattfand, ist u. a. aus folgenden Gründen als inadäquat zu bewerten. Das textbasierte Ausformulieren von Erläuterungen und allgemeinen Absprachen nimmt sehr viel Zeit in Anspruch. Zudem wird die Lesegeschwindigkeit der Schüler:innen von den Studierenden oft überschätzt und es fehlt eine Rückmeldung, ob und in welchem Umfang die Schüler:innen den Text der Studierenden lesen und verstehen. Für die inhaltliche Diskussion und die Absprache von Arbeitspaketen ist eine direktere Kommunikationsmöglichkeit (z. B. im Rahmen einer Videokonferenz) empfehlenswert. Für knappe Rückmeldung während der Arbeitsphasen, oder kurze organisatorische Absprachen hat sich das Chat-Tool hingegen bewährt. Für die verschiedenen Kommunikationsanforderungen sollten also mehrerer Kommunikationskanäle bereitgestellt und bedient werden (Miller, 2005).
- c) **Erst Struktur, dann Öffnung.** Das Projekt *Forschen@Home* zielte darauf ab, die Schüler:innen in die eigenverantwortliche Position der Forschenden (zumindest ansatzweise) zu bringen. Die damit verbundene Offenheit ist für viele Schüler:innen ungewohnt, die entsprechenden Fähigkeiten (z. B. das Formulieren einer wissenschaftlichen Fragestellung, das eigenständige Planen eines Experiments) sind oft nicht bzw. unzureichend ausgebildet (Hofstein, Navon, Kipnis & Mamlok-Naaman, 2005). Es empfiehlt sich daher ein strukturierter, stark angeleiteter Projekteinstieg, der dann im Projektverlauf in eine zunehmende Öffnung und Übertragung der Verantwortung auf die Lernendenseite übergehen kann. Auch auf Seiten der Studierenden führte der Anspruch eines eher schülergesteuerten Prozesses zu Überforderung während der Vorbereitungsphase des Seminars im Hinblick auf das Antizipieren möglicher Vorstellungen und Lernschwierigkeiten der Schüler:innen und der Vorbereitung entsprechender Unterstützungsstrategien.

## 6. Fazit und Ausblick

Die Lehr-/Lernplattform *tet.folio* bietet die Möglichkeiten, Lerninhalte kollaborativ zu erstellen, zu

arrangieren, Schüler:innen zur Verfügung zu stellen und diese bei ihrer Auseinandersetzung mit den Lerninhalten zu begleiten. Durch diese Kombination an Möglichkeiten eignet sich *tet.folio* für die Umsetzung des hier beschriebenen Projekts im Rahmen einer Lehrveranstaltung. Es kann festgehalten werden, dass die Studierenden den Umgang mit dem System in einem vertretbaren Zeitaufwand erlernen und anschließend in der Lage sind, die *tet.folio*-Projektseiten für die Schüler:innen adaptiv nach Bedarf zu erstellen und im Projektverlauf zu erweitern.

Der Einsatz von *tet.folio* ist mit keinen zusätzlichen Kosten verbunden. Durch seinen niederschweligen und plattformunabhängigen Zugang bestehen weder gehobene Anforderungen an die Endgeräte der Nutzer:innen, noch muss eine zusätzliche Software auf den Endgeräten der Nutzer:innen installiert werden. Der "bring your own device"-Ansatz kann problemlos umgesetzt werden. Damit eignet sich *tet.folio* insbesondere für den Einsatz im schulischen Kontext.

Mit *tet.folio* kann es somit leicht gelingen, den Besuch eines außerschulischen Lernorts nahtloser mit dem schulischen Unterricht zu verknüpfen, indem sowohl im Unterricht vor dem Besuch, beim Arbeiten am außerschulischen Lernort und während einer zeitlichen Phase nach dem Besuch mit Lerneinheiten auf *tet.folio* gearbeitet wird. So könnte der LLL-Besuch der Schüler:innen auch auf Ebene der Lerneinheiten strukturell in ein schulisches Projekt bzw. eine zeitlich ausgedehnte Unterrichtsreihe eingebunden werden. Im Hinblick auf die beschriebenen Phasen nach Bybee (2014) könnte der Besuch im LLL die Phasen Engage bis Explain abdecken und Aktivitäten für die Elaborate-Phase vorbereiten. So könnten die Studierenden die Schüler:innen auch nach deren Besuch im LLL für einen gewissen Zeitraum bei der Bearbeitung von Forschungsfragen betreuen, die sie gemeinsam im LLL entwickelt haben.

## 7. Literatur

- Bosse, D., Meier, M., Trefzger, T., & Ziepprecht, K. (2020). Lehr-Lern-Labore – universitäre Praxis, empirische Forschung und zukünftige Entwicklung. In D. Bosse, M. Meier, T. Trefzger & K. Ziepprecht (Hrsg.), *Professionalisierung durch Lehr-Lern-Labore in der Lehrerbildung* (S. 5-25). Lehrerbildung auf dem Prüfstand, 13 (1). Landau: Verlag Empirische Pädagogik.
- Brüning, A.-K., Käpnick, F., Weusmann, B., Köster, H., & Nordmeier, V. (2020). Lehr-Lern-Labore im MINT-Bereich – eine konzeptionelle Einordnung und empirischkonstruktive Begriffskennzeichnung. In B. Priemer & J. Roth (Hrsg.), *Lehr-Lern-Labore* (S. 13–26). Springer.

- Bybee, R. W. (2014). The BSCS 5E instructional model: Personal reflections and contemporary implications. *Science and Children*, 51(8), 10-13.
- Elsholz, M., Trefzger, T. (2017). Professionalisierung durch Praxisbezug – Begleitforschung zu den Würzburger Lehr-Lern-Laboren. In C. Maurer (Hrsg.), *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Zürich 2016* (S. 488–491). Regensburg: Universität Regensburg
- Haase, S., Kirstein, J., & Nordmeier, V. (2016). The Technology Enhanced Textbook: An HTML5-based Online System for Authors, Teachers and Learners. In L.-J. Thoms & R. Girwidz (Hrsg.), *Selected Papers from the 20th International Conference on Multimedia in Physics Teaching and Learning* (S. 85-92). München: LMU.  
<https://epub.ub.uni-muenchen.de/28963/>
- Haase, S., Pfaff, M., Ermel, D., Kirstein, J., & Nordmeier, V. (2018). Interaktive Bildschirmexperimente als Systemkomponente der webbasierten Lernplattform tet.folio. In V. Nordmeier, H. Grötzebauch, (Hrsg.), *PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung, Würzburg* (S. 333 – 337). <http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/view/910/1039>
- Hofstein, A., Navon, O., Kipnis, M., & Mamlok-Naaman, R. (2005). Developing students' ability to ask more and better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories. *Journal of research in science teaching*, 42(7), 791-806.
- Höttecke, D. (2010). Forschend-entdeckender Physikunterricht. Ein Überblick zu Hintergründen, Chancen und Umsetzungsmöglichkeiten entsprechender Unterrichtskonzeptionen. *Unterricht Physik*, Ausgabe 119, 4-12.
- Kerres, M. (2018). *Mediendidaktik: Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote* (5. Auflage). De Gruyter Oldenbourg.
- Lembens, A., & Abels, S. (2015). Forschendes Lernen nach dem 5E-Modell und Showmanship. *Chemie & Schule*, 30, 6-7.
- Miller, D. (Hrsg.). (2005). *E-Learning: eine multiperspektivische Standortbestimmung*. Haupt.
- Rehfeldt, D., Klempin, C., Seibert, D., Mehrrens, T., & Nordmeier, V. (2017). Fächerübergreifende Wirkungen von Lehr-Lern-Labor-Seminaren: Adaption für die Fächergruppen Englisch, Geschichte und Sachunterricht. In C. Maurer (Hrsg.), *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Zürich 2016* (S. 556–559). Regensburg: Universität Regensburg
- Sammet, J., & Wolf, J. (2019). *Vom Trainer zum agilen Lernbegleiter: So Funktioniert Lehren und Lernen in digitalen Zeiten*. Springer.
- Watson, W. & Watson, S. L. (2007). An argument for clarity: What are learning management systems, what are they not, and what should they become. *TechTrends*, 51, 28-34.
- Weusmann, B., Käpnick, F., & Brüning, A.-K. (2020). Lehr-Lern-Labore in der Praxis: Die Vielfalt realisierter Konzeptionen und ihre Chancen für die Lehramtsausbildung. In B. Priemer & J. Roth (Hrsg.), *Lehr-Lern-Labore* (S. 27–45). Springer.