

Einzelnes Kapitel aus

Jens Gallenbacher [Hrsg.]: GeLb-DIng Abschlussbericht des Verbundprojekts der Johannes Gutenberg-Universität Mainz (JGU), Universität zu Köln (UzK) und Universität des Saarlands (UdS)

DOI des Gesamtbandes: <https://doi.org/10.25358/openscience-12500>

Kapitel-DOI: <https://doi.org/10.25358/openscience-12493>

Kapitel verfasst von (alphabetisch sortiert): Daniel Andrés López (JGU), Jan Niklas Meiborg (JGU)



7 – Technische Umsetzung der gemeinsamen Lehrveranstaltungen

Im Rahmen des Projekts wurden Lehr- und Lernmethoden erprobt, die einer modernen und nachhaltigen Hochschulausbildung genügen. Aus der standortübergreifenden Vorgehensweise hat sich ein breites Anforderungsprofil für die technische Umsetzung ergeben. Als Schwerpunkte haben sich die digitale Bereitstellung von Materialien und Inhalten für das Selbststudium, sowie die Notwendigkeit, Lehrveranstaltungen synchron oder asynchron auch remote zugänglich zu machen, herausgebildet. Um den Anforderungen gerecht zu werden, war nicht nur die Anwendung bestehender Lösungsansätze notwendig, sondern auch die Entwicklung spezifischer Technologien im direkten Einsatz. Entstandene Produkte sind eine Website, die speziell für den kompetenzbasierten Unterricht mit Micromodulstruktur erstellt wurde, sowie ein flexibel einsetzbarer Multimedia-Wagen, der hybride Lehrveranstaltungen hürdenlos möglich macht.

Einleitung

Im Projekt GeLb-DIng werden verschiedene didaktische Konzepte pilotiert und erprobt. Diese wurden in vorausgehenden Kapiteln bereits erörtert. In diesem Kapitel werden technische Werkzeuge zur Unterstützung hybrider Lehre mit Inverted Classroom vorgestellt sowie diesbezügliche grundlegende Herausforderungen in der Praxis sowie Blaupausen zur Weiterentwicklung. Darüber hinaus werden Formate für den hochschulübergreifenden studentischen Austausch sowie alternative Prüfungsformate erörtert.

Im Kontext hybrider Lehre und Inverted Classroom wird die Vorbereitung der für die Veranstaltung relevanten Themen im Selbststudium mittels angeleiteter Übungsaufgaben durchgeführt. Ein Impulsvortrag motiviert die Studierenden, die jeweiligen Schwerpunkte im Selbststudium zu bearbeiten und sie in der folgenden Veranstaltung im Plenum ausführlich zu diskutieren. Die fachdidaktischen Inhalte wurden dafür kompetenzorientiert neu aufbereitet und in kompakte Lerneinheiten, sogenannte Micromodule, aufgeteilt. Hierfür kamen unterschiedliche Aufgabentypen und Darstellungsformen zum Einsatz, um den Kompetenzerwerb abwechslungsreich und nachhaltig zu unterstützen. So wurden mehr als 150 Lerneinheiten entwickelt, die den Studierenden und Lehrenden der Partneruniversitäten auch über die Projektlaufzeit hinaus zur Verfügung stehen. Die Bearbeitung nehmen die Studierenden in einem persönlichen Portfolio vor, genauere Hintergründe sind im Kapitel „Inverted Classroom mit Micromodulen“ zu finden.

Hybride Lehre

Die hybride Lehre wird zwischen den beteiligten Hochschulen JGU, UdS und der UzK umgesetzt. Dabei soll eine Lerngruppe an einer Hochschule vollständig sichtbar und hörbar in den jeweiligen anderen Veranstaltungsräumen sein. Zusätzlich muss die Möglichkeit bestehen, Präsentationsfolien zu übertragen. Teilnehmende, die nicht vor Ort sein können, sollen außerdem vollständig remote teilnehmen können. Zur Realisierung gibt es verschiedene Möglichkeiten. Die naheliegende Lösung ist die Erweiterung des Standard-Setups der Dozierenden. Dieses besteht in der Regel aus einem Laptop und einem im Raum befestigten Beamer. Dieser Rahmen kann genutzt werden, um ein Videokonferenzsystem zu starten und externe Teilnehmer anderer Hochschulen in die Lehrveranstaltung zu integrieren. Dazu wird der Bildschirm des Laptops geteilt und das Mikrofon sowie die Lautsprecher werden aktiviert. Als Kamera wird die Laptopkamera verwendet. Nachteile der einfachen Dozierenden-Laptop-Lösung sind:

- Die Kamera ist in der Regel nur auf den Dozierenden gerichtet. Eine Integration aller Teilnehmenden im Kamerabild über alle Standorte hinweg ist schwer möglich.
- Lautsprecher und Mikrofon sind nicht für Lehrveranstaltungsräume geeignet, da die Leistung zu gering ist. Dadurch werden die hybrid zugeschalteten Personen nicht gehört und die Sprache der im Raum verbliebenen Personen nicht vom Mikrofon aufgezeichnet.
- Der einzelne Bildschirm des Laptops ist in der Regel zum Beamer gespiegelt und zeigt daher die Präsentation zur Veranstaltung. Das lässt keinen Platz für die Darstellung der extern hinzugeschalteten Personen.

Im Projekt wurde ein speziell ausgestatteten Medienwagen und die dazugehörigen Videokonferenzsoftware genutzt, um Fernlehre ohne die beschriebenen Nachteile durchzuführen.

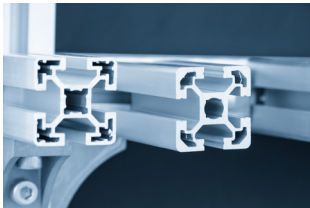
Medienwagen

Für die Realisierung hybrider Lehrveranstaltungen wurde ein speziell konzipierter Medienwagen entwickelt. Das System zielt darauf ab, die Durchführung standortübergreifender Veranstaltungen zu erleichtern und die interaktive Teilhabe von remote zugeschalteten Studierenden sicherzustellen.

Der Wagen wurde mit Aluminiumkonstruktionsprofilen konstruiert, um eine einfache Erweiterbarkeit und feste Platzierung aller Komponenten zu gewährleisten. Für den Betrieb sind ein Stromanschluss und Netzwerk per WLAN oder kabelgebundenes LAN erforderlich.

Der Wagen verfügt über drei Etagen und eine 19-Zoll-Schublade (vgl. Abbildungen 7.1 und 7.2). Seine Stellfläche beträgt $120 \times 75 \text{ cm}^2$. Für hohe Stabilität werden $80 \times 80 \text{ mm}^2$ große Aluminiumprofile als Stützen verwendet. Die beiden hinteren Profile sind 150 cm, die beiden vorderen 100 cm lang. In die Bretter sind Aussparungen gesägt, sodass sie von zwei Seiten an den Stützen befestigt werden können. Die obere Arbeitsplatte liegt auf den kürzeren Stützen auf, um die Fläche besser nutzen zu können. An den langen Stützen wird die Überkopfaufhängung der Kamera befestigt.

Der Medienwagen ist modular aufgebaut und integriert mehrere Schlüsselkomponenten, um eine hürdenlose Umsetzung hybrider Lehre zu gewährleisten.



Konstruktionsprofil aus Aluminium.

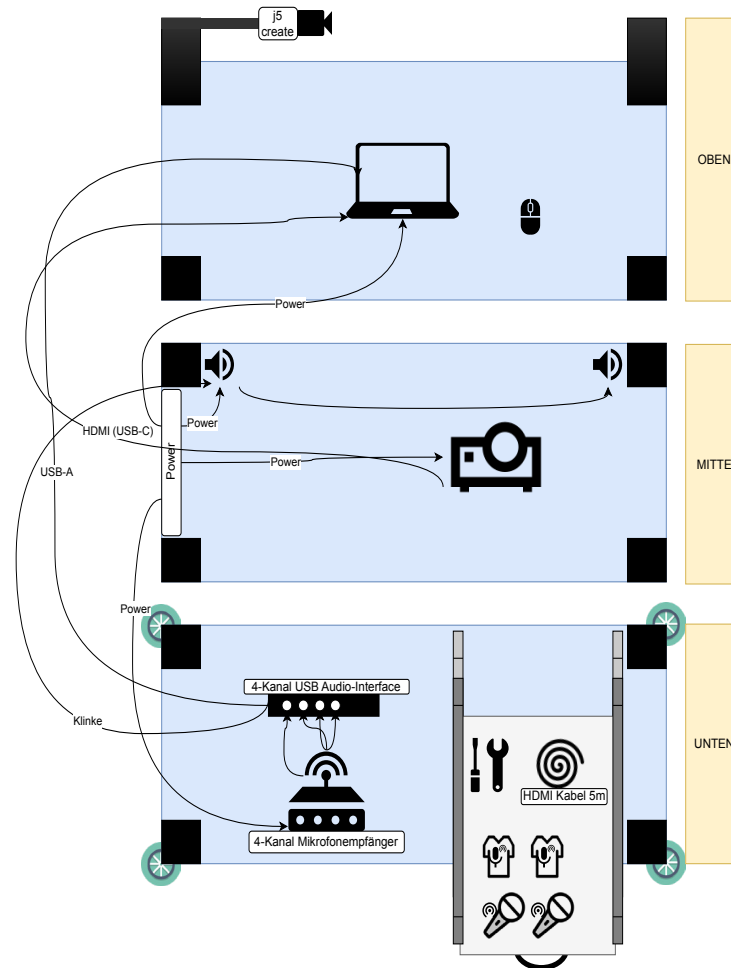


Abbildung 7.1
Übersichtsbild zum Aufbau
des Wagens und der Un-
terbringung der einzel-
nen Komponenten.

- **Laptop:** Der Laptop dient als zentrale Steuereinheit zur Kontrolle der Videokonferenzsoftware, zur Wiedergabe von Präsentationen und Medieninhalten, zur Anzeige der Remote-Teilnehmenden sowie zur Aufzeichnung der Veranstaltung. Er benötigt genügend Kapazitäten, um zwei Beamer (einen für Veranstaltungsfolien, einen für die Zuschaltung der externen Studierenden), den Laptop-Bildschirm und gegebenenfalls das Grafiktablett ansteuern zu können. Hier wird die Präsentation abgespielt, die Konferenzsoftware gestartet sowie die Kamera und das Audio-Interface angeschlossen. Insbesondere die Grafikleistung des Laptops ist zu beachten, da handelsübliche Consumer-Geräte nicht mehrere Beamer und weitere externe Displays gleichzeitig hinreichend performant ansteuern können. Daher ist eine dedizierte Grafikkarte mit entsprechender Leistung zwingend erforderlich.
- **360°-Videokamera:** Eine integrierte 360°-Kamera (im Projekt die JVCU360 von j5Create) erfasst den gesamten Veranstaltungsraum und alle physisch anwesenden Teilnehmenden. Dies erhöht die Immersion der aus der Ferne zugeschalteten Studierenden und fördert die Interaktion. Einerseits wird das 360°-Bild gezeigt, andererseits zwei Fokusbereiche, die auf die Ta-

fel und die Beamer-Präsentation an der Wand gerichtet sind. Die Kamera wird kopfüber am Wagen befestigt, um eine bessere Raumabdeckung zu gewährleisten. Wichtig bei der Kamera Auswahl ist die 360° Funktionalität ohne zusätzlichen treiberseitigen Rechenaufwand. Dies führte nämlich zu höheren Latenzen und überforderte die Hardware beim Live-Gespräch.

- Lautsprecher: Ein zusätzliches Lautsprechersystem (im Projekt: Trust GXT 608 2.0, kabelgebundene PC-Lautsprecher mit 38 W) ist im Wagen integriert, um eine adäquate Beschallung des Raumes mit Sprechbeiträgen der Online-Teilnehmenden oder Medieninhalten zu gewährleisten. Für die Audio-Ausgabe sind Lautsprecher mit eigenem Powermanagement, wie beispielsweise Bluetooth-Lautsprecher, nicht empfehlenswert. Diese schalten sich bei Nichtbenutzung in den Stand-by-Modus und aktivieren sich erst bei einer Audioausgabe, was zu einer Verzögerung führt und der Redebeitrag ggf. nicht mehr verständlich ist.
- Mikrofone: Auch wenn die 360°-Kamera über ein integriertes Rummikrofon verfügt, das für Konferenzen ausgelegt ist, haben unsere Pilotveranstaltungen gezeigt, dass sich ein dediziertes Audio-Setup mit Funkmikrofonen bewährt. Damit wird die übermittelte Sprache deutlich verständlicher. Für die Tonaufnahme stehen insgesamt vier Mikrofone zur Verfügung: zwei Handmikrofone und zwei Ansteckmikrofone (Lavaliermikrofone), die beide über Funkübertragung verfügen. Konkret wird das McGrey UHF-2V2I Quad Funkmikrofonset eingesetzt, welches eine Reichweite von 50 Metern bietet. Obwohl dieses Set einen Mix-Out-Ausgang bereitstellt, produziert dieser ein Hintergrundrauschen. Um dem entgegenzuwirken und eine Einzelabnahme aller Mikrofone zu ermöglichen, wird ein zusätzliches Audio-Interface verwendet. Hierfür kommt ein U-Phoria UMC404HD zum Einsatz, das die Weiterleitung der Audiosignale per USB an den Laptop übernimmt. Somit ist jedes Mikrofon individuell in der Lautstärke regelbar. Die Nutzung von Handmikrofonen kann für Teilnehmende zunächst eine Anfangshürde darstellen, jedoch ist eine schnelle Gewöhnung festzustellen. Ein wesentlicher Vorteil dieser Lösung ist die gleichbleibende Soundqualität bei unterschiedlichen Raumgrößen, da der Abstand zum Mikrofon konstant bleibt. Zudem werden Hintergrundgeräusche effektiv minimiert.
- Beamer: Der im Wagen integrierte Beamer dient dazu, die visuelle Präsenz der Remote-Teilnehmenden für die physisch anwesenden Studierenden darzustellen, indem ihr Bild auf eine Wand oder Leinwand projiziert wird. Zusätzlich wird der fest installierte Deckenbeamer verwendet, um die Vortragsfolien zu präsentieren.
- Zubehör am Wagen: HDMI-Kabel (5 m), Ethernet-Kabel (5 m), Stromkabel (5 m), Ersatzbatterien AA für Mikrofone.
- Um mit einem Stift direkt in der Präsentationen zu arbeiten, wird ein zusätzliches Grafiktablett, wie beispielsweise das Huion Kamvas Pro 16 Plus (4K), verwendet.

Falls sich keine geeignete Wand für die Darstellung der Konferenzteilnehmer zur aktiven Teilnahme in der Videokonferenz finden lässt, kann eine zusätzliche Leinwand verwendet werden. Alternativ zur Kombination aus Beamer und Leinwand ist ein am Wagen befestigter Bildschirm denkbar, falls die Beamer-Lösung nicht umgesetzt werden kann. Damit bleiben Chat- oder Sprechfragen sichtbar und können weiterhin direkt in die Veranstaltung integriert werden. Zu beachten ist jedoch, dass dann die Sicht zwischen Teilnehmenden und Dozierenden erschwert ist, wenn der Dozierende am Wagen steht und den Laptop bedient. Der Vorteil von Leinwand bzw. Bildschirm ist die verringerte Ortsgebundenheit.



Abbildung 7.2

Medienwagen mit 3 Ebenen: Am Ausleger oben 360°-Kamera, oberste Ebene: Laptop; mittlere Ebene: Stromversorgung, Beamer, 1 Ansteck-Mikrofon, 2 Handmikrofone, 2 Lautsprecher; unterste Ebene: Audio-interface, Mikrofon-Funkempfänger, Schublade.

Eine erste Version des Wagens wurde mit einem Krauss-PC-Pult KR-703 erstellt. Allerdings zeigte sich, dass dieses zu klein war, um alle Bestandteile unterzubringen.

Videokonferenz

Der zweite Teil des hybriden Setups umfasst die Softwareausstattung. Ihr Kern ist das Videokonferenzsystem. In diesem Projekt wird Zoom Workplace (Zoom Communications, Inc., Version 6.5.5 [ZOO2025]) verwendet. Neben den Kernbestandteilen eines Multi-User-Videokonferenzmeetings bietet die Software die Bildschirmfreigabe sowie die Auswahl verschiedener Kameras und Audio-Ein- bzw. -Ausgabehardware. Im Gegensatz zu anderen Softwarelösungen bietet Zoom einen Dual-Window-Modus: Dabei werden bei aktiver Bildschirmfreigabe alle Teilnehmer der Konferenz weiterhin in einem separaten Vollbildfenster angezeigt, das in unserem Setting mit dem Beamer des Medienwagens an eine Wand projiziert wird. Somit sind alle remote Gäste im Veranstaltungsraum visuell in adäquater Größe präsent. Da die verwendete Kamera als Standkamera konzipiert ist, in unserem Szenario jedoch über Kopf hängt, muss das Bild gedreht werden. Dazu wird der Videostream mit OBS Studio (Open Broadcaster Software, Version 31.0.4 [OBS2025]) konvertiert und als Virtual Camera an Zoom weitergeleitet. Mit OBS Studio wären auch weitere Möglichkeiten der Bildveränderung möglich, z. B. das Wechseln auf eine Fokuskamera, um kleine Experimente auf einem Tisch zu zeigen, die von der normalen Kamera nicht erfasst werden. Zusätzlich zum Bild kann in OBS auch der Ton weitergeleitet werden. Hierfür ist ein spezieller Audio-Treiber nötig (Virtual Audio Cable, VB AUDIO, Version 10/07/2024, 3.3.1.7 [BUR]). Dieser ist jedoch nicht intuitiv einzurichten, weswegen das Sound-Interface in Zoom direkt angesprochen wird. Dazu werden in Zoom alle Mikrofonkanäle (1–4) als Input und die

Lautsprecherboxen als Output gewählt. Für den korrekten Betrieb des Sound-Interfaces unter Windows ist ein spezieller Herstellertreiber erforderlich (Behringer, Empower Tribe, UMC USB Audio Driver, Version 5.72.0 (Windows 10/11), 19.02.2025). Dieser muss einmalig im System installiert werden.

Digitale Werkzeuge und Methoden

Neben der Ermöglichung synchroner Teilnahmeformen ist die Bereitstellung digitaler Lerninhalte ein zentraler Aspekt der technischen Umsetzung, um studentische Teilhabe zu gewährleisten. Insbesondere die strukturierte Verwaltung und die dauerhafte Verfügbarkeit der Micromodule stellen eine Herausforderung dar, da etablierte Systeme wie Moodle hier an ihre funktionalen Grenzen stießen.

Micromodule

Aus technischer Perspektive setzen sich Micromodule aus drei Komponenten zusammen: Texte, Dateien und Metadaten. Ihr Aufbau ist weitgehend standardisiert (vgl. Kapitel „Inverted Classroom mit Micromodulen“) und umfasst eine kurze Einleitung mit thematischen Grundlagen sowie ein oder mehrere Aufgabenformate zum Selbststudium. Die Realisierung erfolgt mittels verschiedener Materialien wie PDF-Dokumenten, Bildern oder Videos. Letztere sind zum Teil interaktiv gestaltet.

Die Metadaten umfassen Informationen über das Modul selbst, insbesondere die eindeutige Bezeichnung der dem Micromodul zugeschriebenen Ausgangskompetenz (vg. Kapitel „Ein Kompetenzmodell für die Fachdidaktik der Informatik“). Diese Metainformationen sind in jedem Micromodul hinterlegt, beispielsweise im <head> einer HTML-Datei wie in folgendem beispielhaften Code zu sehen ist.

```
<head>
  <title>
    Informatik im Alltag
  </title>
  <meta charset="utf-8">
  <meta content="width=device-width, initial-scale=1.0" name="viewport">
  <link href="../../assets/css/custom.css" rel="stylesheet" type="text/css">
  <link href="../../assets/images/favicon.ico" rel="icon" type="image/x-icon">
  <meta content="a1-automatenmodelle-di" name="micromodule-id">
  <meta content="Informatik im Alltag" name="micromodule-title">
  <meta content="/" name="micromodule-Eingangskompetenzen">
  <meta content="a1-automatenmodelle-di" name="micromodule-Ausgangskompetenzen">
  <meta content="90" name="micromodule-XP">
  <meta content="1" name="micromodule-Level">
  <meta content="Informatik ist aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken, auch wenn
    man das nicht auf den ersten Blick sieht." name="micromodule-Beschreibung">
</head>
```

Dem Modul wurde beispielsweise die Bezeichnung der Ausgangskompetenz „a1-automatenmodelle-di“ zugeordnet. Ggf. werden hier auch Eingangskompetenzen hinterlegt, die die Voraussetzung für eine sinnvolle Bearbeitung darstellen.

Aus studentischer Perspektive dienen diese Informationen einerseits als Orientierungshilfe, um den individuellen Lernstand zu evaluieren, und andererseits dazu, ein Micromodul hinsichtlich seiner Thematik und seines Schwierigkeitsgrads einzuordnen.

Für Lehrende erfüllen sie eine ähnliche Funktion bei der Auswahl geeigneter Micromodule für Veranstaltungen oder Lerngruppen. Zusätzlich werden weitere Metadaten wie die Kurzbeschreibung, das Level und die XP aufgeführt.

Für die Visualisierung möglicher Lernpfade sind die Micromodule in eine Halbordnung zu bringen, die die Abhängigkeiten darstellt. Da die Micromodule nicht immer alle innerhalb einer einzigen Veranstaltung verwendet werden, sondern je nach Niveau eines Kurses oder einzelner Studierender flexibel ausgewählt werden können, ist eine zentrale Sammelstelle erforderlich, in der diese Informationen zu finden sind.

Dies ist insbesondere im Hinblick auf die hochschulübergreifende Kooperation von großer Bedeutung, da so auch Externe Zugang zum Material erhalten.

Das Anforderungsprofil ergibt sich somit aus der Erfüllung der folgenden Bedingungen:

- Texte können digital dargestellt werden.
- Es gibt eine Funktion zur Dateiverwaltung.
- Metainformationen können gespeichert und angezeigt werden.
- Es ist möglich, zwischen den Modulen einen Zusammenhang aufzubauen.
- Alle Module sind jederzeit zugänglich.

LMS

Lernmanagementsysteme (LMS) wie Moodle [DOU2003], ILIAS [ILI2021] oder OLAT [TEA2021] bilden die technische Basis für die digitale Organisation von Lehrveranstaltungen. Es werden Funktionen für die Bereitstellung von Inhalten, die Kommunikation, das Management von Aufgaben und die Bewertung angeboten [BIL2024]. Für die Interoperabilität und Wiederverwendbarkeit von Lerninhalten sind Standards wie SCORM oder xAPI etabliert, die eine systemübergreifende Nutzung und Analyse ermöglichen. Moderne Plattformarchitekturen fokussieren sich auf die Prinzipien der Modularität, Erweiterbarkeit und Schnittstellenstandards wie Learning Tools Interoperability (LTI), um eine nahtlose Integration externer Tools zu gewährleisten. Aspekte wie Skalierbarkeit, Sicherheit und Barrierefreiheit sind dabei zentrale Qualitätskriterien. Darüber hinaus dienen Lernmanagementsysteme zunehmend nicht nur als organisatorische Infrastruktur, sondern auch als didaktische Entwicklungsumgebung, in der adaptive Lernpfade, formative Assessments und kollaborative Szenarien abgebildet werden können.

An der JGU wird für die Verwaltung von Kursen in der Regel das LMS Moodle eingesetzt. Die Software weist laut [MOO2924] im deutschen Raum eine signifikante Prävalenz sowohl in der akademischen Lehre als auch in wissenschaftlichen Institutionen auf. Neben den grundlegenden Verwaltungsfunktionen umfasst sie eine Vielzahl von Optionen für Automatisierungen, wie Übungsabgaben oder die terminierte Freigabe von Inhalten. Darüber hinaus ist eine Erweiterung um spezifische Plugins möglich [MOO2025b]. Für jede Veranstaltung wird ein dedizierter Moodle-Kurs eingerichtet. Das Moodle der JGU bietet die Möglichkeit, Studierende und Lehrende anderer Bildungseinrichtungen über Gastzugänge hinzuzufügen.

Micromodule in Moodle

Die erste pilotmäßige Implementierung der Micromodulstruktur erfolgte im Rahmen der Bachelor-Vorlesung auf Moodle. Moodle stellt grundsätzlich alle funktionalen Grundlagen für die Abbildung der Micromodulstruktur bereit. Die Anforderungen an die digitale Textdarstellung und Dateiverwaltung sind ohne Weiteres erfüllbar; auch die Metainformationen können systematisch hinterlegt werden.

Die Plattform verfügt bereits über die Möglichkeit, Kompetenzen systematisch abzubilden und deren Erwerb durch Lernende nachvollziehbar zu machen [MOO2025]. Die Lehrenden haben die Möglichkeit, individuelle Kompetenzbezeichnungen anzulegen, diese Lernaktivitäten oder Materialien zuzuweisen und anschließend zu evaluieren, ob einzelne Studierende die entsprechende Kompetenz erreicht haben. Der aktuelle Stand der erworbenen Kompetenzen wird auf der Profilleite der Lernenden angezeigt. Dies ermöglicht eine strukturierte, kompetenzorientierte Planung und Reflexion des Lernfortschritts. Bis auf die Dokumentation des Fortschritts des kompetenzerwerbs sind weitere Funktionen nicht vorgesehen, etwa eine Zugriffsbeschränkung auf Basis der Kompetenzen.

Zur zusätzlichen Motivation und Strukturierung wurde das Moodle-Plugin LevelUp [MOO2025a] eingesetzt. Es erlaubt die Definition eines Punktesystems, bei dem Lernende durch das Bearbeiten von Aktivitäten XP sammeln. Das Erreichen bestimmter Punkteschwellen ist die Voraussetzung für den Aufstieg in höhere Level. Die Allokation von Punkten kann an spezifische Aktivitäten gekoppelt oder manuell durch Lehrende erfolgen. LevelUp visualisiert den Fortschritt in einer sichtbaren Leiste oder Rangliste des Kurses und ermöglicht eine spielerische Herangehensweise an Lerninhalte. Rückmeldungen der Studierenden deuten darauf hin, dass die Sichtbarkeit des eigenen Fortschritts als motivierende Ergänzung wahrgenommen wurde, ohne nennenswerte kompetitive Effekte innerhalb der Kohorte auszulösen. Abbildung 7.3 zeigt einen Ausschnitt der Übersichtsseite, wo auf den Titelnkarten auch das entsprechende Level als bunter Stern gekennzeichnet ist. Ein Beispiel für die Einbindung in den konkreten Kurs ist in Abbildung 7.4 zu sehen.

Zur besseren Wiederverwendbarkeit und Zugriffsverwaltung der Micromodule wurden diese in einen separaten Kurs ausgelagert und in den jeweiligen Veranstaltungskursen Moodle-intern verlinkt.

Probleme bei der Umsetzung mit Moodle

Die Implementierung der Micromodule wurde früh von zwei zentralen Einschränkungen behindert. Die Anzahl der Micromodule beträgt mehr als 150, was zu einem Anzeigeproblem in Moodle führt. Die einzelnen Module wurden jeweils als eigenständige Kursabschnitte konzipiert. Ursprünglich wurde dieser Mechanismus für eine überschaubare Gliederung der Inhalte in Themen- oder Wochenabschnitte entwickelt. In typischen Szenarien überschreitet die Anzahl der benötigten Abschnitte selten 52, wenn für ein ganzes Jahr geplant wird.

Zwar besteht die Möglichkeit, das globale Limit über die administrativen Einstellungen zu erhöhen, jedoch ist bei einer zunehmenden Anzahl von Abschnitten eine signifikante Verschlechterung der Übersichtlichkeit des Kurses festzustellen. Moodle bietet standardmäßig keine Möglichkeit, Abschnitte hierarchisch zu gruppieren oder zusammenzufassen. Auch alternative Darstellungsoptionen, etwa durch den Einsatz des Plugins Tiles [MOO2025c], konnten das Problem der Unübersichtlichkeit durch die große Menge der Abschnitte nicht zufriedenstellend lösen.

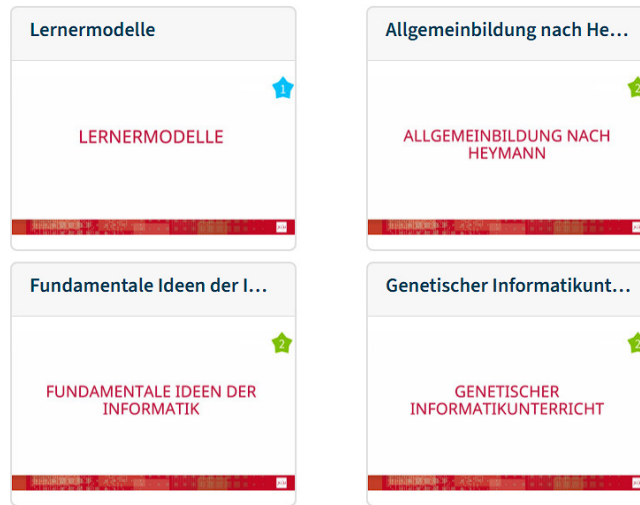


Abbildung 7.3
Ausschnitt Übersichtsseite
Micromodule auf Moodle mit
Titelkarten im Tilesformat

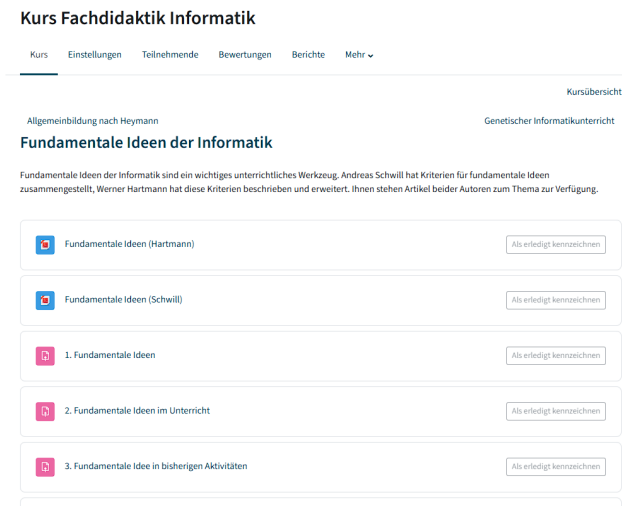


Abbildung 7.4
Beispielmodul umgesetzt auf
Moodle

Dies resultiert in einer deutlichen Beeinträchtigung der Navigation und Nutzung der Micromodulsammlung.

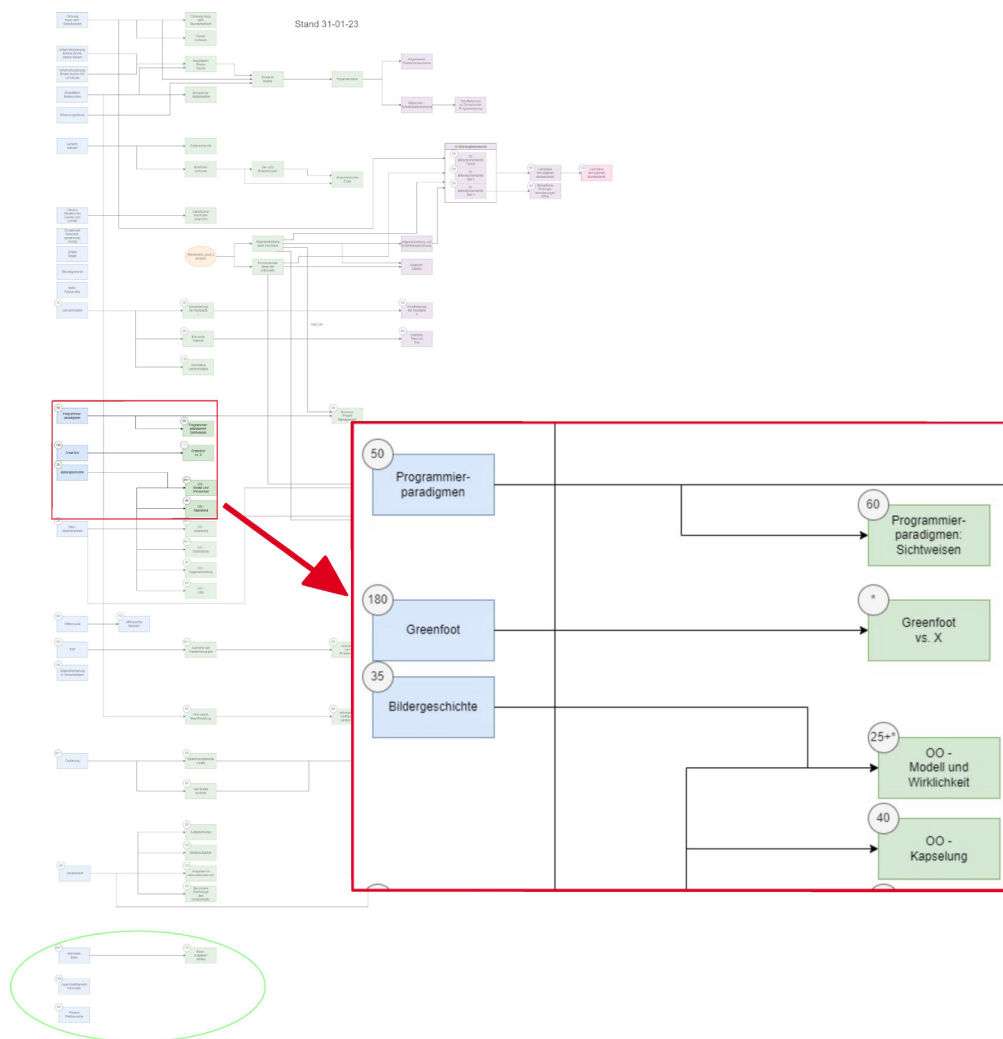
Die Kompetenzstruktur lässt in Moodle keine Zugriffssteuerung auf verschiedene Medien und Abschnitte zu. Dies konterkariert jedoch die intendierte Nutzung der Kompetenzen. Demnach besteht keine Möglichkeit, ein Micromodul automatisch nur dann freizugeben, wenn eine bestimmte Kompetenz zuvor erworben wurde. Als Workaround bleibt entweder eine manuelle Kontrolle durch Lehrende oder der Einsatz alternativer Zugriffskriterien, etwa der Abschluss bestimmter Einzelaktivitäten, wie z.B. der Beantwortung eines Quiz. Allerdings wird durch diese Vorgehensweise die semantische Trennung zwischen Lernnachweis und Kompetenz umgangen. Für eine konsistente, kompetenzbasierte Steuerung von Micromodulen über Kursgrenzen hinweg stellt dies eine erhebliche Einschränkung dar, die den Aufbau flexibler, wissenstandsgestützter

Lernpfade erschwert. Alternativ wurden Lernpfade manuell in einer Übersichtskarte in Abbildung 7.5 visualisiert, was jedoch aufgrund der Komplexität und der nicht integrierbaren Zugriffssteuerung nicht hilfreich war.

Externe Studierende und Lehrende müssen über Gastzugänge Zugriff erhalten. Das ist aufgrund administrativer Vorgaben nicht an jeder Hochschule möglich, sodass nach alternativen Lösungen gesucht werden muss.

Aus Sicht der Lehrenden konnte zudem die Bewertung von Leistungen innerhalb von Moodle nicht zufriedenstellend abgebildet werden. Moodle bietet nur sehr strikte Systeme zur Leistungsbewertung an, etwa durch Punkte- oder Notenskalen, was es erschwert, konstruktives Feedback an die Lernenden zu geben. Mit dem später beschriebenen Portfoliosystem lässt sich eine alter-

Abbildung 7.5
Zur verbesserten Übersichtlichkeit wurde die Moodlestruktur manuell als Karte dargestellt.



native Prüfungsform umsetzen, die große Gestaltungsmöglichkeiten in der Bearbeitung, beim Feedback und auch in der Umsetzung eines summativen Assessments bietet.

Umsetzung der Micromodule mit SCORM

Der international etablierte E-Learning-Standard SCORM wird für die Paketierung, Auslieferung und Nachverfolgung digitaler Lerninhalte genutzt. Im Rahmen der Advanced Distributed Learning Initiative (ADL) des US-Verteidigungsministeriums wurde er ab 1999 entwickelt. Das Ziel dieser Initiative besteht in der Schaffung von Inhalten, die auf verschiedenen Plattformen genutzt werden können. Die Konzeption von SCORM-kompatiblen Lernobjekten erfolgt derart, dass eine Funktionsfähigkeit in diversen Learning Management Systems ohne technische Anpassungen gewährleistet ist.

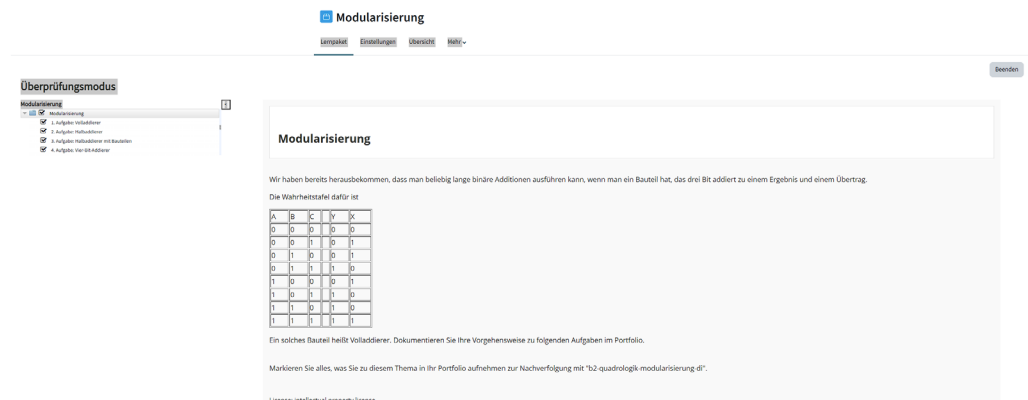
Technisch definiert SCORM sowohl ein standardisiertes Dateiformat, das als ZIP-Paket mit Manifest im XML-Format vorliegt, als auch eine Laufzeitumgebung, die auf HTML, JavaScript und einem sogenannten API Wrapper basiert. Die vorliegende Komponente erlaubt die Kommunikation mit dem LMS vonseiten des Clients. Dies umfasst die Übergabe von Bearbeitungszeit, Testergebnissen sowie Abschlussstatus.

SCORM zeichnet sich durch eine Reihe von Vorteilen aus. Die Interoperabilität des Systems gewährleistet die Verwendung von Inhalten auf sämtlichen SCORM-kompatiblen Systemen, unabhängig von der Plattform. Der Standard bietet die Möglichkeit des Trackings und der systematischen Dokumentation des Fortschritts, der erzielten Ergebnisse sowie der Bearbeitungszeiten. Das System zeichnet sich durch seine Modularität aus, wodurch es möglich ist, die Lerninhalte abzukapseln und unabhängig vom Kurssystem zu verwalten. In Kombination mit der ZIP-basierenden Struktur wird so auch die Portabilität erleichtert, was den Austausch zwischen Institutionen begünstigt.

Die derzeit am weitesten verbreitete Version ist SCORM 1.2, da viele LMS, darunter auch Moodle, SCORM 2004 nur eingeschränkt oder gar nicht vollständig unterstützen. Zwar erlaubt SCORM 2004 eine komplexere Sequenzierung und die Gestaltung von Lernpfaden, doch die mangelhafte Implementierung sowie Kompatibilitätsprobleme haben seine praktische Relevanz eingeschränkt. SCORM 1.2 ist noch de-facto-Standard, aber technisch veraltet und z.B. nicht für Mobile Learning konzipiert [MIS2021]. Es werden keine responsive Ansichten für geringe Bildschirmbreiten unterstützt, sodass es zu ungewollten Überlappungen kommt. Im Bereich der digitalen Bildung wird der Standard SCORM zunehmend durch modernere Standards wie xAPI (Tin Can API) oder cmi5 ergänzt oder abgelöst. Diese bieten erheblich erweiterte Möglichkeiten des Trackings und der Analyse [RUS2025], erfordern jedoch eine komplexe Infrastruktur (xAPI benötigt zwingend einen externen Learning Record Store und spezialisiertes Setup [ZAI2023]) und sind in erster Linie auf große Lernendenkohorten und kommerzielle Anwendungsfelder ausgerichtet. Für die überschaubaren Gruppengrößen im Projektkontext waren diese Lösungen daher wenig attraktiv.

Die Kommunikation basiert vollständig auf clientseitigem JavaScript und ist störanfällig. In der Regel werden Inhalte in einem LMS als „black box“ bezeichnet. Dies hat zur Folge, dass eine tiefe didaktische Integration, wie sie beispielsweise mit Moodle-Kompetenzen realisiert werden könnte, nicht möglich ist. Für die Bearbeitung ist der Einsatz spezifischer Tools wie eXeLearning erforderlich, was für Lehrende ohne technisches Vorwissen eine Herausforderung darstellen kann. Designanpassungen erweisen sich als erschwert, da die im LMS eingebetteten CSS-Regeln

Abbildung 7.6
Ein SCORM-Micromodul in
Moodle eingebunden



die Inhalte der eingebetteten Objekte häufig überschreiben. Entsprechend wirken die in Moodle eingebundenen Micromodule auf Nutzer wenig ansprechend, wie man in Abbildung 7.6 erkennen kann.

Pilotierung mit SCORM im Projektkontext

Zur besseren Strukturierung und übergreifenden Nutzung wurden im Projekt sämtliche aktuell vorhandenen Micromodule zusätzlich als SCORM-Pakete umgesetzt. Diese Vorgehensweise ermöglicht eine übersichtliche Einbindung in Moodle, da eine Organisation der Inhalte als eigenständige Objekte außerhalb der linearen Abschnittsstruktur möglich ist.

Für die Umsetzung wurde die Open-Source-Software eXeLearning [EXE2025] verwendet, die sich aufgrund ihrer leichten Erlernbarkeit und SCORM-Exportfunktion als praktikabel erwies. Die Stärke des Tools liegt in der einfachen Erzeugung textorientierter Module. Allerdings wurden auch Schwächen bei der Integration interaktiver Inhalte (beispielsweise H5P-Videos) sowie in der eingeschränkten Designanpassung festgestellt.

Die technische Integration der SCORM-Module in Moodle, beispielsweise hinsichtlich Navigation, Bewertung und Fortschrittsanzeige, erweist sich als fehleranfällig und wenig intuitiv. Die Anbindung an das Plugin LevelUp funktioniert zuverlässig, sodass eine Integration in das Gamification-Konzept des Projekts möglich ist.

Ein signifikanter Vorteil der SCORM-Implementierung besteht in der hochschulübergreifenden Verwendbarkeit: Die Micromodule können als ZIP-Dateien exportiert und ohne technische Anpassungen in andere SCORM-kompatible LMS importiert werden. Die Wiederverwendbarkeit der Inhalte kann mit minimalem Aufwand realisiert werden.

Im praktischen Einsatz zeigten sich deutliche Limitierungen. Die Menüführung innerhalb der SCORM Pakete erwies sich als unübersichtlich und wenig intuitiv. Ein besonders gravierendes Problem betraf die Dateigrößen: Interaktive Videos und andere Medien werden beim Export vollständig in das ZIP Paket eingebunden. Dadurch entstehen sehr große Dateien, die bei der Integration in ein LMS an die Uploadgrenzen stoßen. Ein weiteres gravierendes Defizit besteht darin, dass SCORM-Pakete in den LMS häufig wie eine "Black Box" wirken. Die Ergebnisse einzelner Unteraktivitäten können nicht transparent ausgewertet werden. Dadurch bleibt die Integration in systemweite Kompetenzverwaltungen oder feinere Auswertungen stark eingeschränkt.

Neuere Standards wie xAPI oder cmi5 bieten zwar erheblich erweiterte Möglichkeiten des Trackings und der Analyse, erfordern jedoch eine komplexe Infrastruktur. xAPI benötigt so zwingend einen externen Learning Record Store und spezialisiertes Setup und ist in erster Linie auf große Lernendenkohorten und kommerzielle Anwendungsfelder ausgerichtet. Im Hinblick auf eine einfache Handhabung und Wartbarkeit haben wir uns gegen solche Umsetzungen entschieden.

Umsetzung einer dedizierten Website

Mithilfe eines Python-Skripts wurden die SCORM-Pakete automatisiert in statische HTML-Dateien konvertiert. Dabei wurden die Inhalte aus den HTML-Dateien extrahiert und die Metadaten aus den XML-Dateien übernommen. Diese Metainformationen (Kompetenzen, Eingangsvoraussetzungen, Beschreibung, Level, XP) wurden im <head>-Bereich der HTML-Dateien abgelegt, wie bereits weiter oben dargestellt. Damit war die Grundlage für die spätere Website geschaffen, die eine institutionell unabhängige, offene und zugleich datensparsame Nutzung erlaubte.

Im Zuge der Implementierung der Micromodulplattform wurde bewusst eine Lösung ausgewählt, die sich durch eine schlanke, übersichtliche und wartungsarme Struktur auszeichnet. Die Seite wurde ausschließlich unter Verwendung der Skriptsprache HTML, der JavaScript-Bibliothek und der CSS-Stylesheet-Technik entwickelt, wobei auf Komponenten wie Backend, Datenbank oder serverseitige Verarbeitung verzichtet wurde. Das vorliegende statische Setup gewährleistet eine hohe Performanz, einfache Wartbarkeit und Unabhängigkeit von komplexen Frameworks oder LMS-Anbindungen.

Die Einstiegsseite der Plattform präsentiert alle Micromodule in Form einer visuellen Kartenansicht. Jede Karte enthält den Modultitel, eine Kurzbeschreibung, Angaben zum geschätzten Umfang, die zugeordneten Kompetenzen sowie etwaige empfohlene Eingangskompetenzen. Es besteht die Möglichkeit, eine Suche nach spezifischen Schlagworten durchzuführen und die Karten anhand von festgelegten Kriterien wie dem Kompetenzniveau oder der Bearbeitungsdauer zu sortieren. Dies erleichtert sowohl den thematischen als auch den niveaubasierten Zugang zu den Modulen. Wie aus Abbildung 7.7 ersichtlich, werden bereits abgeschlossene Module mit einem grünen Rand markiert.

The screenshot shows the 'Micromodulkatalog' website. At the top, there are navigation links: 'Start', 'Fortschritt', 'Für Lehrende', 'Titel', 'Level', 'XP', and 'Vorlesung'. A search bar is on the right. Below the navigation is a grid of four course cards. Each card has a title, a short description, a level indicator (e.g., 'Level: 1 XP: 60'), a list of competency tags (e.g., 'a1-affenpuzzle-di', 'a2-affenpuzzle-di'), and a 'Modul öffnen' button. The first three cards have a green border, while the fourth has a grey border. The website header includes the logo for 'Didaktik der Informatik' and 'Fachdidaktik der Informatik Institut für Informatik'.

Abbildung 7.7
Startseite mit dem Katalog aller Module und ihren Kurzbeschreibungen

Die Micromodule selbst sind jeweils als eigene HTML-Seite realisiert. An dieser Stelle werden alle relevanten Inhalte zur Verfügung gestellt. Zunächst erfolgt eine Einführung in die Thematik, anschließend werden Aufgabenstellungen dargelegt. Bei Bedarf können zudem eingebundene Medien, wie beispielsweise Videos oder interaktive Elemente, sowie Download-Materialien hinzugefügt werden. Zusätzlich enthält jedes Modul Verweise auf thematisch oder kompetenzbezogen verbundene Module, sowohl auf solche, die als Voraussetzung dienen, als auch auf solche, die darauf aufbauen. Die vorliegenden Beziehungen ergeben sich aus den Metadaten der Micromodule und bieten Studierenden eine transparente Navigation durch potenzielle Lernpfade. Ein Beispiel ist in Abbildung 7.8 dargestellt.

Für die lokale Fortschrittsverfolgung wird durch Betätigung des Buttons im lokalen Speicher des Browsers (LocalStorage) ein JSON-Dokument mit dem aktuellen Fortschrittsstatus aktualisiert. Auf der Übersichtsseite werden abgeschlossene Module durch eine grüne Umrandung visuell hervorgehoben, was eine schnelle Orientierung über den eigenen Lernstand ermöglicht.

Zusätzlich steht eine dedizierte Fortschrittsseite mit einer prozentualen Gesamtübersicht, den kumulierten XP, einer geschätzten Lernzeit sowie eine Darstellung der abgeschlossenen und offenen Module bereit, vgl. Abbildung 7.9.

Das Design zeichnet sich durch eine Funktionalität und Datensparsamkeit aus, wobei die Plattformunabhängigkeit, die Benutzerfreundlichkeit und die Datensicherheit gewährleistet werden. Die Fortschrittsanzeige erfolgt lokal und kann jederzeit zurückgesetzt oder exportiert werden. Dadurch bleibt die Plattform für externe Nutzung und zukünftige Erweiterungen offen, ohne dabei die einfache Handhabbarkeit zu gefährden.

Abbildung 7.8
Beispielmodul auf der dedizierten Website

Didaktik der Informatik **Die geheimnisvolle Box** Fachdidaktik der Informatik
Institut für Informatik

Start Eingangskompetenzen Weiterführende Module Modul abschließen

Modulbeschreibung

Erstellen Sie ein Rollenspiel zur asymmetrischen Verschlüsselung mit folgendem Material:

- Schatzkiste mit Überwurf-Falle („Überfalle“)
- Drei unterschiedliche Vorhängeschlösser mit je mindestens zwei Schlüsseln
- „Geheimtext“

Als Hintergrund und Einführung können Sie diese Quellen oder beliebige andere nutzen.

[Hauptvortrag - Prof. Dr. Thomas Wilke "Alice, Bob und Celine!"](#)

[Abenteuer Informatik - Kapitel 12: Mit Sicherheit](#)

<https://www.cryptool.org/de/>

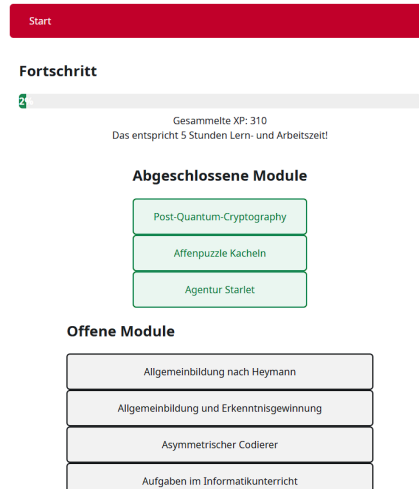
Markieren Sie alles, was Sie zu diesem Thema in Ihr Portfolio aufnehmen zur Nachverfolgung mit "c1-asymmetrischeverschlueselung-di".

1. Aufgabe: Konzept

Planen Sie das Rollenspiel und erstellen Sie das Arbeitsblatt für die Schülerinnen und Schüler. Dokumentieren Sie darüber hinaus die damit verbundenen Unterrichtsziele.

2. Aufgabe: Fehlvorstellungen

Formulieren Sie eine Liste von Fehlvorstellungen im Zusammenhang mit asymmetrischer Verschlüsselung, die Sie bei Ihren Schülerinnen und Schülern erwarten und priorisieren Sie diese Liste nach der Wichtigkeit des Aufgreifens und Korrigierens.



Technische Umsetzung digitaler Portfolios

Die bisherigen Bearbeitungs- und Feedbackfunktionen integrierter Plattformen haben einen hohen Standardisierungsgrad und lassen bei frei zu beantwortenden Aufgaben nur wenig Spielraum für eine eigene Gestaltung. Mit digitalen Portfolios lässt sich dieses Problem lösen. Die Teilnehmenden erhalten mehr Möglichkeiten zur Antwortgestaltung und die Dozierenden eine flexible Feedbackmöglichkeit. Darüber hinaus kann das Portfolio dynamisch in Individualprüfungen eingesetzt werden. Die inhaltliche Auseinandersetzung ist näher in Kapitel „Inverted Classroom mit Micromodulen“ beschrieben.

Die technische Umsetzung der Portfolios orientiert sich an verschiedenen Leitlinien. Dabei sind die zentralen Merkmale die einfache Umsetzbarkeit, Wartung (inkl. Hosting) und Bedienung. Zusätzlich soll es eine einfache Möglichkeit zur Zweitverwendung der Inhalte durch die Teilnehmenden geben, z. B. durch eine Offline-/Exportfunktion, damit diese im späteren Beruf einfach genutzt werden können. Darüber hinaus ist eine Kollaborationsmöglichkeit zum Austausch unter den Teilnehmenden sowie als Feedbackmethode wünschenswert.

Für die Umsetzung digitaler Portfolios existieren unterschiedliche spezialisierte Werkzeuge wie etwa Mahara [MAH2025] und Notion [NOT2025]. Systeme wie Mahara überzeugen nicht, da sie in der Wartung und Bedienung komplex sind und wie bei Notion zusätzliche Abhängigkeiten von externen Anbietern bestehen.

Eine Möglichkeit für eine niedrigschwellige Bearbeitung und Kollaboration ist die Nutzung von Online-Textverarbeitungsprogrammen. Diese Systeme lassen sich in Kombination mit einem File-Sharing-System auf einem gängigen Webhosting-System betreiben. An der JGU wird bereits die Cloud-Plattform Seafile [SEA2025] mit OnlyOffice angeboten.

Bei der gewählten Lösung erhält eine Kohorte Zugriff auf einen Seafile-Ordner, in dem sich für jeden Teilnehmenden ein Word-Dokument (docx) befindet. Mit OnlyOffice kann das Dokument online frei bearbeitet werden.

Alle Teilnehmenden und Dozierenden haben Zugriff auf alle Portfolios. Um unberechtigte Änderungen zu verhindern, aktiviert jeder Teilnehmende für sein eigenes Portfoliodokument die Funktion „Änderungen nachverfolgen“ und schützt diese mit einem Passwort. Dadurch ist es anderen Personen möglich, das Dokument zu lesen, Änderungen vorzuschlagen und zu kommentieren. Dies gilt sowohl für den studentischen Diskurs als auch für das Feedback der Lehrenden. Diese Lösung zeichnet sich durch eine ausgewogene Kombination aus Selbstverantwortung und strukturierter Begleitung aus.

Sie fördert den informellen Austausch sowie die Reflexion über Zwischenergebnisse und Ideen. Im Vergleich zu spezialisierten Portfoliosystemen wie Mahara, das eine detaillierte Rechtevergabe, Bewertungsfunktionen und Kompetenzraster bietet, erweist sich die auf Seafile basierende Lösung als deutlich intuitiver, ressourcenschonender und funktional ausreichend.

Zur systematischen Zuordnung der Antworten zu den Mikromodulen werden die einzelnen Beiträge im Portfolio mit den jeweils zugehörigen Kompetenzkennzeichnungen versehen. Dadurch ist die Nachvollziehbarkeit der abgedeckten Lerninhalte und Kompetenzen gewährleistet.

Fazit

Die Implementierung des Projekts zur Entwicklung und Bereitstellung von Micromodulen für eine zeitgemäße, nachhaltige Hochschulausbildung hat die Effektivität der Kombination aus hybrider Lehre, Inverted Classroom und kompetenzbasiertem Lernen demonstriert. Die Entwicklung eines Medienwagens sowie einer dedizierten Website für Micromodule hat die notwendige Flexibilität und Zugänglichkeit für Studierende verschiedener Hochschulen gewährleistet. Die Implementierung von Portfolios als innovative Prüfungsform hat zudem die Autonomie und Reflexion der Lernenden gefördert.

Die technische Umsetzung des Projekts hat gezeigt, dass die Wahl einer schlanken, plattformunabhängigen Technologie für die Micromodul-Website von Erfolg gekrönt sein kann. Diese Entscheidung hat die Zukunftsfähigkeit und Anpassungsfähigkeit des Projekts gestärkt, da sie eine hohe Leistungsfähigkeit, einfache Wartbarkeit und Unabhängigkeit von komplexen Systemen bietet. Im Bereich des kompetenzbasierten Lernens hat sich die Einführung von Kompetenzkennzeichnungen und Voraussetzungen für Micromodule als unterstützend für die Strukturierung von Lernpfaden erwiesen. Es wurde jedoch ersichtlich, dass die automatisierte Verknüpfung mit Zugriffskontrollen in LMS weiterentwickelt werden muss, um das volle Potenzial kompetenzbasierter Lernpfade ausschöpfen zu können.

Die Erfahrungen mit der Portfolioarbeit haben gezeigt, dass einfache, niedrigschwellige Lösungen erfolgreich sein können, sofern sie die notwendige Flexibilität und Gestaltungsfreiheit bieten. Im Rahmen der hybriden Lehre und des Medienwagens wurde ersichtlich, dass eine Optimierung der technischen Ausstattung erforderlich ist, um eine optimale Lernerfahrung zu gewährleisten. Für zukünftige Projekte besteht die Möglichkeit, die konzipierte Technik den Gegebenheiten anzupassen und zu erweitern.

Zukunftsperspektive

Für die Weiterentwicklung der Micromodul-Plattform sind mehrere zentrale Handlungsfelder vorgesehen, die auf eine nachhaltige Etablierung als innovatives Instrument der Hochschullehre abzielen.

Ein wesentlicher Schwerpunkt liegt auf der Implementierung eines verbindlichen Kompetenzrahmens, der sich an den KMK-Fachprofilen (Kultusministerkonferenz 2008) orientiert. Das Ziel besteht darin, eine transparente und nachvollziehbare Zuordnung einzelner Micromodule zu spezifischen Kompetenzbereichen zu ermöglichen. Dies soll Studierenden, Lehrenden und potenziellen Arbeitgebern eine differenzierte Einschätzung und Vergleichbarkeit der erworbenen Kompetenzen erlauben.

Darüber hinaus ist die Realisierung einer standardisierten Exportfunktion für erlangte Kompetenzen vorgesehen. Als mögliche Formate sind digitale Zertifikate oder Kompetenztranskripte zu nennen, da diese eine strukturierte und institutionell anerkannte Dokumentation individueller Lernfortschritte ermöglichen. Die vorliegende Maßnahme zielt darauf ab, die externe Verwertbarkeit zu erhöhen, beispielsweise im Kontext von Bewerbungsprozessen oder Weiterbildungsmaßnahmen. Darüber hinaus wird angestrebt, die intrinsische Motivation der Lernenden zu fördern, indem ihre Fortschritte für sie sichtbar und wertgeschätzt werden.

Im Sinne einer langfristigen Entwicklung wird angestrebt, die Plattform zu einer anerkannten Ressource für kompetenzorientiertes Lernen an Hochschulen auszubauen. Der Fokus liegt auf dem nachhaltigen Nutzen für alle Beteiligten. Für die Studierenden resultiert dieser aus einer erhöhten Bildungsqualität und einer optimierten Berufsorientierung, für die Lehrenden aus einer strukturierten Gestaltung der Lehrangebote und für die Gesellschaft sowie die Arbeitswelt aus besser vorbereiteten Absolventinnen und Absolventen.

Literatur

[BIL2024] Bildungsserver „Lernplattformen für E-Learning in der Erwachsenenbildung“ <https://www.bildungsserver.de/lernplattformen-fuer-e-learning-9788-de.html>, 2024

[DOU2003] Dougiamas, Martin „Moodle: A Learning Management System for the Web“ <https://moodle.org/>, 2003

[EXE2025] eXeLearning Team „eXeLearning – Free and Open Source Authoring Tool“ <https://exelearning.net>, 2025

[ILI2003] ILIAS „ILIAS - Open Source Learning Management System“ <https://www.ilias.de/>, 2021

[MAH2025] Mahara Project „Mahara – Open Source ePortfolio Platform“ <https://mahara.org>, 2025

[MIS2021] Misiejuk, K. *et al.* „eLearning Standards 101: SCORM, xAPI, Cmi5, ...“ <https://elearningindustry.com/elearning-standards-scorm-aicc-xapi-cmi5-ims-cartridge>, 2021

[MOO2025a] Moodle Community „Level up! – Moodle Plugins Directory“ https://moodle.org/plugins/block_xp, 2025

- [MOO2025b] Moodle Community „Moodle Plugins Directory” <https://moodle.org/plugins/>, 2025
- [MOO2025c] Moodle Community „Tiles format – Moodle Plugins Directory” https://moodle.org/plugins/format_tiles, 2025
- [MOO2025d] Moodle Documentation „Competencies – Moodle Documentation” <https://docs.moodle.org/402/en/Competencies>, 2025
- [MOO2024] Moodle-Dokumentation „Moodle an Hochschulen” https://docs.moodle.org/405/de/Moodle_an_Hochschulen, 2024
- [NOT2025] Notion Labs Inc. „Notion – One workspace. Every team” <https://www.notion.so>, 2025
- [RUS2025] Rustici Software „xAPI.com – The Experience API (xAPI) Standard” <https://xapi.com>, 2025
- [SEA2025] Seafile Ltd. „Seafile – Professionelle Open-Source-Dateisynchronisation und -freigabe” <https://de.seafile.com>, 2025
- [TEA2021] Team OLAT „OLAT - Open Learning and Training Platform.” <https://www.olat.org/>, 2021
- [ZAI2023] Zaineab, Asma „SCORM Vs. xAPI Vs. Cmi5: Which eLearning Standard Works for Your l&d Strategy?” <https://www.commlabindia.com/blog/scorm-vs-xapi-cmi5-elearning-standards>, 2023