

openHPI: 10 Jahre MOOCs am Hasso-Plattner-Institut

Christoph Meinel, Christian Willems, Thomas Staubitz,
Dominic Sauer, Christiane Hagedorn

Technische Berichte Nr. 150

des Hasso-Plattner-Instituts für
Digital Engineering an der Universität Potsdam



Technische Berichte des Hasso-Plattner-Instituts für
Digital Engineering an der Universität Potsdam

Technische Berichte des Hasso-Plattner-Instituts für
Digital Engineering an der Universität Potsdam | 150

Christoph Meinel | Christian Willems | Thomas Staubitz | Dominic Sauer |
Christiane Hagedorn

openHPI

10 Jahre MOOCs am Hasso-Plattner-Institut

Universitätsverlag Potsdam

Bibliografische Information 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

Universitätsverlag Potsdam 2022

<http://verlag.ub.uni-potsdam.de/>

Am Neuen Palais 10, 14469 Potsdam

Tel.: +49 (0)331 977 2533 / Fax: 2292

E-Mail: verlag@uni-potsdam.de

Die Schriftenreihe **Technische Berichte des Hasso-Plattner-Instituts für Digital Engineering an der Universität Potsdam** wird herausgegeben von den Professoren des Hasso-Plattner-Instituts für Digital Engineering an der Universität Potsdam.

ISSN (print) 1613-5652

ISSN (online) 2191-1665

Das Manuskript ist urheberrechtlich geschützt.

Layout: Tobias Pape

Druck: docupoint GmbH Magdeburg

ISBN 978-3-86956-546-0

Zugleich online veröffentlicht auf dem Publikationsserver der Universität Potsdam:

<https://doi.org/10.25932/publishup-56179>

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:kobv:517-opus4-561792>

Anlässlich des 10-jährigen Jubiläums von openHPI informiert dieser technische Bericht über die HPI-MOOC-Plattform einschließlich ihrer Kernfunktionen, Technologie und Architektur. In einer Einleitung wird die Plattformfamilie mit allen Partnerplattformen vorgestellt; diese belaufen sich inklusive openHPI aktuell auf neun Plattformen. In diesem Abschnitt wird außerdem gezeigt, wie openHPI als Berater und Forschungspartner in verschiedenen Projekten fungiert.

Im zweiten Kapitel werden die Funktionalitäten und gängigen Kursformate der Plattform präsentiert. Die Funktionalitäten sind in Lerner- und Admin-Funktionen unterteilt. Der Bereich Lernerfunktionen bietet detaillierte Informationen zu Leistungsnachweisen, Kursen und den Lernmaterialien, aus denen sich ein Kurs zusammensetzt: Videos, Texte und Quiz. Darüber hinaus können die Lernmaterialien durch externe Übungstools angereichert werden, die über den Standard Learning Tools Interoperability (LTI) mit der HPI MOOC-Plattform kommunizieren. Das Konzept der Peer-Assessments rundet die möglichen Lernmaterialien ab. Der Abschnitt geht dann weiter auf das Diskussionsforum ein, das einen grundlegenden Unterschied von MOOCs im Vergleich zu traditionellen E-Learning-Angeboten darstellt. Zum Abschluss des Abschnitts folgen eine Beschreibung von Quiz-Recap, Lernzielen, mobilen Anwendungen, spielerischen Lernens und dem Helpdesk.

Der nächste Teil dieses Kapitels beschäftigt sich mit den Admin-Funktionen. Die Funktionalitätsbeschreibung beschränkt sich Neuigkeiten und Ankündigungen, Dashboards und Statistiken, Berichtsfunktionen, Forschungsoptionen mit A/B-Tests, den Kurs-Feed und das TransPipe-Tool zur Unterstützung beim Erstellen von automatischen oder manuellen Untertiteln. Die Plattform unterstützt außerdem eine Vielzahl zusätzlicher Funktionen, doch eine detaillierte Beschreibung dieser Funktionen würde den Rahmen des Berichts sprengen. Das Kapitel geht dann auf gängige Kursformate und openHPI-Lehrveranstaltungen am HPI ein, bevor es mit einigen Best Practices für die Gestaltung und Durchführung von Kursen schließt. Zum Abschluss des technischen Berichts gibt das letzte Kapitel eine Zusammenfassung und einen Ausblick auf die Zukunft der digitalen Bildung.

Ein besonderes Merkmal des openHPI-Projekts ist die bewusste Entscheidung, die komplette Anwendung von den physischen Netzwerkkomponenten bis zur Plattformentwicklung eigenständig zu betreiben. Bei der vorliegenden deutschen Variante handelt es sich um eine gekürzte Übersetzung des technischen Berichts 148, bei der kein Einblick in die Technologien und Architektur von openHPI gegeben wird. Interessierte Leser:innen können im technischen Bericht 148 (vollständige englische Version) detaillierte Informationen zum Rechenzentrum und den Geräten, der Cloud-Software und dem openHPI Cloud Service aber auch zu Infrastruktur-Anwendungskomponenten wie Entwicklungstools, Automatisierung, Deployment-Pipeline und Monitoring erhalten. Außerdem finden sich dort weitere Informationen über den Technologiestack und konkrete Implementierungsdetails der Plattform inklusive der serviceorientierten Ruby on Rails-Anwendung, die Kommunikation zwischen den Diensten, öffentliche APIs, sowie Designsystem und -komponenten. Der Abschnitt schließt mit einer Diskussion über die ursprüngliche Microservice-Architektur und die Migration zu einer monolithischen Anwendung.

Es ist mir eine große Freude, Ihnen zum 10-jährigen Bestehen von openHPI den technischen Bericht über die *openHPI*-Lernplattform zu präsentieren. In diesem Vorwort möchte ich den Hintergrund von openHPI skizzieren und Danke sagen.

Die *New York Times* rief 2012 zum „Jahr der MOOCs“ aus. Im selben Jahr wurde openHPI ins Leben gerufen. Die Abkürzung MOOC steht für Massive Open Online Courses, also Online-Kurse, die für alle Interessierten frei zugänglich sind. Seit 2011 sorgt das innovative Lernformat für große Begeisterung und enorme Teilnehmendenzahlen, sowohl an der Stanford University – wo 2005 das Hasso-Plattner-Institut für Design gegründet wurde – als auch an anderen US-Eliteuniversitäten. Den Startschuss für die neue Ära des Wissenstransfers am *Hasso-Plattner-Institut* (HPI) gab Prof. Hasso Plattner, Gründer und Aufsichtsratsvorsitzender des globalen Softwarekonzerns SAP. Ab dem 3. September 2012 präsentierte er den ersten Online-Kurs auf openHPI, in welchem er innerhalb von zwei Monaten mehr als 13.000 Lernende in das Thema einer revolutionären, neuen Main-Memory-Datenbanktechnologie einführte. Das so genannte In-Memory-Datenmanagement zur blitzschnellen Verarbeitung großer Datenmengen wurde am HPI unter der Leitung von Prof. Plattner ab 2007 erforscht und später erfolgreich bei SAP als Produkt *HANA* eingeführt.

Kurz vor Beginn des Kurses von Prof. Plattner hatte ich als Leiter des HPI die technische Entwicklung und Betreuung der Lernplattform openHPI übernommen. Für mich als Informatikprofessor war das openHPI-Projekt besonders interessant, da ich bereits ein globales E-Learning-Projekt am 29. Oktober 2002 gestartet hatte: die *Internet-Brücke*. Für dieses Projekt wurde mein Vortrag über „Schwachstellen und Angriffspunkte im Internet“ an der Universität Trier live per Internet in einen Hörsaal der Technischen Universität Peking übertragen. Die „Internet-Brücke“ ermöglichte Studierenden in China die Teilnahme an Live-Online-Vorlesungen einer ausländischen Universität. Später beschlossen wir, die Vorlesungen nicht mehr als Live-Stream anzubieten, sondern sie aufzuzeichnen und auf einen Server der Technischen Universität Peking hochzuladen, damit sie auf Abruf zur Verfügung stehen. Die Vorlesungen wurden mit einem Tool aufgezeichnet, das aus dem Projekt *tele-TASK* hervorgegangen ist und dessen Split-Screen-Technologie auch heute noch für die Aufzeichnung von Kursinhalten auf openHPI verwendet wird.

Das openHPI-Projekt hätte sich ohne die vielen klugen Köpfe und tatkräftige Beteiligung verschiedener Teams nicht so erfolgreich weiterentwickelt. Ich möchte insbesondere Herrn Prof. Plattner dafür danken, dass er uns die Möglichkeit gegeben hat, die Plattform auf- und auszubauen. Mein Dank gilt auch all jenen, die an der Plattform gearbeitet und neue Konzepte erforscht haben, um die Plattform zu entwickeln, sie ständig zu verbessern und zu dem Ansehen beizutragen, das sie heute genießt. Für ihre ausdauernde Arbeit in den letzten zehn Jahren möchte ich allen aktuellen und ehemaligen openHPI-Teammitgliedern danken.

Mit freundlichen Grüßen,
Prof. Dr. Christoph Meinel
Potsdam, Deutschland am 3. September 2022

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	11
1.1	Die openHPI-Plattform	12
1.2	Plattformfamilie	17
1.3	openHPI als Berater und Forschungspartner	19
2	Funktionalität und Format	22
2.1	Funktionen für Lernende	22
2.1.1	Leistungsbescheinigungen	22
2.1.2	Kurse	24
2.1.3	Lernmaterialien	26
2.1.4	Diskussionsforum	47
2.1.5	Quiz Recap	48
2.1.6	Lernziele	49
2.1.7	Mobile Anwendungen	53
2.1.8	Gameful Learning	53
2.1.9	Helpdesk und Chatbot	55
2.2	Admin-Funktionen	60
2.2.1	Nachrichten und Ankündigungen	60
2.2.2	Dashboards und Statistiken	62
2.2.3	Berichte/Reports	65
2.2.4	A/B-Tests	66
2.2.5	Kurs-API	67
2.2.6	TransPipe	67
2.3	Gängige Kursformate	69
2.4	openHPI in der Präsenzlehre	73
2.5	Bewährte Praktiken bei der Kursgestaltung und -durchführung	74
3	Zusammenfassung und Ausblick	78
3.1	Zusammenfassung	78
3.2	Ausblick – Digitale Bildung im 21. Jahrhundert	80

1 Einleitung

Die Online-Lernplattform openHPI wurde am 3. September 2012 der Öffentlichkeit zugänglich gemacht und feiert somit in diesem Jahr ihr zehnjähriges Bestehen. Ursprünglich war geplant, die Plattform nur für unsere eigenen Zwecke – als openHPI für das *Hasso-Plattner-Institut* (HPI) – zu nutzen. Das Produkt hat sich in den letzten zehn Jahren jedoch nicht nur gut entwickelt, sondern auch zahlreiche Ableger hervorgebracht, die sich zu einem großen und international anerkannten *Lernmanagementsystem* (LMS) entwickelt haben.

Das Format der Massive Open Online Courses (MOOC) für digitale Bildung und digitales Bewusstsein hat sich als sehr erfolgreich erwiesen. MOOCs dienen nicht nur der Verbreitung von Lerninhalten – vor allem durch Videos – sondern zeichnen sich auch durch ein hohes Maß an aktiver Beteiligung der Teilnehmenden aus.

Die folgenden Kursmerkmale unterstützen diese Qualität:

- Einfacher Zugang: Die Teilnahme ist kostenlos. Es gibt keine Zugangsbeschränkungen.
- Große Teilnehmendenzahl: In der Regel melden sich mehrere Tausend Teilnehmer:innen für einen Kurs an.
- Veranstaltungscharakter: Die Kurse werden nur in bestimmten Zeiträumen angeboten (mit Anfangs- und Enddatum) und enthalten Prüfungsfristen.
- Geführter Kursverlauf: Das Lehrteam leitet die Lernenden mit Hilfe gezielter Veröffentlichungen neuer Kursinhalte zu bestimmten Zeitpunkten (in der Regel zu Beginn einer neuen Woche) durch den Kurs.

Seit 2012 entwickelt und betreibt die Forschungsgruppe *Learning and Knowledge Engineering* am HPI eine eigene MOOC-Plattform: openHPI. Wie bereits erwähnt, haben sich weitere Partner angeschlossen und nutzen nun unsere Software. Zur Unterscheidung unserer Systeminstanz und der allgemeinen Software, einschließlich ihrer Verwendung auf allen Partnerplattformen, werden wir die Begriffe *openHPI* und *die MOOC-Plattform des HPI* verwenden. Die MOOC-Plattform des HPI wurde für den Einsatz von MOOCs optimiert. Schon immer war das Gewährleisten einer hohen Skalierbarkeit einer der wichtigsten Grundsätze bei der Entwicklung neuer Funktionen. Dieser Fokus unterscheidet die Plattform von traditionellen E-Learning-Angeboten, die oft mit wenigen Teilnehmenden arbeiten. Darüber hinaus ist die MOOC-Plattform des HPI hochgradig modular und konfigurierbar.

1.1 Die openHPI-Plattform

Als openHPI seinen Betrieb aufnahm, war es die erste europäische MOOC-Plattform. Am 3. September 2012 wurde die Plattform mit dem Kurs „In-Memory Data Management“ von Prof. Hasso Plattner gestartet. Der Kurs und die Plattform waren ein sofortiger Erfolg. Als der Kurs am 1. November endete, waren bereits 13.629 Nutzer:innen eingeschrieben. In den folgenden Jahren meldeten sich weitere fünftausend Lernende an, bis 2013 und 2014 die zweite und dritte Auflage des Kurses begannen. Etwa 18 % der aktiven Kursteilnehmenden schlossen den Kurs mit einem Zertifikat ab.

Diese Zahl mag gering erscheinen, ist bei Berücksichtigung des Kontextes aber beachtlich: Vor allem in den ersten Jahren der MOOC-Bewegung waren die Abbrecherquoten der Kurse ein großes Diskussionsthema. Ein Großteil der MOOC-bezogenen Forschung konzentrierte sich auf verschiedene Möglichkeiten zur Verbesserung der Abschlussraten. Im Jahr 2015 untersuchte Katy Jordan viele der damals weltweit verfügbaren MOOCs im Hinblick auf ihre Abschlussquoten [22]. Vor allem die größeren Kurse schnitten bei diesem Kriterium nicht besonders gut ab; viele von ihnen lagen bei unter zehn Prozent.

Es muss jedoch erwähnt werden, dass die gesamte Diskussion über die Abbrecherquoten bei MOOCs häufig auf falschen Prämissen beruht. MOOC-Lernende sind nicht mit regulären Studierenden vergleichbar. Die meisten von ihnen sind gar keine Studierenden, sondern lebenslang Lernende. Meist nehmen sie einfach aus Interesse am Kursthema in ihrer Freizeit teil. Der Rest ihres Lebens hängt nicht so sehr von ihrem Kursabschluss ab wie bei den meisten regulären Studierenden. Eine Studie der *Education Data Initiative* zeigt beispielsweise, dass College-Abbrecher:innen in den USA im Durchschnitt ein um etwa 33 % geringeres Einkommen haben als Absolvent:innen mit einem Bachelor-Abschluss. Sie haben auch ein fast 20 % höheres Risiko, arbeitslos zu werden [18]. Nach wie vor brechen etwa 24 % der Vollzeitstudierenden und mehr als 50 % der Teilzeitstudierenden ihr Studium ab [18].

MOOC-Lernende haben dagegen kaum Konsequenzen zu befürchten, wenn sie ihre Teilnahme abbrechen. Gleichzeitig gibt es viele Gründe und Möglichkeiten, einen MOOC abzubrechen. In den meisten Fällen haben diese nichts mit dem Kurs oder der Plattform zu tun. Außerdem sind viele Lernende gar nicht daran interessiert, den Kurs abzuschließen, sondern wollen nur die wichtigsten Informationen erhalten. Dennoch werden sie als Abbrecher:innen gezählt. Zu guter Letzt gibt es auch Nutzer:innen, die sich zwar für einen Kurs eingeschrieben, aber nie mit der Teilnahme begonnen haben; diese werden ebenfalls als Abbrecher:innen betrachtet. Irgendwann haben wir die Berechnung der Abschlussquote daher leicht angepasst, damit sie die tatsächliche Situation besser widerspiegelt anstatt nur bloße Zahlen. Statt der Formel *ausgegebene Leistungsnachweise pro eingeschriebener Nutzer:in* verwenden wir *ausgegebene Leistungsnachweise pro Anwesenheiten in der Kursmitte* als Metrik. Unsere Definition einer *Anwesenheit* ist ein:e Nutzer:in, der/die sich in den Kurs eingeschrieben und mindestens eine Lerneinheit besucht hat. Wir arbeiten mit der Zahl zur Kursmitte, da Teilnehmende, die erst später in den Kurs einsteigen, bereits mehrere benotete Aufgaben verpasst und kaum noch die Chance haben, den

Kurs mit einem guten Ergebnis abzuschließen. Lange Rede, kurzer Sinn: Erstens halten wir die niedrigen Abschlussquoten bei MOOCs nicht für ein großes Problem; zweitens waren die Abschlussquoten unserer MOOCs immer vergleichsweise gut.

In den letzten zehn Jahren haben wir mit verschiedenen Kurseinstellungen, Prüfungstypen und Kursformaten experimentiert. Durch die Analyse der Ergebnisse konnten wir unsere Kurse und die Plattform selbst deutlich verbessern. Auf einige Ergebnisse wird in den nächsten Kapiteln eingegangen.

Nach dem Erfolg des ersten Kurses haben wir in den folgenden Jahren weitere Kurse zu einer Vielzahl von IT- und Innovationsthemen angeboten. Pioniere auf der Plattform waren mehrere HPI-Professoren und Senior Researcher, insbesondere

- Prof. Plattner (In-Memory-Data Management),
- Prof. Meinel (Internetworking with TCP/IP),
- Prof. Sack (Semantic Web Technologies),
- Prof. Naumann (Data Management with SQL),
- Prof. Weske (Business Process Modeling and Analysis) und
- Prof. Träger (Parallel Programming Concepts).¹

Zu Beginn hatten alle unsere MOOCs eine feste Länge von sechs Wochen. Später haben wir zusätzliche Kursformate eingeführt: vierwöchige Praxiskurse und zweiwöchige Workshop-Kurse. Seit 2019 bieten wir ein weiteres Zwei-Wochen-Format an: ausgewählte sechswöchige Kurse wurden in drei zweiwöchige Module aufgeteilt, die mit einer separaten Prüfung kombiniert werden können (siehe Abbildung 1.1).

Während die Plattform ursprünglich ausschließlich für MOOC-Formate genutzt wurde, kamen später weitere Lernformate hinzu. Seit 2014 werden einige MOOCs für Flipped-Classroom-Ansätze und andere Blended-Classroom-Formate innerhalb des HPI wiederverwendet. Die HPI D-School beispielsweise nutzt die Plattform zur Begleitung ihrer Basic- und Advanced-Tracks.² Insbesondere in den Jahren 2020/21 haben wir aufgrund der COVID-19-Pandemie und der Lockdowns einen starken Anstieg bei der Anzahl der Mischformate beobachtet. Lehr-Präsenzteile vor Ort wurde in diesen Jahren oft durch Videoformate ersetzt.

Seit 2015/16 haben wir außerdem mehrere unserer Kurse für den Einsatz im schulischen Kontext umgestaltet. Wir haben zunächst mit einem ersten Pilotprojekt an einer Schule begonnen. Im Jahr 2017 haben wir ein breiteres Pilotprojekt durchgeführt, und seit 2018 bieten wir pro Jahr mindestens zwei Programmierkurse (Python und Java) in einer maßgeschneiderten Schulversion an. Die Inhalte dieser

¹Die mehr oder weniger vollständige Liste unserer Kurse finden Sie hier: <https://open.hpi.de/courses>; letzter Zugriff: 02.09.2022. Es kann sein, dass ältere Kursdurchläufe verborgen sind.

²<https://hpi.de/en/school-of-design-thinking/for-students/our-programs.html>; letzter Zugriff: 02.09.2022.

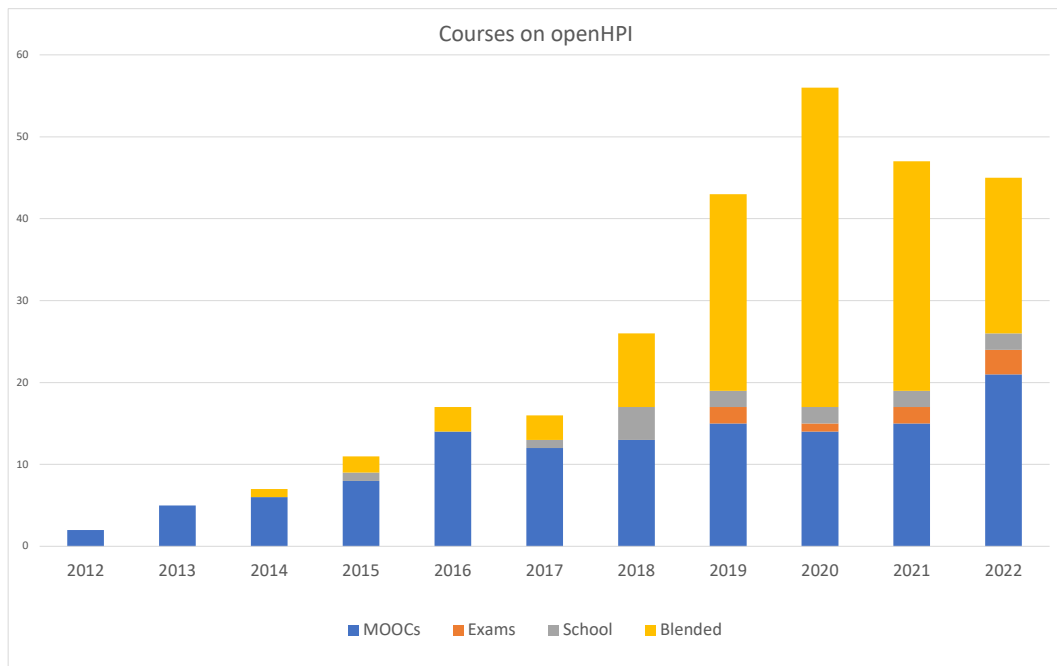


Abbildung 1.1: Kurse auf openHPI. MOOCs sind die Kurse, die wir für die breite Öffentlichkeit anbieten. *Prüfungskurse* bieten eine Prüfung für eine Kombination aus mehreren anderen Kursen an. *Schulkurse* wurden leicht umgestaltet, damit sie von Lehrern in der Schule genutzt werden können. *Blended-Kurse* werden in bestimmten Kursen innerhalb des regulären HPI-Präsenz-Studienplans oder von der HPI-Akademie genutzt.

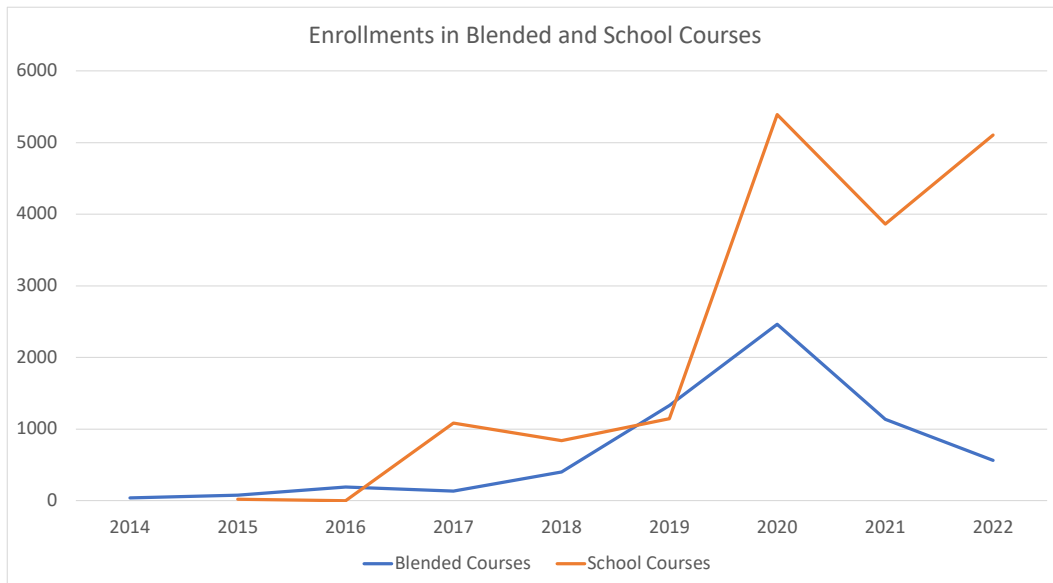


Abbildung 1.2: Einschreibungen in Blended-Kurse und Schulkurse zum Kursende

Kurse sind mit den ursprünglichen MOOCs, von denen sie abgeleitet wurden, identisch. Angepasst wurde ausschließlich die Länge der einzelnen Lerneinheiten und der daraus resultierenden wöchentlichen Arbeitsbelastung. Abbildung 1.2 zeigt die Einschreibungszahlen am Kursende für die Blended- und die Schulkurse.³

Seit 2014 umfasst unser Kursangebot eine Mischung aus Kurswiederholungen (erneutes Angebot früherer Kurse), Kursübersetzungen (Deutsch und Englisch) und neu entwickelten Kursen. Neben den bereits erwähnten Themen umfasst das Kursangebot die Themen *Webtechnologien*, *Cybersecurity*, Programmieren mit *Python*, *Java*, *R* und *Ruby*, *Social Media* und *Datenschutz*, *Gründung eines Startups*, *Etoys*, *Embedded Smart Home*, *Homepage-Design*, *Suchmaschinen*, *Mathematik der Algorithmen*, *Design Thinking*, *Big Data Analytics*, *Linux*, *IPv6*, *IT-Recht*, *Remote Teamwork*, *AI* und neuerdings *Quantum Computing*.

Unser Ziel ist es, jedes Jahr die Hälfte der Kurse auf Deutsch und die andere Hälfte auf Englisch anzubieten; oft ist das Verhältnis jedoch eher 60 % deutsche zu 40 % englische Kurse. Die Inhalte dieser Kurse werden von den Professor:innen und Forscher:innen des HPI erstellt. Seit Jahr 2015 bieten wir außerdem ein HPI-Seminar an, in dem unseren Studierenden lernen, wie man selber MOOCs erstellt (siehe Abschnitt 2.4). Seitdem werden jährlich ein bis drei der auf openHPI angebotenen MOOCs von HPI-Studierendengruppen erstellt.

Derzeit verzeichnet openHPI rund 1,1 Millionen Kurseinschreibungen und fast 300.000 registrierte Nutzer:innen (siehe Abbildung 1.3). Im Durchschnitt hat sich jede Nutzer:in in 3,7 Kurse eingeschrieben, was zweifellos als Qualitätsmerkmal gewertet werden kann. Insgesamt haben wir fast 116.000 Leistungsnachweise und

³Da die Schulkurse nach Kursende offen blieben, haben sich später weitere Lernende eingeschrieben.

1 Einleitung

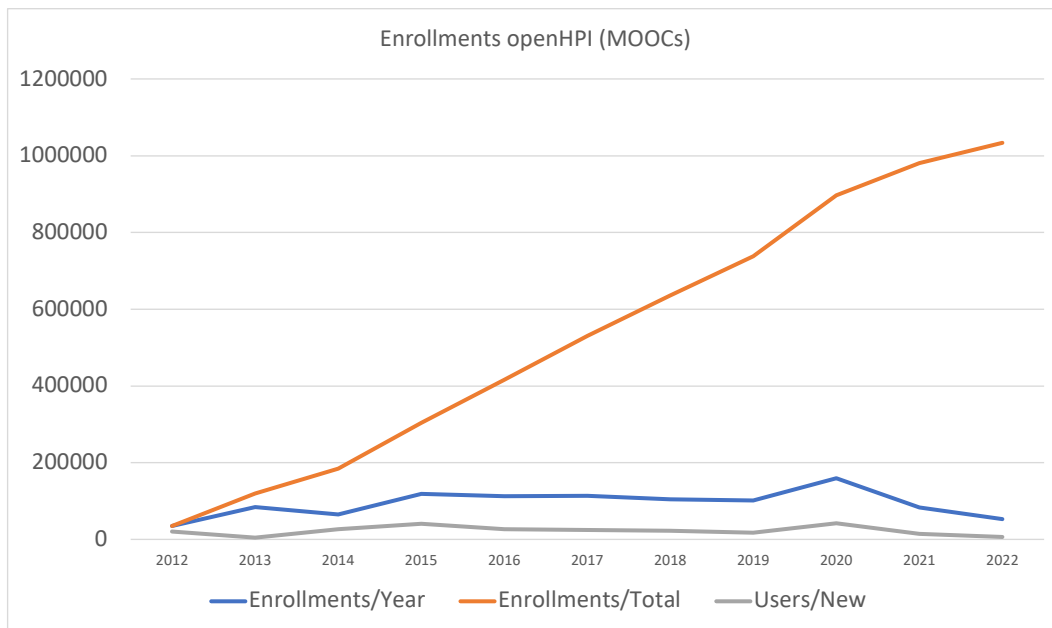


Abbildung 1.3: Einschreibungen bei openHPI (nur MOOCs)

mehr als 220.000 Teilnahmebestätigungen ausgestellt (siehe Abschnitt 2.1.1). Die durchschnittliche Abschlussquote in unseren Kursen liegt bei 40 % (Minimum: 4 %, Maximum: 98 %; siehe Abbildung 1.4). Im Allgemeinen ist die Abschlussquote ein vernachlässigbarer Indikator für die Kursqualität – die Gründe, warum die Abschlussquoten bei einigen Kursen höher sind als bei anderen, sind vielfältig. Vielleicht hat die Kurswerbung nicht die gewünschte Zielgruppe angesprochen oder die Abschlussprüfung des Kurses wurde in die Ferienzeit gelegt. Viele dieser Probleme können durch richtige Planung vermieden werden. Gelegentlich steht man jedoch vor der Wahl zwischen Pest und Cholera, da mehrere Abhängigkeiten parallel berücksichtigt werden müssen. Natürlich hat auch die Gestaltung eines Kurses Einfluss auf die Abschlussquote (siehe Abschnitt 2.5 für eine Liste von Best Practices).

Ein wichtiger Aspekt in diesem Zusammenhang ist die Komplexität der Aufgaben, die von den Teilnehmenden gelöst werden müssen, um einen Leistungsnachweis zu erhalten. Kurse, die sich ausschließlich auf Multiple-Choice-Prüfungen stützen, haben oft viel höhere Abschlussquoten als Kurse, die projektbasierte Lernansätze oder andere zeit- und energieaufwändige Aufgaben verwenden. So musste beispielsweise in drei von vier Kursen mit einer Abschlussquote von weniger als 10 % ein von anderen Teilnehmenden bewertetes Projekt abgeschlossen werden, um den Leistungsnachweis zu erhalten. Dabei muss betont werden, dass nicht der Inhalt der Projektarbeit Grund des Problems, sondern die Methode selbst das Problem war.

In früheren Berichten haben wir eine Korrelation zwischen der Forumsaktivität und der Abschlussquote eines Kurses festgestellt. Aufgrund zusätzlicher Daten

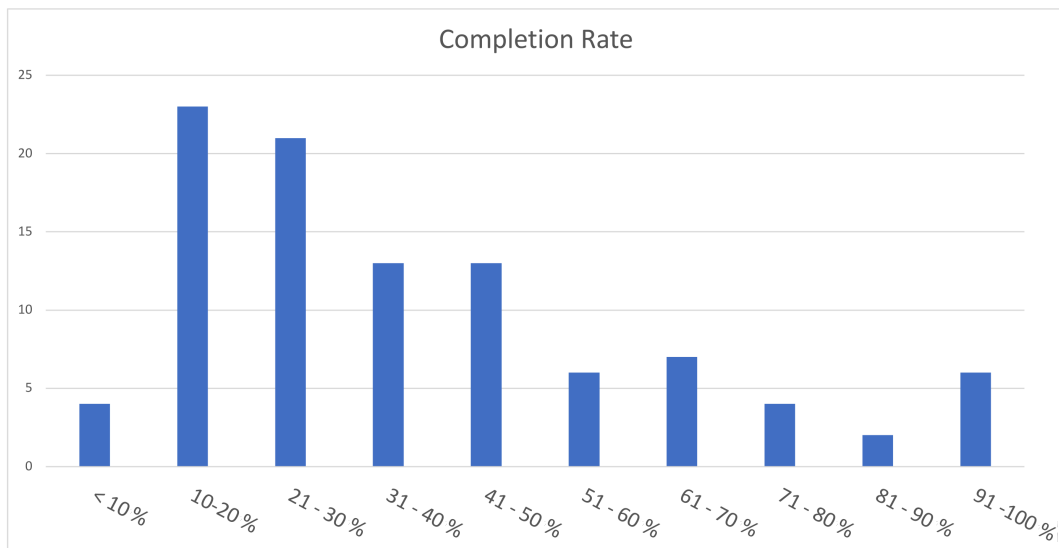


Abbildung 1.4: Histogramm der Abschlussquoten

aus mehreren Kursen, die uns jetzt vorliegen, muss diese Aussage möglicherweise revidiert werden. Daher untersuchen wir derzeit die Qualität der Forumdiskussionen genauer, um herauszufinden, wie sich dieser Aspekt auf die Abschlussquoten auswirkt.

Als Zusammenfassung des Abschnitts lässt sich sagen: Die Abschlussquote ist nicht die einzige Kennzahl, die bei der Gestaltung eines Kurses zu berücksichtigen ist. Viele weitere Aspekte beeinflussen die Qualität eines Kurses und es gibt eine Vielzahl von Faktoren, die sich auf die Abschlussquote auswirken, die jedoch nicht in der Hand der Kursleiter:innen liegt.

1.2 Plattformfamilie

In den Jahren 2012 und 2013 setzten wir bei der Bereitstellung unserer Kurse noch auf das Open-Source-Tool eines Drittanbieters. Wir stellten jedoch bald fest, dass dieses Tool nicht vollständig unseren Bedürfnissen entsprach. Daher begannen wir, eine neue Plattform von Grund auf zu entwickeln, die bald von anderen Partnern adaptiert wurde. Bisher gibt es neun nahezu identische Instanzen (siehe Abbildung 1.5) der MOOC-Plattform des HPI, die auf derselben technischen Infrastruktur (der openHPI Cloud⁴) betrieben werden:

⁴Weitere Informationen zur openHPI Cloud finden sich in Kapitel 3.1 - *High Availability, Scalable Infrastructure: The openHPI Cloud* des technischen Berichts Nr. 148 mit dem Titel *openHPI : 10 Years of MOOCs at the Hasso Plattner Institute* [27].

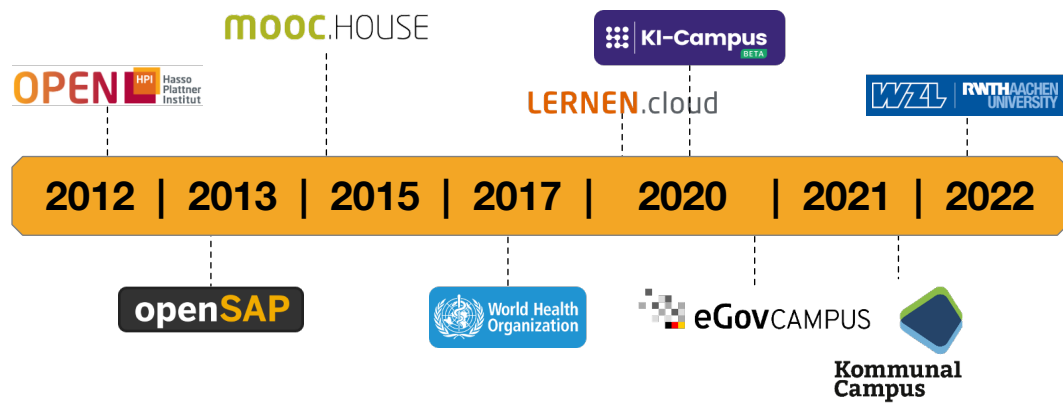


Abbildung 1.5: MOOC-Plattform des HPI-Instanzen

openSAP openSAP war die erste MOOC-Plattform für Unternehmen weltweit. Seit Mai 2013 bietet SAP über eine eigene Plattform Online-Kurse für Berufstätige an. Diese Kurse befassen sich hauptsächlich mit SAP-Softwarethemen. Die Teilnahme ist ebenfalls kostenlos und steht allen offen. Derzeit verzeichnet openSAP mehr als 6,3 Millionen Anmeldungen.

mooc.house Die White-Label-Plattform für Unternehmen, Organisationen und Einzelpersonen heißt mooc.house. Jede:r, der/die interessante Lernangebote verbreiten möchte, kann Kursanbieter:in werden und auf die bewährte Infrastruktur der Plattform zurückgreifen. Unter anderem bietet die Charité Berlin Kurse auf mooc.house an. mooc.house verzeichnet derzeit rund 100.000 Einschreibungen.

OpenWHO OpenWHO ist die Plattform der Weltgesundheitsorganisation (WHO). Die WHO nutzt die Plattform, um ihr Personal, medizinische Teams vor Ort und die betroffene Bevölkerung im Falle eines Epidemieausbruchs zu informieren und zu schulen. Ursprünglich wurde die Plattform mit Blick auf den bevorstehenden Ebola-Ausbruch in Afrika entwickelt. Als die COVID-19-Pandemie ausbrach, stellte die Plattform ihre enorme Skalierbarkeit unter Beweis. Innerhalb weniger Monate stiegen die Anmeldezahlen von rund 30.000 im Februar 2020 auf mehr als 5 Millionen im Juli 2020. Im August 2022 überschritt OpenWHO die Marke von 7 Millionen Anmeldungen.

LERNEN.cloud Die Plattform LERNEN.cloud wurde eingerichtet, um die Entwicklung der *HPI-Schulcloud* (jetzt *dBildungscloud*⁵) zu begleiten. Die HPI-Schulcloud begann als ein vom deutschen Bildungsministerium finanziertes Forschungsprojekt. Infolge der COVID-19-Pandemie wurde sie vor Projektende bereits in drei Bundesländern in Betrieb genommen. LERNEN.cloud bietet Kurse für Lehrkräfte zur Nutzung der *dBildungscloud* und vielen anderen Themen an.

⁵<https://dbildungscloud.de>; letzter Zugriff: 02.09.2022.

KI-Campus/AI Campus Ziel dieses Projekts des BMBF ist es, die KI-Kompetenzen in Deutschland durch digitale Lernangebote auf akademischem Niveau zu stärken. Zu diesem Zweck hat das HPI seine bestehende und seit Jahren erprobte MOOC-Plattform in ein Open-Source-Projekt überführt und um KI-getriebene Features erweitert, um ein breites Spektrum von Interessierten in Deutschland im Bereich KI aus- und weiterzubilden. Die Nutzung der Online-Lernangebote zum Thema KI steht sowohl Studierenden als auch lebenslang Lernenden offen.

eGov-Campus Die vom IT-Planungsrat geförderte Plattform bietet hochschulübergreifende Online-Module zu eGovernment und Verwaltungsinformatik für die Aus- und Weiterbildung im öffentlichen Sektor an. Ziel der Plattform ist auch die Vermittlung von Schlüsselkompetenzen und Qualifikationen im Bereich der Digitalisierung, die die Karrierechancen gezielt und nachhaltig verbessern. Seit August 2020 stellt das Hasso-Plattner-Institut die technische Basis für den eGov-Campus bereit.

KommunalCampus Die Plattform wird von der „Metropolregion Rhein-Neckar“ betrieben, um Kurse zur Fortbildung des Verwaltungspersonals auf kommunaler und regionaler Ebene anzubieten. Ihr Kursformat unterscheidet sich wesentlich von den anderen Plattformen, da sich die der KommunalCampus auf Blended Learning mit einer starken Präsenzkomponekte konzentriert.

Industrial-Upskilling Das Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen nutzt die Plattform, um Kurse im Rahmen eines Projekts anzubieten. Zielgruppe der MOOCs sind kleine und mittlere Unternehmen (KMU) des produzierenden Gewerbes sowie des Handwerks in Hessen mit ihren Beschäftigten (ggf. auch Führungskräfte und Betriebsräte). Insbesondere soll das vorhandene technische Wissen im jeweiligen Aufgabenbereich sowie Grundlagenwissen in den Bereichen Digitalisierung und künstliche Intelligenz vertieft werden.

1.3 openHPI als Berater und Forschungspartner

Das Team des Hasso-Plattner-Instituts geht gemeinsam mit seinen Partnern Forschungsfragen nach und entwickelt die Plattform stetig weiter. Die Doppelrolle als Plattformanbieter einerseits und Kursanbieter andererseits macht das HPI zu einem kompetenten Berater, egal ob es um die optimale Gestaltung eines Kurses oder um Hosting-Fragen geht.

Die MOOC-Plattform des HPI hat sich als wertvoller Forschungspartner in nationalen und internationalen Forschungsprojekten bewährt. Als *iversity* (bis dahin die größte MOOC-Plattform in Deutschland) 2016 Insolvenz anmeldete, wurde das openHPI-Team gebeten, iversity in zwei europäischen Forschungsprojekten zu ersetzen. Das *Horizon 2020-Projekt TraMOOC* untersuchte Optionen für automatisch generierte Videotranskripte und deren automatische Übersetzung in eine Vielzahl von Sprachen. Das openHPI-Team organisierte eine wissenschaftliche Begleitung

1 Einleitung

und Benutzer:innenumfragen. Einige Jahre später wurde die Software *TransPipe* (siehe Abschnitt 2.2.6) entwickelt, die auf den bei diesem Projekt gewonnenen Erkenntnissen aufbaut.

Das *Erasmus+-Projekt BizMOOC*⁶ untersuchte die Nutzung von MOOCs im Kontext der Weiterbildung von Führungskräften, insbesondere im Hinblick auf das Thema „Intrapreneurship“. Im Rahmen dieses Projekts haben wir einen Kurs produziert, der auf der Plattform mooc.house⁷ veröffentlicht wurde, sowie ein Online-E-Book,⁸ das wichtige Fragen für MOOC-Akteure aus der Wirtschaft und dem Hochschulwesen sowie aus der Perspektive der Lernenden behandelt. Eine der untersuchten Fragen war, ob Mitarbeitende ihre Personalabteilungen übergehen, indem sie MOOCs für lebenslanges Lernen nutzen [10]. Das Erasmus+-Projekt *Corship*⁹ war ein Folgeprojekt des BizMOOC-Projekts. Während sich BizMOOC mit Intrapreneurship befasste, also mit Programmen zur Förderung von Innovationen in großen Unternehmen, behandelte Corship das Thema „Corporate Entrepreneurship“, also die Zusammenarbeit zwischen Startups und Unternehmen zur Schaffung neuer innovativer Produkte oder Dienstleistungen. Im Rahmen dieses Projekts haben wir einen weiteren MOOC entwickelt, der auf mooc.house¹⁰ angeboten wird. Erfolgreiche Teilnehmende dieses MOOCs wurden eingeladen, an einer nachfolgenden MasterClass¹¹ teilzunehmen. Neben den Kursen bot das Projekt mehrere andere Ergebnisse, wie eine herunterladbare Version der MasterClass für den Einsatz in Universitätskursen,¹² einen Leitfaden zur Nutzung des Kurses,¹³ eine digitale Toolbox¹⁴ einschließlich eines Tools zur Gestaltung erfolgreicher Ko-Innovationsprojekte¹⁵ und Veröffentlichungen über die Forschungsergebnisse des Projekts, z. B. im Zusammenhang mit Micro-Credentials.

Weitere Forschungsprojekte, an denen wir auf nationaler Ebene beteiligt sind, sind

- die Projekte KI-Campus und eGov-Campus (siehe Seite 19),
- die „Nationale Bildungsplattform“,¹⁶ ein vom BMBF¹⁷ gefördertes Projekt, und

⁶<https://bizmooc.eu>; letzter Zugriff: 02.09.2022.

⁷<https://mooc.house/courses/bizmooc2018>; letzter Zugriff: 02.09.2022.

⁸<https://mooc-book.eu>; letzter Zugriff: 02.09.2022.

⁹<https://www.corship.eu>; letzter Zugriff: 02.09.2022.

¹⁰<https://mooc.house/courses/corship2020>; letzter Zugriff: 02.09.2022.

¹¹<https://mooc.house/courses/corship2021-mc>; letzter Zugriff: 02.09.2022.

¹²<https://mooc.house/courses/corship-mc-template>; letzter Zugriff: 02.09.2022.

¹³https://www.corship.eu/wp-content/uploads/2021/12/Corship_Guidebook_FINAL.pdf; letzter Zugriff: 02.09.2022.

¹⁴<https://www.corship.eu/digital-toolbox>; letzter Zugriff: 02.09.2022.

¹⁵<https://www.corship.eu/digital-toolbox/co-innovation-builder>; letzter Zugriff: 02.09.2022.

¹⁶<https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/kurzmeldungen/de/neue-bekanntmachung-zum-aufbau-er-digitalen-bildungsplattform.html>; letzter Zugriff: 02.09.2022.

¹⁷Bundesministerium für Bildung und Forschung.

- das Projekt „Merlot“,¹⁸ das vom BMWK¹⁹ gefördert wird.

Darüber hinaus gibt es weitere Projekte, an denen wir als Technologiepartner beteiligt sind. Außerdem sind wir an mehreren internationalen informellen Kooperationen beteiligt, beispielsweise *MOOChub*^{20,21} und einem Konsortium,²² das bahnbrechende Untersuchungen zu den Unterschieden zwischen regionalen und globalen MOOC-Plattformen auf der Makroebene der Lernanalytik durchgeführt hat [26, 33, 34]. Im Jahr 2021 hatten wir die Ehre, zwei der renommiertesten Konferenzen zu MOOCs und skalierbarem E-Learning auszurichten: den European MOOC Stakeholder Summit (EMOOCs) und die ACM Learning@Scale (L@S) am HPI. Leider mussten wir aufgrund der damaligen COVID-19-Situation auf eine virtuelle Veranstaltung²³ umsteigen. Zumindest konnten wir dies ein wenig kompensieren, indem wir die Eröffnungsfeier der L@S2022 in unserem New Yorker Büro veranstaltet haben. Außerdem werden wir die EMOOCs 2023 ausrichten – hoffentlich dieses Mal vor Ort.

Schließlich bietet unsere Plattform Doktorand:innen die Möglichkeit, in ihren persönlichen Schwerpunktbereichen zu forschen. Dies ist eine weitere Möglichkeit, den Funktionsumfang unserer Plattform kontinuierlich zu verbessern und Entwicklungsentscheidungen auf der Grundlage neuester Forschungsergebnisse zu ermöglichen. Unsere Arbeit und unsere Veröffentlichungen finden in der internationalen E-Learning-Gemeinschaft großen Anklang. Während sich der Rest des vorliegenden Berichts auf die Plattformfunktionen und ihre Nutzung konzentriert, fügen wir auch einige Informationen zu unserer Forschungsarbeit hinzu, wo immer sie in den Kontext passen.

¹⁸<https://merlot-education.eu>; letzter Zugriff: 02.09.2022.

¹⁹Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz.

²⁰<https://moochub.org>; letzter Zugriff: 02.09.2022.

²¹Partner: iMooX/TU Graz, on-campus/FH Lübeck, Open vhb, KI-Campus, eGov-Campus, openSAP, LERNEN.cloud.

²²Partner: Universidad de Murcia, Massachusetts Institute of Technology, FutureLearn, Edraak, Tsinghua University Beijing, Universitat Politècnica de València, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad de Cuenca, Universidad Autónoma de Madrid, University of Colorado Boulder, HEC Paris, Université Paul Sabatier de Toulouse, Institute de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT).

²³<https://open.hpi.de/courses/hpi-learningatscale2021-emoocs2021>; letzter Zugriff: 02.09.2022.

2 Funktionalität und Format

In diesem Abschnitt werden die Funktionen der MOOC-Plattform des HPI im Detail beschrieben. Wir gehen zunächst auf die Funktionen für Lernende ein, bevor wir uns mit den administrativen Funktionen befassen. Am Ende des Kapitels werden wir gängige Kursformate vorstellen.

2.1 Funktionen für Lernende

Dieser Abschnitt enthält detaillierte Informationen zu Leistungsnachweisen, Kursen und den Lernmaterialien, aus denen ein Kurs besteht: Videos, Texte und Quiz. Darüber hinaus können die Lernmaterialien durch externe Übungstools angereichert werden, die über den Learning Tools Interoperability Standard (LTI) mit der MOOC-Plattform des HPI kommunizieren. Das Konzept gegenseitiger Bewertungen (Peer-Assessment) vervollständigt die möglichen Lernmaterialien. Anschließend folgen Informationen über das Diskussionsforum, den Quiz-Recap, Lernziele, mobile Anwendungen, spielbasiertes Lernen und den Helpdesk.

2.1.1 Leistungsbescheinigungen

Lernende können sich auf der Plattform in eine Vielzahl von Kursen einschreiben. Für die Teilnahme und den erfolgreichen Abschluss eines Kurses erhalten die Teilnehmenden eine Leistungsbescheinigung. Drei verschiedene Arten dieser Leistungsbescheinigungen werden auf der MOOC-Plattform des HPI angeboten: *Teilnahmebescheinigungen*, *Leistungsnachweise* und *Zertifikate* (siehe Abbildung 2.1). Welche Bescheinigungen angeboten werden, kann je nach Kursinhalt variieren.

Teilnahmebescheinigung (CoP) Eine Teilnahmebescheinigung (CoP) wird von Teilnehmenden erworben, die sich mit mindestens 50 % des Kursmaterials beschäftigt haben. Die Teilnahmebescheinigung enthält die folgenden Informationen: Name des Teilnehmenden, Geburtsdatum (optional), Kurstitel und Zusammenfassung.

Leistungsnachweis (RoA) Ein Leistungsnachweis wird denjenigen Lernenden ausgestellt, die mindestens 50 % der Gesamtpunktzahl des Kurses in den benoteten Aufgaben und Bonusaufgaben erreicht haben. Zusätzlich zu den Informationen auf der Teilnahmebescheinigung enthält der Leistungsnachweis auch die erreichten Punkte, die Kursleistung (Beste 5 %, 10 % oder 20 % der Teilnehmenden, falls zutref-



Abbildung 2.1: Von links nach rechts: Teilnahmebescheinigung, Leistungsnachweis, Zertifikat

send), einen Link zur Fälschungssicherheit und einen QR-Code zur Vereinfachung der Fälschungsprüfung.

Zertifikat Ein Zertifikat erhalten die Lernenden, die an den bewerteten Übungen mit Online-Aufsicht via Webcam teilgenommen und mindestens 50 % der gesamten Kurspunkte erreicht haben. Das Tool zur Online-Aufsicht verwendet Gesichtserkennung, um sicherzustellen, dass die für den Kurs angemeldeten Teilnehmenden auch diejenigen sind, die während der Prüfungen vor dem Computer sitzen. Um ein Zertifikat zu erlangen, muss das kostenpflichtige Zertifikat gebucht werden. Wir empfehlen, ECTS-Credits (European Credit Transfer System) für die Teilnehmenden zu gewähren, die ein Zertifikat erhalten haben. Daher wird der Erwerb eines Zertifikats nur für Kurse angeboten, die für eine Empfehlung von ECTS-Credits in Frage kommen. Neben den Informationen auf dem Leistungsnachweis enthält das Zertifikat das Foto der Nutzer:innen und zwei Seiten mit detaillierten Kursinformationen für die Prüfungsausschüsse oder Personalabteilungen. In [21] haben wir analysiert, wie und zu welchem Zweck die Lernenden ihre Zertifikate verwendet haben.

Leistungsbescheinigungen auf anderen Plattformen Jede Plattform stellt ihre eigenen Leistungsbescheinigungen aus, die unterschiedlich benannt und gestaltet sind und unterschiedliche Leistungsvoraussetzungen haben können. Alle Leistungsbescheinigungen können jedoch den drei oben beschriebenen Arten zugeordnet werden. Nicht alle Plattformen bieten drei Stufen von Leistungsbescheinigungen an, sondern manchmal nur eine oder zwei.

2.1.2 Kurse

Lerninhalte werden in Form von Kursen auf der MOOC-Plattform des HPI angeboten. Die Plattform wurde speziell für ereignisbasierte, halbsynchrone Kurse entwickelt. Um dieses Format zu unterstützen, haben die Kurse bestimmte Anfangs- und Enddaten. Darüber hinaus ist der Kursinhalt in Abschnitte unterteilt, die zu vordefinierten Zeitpunkten veröffentlicht werden. Bei openHPI geschieht dies in der Regel wöchentlich. Daher haben unsere Lernabschnitte oft Titel wie *Woche 1* oder *Woche 2*, und die Zwischenprüfungen am Ende dieser Abschnitte heißen *wöchentliche Hausaufgaben*. Normalerweise ist ein Kurs so konfiguriert, dass er für alle Nutzer:innen der Plattform frei zugänglich ist.

Aktiv und Selbststudium Der Kurszeitraum zwischen dem Startdatum und dem Enddatum wird als *Aktiver Status* des Kurses bezeichnet. Während dieser Zeit unterstützt das Lehrteam des Kurses die aktiven Lernenden. Nach Ablauf des Enddatums wechselt der Kurs automatisch in den *Archivmodus*. Die Teilnehmenden können die meisten Lernmaterialien im *Selbststudium* weiterhin nutzen. Die Fristen für die Aufgaben sind dann jedoch bereits abgelaufen, sodass es nicht mehr möglich ist, eine Lösung einzureichen. Daher können Lernende keine *Leistungsnachweise* und *Zertifikate* mehr erwerben. Die Foren werden im Archivmodus geschlossen, sodass sie nur noch im Lesemodus verfügbar sind. Die Lernenden können weiterhin Selbsttests und alle Videoeinheiten nutzen. Programmierübungen, die über unsere Programmierplattform CodeOcean (siehe Abschnitt 2.1.3.4) angeboten werden, können im Archivmodus weiterhin absolviert und überprüft werden. Allerdings sind Programmierübungen in der Regel Teil der benoteten Aufgaben in Programmierkursen, sodass eine Abgabe der Aufgabe durch Übermittlung der Ergebnisse an die MOOC-Plattform des HPI nicht mehr möglich ist. Im Selbststudium ist es weiterhin möglich, eine *Teilnahmebescheinigung* zu erhalten, da hierfür nur der Besuch von Kursmaterialien und nicht das Bestehen von Prüfungen erforderlich ist.

Einige unserer Partnerplattformen nutzen andere Gestaltungskonzepte und versuchen, Kurse nur im Selbststudium anzubieten. Diese Art der Kursgestaltung bringt jedoch gewisse Probleme und Einschränkungen hinsichtlich der Prüfungen, Aufgaben und Leistungsnachweise mit sich. Wenn ein Kurs im Selbststudium angeboten wird, sind keine Prüfungsfristen erforderlich. Daraus ergibt sich, dass das Kursforum bereits zu Beginn des Kurses geschlossen werden muss, um Diskussionen über Prüfungsinhalte zu verhindern, bevor alle Teilnehmenden ihre Ergebnisse eingereicht haben. Selbst das Schließen des Forums ist keine Garantie dafür, dass sich einige Teilnehmende einen unerlaubten Vorteil verschaffen, indem sie die Antworten auf die Prüfungsfragen von anderer Stelle im Internet beziehen. Außerdem ist es nicht möglich, dass sich die Lernenden über das Kursforum gegenseitig helfen, was einen der größten Vorteile von MOOCs gegenüber herkömmlichen E-Learning-Angeboten darstellt.

Kursreaktivierung Eine neue Funktion der Plattform ermöglicht es den Teilnehmenden, einen Kurs zu reaktivieren, der bereits in den Selbststudium-Modus übergegangen ist. Mit dieser kostenpflichtigen Funktion können Lernende, die die aktive Phase des Kurses verpasst haben, einen Leistungsnachweis erwerben. Die Kursfristen werden auf einen individuellen Wert gesetzt, sobald ein:e Lernende:r diese Funktion bucht. In der Regel beträgt diese individuelle Frist acht Wochen²⁴ ab dem Zeitpunkt, an dem die Reaktivierung gestartet wurde.

Mehrsprachigkeit Die Benutzeroberfläche der Plattform ist mehrsprachig und unterstützt derzeit die folgenden Sprachen (Stand August 2022): Englisch, Deutsch, Französisch, Chinesisch, Portugiesisch, Spanisch, Ukrainisch, Russisch und Niederländisch. Weitere Sprachen können auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden. Die Sprachen, in denen Kurse angeboten werden können, sind unbegrenzt. Auf openHPI versuchen wir, eine 50-50-Mischung von Kursen in deutscher und englischer Sprache anzubieten. OpenWHO bietet Kurse in mehr als 70 Sprachen an. Zusätzlich zur eigentlichen Kurssprache können die Videos in jeder beliebigen Sprache Untertitelt werden (siehe Abschnitt 2.2.6).

Einladung benötigt Generell ist die Plattform so konzipiert, dass sie kostenlose, frei zugängliche Online-Kurse anbietet, jede:r ein Konto erstellen und sich kostenlos für die Kurse anmelden kann. Es gibt jedoch verschiedene Möglichkeiten, den Zugang zu einem Kurs zu beschränken. Die einfachste Möglichkeit ist, den Kurs nicht in der Kursliste anzeigen zu lassen, sondern ihn „auszublenden“. Damit können nur Nutzer:innen, die den Link zum Kurs kennen, darauf zugreifen. Außerdem kann der Zugang zu einem Kurs eingeschränkt werden, indem die Selbsteinschreibung der Nutzer:innen verboten wird. Um an solch einem Kurs teilzunehmen, müssen die Lernenden durch das Kursbetreuer:innen-Team in den Kurs eingeschrieben werden. Es besteht außerdem die Möglichkeit, einen externen Zahlungsanbieter hinzuzufügen, um die Einschreibung in Kurse nur für zahlende Kund:innen zuzulassen.

2.1.2.1 Kursliste

Die Kursliste bietet den Nutzer:innen einen Überblick über alle auf der Plattform angebotenen Kurse. Die Liste kann nach bestimmten Kriterien wie Thema, Kursniveau oder Kurssprache gefiltert werden. Die Kriterien können für jede Plattforminstanz einzeln festgelegt werden.

2.1.2.2 Channels

Channels sind eine Möglichkeit, die Kursliste zu strukturieren. Außerdem können bestimmte Kurse hervorgehoben werden, indem sie zu einem bestimmten Channel hinzugefügt werden. Ursprünglich wurden die Channels für die mooc.house-Plattform erstellt, wo sie dazu dienen, die Kurse verschiedener Kursanbieter:innen

²⁴Dieser Wert ist je nach Plattforminstanz und Produkt konfigurierbar.

voneinander zu trennen. Auf openHPI werden die Channels genutzt, um Kursangebote abzugrenzen, die nicht Teil des regulären Kursprogramms sind, wie z. B. die Vortragsreihe aus Videomitschnitten von HPI-Veranstaltungen oder die (kostenpflichtigen) Kurse der HPI Academy. OpenWHO verwendet das Channel-Konzept, um ihre Hauptanwendungsbereiche klar zu unterteilen.

2.1.2.3 Kursabschnitte

Ein Kurs besteht aus mehreren Abschnitten. Kursabschnitte können einen bestimmten Zeitraum wie eine Kurswoche oder einen bestimmten Kontext, beispielsweise zusätzliche Materialien, repräsentieren. Auf openHPI werden Kurse nicht in ihrer Gesamtheit auf einmal veröffentlicht, sondern die Kursabschnitte werden nach und nach freigeschaltet. Auf diese Weise werden die Lernenden in ihrem Kursfortschritt „synchronisiert“ und beschäftigen sich zu einem ähnlichen Zeitpunkt mit denselben Themen und Fragen.

Veröffentlichung und Starttermine Teilnehmende können auf die Lernmaterialien innerhalb eines Kursabschnittes zugreifen, insofern der Kursabschnitt veröffentlicht wurde und dieser entweder kein Startdatum hat oder das Startdatum bereits erreicht wurde. Wenn ein Abschnitt veröffentlicht ist und das Startdatum in der Zukunft liegt, sind Titel und Beschreibung des Abschnitts für die Lernenden sichtbar, die Inhalte aber gesperrt. So können die Teilnehmenden sehen, dass weiteres Material kommt und ab wann es zur Verfügung steht, aber sie können erst ab dem Startdatum auf die Inhalte zugreifen. Wenn ein Kursabschnitt nicht veröffentlicht ist, bleibt er komplett vor den Teilnehmenden verborgen und der Inhalt ist nicht verfügbar.

2.1.3 Lernmaterialien

Die kleinsten Einheiten eines Kurses werden als „Lerneinheiten“ oder „Lernmaterialien“ bezeichnet. Bei der Einheit kann es sich um ein Video, einen Quiz, einen Text, ein externes Übungstool wie CodeOcean oder H5P (siehe Abschnitt 2.1.3.4) oder um ein Peer-Assessment handeln. Diese Einheiten bestehen je nach Typ aus mehreren Komponenten. Ein Video kann zum Beispiel mehrere Videostreams haben. Optionale Ergänzungen zum Video können die Präsentationsfolien, zusätzliche Erläuterungstexte, Transkripte oder Untertitel in verschiedenen Sprachen sein. Die am häufigsten verwendeten Lernmaterialien auf den MOOC-Plattformen des HPI sind Lernvideos, Quiz und bereitgestelltes Lesematerial.

2.1.3.1 Videoeinheiten

Zu den wichtigsten Lernmaterialien auf openHPI zählen kurze Videos mit einer idealen Länge von maximal zehn Minuten. Das Video-Lernerlebnis der Nutzer:innen zu optimieren stellt eine unserer höchsten Prioritäten dar. Ein Videoelement besteht aus mehreren Elementen, z. B. mehreren Videostreams, Transkripten und Untertiteln in verschiedenen Sprachen sowie Download-Optionen, die im Folgenden näher erläutert werden. Es gibt mehrere Videoeinstellungsoptionen, z. B.

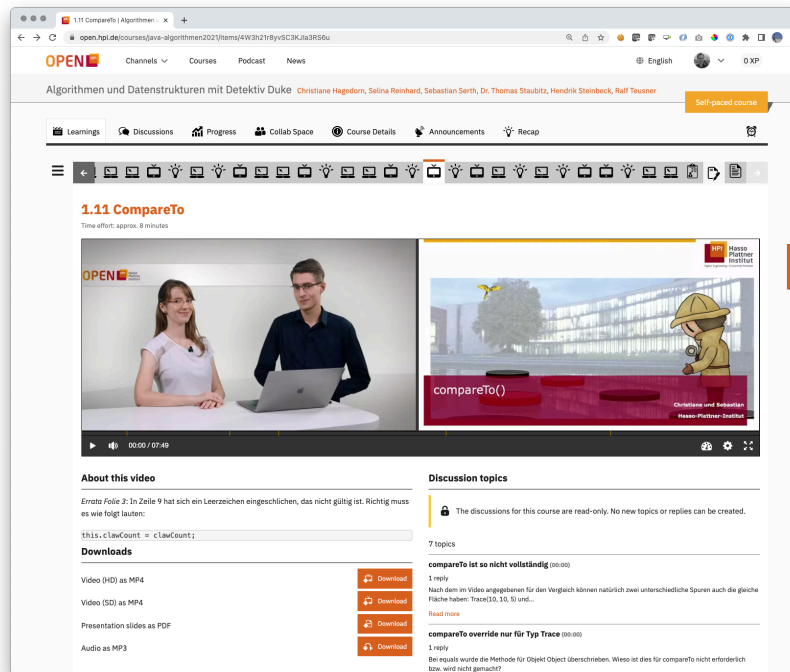


Abbildung 2.2: Ein Videoelement im Dual-Stream-Modus, einschließlich Schaltflächen für Video-, Audio- und Folien-Downloads

den Vollbildmodus, die Wiedergabegeschwindigkeit und die Sprache der Untertitel. Außerdem ist es möglich, zusätzliche Texte (z. B. Errata) und Links unter den Videos zu platzieren.

Darüber hinaus können die Teilnehmer:innen direkt auf der Videowiedergabe-seite Diskussionen starten und Fragen zum Video stellen, die dann automatisch diesem Video zugeordnet werden, und damit gleichzeitig in das globale Diskussionsforum des Kurses gelangen.

Videoplayer Der Videoplayer unterstützt den *Dual-Stream-Modus* (siehe Abbildung 2.2) und den *Picture-in-Picture-Modus* (PiP). Dafür müssen drei verschiedene Videostreams an das Videoelement auf der Plattform angehängt sein. Der Dozenten-Stream enthält die Video-Aufzeichnung des Vortragenden sowie eine Tonspur, der Folien-Stream enthält die Aufzeichnung des Computerbildschirms des Vortragenden. Dabei muss es sich nicht unbedingt um Folien handeln; es kann alles sein, was die Dozent:innen auf ihrem Bildschirm zeigen wollen. Beide Streams werden nebeneinander angezeigt, ihr Timing ist synchronisiert und der Video-Player ermöglicht die Größenänderung jedes Streams. Die beiden Streams werden automatisch und synchron erzeugt, wenn die Aufzeichnung mit dem Aufzeichnungssystem tele-TASK²⁵ oder einem ähnlichen Tool erfolgt. Als dritter Stream muss

²⁵<https://www.tele-task.de>; letzter Zugriff: 02.09.2022.

2 Funktionalität und Format

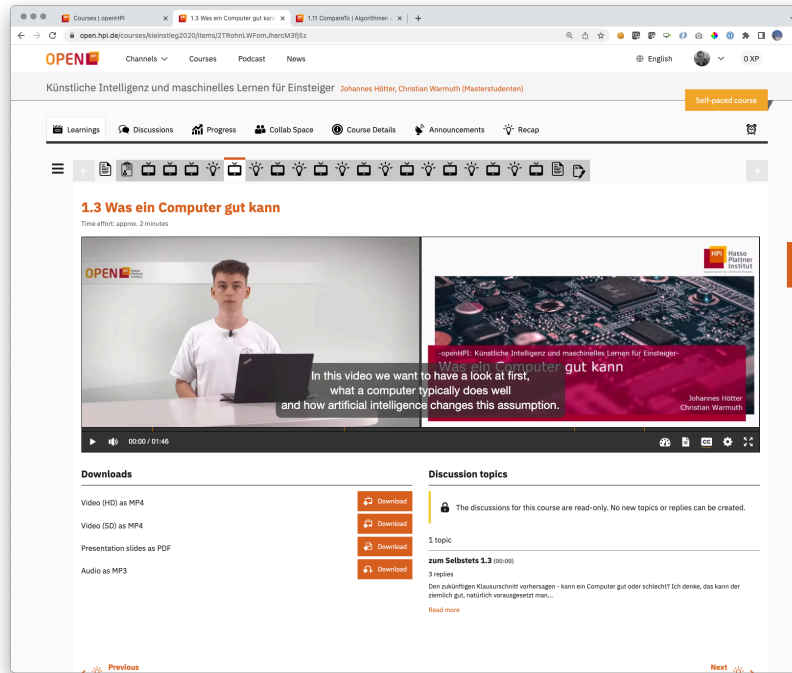


Abbildung 2.3: Ein Videoelement mit Untertiteln

der PiP-Stream manuell in der Nachbearbeitung aus dem Dozenten- und dem Folien-Stream erstellt werden. Der PiP-Stream dient auch als Fallback für Geräte, die den Dual-Stream-Modus nicht unterstützen.

Der Videoplayer ermöglicht es den Lernenden, das Video jederzeit zu starten, zu stoppen, zu pausieren und innerhalb des Videos zu springen. Die Teilnehmer:innen können auch die Videogeschwindigkeit an ihre individuellen Bedürfnisse anpassen und Untertitel und Videotranskripte aktivieren, wenn diese mit dem Video bereitgestellt werden.

Untertitel und Videotranskripte Der Videoplayer unterstützt die Anzeige von Untertiteln innerhalb des Videos (siehe Abbildung 2.3) und eines interaktiven Transkripts unterhalb des Videos (siehe Abbildung 2.4). Die Untertitel können in mehreren Sprachen hinzugefügt werden, zwischen denen die Teilnehmer:innen wählen können. Ähnlich wie andere Textelemente auf der Seite kann das interaktive Transkript nach Schlüsselwörtern durchsucht und so zur Navigation innerhalb des Videos genutzt werden. Wir haben ein separates Tool entwickelt (TransPipe, siehe Abschnitt 2.2.6), um den Prozess der automatischen und manuellen Erstellung von Untertiteln zu vereinfachen. Außerdem besteht die Möglichkeit, ein Videotranskript im PDF-Format hinzuzufügen.

Foliennavigation Neben den regulären Navigationsfunktionen unterstützt der Videoplayer auch die Navigation über die Folienvorschau. Das tele-TASK-Team

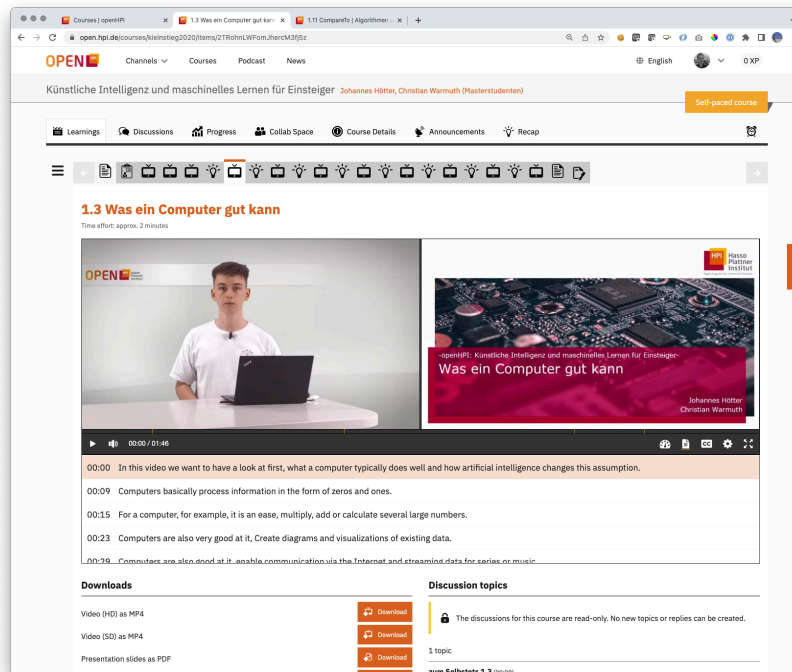


Abbildung 2.4: Ein Videoelement mit einem interaktiven Transkript

am HPI hat ein Tool entwickelt, das automatisch erkennt, wenn Vortragende zur nächsten Folie übergehen, und für jede Folie kleine Vorschaubilder erstellt. Diese werden dann unterhalb des Videos angezeigt und ermöglichen den Lernenden, schnell zu einer bestimmten Stelle im Video zu navigieren.

Offline-Wiedergabe Normalerweise stehen den Teilnehmer:innen die Videos in hoher Auflösung (HD), Standardauflösung (SD) und im reinen Audioformat zum Download zur Verfügung. Darüber hinaus können die Teilnehmer:innen die Präsentationsfolien herunterladen. Die Videos können möglicherweise nicht für die Offline-Wiedergabe heruntergeladen werden, wenn die Kursleiter:innen diese Funktion beispielsweise aufgrund von Lizenzbeschränkungen deaktivieren.

Video-Hosting Die Plattform hostet die zu streamenden Videos nicht selbst. Die Videos müssen auf ein externes Video-Hosting-Tool hochgeladen werden; aktuell kann zwischen Vimeo und Kaltura gewählt werden. Beide Anbieter sind gut in die MOOC-Plattform des HPI integriert. Die einfachste und in den meisten Fällen auch günstigste Lösung ist die Arbeit mit Vimeo. Allerdings können in einigen Ländern Probleme mit Vimeo auftreten, da die Plattform in mehreren Ländern von den jeweiligen Regierungen blockiert wird. Wenn diese Länder wichtige Zielgruppen der Plattform sind, ist Kaltura eine wertvolle Alternative. Kaltura bietet die Möglichkeit, eine selbst gehostete Instanz ihrer Hosting-Plattform einzurichten. Dies

kann notwendig sein, wenn Video-Inhalte vertraulich behandelt werden müssen und nicht frei im Internet verfügbar sein sollen.

Open Mode Generell gilt für alle Kurse auf den MOOC-Plattformen des HPI, dass Lernende auf der Plattform registriert und in einen Kurs eingeschrieben sein müssen, um auf die enthaltenen Lernmaterialien zugreifen zu können. Bei Videos gibt es eine Ausnahme von dieser Regel: Videos können so konfiguriert werden, dass sie im sogenannten *Open Mode* verfügbar sind. Videos im Open Mode können direkt von Google indexiert und aufgerufen werden, ohne dass man ein Konto haben oder im Kurs eingeschrieben sein muss. Sobald die Lernenden versuchen, auf ein anderes Element des Kurses zuzugreifen, erhalten sie eine Nachricht, dass sie sich für den Kurs anmelden müssen.

Podcasts Durch die Erweiterung des MOOC-Angebots um zusätzliche ergänzende Podcasts wollen wir die Verweildauer der Lernenden erhöhen und Unterschiede in der Nutzung verschiedener Medien erkennen. Wir forschen derzeit zu Podcasts, die unterhaltsam und lehrreich zugleich sein sollen und in den Alltag integriert werden können [23]. Erste quantitative Bewertungen von mehr als 900 Lernenden ergaben ein positives Feedback zu Podcasts. Mehr als 80 % der Lernenden, die bisher nur an videobasiertes Lernen gewöhnt waren, gaben an, die Podcasts seien „einfach zu verfolgen“. Außerdem zeigten sich keine signifikanten Unterschiede bei den Kursleistungen von Lernenden, die einen Podcast anstelle der Videoelemente konsumierten [24]. Daher werden wir die Struktur und das Format von Bildungspodcasts in der laufenden Forschung weiter evaluieren.

2.1.3.2 Text

Neben Videos unterstützt die Plattform auch Textelemente zur Bereitstellung von Lerninhalten (siehe Abbildung 2.5). Es wird eine begrenzte Anzahl von Textformatierungsoptionen mittels Markdown unterstützt. Häufig verwendet werden einfache Listen, Überschriften, fette und kursive Schriftarten, Bilder und in den Text eingebettete Links zu anderen Websites oder herunterladbaren PDF-Dateien. Das Textelement unterstützt auch einfache Tabellen, deren Formatierung jedoch auf kleinen Bildschirmen suboptimal sein kann. In der Regel werden textbasierte Lernmaterialien auf openHPI nur spärlich und nur zur Unterstützung der vorangehenden Videoeinheiten bereitgestellt.

2.1.3.3 Quiz

Neben den Videos spielen Quiz-Elemente eine wesentliche Rolle in allen openHPI-Kursen (siehe Abbildung 2.6). Quiz werden in verschiedenen Kontexten als Selbsttests, benotete Aufgaben oder Bonusaufgaben und Umfragen eingesetzt. Ein Quiz besteht aus Fragen, entsprechenden Antworten und Erläuterungen. Derzeit unterstützen Quiz-Elemente vier verschiedene Fragetypen:

- **Fragen mit Einfachauswahl** erlauben es den Teilnehmenden, eine der vorgegebenen Antwortmöglichkeiten auszuwählen und genau eine richtige Antwort zu geben.
- **Fragen mit Mehrfachauswahl** ermöglichen es den Teilnehmenden, eine flexible Anzahl der Antwortmöglichkeiten zu wählen. Diese Fragen können eine oder mehrere richtige Antworten haben. Falsche Antworten werden bestraft, damit die Teilnehmenden nicht die volle Punktzahl für die Auswahl aller Optionen erhalten.
- **Freitext-Fragen** erfordern kurze Textantworten in einer einzigen Textzeile. Sie können mit einer Liste von möglichen richtigen Antworten konfiguriert werden.
- **Essay-Fragen** ermöglichen es den Teilnehmenden, einen längeren Text zu schreiben, der sich über mehrere Zeilen erstreckt. Für diesen Fragetyp gibt es keine richtige Antwort.

Die Antwortoptionen für Fragen mit Einfach- und Mehrfachauswahl können so konfiguriert werden, dass sie in zufälliger Reihenfolge angezeigt werden. Mit Ausnahme der Essay-Fragen erfolgt die Auswertung der Quizfragen vollautomatisch. Bei der Erstellung der Quizfragen markiert das Lehrteam jede Antwortmöglichkeit als richtig bzw. falsch. Die zu vergebende Gesamtpunktzahl wird pro Frage konfiguriert, und das jeweilige Ergebnis wird in Abhängigkeit vom Fragetyp und den gegebenen Antworten berechnet. Darüber hinaus können den Fragen und Antwortmöglichkeiten erklärende Texte hinzugefügt werden. Erläuterungstexte sind für die Teilnehmer:innen erst sichtbar, wenn die Quizergebnisse veröffentlicht werden und die Lösung des Quiz zur Verfügung gestellt wird.

Selbsttest Selbsttests tragen nicht zur Leistungsbescheinigung der Lernenden bei, sondern ermöglichen den Teilnehmenden, ihr Verständnis der Lerneinheit zu überprüfen. Bei Selbsttests erhalten die Lernenden direktes Feedback, sobald sie das Quiz abgeschickt haben, indem die richtigen und falschen Antworten zusammen mit Erklärungstexten angezeigt werden, sofern diese hinzugefügt wurden (siehe Abbildung 2.7). Die Selbsttests haben in der Regel eine unbegrenzte Bearbeitungszeit und können von Teilnehmenden beliebig oft wiederholt werden.

Benotete Prüfungen Die benoteten Prüfungen machen den Großteil der Punkte für den Leistungsnachweis und das Zertifikat aus. In der Regel können die Teilnehmenden jede Prüfung nur einmal ablegen, und die Arbeitszeit ist auf ein bis zwei Stunden begrenzt. Die Ergebnisse der bewerteten Prüfungen werden erst nach Ablauf der Abgabefrist oder nach einem gesonderten Veröffentlichungsdatum angezeigt.

Für benotete Prüfungen kann zusätzliche die Option zur Online-Aufsicht aktiviert werden. Die Online-Aufsicht beschränkt sich auf eine automatische Gesichtserkennung, mit der sichergestellt wird, dass die Prüfung nur von der oder dem

2 Funktionalität und Format

The screenshot shows a web browser displaying a page on the mooc.house platform. The page title is "1.3 The Age of Collaboration". The author is listed as "Nicolai Schättgen¹, with introductory words by Christian Friedl". The text discusses corporate-startup collaboration, mentioning a study by Match-Maker Ventures and Arthur D. Little. A bar chart titled "How strategically important is innovation for your company? (%)" compares data for 2016 and 2019 across four categories: Top priority, Among top 3 priorities, Among top 5 priorities, and Below top 5 priorities. The chart shows an overall increase in the importance of innovation for companies in 2019 compared to 2016.

Category	2016 (%)	2019 (%)
Top priority	19	25 (+6%)
Among top 3 priorities	43	47 (+4%)
Among top 5 priorities	30	23 (-7%)
Below top 5 priorities	8	5 (-3%)

The Age of Collaboration has arrived

Above all, innovation is increasingly critical for corporates: Already 72% consider it a top or top-3 priority, compared to 62% in 2016. Open innovation is in full swing, and startups became a key corporate innovation partner. Already 98% of surveyed corporates have tried to collaborate with startups, and they estimate the revenue impact of these collaborations to grow. Startups also see corporates as essential growth partners (for 41% it is even extremely important), and expect collaboration impact on revenues to grow from today 41% to 55% in three years.

Abbildung 2.5: Eine Textseite auf der Plattform mooc.house

The screenshot shows a web browser displaying a quiz page on the OPEN platform. The quiz title is "1.2 Internet – a Popular Target". The time effort is approximately 3 minutes. The quiz consists of three questions. The first question asks for the reason for many existing weaknesses and vulnerabilities in the Internet today. The second question asks for potential targets of attacks against systems connected to the Internet. The third question is a TRUE or FALSE question: "In principle, a cybercriminal can attack all components on the Internet". The quiz details indicate that the quiz has 3 questions, a maximum of 3.0 points, and no time limit. The user has not yet taken the quiz.

1.2 Internet – a Popular Target
Time effort: approx. 3 minutes

This quiz is a self-test. You can repeat it as often as you like.

Question 1 1.0 Pts
What is the reason for the many existing weaknesses & vulnerabilities in the Internet today?

- Cybercriminals have repeatedly been able to influence the internet's development process to install backdoors
- Security principles were not even considered at the beginning of the Internet
- Security principles were implemented at first but later it was no longer developed

Question 2 1.0 Pts
Which of the following are potential targets of attacks against systems connected to the internet?

- Intermediate systems on the Internet
- Private networks
- Connected USB-Drives / External Storage
- The computer systems themselves

Question 3 1.0 Pts
TRUE or FALSE
In principle, a cybercriminal can attack all components on the Internet

- FALSE
- TRUE

Send my answers

Abbildung 2.6: Ein Quiz, bevor es abgeschickt wird

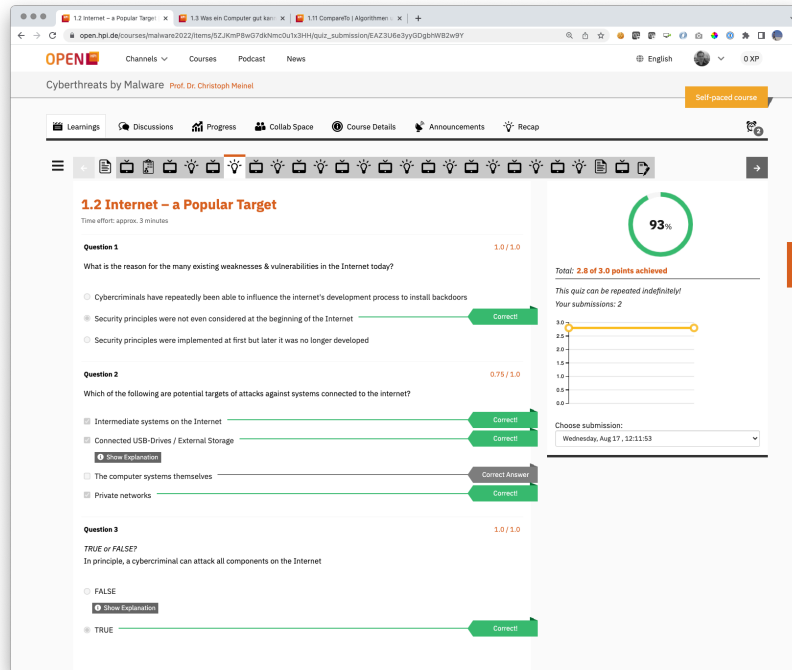


Abbildung 2.7: Direktes Feedback zu Selbsttests

angemeldeten Teilnehmenden gelöst und abgegeben wird. Auf zusätzliche Optionen, die stärker in die Privatsphäre der Teilnehmenden eingreifen haben wir vorerst verzichtet. Als Beispiele sind hier Audioaufzeichnungen und Raumkontrollen zu nennen. Bevor das Tool zur Online-Aufsicht in die Plattform integriert wurde, haben wir einige Experimente dazu durchgeführt [51]. Kürzlich haben wir eine allgemeinere Analyse zum Thema Online-Aufsicht und Online-Prüfungen durchgeführt [55].

Bonusaufgaben Fehlende Punkte können durch Bonusaufgaben ausgeglichen werden. Wie bei benoteten Prüfungen werden die Ergebnisse von Bonusaufgaben erst nach Ablauf der Abgabefrist oder nach einem separaten Veröffentlichungsdatum angezeigt.

Umfragen Umfragen sind optionale Elemente, die wertvolle Rückmeldungen und Informationen von den Teilnehmenden liefern. Ihre Antworten können dazu beitragen, die Plattform und künftige Kurse weiterzuentwickeln oder spezifische Forschungsfragen zu beantworten. Das Lehrteam kann Beschreibungen ergänzen, die den Zweck der Umfrage und die Verwendung der Ergebnisse erklären. Die Teilnehmenden sehen nach dem Absenden der Umfrage keine Ergebnisse. Umfragen können an jeder beliebigen Stelle des Kurses eingefügt werden. Wir empfehlen, zu Beginn und am Ende eines jeden Kurses standardisierte Umfragen durchzuführen.

2 Funktionalität und Format

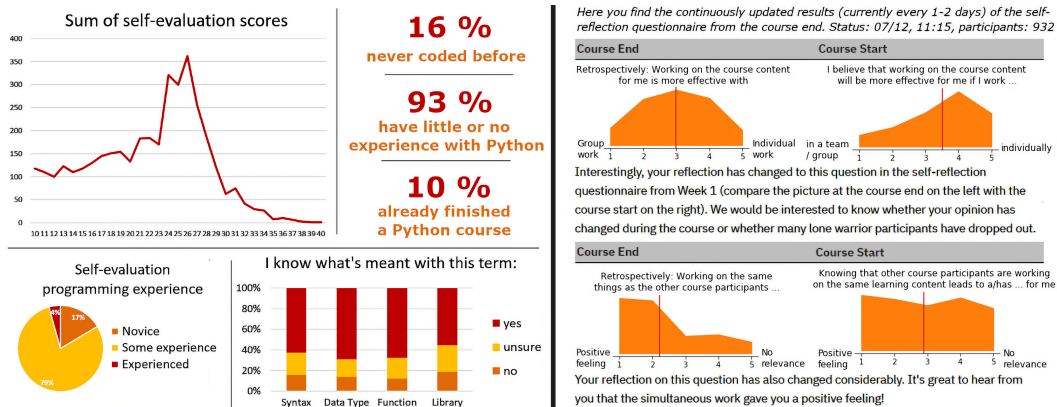


Abbildung 2.8: Ergebnisse von verschiedenen Fragebögen zur Selbstreflexion

Im Rahmen aktueller Forschung haben wir begonnen, Umfragen zur Selbstreflexion für die Lernenden zu nutzen. Die Ergebnisse dieser Umfragen werden aufbereitet und den Teilnehmenden in einem manuellen Verfahren in Form von Textelementen präsentiert (siehe Abbildung 2.8). Der Zweck der Fragebögen zur Selbstreflexion ist es, die Teilnehmenden dazu zu bringen, ihr vorhandenes Wissen über das Thema und die gelernten Inhalte zu reflektieren [15]. Darüber hinaus wird durch die öffentliche Präsentation der Ergebnisse versucht, das Gemeinschaftsgefühl der Lernenden zu verbessern.

Für komplexere Forschungsumfragen kann es notwendig sein, ein externes Umfrage-Tool zu verwenden. Zu diesem Zweck bieten wir eine LimeSurvey-Integration an. Wir empfehlen jedoch, die integrierte Umfragelösung zu verwenden, um die Teilnehmenden innerhalb der Plattform zu halten, anstatt sie an das externe Tool weiterzuleiten.

2.1.3.4 Externe Aufgaben

Wie viele andere Plattformen und Lernmanagementsysteme unterstützt openHPI die Schnittstelle *Learning Tools Interoperability* (LTI). Über diese standardisierte Schnittstelle ist es leicht möglich, externe Tools zur Erweiterung des Lernangebots an openHPI anzubinden und reibungslos zu integrieren. Wie bei Quiz-Fragen können auch die externen Aufgaben den Typen Selbsttest, benoteter Test, Bonusaufgabe und Umfrage angehören. Die im Rahmen einer externen Aufgabe erzielten Punkte können Teil der Gesamtpunktzahl des Kurses sein. Ob dies ratsam ist, hängt von dem verwendeten Tool ab. In den folgenden Abschnitten werden drei Tools vorgestellt, die häufig verwendet werden, um unsere Lernmaterialien mit interaktiven Elementen anzureichern.

CodeOcean Das erste externe Übungstool, das über die LTI-Schnittstelle mit der HPI-Plattform verbunden wurde, ist CodeOcean. CodeOcean bietet Programmierübungen direkt im Webbrowser an, was einen leichten Einstieg für Programmieranfänger:innen ermöglicht. CodeOcean unterstützt, zumindest theoretisch,

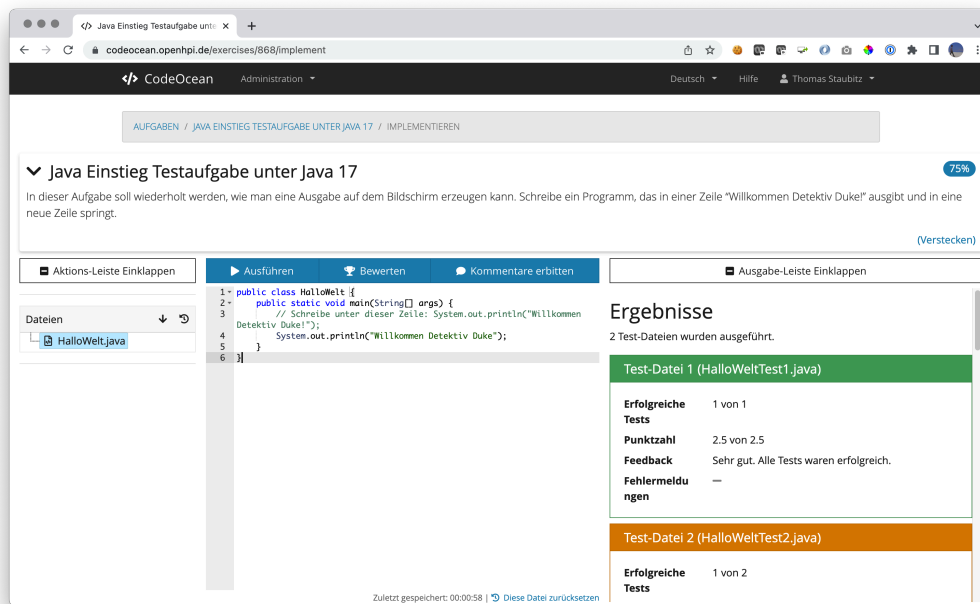


Abbildung 2.9: CodeOcean im Einsatz bei einer Java-Einführungs-Aufgabe. Der obere Teil enthält die Übungsbeschreibung, während die Hauptansicht aus drei Spalten besteht: Im linken Bereich wird ein Dateibaum mit allen verfügbaren Dateien angezeigt, in der Mitte befindet sich ein interaktiver Code-Editor mit dynamischer Syntaxhervorhebung und optionaler Code-Vervollständigung und in der rechten Seitenleiste werden Prüfergebnisse mit automatischem Feedback angezeigt.

jede Programmiersprache, die auf einem Linux-Betriebssystem ausgeführt werden kann. In der Praxis haben wir CodeOcean für Java-, Python-, Ruby-, JavaScript- und R-Übungen in mehreren Kursen eingesetzt. Diese Kurse reichen von Offline-Seminaren am HPI bis hin zu vollumfänglichen MOOCs auf unseren MOOC-Plattformen mit Zehntausenden von registrierten Teilnehmer:innen. Der von den Teilnehmenden eingereichte Code wird in CodeOcean geprüft und automatisch benotet. In der Regel können die Lernenden die Übungen beliebig oft wiederholen, bevor sie die erreichte Punktzahl an openHPI zurücksenden.

In unseren Programmier-MOOCs auf openHPI sind die meisten CodeOcean-Programmierübungen benotete Tests und liefern relevante Punkte für die Leistungsbewertung im Kurs. Daher ermöglichen wir das Übertragen der in CodeOcean erreichten Punkte meist nur bis zum Kursende und nicht mehr im Selbststudium. Wir erlauben den Lernenden aber meist, an allen Programmieraufgaben während der gesamten Kursdauer zu arbeiten, sodass Lernende schwierige Aufgaben später noch einmal wiederholen können. Zusätzlich zu den Programmiersprachen-Kursen haben wir CodeOcean genutzt, um einen Kurs zum Thema *testgetriebene Entwicklung mit JUnit* durchzuführen. In diesem Kurs mussten die Teilnehmenden für jede

Aufgabe Testfälle und eine Implementierung schreiben. Wir konnten zwar nicht garantieren, dass sie testgetrieben arbeiten, aber mit CodeOcean konnten wir zumindest feststellen, ob sie Testfälle geschrieben hatten, die den Anforderungen der Aufgaben entsprachen.

CodeOcean ermöglicht das Nutzen von Dateien innerhalb von Übungen. Pro Übung können mehrere Dateien bearbeitet werden, wobei die Kursleitenden die Möglichkeit haben, den Lese- und Schreibzugriff auf jede einzelne Datei einzuschränken. CodeOcean begrenzt die Anzahl der Wiederholungen nicht, bevor die Punkte einer Aufgabe übertragen werden müssen. Die Entwicklungsumgebung basiert auf weit verbreiteten Webstandards, die von aktuellen Webbrowsern nativ unterstützt werden. So können die Lernenden während der Ausführung mit ihrem Programm interagieren und Eingaben auf der Kommandozeile oder für Turtle-Grafik [37] machen.

Im Laufe der Jahre war CodeOcean eines unserer wichtigsten Forschungsinstrumente im Zusammenhang mit automatisch bewerteten Programmieraufgaben, was zu einer langen Liste von Veröffentlichungen führt. Ursprünglich wurde es im Rahmen einer Masterarbeit von einem ehemaligen HPI-Studenten entwickelt. Vor Beginn der eigentlichen Entwicklung von CodeOcean haben wir mit einigen anderen Tools experimentiert [25, 50]. Es um den Stand der Technik zu untersuchen wurden weitere ähnliche Tools analysiert [42] und schließlich wurde das ursprüngliche Design von CodeOcean im Jahr 2014 vorgestellt [43].

CodeOcean wurde als webbasierte Entwicklungsumgebung mit einem clientseitigen Code-Editor und einer serverseitigen Komponente für die Code-Ausführung umgesetzt. Ein Vorteil dieses Ansatzes ist, dass wir den Lernenden eine homogene und anfängerfreundliche Programmierumgebung zur Verfügung stellen können. Sie vereinfacht die Unterstützung mehrerer Programmiersprachen und Bibliotheken von Drittanbieter:innen und bietet gleichzeitig einen konsistenten Workflow für die Codeausführung und -bewertung. CodeOcean ermöglicht uns außerdem, durch die Analyse des eingereichten Programmcodes Einblicke in die Problemlösungsstrategien der Lernenden zu gewinnen; ein Fakt, der uns sehr wichtig ist. In diesem Zusammenhang wurden die Auswirkungen von kontextbezogenen Hinweisen in den Übungen [39] sowie von Aufgabenbeschreibungen allgemein [56], die Wirkung von automatisierten Interventionen [57] sowie die Verweildauer der Lernenden [58] untersucht. Andere Forschungsarbeiten untersuchten Möglichkeiten, wie Lehrer:innen an weiterführenden Schulen die Programmierübungen an ihre Bedürfnisse anpassen können [35, 38, 40]. Außerdem wurden Sicherheitsaspekte analysiert, die sich daraus ergeben, dass völlig Fremde Code auf unseren HPI-Servern ausführen können [36].

Die Aktivierung zusätzlicher Programmiersprachen erfordert die Erstellung eines Docker-Images, das alle erforderlichen Komponenten enthält, sowie (optional) das Schreiben eines Adapters zum Parsen der Ausgabe des zu verwendenden Test-Frameworks. Für jede Programmiersprache haben wir ein eigenes Docker-Image erstellt, das sprachspezifische Tools und einen Testadapter für das verwendete Test-Framework enthält. Dies ermöglicht den Autor:innen einer Übung, die Standard-Test-Frameworks der jeweiligen Sprache zu verwenden, z. B. PyUnit für Python,

JUnit für Java und RSpec für Ruby. Der jeweilige Testadapter für das Framework extrahiert Metainformationen (z. B. die Anzahl der fehlgeschlagenen Tests) und testspezifische Fehlermeldungen. Ein zusätzlicher Adapter für C++ wurde bereits geschrieben, der aber noch in keinem Kurs verwendet wurde. Außerdem haben wir einen Adapter erstellt, um die Ausgabe von PyLint⁶ als statisches Code-Analyse-Tool nutzen zu können. Zusätzlich zur Testausgabe liefert es Vorschläge zur Verbesserung des Programmierstils auf Grundlage vordefinierter Regeln. Damit erhalten wir die Möglichkeit einiger neuen Übungsarten, die sich auf verschiedene Aspekte des Software-Engineerings konzentrieren (z. B. das Verstehen und Refactoring von bestehendem Code).

CodeOcean besteht aus einer serviceorientierten Architektur mit einer benutzerseitigen Ruby on Rails-Anwendung,²⁶ die mit einer PostgreSQL-Datenbank verbunden ist. Als Ausführungs-Middleware fungiert Poseidon,²⁷ das in GoLang geschrieben wurde, um die bestmögliche Performanz zu erzielen. Zur Orchestrierung der benutzerdefinierten Docker-Images wurde auf Nomad²⁸ gesetzt. Dieses Setup entkoppelt die Codeausführung von der übrigen Webanwendung und ermöglicht eine unabhängige Skalierung der zugrunde liegenden Komponenten. Neben openHPI kann CodeOcean auch in andere Lernmanagementsysteme (wie Moodle, Ilias oder Canvas) integriert werden und unterstützt den Import und Export von Übungen in andere kompatible Systeme. Da der Zugang zum Kursleitenden-Backend von CodeOcean immer noch auf autorisierte Lehrkräfte beschränkt ist, haben wir eine weitere Plattform namens CodeHarbor²⁹ ins Leben gerufen, um alle Programmierübungen zu hosten und Lehrkräften eine kollaborative Plattform für den Austausch von Übungen zu bieten (siehe [37] für weitere Details). Alle unsere Tools (CodeOcean, Poseidon und CodeHarbor) werden als Open-Source-Software zur Verfügung gestellt und sind im jeweiligen GitHub-Repository zu finden.

H5P H5P ist eine Open-Source-Bibliothek, die interaktive HTML-Inhalte liefert (siehe Abbildung 2.10). Sie kann über *iframes* eingebettet werden und bietet Integrationen für verschiedene Plattformen (z. B. Moodle). Als Ergebnis des KI-Campus-Projekts wurde ein H5P-Wrapper als eigenständige Anwendung entwickelt, die den H5P-Kern durch eine LTI-Schnittstelle ergänzt. Die vom H5P-Tool angebotene interaktive Inhaltsbibliothek kann somit in die auf openHPI angebotenen Kurse eingebettet werden. H5P sollte nicht für benotete Aufgaben verwendet werden, sondern nur für unbenotete Übungen, da die Lösungen möglicherweise im HTML-Code zu finden sind. Beispiele für H5P-Übungen sind: Drag-and-drop, Lückentexte ergänzen, Finde den Hotspot oder Multiple-Choice-Fragen. Wir empfehlen den Lehrteams, nur solche H5P-Funktionen zu verwenden, für die es keine native Alternative auf der Plattform gibt.

²⁶<https://github.com/openHPI/codeocean>; letzter Zugriff: 02.09.2022.

²⁷<https://github.com/openHPI/poseidon>; letzter Zugriff: 02.09.2022.

²⁸<https://www.nomadproject.io>; letzter Zugriff: 02.09.2022.

²⁹<https://github.com/openHPI/codeharbor>; letzter Zugriff: 02.09.2022.

The screenshot shows a web browser window displaying an openHPI course page. The browser tabs include '1.2 Internet - a Popular Target', '1.3 Was ein Computer gut kan...', '1.12 Laufzeit bestimmen (Teil 1/2)', '1.3 The Age of Collaboration', and 'New Tab'. The address bar shows the URL 'open.hpi.de/courses/java-algorithmen2021/items/70CIRTOG6bJm4CCyZzmRQM/iti'. The page header features the 'OPEN' logo, navigation links for 'Channels', 'Courses', 'Podcast', and 'News', and a user profile with 'English' and '0 XP'. The course title is 'Algorithmen und Datenstrukturen mit Detektiv Duke' by 'Christiane Hagedorn, Selina Reinhard, Sebastian Serth, Dr. Thomas Staubitz, Hendrik Steinbeck, Ralf Teusner'. A 'Self-paced course' badge is visible. The navigation bar includes 'Learnings', 'Discussions', 'Progress', 'Collab Space', 'Course Details', 'Announcements', and 'Recap'. The main content area is titled '1.12 Laufzeit bestimmen (Teil 1/2)'. It contains a text description: 'Laufzeitanalyse 1 - Ordnet die Laufzeitkurven den Codebeispielen zu. Die dickeren Kurven stellen die Anzahl der Schritte da, die bei der Ausführung der Algorithmen gemessen wurden. Die anderen Kurven stellen typische Laufzeiten im Vergleich dar.' Below the text are three small graphs: 'Quadratisch gemessen' (y-axis 0-2500), 'Exponential' (y-axis 0-350000000), and 'gerade' (y-axis 0-200). The first graph shows a blue curve for 'quadratisch' and a red curve for 'gerade'. The second graph shows a blue curve for 'exponential' and a red curve for 'gerade'. The third graph shows a blue curve for 'gerade' and a red curve for 'quadratisch'. Below the graphs is a code snippet for 'sieveOfEratosthenes':

```
public static void sieveOfEratosthenes(int n) {
    boolean prime[] = new boolean[n + 1];
    for (int i = 0; i <= n; i++) {
        prime[i] = true;
    }
    for (int p = 2; p * p <= n; p++) {
        if (prime[p] == true) {
            for (int i = p * p; i <= n; i += p) {
                prime[i] = false;
            }
        }
    }
}
```

To the right of the code is a graph with y-axis 0-25000, showing a blue curve for 'quadratisch' and a red curve for 'gerade'. Below the code is another code snippet for 'backAndForth':

```
public static void backAndForth(int[] array) {
    for (int i = 0; i < array.length; i++) {
        for (int j = array.length-1; j >= 0; j--) {
            System.out.println("i: " + array[i] + " j: " + array[j]);
        }
    }
}
```

Abbildung 2.10: H5P-Übung eingebettet in openHPI

JupyterHub Jupyter Notebook ist das am weitesten verbreitete System für webbasierte, interaktive Notizbücher, die sogenanntes *Literate Programming* ermöglichen. Das benutzerfreundliche Design erleichtert die Dokumentation und Reproduktion der Datenanalyse. Obwohl Jupyter Notebooks ursprünglich als Werkzeug für wissenschaftliche Arbeitsabläufe zur Datenanalyse entwickelt wurden, werden sie immer häufiger in Universitätskursen eingesetzt. Viele Universitätskurse verwenden Jupyter Notebooks als bevorzugtes Medium für Hausaufgaben, Übungen, Projekte und Vorlesungen. Wenn die Anzahl der Benutzer:innen und die Speicheranforderungen gering sind, ist es einfach, einen JupyterHub auf einem einzigen Server einzurichten. Die Einrichtung wird jedoch komplizierter, wenn Jupyter Notebooks in großem Umfang für Dutzende oder Hunderte von Benutzer:innen bereitgestellt werden müssen. Bei MOOCs, bei denen die Anzahl der Lernenden in manchen Kursen Hunderttausende erreichen kann, ist die Einrichtung von JupyterHub auf einem einzigen Server fast unmöglich. Neben der Aufstockung der Hardware oder der Auslagerung in die Cloud sind Scheduling-Strategien ein Beispiel dafür, wie das Problem gelöst werden kann. Die Bereitstellung von Jupyter Notebooks für unsere MOOC-Plattform ist etwas, das wir derzeit im Rahmen unserer Forschung untersuchen. Ein weiteres Problem, das es zu lösen gilt, ist die Möglichkeit der automatischen Bewertung von Übungen, ähnlich dem bestehenden Verfahren auf CodeOcean [9].

2.1.3.5 Peer-Assessment

Peer-Assessments (PAs) haben sich als geeignetes Mittel zur Bewertung komplexer oder kreativer Aufgaben erwiesen, die mit automatischen Tools nicht bewertet werden können. Da eine Lehrkraft-basierte Bewertung bei MOOCs aufgrund der großen Teilnehmendenzahl nicht in Frage kommt, ist ein Peer-Assessment die einzige Möglichkeit, derart komplexe oder kreative Aufgaben anzubieten. Ein Peer-Assessment ist jedoch mit einem vergleichsweise hohen Aufwand für die Teilnehmenden verbunden. Für die Akzeptanz bei den Teilnehmenden ist es daher wichtig, dass die Aufgaben klar definiert und angemessen kommuniziert werden. Anhand dieser Informationen können die Lernenden im Vorfeld entscheiden, ob sie sich auf die Aufgabe einlassen wollen. Da viele unserer Lernenden nur in ihrer Freizeit an unseren Kursen teilnehmen, sind viele nicht an zu komplexen Aufgaben interessiert, und wenn ihr Kurserfolg vollständig von einer solchen Aufgabe abhängt, ziehen sie es vor, den Kurs nicht zu belegen. Eine kleinere Anzahl von Teilnehmenden begrüßt diese Art von Aufgaben jedoch sehr, da sie die Lernerfahrung auf eine neue Ebene heben. Um dieses Dilemma zu lösen, haben wir zwei Ansätze: (1) Wir bieten die von anderen Teilnehmenden bewertete Aufgabe als Bonus an, oder (2) wir unterteilen den Kurs in einen *Full Track* und einen *Fast Track*, die zu unterschiedlichen Leistungsnachweisen führen. So oder so ist es wichtig, dass die zu lösende Aufgabe nicht zu einfach ist, da die Teilnehmenden sonst das Gefühl haben, dass der gleiche Effekt auch mit einem Multiple-Choice-Test hätte erzielt werden können, der viel weniger Aufwand bedeutet.

Auf openHPI besteht ein Peer-Assessment aus drei obligatorischen und zwei optionalen Schritten (siehe Abbildung 2.11). Nachdem sie den Ehrenkodex akzep-

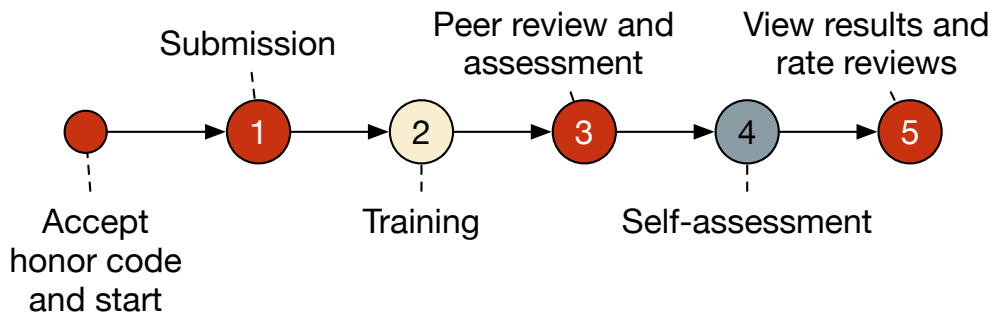


Abbildung 2.11: Schritte eines Peer-Assessments auf openHPI. Die rot gefärbten Schritte sind obligatorisch, die beiden anderen sind optional.

tiert haben, bearbeiten die Teilnehmenden ihre Aufgaben und reichen das Ergebnis ein. Je nach Kurs und Aufgabe haben die Teilnehmenden für die Absolvierung etwa zwei bis sechs Wochen Zeit. In der zweiten Stufe müssen sie eine bestimmte Anzahl anderer Teilnehmender:innen bewerten und benoten. Die Kursleitenden legen fest, wie viele Peers benotet werden – empfohlen werden mindestens drei und am besten fünf. Die Benotungsrubriken werden vom Lehrteam für jede Aufgabe individuell festgelegt. Zusätzlich zur summativen Bewertung werden die Teilnehmenden aufgefordert, eine formative Bewertung der Arbeit ihrer Peers vorzunehmen. Im letzten Schritt kann das erhaltene Feedback von den Teilnehmenden bewertet werden. Außerdem können optionale Trainings- und Selbstbewertungsschritte hinzugefügt werden.

Wenn die optionalen Schritte aktiviert sind, können sie einzeln konfiguriert werden. Damit kann festgelegt werden, ob die Teilnahme optional oder obligatorisch ist. Für jeden Schritt kann ein Freischaltdatum und eine Frist angegeben werden. Wenn die Frist eines obligatorischen Schrittes versäumt wurde, hat der oder die Lernende die Aufgabe nicht bestanden. Wird die Frist für einen optionalen Schritt versäumt, wird der oder die Teilnehmende zum nächsten Schritt weitergeleitet und kann den versäumten Schritt nicht mehr abschließen.

Der Trainingsschritt Das Lehrteam hat die Möglichkeit, den PA-Workflow um einen einfachen Trainingsschritt zu erweitern. Das Lehrteam benotet mindestens 10 Stichproben aus den Abgaben der Teilnehmenden für das aktuelle PA, um einen vielfältigeren Trainingspool zu gewährleisten. Ein vielfältiger Satz von Stichproben kommt dem Training zugute, da er den Teilnehmenden Beispiele für jede Qualitätsstufe liefert. Während eine Stichprobe von einem Mitglied des Lehrteams geprüft wird, ist sie für alle anderen Mitglieder des Lehrteams gesperrt, um sicherzustellen, dass sie nicht versehentlich doppelt benotet wird.

Sobald der Trainingsschritt für die Teilnehmenden geöffnet ist, werden die bereits vom Lehrteam benoteten Abgaben nacheinander den Teilnehmenden präsentiert. Zunächst können die Studierenden nur auf die Abgaben zugreifen, nicht aber auf die Benotung durch das Lehrteam. Diese Ansicht ist mehr oder weniger iden-

tisch mit der Ansicht des eigentlichen Bewertungsschritts. Sobald der oder die Teilnehmende die Stichprobe selbst bewertet hat, erhält er/sie eine Übersicht, die den Kommentar des Lehrteams anzeigt und die Rubrikenoptionen mit Pfeilen kennzeichnet, die von dem Lehrteam bzw. von dem/der Teilnehmenden ausgewählt wurden. Auf diese Weise kann der/die Teilnehmende Unterschiede in der Bewertung leicht erkennen.

Peer-Evaluation – das Kernmerkmal Das System ermöglicht es den Lehrteams, einen summativen und einen formativen Teil des PA zu definieren. Der summative Teil wird über Bewertungsrubriken abgewickelt. Eine Rubrik besteht aus drei Komponenten: Ein (idealerweise) selbsterklärender Titel (z. B. „Schreibstil“ oder „Kreativität“), einen Erläuterungstext und Rubrikenoptionen. Der Erläuterungstext kann als zusätzlicher Hinweis für die Benotung verwendet werden. Dies dient der besseren Orientierung der Teilnehmenden, dem besseren Verständnis der Rubriken und der Verringerung von Verzerrungen bei der Bewertung. Die Rubrikenoptionen stehen für die verschiedenen Leistungsniveaus der jeweiligen Rubrik. Die Bewertungsskala der Rubrikenoptionen muss nicht linear sein und kann Niveaus unterschiedlich gewichten, z. B. 1, 2, 4 Punkte, oder kann ein Intervall sein, z. B. 0, 5, 10 Punkte. Die Rubriken und Rubrikenoptionen werden vom Lehrteam entsprechend ihren Bedürfnissen für das jeweilige PA festgelegt.

Die Teilnehmenden bewerten eine Abgabe anhand der verfügbaren Rubriken. Zusätzlich zu diesem summativen Feedback werden die Teilnehmenden ermutigt, ihren Peers formatives Feedback in Form von Freitextbewertungen zu geben. Alle Bewertungen werden doppelt verblindet, um die Identität vor den anderen Peers zu verbergen und zu verhindern, dass es außerhalb des Peer-Assessments zu Ausschreitungen oder Konflikteskalationen kommt. Teilnehmende, die die erforderlichen Bewertungen rechtzeitig abgeschlossen haben, können mit der nächsten Stufe weitermachen. Teilnehmende, die dies nicht tun, erhalten null Punkte für die Prüfung. Es können freiwillige Zusatzbewertungen eingereicht werden, solange die Frist noch nicht abgelaufen ist.

Zuweisung der Abgaben an die Peers Der Zuweisungsmechanismus, der die Abgaben den Peers zuordnet, ist das Herzstück des Bewertungsschritts. Unser Ziel ist es, dass jeder Teilnehmende ausreichend Feedback erhält. Jeder Teilnehmende ist verpflichtet, eine bestimmte Anzahl (n) von Bewertungen zu schreiben, was bedeutet, dass jeder Teilnehmende im Idealfall diese Anzahl von Bewertungen als Gegenleistung erhält. Die Größe von n wird vom Lehrteam festgelegt. Wir verwenden einen dynamischen Mapping-Ansatz, sodass bei Bedarf Abgaben aus einem Pool von verfügbaren Abgaben zugewiesen werden. Dies ermöglicht es, die Anzahl der Abgabebewertungen laufend neu zu verteilen, da der aktuelle Stand der Abgabezuweisungen berücksichtigt werden kann. Mit Ergänzungen wie Bewertungsfristen wird das Problem der Neuverteilung von Abgaben gelöst, ohne dass Heuristiken erforderlich sind, die bestimmen, wann Abgaben für die Neuverteilung in Frage kommen. Unsere Implementierung des Pooling-Ansatzes führt ein *Abgaben-Prioritätsprinzip* ein, um die Verteilung der Abgaben und die

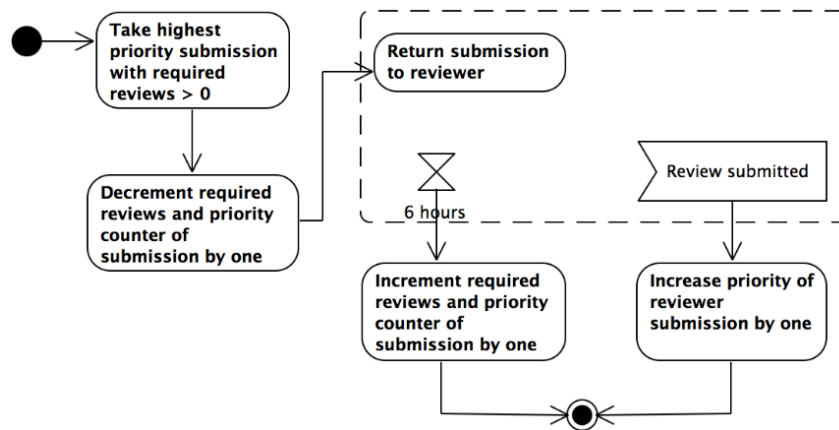


Abbildung 2.12: Aktivitätsdiagramm, das den Zuweisungsmechanismus zusammenfasst. Die gestrichelte Linie markiert die Zeitspanne zwischen dem Beginn und dem Ende des eigentlichen Bewertungsprozesses. Diese Zeitspanne beginnt, wenn ein Teilnehmender eine Abgabe zur Bewertung anfordert, und endet entweder, wenn die Bewertung eingereicht wird, oder nach sechs Stunden, wenn der Teilnehmende die Bewertung nicht rechtzeitig zurückschickt. Eine Abgabe ist eine Arbeit, die von einem Teilnehmenden an das System übermittelt wurde und bewertet werden muss.

Möglichkeit, dass eine Abgabe von mehreren Bewertern parallel bewertet wird, auszugleichen (siehe Abbildung 2.12).

Bewertung Im Ergebnisschritt können die Teilnehmenden die Bewertungen sehen, die sie erhalten haben, und – sobald die Frist für den Bewertungsschritt abgelaufen ist – ihre Endnote für die Bewertung. Unser System führt die Möglichkeit ein, eingegangene Bewertungen wegen Fehlverhalten zu melden, analog zur Meldung von Abgaben im Bewertungsschritt. Eine weitere Verbesserung ist die Möglichkeit, das erhaltene Feedback zu bewerten. Die Lernenden können so ihre Arbeit gegen unseriöse Bewertungen verteidigen und gleichzeitig Peers, die ein durchdachtes Feedback schreiben, mit zusätzlichen Punkten belohnen. Es wurde eine Vier-Punkte-Skala gewählt, d. h. kein Punkt für null Sterne, 0,3 für einen Stern, 0,7 für zwei Sterne und 1,0 für drei Sterne. Dieser Bonus kann sich zu einer beachtlichen Punktzahl summieren, selbst wenn man bedenkt, dass die Teilnehmenden im Vergleich zu anderen Bewertungsformen auf unserer Plattform bereits eine beträchtliche Anzahl von Basispunkten für ihre Abgabe im PA erhalten können. Dieser Bonus mag ziemlich hoch erscheinen. Bewertungen sind jedoch ein wesentlicher Bestandteil des Peer-Assessments und der damit verbundenen Lernerfahrung. Solange der Teilnehmende das Feedback nicht bewertet hat, zeigen wir ihm nur die Gesamtnote, nicht aber die Einzelnoten, die von den Peers vergeben wurden. Sobald der schriftliche Teil einer Bewertung bewertet wurde, zeigen wir auch die individuelle Note, die von diesem Peer vergeben wurde. Auf diese Weise soll sichergestellt werden, dass die Teilnehmenden nur den Nutzen und die Qualität

der schriftlichen Bewertung bewerten und nicht die Note, die sie von ihrem Peer erhalten haben. Darüber hinaus nutzt diese Methode die inhärente Neugier des Teilnehmenden als Anreiz, die Bewertung zu bewerten.

Notenberechnung Ursprünglich hatten wir uns für einen experimentellen Ansatz mit einem gewichteten Durchschnitt entschieden, bei dem mehrere Faktoren berücksichtigt wurden. Einige davon sollten als langfristige Anpassungen dienen, um die Auswirkungen von unseriösen Bewertern und Bewertern, die ständig schlechte Qualität liefern, zu verringern. Letztendlich haben wir diesen Plan jedoch verworfen, da diese Berechnung für alle Beteiligten absolut intransparent gewesen wäre. In den meisten Fällen ist der Median gut geeignet und wird durch den Einsatz komplexer Gewichtungsmechanismen nur geringfügig verbessert. In den seltenen Fällen, in denen eine Abgabe weniger als drei Bewertungen erhält, verwenden wir den Durchschnitt anstelle des Medians.

Die Endnote setzt sich aus mehreren Komponenten zusammen, die den Teilnehmenden im Ergebnisschritt transparent mitgeteilt werden:

- Median der Bewertungsnoten (Basispunkte)
- Bonuspunkte für die Selbsteinschätzung
- Bonuspunkte für die Bewertung des Feedbacks
- Benotungsdelta

Der Median der Bewertungsnoten wird pro Rubrik berechnet. Die Summe dieser Werte ergibt dann die endgültige Punktzahl für die Teilnehmenden.³⁰

Unsere Forschungsergebnisse zur Gestaltung [49] und zur Akzeptanz des Peer-Assessment-Systems auf der Plattform [44] sind veröffentlicht worden. Darüber hinaus haben wir zu einer systematischen Literaturübersicht zum Thema Peer-Assessments in MOOCs beigetragen [11].

Team-Peer-Assessment Um eine weitere Komplexitätsebene hinzuzufügen, können Peer-Assessments auch so konfiguriert werden, dass sie die Arbeit von Teams bewerten. Die größte Herausforderung besteht darin, die Abbrecherquote in den Teams zu minimieren. Während wir die Abbrecherquote bei MOOCs nicht als generelles Problem sehen, ist sie bei den Teamaufgaben problematisch, denn jeder Abbruch in einem Team ist für die verbleibenden Mitglieder frustrierend. Unter Abbildung 2.13 finden Sie einen Überblick über den allgemeinen Arbeitsablauf einer Teamaufgabe.

Mehrere Aspekte der kollaborativen, von Peers bewerteten Teamaufgaben in MOOCs wurden vom openHPI-Team [4, 41, 45, 46, 47, 48, 52, 53] intensiv erforscht.

2.1.3.6 TeamBuilder

Da die Lernenden in diesen Kursen zahlreich sind und sich im Allgemeinen nicht kennen, wird ein Werkzeug benötigt, um geeignete Lernende zu finden, die einem

³⁰https://open.hpi.de/pages/p_a_grading; letzter Zugriff: 02.09.2022.

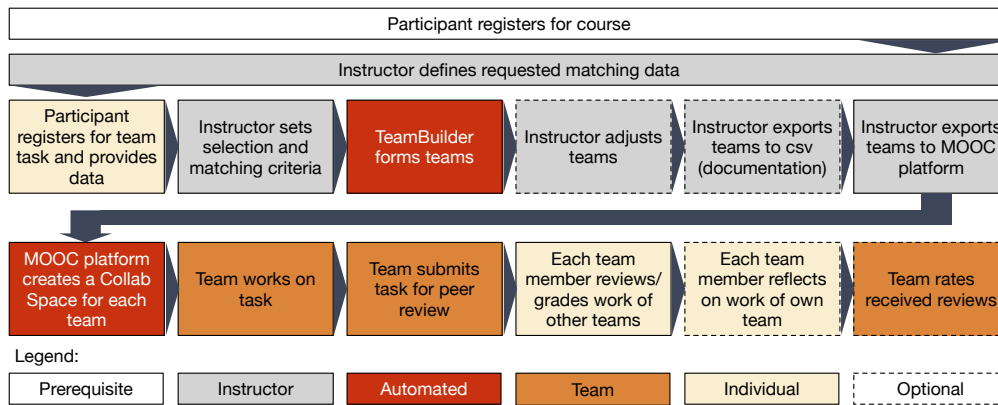


Abbildung 2.13: Arbeitsablauf einer Teamaufgabe auf openHPI

Team zugewiesen werden. Bei diesem Tool handelt es sich um den *TeamBuilder*, der über eine *Application Programming Interface* (API) mit der Kernplattform verbunden ist. Da verschiedene Kurse unterschiedliche Anforderungen an die Matching-Kriterien stellen, erfordert dieses Tool eine gewisse Flexibilität. Die Lehrteams können also konfigurieren, welche Parameter verwendet werden sollen, und, wo es sinnvoll ist, entscheiden, ob der Parameter homogen oder heterogen verwendet werden soll. Um unvollständige Datensätze zu vermeiden, muss der ausgewählte Parametersatz veröffentlicht werden, bevor die Daten von den Nutzer:innen gesammelt werden können. Ab diesem Zeitpunkt ist es nicht mehr möglich, zusätzliche Parameter hinzuzufügen. Im weiteren Verlauf des Teambildungsprozesses könnte sich herausstellen, dass es aufgrund der Kombination der verfügbaren Teilnehmer nicht möglich ist, Teams auf der Grundlage der ausgewählten Kriterien zu bilden. Die Lehrteams haben somit die Möglichkeit, jeden der ausgewählten Parameter vom Matching-Prozess auszuschließen. Es ist ratsam, nicht mehr Daten anzufordern, als tatsächlich für den Teambildungsprozess verwendet werden sollen. In den folgenden Absätzen werden die möglichen Parameter kurz beschrieben.

Sprache Wenn der Parameter aktiviert wird, versucht das Tool, Teilnehmende zu finden, die dieselbe Sprache sprechen. Die Auswahl ist auf die 20 gängigsten Sprachen unter den Nutzer:innen unserer Plattformen beschränkt. Wenn ein Lehrteam beschließt, diesen Parameter nicht zu aktivieren, wird davon ausgegangen, dass die Kursprache die „Lingua franca“ der Teilnehmenden ist.

Standort und Zeitzone Teilnehmende können nach ihrem Standort geclustert werden, um persönliche Treffen zu ermöglichen. Es wird nur homogenes standortbezogenes Matching unterstützt. Der *TeamBuilder* verwendet den DBScan-Algorithmus, um die standortbezogene Clusterbildung durchzuführen. Wenn der Standortparameter deaktiviert wird, versucht das Tool automatisch, die Teilnehmenden auf der Grundlage ihrer bevorzugten Zeitzone zuzuweisen. Das Matching auf der Grundlage der Zeitzone ermöglicht zwei verschiedene Modi: homogen oder kulturell

divers. Im homogenen Modus versucht das Tool, Lernende in derselben Zeitzone zu finden, und breitet sich nur dann auf benachbarte Zeitzonen aus, wenn es nicht genügend Lernende in der Zielzone gibt. Im kulturell diversen Modus wählt das Tool drei nebeneinander liegende Zeitzonen aus und versucht, die Teammitglieder innerhalb deren Grenzen so weit wie möglich zu verteilen.

Fachgebiet, Alter, Geschlecht Laut Design Thinking funktionieren Teams am besten, wenn sie in Bezug auf Fachgebiet, Alter und Geschlecht divers sind. Daher ist dies hier die Standardeinstellung. Es liegt im Ermessen der Lehrteams, ob hier homogenere Einstellungen bevorzugt werden.

Benutzerdefinierte Parameter Das Tool ermöglicht es den Lehrteams, benutzerdefinierte Parameter festzulegen. Standardmäßig erlauben benutzerdefinierte Parameter nur einen homogenen Abgleich. In besonderen Fällen können sie jedoch auch für die manuelle Nachsortierung verwendet werden. Im Folgenden finden Sie einige Beispiele für die Verwendung dieser Parameter.

- Zuweisung zu verschiedenen Aufgaben: Die Lernenden durften zwischen verschiedenen Aufgaben wählen und wurden dann entsprechend ihrer Aufgabenpräferenzen zusammengeführt.
- Führen oder Folgen: Die Lernenden wurden gefragt, ob sie daran interessiert wären, das Team zu leiten, oder lieber einfach nur mitmachen. In diesem Fall musste das Matching manuell vorgenommen werden, da wir das Ziel verfolgten, mindestens einen Teamleiter pro Team zu haben.
- Unternehmer, Student oder Unternehmensvertreter: Dies war eine sehr kurspezifische Konstellation. Ziel war es, mindestens zwei Mitglieder pro Gruppe zu haben. Manuelle Anpassungen waren erforderlich.

Wir entschieden uns bei den Matching-Kriterien bewusst für einen einfachen Ansatz und verzichteten auf allzu detaillierte Fragebögen im Stil von Belbin. Wir sammeln nur die Daten, die unbedingt notwendig sind, um die Teams auf der Grundlage der Vorstellungen der Lehrteams zusammenzustellen. Andererseits sind alle Daten, um die wir bitten, obligatorisch. Lernende, die sich weigern, relevante Informationen zur Verfügung zu stellen, werden bei den Teamaufgaben nicht berücksichtigt.

Neben der Auswahl der passenden Kriterien ermöglicht das Tool auch die Festlegung einer Spanne für die gewünschte Teamgröße. Es wird versucht, die Teams so nah wie möglich an die vorgegebene Obergrenze zu bringen. Schließlich ermöglicht das Tool die Begrenzung der Gesamtzahl der Teilnehmenden für die Teamaufgaben innerhalb eines Kurses. Dieser Begrenzer kann entweder im „First come/First serve“-Modus eingesetzt werden oder in Verbindung mit den Ergebnissen der Aufgaben, die vor der Veröffentlichung der Teambildungseinheit im Kurs abgegeben wurden. Mit „First come/First serve“ können die Lehrteams die ersten N Teilnehmenden auswählen, die sich für die Teamarbeit angemeldet haben. Für den Fall,

dass das Lehrteam beschließt, die Ergebnisse einer oder mehrerer Aufgaben zu verwenden, um zu entscheiden, welche Teilnehmenden zu den Teamwork-Aufgaben zugelassen werden, ermöglicht das Tool zwei verschiedene Einstellungen:

1. Festlegen einer Höchstzahl N von Studierenden, die zur Teamarbeit zugelassen werden sollen – die N Teilnehmenden, die bisher die besten Leistungen erbracht haben, werden zugelassen.
2. Festlegen einer Untergrenze für die Prüfungsergebnisse, die erreicht werden muss – zusätzlich zur maximalen Gesamtteilnehmerzahl kann auch eine Untergrenze für die Ergebnisse festgelegt werden. Es werden nur Teilnehmende zugelassen, die mindestens $X\%$ der Punkte in den entsprechenden Prüfungen erreicht haben – aber nicht mehr Teilnehmende als die maximale Gesamtzahl.

Unsere Untersuchungen haben gezeigt, dass Lernende, die in früheren Prüfungen Schwierigkeiten hatten, mit einer Wahrscheinlichkeit von fast 100 % aus der Teamaufgabe aussteigen. Der *TeamBuilder* versucht zwar, Teams vollautomatisch zu erstellen, erlaubt aber dennoch manuelle Korrekturen. Teilnehmende können von einem Team in ein anderes verschoben werden, neue Teams können erstellt und bestehende Teams können entfernt werden. Das Tool liefert Metainformationen über die erstellten Teams, wie z. B. die maximale lokale Distanz zwischen den Teammitgliedern oder den Heterogenitätsgrad des Teams in Bezug auf einen bestimmten Parameter.

Schließlich gibt es zwei Möglichkeiten, die erstellten Teams zu exportieren. Der *TeamBuilder* kann entweder eine Excel-Tabelle zur weiteren Verwendung erstellen oder *CollabSpaces* direkt auf der Kernplattform erstellen und die Teammitglieder zu ihrem jeweiligen CollabSpace hinzufügen (siehe Abschnitt 2.1.3.7).

2.1.3.7 CollabSpaces

CollabSpaces stellen private „Räume“ innerhalb des allgemeinen Kurses dar, die nur den Gruppenmitgliedern zugänglich sind, die den Raum erstellt haben, bzw. dem Team, das dem CollabSpace zugewiesen wurde. Innerhalb des CollabSpace haben die Teams und Gruppen Zugang zu synchronen und asynchronen Kommunikationswerkzeugen sowie zu einem Co-Creation-Tool, um gemeinsam an digitalen Artefakten zu arbeiten.

Es wird zwischen zwei Konzepten der Zusammenarbeit unterschieden: *Gruppen* und *Teams*. Gruppen sind lose gekoppelt und haben ein selbstgestecktes Ziel oder ein gemeinsames Interesse, z. B.:

- Eine Gruppe spanischer Muttersprachler in einem Kurs, der auf Englisch angeboten wird, die es vorziehen, in ihrer Muttersprache zu diskutieren.
- Eine Schulklasse, die mit ihrer Lehrerin an einem Kurs teilnimmt.
- Eine Gruppe von Teilnehmenden, die ein spezielles Thema diskutieren, das über die kommunizierten Lernziele des Kurses hinausgeht.

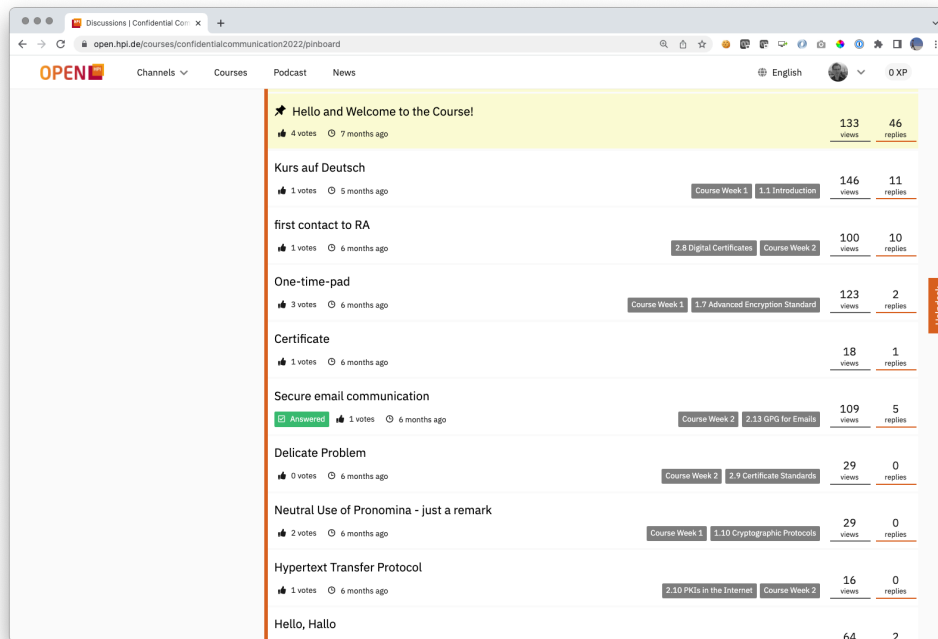


Abbildung 2.14: Diskussionsforum für einen openHPI-Beispielkurs

Die Gruppen sind selbstorganisiert. Jede:r Kursteilnehmende kann CollabSpaces erstellen. Der/die Teilnehmende, der/die den CollabSpace erstellt, hat Administrationsrechte und entscheidet, ob der Raum öffentlich oder privat (nur mit Einladung) sein soll. Die Gruppenmitglieder können kommen und gehen, wie sie wollen. Die Teams sind eng miteinander verbunden und haben eine gemeinsame Aufgabe, an der sie zusammenarbeiten. Die Aufgabe ist ein wesentliches Element des Kurses und Teil des Benotungssystems. Die Teams werden vom Lehrteam mit Hilfe des *TeamBuilders* gebildet.

2.1.4 Diskussionsforum

Die Plattform ist mit einem Diskussionsforum ausgestattet, das die Kommunikation zwischen den Kursteilnehmenden und den Lehrteams ermöglicht (siehe Abbildung 2.14). Alle Diskussionen gehören zu einem bestimmten Kurs. Alle registrierten und eingeschriebenen Nutzer:innen können Beiträge schreiben, beantworten und kommentieren, solange das Forum geöffnet ist. Die Foren werden in der Regel ein oder zwei Wochen nach Kursende geschlossen, womit das Forum in den schreibgeschützten Modus versetzt wird.

Da MOOCs das soziale Lernen innerhalb einer Peer-Gruppe fördern, ermutigen wir die Lernenden dazu, zur sozialen Atmosphäre beizutragen und ein Gemeinschaftsgefühl innerhalb eines Kurses aufzubauen. Obwohl die soziale Zusammenarbeit ein wichtiger Aspekt von MOOCs ist, beteiligt sich nur ein kleiner Teil der

Lernenden aktiv im Kursforum. Eine viel größere Anzahl von Lernenden nutzt das Forum passiv, indem sie Beiträge lesen. Wir versuchen, die Hemmschwelle für den ersten aktiven Kontakt mit dem Kursforum zu senken, indem wir Begrüßungsthemen und andere eisbrechende Aktivitäten nutzen. Obwohl diese Icebreaker-Elemente recht erfolgreich sind, können wir nicht alle Lernenden dazu ermutigen, ihre Erfahrungen in Forumsbeiträgen zu teilen. Häufig nutzen wir das e-tivity-Quiz, das eine Frage stellt, die im Forum beantwortet werden soll, und den Lernenden durch Selbsttestpunkte einen Anreiz liefert, über ihre individuelle Forennutzung zu reflektieren.

Die MOOC-Plattform des HPI bietet auch sogenannte Erfahrungspunkte (XP), um die aktive Teilnahme am Forum zu fördern. Auf openHPI erhalten die Teilnehmenden diese Punkte für qualitativ hochwertige Beiträge (Antworten mit vielen positiven Bewertungen oder solche, die als richtig markiert wurden). Teilnehmende, die eine gewisse Anzahl von Erfahrungspunkten erreicht haben, werden im Forum mit einem Judo-Gürtel belohnt. Je größer die Anzahl der XP, desto höher ist der Grad des Judogürtels [54].

Bestimmte Beiträge können vom Lehrteam „angepinnt“ werden, wodurch sichergestellt wird, dass wichtige Informationen immer ganz oben in der Liste zu finden sind. Alle Teilnehmenden können Fragen und Antworten bewerten (jeweils eine Bewertungsstimme pro Teilnehmendem und Frage/Antwort). Der oder die Fragenstellende kann eine Antwort als richtig (im Sinne von besonders hilfreich) markieren.

Die Teilnehmenden haben die Möglichkeit, mangelhafte Forumsbeiträge zu melden. Nachdem ein Beitrag dreimal gemeldet wurde, wird er automatisch gesperrt und dem Lehrteam zur Prüfung vorgelegt. Das Lehrteam kann dann entscheiden, ob der Beitrag dauerhaft gesperrt oder wieder freigegeben werden soll. Es ist auch möglich, dass das Lehrteam Beiträge unabhängig von der Meldung durch die Teilnehmenden blockiert. In diesem Fall sind die blockierten Beiträge nur für das Lehrteam sichtbar.

2.1.5 Quiz Recap

Diese Funktion ermöglicht Lernenden, den Kursinhalt vor den wöchentlichen Hausaufgaben und den Abschlussprüfungen zu rekapitulieren [3]. Zu Beginn einer Recap-Session wählt der/die Lernende die Anzahl der zu beantwortenden Fragen aus und erhält im Gegenzug einen Satz von Quizkarten mit Fragen in zufälliger Reihenfolge. In das Quiz Recap werden nur Selbsttestfragen mit Einfach- oder Mehrfachauswahl aufgenommen, die für die Lernenden zugänglich sind und nicht explizit durch das Lehrteam vom Recap-Modus ausgeschlossen wurden. Wenn ein:e Lerner:in eine Frage falsch beantwortet, wird die Frage in der Wiederholungssession wiederholt. Am Ende der Recap-Session wird ein Überblick über die Lernleistung angezeigt.

2.1.6 Lernziele

Die Begriffe *Learning Goals* und *Learning Objectives* werden häufig synonym verwendet, da beide das angestrebte Ergebnis eines Lernprozesses beschreiben. In unserem Zusammenhang ist ein Learning Goal eine allgemeine Aussage darüber, was ein:e Lernende:r zu einem bestimmten Zeitpunkt können wird. Dies kann sich beispielsweise auf das Ergebnis eines einzelnen Kurses beziehen, aber auch auf die Teilnahme an mehreren Kursen, die thematisch aufeinander aufbauen, um bestimmte Kompetenzen zu erwerben. Im Gegensatz dazu haben Learning Objectives einen engen Fokus und beschreiben spezifische und diskrete Einheiten von Wissen und Fähigkeiten, die erworben werden sollen. Diese Ziele sind die Ergebnisse von kurzfristigen Aktivitäten, die durch die Befolgung einer bestimmten Anzahl von Schritten erreicht werden können. Sie sind also spezifisch genug, um beobachtbar und messbar zu sein. Ein Learning Goal kann also mehrere Learning Objectives umfassen.

Es müssen geeignete Bewertungsmethoden vorhanden sein, um die Erreichung der Ziele zu messen und zu überprüfen. Nur wenn das Ergebnis messbar ist, kann eine quantifizierte Entscheidung über den Grad des Erfolgs getroffen und den Lernenden als Feedback zur Verfügung gestellt werden, was zur Selbstregulierung beitragen soll. MOOCs gruppieren die Inhalte in der Regel nach bestimmten Themen und behandeln verschiedene kleinere thematische Einheiten. Im Gegensatz zu der vorherrschenden Orientierung auf den Abschluss des Kurses können einzelne Learning Objectives als Ergänzung bestimmter Teile des Kursmaterials in Form von optionalen individuellen Lernpfaden verstanden werden. Daher definieren wir die Absolvierung dieser thematischen Einheiten als Grundlage für Learning Objectives, da sie die kleinste Einheit des vermittelten Wissens innerhalb eines Kurses darstellen. Die Überprüfung des erworbenen Wissens ist durch die angebotenen Aufgaben möglich. Darüber hinaus wird die Personalisierung dadurch erreicht, dass pro Kurs verschiedene didaktisch sinnvolle, vom Lehrteam und den Kursleiter:innen erstellte Learning Objectives angeboten werden, aus denen Lernende auf Wunsch eines auswählen und individuell verfolgen können.

Drei Arten von Zielen werden von der MOOC-Plattform des HPI unterstützt: (1) Erhalt eines Leistungsnachweises (siehe Abschnitt 2.1.1) durch Kursabschluss (2) Erhalt einer Teilnahmebescheinigung für das Bearbeiten eines bestimmten Anteils des Lernmaterials; und (3) Abschluss verschiedener thematischer Einheiten, die auf der Grundlage ausgewählter Wissenserwerbs- und Wissensüberprüfungselemente zusammengestellt und als Lernziele angeboten werden können.

Auswahl der Ziele Die Auswahl eines Ziels ist immer optional, um den offenen Charakter des Lernens in MOOCs nicht einzuschränken und Nutzer:innen, die den gewohnten traditionellen Lernpfad beibehalten wollen, nicht zu verärgern. Daher wurden persönliche Lernziele als Erweiterung und optionales Merkmal eingeführt.

Ein Zielauswahlfenster³¹ wird angezeigt, wenn Benutzer:innen zum ersten Mal auf den Lerninhalt zugreifen (siehe Abbildung 2.15). Das aktuell ausgewählte Ziel wird auf der Seite mit dem Kursverlauf angezeigt und kann jederzeit geändert werden. Frühere Evaluierungen haben gezeigt, dass es sinnvoll ist, die Lernenden ausdrücklich aufzufordern, ein Ziel auszuwählen, anstatt sich darauf zu verlassen, dass die Lernenden die Funktion selbst entdecken. Außerdem wurde empfohlen, eine Zielauswahl an verschiedenen Stellen im Kurs anzubieten [30, 32].

Neben der Auswahl und Bearbeitung eines Lernziels müssen die Lernenden ihre Fortschritte und Leistungen ständig evaluieren. Daher wurden Experimente durchgeführt, bei denen die Kursfortschrittsseite der Plattform [31] angepasst wurde, um Informationen über den Fortschritt bei der Erreichung des ausgewählten Lernziels zu liefern (Abbildung 2.16).

2.1.6.1 Zeitaufwand (für Lerneinheiten)

Einer der wichtigsten Faktoren für das Lernen in MOOCs ist die Fähigkeit, sich die Zeit individuell einzuteilen. Um sowohl das Zeitmanagement als auch die strategische Planung wirksam zu unterstützen, müssen die Lernenden über die ungefähre Zeit informiert werden, die sie für die Durchführung bestimmter Lernaktivitäten benötigen. In MOOCs umfassen diese Aktivitäten in erster Linie den Konsum des Lernmaterials in Form von Videos, Lesen von Textmaterial, Teilnahme an Quiz oder die Bearbeitung weiterer Aufgaben, z. B. Programmieraufgaben. Außerdem gibt es zusätzliche Aktivitäten, die zur erforderlichen Lernzeit beitragen. So muss beispielsweise die Zeit berücksichtigt werden, die in Diskussionsforen und für die Wiederholung von Lerninhalten aufgewendet wird. Vor allem die letztgenannten Aktivitäten werden von den Lernenden in sehr unterschiedlichem Maße durchgeführt. Die Zeit, die für das anfängliche Nutzen von Lernmaterial benötigt wird, kann jedoch für die meisten Lernenden als Referenz dienen. Daher wird der ungefähre Zeitaufwand für die Bearbeitung des Lernmaterials ermittelt und angegeben. Auf diese Weise können die Studierenden den geschätzten Zeitaufwand für bestimmte Kursinhalte vergleichen und ihre Lernzeiten entsprechend planen. Außerdem können die Studierenden ihre Lerneffizienz analysieren, indem sie die für den Stoff aufgewendete Zeit mit dem geschätzten Aufwand vergleichen. Die Schätzungen können somit eine Orientierung für Verbesserungsmöglichkeiten bieten und den Lernenden helfen, Zeitfresser zu eliminieren.

Damit die Studierenden die Angabe des geschätzten Zeitaufwands nutzen können, um z. B. ihre Lernzeiten zu planen, wird sie in die Kursnavigation eingefügt, da dies der Ort ist, der am stärksten ins Auge fällt und sich für die Studierenden am besten eignet, um die zu bearbeitenden Lerninhalte zu identifizieren. Außerdem wird der Aufwand am Seitebeginn jeder Lerneinheit angezeigt, sodass er bei der Bearbeitung des Materials berücksichtigt werden kann. Abbildung 2.17 zeigt die Darstellung der Angaben zum Zeitaufwand.

³¹Ein grafisches Overlay-Fenster, auch Dialog oder Pop-up genannt.

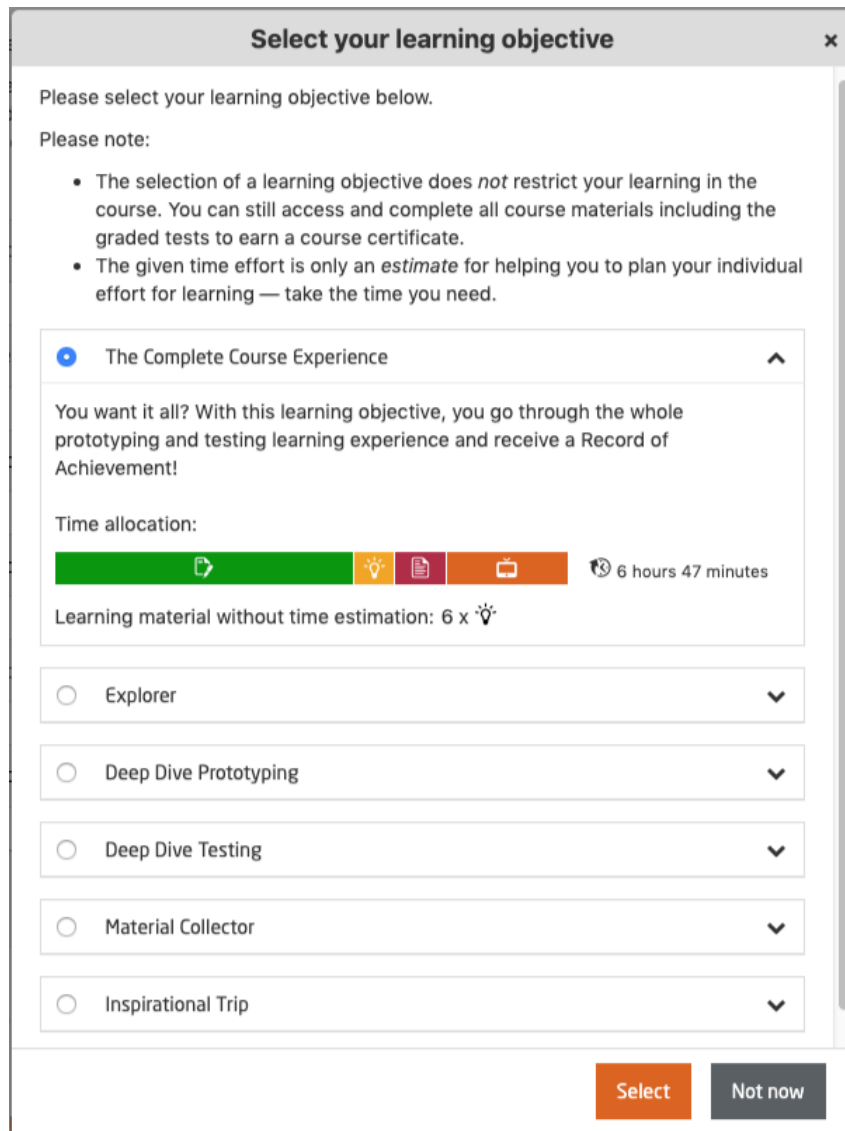


Abbildung 2.15: Fenster für die Auswahl eines Lernziels

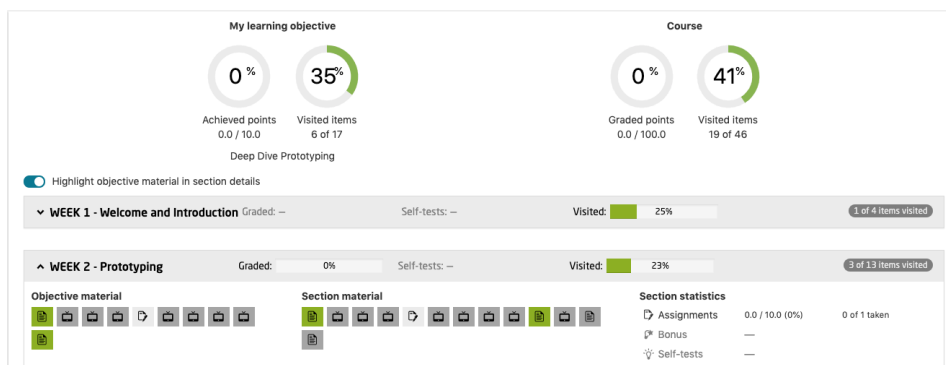
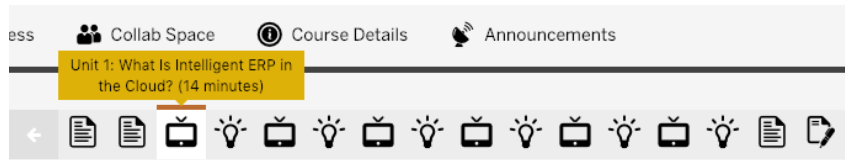


Abbildung 2.16: Dashboard zur Visualisierung des Fortschritts für ein ausgewähltes Lernziel und den gesamten Kurs



Unit 1: What Is Intelligent ERP in the Cloud? Time effort approx. 14 minutes

Abbildung 2.17: Screenshot der angezeigten Aufwandsinformationen in der Kursnavigation und auf der Seite der Lerneinheit für eine Beispiel-Lerneinheit

Eigentlich könnte der Zeitaufwand für eine Lerneinheit manuell ermittelt werden, was aber bei mehrwöchigen Kursen mit typischerweise zehn bis dreißig Einheiten pro Woche eine mühsame Aufgabe ist. Um den Aufwand zu begrenzen, ist die Unterstützung durch automatisierte Tools erforderlich.

2.1.6.2 Berechnung des Zeitaufwands

Die MOOC-Plattform des HPI bietet Videos, Lesematerial, Quiz, Peer-Assessments und Programmieraufgaben. Ein grundlegender Ansatz zur Ermittlung des geschätzten Zeitaufwands besteht darin, den tatsächlichen Inhalt und die strukturellen Merkmale der Einheiten zu berücksichtigen. Die Zeit, die für die Bearbeitung des Materials benötigt wird, kann jedoch von Person zu Person sehr unterschiedlich sein. Sie hängt von verschiedenen Faktoren ab, z. B. vom Bildungshintergrund der Studierenden, ihrer Vertrautheit mit dem Kursthema, der Kursgestaltung oder der Online-Lernumgebung im Allgemeinen. Auch die Intentionen der Studierenden für den jeweiligen Kurs haben einen großen Einfluss auf ihre Interaktion mit dem Kursmaterial. Es werden viele verschiedene Strategien angewandt, um sich die Lerninhalte anzueignen. So sehen sich einige Lernende ein Video vielleicht mit erhöhter Abspielgeschwindigkeit an, wenn sie mit dem Thema vertraut sind, während andere ein Video häufig unterbrechen, um über bestimmte Aspekte nachzudenken, zurückzuspringen, wenn sie einen Teil nicht verstanden haben, oder zusätzliches Material zu recherchieren. Ebenso werden einige Lernende den Inhalt nur überfliegen, während andere fleißig Selbsttests absolvieren, um ihr erworbenes Wissen zu überprüfen. Die Berechnung allein auf der Grundlage der Lerninhalte kann daher nur eine grobe Annäherung sein.

Eine genauere Berechnung kann durch die Einbeziehung historischer Daten erreicht werden. So kann beispielsweise die durchschnittliche Dauer für die Abgabe von Quizfragen genutzt werden, um allgemeine Tendenzen für den Zeitaufwand von Quizfragen zu ermitteln. Eine der implementierten Metriken ist die durchschnittliche Zeit, die die Lernenden mit einem bestimmten Thema verbringen. Zusätzlich zur Einbeziehung der Daten aller Lernenden könnte die Schätzung weiter personalisiert werden, indem die Lernstile und -merkmale der Studierenden berücksichtigt werden. Zu diesem Zweck könnten die Präferenzen und der Verlauf der Lernenden, (benutzerspezifische) Lernanalysedaten oder andere Techniken, wie z. B. maschinelles Lernen, verwendet werden. Der Nachteil dieser Ansätze ist,

dass vorherige Kurs- oder Nutzungsdaten, d. h. ein früherer Durchlauf des Kurses oder eine gewisse Menge an gesammelten Daten zu den Lernenden benötigt werden. Ist dies nicht der Fall, müssen vorerst einfache Ansätze angewendet werden, die erste Schätzungen ermöglichen. Da eine strenge Berechnung das Risiko birgt, die Lernenden unter Druck zu setzen und sie zu verunsichern, ist die Schätzung eher großzügig.

2.1.7 Mobile Anwendungen

Ergänzend zur Webplattform werden native mobile Anwendungen für iOS und Android entwickelt, die die Nutzer:innen auf ihren Smartphones und Tablets installieren können. Die mobilen Anwendungen der MOOC-Plattformen des HPI konzentrieren sich auf die Bereitstellung der wesentlichen Funktionen einer Plattform: die Interaktion mit den Kursinhalten [29]. Dieser Schwerpunkt wurde gewählt, weil der Implementierungsaufwand steigt, wenn mehrere Clients für den Zugang zu einer Plattform bereitgestellt werden. Anstatt jede Plattformfunktion für die mobilen Anwendungen zu optimieren, sind viele nicht wesentliche Funktionen über eingebettete Webansichten innerhalb der mobilen Anwendung verfügbar. Auf diese Weise wird der Implementierungsaufwand verringert, während gleichzeitig alle Kernfunktionen der MOOC-Plattform des HPI in einer benutzerfreundlichen Form für mobile Geräte bereitgestellt werden.

Unsere mobilen Anwendungen zielen darauf ab, die Benutzerfreundlichkeit zu verbessern und die Interaktionsmuster für Lernende auf mobilen Geräten zu optimieren. Gleichzeitig sind sie konservativer in ihrer Datennutzung als die Web-Anwendung. Sie ermöglichen eine tiefere Integration in das Betriebssystem des Mobilgeräts, z. B. über das Benachrichtigungssystem oder durch Zugriff auf den lokalen Speicher. So bieten unsere mobilen Anwendungen netzunabhängige Lernaktivitäten, indem sie das Lernmaterial auf das mobile Endgerät herunterladen und dort speichern [2]. Auf diese Weise wird die primäre Webplattform nicht nur durch mobile Anwendungen repliziert, sondern für das mobile Lernen erweitert.

2.1.8 Gameful Learning

Gameful Learning ist ein Überbegriff für *Game-based Learning* und *Gamification* und beschreibt den Einsatz von Spielen, Spielelementen oder Spielmechaniken in Lernumgebungen [13]. Es kann mit spielerischem Lernen übersetzt werden und auf vielfältige Weise auf Plattformen, in Kursen und in Lerneinheiten angewendet werden. Die am häufigsten verwendete Methode zur Anwendung von spielerischem Lernen ist Gamification auf Plattformebene. Typische Plattform-Gamification-Elemente sind die Anzeige eines bestimmten Erfahrungsstatus pro Nutzer:in, Bestenlisten oder bestimmte Abzeichen. Der Einsatz von Gamification-Elementen auf openHPI wurde recht gründlich erforscht. Im Jahr 2015 untersuchten mehrere Studierende im Rahmen eines Masterprojekts die Möglichkeiten von Gamification und empfahlen eine Reihe von Elementen, die umgesetzt werden sollten. Diese Arbeit wurde in mehreren Masterarbeiten und in Zusammenarbeit mit einem externen Studie-



Abbildung 2.18: Detektiv Duke und sein Roboter arbeiten an Java-Code

renden und einem professionellen Game-Designer weiter ausgearbeitet. Obwohl Gamification Vorteile bietet, bringt sie auch eine Reihe von Nachteilen mit sich. Im Grunde wurzelt Gamification in der höchst umstrittenen behavioristischen Lerntheorie von B.F. Skinner, die bereits vor Jahrzehnten von Noam Chomsky widerlegt wurde [54]. Strukturelle Plattform-Gamification mit Punkten, Abzeichen und Bestenlisten kann gar die intrinsische Motivation der Lernenden verringern und sollte daher sparsam und wohlüberlegt eingesetzt werden [14].

Aus diesem Grund wurde der tatsächliche Einsatz von Gamification auf der Plattform im Vergleich zu den ursprünglichen Plänen erheblich reduziert. Die wichtigsten Elemente sind *Erfahrungspunkte* (XP), die zur Bestimmung der „Glaubwürdigkeit“ der Lernenden verwendet und den anderen Lernenden in Form von Statussymbolen auf der Grundlage von Judogürteln neben dem Avatar der Lernenden im Diskussionsforum angezeigt werden. Die wichtigste Quelle, um XP zu verdienen, ist das Diskussionsforum. Alle Lernenden können Fragen und Antworten bewerten; während der oder die Lernende, der/die die Frage gestellt hat, eine Antwort als diejenige akzeptieren, die das Problem gelöst hat. Unser Ziel ist es, Qualität und nicht Quantität zu belohnen. Daher können nur sehr wenige XP für das Stellen von Fragen oder das Posten von Antworten verdient werden, wohingegen Lernende viel mehr XP verdienen können, indem sie Upvotes erhalten oder eine Antwort als Lösung akzeptiert wird:

- Benutzer:in beantwortet eine Forumsfrage: 1 XP
- Benutzer:in erhält eine positive Bewertung für eine Frage: 5 XP
- Benutzer:in erhält ein Upvote auf eine Antwort: 10 XP
- Die Antwort des/der Lernenden wird von Verfasser:in der Frage akzeptiert: 30 XP

Anstatt uns weiter auf strukturelle Gamification zu konzentrieren, haben wir unsere Forschung auf Themen wie inhaltliche Gamification, Serious Games und Story-based Learning [17] konzentriert. Zu diesem Zweck haben wir unsere Java-Programmierungskurse durch eine Detektivgeschichte (Story) erweitert, die den Kursen eine verständliche Struktur verleiht. Ein solcher Ansatz ist vor allem bei anspruchsvollen Kursthemen sinnvoll. Wenn das Lernziel mit Videos und Quiz-Fragen schwer zu erreichen ist, brauchen die Lernenden mehr praktische Übungen, um ihr Wissen durch die praktische Anwendung des Gelernten zu vertiefen. Selbst wenn der Kursinhalt leicht zu verstehen ist, ist es einfacher, das neu erworbene Wissen direkt in einem globalen Kurskontext anzuwenden, als sich bei jeder Aufgabe auf ein neues Problem zu konzentrieren. Forschungsergebnisse deuten auch darauf hin, dass Story-Ansätze die wahrgenommene Qualität der Lernmaterialien verbessern [16]. Daher ist es ratsam, solche Form des spielerischen Lernens für Kursmaterialien zu verwenden.

Die Geschichte von Detektiv Duke (siehe Abbildung 2.18) erstreckt sich mittlerweile über drei verschiedene Detektivfälle in drei unserer Java-Kurse. Die Geschichte wurde durch das Hinzufügen von Videos, Texten, Quiz-Fragen und Übungen in den Kurs implementiert (siehe Abbildung 2.19). Darüber hinaus bot einer der Kurse ein Serious Game [13], also ein kurzes Lernspiel das speziell für diesen Kontext erstellt wurde, im selben Universum an.

2.1.8.1 Open Badges

Open Badges werden als Äquivalent zum Leistungsnachweis ausgestellt, um das Teilen des erfolgreichen Abschlusses von Kursen in Portfolios wie LinkedIn oder Degreed oder auf anderen sozialen Medienkanälen zu vereinfachen.

Wie bereits erwähnt, beträgt in openHPI der erforderliche Prozentsatz an Punkten bzw. besuchten Lerneinheiten 50 %. Dieser Wert ist für die jeweilige Plattform konfigurierbar. Der Standardwert der Plattform kann für den jeweiligen Kurs überschrieben werden. Wir empfehlen jedoch, sich an die festgelegten plattformweiten Werte zu halten.

Wie bei den Leistungsbescheinigungen erwähnt, enthalten Leistungsnachweise und Zertifikate eine Verifizierungs-URL und einen QR-Code. Da es sich bei den ausgestellten Leistungsbescheinigungen nur um herunterladbare PDF-Dateien handelt, könnten Lernende mit genügend krimineller Energie versuchen, die Ergebnisse oder den Namen des/der Teilnehmenden zu verfälschen. Die Verifizierungs-URL liefert die Originalinformationen, die dann leicht mit der vorgelegten Leistungsbescheinigung verglichen werden können. Der QR-Code vereinfacht diese Überprüfung, da er einfach mit einem Mobilgerät gescannt werden kann, um die Überprüfungs-URL zu öffnen.

2.1.9 Helpdesk und Chatbot

Der Helpdesk, der unter Abbildung 2.21 zu sehen ist, wird für Supportanfragen von unseren MOOC-Plattformen genutzt. Bei der Erstellung einer Anfrage an den Helpdesk muss der/die Benutzer:in auswählen, ob es sich um eine allgemeine

2 Funktionalität und Format



Abbildung 2.19: Story-Elemente, die verwendet wurden, um die Geschichte für Duke und seine Detektivfälle voranzutreiben

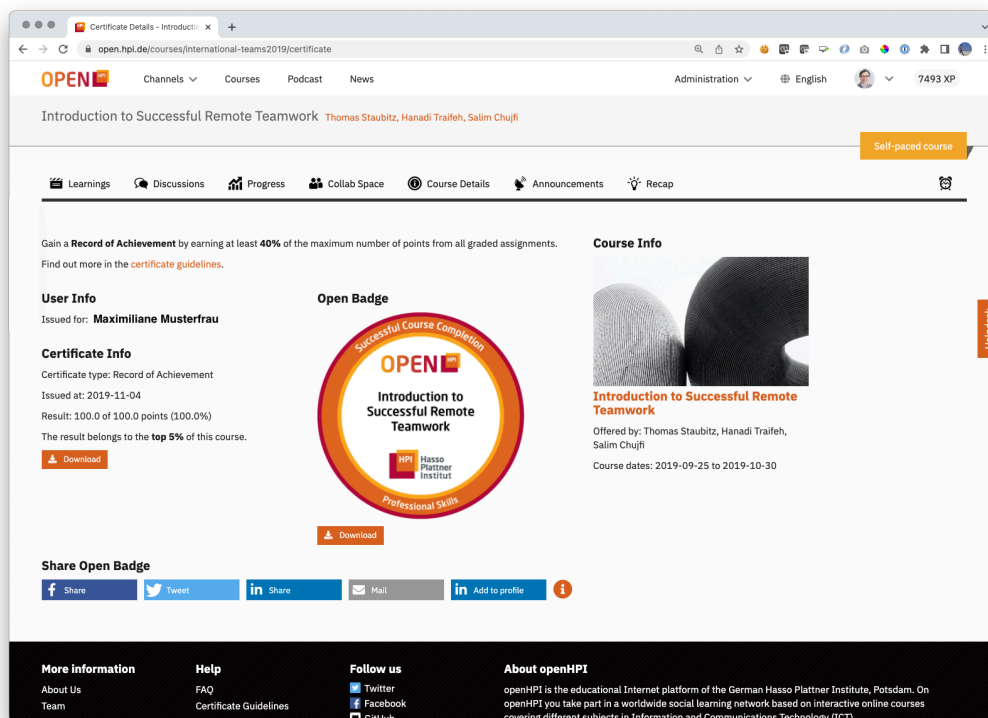


Abbildung 2.20: Überprüfung von Leistungsnachweisen und Open Badge

Abbildung 2.21: openHPI Helpdesk-Widget

oder eine kursbezogene Frage handelt. Wenn ein:e Lernende:r direkt das Helpdesk-Formular öffnet, wenn er/sie sich in einem Kurs befindet, ist dieser Kurs als Kategorie vorausgewählt. Darüber hinaus müssen ein Titel und eine Beschreibung hinzugefügt werden. Für jede Supportanfrage wird ein Ticket in einem externen Ticketsystem erstellt, das dann manuell beantwortet werden muss. In den letzten zehn Jahren wurden über den Helpdesk der drei größten Plattformen (openHPI, openSAP und OpenWHO) etwa 156.000 Tickets erstellt.

Im Jahr 2020 haben wir die eingegangenen Tickets analysiert, um die am häufigsten verwendeten Sprachen und angefragten Themen zu ermitteln. Für openHPI wurden rund 11.500 Supportanfragen³² ausgewertet. Nahezu 80 % der analysierten Tickets wurden in deutscher Sprache verfasst. Eine stichwortbasierte Suche nach häufigen Themen (visualisiert in Abbildung 2.22) zeigte, dass die meisten Tickets mit Fragen zum Thema *Übungsaufgaben (Exercise)* erstellt wurden, gefolgt von Fragen entweder zum Thema *E-Mail* oder *Leistungsbescheinigung (Certificate)* (jeweils etwa 7 %).

Seit Beginn der COVID-19-Pandemie ist die Zahl der Nutzer:innen von OpenWHO und damit auch die Zahl der Support-Anfragen rapide gestiegen. Dementsprechend entfallen auf OpenWHO die meisten Supportanfragen aller Plattformen

³²Datenzeitraum: 11.2014 – 01.2020.

2 Funktionalität und Format

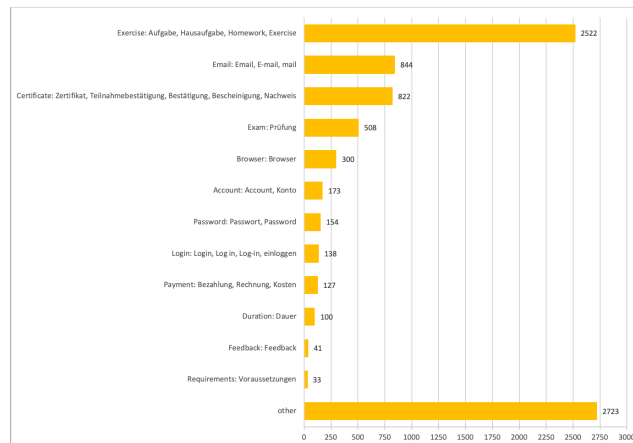


Abbildung 2.22: openHPI: Häufigste Themen von Supportanfragen über eine stichwortbasierte Suche. Datenzeitraum: 11.2014 – 01.2020.

und der größte Anteil unserer analysierten Tickets. Ca. 25.500 Tickets³³ wurden ausgewertet, davon 83 % in englischer Sprache. Wie bei openHPI wurde auch bei den englischen Tickets eine stichwortbasierte Suche durchgeführt. Mit 6.000 Nennungen ist das Stichwort *Zertifikat* (*Certificate*) das am häufigsten angefragte Thema. Es folgen die Themen *Prüfung* (*Exam*), *E-Mail* und *Login*. Die Verteilung der häufigsten Themen ist in Abbildung 2.23 dargestellt.

Viele der häufigsten Fragen werden bereits in den FAQ-Bereichen der Plattformen beantwortet. Dennoch befasste sich knapp die Hälfte der Tickets mit diesen – vergleichsweise einfachen – Fragen und Wünschen, was zu zeit- und kostenintensiven manuellen Rückmeldungen durch das Helpdesk-Team führte. Das Problem verschärft sich, wenn die Nutzer:innen mit der ersten Antwort unzufrieden sind und erneut nachfragen. Darüber hinaus erhöht sich durch die große Anzahl der erstellten Tickets die Zeit bis zum Erhalt einer Antwort für jedes Ticket, was zu frustrierten Lernenden führt. Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken, wurde die Entwicklung von *Konversationsagenten* eingeleitet. In einem ersten Schritt soll der Chatbot den Nutzer:innen bei einfachen Anfragen helfen. Da die Chatbot-Domäne regelmäßig um neue *Intents* erweitert wird, können auch neue FAQs schnell durch den Chatbot beantwortet werden. Wenn der Chatbot nicht helfen kann, kann immer noch Unterstützung vom Helpdesk-Team angefordert werden, indem ein „herkömmliches“ Ticket erstellt wird.

Bei der aktuellen Version handelt es sich um ein dialogbasiertes System in traditioneller Konversationsform. Die Benutzeroberfläche von OpenWHO wird wie in Abbildung 2.24 gezeigt verändert. Die Nutzer:innen können zwischen der ursprünglichen Helpdesk-Ansicht und der Chatbot-Ansicht wählen. Die Standardansicht zeigt den Chatbot, der die Nutzer:innen ermutigt, das dialogbasierte System zu erkunden und auszuprobieren.

³³Datenzeitraum: 02.2017 – 05.2020.

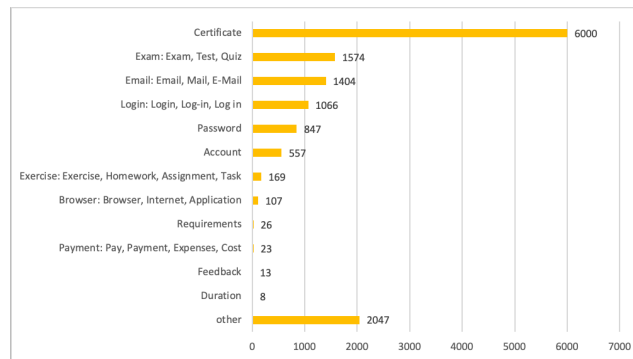


Abbildung 2.23: OpenWHO: Häufigste Themen von Supportanfragen über eine stichwortbasierte Suche. Datenzeitraum: 02.2017 – 05.2020.

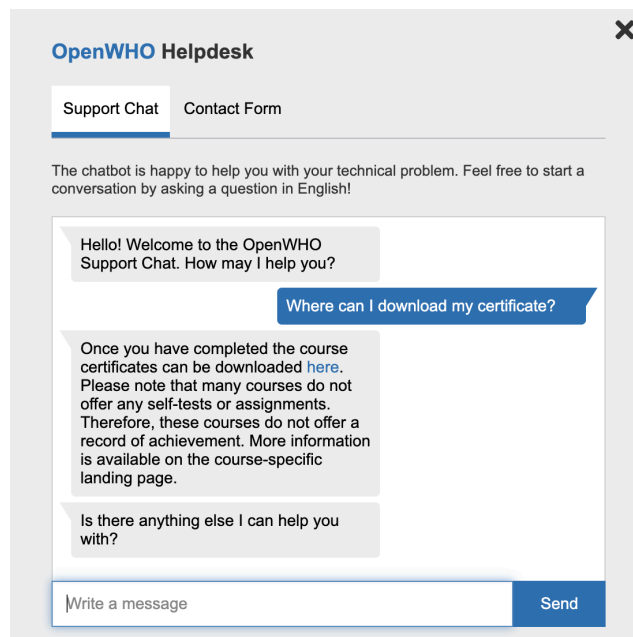


Abbildung 2.24: Gesprächsbeispiel mit dem Chatbot auf OpenWHO

Die Nutzer:innen können die Nützlichkeit der Antworten des Chatbots bewerten und Feedback geben. Zu diesem Zweck wird am Ende jedes Gesprächs eine einfache 5-Sterne-Bewertung angezeigt. Im Rahmen der Selbstlernfähigkeit des Chatbots wird das Feedback ausgewertet und auf dieser Grundlage die Domäne aktualisiert. Der Chatbot schlägt mehrere Themen vor, wenn eine Frage nicht verstanden wird. Benutzer:innen können dann eines der Themen auswählen oder versuchen, die Frage umzuformulieren. Die ursprüngliche Frage der Benutzer:innen wird manuell zu den Varianten des ausgewählten Themas hinzugefügt, um das Wissen des Chatbots zu erweitern.

Derzeit ist der Chatbot nur auf der OpenWHO-Plattform für die allgemeine Öffentlichkeit aktiviert. Auf KI-Campus und openHPI ist er in einer Testphase und nur für eine ausgewählte Gruppe von Benutzer:innen verfügbar.

2.2 Admin-Funktionen

In diesem Abschnitt beschränken wir uns auf die Beschreibung der Ankündigungs- und Reportmöglichkeiten, die Plattform- und Kurs-Dashboards, Forschungsoptionen, unsere Kurs-Feeds und das TransPipe-Tool zur Unterstützung des Prozesses automatischer oder manueller Erstellung von Untertiteln. Wie unter Abschnitt 2.1 beschrieben, unterstützt die Plattform eine Vielzahl von Funktionen, die eine zahlreiche administrative Funktionen mit sich bringt wie die Konfiguration von Kurseinstellungen und Metadaten, die Erstellung von Kursstrukturen und das Hinzufügen von Inhalten, die Verwaltung von Lernenden, Abgaben, Leistungsbescheinigungen und vieles mehr. Die detaillierte Beschreibung dieser Funktionen überlassen wir unserem Benutzerhandbuch,³⁴ da dies den Rahmen dieses Berichts sprengen würde.

2.2.1 Nachrichten und Ankündigungen

Die Plattform unterstützt den Versand von kursbezogenen Ankündigungen und globalen, kursunabhängigen Nachrichten. Beide Mitteilungsarten werden per E-Mail an die Empfänger verschickt und auf der Plattform angezeigt – entweder im Nachrichtenbereich der Plattform oder innerhalb eines Kurses.

2.2.1.1 Kursankündigungen

Innerhalb eines Kurses sollten die Lernenden zu verschiedenen Zeitpunkten mit Informationen über den Kurs versorgt werden. Zunächst wird unmittelbar nach der Einschreibung in den Kurs eine erste Nachricht verschickt. Je nach Einschreibedatum sollte die E-Mail Informationen über den Beginn des Kurses und den allgemeinen Kursablauf enthalten. So entfällt z. B. die Information über den Kurs-

³⁴<https://teachingteamguidelines.readthedocs.io>; letzter Zugriff: 02.09.2022.

beginn, wenn der Kurs in den Selbstlernmodus gewechselt ist; stattdessen sollte in der E-Mail auf den Selbstlernmodus des Kurses hingewiesen werden.

Während des Kurses sollte das Lehrteam die Lernenden informieren, sobald eine neue Kurswoche begonnen hat oder neue Materialien ergänzt wurden. Es hat sich auch bewährt, auf bevorstehende Fristen mit einer gesonderten Ankündigung hinzuweisen, um die Lernerfahrung zu verbessern. Wir beenden unsere Kurse oft mit einer abschließenden Danksagung, die Kursstatistiken enthält und um Lerner-Feedback bittet, damit das Lehrteam seine Methoden und Materialien verbessern kann.

Für die Forschung kann es auch hilfreich sein, in den Kursankündigungen auf bestimmte Lerninhalte hinzuweisen oder relevante Umfragen hervorzuheben. Für das Lehrteam sind Kursankündigungen ein wichtiges Instrument, um mit den Lernenden zu interagieren und die Zufriedenheit der Lernenden zu verbessern.

2.2.1.2 Globale Nachrichten

Die Neuigkeiten-Funktion dient dazu, eine Nachricht an alle registrierten Nutzer:innen der Plattform zu senden. Der Newsletter dient in der Regel dazu, wichtige Informationen über neue und kommende Kurse, Plattformfunktionen und zeitlich begrenzte Sonderangebote zu übermitteln. Im Gegensatz zu den kursinternen Ankündigungen, die ausschließlich in der primären Kurssprache verfasst sind, unterstützen die globalen Nachrichten generell alle angebotenen Plattformsprachen. Dementsprechend enthält das Formular zum Erstellen solcher globalen Ankündigungen nicht nur einen Titel und einen Text in der Standardsprache der Plattform (in der Regel Englisch), sondern auch Titel und Text für alle verfügbaren Übersetzungssprachen. Beim Versand der Nachrichten erkennt die Plattform automatisch die von den Nutzer:innen gewählte Plattformsprache und versendet die Nachrichten in der jeweiligen Sprache. Die E-Mail wird in der Standardsprache der Plattform versandt, wenn keine Übersetzung verfügbar ist.

2.2.1.3 Targeted Announcements

Zusätzlich zum Versand von Ankündigungen an alle registrierten Plattformnutzer:innen können Plattformadministrator:innen gezielte Ankündigungen an eine vordefinierte Nutzungsgruppe senden. Mit dieser Funktion kann eine Benutzungsgruppe definiert werden, die bestimmte Anforderungen erfüllt, um diese dann per E-Mail zu kontaktieren. So ist es z. B. möglich, nur diejenigen Nutzer:innen über einen neuen Kurs oder ein anderes wichtiges Thema zu informieren, die zuvor in mindestens einem Kurs aus einer Kursauswahl zu einem bestimmten Thema einen Leistungsnachweis erbracht haben. Diese Funktion ist sowohl für Marketing- als auch für Forschungszwecke hilfreich.

Bislang musste ein:e Entwickler:in in den meisten Fällen die Gruppe für die gruppenspezifische Ankündigung manuell erstellen. In Zukunft wird ein Self-Service für Plattformadministrator:innen zur Verfügung stehen, mit dem die Gruppe für ein Targeted Announcement aus einem Standardrepertoire von Metriken konfiguriert werden kann.

2.2.2 Dashboards und Statistiken

Die Plattform bietet separate Dashboards für plattformweite und detailliertere Statistiken für kursspezifische Daten.

2.2.2.1 Plattform-Dashboard und Statistiken

Das Plattform-Dashboard gibt einen schnellen Überblick über die wichtigsten plattformweiten KPIs. Zu diesen KPIs gehören die Gesamtzahl der Kurseinschreibungen, die durchschnittlichen Kurseinschreibungen pro Lernenden, die Gesamtzahl der registrierten Lernenden auf der Plattform und die aktiven Lernenden. Das Dashboard enthält auch Statistiken über Helpdesk-Anfragen sowie die Anzahl der ausgestellten Leistungsnachweise und vergebenen Abzeichen. Zusätzlich können weitere Einblicke in die Metriken der Lernenden angezeigt werden, wie z. B. die Altersverteilung und andere Profildaten, die Standorte der Nutzer:innen, eine Aktivitäts-Heatmap und die für den Zugriff auf die Plattform verwendeten Clients (Desktop-Browser, mobiler Browser, native App). Die meisten dieser KPIs werden nicht nur als Gesamtzahlen aufgelistet, sondern auch nach verschiedenen Zeitspannen gefiltert, z. B. die letzten 24 Stunden oder die letzten sieben Tage (siehe Abbildung 2.25 und Abbildung 2.26).

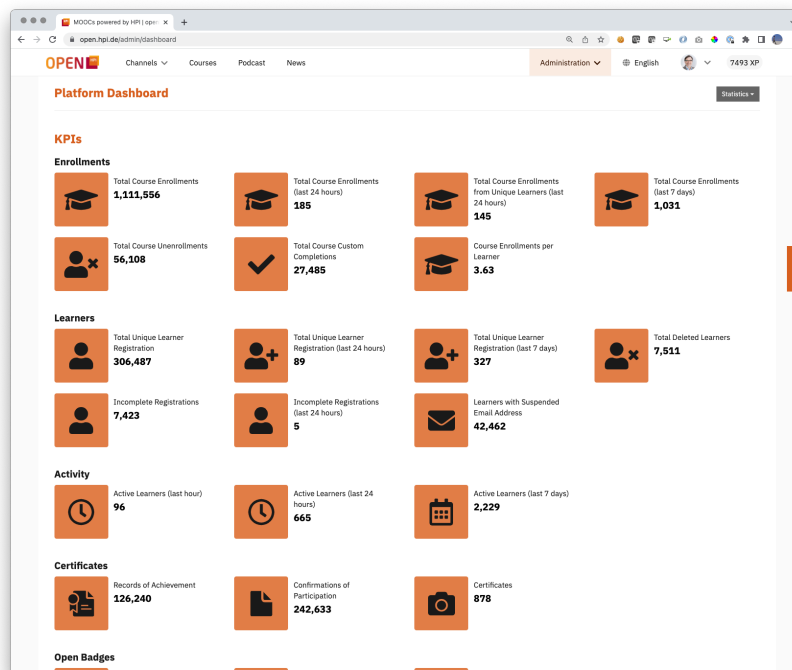


Abbildung 2.25: Plattform-KPIs mit verschiedenen numerischen Metriken

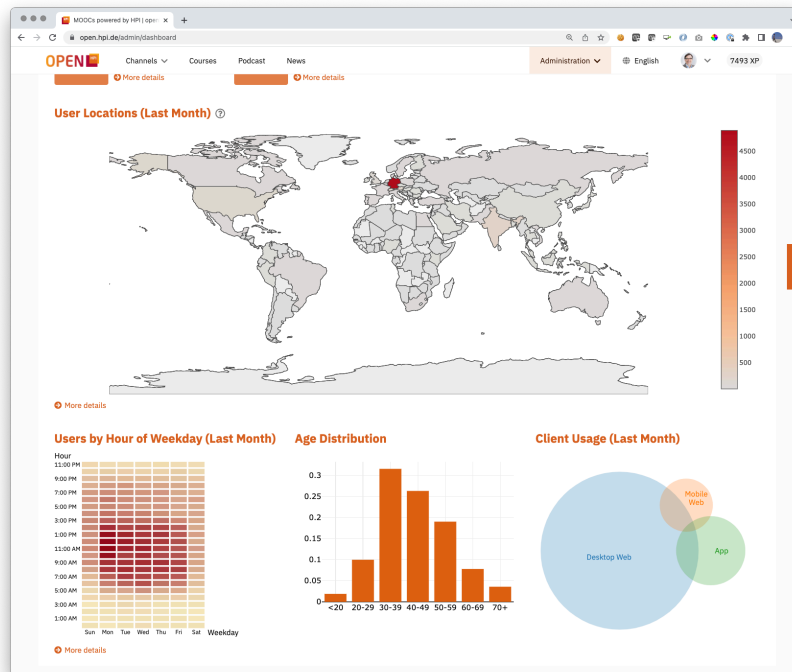


Abbildung 2.26: Plattform-Dashboard mit Nutzer:innenstandort, Aktivitäts-Heatmap, Altersverteilung und Client-Nutzung

Das Dashboard bietet zusätzlich ein Menü, das Plattformadministrator:innen detailliertere Statistiken über die Aktivitäten und den geografischen Hintergrund der Lernenden, den Status globaler Ankündigungen, Qualitätswarnungen, Social Shares und Plattform-Referrer liefert.

2.2.2.2 Kurs-Dashboard und Statistiken

Während das allgemeine Plattform-Dashboard nur für Plattformadministrator:innen verfügbar ist, können Kursleiter:innen und Lehrteams mit dem Kurs-Dashboard einen schnellen Überblick über die KPIs in ihrem Kurs erhalten. Das Dashboard enthält allgemeine Informationen über Einschreibungen, Aktivitäten und Leistungsbeurteilungen sowie detailliertere Nutzungsinformationen (siehe Abbildung 2.27).

Neben den gesamten Kurseinschreibungen zeigt dieses Dashboard Momentaufnahmen der Einschreibungen zu bestimmten Zeitpunkten an, z. B. der letzten 24 Stunden oder zu Kursbeginn, -mitte und -ende. Neben den Einschreibungen wird auch die Anzahl der aktiven Nutzer:innen zum aktuellen Zeitpunkt, zur Kursmitte und zum Kursende angezeigt. In diesem Zusammenhang werden aktive Nutzer:innen als Nutzer:innen definiert, die mindestens eine Kurseinheit besucht haben. Wir bezeichnen sie oft als „Shows“ im Gegensatz zu den sogenannten „No-Shows“, d. h. Teilnehmenden, die sich für einen Kurs angemeldet aber nie mit der Teilnahme begonnen haben. Die interessanteste Zahl sind hier die „Shows zur Kursmitte“, die als Grundlage für die Berechnung der Kursabschlussrate die-

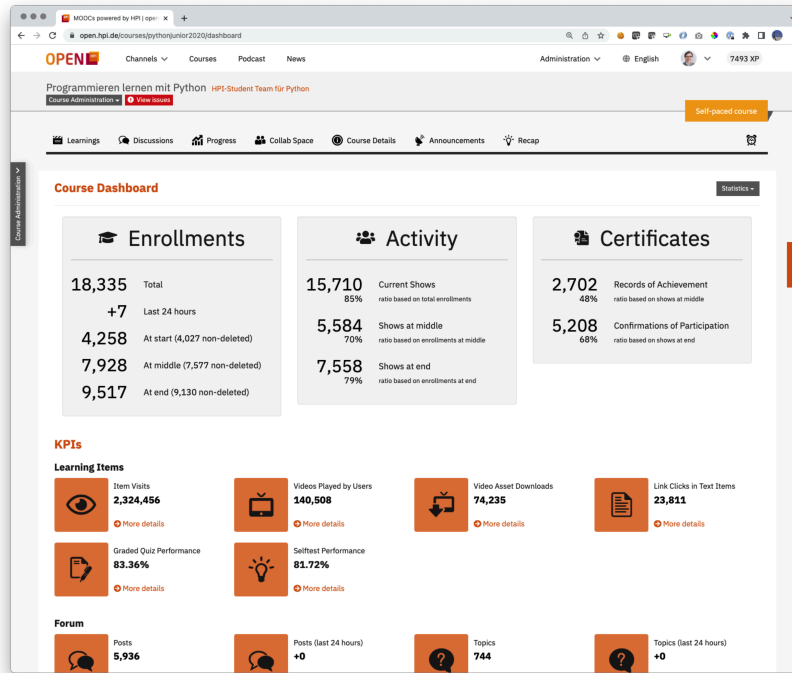


Abbildung 2.27: Kurseinschreibungen und Abschlussquoten

nen. Der Grund für die Verwendung dieser Zahl anstelle der Gesamtzahl der Einschreibungen zur Berechnung des Kursabschlusses liegt darin, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit nur die Nutzer:innen, die sich vor Kursmitte eingeschrieben haben, eine Leistungsbescheinigung erwerben können. In den meisten Fällen haben Nachzügler bereits die Hälfte der für die Leistungsbescheinigung relevanten Aufgaben verpasst und können daher wahrscheinlich nicht die erforderliche Mindestpunktzahl für die Leistungsbescheinigung erreichen.

Die „Mitte“ des Kurses wird automatisch aus dem Datum des Kursbeginns und des Kursendes errechnet; es besteht jedoch auch die Möglichkeit, dieses Datum manuell zu überschreiben. Das Überschreiben des Datums der Kursmitte kann erforderlich sein, wenn bestimmte Gegebenheiten in einem Kurs von unseren empfohlenen Standards abweichen, z. B. wenn ein Kurs außer der Abschlussprüfung keine weiteren Aufgaben enthält.

Das Kurs-Dashboard enthält auch KPIs für detaillierte Nutzungsinteraktionsergebnisse, wie z. B. die Anzahl der Aufrufe von Lerneinheiten, Videowiedergaben oder Videodownloads. Kursleiter:innen können sich einen Überblick über die Leistungen verschaffen, die in den benoteten Übungen und Selbsttests erzielt wurden. Als Nächstes listet das Kurs-Dashboard die aktiven und passiven Forumsaktivitäten für den gesamten Kurszeitraum und für die letzten 24 Stunden auf. Darüber hinaus zeigen zwei interaktive Liniendiagramme die Entwicklung der Kurseinschreibungen im Laufe der Zeit (siehe Abbildung 2.28), was ein guter Indikator

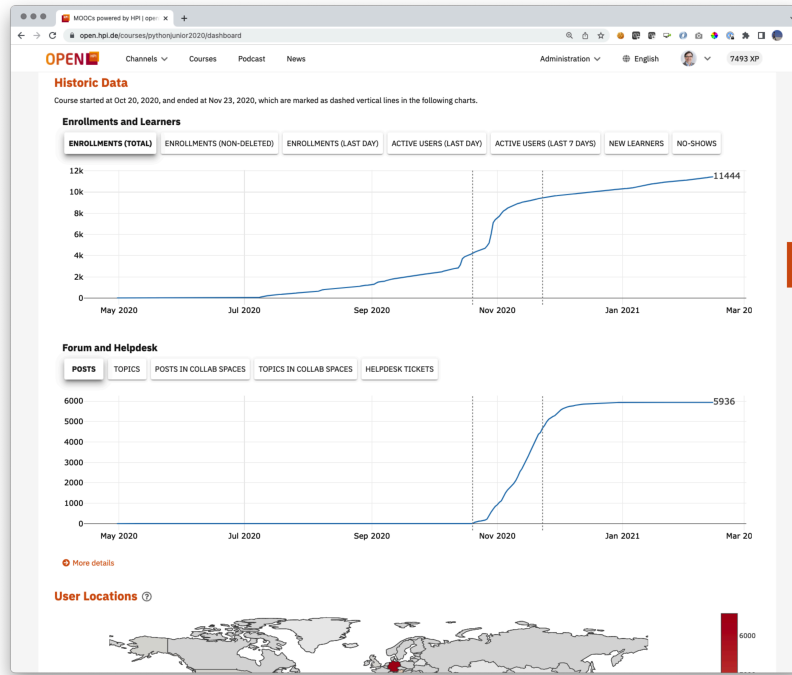


Abbildung 2.28: Kurseinschreibungen, Foreninteraktion und Helpdesk-Tickets im Zeitverlauf

dafür ist, welche Marketingkampagnen erfolgreich waren, sowie die Entwicklung der Foreninteraktion im Laufe der Zeit.

Wie im Plattform-Dashboard gibt es Informationen über den geografischen Standort der Lernenden, die Altersverteilung und die Client-Nutzung mit Daten nur für diesen Kurs. Verschiedene Unterseiten des Dashboards können detailliertere Informationen über die Besuche von Lerneinheiten, Videos, Downloads, Textelemente, Quiz-Antworten, Kursabschnitt-Konversionen, die Foreninteraktion, die geografische Herkunft, Ankündigungen und Social Shares liefern.

2.2.3 Berichte/Reports

Während die Dashboards einen schnellen Überblick über die grundlegenden Plattform- und Kursdaten bieten, reichen diese Voreinstellungen oft nicht aus, um spezifischere Forschungsfragen zu beantworten oder detailliertere Daten zu erhalten. Zu diesem Zweck verfügt die Plattform über verschiedene Report-Optionen für Kurs-, Benutzer-, Quiz-, Forums- und andere Kursdaten. Aus Gründen des Datenschutzes sind alle Berichte in der Regel pseudonymisiert. Darüber hinaus erfordert das Herunterladen von Reports zusätzliche Berechtigungen, die über die Befugnisse der einfachen Plattformadministrator:innen hinausgehen, sodass nur Benutzer:innen, die im Umgang mit Nutzungsdaten ausreichend geschult sind, Zugang haben.

Alle Berichte enthalten mehr oder weniger Rohdaten und sind so konzipiert, dass sie mit Datenanalysetools weiterverarbeitet werden können. Es gibt eine Vielzahl solcher Tools, und jede:r Forschende ist es gewohnt, mit einem anderen zu arbeiten. Daher haben wir uns entschlossen, das Exportformat einfach zu halten und eine Kompatibilität mit möglichst vielen dieser Tools zu bieten. Daher werden die Berichte in Form von .csv-Dateien bereitgestellt.

Kursbericht Kursberichte enthalten alle Informationen über die Interaktionen der Lernenden im Rahmen eines Kurses. Zu den Interaktionsdaten gehören die Aktivität im Forum, die Anzahl und der Prozentsatz der besuchten Einheiten, die Ergebnisse von Selbsttests und Prüfungen und vieles mehr. Jede Zeile des Berichts steht für eine:n Lernende:n. Die Plattform bietet Optionen zur Konfiguration der enthaltenen Informationen, z. B. können Profildaten hinzugefügt werden.

Benutzerbericht Benutzerberichte enthalten Informationen über jede:n registrierte:n Benutzer:in auf der Plattform, einschließlich Profilinformatoren, Einschreibungen und mehr.

Quiz-Abgabebericht Ein Quiz-Abgabebericht enthält alle Informationen zu den gegebenen Antworten in einem Quiz. Jede Zeile steht für die gegebene Antwort eines/einer Lernenden, die Spalten für Fragen und Antworten. Ausgewählte Antworten werden mit einer Eins markiert, nicht ausgewählte Antworten mit einer Null, und eine leere Zeichenfolge wird eingefügt, wenn der/die Lernende keine Antwort gegeben hat.

Kursforumbericht Die Kursforumberichte enthalten die Diskussionsbeiträge im Forum und deren Beziehung zueinander (Thema, Antwort, Kommentar).

Statistische Berichte Weitere Berichte wie die Kursereignisse, die Kursinhalte oder Kurszusammenfassungen sind verfügbar.

2.2.4 A/B-Tests

Randomisierte kontrollierte Studien (RCTs) sind ein wesentliches Instrument der wissenschaftlichen Forschung, um die Auswirkungen einer Behandlung auf Testpersonen zu untersuchen. Zusammen mit Prä- und Post-Tests sind RCTs eine leistungsfähige Methode für quantitative Analysen in der Bildungswissenschaft. In der Regel werden in einer RCT verschiedene Optionen eines Experiments für verschiedene Nutzungsgruppen getestet. In der Informatik und der allgemeinen Webentwicklung wird dieses Verfahren oft als A/B-Testing bezeichnet. Unsere Plattform stellt seit 2015 A/B-Tests auf der funktioneller Ebene durch das Ersetzen von Website-Elementen bereit [28]. Im Jahr 2021 wurde eine experimentelle Funktion zum Austauschen von Materialien auf Kursinhaltsebene eingeführt. Diese experimentelle Funktion, die derzeit manuelles Einrichten auf der Plattform-Datenbank über die Konsole erfordert, wurde im vergangenen Jahr erfolgreich für mehrere For-

schungsfragen eingesetzt. Wir planen daher, diese Funktion zu verbessern und einen Self-Service für Kursadministrator:innen einzuführen. Die Funktion ist nicht nur dafür vorgesehen, die Benutzer:innen automatisch (d. h. ohne ihr Wissen) den Testgruppen zuzuweisen, sondern auch eine Option bereitzustellen, mit der die Lernenden zwischen den verfügbaren Optionen wählen können. Auf diese Weise bieten wir ein Höchstmaß an Flexibilität bei der Nutzung dieser Funktion für die Forschung und verschiedene Lernpfade innerhalb eines Kurses.

2.2.5 Kurs-API

Die Plattform bietet eine API, die alle öffentlichen Metadaten der Kurse enthält, sodass externe Bibliothekstools, Kursaggregatoren oder andere Nutzer:innen den Kurskatalog der MOOC-Plattformen des HPI einbetten können. Die API-Dokumentation ist öffentlich zugänglich.³⁵ Das API-Format, welches auf dem schema.org-Format basiert, wird mittlerweile von allen deutschsprachigen MOOC-Anbietern verwendet. Mehrere deutsche MOOC-Aggregatoren und Bibliothekstools haben Schnittstellen implementiert, die dieses Katalogformat lesen können. Es gibt außerdem Gespräche über das API-Format mit weiteren europäischen MOOC-Anbietern die beginnen, an Fahrt aufzunehmen.

2.2.6 TransPipe

Videos ermöglichen nicht nur Transkriptionen in der Kurssprache, sondern auch übersetzte Untertitel. Wir haben damit begonnen, vorhandene Tools zur Extraktion von Transkriptionen (Sprache in Text) und zur automatischen Übersetzung dieser Transkripte zu verwenden, um unsere Kursvideos mit Untertiteln in mehreren Sprachen zu versehen. Bald stellten wir jedoch fest, dass dieses Verfahren für unsere Zwecke unzureichend war, da es zu viele manuelle Schritte umfasste:

1. Die Video-ID von Vimeo abrufen.
2. Gegebenenfalls die Sichtbarkeit des Videos erweitern.
3. Eingabe der Video-ID im Transkriptions-UI.
4. Hochladen der fertigen Transkripte über die Befehlszeile in den Auto-Translator.
5. Anschließendes Herunterladen der Übersetzungen über die Befehlszeile.

Bei der Bearbeitung von Untertiteln für Partner:innen erhöhte sich der Bearbeitungsaufwand sogar noch, da die Untertitel oft mit falscher Zeichenkodierung oder falschem Format per E-Mail geschickt wurden.

³⁵<https://openhpi.stoplight.io/docs/bridges/48d65d8141c0f-moo-chub-api>; letzter Zugriff: 02.09.2022.

2 Funktionalität und Format

Außerdem ist die Qualität der automatisch erstellten Transkripte und Übersetzungen oft sehr schlecht. Daher müssen manuelle Anpassungen in mehrere Phasen des Arbeitsablaufs integriert werden. Wir haben dementsprechend entschieden, unser eigenes Transkriptions- und Übersetzungsverfahren einzuführen, das uns mehr Kontrolle über den gesamten Prozess gibt.

Im Rahmen eines Masterprojekts im Jahr 2020 erstellte eine Gruppe von drei Studierenden die erste Anforderungsanalyse und eine prototypische Implementierung für TransPipe (Transcription and Translation Pipeline). Seitdem wurde das Tool ständig weiterentwickelt. Das TransPipe-Tool ist direkt in die MOOC-Plattform des HPI integriert. Mit einem Klick werden alle Videos eines Kurses von der Plattform in TransPipe importiert. TransPipe ermöglicht die Auswahl von Transkriptions- und Übersetzungs-Tools in verschiedenen Sprachen (siehe Abbildung 2.29). Mit wenigen Klicks wird ein halbautomatischer Prozess gestartet, der Transkripte und Übersetzungen in den ausgewählten Sprachen erstellt (siehe Abbildung 2.30). Mitarbeitende können mit der Qualitätskontrolle beauftragt werden und die automatisch generierten Ergebnisse korrigieren. Schließlich können die fertigen Untertitel mit einem einzigen Klick in den Kurs auf die MOOC-Plattform exportiert werden.

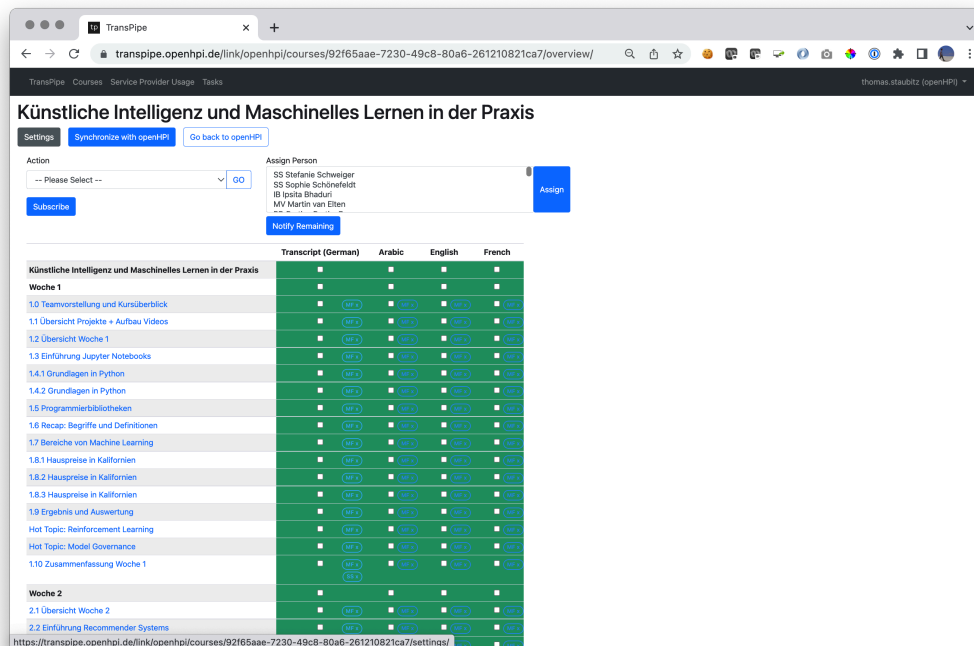


Abbildung 2.29: Liste der importierten, transkribierten und übersetzten Videos in TransPipe

Die TransPipe-Software ermöglicht es Kursleiter:innen, ihre MOOCs für die interessierte Öffentlichkeit zugänglicher zu machen und Zugangsbarrieren zu beseitigen.

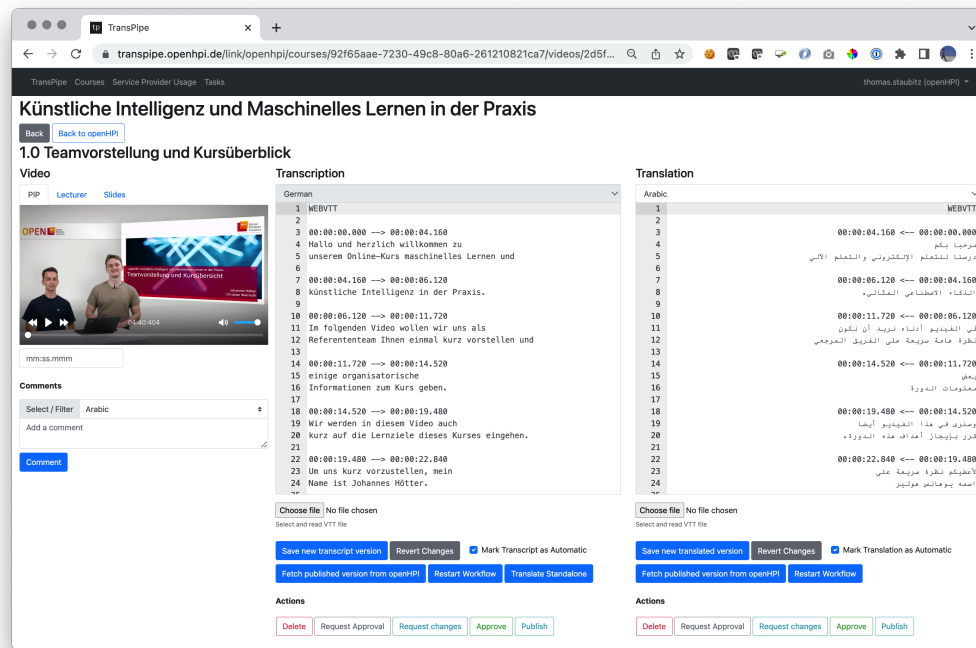


Abbildung 2.30: TransPipe-Editor für Transkription und Übersetzung

Untertitel im Videoplayer können nicht nur von gehörlosen und schwerhörigen Lernenden genutzt werden, sondern unterstützen den Lernprozess für alle Lernenden. Sie erleichtern auch die Navigation innerhalb der Kurse. Darüber hinaus ermöglichen die maschinellen Übersetzungen den Lernenden die Teilnahme an Kursen, deren Hauptsprache sie nicht fließend sprechen [1].

2.3 Gängige Kursformate

Kurse auf openHPI werden in der Regel als veranstaltungsbasierte Kurse mit einem bestimmten Anfangs- und Enddatum und mehreren Fristen angeboten. Die Kurse werden jedoch trotzdem asynchron durchgeführt. Die Lernenden müssen nicht an bestimmten Sessions teilnehmen, sondern können sich die Videos ansehen und die Quizfragen bearbeiten, wann immer sie wollen, solange sie die vorgegebenen Kurszeiträume einhalten.

Alle Kurse verfügen über ein Kursforum, in dem die Lernenden untereinander und mit dem Lehrteam diskutieren können. Das Lehrteam ist im Forum präsent und lenkt die Diskussion bei Bedarf in die richtige Richtung. Generell gilt es, nicht zu früh einzugreifen, damit die Lernenden die Antworten auf ihre Fragen bei den Mitlernenden finden können. Wenn Diskussionen jedoch eine falsche Richtung einschlagen oder Fragen nicht innerhalb einer angemessenen Zeit beantwortet werden, wird das Team selbst aktiv. Die Präsenz als Lehrteam im Kursforum fördert

die allgemeine Kursatmosphäre und schafft eine höhere Interaktionsrate. Für das Lehrteam ist es besonders wichtig, auf Meldungen von technischen Problemen oder grundlegenden Fehlern im Kursmaterial zu reagieren, um Vertrauen aufzubauen. Als Faustregel kann man sagen, dass kleinere Kurse einen höheren Schreibaufwand, während größere Kurse einen höheren Leseaufwand des Lehrteams im Kursforum erfordern.

Nach dem offiziellen Kursende wird der Kurs automatisch in den Archivmodus umgeschaltet. Sobald ein Kurs in den Archivmodus wechselt, werden die Diskussionsforen auf schreibgeschützt umgestellt, und die benoteten Prüfungen und Übungen sind nicht mehr verfügbar bzw. liefern keine Kurspunkte für Leistungsbescheinigungen.

Da nicht alle potenziellen Teilnehmenden die Möglichkeit haben, während des angebotenen Zeitrahmens an einem Kurs teilzunehmen, können ausgewählte Selbstlernkurse mit einem Voucher reaktiviert werden (siehe Abschnitt 2.1.2). Bei der Verwendung eines Reaktivierungsvouchers werden das Kursende und alle Abgabetermine für den/die einlösende:n Nutzer:in individuell auf acht Wochen ab Einlösedatum des Vouchers zurückgesetzt.

Knowledge Essentials Knowledge-Essentials-Kurse sind das openHPI-Äquivalent zu Vorlesungen an einer regulären Universität. Die wichtigsten Lerneinheiten in diesen Kursen sind Videos und Multiple-Choice-Tests. Die Lerninhalte werden durch kurze Videos von etwa zehn Minuten Länge vermittelt, die im openHPI-Studio aufgenommen werden. Videoaufzeichnungen von Vorlesungen im Hörsaal erwiesen sich als ungeeignet für den Einsatz in den Kursen, da sie zu lang sind, zu viel Nachbearbeitungsaufwand erfordern und letztendlich immer noch nicht so gut sind wie individuell erstellte Videos.

Die meisten Quizfragen in den Knowledge-Essential-Kursen sind Selbsttests. Als Faustregel gilt, dass wir nach jedem Video einen kurzen Selbsttest mit zwei oder drei Fragen einfügen. Diese Selbsttests liefern keine Punkte für die Leistungsbescheinigungen des Kurses; sie dienen lediglich dazu, dass die Lernenden ihr Verständnis des vorangegangenen Videos selbst einschätzen können. Darüber hinaus gibt es Prüfungen oder Bonusaufgaben, die Punkte für die Leistungsbescheinigungen liefern. Knowledge Essentials werden entweder als sechswöchige Kurse mit einer Prüfung pro Woche und einer Abschlussprüfung am Ende des Kurses angeboten (siehe Abbildung 2.31); oder sie werden als Kombination von drei zweiwöchigen Kursen plus einer eigenständigen Abschlussprüfung angeboten (siehe Abbildung 2.32). Technisch gesehen ist diese Prüfung auch ein Kurs, der genau eine Lerneinheit enthält – die Prüfung. Nur diejenigen Teilnehmenden, die die drei zweiwöchigen Kurse mit mindestens einer Teilnahmebescheinigung abgeschlossen haben, werden zur Prüfung zugelassen.

Praxiskurse Alle Praxiskurse auf openHPI sind Programmierkurse. Hinsichtlich der Produktionsweise und der Länge ähneln die Videos in diesen Kursen den Videos in den Knowledge-Essential-Kursen. Inhaltlich erklären sie in der Regel ein bestimmtes Programmierkonstrukt wie z. B. Variablen oder Schleifen. Eine weitere

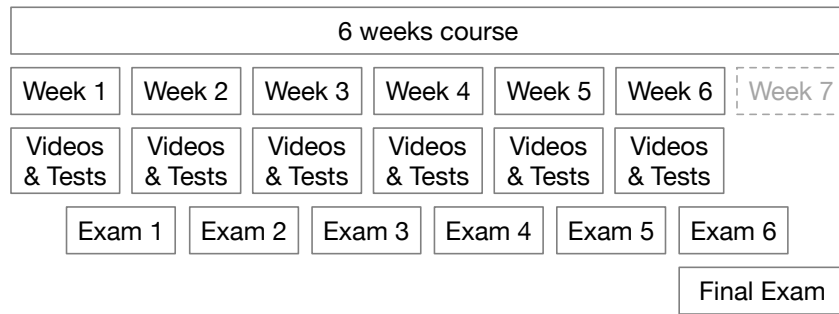


Abbildung 2.31: Knowledge Essential, ein sechswöchiger Kurs

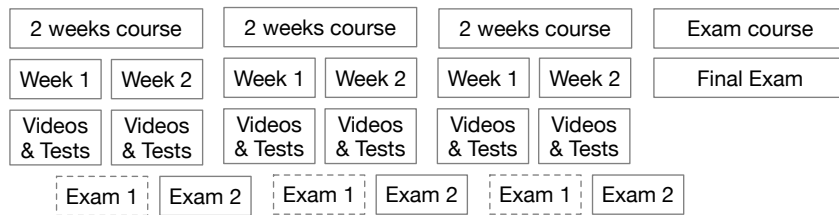


Abbildung 2.32: Knowledge Essential, drei zweiwöchige Kurse

Gemeinsamkeit mit den Knowledge-Essentials-Kursen ist, dass sich an die meisten Videos ein Selbsttest anschließt. Der Unterschied besteht darin, dass es neben den Videos und den Selbsttests eine gewisse Anzahl von Programmierübungen pro Video gibt, die es den Teilnehmenden ermöglichen, die neu erlernten Konzepte anzuwenden. Es wird empfohlen, drei Programmierübungen pro Video anzubieten. Bei der ersten müssen die Teilnehmenden die in der Videoeinheit gezeigten Schritte befolgen. Die zweite Übungsaufgabe erfordert eine gewisse Anpassung des Konzepts an ein anderes Problem, das mit dem Beispiel im Video zusammenhängt. In der dritten Übung müssen die Teilnehmenden das erlernte Konzept in einem anderen Kontext anwenden. In den meisten Fällen sind die Programmieraufgaben relativ klein und die Komplexität ist überschaubar.

Die meisten Programmierübungen in den Praxiskursen werden über CodeOcean zur Verfügung gestellt (siehe Abschnitt 2.1.3.4). Mit diesem Tool können die Lernenden die Übungen im Browser bearbeiten und die Kursleiter:innen können für jede Aufgabe Unit-Tests hinzufügen, sodass sich die Übungen automatisch benoten lassen. Daher werden die in diesen Übungen erzielten Punkte oft auf die Leistungsbescheinigungen angerechnet. Darüber hinaus umfassen die meisten praktischen Kurse wöchentliche Multiple-Choice-Prüfungen und eine Abschlussprüfung. Die benoteten Prüfungen ähneln oft Debugging-Übungen, bei denen ein bestimmter fehlerhafter Codeschnipsel vorgegeben wird und die Lernenden alle richtigen Antworten auswählen müssen, um das Problem zu beheben. Die Dauer der Praxiskurse beträgt in der Regel vier Wochen (siehe Abbildung 2.33).

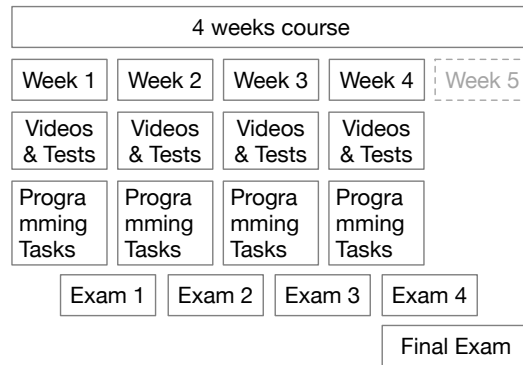


Abbildung 2.33: Praxiskursformat

Workshops und Capstone-Kurse Sowohl Workshops als auch Capstone-Kurse haben eine Dauer von zwei Wochen und verlängern häufig einen Knowledge-Essential- oder einen Praxiskurs (siehe Abbildung 2.34). Workshops konzentrieren sich in der Regel auf ein bestimmtes Thema, das in der relativ kurzen Kursdauer von zwei Wochen behandelt werden kann, z. B. *Datenstrukturen and Algorithmen* oder *testgetriebene Entwicklung*. Der Hauptunterschied zwischen einem Workshop und einem Capstone-Kurs besteht in der Art der praktischen Aufgaben. Während Workshops mehrere übungsähnliche Aktivitäten beinhalten, bestehen Capstone-Kurse oft aus einem größeren Projekt, das individuell oder im Team gelöst werden kann. In Capstone-Kursen wird häufig Peer-Assessment als skalierbares Benotungsinstrument für offene Aufgaben eingesetzt.

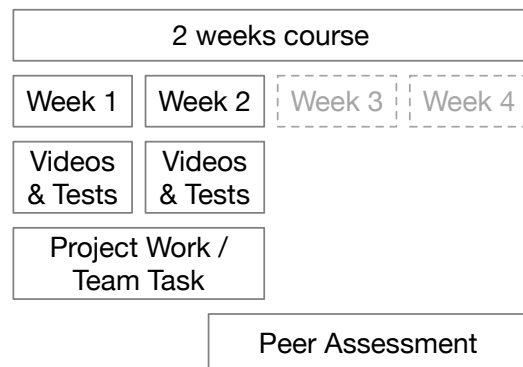


Abbildung 2.34: Capstone-Kursformat

Mischformen In der Praxis sollten die oben genannten Kurstypen als flexible Vorlagen und nicht als stringente Vorgaben betrachtet werden. Zum Beispiel können Knowledge-Essential- oder Praxiskurse Aufgaben enthalten, die von anderen Teilnehmer:innen bewertet werden. Je nach Thema kann ein Knowledge-Essential-

Kurs praktische Übungen enthalten, während ein Capstone-Kurs auch Selbsttests oder Lehrvideos anbieten kann. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Unterschied hauptsächlich eine Frage des Schwerpunkts ist.

Sonstige Die oben aufgeführten Formate sind keine Beschränkung durch die Plattformtechnologie, sondern eher Konventionen, die wir vereinbart haben. Andere Plattformpartner:innen bieten oft ganz andere Formate an. KI-Campus z. B. verwendet in erster Linie ein Kursformat für das Selbststudium und nicht unser veranstaltungsbasiertes Format, und OpenWHO nutzt die Plattform hauptsächlich als Instrument zur Verteilung von Materialien. Am anderen Ende des Spektrums stehen KommunalCampus sowie die Kurse der HPI-Akademie auf openHPI, bei denen es sich um synchrone Blended Courses oder Webinare handelt.

2.4 openHPI in der Präsenzlehre

Vom ersten Tag an diente die openHPI-Plattform vier Zwecken:

1. Der offensichtliche: Wir wollen unser Wissen mit der Welt teilen und zur digitalen Aufklärung der Gesellschaft im Allgemeinen beitragen.
2. Die mehr oder weniger versteckte Absicht: Wir brauchen ein Instrument, um unsere Forschungsfragen zu beantworten.
3. Der willkommene Nebeneffekt: Das HPI ist stets bestrebt, die besten Studierenden zu gewinnen. Viele Studienbewerber:innen sind über openHPI zum ersten Mal mit dem HPI in Berührung gekommen.
4. Der Aspekt der Lehre: Die Ausbildung der Studierenden am HPI erfolgt häufig in praxisnahen Seminaren. Die Plattform und mehrere Nebenprojekte dienen als Rahmen für Bachelor- und Masterprojekte, Masterarbeiten und viele projektbasierte Studienseminare.

Im Rahmen der HPI-Präsenzlehre hat das openHPI-Team bis heute 28 Masterarbeiten betreut. Sieben dieser Studierenden blieben als Doktorand:innen oder Vollzeitentwickler:innen im openHPI-Team. Zahlreiche Abschlussarbeiten haben die Grundlage für Plattformfunktionen entwickelt, die auch heute noch Verwendung finden, wie z. B. die CollabSpaces, CodeOcean, Gamification-Elemente, Lernanalysen, der TeamBuilder, die Unterstützung für mobiles Lernen und Systeme für das Plattform-Monitoring. Darüber hinaus haben wir vier Bachelor-Projekte³⁶ sowie drei Masterprojekte mit Partner:innen wie SAP, WHO oder openHPI betreut.

³⁶Das Bachelor-Projekt ist ein wichtiges Element des HPI-Bachelorstudiums im Hinblick auf seine Praxisorientierung. Es umfasst das fünfte und sechste Fachsemester und beinhaltet die Bearbeitung konkreter Probleme eines Partners aus Wirtschaft oder Gesellschaft. In Teams von sechs bis acht Personen lernen die Studierenden, mit strukturierten, zielorientierten Methoden und Rollenspielen Softwarelösungen zu entwickeln und komplexe IT-Systeme zu beherrschen.

Schließlich haben wir eine Vielzahl von Bachelor- und Master-Seminaren betreut. Neben vielen Seminaren mit technischen Aufgaben, wie z. B. der Entwicklung einer Funktion oder eines neuen Tools, möchten wir ein Seminar besonders hervorheben, in dem die Studierenden lernen, wie sie selbst MOOCs erstellen können. Das Seminar wurde 2015 zum ersten Mal angeboten. Seitdem haben HPI-Studierende mehr als 20 Kurse für die breite Öffentlichkeit produziert.

2.5 Bewährte Praktiken bei der Kursgestaltung und -durchführung

In den letzten zehn Jahren haben wir rund 120 Kurse auf openHPI konzipiert, erstellt und durchgeführt. Darüber hinaus haben wir mehrere Kurse auf unseren Partnerplattformen mooc.house, openSAP, KI-Campus, eGov-Campus und LERNEN.cloud angeboten. In diesem Prozess haben wir einige Dinge über die Gestaltung erfolgreicher Kurse gelernt, die wir in diesem Abschnitt vorstellen möchten.

Zunächst ist es wichtig, die Zielgruppe des Kurses klar zu definieren. Die Zielgruppe sollte auf die richtige Weise angesprochen und in der Kursbeschreibung klar angegeben werden. Bei der Gestaltung der Inhalte sollten die Kursleiter:innen bedenken, wie die Zielgruppe darauf reagieren wird und ob sie die Lerneinheit mit ihrem aktuellen Wissen vollständig verstehen kann. Vor dem Entwurf der Kursmaterialien ist es hilfreich, einige Personas zu Lernenden, die im Kurs erwartet werden, zu erstellen, um die Bedürfnisse, Vorkenntnisse und das Wissen der Lernenden zu visualisieren. Diese Personas sollten sowohl die Standard-Lernenden als auch die erwarteten Extreme umfassen. Die Angabe von Namen, Alter, persönlichen Interessen und Fähigkeiten der Personas hilft dabei, sich vorzustellen, warum sie sich für den Kurs anmelden und was sie nach Abschluss des Kurses als Lernerfahrung mitnehmen wollen. Der Abgleich jeder Lerneinheit mit diesen Personas stellt sicher, dass die erstellten Inhalte einen positiven Beitrag zum Lernerlebnis der primären Zielgruppe des Kurses leisten.

Es hat sich gezeigt, dass die Verwendung eines bestimmten Kursszenarios, um das sich die meisten Beispiele drehen, oder sogar das Hinzufügen einer unterhaltenden Geschichte die Qualität der Lerninhalte verbessert. Einerseits hilft dies den Lernenden, da sie sich bei der Bearbeitung der nachfolgenden Lerneinheiten auf weniger Kontextwechsel einstellen müssen. Andererseits hilft es auch dem Kursleiterteam, wenn es bei der Suche nach geeigneten Beispielen dem Szenario des Kurses folgen kann. Nicht zuletzt kann eine Geschichte dafür sorgen, dass sowohl die Lernenden als auch die Lehrenden mehr Spaß am Kurs haben. Unserer Erfahrung nach merken die Lernenden, ob die Kursleiter:innen Spaß an der Gestaltung der Kursinhalte hatten; sie werden durch eine solche Atmosphäre eher inspiriert und empfinden die Kurse oft als angenehmer. Die Vermittlung einer positiven Einstellung trägt mehr zu einer positiven Lernerfahrung bei als perfekt vorbereitete

Lernmaterialien – vorausgesetzt, die bereitgestellten Materialien sind von guter Qualität.

Wir empfehlen, dass mindestens eine weitere Person jede Kurseinheit auf Qualität, Verständlichkeit, Konsistenz und Rechtschreibung überprüft. Bei Videos müssen die Folien vor der Aufnahme überprüft werden, da sie im Video später nur schwer angepasst werden können. Wenn Sie nach der Aufzeichnung einen Fehler entdecken, empfehlen wir, die Folien zu aktualisieren und ein Erratum in die Videobeschreibung aufzunehmen. Während Selbsttests nicht immer zu einer richtigen Antwort führen müssen, sondern auch zum Nachdenken anregen können, ist es wichtig, dass die für eine Leistungsbescheinigung erforderlichen Prüfungsaufgaben sorgfältig überprüft werden. In der Regel gehen die Lernenden entspannt mit Fehlern im Lernmaterial um, insofern sie mitbekommen, dass das Lehrteam diese nach der Meldung korrigiert. Es ist hilfreich, das gesamte Kursmaterial nach der Erstellung von einem/einer Lernenden auf Konsistenz überprüfen zu lassen, bevor der Kurs veröffentlicht wird.

Eine der Herausforderungen bei der Gestaltung von MOOCs besteht darin, dass oft nicht vorhersehbar ist, wer neben der geplanten Zielgruppe noch an dem Kurs teilnehmen wird. Unabhängig davon, wer die beabsichtigte Zielgruppe ist, sollten alle mit offenen Armen empfangen werden. Sollten jedoch Beschwerden auftauchen, dass ein Kurs nicht so ist, wie ein:e bestimmte:r Teilnehmende:r es erwartet hat, können die Lehrenden erklären, warum der Kurs so und nicht anders konzipiert ist, wenn es in der Konzeptions- und Umsetzungsphase eine klar definierte Zielgruppe gab. Unser erster Python-Kurs richtete sich zum Beispiel an ein jüngeres Publikum von Schüler:innen im Alter von 12 bis 17 Jahren. Obwohl ein großer Teil der Teilnehmenden der beabsichtigten Zielgruppe entsprach, war die Mehrheit der Teilnehmenden deutlich älter. Das älteste Schulkind war über 80 Jahre alt.

Da alle Videos, Texte, Übungen usw. vor Kursbeginn erstellt werden, gibt es keine Möglichkeit, das Material an das tatsächliche Publikum anzupassen, sondern nur an die Zielgruppe. Und selbst wenn dies möglich wäre, wollen wir die ursprüngliche Zielgruppe nicht vor den Kopf stoßen, indem wir die Tonalität, die Komplexität usw. des Kurses anpassen. Die Zielgruppeninformationen müssen vor Kursbeginn klar kommuniziert werden, um sicherzustellen, dass alle verstehen, wer die beabsichtigte Zielgruppe ist. Diese transparente Kommunikation kann den Unterschied zwischen *der Kurs ist schlecht konzipiert* und *der/die Teilnehmende ist im falschen Kurs* ausmachen. Solche Informationen sind besonders wichtig, wenn Vorkenntnisse für die erfolgreiche Absolvierung des Kurses erforderlich sind; andernfalls werden die Lernenden schnell frustriert sein, wenn ihnen vorausgesetzte Fähigkeiten fehlen.

Andererseits können Teilnehmende, die sich darüber beschweren, dass der Kurs zu einfach ist oder ein geringeres Niveau hat als erwartet, oft dazu gebracht werden, ihr Wissen, ihre Fähigkeiten und ihre Erfahrung einzubringen, um anderen mit weniger Erfahrung im Kurs-Thema zu helfen. Generell sind wir der Meinung, dass Teilnehmende, die persönliche Erfahrungen einbringen, immer als Bereicherung für den Kurs gesehen werden sollten und nicht als Konkurrenz zu den Dozent:innen. Einerseits können sie die Arbeitsbelastung für das Lehrteam erheblich reduzieren, indem sie Lernende unterstützen, die Schwierigkeiten haben. Sie kön-

nen helfen, wenn das Lehrteam vorübergehend nicht verfügbar ist, oder andere Beispiele und Überlegungen einbringen, an die die Kursleiter:innen nicht gedacht haben und die unter Umständen ausschlaggebend für den Lernprozess eines oder einer einzelnen Teilnehmenden sein könnten. Andererseits werden diese erfahrenen Teilnehmenden dadurch auch ihre Kenntnisse vertiefen, indem sie anderen helfen, sodass auch sie von der Teilnahme am Kurs profitieren. Die Hilfe und das Feedback von Lernenden, die Erfahrung mit einem Kursthema haben, werden auch bei Diskussionen über die Korrektheit bestimmter Prüfungsfragen begrüßt. Auch die sorgfältigsten Qualitätskontrollen können nicht alle Unklarheiten beseitigen. Obwohl Dozierende oft zu der Annahme neigen, dass einige Personen bestimmte Fragen und Antworten absichtlich falsch interpretieren, sollten solche Bedenken immer ernst genommen und, wenn sie berechtigt sind, akzeptiert werden. Alle Rückmeldungen tragen dazu bei, den Kursinhalt und die didaktische Erfahrung der Dozent:innen zu verbessern, auch wenn es anfangs manchmal schwerfällt, sie anzunehmen. Kursleiter:innen sind auch nur Menschen, und ungefilterte Kritik kann schädlich sein. Das Lehrteam sollte immer professionell auf eine Beschwerde reagieren; es kann jedoch hilfreich sein, die Nutzer:innen an eine positive und produktive Feedback-Kultur zu erinnern, insbesondere wenn sie sich an jüngere und unerfahrene Kursleiter:innen wenden. Das Erinnern der Kursgemeinschaft an eine angemessene Kommunikation trägt auch dazu bei, eine positive Atmosphäre im Kursforum aufrechtzuerhalten, was entscheidend ist, um die Teilnehmenden zu motivieren, sich an den Forumdiskussionen zu beteiligen.

Wie bereits erwähnt ist Kommunikation der Schlüssel. Dies gilt nicht nur für die Zielgruppendefinition oder die Diskussions- und Feedbackkultur, sondern betrifft jeden Aspekt des Kurses. Vor allem die Kursfristen sollten lieber zu oft überprüft und mitgeteilt werden als zu selten, um Verwirrung und Frustration der Lernenden zu vermeiden. Unserer Erfahrung nach sollte das Lehrteam mindestens eine Kursankündigung (siehe Abschnitt 2.2.1.1) pro Woche versenden, um eine Verbindung zwischen den Lernenden, dem Lehrteam und dem Kurs herzustellen. Für uns erwies es sich als gute Praxis, wenn ein Mitglied des Lehrteams die Ankündigung im Namen des gesamten Teams unterzeichnet, anstatt die weniger persönliche Unterschrift des gesamten Lehrteams zu verwenden.

Neben der Kommunikation per E-Mail ist es wichtig, das Diskussionsforum aktiv zu verfolgen. Es ist jedoch kontraproduktiv, wenn das Lehrteam Fragen zu früh beantwortet. Im Allgemeinen ist es eine gute Idee, den anderen Teilnehmenden Raum und Zeit zu geben, damit sich eine Diskussion zwischen ihnen entwickeln kann. Das Lehrteam sollte nur dann eingreifen, wenn eine solche Diskussion außer Kontrolle gerät, sich in eine unerwünschte Richtung entwickelt oder wenn nach einiger Zeit niemand mehr auf eine Frage antwortet. Manchmal wird ein Kurs von einem Foren-Troll heimgesucht. In diesem Fall, wie auch bei der positiven Feedback-Kultur, warnen wir die trollenden Teilnehmenden und erinnern sie an unsere Forenregeln. Wenn sie mehrere Verwarnungen ignorieren, zögern wir nicht, eine:n Nutzer:in von einem Kurs auszuschließen oder im schlimmsten Fall das Konto nach wiederholten Verstößen zu löschen. Glücklicherweise mussten wir dies in all den Jahren nur ein- oder zweimal tun. Nichtsdestotrotz sind wir der Meinung,

dass das Aufrechterhalten einer positiven Forenkultur für alle Teilnehmenden der Schlüssel zum Lernerfolg ist, und wir möchten ein sicheres und positives Lernumfeld für alle schaffen.

Neben einer passiven Rolle im Forum durch Beobachtung und Beantwortung von Fragen kann das Lehrteam auch eine aktivere Rolle einnehmen, indem es erwünschte Diskussionen zu Themen anstößt, mit denen sich die Lernenden beschäftigen sollen. Eine hervorragende Möglichkeit, dies zu tun, ist die Kombination einer Forumsdiskussion mit einem Multiple-Choice-Test. Wir verwenden häufig den Begriff *e-tivity*³⁷ für diese Kombination aus einem Quiz und einer Forendiskussion eingeführt. Die Quizfrage ist im Grunde eine Aufforderung, ein bestimmtes Thema in einem bestimmten Forumsthread zu diskutieren. Die möglichen Antworten sind *Ich habe mich aktiv an der Diskussion beteiligt*, *Ich habe die Diskussion passiv verfolgt*, *Ich mag diese Art von Aktivität nicht* und *Ich hatte keine Zeit, mich zu beteiligen*.

Im Allgemeinen sollte ein Kurs sowohl aktive als auch passive Elemente enthalten, um den unterschiedlichen Interessen der Lernenden gerecht zu werden. Je nach den Absichten der Dozent:innen und dem Kontext des Kursangebots ist es wichtig, die Auswirkungen bestimmter Prüfungstypen auf die Abschlussquoten zu berücksichtigen. Projektbasiertes und aktives Lernen wird häufig gegenüber passiven Ansätzen bevorzugt. Der Lernkontext vieler MOOC-Teilnehmender ist jedoch eher mit einem Edutainment-Ansatz mit leicht konsumierbaren Lernschnipseln und nicht allzu zeit- und ressourcenintensiven Prüfungen kompatibel. Obwohl sie nicht die Mehrheit sind, gibt es immer noch eine beträchtliche Anzahl von Lernenden, die aktive, projektbasierte Ansätze schätzen. Es lohnt sich, ihnen Bonusaufgaben mit Peer-Assessment anzubieten, die sie allein oder im Team lösen können (siehe Abschnitt 2.1.3.5). Die Annahme, dass Teamaufgaben ein Mittel sind, um Lernende mit Schwierigkeiten besser in die Kursgemeinschaft zu integrieren, ist jedoch falsch. Wir haben die Erfahrung gemacht, dass nur die Lernenden, die bereits gute Leistungen in einem Kurs erbringen, auch bei Teamaufgaben erfolgreich sind, während andere sehr schnell aussteigen. Es wird empfohlen, den Zugang zu solchen Aufgaben auf die erfolgreichen Lernenden zu beschränken, um das Frustrationsniveau niedrig zu halten.

³⁷Der Begriff wurde ursprünglich von Gilly Salmon <https://www.gillysalmon.com/e-tivities.html>; letzter Zugriff: 02.09.2022.

3 Zusammenfassung und Ausblick

Ein besonderes Merkmal des openHPI-Projekts ist die bewusste Entscheidung, die komplette Anwendung von den physischen Netzwerkkomponenten bis zur Plattformentwicklung eigenständig zu betreiben. Bei dem vorliegenden deutschen Bericht handelt es sich um eine gekürzte Übersetzung des technischen Berichts 148, der zusätzlich einen Einblick in die Technologien und Architektur von openHPI gibt. Interessierte Leser:innen können im technischen Bericht 148 „openHPI: 10 Years of MOOCs at the Hasso Plattner Institute“ [27] in Kapitel 3 detaillierte Informationen zum Rechenzentrum und den Geräten, der Cloud-Software und dem openHPI Cloud Service aber auch zu Infrastruktur-Anwendungskomponenten wie Entwicklungstools, Automatisierung, Deployment-Pipeline und Monitoring erhalten. Außerdem finden sich dort weitere Informationen über den Technologiestack und konkrete Implementierungsdetails der Plattform inklusive der serviceorientierten Ruby on Rails-Anwendung, zur Kommunikation zwischen den Diensten, zu öffentliche APIs, sowie Designsystem und -komponenten. Kapitel 3 des technischen Berichts 148 schließt mit einer Diskussion über die ursprüngliche Microservice-Architektur und die Migration zu einer monolithischen Anwendung.

An dieser Stelle schließen wir unseren Bericht mit einer Zusammenfassung, einer kurzen Diskussion über MOOC-Geschäftsmodelle und einem Ausblick auf die digitale Bildung im 21. Jahrhundert.

3.1 Zusammenfassung

openHPI ist sowohl eine erfolgreiche MOOC-Plattform, die zur digitalen Bildung der Massen beiträgt, indem sie das Wissen des HPI weltweit verbreitet, als auch ein hochmodernes Lernmanagementsystem, das von zahlreichen Partner:innen in verschiedenen Kontexten genutzt wird. In beiden Aspekten ist openHPI Vorreiter in der deutschen E-Learning-Landschaft. Die Plattform ist anderen großen Anbietern in Deutschland und Europa Jahre voraus, hat ihren Hauptkonkurrenten in Deutschland überholt und ist – nicht nur zahlenmäßig – für andere deutsche Anbieter schwer einzuholen.

Die Plattform ist für einen bestimmten Anwendungsfall (MOOCs) optimiert, kann jedoch für eine Vielzahl von Anwendungsfällen eingesetzt werden: von kleinen Präsenzkursen bis hin zu MOOCs. In vielen Gesprächen werden wir mit Komplimenten über das Aussehen der Plattform überschüttet. Es ist jedoch nicht das ansprechende Design der Plattform, das den Unterschied ausmacht, sondern ihre Skalierbarkeit, die vielen Funktionen, die für diesen Anwendungsfall optimiert sind, und die ständige Forschung unseres Entwicklungsteams und unserer Studie-

renden. Wenn Skalierbarkeit kein Thema ist, sind andere Lösungen vielleicht besser geeignet, aber für den angestrebten Anwendungsfall ist die Plattform topaktuell und muss sich nicht hinter Konkurrenten mit viel größeren Teams verstecken.

Wir haben einige hochmoderne Funktionen vorgestellt, wie z. B. unsere Arbeit im Bereich der Lernanalyse, soziale Elemente wie Peer-Assessments und Teamarbeit, automatisch benotete Programmierübungen, Dual-Stream-Videos, Chatbots, mobiles Lernen, individuelle Lernpfade und vieles mehr. Detaillierte Einblicke in den Aufbau des Systems und seine technischen Komponenten finden sich, soweit es unser Geschäftsmodell zulässt, darüber hinaus in Kapitel 3 des technischen Berichts 148 „openHPI: 10 Years of MOOCs at the Hasso Plattner Institute“ [27].

Aus technischer Sicht kann die MOOC-Plattform des HPI mit der internationalen Konkurrenz mithalten. Andererseits müssen wir aufpassen, dass wir nicht in die Falle der Selbstzufriedenheit tappen. Die Welt des E-Learning ist ständig in Bewegung, so wie Forschung und Technologie im Allgemeinen. openHPI steht vor denselben Herausforderungen wie viele andere Unternehmen: Es ist schwierig, gut ausgebildete Expert:innen und Entwickler:innen zu finden, um die Plattform zu verbessern und neue hochwertige Kurse zu erstellen.

Obwohl die Zahl der MOOCs und der Lernenden auf openHPI – und noch mehr auf vielen der größeren MOOC-Plattformen des HPI – kontinuierlich steigt, sehen wir auch einige Warnsignale. Der Enthusiasmus der Anfangszeit, als viele Professor:innen MOOCs anbieten wollten, weil es sich um einen internationalen Hype handelte, ist verblasst. Heutzutage ist es schwieriger, Professor:innen davon zu überzeugen, den für die Erstellung eines MOOC erforderlichen Aufwand zu betreiben. Vor allem diejenigen, die gelernt haben, dass die Entwicklung eines guten MOOC viel Zeit und Mühe erfordert, zögern oft, in einen neuen Kurs zu investieren. Gleichzeitig sind die Anforderungen der Plattform für das Anbieten eines MOOC im letzten Jahrzehnt weniger streng geworden: Wenn ein Kurskonzept in das allgemeine Programm passt, können externe Professor:innen Kurse nun auch auf openHPI anbieten. Die Unterstützung von externen Kursleiter:innen erfordert jedoch einen höheren Aufwand für das Kursproduktionsteam.

Außerdem gibt es noch kein solides Geschäftsmodell für MOOC-Plattformen, es sei denn, sie werden von Regierungen oder Stiftungen finanziert. Die andere große deutsche MOOC-Plattform meldete 2016 Insolvenz an und wurde später an *Holtzbrinck* und dann an den *Springer-Verlag* [19, 20] verkauft. *Coursera* und *FutureLearn* – zwei der größten MOOC-Plattformen weltweit – wurden an *SEEK*, eine australische Jobbörse, verkauft, erwirtschafteten aber immer noch keinen Gewinn, auch wenn ihre Umsatzzahlen beeindruckend klingen [7]. Seit Coursera an die Börse gegangen ist, „ist der Aktienkurs stetig gefallen, obwohl die Umsätze gestiegen sind“ [5]. Auch die finanzielle Situation von FutureLearn ist heikel [8]. *edX* wurde kürzlich an *2U*, eine kommerzielle Online-Universität, verkauft – kurz darauf verlor der Aktienkurs von 2U an Wert [5]. *MiriadaX* steht seit 2020 zum Verkauf, als *Telefónica* beschloss, sich wieder auf sein Hauptgeschäft zu konzentrieren [6]. Unser Geschäftsmodell besteht darin, die Plattform als Service für unsere Partner zu betreiben, wobei sie zwar keine riesigen Summen erwirtschaftet, aber die Kosten deckt.

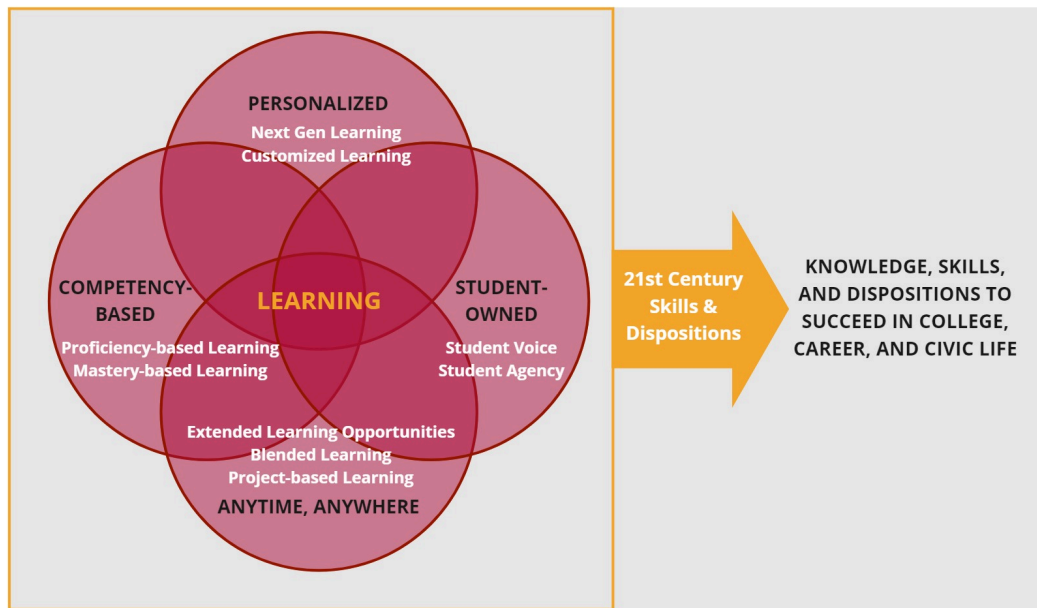


Abbildung 3.1: Der studierendenzentrierte Lernansatz in Anlehnung an Glowa & Goodell (2016) [12]

3.2 Ausblick – Digitale Bildung im 21. Jahrhundert

Online-Lernplattformen haben in den letzten zwei Jahren einen enormen Anstieg der Anmeldezahlen verzeichnet, was auf die COVID-19-Pandemie zurückzuführen ist, aber auch auf die ständig steigende Nachfrage nach skalierbaren Lernformaten – durch Unternehmen, die eine flexible Belegschaft aufbauen und halten wollen, oder für Einzelpersonen, die auf dem Arbeitsmarkt wettbewerbsfähig bleiben möchten. Allerdings ist auch vor 2020 ein kontinuierliches, allmähliches Wachstum zu beobachten, was den allgemeinen Trend unterstreicht, die Bildung immer mehr ins Internet zu verlagern.

Vor etwa zehn Jahren haben Hochschulen – vor allem in den angelsächsischen Ländern – begonnen, ihr Angebot zu erweitern und damit auch ihre Zielgruppe zu vergrößern. Die europäischen Universitäten holen auf, indem sie Vollzeit- und Teilzeitstudiengänge und Zertifikate entweder vollständig online oder in einem gemischten Format anbieten. Dennoch sind skalierbare, studierendenzentrierte, ansprechende Online-Programme, die neueste digitale Lerntechnologien mit der Lehre auf Universitätsniveau verbinden, selten – nicht nur in Europa.

Heutzutage verändert sich nicht nur die Form der Bildungsvermittlung. Auch die Vermittlungsansätze der für das 21. Jahrhundert erforderlichen Fähigkeiten unterscheiden sich von den klassischen Bildungsformen. Der studierendenzentrierte Lernansatz ist eine Methode, die diese Unterschiede unterstreicht. Er setzt sich aus vier Hauptbereichen zusammen (siehe Abbildung 3.1):

1. personalisiertes Lernen, einschließlich der Anpassung von Inhalten und Formaten,
2. eigenständiges Lernen, einschließlich selbstgesteuerter Lernaktivitäten,
3. Anytime-Anywhere-Learning, einschließlich der erhöhten Flexibilität und Geräteunabhängigkeit sowie
4. kompetenzbasiertes Lernen, das sich auf spezifische Fähigkeiten und Fertigkeiten statt auf reine Wissensvermittlung konzentriert.

Diese Trends zeigen, dass die üblichen Lehrpläne für die Hochschulbildung nicht mehr geeignet sind, die Studierenden auf die (künftigen) Herausforderungen in Wirtschaft und Gesellschaft vorzubereiten. Der nächste Schritt bei der Entwicklung der Hochschulbildung ist daher die vollständige Integration des Lernens mit skalierbaren Online-Plattformen, die die neueste Technologie nutzen, um Bildung so vielen Studierenden wie möglich zugänglich zu machen – unabhängig von ihrem Standort oder ihrem kulturellen Hintergrund. Online-Bildungsplattformen spielen bei dieser Entwicklung eine entscheidende Rolle. Es wird erwartet, dass der E-Learning-Markt in den kommenden Jahren um mehr als 20 % wachsen wird. Ausgehend von einer Marktgröße von rund 250 Milliarden US-Dollar im Jahr 2020 wird die prognostizierte Marktgröße 1 Billion Dollar im Jahr 2027 betragen.

Insbesondere die Kombination von MOOCs, Kursen und Zertifikaten mit Studiengängen ist ein neuer Trend auf dem Markt. Millionen von Nutzer:innen werden durch offene Kurse auf Online-Bildungsplattformen gelockt. Aufbauend auf positiven Erfahrungen mit der Belegung eines kostenlosen Kurses gibt es Möglichkeiten des „Upsellings“ von spezifischen Zertifikaten und Studiengängen. Bildungsplattformen mit einer Kombination aus MOOCs und anderen Angeboten einschließlich Studiengängen scheinen das wichtigste Modell für die Zukunft zu sein. Unsere Vision ist es daher, die Hochschulbildung zu revolutionieren und zu demokratisieren, damit sie für alle, überall und jederzeit zugänglich ist. Unterstützt durch modernste Technologie und studierendenzentriertes, herausforderungs-basiertes Online-Lernen vermittelt eine neue Art von Online-Universität, die auf Grundlage der openHPI-Plattform basiert, das Wissen und die Fähigkeiten, mit denen die Menschen in die Lage versetzt werden, digitale Transformation und digitale Technologien zu verstehen. Diese Menschen werden das digitale Zeitalter auf der ganzen Welt prägen.

Literaturverzeichnis

- [1] J. Bethge, S. Serth, T. Staubitz, T. Wuttke, O. Nordemann, P.-P. Das und C. Meinel. „TransPipe – A Pipeline for Automated Transcription and Translation of Videos“. In: *Proceedings of the 7th European MOOC Stakeholder Summit (EMOOCs 2021)*. Potsdam, Germany: Universitätsverlag Potsdam, Juni 2021, Seiten 79–94. DOI: 10.25932/publishup-51694.
- [2] M. Bothe und C. Meinel. „On the Potential of Automated Downloads for MOOC Content on Mobile Devices“. In: *2020 IEEE Learning With MOOCs (LWMOOCs)*. Antigua Guatemala, Guatemala: IEEE, Sep. 2020, Seiten 58–63. ISBN: 978-1-72819-728-9. DOI: 10.1109/LWMOOCs50143.2020.9234338.
- [3] M. Bothe, J. Renz und C. Meinel. „On the Acceptance and Effects of Recapping Self-Test Questions in MOOCs“. In: *2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. Porto, Portugal: IEEE, Apr. 2020, Seiten 264–272. ISBN: 978-1-72810-930-5. DOI: 10.1109/EDUCON45650.2020.9125145.
- [4] S. Chujfi, H. Traifeh, T. Staubitz, R. Refaie und C. Meinel. „Exploring Collaboration and Assessment of Digital Remote Teams in Online Training Environments“. In: *Workgroups eAssessment: Planning, Implementing and Analysing Frameworks*. Herausgegeben von R. Babo, N. Dey und A. S. Ashour. Singapore: Springer Singapore, 2021, Seiten 27–53. DOI: 10.1007/978-981-15-9908-8_2.
- [5] Dhawal Shah. *A Decade of MOOCs: A Review of MOOC Stats and Trends in 2021*. <https://www.classcentral.com/report/moocs-stats-and-trends-2021/>. [Online; accessed 24-August-2022]. 2021.
- [6] Dhawal Shah. *Latin America’s Largest MOOC Provider is Up for Sale*. <https://www.classcentral.com/report/miriadax-up-for-sale/>. [Online; accessed 24-August-2022]. 2021.
- [7] Dhawal Shah. *Online Degrees Slowdown: A Review of MOOC Stats and Trends in 2019*. <https://www.classcentral.com/report/moocs-stats-and-trends-2019/>. [Online; accessed 24-August-2022]. 2019.
- [8] Donald Clark. *Futurelearn may not be a going concern*. <http://donaldclarkplanb.blogspot.com/2022/07/futurelearn-may-not-be-going-concern.html>. [Online; accessed 24-August-2022]. 2022.
- [9] M. Elhayany, R.-R. Nair, T. Staubitz und C. Meinel. „A Study about Future Prospects of JupyterHub in MOOCs“. In: *Proceedings of the Ninth ACM Conference on Learning @ Scale. L@S ’22*. New York City, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2022, Seiten 275–279. DOI: 10.1145/3491140.3529537.

- [10] C. Friedl, T. Staubitz und D. Jansen. „Flexible, Self-Directed and Bottom-Up: Are Employees Overtaking Their Human Resource Departments with MOOCs?“ In: *2018 Learning With MOOCs (LWMOOCs)*. Sep. 2018, Seiten 66–69. DOI: 10.1109/LWMOOCs.2018.8534616.
- [11] D. Gamage, T. Staubitz und M. Whiting. „Peer assessment in MOOCs: Systematic literature review“. In: *Distance Education* 42.2 (2021), Seiten 268–289. DOI: 10.1080/01587919.2021.1911626. eprint: <https://doi.org/10.1080/01587919.2021.1911626>.
- [12] L. Glowa und J. Goodell. *Student-Centered Learning: Functional Requirements for Integrated Systems to Optimize Learning*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED567875.pdf>. [Online; accessed 31-August-2022]. Vienna, VA., USA, 2016.
- [13] C. Hagedorn, M. Haubold, J. Renz und C. Meinel. „Identifying Requirements for a Tool to Support Collaborative Gameful Learning in Scalable E-Learning Environments“. In: *Proceedings of European Conference on Games Based Learning (ECGBL2018)*. 2018.
- [14] C. Hagedorn, J. Renz und C. Meinel. „Introducing Digital Game-Based Learning in MOOCs: What do the learners want and need?“ In: *Proceedings of IEEE Global Engineering Education Conference (Educon2017)*. 2017. DOI: 10.1109/EDUCON.2017.7942987.
- [15] C. Hagedorn, S. Serth und C. Meinel. „Breaking the Ice? How to Foster the Sense of Community in MOOCs“. In: *2022 International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*. Bucharest, Romania: IEEE, Juli 2022, Seiten 22–26. ISBN: 978-1-66549-519-6. DOI: 10.1109/ICALT55010.2022.00013.
- [16] C. Hagedorn, S. Serth und C. Meinel. „The Mysterious Adventures of Detective Duke: How Storified Programming MOOCs Support Learners in Achieving their Learning Goals“. In: *Frontiers in Education: Digital Learning Innovations (Manuscript in review)*. 2022.
- [17] C. Hagedorn, T. Staubitz, R. Teusner und C. Meinel. „Design and First Insights of a Case Study on Storified Programming MOOCs“. In: *2019 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Education (TALE)*. 2019, Seiten 1–8. DOI: 10.1109/TALE48000.2019.9225861.
- [18] M. Hanson. *College Dropout Rates*. <https://educationdata.org/college-dropout-rates>. [Online; accessed 31-August-2022]. 2022.
- [19] Iversity. *iversity reboots with Holtzbrinck Digital*. <https://iversity.org/en/pages/iversity-reboots-with-holtzbrinck-digital>. [Online; accessed 11-August-2022]. 2016.
- [20] Iversity. *Nach Antrag auf Eröffnung des Insolvenzverfahrens: iversity plant Neustart mit neuen Gesellschaftern*. <https://iversity.org/en/pages/insolvenz>. [Online; accessed 24-August-2022]. 2016.

- [21] C. John, T. Staubitz und C. Meinel. „Took a MOOC. Got a Certificate. What now?“ In: *Proceedings of FiE 2019*. 2019 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). Cincinnati, OH, US: IEEE, 2019.
- [22] K. Jordan. *MOOC Completion Rates: The Data, The Katy Jordan MOOC Project*. <http://www.katyjordan.com/MOOCproject.html>. Online; accessed 31-August-2022. 2015.
- [23] D. Koehler, S. Serth und C. Meinel. „Consuming Security: Evaluating Podcasts to Promote Online Learning Integrated with Everyday Life“. In: *2021 World Engineering Education Forum/Global Engineering Deans Council (WEEF/GEDC)*. Madrid, Spain: IEEE, Nov. 2021, Seiten 476–481. ISBN: 978-1-66542-488-2. DOI: 10.1109/WEEF/GEDC53299.2021.9657464.
- [24] D. Koehler, S. Serth, H. Steinbeck und C. Meinel. „Integrating Podcasts into MOOCs: Comparing Effects of Audio- and Video-Based Education for Secondary Content“. In: *Educating for a New Future: Making Sense of Technology-Enhanced Learning Adoption (EC-TEL 2022)*. Toulouse, France: Springer, Sep. 2022. DOI: 10.1007/978-3-031-16290-9_10.
- [25] M. v. Löwis, T. Staubitz, R. Teusner, J. Renz, C. Meinel und S. Tannert. „Scaling youth development training in IT using an xMOOC platform“. In: *Frontiers in Education Conference (FIE), 2015*. 32614 2015. IEEE. Okt. 2015, Seiten 1–9. DOI: 10.1109/FIE.2015.7344145.
- [26] J. Maldonado-Mahauad, J. A. Ruipérez-Valiente, M. Pérez-Sanagustín, M. Jenner, I. Despujol, C. Turró, T. Staubitz, T. Rohloff, G. Montoro und J. Reich. „Participation of Latin America in MOOCs: Exploring Trends Across Providers“. In: *2020 IEEE Learning With MOOCs (LWMOOCs)*. 2020, Seiten 25–30. DOI: 10.1109/LWMOOCs50143.2020.9234376.
- [27] C. Meinel, C. Willems, T. Staubitz, D. Sauer und C. Hagedorn. *openHPI : 10 Years of MOOCs at the Hasso Plattner Institute*. Band 148. Technische Berichte des Hasso-Plattner-Instituts für Digital Engineering an der Universität Potsdam. Universitätsverlag Potsdam, 2022. ISBN: 978-3-86956-544-6. DOI: 10.25932/publishup-56020.
- [28] J. Renz, D. Hoffmann, T. Staubitz und C. Meinel. „Using A/B Testing in MOOC Environments“. In: *Proceedings of the Sixth International Conference on Learning Analytics & Knowledge*. LAK '16. Edinburgh, United Kingdom: Association for Computing Machinery, 2016, Seiten 304–313. DOI: 10.1145/2883851.2883876.
- [29] T. Rohloff, M. Bothe, J. Renz und C. Meinel. „Towards a Better Understanding of Mobile Learning in MOOCs“. In: *2018 Learning With MOOCs (LWMOOCs)*. IEEE. Madrid: IEEE, Sep. 2018, Seiten 1–4. ISBN: 978-1-5386-6533-6. DOI: 10.1109/LWMOOCs.2018.8534685.
- [30] T. Rohloff, D. Sauer und C. Meinel. „On the Acceptance and Usefulness of Personalized Learning Objectives in MOOCs“. In: *Proceedings of the Sixth (2019) ACM Conference on Learning @ Scale*. L@S '19. ACM, 2019. DOI: 10.1145/3330430.3333624.

- [31] T. Rohloff, D. Sauer und C. Meinel. „Student Perception of a Learner Dashboard in MOOCs to Encourage Self-Regulated Learning“. In: *2019 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)*. 2019. DOI: 10.1109/TALE48000.2019.9225939.
- [32] T. Rohloff, D. Sauer und C. Meinel. „Students' Achievement of Personalized Learning Objectives in MOOCs“. In: *Proceedings of the Seventh ACM Conference on Learning @ Scale. L@S '20*. ACM, 2020. DOI: 10.1145/3386527.3405918.
- [33] J. A. Ruipérez-Valiente, M. Jenner, T. Staubitz, X. Li, T. Rohloff, S. Halawa, C. Turró, Y. Cheng, J. Zhang, I. Despujol und J. Reich. „Macro MOOC Learning Analytics: Exploring Trends across Global and Regional Providers“. In: *Proceedings of the Tenth International Conference on Learning Analytics & Knowledge. LAK '20*. Frankfurt, Germany: Association for Computing Machinery, 2020, Seiten 518–523. DOI: 10.1145/3375462.3375482.
- [34] J. A. Ruipérez-Valiente, T. Staubitz, M. Jenner, S. Halawa, J. Zhang, I. Despujol, J. Maldonado-Mahauad, G. Montoro, M. Pepper, T. Rohloff, J. Lane, C. Turro, X. Li, M. Pérez-Sanagustín und J. Reich. „Large scale analytics of global and regional MOOC providers: Differences in learners & demographics, preferences, and perceptions“. In: *Computers & Education* 180 (2022), Seite 104426. ISSN: 0360-1315. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104426>.
- [35] S. Serth. „Individual Worksheets with Interactive Programming Exercises within the HPI Schul-Cloud“. Magisterarbeit. Potsdam, Germany: Hasso Plattner Institute, University of Potsdam, Mai 2019.
- [36] S. Serth, D. Köhler, L. Marschke, F. Auringer, K. Hanff, J.-E. Hellenberg, T. Kantusch, M. Paß und C. Meinel. „Improving the Scalability and Security of Execution Environments for Auto-Graders in the Context of MOOCs“. In: *Proceedings of the Fifth Workshop "Automatische Bewertung von Programmieraufgaben" (ABP 2021)*. Herausgegeben von A. Greubel, S. Strickroth und M. Striewe. Band 5. Virtual Event, Germany: Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), Okt. 2021, Seiten 3–10. DOI: 10.18420/abp2021-1.
- [37] S. Serth, T. Staubitz, R. Teusner und C. Meinel. „CodeOcean and CodeHarbor: Auto-Grader and Code Repository“. In: *SPLICE 2021 Workshop CS Education Infrastructure for All III: From Ideas to Practice*. Virtual Event, März 2021, Seite 5.
- [38] S. Serth, R. Teusner und C. Meinel. „Digitale Arbeitsblätter mit interaktiven Programmieraufgaben im Informatik-Unterricht“. In: *Lecture Notes in Informatics (LNI) - Proceedings: DELFI 2020 – Die 18. Fachtagung Bildungstechnologien der Gesellschaft für Informatik e.V.* Herausgegeben von R. Zender, D. Ifenthaler, T. Leonhardt und C. Schumacher. Band P-308. Lecture Notes in Informatics. Bonn, Germany: Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), Sep. 2020, Seiten 235–246. ISBN: 978-3-88579-702-9.

- [39] S. Serth, R. Teusner und C. Meinel. „Impact of Contextual Tips for Auto-Gradable Programming Exercises in MOOCs“. In: *Proceedings of the Eighth ACM Conference on Learning @ Scale*. Virtual Event, Germany: ACM, Juni 2021, Seiten 307–310. ISBN: 978-1-4503-8215-1. DOI: 10.1145/3430895.3460166.
- [40] S. Serth, R. Teusner, J. Renz und M. Uflacker. „Evaluating Digital Workheets with Interactive Programming Exercises for K-12 Education“. In: *2019 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. Cincinnati, OH, USA: IEEE, Okt. 2019, Seiten 1–9. ISBN: 978-1-72811-746-1. DOI: 10.1109/FIE43999.2019.9028680.
- [41] T. Staubitz. „Gradable team assignments in large scale learning environments“. Doctoral Thesis. Universität Potsdam, 2020, Seite 122. DOI: 10.25932/publishup-47183.
- [42] T. Staubitz, H. Klement, J. Renz, R. Teusner und C. Meinel. „Towards practical programming exercises and automated assessment in Massive Open Online Courses“. In: *2015 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)*. Dez. 2015, Seiten 23–30. DOI: 10.1109/TALE.2015.7386010.
- [43] T. Staubitz, H. Klement, R. Teusner, J. Renz und C. Meinel. „CodeOcean – A versatile platform for practical programming exercises in online environments“. In: *2016 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. Apr. 2016, Seiten 314–323. DOI: 10.1109/EDUCON.2016.7474573.
- [44] T. Staubitz und C. Meinel. „A Systematic Quantitative and Qualitative Analysis of Participants – Opinions on Peer Assessment in Surveys and Course Forum Discussions of MOOCs“. In: *2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. 2020, Seiten 962–971. DOI: 10.1109/EDUCON45650.2020.9125089.
- [45] T. Staubitz und C. Meinel. „Collaboration and Teamwork on a MOOC Platform: A Toolset“. In: *Proceedings of the Fourth (2017) ACM Conference on Learning @ Scale. L@S '17*. Cambridge, Massachusetts, USA: ACM, 2017, Seiten 165–168. ISBN: 978-1-4503-4450-0.
- [46] T. Staubitz und C. Meinel. „Collaborative Learning in MOOCs Approaches and Experiments“. In: *2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. Okt. 2018, Seiten 1–9. DOI: 10.1109/FIE.2018.8659340.
- [47] T. Staubitz und C. Meinel. „Graded Team Assignments in MOOCs: Effects of Team Composition and Further Factors on Team Dropout Rates and Performance“. In: *Proceedings of the Sixth (2019) ACM Conference on Learning @ Scale. L@S '19*. Chicago, IL, USA: ACM, 2019, 5:1–5:10. ISBN: 978-1-4503-6804-9. DOI: 10.1145/3330430.3333619.
- [48] T. Staubitz und C. Meinel. „Team Based Assignments in MOOCs: Results and Observations“. In: *Proceedings of the Fifth Annual ACM Conference on Learning at Scale. L@S '18*. London, United Kingdom: ACM, 2018, 47:1–47:4. ISBN: 978-1-4503-5886-6. DOI: 10.1145/3231644.3231705.

- [49] T. Staubitz, D. Petrick, M. Bauer, J. Renz und C. Meinel. „Improving the Peer Assessment Experience on MOOC Platforms“. In: *Proceedings of the Third (2016) ACM Conference on Learning @ Scale*. L@S '16. Edinburgh, Scotland, UK: ACM, 2016, Seiten 389–398.
- [50] T. Staubitz, J. Renz, C. Willems, J. Jasper und C. Meinel. „Lightweight Ad Hoc Assessment of Practical Programming Skills at Scale“. In: *Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2014 IEEE*. IEEE, 2014, Seiten 475–483.
- [51] T. Staubitz, R. Teusner, J. Renz und C. Meinel. „An Experiment in Automated Proctoring“. In: *European MOOC Stakeholder Conference (EMOOCs)* (Graz, Austria). P.A.U. Education, 2016, Seiten 41–53.
- [52] T. Staubitz, H. Traifeh, S. Chujfi und C. Meinel. „Have Your Tickets Ready! Impede Free Riding in Large Scale Team Assignments“. In: L@S '20. Virtual Event, USA: Association for Computing Machinery, 2020, Seiten 349–352. DOI: 10.1145/3386527.3406744.
- [53] T. Staubitz, H. Traifeh und C. Meinel. „Team-Based Assignments in MOOCs – User Feedback“. In: *2018 Learning With MOOCs (LWMOOCs)*. Sep. 2018, Seiten 39–42. DOI: 10.1109/LWMOOCs.2018.8534607.
- [54] T. Staubitz, C. Willems, C. Hagedorn und C. Meinel. „The gamification of a MOOC platform“. In: *2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. Apr. 2017, Seiten 883–892. DOI: 10.1109/EDUCON.2017.7942952.
- [55] H. Steinbeck, T. Staubitz und C. Meinel. „Proctoring und digitale Prüfungen – Durchführungsbeispiele und Gestaltungselemente für die digitale Lehre“. In: *DELFI 2021*. Herausgegeben von A. Kienle, A. Harrer, J. M. Haake und A. Lingnau. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V., 2021, Seiten 253–264.
- [56] R. Teusner und T. Hille. „On the Impact of Programming Exercise Descriptions“. In: *2018 Learning With MOOCs (LWMOOCs)*. Sep. 2018, Seiten 51–54. DOI: 10.1109/LWMOOCs.2018.8534676.
- [57] R. Teusner, T. Hille und T. Staubitz. „Effects of Automated Interventions in Programming Assignments: Evidence from a Field Experiment“. In: *Proceedings of the Fifth Annual ACM Conference on Learning at Scale*. L@S '18. London, United Kingdom: ACM, 2018, 60:1–60:10. ISBN: 978-1-4503-5886-6. DOI: 10.1145/3231644.3231650.
- [58] R. Teusner, C. Matthies und T. Staubitz. „What Stays in Mind? – Retention Rates in Programming MOOCs“. In: *2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. Okt. 2018, Seiten 1–9. DOI: 10.1109/FIE.2018.8658890.

Aktuelle Technische Berichte des Hasso-Plattner-Instituts

Band	ISBN	Titel	Autoren/Redaktion
149	978-3-86956-545-3	Implementing a crowd-sourced picture archive for Bad Harzburg	Rieke Freund, Jan Philip Rättsch, Franziska Hradilak, Benedikt Vidic, Oliver Heß, Nils Lißner, Hendrik Wölert, Jens Lincke, Tom Beckmann, Hirschfeld Robert
148	978-3-86956-544-6	openHPI : 10 years of MOOCs at the Hasso Plattner Institute	Christoph Meinel, Christian Willems, Thomas Staubitz, Dominic Sauer, Christiane Hagedorn
147	978-3-86956-533-0	Modeling and formal analysis of meta-ecosystems with dynamic structure using graph transformation	Boris Flotterer, Maria Maximova, Sven Schneider, Johannes Dyck, Christian Zöllner, Holger Giese, Christelle Hély, Cédric Gauchere
146	978-3-86956-532-3	Probabilistic metric temporal graph logic	Sven Schneider, Maria Maximova, Holger Giese
145	978-3-86956-528-6	Learning from failure : a history-based, lightweight test prioritization technique connecting software changes to test failures	Falco Dürsch, Patrick Rein, Toni Mattis, Robert Hirschfeld
144	978-3-86956-526-2	Die HPI Schul-Cloud – Von der Vision zur digitalen Infrastruktur für deutsche Schulen	Christoph Meinel, Catrina John, Tobias Wollowski, HPI Schul-Cloud Team
143	978-3-86956-531-6	Invariant analysis for multi-agent graph transformation systems using k-induction	Sven Schneider, Maria Maximova, Holger Giese
142	978-3-86956-524-8	Quantum computing from a software developers perspective	Marcel Garus, Rohan Sawahn, Jonas Wanke, Clemens Tiedt, Clara Granzow, Tim Kuffner, Jannis Rosenbaum, Linus Hagemann, Tom Wollnik, Lorenz Woth, Felix Auringer, Tobias Kantusch, Felix Roth, Konrad Hanff, Niklas Schilli, Leonard Seibold, Marc Fabian Lindner, Selina Raschack

ISBN 978-3-86956-546-0
ISSN 1613-5652