



coding Labs

Sachbericht zum Verwendungsnachweis - Eingehende Darstellung

Zuwendungsempfänger:	Institut für Angewandte Informatik e.V.
Vorhabensbezeichnung	CodingLabs2
Förderkennzeichen:	16INB2008B
Projektlaufzeit:	10.2022 - 03.2025
Autoren:	Vanita Römer, Julia Friedrich, Leonie Witte, Toni Schunder, Joachim Kutzera
Einreichungsdatum:	26.09.2025

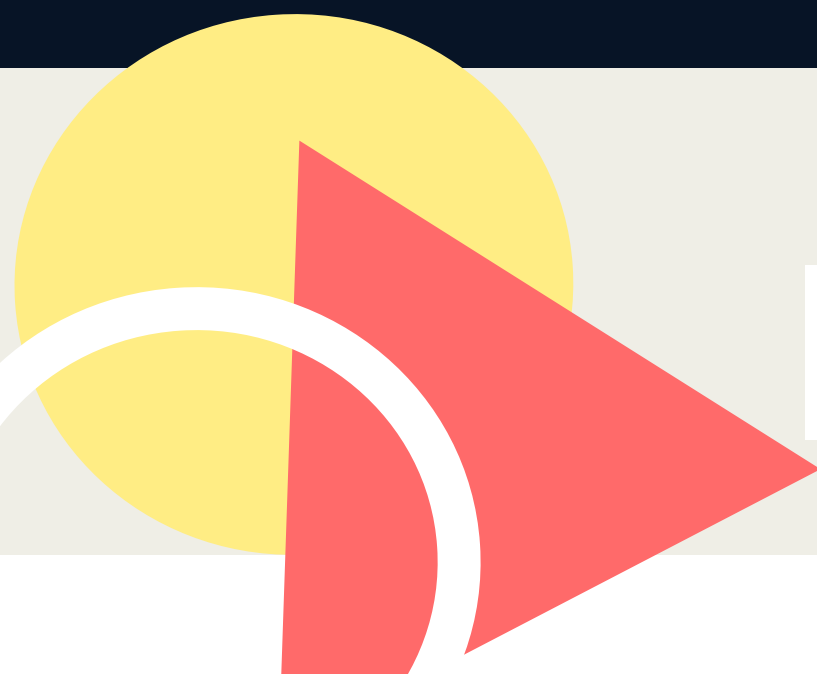
Gefördert durch:



Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt



Finanziert von der
Europäischen Union
NextGenerationEU



Vorwort

Der vorliegende Sachbericht für Verwendungsnachweis (Schlussbericht) bzw. Erfolgskontrollbericht zum Projekt CodingLabs2 (Coding Labs) bezieht sich auf ein Verbundvorhaben, an dem drei Institutionen zusammenarbeiten: die StackFuel GmbH, das Institut für Angewandte Informatik (InfAI) e.V. und die CODE University of Applied Sciences. Im Verlauf des Projektes arbeiteten die Partner gemeinsam an Konzeption, Entwicklung, Aktivierung und Evaluation. Um eine möglichst effiziente Arbeitsgestaltung zu finden, haben sich die Verbundpartner auf verschiedene Schwerpunkte fokussiert. Die StackFuel GmbH war als Konsortialführer dabei maßgeblich mit der Entwicklung sowie dem Betrieb der Plattform betraut, während sich das InfAI vornehmlich auf die wissenschaftliche Evaluation der Zielgruppe Schule konzentrierte und die CODE University den Hochschulbereich fokussierte.

Vorstellung der Projekt-Verbundpartner

Die **StackFuel GmbH** ist ein innovatives Bildungs- und Technologieunternehmen aus Berlin, das auf praxisnahe Lernlösungen im Bereich der angewandten Aus- und Weiterbildung im Daten- und KI-Bereich spezialisiert ist. Das Unternehmen kombiniert moderne E-Learning-Plattformen mit didaktisch durchdachten Kursinhalten und setzt dabei auf den Einsatz neuester Technologien, um maßgeschneiderte Trainings für Lernende jeglichen Niveaus anzubieten. Mit umfassender Erfahrung in der Skalierung von Lernangeboten und dem Aufbau effektiver Online-Formate übernimmt StackFuel im Projekt wichtige technische Entwicklungsaufgaben. Darüber hinaus gewährleistete das Unternehmen eine stetige Qualitätssicherung und Nutzerorientierung, sodass ein konsequent praxisnahes Lernumfeld entstand. Dank enger Kooperationen mit Wirtschaft und Politik konnte StackFuel überdies wertvolle Netzwerke einbringen.

Das **Institut für Angewandte Informatik (InfAI) e.V.** ist eine anerkannte Forschungseinrichtung mit breitem Fachwissen im Bereich angewandter Informatik und Digitalisierung. Hier treffen theoretische Grundlagenforschung und praxisnahe Projektarbeit aufeinander, wodurch das Institut technische als auch organisatorische Innovationen vorantreibt. Das InfAI bringt seine Erfahrung in der Entwicklung von Kompetenzmodellen, Lerninhalten und Evaluationsmethoden ein, was für den fundierten Aufbau wirksamer Lehr- und Lernformate unerlässlich ist. Zugleich sorgt es für wissenschaftlich fundierte Datenerhebungen und Analysen, mit denen die Plattform kontinuierlich weiterentwickelt werden kann. Durch das enge Zusammenspiel mit Hochschulen und Forschungsnetzwerken verbindet das Institut Theorie und Anwendung, was den zahlreichen anwendungsorientierten Forschungsprojekten, so auch dem Projekt Coding Labs, einen soliden wissenschaftlichen Unterbau bietet. Gleichzeitig ermöglicht das InfAI die Implementation neuester Erkenntnisse in die Coding Labs, um Nutzenden eine moderne und hochwertige Lernumgebung zur Verfügung zu stellen.

Die **CODE University of Applied Sciences** ist eine private, staatlich anerkannte Hochschule, die einen zukunftsorientierten Fokus auf digitale Produktentwicklung legt. Ihre Studiengänge in Software-Engineering, Interaction Design sowie Produktmanagement zielen darauf ab, Studierende mit den Kernkompetenzen der digitalen Welt vertraut zu machen. Ein projektbasiertes Lernkonzept und der praktische Umgang mit Technologien stehen im Mittelpunkt, weshalb CODE auf eine agile, anwendungsbezogene Lehre setzt. Für das Vorhaben bringt sie fundiertes Hochschul-Know-how mit, indem sie Expertise in UX/UI-Design, Lernforschung und kreativer Kursgestaltung bereitstellt. Besonders wertvoll ist die Fähigkeit der Hochschule, theoretisches Wissen direkt in praktischen Code umzusetzen und Innovationen schnell zu erproben. Durch die enge Einbindung von Lehrenden und Studierenden stärkt CODE zudem die Verbindung zur akademischen Bildung, was das Projekt ideal ergänzt. So trägt die CODE entscheidend dazu bei, dass die Coding Labs die Bedarfe moderner Lehr- und Lernprozesse bestmöglich erfüllen.

Inhalt

VORWORT	2
VORSTELLUNG DER PROJEKT-VERBUNDPARTNER	2
WICHTIGSTE POSITIONEN DES ZAHLENMÄßIGEN NACHWEI-SES	5
DETAILLIERTE DARSTELLUNG DER PROJEKTERGEBNISSE	6
ÜBERSICHT ARBEITSPLAN	6
CODING LABS ALS LERNPLATTFORM FÜR DAS ANWENDUNGSGEBIET SCHULE	7
KOMPETENZMODELLE UND DEREN BEDEUTUNG FÜR DIE PLATTFORMENTWICKLUNG	15
ZUSAMMENFASSUNG DER PROJEKTERGEBNISSE	16
TRANSFER UND WISSENSCHAFTSKOMMUNIKATION DER PROJEKTERGEBNISSE	19
NETZWERKARBEIT	20
WISSENSCHAFTSKOMMUNIKATION	21
AUSBLICK UND WEITERE FORSCHUNG	22
LITERATURVERZEICHNIS	23

Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Im Verlauf der Projektlaufzeit wurden insgesamt 638.962,85 € an förderfähigen Ausgaben nachgewiesen. Gegenüber dem ursprünglich bereitgestellten Budget von 681.988,00 € ergibt sich somit ein Minderbedarf in Höhe von 43.025,15 €, was etwa 6,3 % unter dem geplanten Finanzierungsvolumen liegt.

Die wichtigsten Positionen im zahlenmäßigen Nachweis zeigen, dass der überwiegende Teil der Ausgaben in die Personalmittel (Position 0812) floss, mit tatsächlichen Kosten in Höhe von 504.553,55 € gegenüber 517.680,00 € im ursprünglichen Finanzplan. Dies entspricht einem Minderbedarf von 13.126,45 €.

Der größte Minderbedarf zeigte sich bei den Sachmitteln für Geräte und Anlagen (Position 0834). Während ursprünglich 100.096,58 € vorgesehen waren, wurden tatsächlich nur 71.342,63 € ausgegeben – eine Differenz von 28.753,95 €, die auf eine bedarfsgerechte Anpassung der Beschaffungen hinweist.

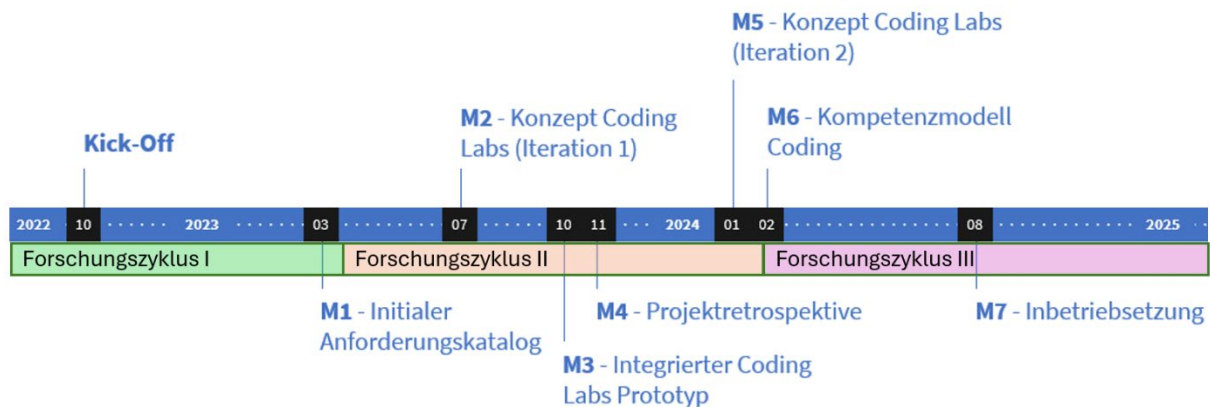
Auch bei den allgemeinen Verwaltungsausgaben (Position 0843) blieben die tatsächlichen Ausgaben mit 51.249,57 € leicht unter dem Planansatz von 51.768,00 €, ebenso wie bei den Dienstreisen (Position 0846), bei denen statt der geplanten 4.330,00 € nur 3.785,06 € verausgabt wurden. Die Investitionen (Position 0850) wichen ebenfalls nur minimal vom Plan ab (geplant: 8.113,42 €, tatsächlich: 8.032,04 €).

Die Ausgaben lagen in allen Kostenpositionen unter den bereitgestellten Mitteln, was auf eine ausgewogene, wirtschaftliche und sparsame Mittelverwendung hinweist. Die geringfügigen Abweichungen wurden im Rahmen der laufenden Projektsteuerung ausgeglichen.

Wesentliche Änderungen am Finanzplan waren nicht erforderlich. Weder kam es zu strukturellen Verschiebungen zwischen Kostenarten noch zu einer Überschreitung des Gesamtbudgets. Die Planung erwies sich als belastbar, und die Umsetzung als effizient und zielgerichtet.

Detaillierte Darstellung der Projektergebnisse

Übersicht Arbeitsplan



Im Rahmen des Arbeitspakets 0 „Projektmanagement“ übernahm das InfAI die teilprojektspezifische Planung, Steuerung und Überwachung aller Projektaktivitäten über beide Projektjahre hinweg. Dabei wurde die Einhaltung von Projekt-, Zeit- und Ressourcenplänen auf administrativer Ebene in Form von regelmäßigen Arbeitstreffen des Projektteams sichergestellt. Zudem erfolgte die regelmäßige Abstimmung innerhalb des Konsortiums in vierwöchentlichen Jour fixes zur inhaltlichen Abstimmung des Teilvorhabens sowie im Zusammenhang mit den geplanten Forschungszyklen. Außerdem fand ein kontinuierlicher Austausch in einem zwei-Monats-Rhythmus mit dem Projektträger statt. Zur Qualitätssicherung wurde ein Monitoring-System mit Ampelberichten eingeführt und regelmäßig umgesetzt. Zusätzlich erfolgten eine quartalsweise Projektabrechnung sowie die Erstellung der projektbezogenen Zwischen- und Abschlussberichte.

In Arbeitspaket 1 „Anforderungserhebung“ wurde fortlaufend umfassende Literatur zu Bildungstheorie, digitalen Lernumgebungen, Kompetenzmodellen und Datenschutz in digitalen Lernumgebungen im Schulkontext analysiert. Die Bedarfserhebung erfolgte viergeteilt in qualitative und quantitative Erhebungen bei Lehrenden und Lernenden. Aus den theoretisch und empirisch erhobenen Daten wurden konkrete Anforderungen für die Entwicklung der Coding Labs Plattform abgeleitet die in einen gemeinsamen und iterativ fortgeführten Anforderungskatalog eingeflossen sind.

Die erhobenen Anforderungen bildeten zudem die Basis für Arbeitspaket 2 „Konzeption der Coding Labs“. Es wurden Learning und Customer Journeys für Lernende und Lehrende entwickelt auf deren Basis weitere Anforderungen abgeleitet wurden. Des Weiteren wurde in diesem AP die Netzwerkarbeit mit Lehrkräften verstärkt, um gemeinsam Anwendungsfälle, Lernmaterialien und Onboardingmaterialien zu konzipieren. Ein Anreizsystem wurde theoretisch ausgearbeitet, jedoch aufgrund von

unvorhergesehenen personellen Veränderungen und daraus resultierenden Herausforderungen in der Bearbeitung sowie durch Beschränkungen in den Entwicklungskapazitäten nicht in praktische Anforderungen übersetzt. Ein Kompetenzmodell wurde nicht erstellt, sondern die Coding Labs Plattform mit den GI Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe II, welche ein sorgfältig ausgearbeitetes und praxisrelevantes Kompetenzmodell darstellt, abgeglichen.

In Arbeitspaket 3 „Entwicklung der Coding-Labs-Plattforminfrastruktur“ fiel dem InfAI nur eine unterstützende Rolle zu. Arbeitspaket 4 „Integration und Anbindung an die Meta-Plattform“ beinhaltete keine Aufgaben für das InfAI.

In Arbeitspaket 5 „Entwicklung zielgruppenspezifischer Lern- und Programmierinhalte zur Demonstration der Coding Labs“ wurden durch das InfAI lernendenspezifische und praxiserprobte Lernbausteine entwickelt, die kostenlos und frei zugänglich veröffentlicht wurden. Die Entwicklung einer Zertifikatsarchitektur wurde aufgrund der späten Anbindung an die Mein Bildungsraum Infrastruktur nicht abgeschlossen.

Über den Projektzeitraum fortlaufend wurde der Arbeitsstand und -fortschritt evaluiert, wie in Arbeitspaket 6 „Evaluation“ beschrieben. Zudem wurden die erarbeiteten Inhalte und die Plattform im Praxiskontext erprobt und evaluiert.

In Arbeitspaket 7 „Wissenschaftskommunikation und Transfer“ wurden sowohl Vernetzungsaktivitäten in Wissenschaft und Praxis durchgeführt (Workshops, Konferenzteilnahmen, Besuche von Veranstaltungen, Kontaktaufnahme mit verschiedenen Bildungsakteuren aus Wissenschaft und Praxis), als auch eigene Inhalte und Veröffentlichungen erstellt und Veranstaltungen durchgeführt.

Coding Labs als Lernplattform für das Anwendungsgebiet Schule

Das Projekt war in drei jeweils achtmonatige Forschungszyklen gegliedert, welche iterativ Erkenntnisse aus Wissenschaft und Praxis mit den technischen Entwicklungsphasen verknüpften. So konnte durch eine auf dem Design Science Research-Ansatz (Hevner et al., 2004) basierende Projektgestaltung, die eine enge Zusammenarbeit mit Bildungsakteuren beinhaltete, die praxisrelevante Entwicklung der Plattform sichergestellt werden. Die entstandenen Artefakte des Coding Labs Projektes sind das Plattform-Konzept, das die erhobenen Anforderungen für Coding-Plattformen zur Nutzung in Schulen beinhaltet, und die entwickelte Coding Labs-Plattform sowie die Materialien, die Lehrende auf der Coding Labs- oder anderen Jupyter-basierten Plattformen nutzen können.

Forschungszyklus I des Projektes war geprägt durch eine umfassende Anforderungsanalyse für eine Plattform zum Programmierenlernen, die für den Schul- sowie Hochschulbereich geeignet ist. Der Forschungsschwerpunkt des InfAI lag auf der

Perspektive der Schulen. Alle nachfolgend beschriebenen Arbeiten sind deshalb ausgerichtet auf die Anforderungen und Herausforderungen von Schulen. Als initialer Schritt im ersten Forschungszyklus wurden eine Literaturrecherche durchgeführt und Rahmenwerke für das Erlangen von Digital- und Programmierkompetenzen gesichtet. Analysiert wurden u.a. der Kompetenzrahmen DigCompEdu der Europäischen Union (Redecker & Punie, 2017), die Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e. V. (GI) zu Bildungsstandards für den Informatikunterricht (Brinda et al., 2008; Röhner, 2016), sowie Lehrpläne für den Bereich Informatik der Sekundarstufen I und II der Bundesländer Sachsen und Baden-Württemberg¹.

Um einen Einblick in die Schulpraxis zu erhalten, wurde über bestehende Netzwerke des Konsortiums sowie den Verteiler der Informatikbildung der Kontakt zu Schulen im Bundesgebiet hergestellt. Obgleich die personellen Ressourcen an Schulen sowie die individuellen zeitlichen Ressourcen der Lehrkräfte für Partizipation an Forschungsvorhaben stark begrenzt sind, konnten teilstrukturierte Interviews mit fünf Informatiklehrkräften aus den Bundesländern Sachsen, Thüringen, Nordrhein-Westfalen und Bremen durchgeführt werden. Ziel dieser qualitativen Erhebung war es, die Perspektive verschiedener Schulen hinsichtlich der Ausgestaltung des Informatikunterrichts, die Erfahrungen der Lehrkräfte mit Programmierumgebungen und die sich daraus ergebenden Bedarfe zu ermitteln. Ein weiterer Fokus der Erhebung lag darauf, welche Programmierumgebungen, -sprachen und Tools in welcher Klassenstufe zum Einsatz kommen, auf welche Hardware die Lehrkräfte in den Computerräumen zurückgreifen können und welche Probleme sich im Unterricht mit der vorhandenen Infrastruktur ergeben. Zusätzlich wurde nach den Kriterien gefragt, nach denen Programmierplattformen für den Unterricht ausgewählt werden, sowie weitere Wünsche der Lehrkräfte aufgenommen. Die Interviews wurden nach Meuser und Nagel (2002) codiert und qualitativ ausgewertet.

Ergänzend zu den Lehrkräfte-Interviews wurden Interviews mit Informatik-Fachberater*innen in Sachsen geführt. Die Fachberater*innen sind selbst Lehrkräfte, haben in ihrer Rolle jedoch auch Kontakt zum Kultusministerium und zur Informatik-Didaktik der Universitäten. Damit haben sie Einfluss auf die Gestaltung des Lehrplans und auf die Auswahl der Lernumgebungen, die den Schulen vom Land empfohlen werden. Darüber hinaus beraten sie Informatiklehrkräfte bei der Auswahl von Programmierertools und Plattformen. Die Interviews halfen bei der Einordnung der Perspektiven der befragten Lehrkräfte in einen größeren Kontext und erlaubten die Ableitung von Anforderungen, die für eine möglichst große Zahl von Lehrkräften relevant sind.

¹ Der Fokus auf die Lehrpläne von Sachsen und Baden-Württemberg zum Anfang des Projektes gründete auf der möglichen Erprobung in diesen Bundesländern. Eine länderübergreifende Anforderungserhebung konnte durch den Einbezug der Empfehlungen der Kultusministerkonferenz ermöglicht werden.

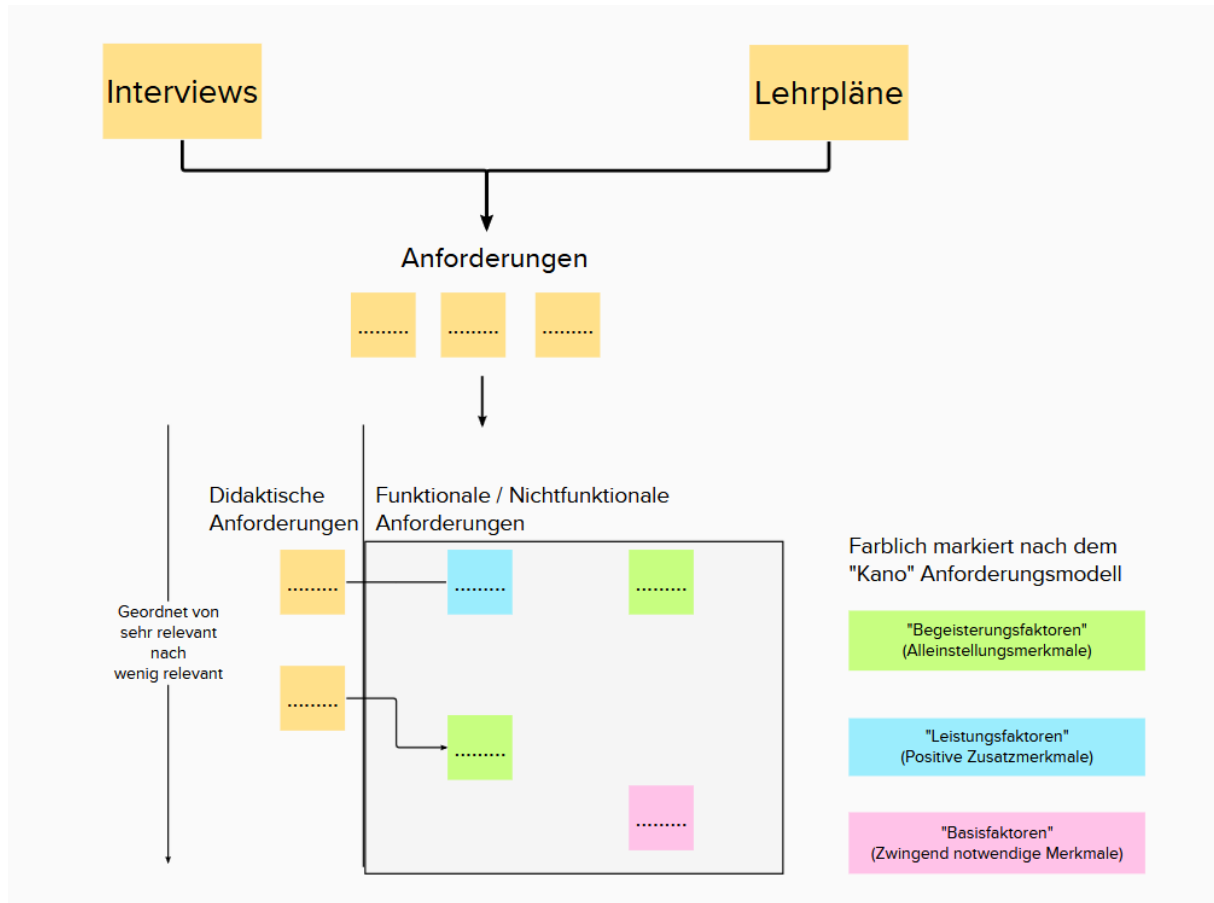


Abbildung 1- Schema der Erstellung der ersten Anforderungsmatrix

Basierend auf der ersten Anforderungserhebung wurde ein Konzept für eine browserbasierte, kollaborative Coding-Plattform entworfen, die im Schulkontext genutzt werden kann. Das Konzept wird in dem Konferenzbeitrag „Future Learning in a Collaborative 'Laboratory' Environment – Requirements to Build Up Future Skills“ (Kutzera et al., 2023) dargelegt, welcher auf der Konferenz PRO-VE 2023 in Valencia vorgestellt wurde. Der Beitrag beschreibt die theoretische Fundierung des Forschungsprozesses auf dem Design Science Research-Ansatz sowie die funktionalen, nicht-funktionalen und didaktische Anforderungen, die aus Literaturrecherche, Interviews und Umfrage (Durchführung teilweise in Forschungszyklus II) für eine Plattform zum Programmieren Lernen in der Schule abgeleitet wurden (siehe Abbildung 2). Dabei lag ein besonderer Fokus auf der Schaffung eines kollaborativen, projektbasierten Lernsettings und der Rolle der Lehrkraft als Lernbegleitung.

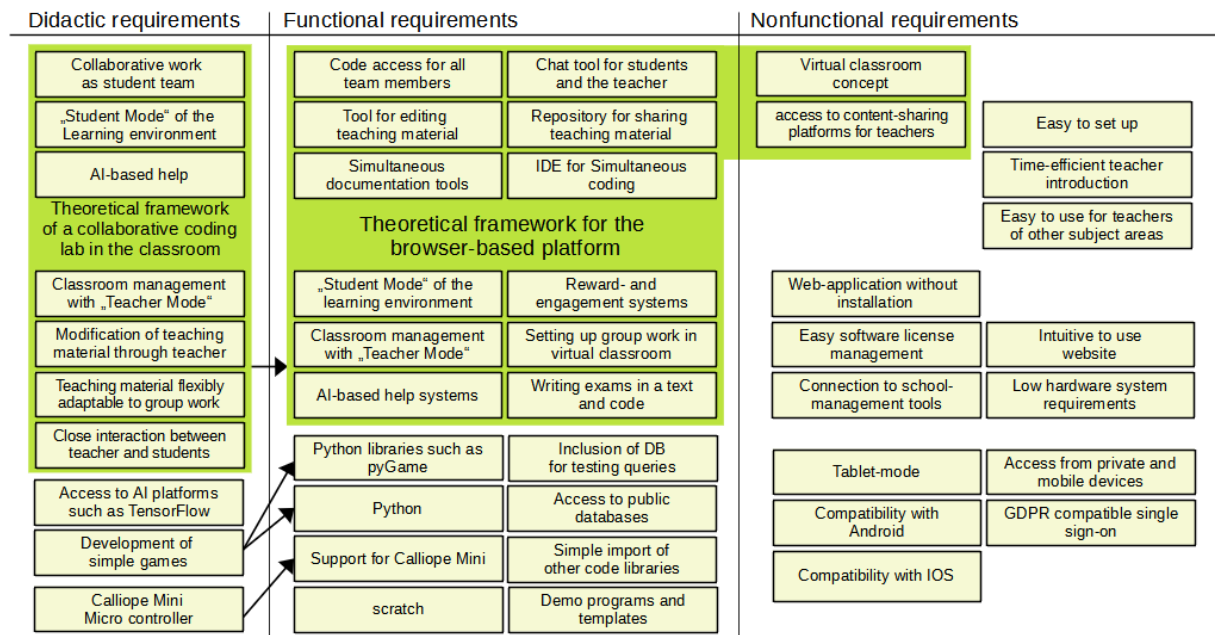


Abbildung 2: Anforderungen an die Coding Labs-Plattform / Auszug aus Konferenzbeitrag

Im **zweiten Forschungszyklus** wurden die ersten empirischen Erkenntnisse vertieft und gemeinsam mit den Anforderungen aus dem Hochschulkontext in ein umfassendes Plattformkonzept überführt. Um deutschlandweit Daten zu Erfahrungen und Wünschen von Lehrkräften bezüglich des Einsatzes von Coding-Plattformen im Informatikunterricht zu erheben, wurde im zweiten Halbjahr 2023 eine Online-Umfrage durchgeführt, die über das MINT-Netzwerk “MINT-Zukunft schaffen!” und weitere Kanäle (z.B. Projekthomepage, Lehrkräfte-Kontakte, etc.) verbreitet wurde. Dadurch konnten die Rückmeldungen von 173 Teilnehmer*innen aus 14 Bundesländern eingeholt und die Ergebnisse der qualitativen Interviews um quantitative Daten erweitert werden.

Die zentralen Erkenntnisse der Umfrage waren:

- Die Hardware-Ausstattung der Schüler*innen ist überwiegend sehr gut²
- Curricula, insbesondere Prüfungsleistungen (Abiturvorgaben), sind entscheidend für die Wahl der unterrichteten Programmiersprache und der Programmierumgebung
- Lehrkräfte suchen nach Plattformen, die ihnen bereits Inhalte bieten
- Fehlende DSGVO-Konformität ist ein zentrales Ausschlusskriterium
- Es bestehen Sorgen vor versteckten Kosten und Abo-Modellen sowie Inkompabilität mit der Schulinfrastruktur
- Einfache Bedienbarkeit und gute Performance sind als wichtigste Anforderungen an Programmierumgebungen

² Zu beachten: die Schulen der teilnehmenden Lehrkräfte waren Teil des MINT-Netzwerks.

Eine detaillierte Auswertung der Ergebnisse, inklusive einer zum Download zur Verfügung gestellten Executive Summary, wurde auf dem Blog der Projektwebsite veröffentlicht.³

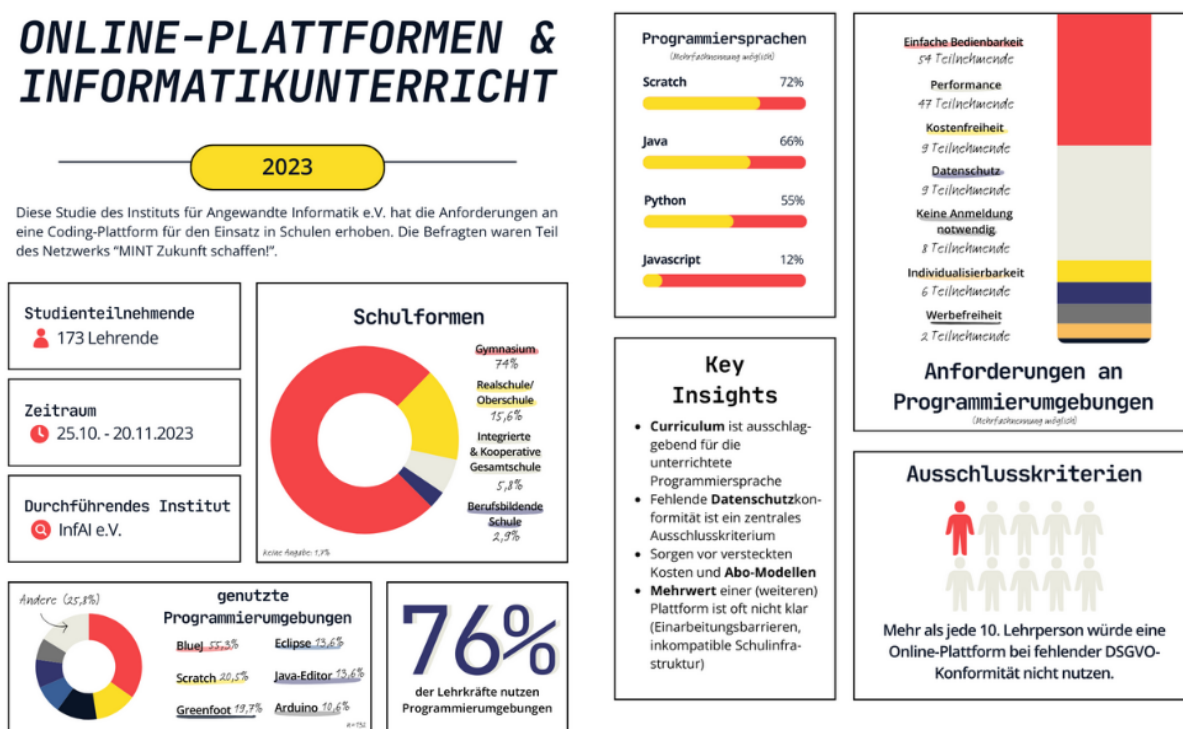


Abbildung 2 Ausschnitt aus der Executive Summary

Die aus der Literaturrecherche, den Interviews (beides Forschungszyklus I) und der Umfrage gesammelten Anforderungen wurden in einen Anforderungskatalog übertragen, nach Priorität geordnet und sind in Abhängigkeit von ihrer Umsetzbarkeit innerhalb der Projektlaufzeit in die Entwicklung der Coding Labs-Plattform eingeflossen. Gemeinsam mit den von der CODE University erhobenen Anforderungen bildeten diese Erkenntnisse die Grundlage für die Entwicklung des Plattform-Prototyps.

Darüber hinaus lag im zweiten Forschungszyklus ein Fokus auf der Erstellung von begleitenden Materialien und Plattform-Inhalten. Dabei wurden Lerninhalte und Train-The-Trainer-Konzepte für Lehrkräfte entwickelt und umgesetzt. Da das Erlernen einer schriftbasierten Programmiersprache in den meisten Bundesländern ab der 10. Klassenstufe Teil des Lehrplans ist, richtet sich das entwickelte Lehrmaterial an Schüler*innen der 10. Klasse, sowie der gymnasialen Oberstufe.

Für die Einführung von Coding Labs an Schulen wurde ein **Einstiegskurs** ("Einführung Coding Labs & Python") entwickelt, der sich an Schüler*innen ohne vorheriges Wissen

³ Auswertung und Executive Summary sind abrufbar unter <https://codinglabs-projekt.de/die-zukunft-des-informatikunterrichts-lehrkraeftebefragung-zur-nutzung-von-coding-plattformen/>.

über Python oder Jupyter richtet. Der Kurs dient als Ausgangspunkt für den Erstkontakt von Schüler*innen mit der Plattform.

Für Schüler*innen, die den ersten Kurs absolviert haben, sowie für Schüler*innen mit vorhandenem Einstiegswissen in Python, wurde ein **zweiteiliger Folgekurs** (*“Übung Spiel Misère 1” & “Übung Spiel Misère 2”*) entwickelt, der sich eng am Lehrplan für die 10. Klasse orientiert. In diesem Kurs lernen die Schüler*innen, ein kleines Spiel zu programmieren, welches sie am Ende gegeneinander spielen können. Inhaltlich kommen in dem Kurs Arrays, Schleifen und Funktionen zum Einsatz. Die Gestaltung der Kurse bedient sich Gestaltungselementen der Gamification und soll motivierenden Charakter haben.

Für fortgeschrittene Schüler*innen steht zudem eine **Komplexaufgabe** zur objektorientierten Programmierung (OOP) bereit. Diese Aufgabe ist eine angepasste und gekürzte Version der Aufgabe „Chuck a Luck“ aus der Handreichung „Kompetenzorientierte Aufgaben für das Fach Informatik am Gymnasium“ des Instituts für Schulqualität und Bildungsforschung München (2013), welche auch Bestandteil der Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe II (Röhner, 2016) der GI ist. Der Themenbereich objektorientierte Programmierung wird üblicherweise in Klassenstufe 11 behandelt.

Ein besonderes Merkmal der Plattform ist, dass Lehrkräfte selbst Lehrmaterial in Form von Jupyter Notebooks erstellen können. Da das Jupyter-Ökosystem für Lehrkräfte jedoch oft neu ist, wurden im Rahmen des Projektes Kurse und Tools erstellt, die den Einstieg in die Erstellung von Lehrmaterial erleichtern: die Train-the-Trainer-Materialien. Diese umfassen ein Notebook, das grundlegende Gestaltungsmöglichkeiten für Jupyter erläutert, ein Zip-Tool zur einfachen Zusammenfassung und Verteilung von Materialien an die Schüler*innen, eine Bibliothek zur Erstellung einfacher Quiz und Code-Tests sowie einen Kurs zur Erstellung ansprechender Übungsaufgaben und einfacher Spiele. Sie sind im Downloadbereich der Coding Labs-Projektwebsite abrufbar (s. Abbildung 3).

Darüber hinaus wurde der Plattform-Prototyp erstmalig in Schulen eingesetzt und getestet.

Zusätzliche Inhalte



Zip Tool



Mit dem Zip Tool können Sie Notebooks, Dateien und Ordner in einem Installer-Notebook zusammenfassen, welches dann z. B. per E-Mail verteilt werden kann. Die Schüler:innen laden das Notebook in ihren Account hoch und führen den darin befindlichen Code einmal aus. Damit wird die vorgegebene Datei- und Ordnerstruktur hergestellt ohne dass die Inhalte einzeln geladen werden müssen.



Test & Quiz Tool



Das Test & Quiz Tool („sherlock.holmes“ Library) erlaubt es, in der CL Umgebung einfache Tests zu erstellen, in denen Kenntnisse abgefragt und automatisch bewertet werden. Diese können z.B. auf geschriebenen Code angewendet werden und liefern ein direktes Feedback, z. B. durch Vergabe von Sternen. Die Library kann auch verwendet werden, um einfach Multiple-Choice Quizze zu erstellen, die dann an beliebiger Stelle im Aufgaben-Notebook platziert werden können. Zur Library gehören auch eine Anleitung und jeweils ein Beispiel für einen Code-Test und für Quizze.



Coding Labs Basics



In diesem Mini-Kurs können Lehrkräfte unsere Coding Labs Umgebung kennenlernen und lernen, wie man einen kleinen Beispielkurs in Coding Labs erstellt. Der Kurs gibt außerdem eine Übersicht über gestalterische Möglichkeiten bei der Erstellung von Übungsaufgaben. Es wird zudem erklärt, wie die integrierten Coding Labs Bibliothek „CL_canvas“ es ermöglicht, einfache grafische Spiele als Übungsaufgaben zu erstellen.



Aufgabe Chuck-A-Luck



Eine Komplexaufgabe zum objektorientierten Programmieren (OOP) Für zwei bis drei Schüler*innenteams. Diese Aufgabe ist eine angepasste und gekürzte Version der Aufgabe „Chuck a Luck“ aus der Handreichung „Kompetenzorientierte Aufgaben für das Fach Informatik am Gymnasium“ des Instituts für Schulqualität und Bildungsforschung München (2012), welche auch Bestandteil des Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe II (2016) der Gesellschaft für Informatik (GI) ist. Die Aufgabe beinhaltet unten im Notebook die Einschätzung der GI zu den abgedeckten Prozess-, Inhalts- und Anforderungsbereichen aus dem GI-Kompetenzrahmen.

Abbildung 3: Screenshot des Downloadbereichs auf der Projekthomepage

Im **dritten Forschungszyklus** wurde die qualitative Evaluation des Plattform-Einsatzes im schulischen Kontext in den Fokus gesetzt. Im Rahmen begleiteter und unbegleiteter Schul-Einsätze wurde gezielt Feedback von Lehrkräften und Schüler*innen eingeholt. Nach den begleiteten Schuleinsätzen konnten Lehrkräfte über einen strukturierten Feedbackbogen Rückmeldung zum Einsatz der Plattform geben. Ein Schuleinsatz wurde unter teilnehmender Beobachtung der Forschenden durchgeführt. Weiterhin wurden ein Interview sowie informelle Gespräche geführt, bspw. im Rahmen des Stammtisches für Informatiklehrkräfte in Leipzig, um Rückmeldungen zum Plattformeinsatz zu erhalten. Die Ergebnisse bestätigen die Eignung der Plattform für den Einsatz in der Sekundarstufe II, insbesondere in Bezug auf die didaktische Integration schriftbasierter Programmiersprachen in den Unterricht. So wird von den Lehrkräften besonders geschätzt, dass die Jupyter Notebooks auf der Plattform gleichzeitig als Lehrmaterial, persönliche Mitschrift und Entwicklungsumgebung für die Schüler*innen fungieren können. Neu erlangtes Theoriewissen kann in den ausführbaren Code-Zellen sofort praktisch angewendet werden; es muss kein Wechsel zwischen Lehrmaterial und Entwicklungsumgebung vorgenommen werden. Dies spart Zeit und hilft dabei, auch nach längerer Zeit Zusammenhänge. Zudem können die Kapitel des Lehrmaterials problemlos aufeinander aufbauend gestaltet werden, da Code aus vorherigen Kapiteln für die Schüler*innen einfach aufrufbar bleibt und somit direkt wiederverwendet werden kann.

Der browserbasierte Zugang zur Coding Labs-Plattform ermöglicht es Lehrkräften, ihren Schüler*innen direkt auf der Plattform zu lösende Hausaufgaben aufzugeben. Die bearbeiteten Aufgaben können in der folgenden Unterrichtsstunde ohne weitere Zwischenschritte vom Schul-PC aus aufgerufen werden. Im Kontext des

Schulinformatiktag 2024 an der Universität Leipzig wurden zwei Workshops durchgeführt, in deren Rahmen die Plattform vorgestellt und mit Lehrkräften gemeinsam erkundet wurde. Auch hier betonten die teilnehmenden Lehrkräfte die Vorteile einer browserbasierten Lösung; nämlich die Möglichkeit, dass Schüler*innen die Plattform auch zuhause nutzen können. Weiterhin wurden die Datenschutzkonformität und die Möglichkeit zur Kombination von Code und Erklärtextritten in den Notebooks positiv hervorgehoben. Durch Letzteres wird ein ständiges Wechseln zwischen Entwicklungsumgebung und Mitschrift bzw. Lehrmaterialien vermieden. Verbesserungspotenzial sahen die Teilnehmenden bei der Benutzer*innenfreundlichkeit und der Integration kollaborativer Funktionen.

Im Zuge der Konzeption wurden die Möglichkeiten zur Einbindung von **Anreizsystemen** für den Einsatz in Coding Labs geprüft. Basierend auf den begrenzten Entwicklungskapazitäten erfuhr die Einbindung von Gamification-Elementen bei der Gestaltung der Nutzungsoberfläche selbst keine hohe Priorisierung. Aus diesem Grund wurde sich folglich darauf begrenzt, in der Recherche identifizierte Anreize und spielerische Elemente lediglich im Kontext der Gestaltung der Beispielnotebooks einfließen zu lassen. Im Rahmen ihrer pädagogischen Freiheit können Lehrkräfte auf diese Weise eigenständig entscheiden, inwiefern sie spielerische Elemente wie die Darstellung des Lernfortschritts, etwa durch Punkte oder Sterne, nutzen wollen. So erlaubt es das Test & Quiz Tool („sherlock.holmes“ Library), einfache Tests zu erstellen, um Kenntnisse abzufragen und die Ergebnisse automatisch bewerten zu lassen. Die Library kann verwendet werden, um direktes Feedback zu geschriebenem Code zu geben oder um einfache Multiple-Choice Quiz zu erstellen, die an beliebiger Stelle im Aufgaben-Notebook platziert werden können. Das Feedback kann beispielsweise in Form von Sternen, Punkten oder Textform angezeigt werden. Durch die direkte Rückmeldung, auch in visueller Form, kann die Lernerfahrung ansprechender und motivierender gestaltet werden. Zum bereitgestellten Material gehören auch eine Anleitung und jeweils ein Beispiel für einen Code-Test und für ein Quiz. Auch die nutzungsfreundliche Gestaltung der Notebooks war ein zentrales Ziel – beispielsweise durch „Gut zu wissen“-Boxen, die hilfreiche Zusatzinformationen in die Lehrmaterialien integrieren.

Parallel wurde der **Onboarding-Prozess für Lehrkräfte** weiterentwickelt, um Hilfestellung bei der Einführung der Plattform an der Schule und im Unterricht zu geben. Dafür wurden eine „Für Lehrkräfte“-Seite mit Roadmap sowie ein FAQ-Bereich auf der Projektwebsite eingerichtet, welcher umfangreiche Antworten auf 30 konkrete Fragen zur Plattform allgemein, zu Zugang und Nutzung der Plattform, zum Einsatz im Unterricht, zu Einstellungsmöglichkeiten und Verwaltung sowie zu technischen Aspekten und Unterstützungsbedarfen bietet. Ergänzt wurde dieses Angebot durch Workshops und Fortbildungsformate zur Plattform, u. a. beim Informatik-Festival 2024 der Gesellschaft für Informatik (GI).

Kompetenzmodelle und deren Bedeutung für die Plattformentwicklung

Ein zentraler Aspekt in der inhaltlichen Weiterentwicklung der Plattform war die **Auseinandersetzung mit bestehenden Kompetenzmodellen** im Bereich informatischer Bildung. Diese Modelle bildeten die Grundlage für die Ableitung konkreter Lernziele und deren Umsetzung auf der Plattform. Da die Anforderungen der Bundesländer hinsichtlich Informatikkompetenzen stark variieren und im Projekt die Konzeptionierung und Entwicklung einer Coding-Plattform im Fokus stand, wurde nicht wie zunächst beabsichtigt ein eigenes Kompetenzmodell erstellt. Stattdessen wurden bestehende Modelle herangezogen, die die Anforderungen der Bundesländer in ihrer Komplexität gut abbilden, und die Bereiche, in denen Coding Labs Unterstützung bei der Erwerbung spezifischer Kompetenzen bieten kann, identifiziert. Die Einordnung soll Lehrkräften dabei helfen, die Eignung von Coding Labs für ihren Unterricht festzustellen.

Das Projektteam knüpfte dabei an die Definition von Kompetenzen nach Weinert (2001) an, wonach Kompetenzen nicht nur Wissen, sondern auch die Fähigkeit zur Anwendung jenes Wissens, sowie motivationale und soziale Komponenten umfassen.

Für den schulischen Bereich wurde insbesondere das von der GI veröffentlichte Kompetenzmodell der Bildungsstandards Informatik der Sekundarstufe II (Röhner, 2016) berücksichtigt. Dieses unterscheidet fünf Inhalts- und fünf Prozessbereiche, die im Informatikunterricht systematisch miteinander verbunden werden sollen. Ergänzt wird das Modell durch drei Anforderungsbereiche (Reproduktion, Transfer, Reflexion), die besonders in der Sekundarstufe II Relevanz haben. In der Umsetzung mit Coding Labs zeigte sich, dass Programmierprozesse nicht isoliert, sondern stets im Zusammenspiel mit weiteren Kompetenzen (z. B. Bewerten, Modellieren oder Kommunizieren) betrachtet werden müssen.

Grundsätzlich können mit Coding Labs alle Aspekte des Kompetenzmodells abgedeckt werden. Auf der Inhaltsebene bietet sich vor allem der Einsatz in den Bereichen "Informationen und Daten" sowie "Algorithmen" an. Damit verbunden können stets Elemente des Bereichs "Mensch und Gesellschaft" thematisiert werden. Die einzelnen Prozessbereiche können durch entsprechend formulierte Aufgabenstellungen in den Unterricht mit Coding Labs eingebunden werden.

Dank der flexiblen Gestaltungsmöglichkeiten des Bildungsmaterials sind aber auch viele weitere inhaltliche Aspekte des Unterrichts mit Coding Labs vermittelbar. Dies wird durch die Kombination von Python- und HTML-Code sowie die Nutzung von Erweiterungen ermöglicht und ist abhängig vom gewünschten Aufwand und dem Erfahrungslevel der Lehrkräfte. Denkbar ist hier z. B. die Erstellung von Aufgaben zum Thema Datenbanken, Logik oder Automatentheorie.

Coding Labs kann im Unterricht dabei sowohl als **Inhalt**, **Werkzeug** als auch als **Lernorganisationsmittel** eingesetzt werden.

Zusammenfassung der Projektergebnisse

Gemäß der Beschreibung von Hevner et al. (2004) bestehen die Ergebnisse eines Forschungsprojekts im Sinne des Design Science Prozesses in den entwickelten Artefakten, namentlich der *Coding Labs*-Plattform, dem Konzept mit den gesammelten Anforderungen an Coding-Plattformen für den schulischen Einsatz sowie den Unterrichtsmaterialien für den Einsatz auf *Coding Labs* oder anderen JupyterLab-basierten Plattformen. In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse getrennt für die Plattform (Kapitel 3.1) und das Lernmaterial (Kapitel 3.2) beschrieben. Jedes Kapitel enthält eine Darstellung der Anforderungen sowie der umgesetzten Aspekte.

Die folgenden Anforderungen bilden den technischen Teil des *Coding Labs*-Konzepts. Um den formulierten Bedürfnissen vollständig zu entsprechen, müssten alle Anforderungen umgesetzt werden. Da dies jedoch außerhalb des angestrebten Projektziels liegt, nämlich der Entwicklung eines Prototyps, konnten nicht alle Anforderungen erfüllt werden. Nachfolgend wird deshalb der aktuelle Umsetzungsstand dargestellt (erfüllt / teilweise erfüllt / durch Jupyter-Funktionalitäten erfüllt / nicht verfügbar) und schließlich weitere Verbesserungsmöglichkeiten aufgezeigt, die sich aus der Erprobung ergaben.

3.1 Das entwickelte Artefakt: Coding Labs

Erfüllte Anforderungen

- **Zugang von privaten Geräten über eine heimische Internetverbindung (hohe Priorität):** Eine zentrale Anforderung war der Zugang zur Plattform über private Endgeräte. Unsere Plattform erfüllt diese Anforderung durch den browserbasierten Zugang ohne Installation. Dies erhöht die Benutzerfreundlichkeit und fördert die Akzeptanz bei Schüler:innen und Lehrkräften.
- **Datenschutzkonformer Single Sign-On (hohe Priorität):** Expert:innen betonten die Notwendigkeit eines datenschutzkonformen SSO-Systems. Diese Funktion wurde vom technischen Partner umgesetzt. Nach Abschluss des Projekts *anonymisierte Bildungsinfrastruktur* können sich Lehrkräfte und Schüler:innen mit ihren Schul-Logins anmelden, ohne eine gesonderte Registrierung für *anonymisierter Plattformname* vornehmen zu müssen.
- **Anonymität für Schüler:innen (hohe Priorität):** Zur Wahrung der Anonymität gegenüber externen Anbietern ist lediglich eine E-Mail-Adresse für die

Registrierung erforderlich. Weitere personenbezogene Daten werden nicht gespeichert.

- **Einfacher Einstieg für Lehrkräfte (mittlere Priorität):** Basierend auf Lehrkräfte-Feedback wurde die Plattform so konzipiert, dass sie leicht zugänglich und sofort einsatzbereit ist.
- **Exportierbarkeit von Dateien (geringe Priorität):** Nutzer:innen können ihre Arbeiten als .ipynb oder HTML exportieren.

Teilweise erfüllte Anforderungen

- **Zugang über mobile Geräte (hohe Priorität)** ist möglich, aber nicht optimiert, da für textbasierte Programmierung eine externe Tastatur sinnvoll ist.
- **Notizen machen und teilen (mittlere Priorität):** Notizen können erstellt und exportiert, aber nicht auf der Plattform geteilt werden.
- **Nicht-löschbare Übungssegmente (hohe Priorität):** Über Metadaten („editable“ und „deletable“ auf „false“) lassen sich Zellen schützen, allerdings können diese Schutzmaßnahmen umgangen werden.
- **Funktionen eines virtuellen Klassenzimmers (hohe Priorität):** Über ein automatisiertes Bewertungssystem sind Rollenverteilungen und Prüfungsverteilungen möglich.
- **Kostenfreie Nutzung (hohe Priorität):** Aktuell ist die Plattform für Schulen kostenlos. Eine langfristige, nachhaltige Finanzierung ist jedoch noch nicht gesichert.

Durch Jupyter-Funktionalitäten erfüllt

Da die Plattform auf JupyterLab basiert, ist sie flexibel einsetzbar. Datenbanken können integriert und Notebooks extern gespeichert und bei Bedarf neu hochgeladen werden. Dies erfüllt mehrere Anforderungen hoher und mittlerer Priorität.

Erfüllte Anforderungen

- **Erstellung und Anpassung von Inhalten (hohe Priorität):** Materialien können individuell mit Python, HTML und Markdown erstellt und angepasst werden. Es gibt Anleitungen und Beispiellkurse.
- **Anpassung auf 45-Minuten-Einheiten (hohe Priorität):** Die Plattform unterstützt die Strukturierung nach typischen Unterrichtseinheiten.
- **Integration von Bibliotheken (hohe Priorität):** Lehrkräfte können externe Bibliotheken in ihre Materialien integrieren.

- **Anpassbarkeit für unterschiedliche Leistungsniveaus (mittlere Priorität):** Inhalte lassen sich differenziert gestalten.
- **„First-Do-Then-Read“-Prinzip (mittlere Priorität):** Aufgaben können nach diesem Prinzip erstellt werden.
- **Einbindung externer Inhalte (hohe Priorität):** Links, Videos und Bilder lassen sich einfach einfügen.
- **Spezifische Formatierung, bspw. als Quiz oder Glossar (mittlere Priorität):** Beispielnotebooks zeigen die Umsetzung.

Nicht verfügbar

- **Lehrkräftenetzwerk (hohe Priorität):** Nicht integriert – Inhalte können z. B. über GitHub geteilt werden.
- **Autovervollständigung und interaktive Korrekturhilfen (mittlere bis geringe Priorität)** sind in Jupyter nicht verfügbar .
- **Anbindung an andere Schulplattformen (mittlere Priorität)** ist derzeit nicht möglich – diese sollte durch die Bildungsinfrastruktur erfolgen.
- **Notenübertragungen (geringe Priorität)** sind nicht automatisiert.
- **Benutzeroberfläche (hohe Priorität)** ist wenig intuitiv, sondern eher komplex gestaltet.
- **Unterstützung mehrerer Programmiersprachen (hohe Priorität):** Bisher wurde nur Python integriert. Weitere Sprachen könnten zukünftig ergänzt werden.
- **Kollaboration (mittlere Priorität):** War aus Ressourcengründen explizit „out of scope“, sollte aber in künftiger Forschung implementiert werden.

3.3 In Lernmaterialien und Tools umgesetzte Anforderungen

Das im Projekt entwickelte Lernmaterial basiert auf ausgewählten Anforderungen und umfasst beispielhafte Jupyter Notebooks. Diese wurden teilweise in die Plattform *per default* integriert und stehen somit allen Nutzenden zur Verfügung. Darüber hinaus wurden sie auch auf der Projekthomepage, sowie über GitHub veröffentlicht, um die Nutzung in anderen Jupyter Umgebungen zu ermöglichen.

Lernmaterialien

Anforderung	Lernmaterial	Beschreibung
Train-the-Trainer-Inhalte	Python-Grundlagen	Einführung in Python und die Jupyter-Umgebung, entwickelt von Coding Labs
Modellklausuren / geprüfte Inhalte	Chuck-A-Luck-Aufgabe	Komplexe Aufgabe basierend auf einem Beispiel aus dem Abituraufgabenkatalog der GI
Erstellung und Anpassung von Inhalten	<i>Anonymisierter Plattformtitel</i> Grundlagen	Überblick über die Möglichkeiten zur – Erstellung von Lerninhalten und Übungen in Jupyter, inklusive Spieleintegration
Erstellung und Anpassung von Inhalten	Styling Cheat Sheet	Übersicht und Beispiele zu den Styling-Möglichkeiten innerhalb von Jupyter Notebooks

Tools

Anforderung	Tools	Funktion
Erstellung und Anpassung von Inhalten	CL Test- und Quiz-Tool	Python-Bibliothek zur Integration von Code-Tests und Quizfragen in Übungen
CL_Dateipacker	CL_Dateipacker	Verpackt eine Ordnerstruktur in ein Installer-Notebook, das diese Struktur im Zielverzeichnis wiederherstellt

Transfer und Wissenschaftskommunikation der Projektergebnisse

Die im Projekt geschaffene Programmierplattform ist auch nach Projektende mit eingeschränkten Serverkapazitäten weiterhin kostenfrei nutzbar. Das Konzept für die Plattform, die Coding Labs Plattform selbst, sowie die erstellten Lehr- und Begleitmaterialien können in Zukunft weiterhin genutzt werden.⁴ Der Transfer in die schulische Nutzung der Plattform konnte durch die breit gefächerte und intensive

⁴ Die Materialien sind unter <https://github.com/KMI-KPZ/Coding-Labs-Lerninhalte> verfügbar.

Netzwerkarbeit zu lokalen und überregionalen Bildungsakteuren erreicht werden. Die Veröffentlichung eines praxisorientierten Beitrags in der Zeitschrift für informatische Bildung (ibis) soll die Plattform bei Praktiker*innen bekannt machen und auch in Zukunft die Nutzung der Plattform erleichtern, sowie über die im Rahmen des Projektes entwickelte Lehr- und Unterstützungsmaterialien informieren. Ein beim Journal *Computer Science Education* eingereicher Fachartikel, welcher die zentralen Erkenntnisse des Projektes einem wissenschaftlichen Publikum zugänglich machen wollte, konnte leider nicht veröffentlicht werden. Das entwickelte Plattformkonzept wurde im Konferenzbeitrag „Future Learning in a Collaborative 'Laboratory' Environment – Requirements to Build Up Future Skills“ (Kutzera et al., 2023) veröffentlicht und wird so der wissenschaftlichen Community zugänglich gemacht.

Um Interessierte und Nutzende über aktuelle Entwicklungen im Projekt auf dem Laufenden zu halten, Informationen zur Plattform und ihrer Nutzung sowie zusätzliche Materialien zur Verfügung zu stellen, wurde eine Projektwebsite eingerichtet. Diese beinhaltet neben der Projektbeschreibung und eine Darstellung der Projektpartner auch viele der entwickelten Materialien, wie z.B. Downloadbereich für die Lernmaterialien und Onboarding-Materialien, sowie eine Roadmap und eine FAQ-Sektion als Unterstützung bei der Einführung von Coding Labs in Schulen. Im “Aktuelles”-Bereich wurde über Konferenzbesuche, Netzwerkveranstaltungen und neue Projektergebnisse informiert. Weiterhin wurde dort ein Blogbeitrag mit einer Aufarbeitung von Kompetenzanforderungen für Coding Skills bereitgestellt, der die zu erreichenden Lernanforderungen mit der Funktionsweise der Plattform zusammenbringt und somit Einsatzmöglichkeiten und -grenzen aufzeigt. Darüber hinaus wurde auch vom Projektpartner StackFuel ein LinkedIn Unternehmensseite erstellt, auf der über aktuelle Entwicklungen im Projekt informiert wurde.

Netzwerkarbeit

Die Projektmitarbeitenden nahmen außerdem fortlaufend an Vernetzungsveranstaltungen des Projektträgers teil, um mit anderen Projekten in Austausch zu treten und eigene Ergebnisse zu teilen – beispielsweise im Rahmen der Auftaktveranstaltung „Moving Target Digitalisation Konferenz“ des DAAD am 02.12.2023 und der virtuellen Vernetzungs- und Transferveranstaltung von “Mein Bildungsraum” am 29.08.2024. Bei der „Mein Bildungsraum“-Fachkonferenz am 13.02.2025 teilte Projektkoordinatorin Vanita Römer im Rahmen der Auftaktrunde „Von der Idee bis zur Umsetzung“ Erfahrungen aus der Projektarbeit und stellte das Projektposter im Gallery Walk vor.

Ein initiales Gespräch und Interview mit Prof. Dr. Sven Hofmann der Informatikdidaktik an der Universität Leipzig war Ausgangspunkt für weitere und vielfältige Vernetzung in der sächsischen Informatikdidaktik. So wurde beim Schulinformatiktag 2024 an der Universität Leipzig die Plattform in zwei Praxisworkshops vorgestellt. So konnte ein

Netzwerk aus Wissenschaftler*innen und Lehrkräften aufgebaut werden, über welches fortlaufend Expert*inneninput und praxisnahes Feedback eingeholt werden konnte. Zusätzliche Impulse aus der Schulpraxis wurden durch die regelmäßige Teilnahme am “Informatiklehrer*innenstammtisch” in Leipzig gewonnen. Hier konnten überdies Kontakte zu Schulen geknüpft werden, die sich an der Evaluation im dritten Forschungszyklus beteiligt haben.

Die Plattform wurde im Rahmen nationaler und internationaler Konferenzen sowie weiterer Fachveranstaltungen vorgestellt. Wissenschaftlicher Austausch erfolgte u.a. durch Präsentationen und Infostände auf der Pro-VE 2023, der Konferenz Bildung Digitalisierung 2024 sowie dem INFORMATIK Festival 2024 der Gesellschaft für Informatik.

Weitere praxisorientierte Veranstaltungen, in denen das Projekt vorgestellt und neue Kooperationsmöglichkeiten erschlossen wurden, waren bspw. das MINTvernetz Coffee-Date, das Barcamp Medienbildung des Deutschen Bibliotheksverbands in Leipzig (inkl. eigener Session) sowie der Netzwerktag „Postdigitalität & planetare Gerechtigkeit“.

Wissenschaftskommunikation

Publikationen:

Kutzera, J., Wöhlert, R., Friedrich, J., Römer, V. & Richter, P. (2023). Future Learning in a Collaborative “Laboratory” Environment - Requirements to Build Up Future Skills. In: Camarinha-Matos, L.M., Boucher, X., Ortiz, A. (eds) Collaborative Networks in Digitalization and Society 5.0. PRO-VE 2023. IFIP Advances in Information and Communication Technology, vol 688. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-42622-3_32

Kutzera, J., Witte, L. & Schunder, T. (2025). Python-Programmierung im Informatikunterricht mit Jupyter Notebooks. In: Informatische Bildung in Schulen (ibis). Frühjahr 2025 (Band 3, Ausgabe 1). <https://doi.org/10.18420/ibis-03-01-05>

Präsentationen:

Kutzera, J. (2023, September). Präsentation: *Future learning in a collaborative ‘laboratory’ environment – requirements to build up future skills*. PRO-VE 2023, 24th IFIP / Socolnet Working Conference on Virtual Enterprises “Resilient and Responsible Collaborative Networks”. Valencia.

Kutzera, J. & Witte, L. (2024, März). Workshop: *Coding Labs - Lernende fürs Programmieren begeistern!* Sächsischer Schulinformatiktag. Universität Leipzig.

Kutzera, J. & Witte, L. (2024, September). Workshop: *Coding Labs - Lernende fürs Programmieren begeistern!* INFORMATIK FESTIVAL 2024 (54. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V.). Hochschule RheinMain.

Römer, V. (2025, Februar). Panel: „Von der Idee bis zur Umsetzung“ im Rahmen der MeinBildungsraum Vernetzungsveranstaltung, (ehem.) BMBF. Berlin.

Ausblick und weitere Forschung

Das Feedback zur Coding Labs-Plattform aus dem Schulbereich sowie das Aufkommen ähnlicher Jupyter-basierter Lernplattformen⁵ machen deutlich, dass das Potenzial entsprechender Lösungen zunehmend erkannt und auch nachgefragt wird. So können künftige Forschungs- und Entwicklungsprojekte an den im Projekt gewonnenen Erkenntnissen ansetzen, um kostenlose, browserbasierte und datenschutzkonforme Lösungen zum Programmierenlernen zu entwickeln. Die Plattform wurde durch Lehrkräfte evaluiert, die an Workshops teilnahmen oder die Plattform im Unterricht nutzten. Ihre Rückmeldungen wurden in neue Anforderungen überführt, die hier zusammengefasst und unpriorisiert aufgelistet werden:

Feedback und Anforderungen für zukünftige Entwicklungen

Positives Feedback:

- Kombination von Wissensvermittlung und praktischer Anwendung
- Datenschutzkonformität
- Arbeiten von zuhause möglich
- Unterschiedliche Lesegeschwindigkeiten werden berücksichtigt
- Besonders geeignet für Distanzunterricht
- Kostenlos und browserbasiert

Zukünftige Anforderungen für eine Weiterentwicklung:

- **Benutzerfreundlichkeit:** SSO vereinfachen, weniger textlastige Oberfläche, Materialien für Beamer und Druck optimieren, Tooltips einführen, Datei-Upload/Download verbessern
- **Kollaboration & Feedback:** Gruppenarbeit ermöglichen, gemeinsames Arbeiten im selben Notebook, Feedback auf Schülercode
- **Funktionale Erweiterungen:** Integration von Spielen und anpassbaren Grafiken
- **Technische Lösungen & Support:** Hilfestellungen bei Fehlermeldungen, Schutz der Notebooks, Datenübertragung zwischen Accounts

⁵ [bwJupyter für die Lehre](#); [JupyterHub der Hochschule Zittau-Görlitz](#)

- **Bewertung & Lernpfade:** Automatisiertes Feedbacksystem, Möglichkeit zur Durchführung von Lernkontrollen trotz Internetzugang, Integration strukturierter Lernpfade

Da im Rahmen des Projektes Kollaborations- und Gamification-Elemente sowie das Zusammenspiel mit anderen Tools und Geräten nur begrenzt umgesetzt und berücksichtigt werden konnten, stellen besonders diese Aspekte Ansatzpunkte für zukünftige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten dar.

Zum Ende des Projektes wurde zudem Coding Labs von den sächsischen Facherberater:innen als Tool empfohlen im Sächsisches Staatsministerium für Kultus.

Literaturverzeichnis

Brinda, T., Fothe, M., Friedrich, S., Koerber, B., Puhlmann, H., Röhner, G. & Schulte, C. (2008). *Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule - Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I*. Gesellschaft für Informatik e.V. https://doi.org/10.18420/rec2008_052

Gesellschaft für Informatik. (2024). *Informatik-Monitor 2024/25*. Gesellschaft für Informatik e.V. <https://informatik-monitor.de/2024-25>

Hevner, A. R., March, S. T., Park, J. & Ram, S. (2004). Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly*, 28(1). 75-105.

Huber, S. G., Günther, P. S., Schneider, N., Helm, C., Schwander, M., Schneider, J. A. & Pruitt, J. (2020). *COVID-19 und aktuelle Herausforderungen in Schule und Bildung: Erste Befunde des Schul-Barometers in Deutschland, Österreich und der Schweiz*. Waxmann. <https://doi.org/10.25656/01:20579>

Kutzera, J., Wöhlert, R., Friedrich, J., Römer, V. & Richter, P. (2023). Future learning in a collaborative “laboratory” environment – Requirements to build up future skills. In L. M. Camarinha-Matos, X. Boucher, & A. Ortiz (Hrsg.), *Collaborative networks in digitalization and society 5.0. PRO-VE 2023*. 688. 405–416. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-42622-3_32

Meuser, M., Nagel, U. (2002). ExpertInneninterviews — vielfach erprobt, wenig bedacht. In: Bogner, A., Littig, B., Menz, W. (Hrsg.) *Das Experteninterview*. VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-322-93270-9_3

Redecker, C. & Punie, Y. (2017). *European framework for the digital competence of educators – DigCompEdu*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/159770>

Röhner, G. (2016). *Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe II*. Gesellschaft für Informatik e.V. https://doi.org/10.18420/rec2016_057

Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München (Hrsg.). (2013). Chuck a Luck. In *Kompetenzorientierte Aufgaben für das Fach Informatik am Gymnasium*. 143-149. Brigg Pädagogik Verlag.

Weinert, F. E. (Hrsg.). (2001). *Leistungsmessungen in Schulen*. Beltz.