

Antrag auf ein
FELLOWSHIP FÜR INNOVATION IN DER DIGITALEN
HOSCHULLEHRE
mit dem Projekt
„Verständnis mit dem zweiten Blick: Das digitale
Repository für Mathematische Methoden“

Thomas Kaiser
Friedrich-Schiller-Universität Jena

Mai 2021

Kurzbeschreibung

Mit dem „Digitalen Repository für Mathematische Methoden“ wird ein Lehr-Lern-Format geschaffen, das einem doppelten Zweck dient. Einerseits wird die Studieneingangsphase in den MINT-Fächern verbessert. Die notwendige hohe Geschwindigkeit beim Erlernen der mathematischen Methoden des jeweiligen Faches zum Herstellen der Anschlussfähigkeit zwischen Schule und Hochschule ist der häufigste Grund für einen Studienabbruch. Das digitale Repository entzerrt die Eingangsphase zeitlich, nutzt Präsenzphasen optimaler und fördert die frühzeitige Netzwerkbildung. Andererseits werden repositorische Lernpfade „von höheren Semestern herab“ mit einem vertieften fachwissenschaftlichen Blick auf die Thematik etabliert. Diese sollen dem erst mit der Zeit über einige Semester entwickelbaren Tiefenverständnis und damit der Erreichung höherer Stufen der Lernzieltaxonomie dienen. Erreicht wird dies mittels Learning Analytics und konsequenter Ausgestaltung als Open Educational Resource.

Persönliche Motivation

Ich möchte mich um dieses Fellowship bewerben, weil ich glaube mit Hilfe der Schaffung eines neuen, semesterunabhängigen Digitalformats, des „Digitalen Repositoriums für Mathematische Methoden“, eine maßgebliche Verbesserung in der Art und Weise, wie Studierende der MINT Fächer diese Thematik erlernen, erzielen zu können. Da ich persönlich auf dem Feld Digitallehre tätig bin, habe ich die methodische sowie fachliche Kompetenz dieses Vorhaben umzusetzen und bin von der Möglichkeit seines Gelingens fest überzeugt. Der Austausch mit anderen Fellows gäbe mir die Möglichkeit, meinen Erfahrungsschatz in diesem Feld einzubringen und eine meiner persönlichen Kernfragen zu diskutieren: Wie können wir zu einem unverkrampften Umgang mit Digitaler Lehre kommen, in dem sich beide Seiten nicht als gegenseitige Bedrohung, sondern als Bereicherung empfinden? Hierzu möchte ich unter anderem mit diesem Vorhaben einen Beitrag leisten. Aus dem Austausch erhoffe ich mir gleichzeitig einen Transfer von Best Practice Beispielen in beide Richtungen. Für mich persönlich erhoffe ich mir Anerkennung und Sichtbarkeit meines Engagements für die *grundständige* universitäre Lehre, obwohl diese nicht zu meinen Kernaufgaben gehört. Ich hoffe, dieses Problemfeld damit stärker ins Rampenlicht rücken zu können und seine Wahrnehmung durch eine repräsentative Förderung des Stifterverbandes zu verstärken. Die Motivation, gerade dieses Themenfeld anzugehen, entspringt der langjährigen Beobachtung bei Studierenden bezüglich der Frage, welches mathematische Niveau denn in welcher Phase des Fachstudiums nötig sei und der entscheidenden Rolle, die eine zügige Erlangung desselben für den Studienerfolg insgesamt, v.a. aber in der Studieneingangsphase, darstellt.

Schon immer hat mich eine Frage primär interessiert: Wie führt wissenschaftsgeleitete Bildung zu gesellschaftlichen Veränderungen? Dieser innere Antrieb hat mich einerseits zum Studium der Physik und eigener wissenschaftlicher Tätigkeit im Rahmen von Promotion und PostDoc-Zeit animiert, andererseits aber auch nie „den Blick zurück“ vergessen lassen. Wie bin ich hierher gekommen? Warum war dies manchem ehemaligen Kommilitonen nicht vergönnt? Was sind Gelingensbedingungen für das Erreichen von Exzellenz auf diesem Weg? In diesem Kontext habe ich während meiner Zeit an der Universität immer auch Veranstaltungen für Schülerinnen und Schüler durchgeführt und mich in der Lehre engagiert, als Tutor, Seminarleiter und später Dozent. Seit einigen Jahren habe ich meine Handlungsfelder vollständig mit der Thematik Lehre in Deckung bringen können. Aktuell habe ich im letzten Sommersemester eine von Grund auf neu entwickelte Digital-Vorlesung „Optik für Lehramt“ konzipiert und gehalten, in der die Lehramts-Studierenden selbst Moodle-Kurse als Leistungsbeleg erarbeitet haben um sie auf ihre spätere Rolle als Lehrkraft vorzubereiten.

An der Friedrich-Schiller-Universität in Jena verantworte ich seit 2019 die digitale Lehrstrategie der Max-Planck-School of Photonics. Hierbei handelt es sich um eine deutschlandweite Graduiertenschule, die die Expertise der acht besten nationalen Standorte auf diesem Feld zusammenbringt, um den akademischen Spitzennachwuchs von morgen auszubilden. Ich arbeite dort in einem einzigartigen, interdisziplinären Team, in dem FachphysikerInnen, Lehr-Lern-DesignerInnen, ProgrammiererInnen, GrafikexpertInnen und EntwicklerInnen gemeinsam einen Beitrag zur didaktisch-methodischen Weiterentwicklung der standortübergreifenden Digitallehre der Graduiertenschule leisten und neue Ansätze erproben, z.B. die Verwendung von augmentierter und virtueller Realität in der Labor- und Hochtechnologieausbildung. Ziel ist es, Lehrenden und Lernenden der Graduiertenschule vollkommen neue Werkzeuge an die Hand zu geben in der Exzellenzausbildung.

Ich persönlich setze aber mit der didaktisch-methodischen Förderung mit Hilfe digitaler Methoden schon viel früher an. Seit fünf Jahren leite ich das Schülerforschungszentrum (SFZ) in Gera, das interessierten und talentierten Schülerinnen und Schülern von der fünften Klasse bis zum Schulabschluss eine außerschulische MINT-Förderung zuteil werden lässt - eine „Musikschule für Naturwissenschaften, ein Fußballverein für MINT-Athleten“ (Sven Baszio, Vorstand Stiftung Jugend forscht). Diese in Thüringen maßgeblich vom Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft, dem

Thüringer Ministerium für Bildung, Jugend und Sport und der Stiftung für Technologie, Innovation und Forschung Thüringen (STIFT) finanzierte Initiative hat seither eine fantastische Entwicklung genommen. Im Jahr 2016 bin ich mit dem dritten SFZ in Thüringen gestartet, heute gibt es 10 solche Zentren über ganz Thüringen verteilt und ich koordiniere für die STIFT die außerschulische MINT-Förderung in der ganzen MINT-Region Ostthüringen mit insg. 3 Mitarbeitern und 8 ständigen Workshopleitern. Wir sind zum gefragten Gesprächspartner in der MINT-Bildung auch auf nationaler Ebene geworden, sehr gut vernetzt und auch bei bundesweiten Ausschreibungen erfolgreich, zuletzt in der Programmlinie „Digital Skills“ von Körber-Stiftung und Stifterverband sowie bei der BMBF MINT-Cluster-Ausschreibung. Schon in der Vor-Corona-Zeit haben wir unsere eigene Lernplattform vollkommen selbstständig betrieben (Web-Entwicklung eingeschlossen) und mit hybriden Forscherclubs (Vor-Ort & Online-Komponenten) die ländliche Breite Thüringens erschlossen mit unseren Angeboten. Mit besonderem Stolz habe ich im letzten Wintersemester erstmalig StudienanfängerInnen an unserer Fakultät begrüßen dürfen, deren Entwicklung ich schon seit der neunten Klasse persönlich begleiten durfte. Ich betreibe also MINT-Förderung entlang der gesamten Bildungskette von der fünften Klasse bis zum Doktoranden.

Problemstellung

Das Problem, das mich schon länger umtreibt, ist eine didaktisch-methodische Weiterentwicklung der Vermittlung der mathematischen Methoden in den MINT-Fächern. Bei diesen handelt es sich gewissermaßen um ein Henne-Ei-Problem. Während die genuinen Lerninhalte fachlicher Natur sind, dienen die mathematischen Methoden streng genommen lediglich als Werkzeug¹. Allerdings lassen sich die Fachinhalte ohne richtigen Werkzeuggebrauch weder erschließen noch verarbeiten, geschweige denn reflektieren oder synthetisieren (Taxonomiestufen!) Bei der Vermittlung der mathematischen Kompetenzen stellt sich jedoch den Lernenden immer wieder die Frage nach der unmittelbaren fachlichen Relevanz, da der fachliche Blick ja noch fehlt. Das kann die Lernmotivation stark dämpfen. Vor allem in der unmittelbaren Studieneingangsphase ist das Problem verschärft. Zu einem späteren Zeitpunkt im Studium hat man einen anderen Blick auf die Thematik und wünscht sich eine stärkere Anknüpfung an frühere Lernabschnitte, doch dann ist es meist „zu spät“, die entsprechende Vorlesung ist vorbei. Es stehen höchstens noch informelle Lernpfade zur Verfügung. Einen einheitlichen (digitalen) Ort, wo Lernprozesse zu dieser Thematik semesterübergreifend verortet sind, gibt es nicht.

Der Charakter der „Mathematischen Methoden“ erfordert eigentlich ein Format, das sowohl Anlernphasen als auch Rückgriffe, Ausblicke und Seitenthemen mit vertieftem thematischen Blick individuell unterstützt und einen Übergang hin zu einer individualisierten Lernpfadgestaltung mit einer inhaltsbasierten Vermittlung statt einer Lerntaktung im strengen Semesterablauf. Aufgrund meiner Erfahrungen mit digitaler Lehre weiß ich um die Stärken digitaler Methodik für dieses Problemfeld. Der Einsatz von Learning Analytics zur Individualisierung der Lernpfade (gewisse Freiheit über eigene Lerngeschwindigkeit bei verbindlicher Zielsetzung), sowie einem Mixed Methods Ansatz mit Selbstlernphasen, Synchronformaten (in Präsenz oder online oder hybrid möglich) und Peer-Instruction (informelles Lernen mit Kommilitonen fördern!) versprechen hier, das Lehr-Lern-Erlebnis deutlich zu verbessern. So kam es zu der Idee des „Repository für Mathematische Methoden“, das eine digital basierte, modulare Vermittlung der Thematik aus beiden Richtungen, der Anlern- und der Tiefenlernphase, begleitend zum MINT Studium unterstützen soll.

Ich werde am Ende des Antrages auf die Übertragbarkeit für andere MINT-Studienfächer und Universitäten eingehen und Ausbaumöglichkeiten der Idee. Hier und im beantragten Pilot-Vorhaben soll der Gegenstand das Studium an der Physikalisch-Astronomischen Fakultät (PAF) der Friedrich-Schiller-Universität Jena (FSU) sein für die angebotenen Abschlüsse:

¹ Ausgenommen davon ist natürlich die Mathematik selbst als Studienfach.

- Physik B.Sc.
- Physik Lehramt Regelschule
- Physik Lehramt Gymnasium

Dieses beginnen gegenwärtig in Summe über 100 Studienanfänger pro Jahr. Das Repositorium adressiert in der Anlernphase die Studieneingangsphase in den oben genannten Fächern, also die ersten zwei bzw. drei Semester (Verschiebung der Stundenpläne durch parallele Sommersemester-Immatrikulation an der PAF!) In dieser Phase werden, was die Thematik „Mathematische Methoden“ betrifft, folgende Veranstaltungen von der PAF angeboten (* = Wahlangebot):

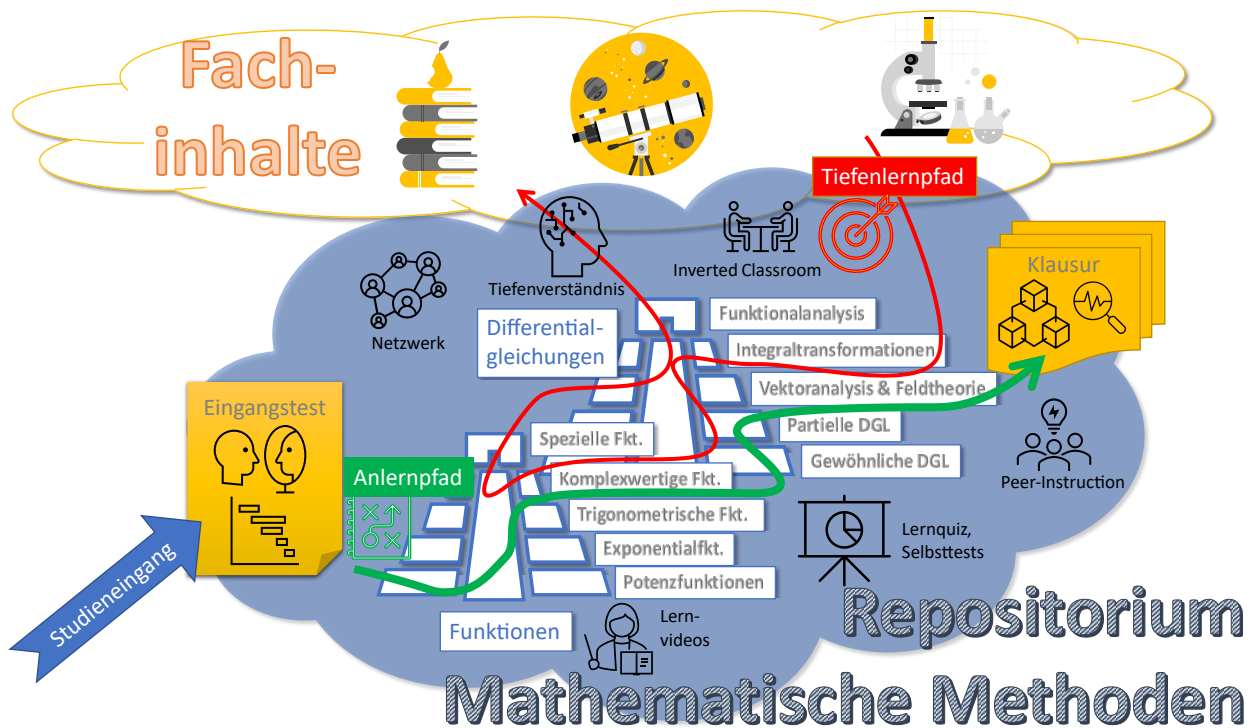
- Der Brückenkurs* zum Auffrischen des math. Niveaus bei Schulabschluss (2 Wochen, nur Wintersemester)
- Unmittelbar anschließend der Vorkurs* zum Angleichen des math. Niveaus der verschiedenen Bundesländer (2 Wochen)
- Die Pflichtvorlesung „Mathematische Methoden der Physik I“ im 1. Fachsemester (4 LP)
- Die Wahlvorlesung „Mathematische Methoden der Physik II“* im 2. oder 3. Fachsemester (4 LP)

Die Inhalte dieser 4 getrennten Veranstaltungen sollen direkt in der Anlernphase des Repositoriums zusammenfließen. Da auch eine Pflichtveranstaltung enthalten ist, wird die Arbeit mit dem Repositorium damit fester curricularer Bestandteil. In späteren Semestern gibt es keine Regelvorlesungen zu der Thematik mehr. Fortgeschrittenere mathematische Methoden müssen „nebenbei“, hauptsächlich in den Übungen zu den Theoriefächern, erlernt werden. Daher gibt es für die Tiefenlernpfade des Repositoriums keine klassische formale Entsprechung im Curriculum. Inhalte kommen hauptsächlich aus den entsprechenden Theorievorlesungen, also „Theoretische Mechanik“, „Elektrodynamik“ und „Quantentheorie“ (d.h. vorrangig zweites bis viertes Fachsemester, „Statistische Physik“ im 5. Semester bietet nur noch geringen Zuwachs an mathematik-methodischen Kompetenzen).

Herausforderungen

Die gegenwärtige Verfahrensweise mit synchronen Präsenzformaten in der Lehre findet auf einem sehr hohen Niveau statt, wird von Studierenden sehr gut angenommen und ist über viele Jahre gewachsen und etabliert. Dies wird auch durch das erst kürzlich erschienene CHE-Hochschulranking belegt. Dennoch gibt es einige Herausforderungen zu konstatieren:

- Verpflichtend ist nur der Besuch der VL „Mathematische Methoden I“, obwohl der Besuch der anderen Veranstaltungen „dringend empfohlen“ wird. Das führt aber zu Organisationsschwierigkeiten im Studium, z.B. mit dem Zweitfach im Lehramt (welches häufig nicht mehr Mathematik ist!) Auch bei den StudienanfängerInnen im Sommersemester kann „Mathematische Methoden II“ aus organisatorischen Gründen erst im 3. Fachsemester zusammen mit den Zweitsemestern der Wintereinschreibung gehört werden - mit einem Semester Pause zum ersten Teil und parallel zur Quantentheorie, welche hier vorgezogen werden muss.
- Mit den Vor- und Brückenkursen tut man viel um auf die Schulabgänger einzugehen. Dennoch fällt es in synchronen Kursformaten mit starrem zeitlichen Rahmen immer schwerer, die immer stärker divergierenden Niveaus der diverser werdenden StudienanfängerInnen abzubilden und die Zeit zu finden, adäquat auf diese zu reagieren. So kam man in der Vergangenheit noch „nur“ mit einem Vorkurs aus, den vorgeschalteten Brückenkurs gibt es erst seit einigen Jahren. Dieses Problem wird sich in Zukunft noch deutlich verschärfen, wenn die Jahrgänge kommen, die von der Corona-Lernlücke in der empfindlichen Übergangsphase zur gymnasialen Oberstufe getroffen wurden. Dies



Schematische Darstellung der Projektidee. Das Digitale Repositorium ordnet Inhalte in thematischen Pyramidenstufen und erlaubt individuelle Lernpfade durch den Stoff (nur für die zwei Themenkomplexe „Funktionen“ und „Differentialgleichungen“ beispielhaft dargestellt). Ein individueller Lernpfad zielt passgenau auf die jeweils benötigte Stufe und wird gestaltet über interaktive digitale Lehrelemente. Aus den Fachinhalten kommend erlauben die Tiefenlernpfade Rückgriffe, Ausblicke, Querverbindungen zu anderen Fachinhalten („Die Fouriertransformation in der Optik vs. die Fouriertransformation in der Quantenmechanik“) und so die Erlangung von Tiefenverständnis.

möchte ich aus meiner reichhaltigen Erfahrung in der Arbeit mit Schülerinnen und Schülern über diese schwere Zeit hinweg ganz ausdrücklich unterstreichen.

- Bis auf Mitschriften und Skript gibt es keinen Transfer von Lehrinhalten, der einem in höheren Semestern ermöglicht mit Hilfe eines „Blickes zurück“ höhere Lernzielstufen zu erreichen. Der häufigste Satz im dritten und vierten Semester ist „Was wurde damals gleich nochmal in Mathematische Methoden erzählt...?“

Projektziele

Es besteht ein erhebliches Entwicklungs- und Gestaltungspotenzial bei der Einbeziehung digitaler Lehrformen. Diese sollen in diesem Projekt adressiert werden. Konkret werden dabei folgende Ziele angestrebt:

1. **Übergang von einer zeitbasierten zu einer themenbasierten Organisation des Stoffes.** Statt einer immer von großen Kompromissen geprägten Optimierung und Verdichtung „was wann gelehrt werden muss“ handelt es sich beim Repositorium um eine Sammlung sortiert nach Themen. Auf individuellen Lernpfaden gelangen Studierende begleitet durch Lehrende zu gemeinsamen verbindlichen Lernzielen.

- 2. Aufbau eines semesterübergreifenden Blickes auf die Thematik.** Das Repositorium bietet Anlern- und Trainingspfade für Studienanfänger inkl. der Regelvorlesung im ersten Semester, aber auch eine Beleuchtung der Thematik mit dem Blickwinkel des vertieften fachlichen Hintergrundes späterer Semester zur Förderung des „Aha-Effektes“ höherer Stufen der Lernzieltaxonomie. Das Repositorium wird daher zu einer kontinuierlich studienbegleitend genutzten Ressource.
- 3. Nutzung von Learning Analytics zur Individualisierung von Lernpfaden.** Die digitale Ausgestaltung unter konsequenter Einbeziehung der vollen Leistungsfähigkeit einer Lernplattform erlaubt es, die Lernpfade zur Erreichung des jeweiligen Lernzieles zu individualisieren. Siehe dazu auch die Ausführungen zum Constructive Alignment weiter unten.
- 4. Gamification Elemente zur Motivation von Selbstlernphasen.** Wichtig für Lernende am Anfang ihres Studiums ist v.a. eine Verortung relativ zum Lernstoff. Witzige und nerdige Badges (z.B. „Statistik - Novize / Meister / Guru“, „Ableider / Tangentensurfer / Operatoren-Bändiger / Hilbert-Traum“, etc.), Lernfortschrittsbalken und herausfordernde Challenges („10 Ableitungen in 2 Minuten“, „Differentialgleichungs-Quiz“) und Lernspiele motivieren, sorgen für Abwechslung und begleiten das Lernerlebnis mit einer zielgruppengerechten Ansprache im Repositorium (die Responsivität zu dieser Art der Ansprache verwundert nicht-mathematikaffine Personen oft, ist aber eine Erfahrung aus der langjährigen Arbeit in der MINT-Förderung).
- 5. Schaffung einer fächerübergreifenden, erweiter- und portierbaren Ressource für mathematische Methoden in den MINT-Fächern.** Durch die Ausgestaltung als Open Educational Resource (OER) unter Einhaltung der digitalen Lehrstandards SCORM, H5P bzw. HTML5 und dem modularen Charakter ergibt sich eine zukunftssichere, wachsende Ressource, zu der andere Lehrende leicht neue Inhalte beitragen, bzw. diese unabhängig von Studienfach oder Institution selbst nutzen können. Siehe dazu auch den Punkt Verstetigung und Übertragbarkeit.

Beispielhafter Ablauf

Zur besseren Verdeutlichung soll hier die Arbeit mit dem Repositorium aus Sicht der Lernenden geschildert werden am konkreten inhaltlichen Beispiel „Differentialgleichungen“. Der Einstieg erfolgt mit dem Interesse am MINT-Fach, in unserem Beispiel Physik Lehramt Regelschule. Von den Webseiten der Fakultät erfahren Studieninteressierte bereits in der Phase der Studienwahl, dass es hohe mathematische Anforderungen im Studium gibt, für die zur Lern-Unterstützung ein „Digitales Repositorium Mathematische Methoden“ existiert und sie eingeladen sind, sich dieses frühzeitig anzuschauen. Sie kommen so zum zentralen Webauftritt, wo sie zunächst in attraktiv produzierten Videos erklärt bekommen, dass sie sich hier umsehen können um heraus zu finden, was für ein erfolgreiches Physikstudium an der PAF der FSU gebraucht wird und das auch hier trainieren können. Sie melden sich auf der Plattform an, loggen sich ein und werden niederschwellig im Gamification-Stil angesprochen „Lass uns mal sehen wie deine Mathe-Lehrer so waren!“ Sie machen einen Querschnittstest, der das gesamte Niveau überstreicht, was für Schulabgänger erwartbar wäre in den unterschiedlichen Themen und Anforderungskategorien. Das Thema „Differentialgleichungen“ kommt in den allerseltensten Fällen in der Schule vor. Die Lernenden erfahren, wo ihre individuellen Stärken und Schwächen liegen, in unserem Bsp. das Wiederholen und Trainieren der Ableitungsregeln. Nun wird differenziert nach dem individuellen Leistungsniveau. Bei Übungsbedarf bekommen sie gezielte Trainingseinheiten dazu gezeigt. Sollten sie jedoch bereits ein höheres Niveau haben, werden sie eingeladen, sich das Einführungsvideo zum Thema Differentialgleichungen anzuschauen. Durch das Lösen von ersten Übungen und Freischalten von Musterlösungen sehen die Lernenden ihren Lernfortschritt über Fortschrittsbalken und Badges. Die Plattform reagiert hierbei individuell. Über Hilfen treten die Lernenden mit Tutoren und künftigen Kommilitonen in Kontakt. Sie können sich für einen

der angebotenen synchronen Termine anmelden, an dem ein Tutor - online oder in Präsenz - konkrete Hilfestellungen gibt. Hierbei ist es nun unerheblich, ob das Material in winzigen Häppchen kontinuierlich über den gesamten Sommer verteilt oder tatsächlich erst in einer intensiven Vorbereitungsphase erarbeitet wird - dies kann nach individueller Leistungsfähigkeit, zur Verfügung stehender Zeit und Lerntyp selbst entschieden werden. Wichtig ist die Orientierung an einem verbindlichen Kenntnisstand zu einem festen Zeitpunkt.

Die Zeit unmittelbar vor Studienantritt, wo sonst 50% des Vorkurses aus Wissensvermittlung (Taxonomiestufe 1) mit hoher Dichte bestand, ist nun eine Zeit der verstärkten Übung zum Verstehen und Anwenden (Taxonomiestufen 2 und 3). Die Lernenden sind nun in der synchronen (Präsenz-)phase des Inverted Classroom Modells. Sie haben einfache Typen gewöhnlicher Differentialgleichungen kennengelernt und beherrschen Basistechniken des Lösens derselbigen.

Damit gehen sie in die Regelvorlesung Mathematische Methoden im ersten Semester über, die ebenfalls mit Hilfe des Repositoriums im Inverted Classroom Modell bestritten wird. Der Lernmodus ändert sich nicht, Prüfungsleistungen zählen aber nun direkt als verbindliche Studienleistungen. Im Regelfall wird dies die Abschlussklausur sein, auf die in individuellen Lernpfaden hingearbeitet wird. Es wird semesterbegleitend im Inverted Classroom Modell gelernt - alle Lerninhalte bleiben am gleichen Ort gesammelt und die individuellen Lernpfade jederzeit zugänglich. Neben dem Kerncurriculum können die Lernenden sich jederzeit neue Inhalte bedarfsgerecht selbst erschließen, wenn sie im Fachstudium benötigt werden. Dies wird gegen Mitte des ersten Semesters die Schwingungs-Differentialgleichung sein, zu der sie im Repositorium Lernvideos und Übungen finden. Ihre individuellen Probleme posten die Lernenden in die Diskussionsforen und, wo die Unklarheiten nicht schon von Kommilitonen oder Tutoren online ausgeräumt werden können, werden diese Gegenstand der Präsenztermine. So können die Lernenden sich das notwendige Wissen bedarfsgerecht mit größerer organisatorischer Flexibilität aneignen - das erleichtert v.a. die zeitliche Vereinbarkeit mit den verschiedenen Zweitfächern im Lehramtsstudium.

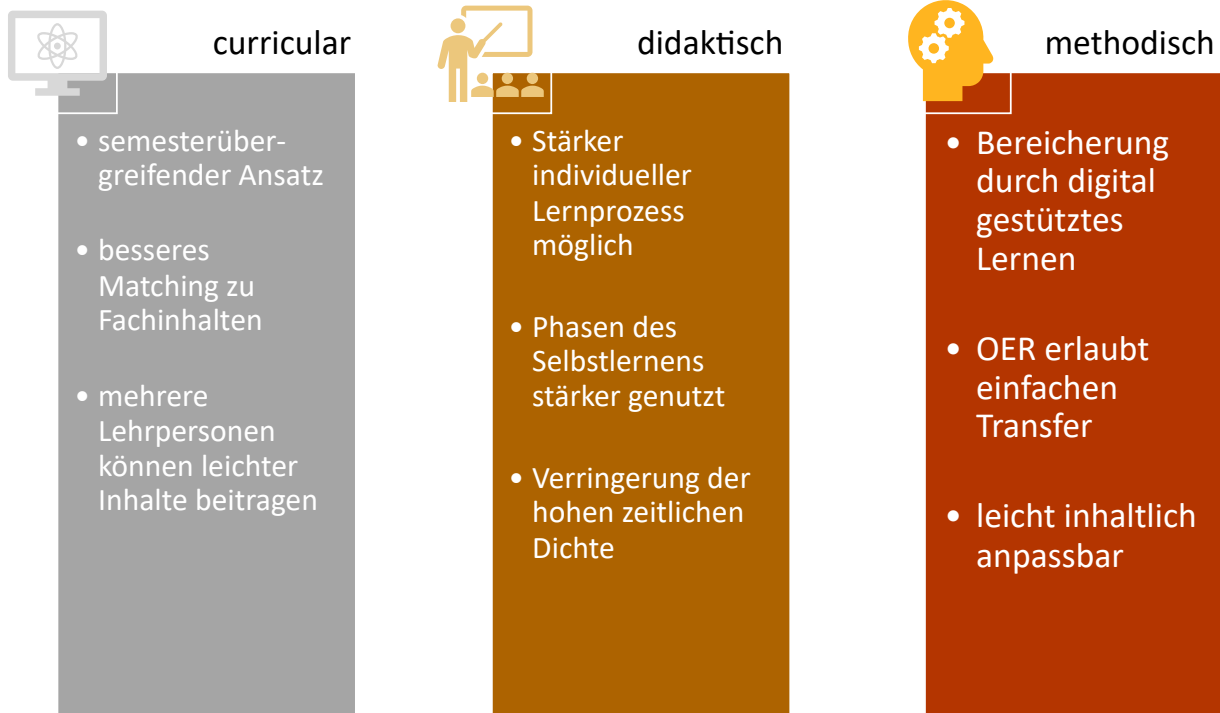
Im zweiten, dritten und weiteren Semestern werden nun die Tiefenlernpfade zum Thema freigeschaltet. So finden die Lernenden Module zu partiellen Vektor-Differentialgleichungen (klassische Feldtheorie) im Repositorium, die in der Elektrodynamik wichtig sind oder die Auffassung der Lösungsmannigfaltigkeit einer Differentialgleichung als unendlichdimensionaler Zustandsraum, wie sie für die Quantenmechanik maßgeblich ist. Alles wird semesterübergreifend an einem Ort zusammengetragen und erlaubt jederzeit Rückgriffe für das Tiefenverständnis, individuelles Training oder auch Vorgriffe für sehr gute Studierende. Das Repositorium dient hierbei der Ordnung, Organisation und Orientierung.

Constructive Alignment

Eine offensichtliche Besonderheit des Vorhabens liegt in der formalen Bedeutung der einzelnen Vermittlungsstufen der „Mathematischen Methoden“ als kompetenzbasierter Lerninhalt, der das eigentliche Fachstudium lediglich begleiten soll, jedoch de facto für dieses eine unabdingbare Erfolgsvoraussetzung darstellt. Während die Vorlesung „Mathematische Methoden“ im ersten Semester eine Pflichtvorlesung mit entsprechender schriftlicher Klausurprüfung darstellt, ist die Teilnahme an Vor- und/oder ggf. Brückenkurs nicht verpflichtend. Durch die dringliche Empfehlung der Teilnahme von Seiten der PAF aus und eine daraus resultierende sehr hohe Beteiligung nahezu aller Studienanfängerinnen und -anfänger in den entsprechenden Fächern kommt es zu einer Vermischung von formalen und informellen Lernprozessen. Während manche auf sehr hohem Niveau z.B. den Vorkurs in der jetzigen Form nicht bräuchten, müssen Studierende, die diesen ignoriert haben, sich aber nicht auf einem ausreichenden Niveau befinden, die Inhalte während der formalen Vorlesung „Mathematische Methoden“ nachholen.

Das Repositorium schafft hier eine Abhilfe mit seiner klaren Ausrichtung am Constructive Alignment. Es definiert eindeutige Lernziele auf einem verbindlichen Niveau und misst zunächst, bevor überhaupt

Innovationspotenziale



Zusammenfassung der wichtigsten Innovationspotenziale des Vorhabens im Hinblick auf die Weiterentwicklung der Hochschullehre im Fach Mathematische Methoden.

mit dem Lernprozess begonnen wird, den Lernstand der Teilnehmerinnen und Teilnehmer ab. Dann wird entschieden, welche Lerninhalte gänzlich neu vermittelt oder stärker geübt werden müssen oder welche Inhalte bereits vertieft werden können. Entsprechend werden unterschiedliche Lehrformen gewählt, also z.B. das Erklärvideo für eine Einführung in den Stoff, das Lernquiz aber zur Einübung desselbigen, während z.B. eine schriftliche Darlegung zum Vertiefen von Spezialaspekten dienen kann. Die Prüfungsformen sind ebenso bedarfsgerecht ausgerichtet. Während Selbsttests, deren Ergebnisse auch immer von Tutoren reflektiert werden, beim Anlernen das Mittel der Wahl sind, kann das Semester mit einer klassischen Klausur beendet werden. Die Studierenden sehen im Repository jederzeit, wo sie im Verhältnis zum erwarteten Niveau stehen, wie die Erwartungshaltung der Lehrpersonen ist, was angeboten wird und was durch sie zu tun ist.

Innovationspotenzial

Das Repository selbst bedient sich etablierter und gut erforschter digitaler Lehr-Lernmethoden, die für sich allein keine Innovation sind. Das Innovationspotenzial liegt vielmehr im Constructive Alignment der beiden verschiedenen Richtungen, aus denen das Repository betrachtet werden kann, die eine neuartige Vermittlungsform ausgerichtet an themenbasierten Anforderungen statt zeitbasierten Notwendigkeiten verspricht, und damit dem Format „Digitales Repository“ selbst. Für Studienanfänger erscheint es zunächst als Plattform zur Erlangung des jeweils notwendigen Kompetenzniveaus im Bezug auf mathe-

matische Methoden, mit denen die eigentlichen Fachinhalte erst verstanden werden können (Lernziele). Diese liegen in den Taxonomiestufen eins bis drei (Wissen-Verstehen-Anwenden). Die Lehrform ist hier ein „klassisches“ Inverted Classroom Format mit Selbstlernphasen von aufeinander abgestimmten Lehrvideos, Übungsaufgaben und synchronen Feedback- Fragerunden mit Tutoren. Geprüft wird hier informell mit Quizzes, Badges zum Kenntnisstand und Fortschrittsbalken bezüglich der jeweiligen Thematik, die dann wieder unmittelbar durch Learning Analytics den weiteren Lernpfad gestalten. Diese Methodiken für sich allein sind alle gut bekannt und generell etabliert, wenngleich auch nichts davon bisher für diese spezielle Veranstaltung Anwendung fand. Die Besonderheit besteht im „zweiten Blick“ aus höheren Semestern, der methodisch nun gänzlich anders umgesetzt wird. Das Lernziel ist nun nicht mehr der Kompetenzerwerb, sondern vielmehr die Erreichung des Tiefenverständnisses in den Taxonomiestufen vier bis sechs (Analyse-Synthese-Reflektion), und zwar aus Sicht des jeweiligen Kontextes des Hauptfaches. Erst hier wachsen die Mathematischen Methoden und die Fachinhalte des Hauptfaches im Kopf unzertrennlich zusammen! Lehrformen und Prüfungsformate werden aus den jeweiligen Fachveranstaltungen heraus definiert und daher viel weniger formal gehandhabt im Respositorium, sondern mittels Forschungsbeispielen und Diskussionsforen viel offener gestaltet zum Lernprozess höherer Semester.

Risikomanagement

Das Gelingen des Vorhabens ist mit mehreren Risiken behaftet, auf die im Folgenden kurz eingegangen werden soll:

- Ein Hauptrisiko besteht im Verfehlen der thematisch praxisrelevanten Schwerpunkte. Dies stellt z.B. einen Hauptkritikpunkt beim bundesweiten „Online-Brückenkurs Mathematik“ dar. Diesem wird entgegengewirkt, in dem das Repositorium auf den zu diesem Thema existierenden langjährig optimierten Kursmaterialien (Skript, Übungen, Musterlösungen), die an der PAF und auch bereits teilweise an der TU Ilmenau zum Einsatz kommen, aufbaut. Diese sind studentisch vielfach exzellent evaluiert und praxiserprobt.
- Ein weiteres Risiko bestünde in einer mangelnden Unterstützung des Vorhabens durch andere Lehrende, die inhaltliche Beiträge beisteuern. Dies kann jedoch sofort ausgeschlossen werden, da bereits zur Antragstellung folgende Personen ihre Unterstützung zugesagt haben:
 - Prof. em. Karl-Heinz Lotze, der die gegenwärtig genutzten Kursmaterialien erstellt hat. Prof. Lotze wurde in seiner aktiven Zeit an der FSU mehrfach mit dem Lehrpreis der PAF ausgezeichnet und genießt bis September 2021 eine prestigeträchtige Seniorprofessur der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung.
 - Prof. Holger Cartarius, der Nachfolger von Prof. Lotze an der PAF, Professor für die Didaktik der Physik an der FSU und Studiengangsverantwortlicher für das Lehramt an der PAF. Durch ihn ist die curriculare Ausgestaltung für das Lehramt gesichert.
 - Prof. Martin Ammon, dem Studiengangsverantwortlichen für Physik B.Sc./M.Sc., durch den die curriculare Einbindung in diese Studiengänge sichergestellt wird.
 - Herr M.Sc. Michel Pannier, der den Brückenkurs entwickelt und bereits mehrfach angeboten hat.
 - Der Dekan der PAF, Prof. Christian Spielmann, durch den die organisatorische Unterstützung durch die PAF sichergestellt wird.

- Dem Risiko, dass die Lehrinhalte nicht in ausreichender Qualität produziert werden können, wird dahingehend begegnet, als dass Prof. Lotze selbst sich zur Verfügung stellt, dessen Expertise außer Frage steht. Was die didaktisch-methodische Konzeption („Digital ist nicht die Emulation von analogen Lehrformaten“) angeht, verfüge ich über die dafür notwendige Erfahrung und die Aufzeichnung und Produktion wird durch ein professionelles Unternehmen durchgeführt, mit dem wir bereits hervorragende Erfahrungen haben.
- Dem Risiko eines Scheiterns aus technischen Gründen, d.h. Implementierung auf einer Lernplattform, technischer Betrieb, Implementierung von Learning Analytics etc. kann ich auch mit meiner persönlichen Expertise begegnen. Im Rahmen der Max Planck School ist genau dies eine meiner Kernaufgaben. Ich bin mit einer Vielzahl von verschiedenen LMS Systemen der Partnereinrichtungen operativ vertraut. Im Rahmen des SFZ betreibe ich selbst ein Moodle-basiertes LMS und eine dezidierte Entwickler-Instanz von Moodle auf eigenem Server. Ersteres hat seine Feuertaufe in der Frühphase der Corona-Pandemie 2020 bestanden, als Schulen aus vier Landkreisen in Ostthüringen darauf auswichen in Ermangelung eigener betriebsbereiter Systeme.
- Bei digitalen Lehr-Lern-Formaten mit Selbstlernphasen besteht immer die Gefahr mangelnder Partizipation. Dieser wird entgegengewirkt einerseits mit Hilfe der Learning Analytics, die den Lernenden ihren Lernstand immer wieder zurückspiegelt, Peer-Instruction und Diskussionsforen, die zum Austausch einladen sollen, den Gamification-Elementen, die auch trockene Übungsphasen attraktiver gestalten sollen - und natürlich der persönlichen Ansprache durch die Tutoren in den Synchronlernphasen. Insofern bedienen wir uns eines Großteils des digitaldidaktischen Werkzeugkastens, mit dessen Realisierung ich im Rahmen meiner Tätigkeit für die Max Planck School of Photonics vertraut bin.

Als neuartiges Lehrformat muss das Repository nach erfolgreich bestrittener Pilot-Phase einer eingehenden Evaluation durch Lehrende und Lernende unterzogen werden. Auch der Erfolg bei den Abschlussklausuren spielt eine entscheidende Rolle. Im Idealfall unterstützt der Formatwechsel die Lernenden zielgruppenorientierter. Abhängig von den Ergebnissen, können Anpassungen des Formats vorgenommen werden. Selbst wenn sich die Idee als unbrauchbar erweisen sollte, werden die modular aufgebauten OER Lerneinheiten etwas dauerhaftes sein, was in Zukunft Verwendung finden wird, wie auch immer die Mathematischen Methoden vermittelt werden mögen.

Verstetigungskonzept und Übertragbarkeit

Das Repository soll über die Projektphase hinaus der zentrale Bestandteil der Ausbildung in „Mathematische Methoden“ werden. Es wird den Lehrenden als dauerhaftes Werkzeug zur Verfügung stehen. Da die Fördermittel hauptsächlich für die Erstellung der Inhalte der Anlernphase auf exzellentem Niveau verwendet werden, welche dann dauerhaft Verwendung finden, entstehen keine Dauerkosten über das bereits durch die PAF zur Gestaltung der Studieneingangsphase verwendete Maß hinaus (Geld für Hilfskräfte und Tutoren zur Betreuung). Die Erstellung der Tiefenlernpfade ist weniger kostenintensiv (kein professionelles Filmteam nötig!) Diese können im Rahmen der normalen Aktivitäten in der grundständigen Lehre erstellt werden. Es gibt bereits die Unterstützungszusagen der Studiengangsverantwortlichen für B.Sc. (Prof. Martin Ammon) und Lehramt (Prof. Holger Cartarius) sowie des Dekans (Prof. Christian Spielmann).

In der Förderphase werden zunächst die drei oben genannten Studiengänge in Physik als Pilot adressiert, jedoch ist das Potenzial für andere MINT-Studiengänge - an der FSU oder darüber hinaus - offensichtlich. Durch seine konsequente Ausgestaltung als OER und den generischen Aufbau können problemlos

Teile des Repositoriums entweder in andere LMS Kurse portiert werden, oder auch innerhalb des Repositoriums andere Lernpfade („Mathematische Methoden für Ingenieurwissenschaften“ etc.) angelegt, die sich bedarfsgerecht einer anderen Auswahl oder eines anderen Ablaufs der inhaltlichen Module bedienen. Die TU Ilmenau setzt bereits das analoge Kursmaterial von Prof. Lotze für ihre Ingenieursausbildung ein, auf dessen Basis das Repositorium erstellt werden wird. Es steht daher zu erwarten, dass auch andere Thüringer Hochschulen Interesse am Repositorium für Ihre MINT-Studienfächer haben. Weiterhin erhoffe ich mir von der Pilotförderung positive Erfahrungen mit dem Format, dass ich dann gern auf nationaler und internationaler Ebene mit anderen Akteuren in der Digitallehre diskutieren und weiterentwickeln möchte.