



**Erstellung von digitalen Lehr und Lernmitteln mit Citizen Science-Methoden**

## **PCBuildAR – Entdecke und baue deinen virtuellen 3D-Computer**

### **Danksagung**

*Noch vor dem offiziellen Teil dieses Berichtes wollen wir die Gelegenheit nutzen und uns bei allen beteiligten Personen für die wunderbare Zusammenarbeit bedanken.*

*Zunächst gilt unser Dank den drei engagierten und nie-müde-werdenden Lehrern Philipp Stangl, Klaus-Jürgen Spätauf und Klaus Zanetti. Ohne euren Einsatz und eure Bereitschaft wäre dieses Projekt nicht möglich gewesen.*

*Ebenso wichtig alle eingebundenen Schüler\*innen: Ein herzliches Dankeschön an euch, für eure Offenheit, euren Mut zu Innovation und kritischem Feedback und eure Geduld, vor allem beim Ausfüllen der Fragebögen und Checklisten ☺.*

*Wir bedanken uns weiters bei den Schulleitungen der MSi Feuerbach in Wien, MS Hard Mittelweiherburg in Vorarlberg sowie der Paul Hofhaymer MHS/HS Radstadt in Salzburg.*

*Bedanken möchten wir uns auch bei allen Mitarbeiter\*innen der Amlogy GmbH, den Kolleg\*innen am Learning Lab der Universität Duisburg-Essen und allen weiteren Interessierten, Feedback-gebenden und Unterstützer\*innen außerhalb des Kernteam.*

*Ein großes Dankeschön geht an die Innovationsstiftung Bildung und die OeAD-GmbH für die Finanzierung unserer Idee, die nun als fertiges Lernmaterial Realität geworden ist. Hier gilt es auch den engagierten Mitarbeiter\*innen zu danken, die uns per Mail und Telefon stets unterstützend zur Seite gestanden sind.*

*Wir hoffen, die PCBuildAR-Lernmaterialien finden ihren Weg in die Klassenzimmer dieser Welt, sodass die so wichtigen Themen Informatik und Digitale Grundbildung auch in Zukunft spannend und handlungsorientiert von Schüler\*innen entdeckt und erfahren werden können.*

*Für das Projekt-Team*

*Josef Buchner & Arkadi Jeghiazaryan, Oktober 2020*

## TEIL I: Dokumentation der Ergebnisse

### 1) Beschreibung des Endproduktes

Das Projekt PCBuildAR hat sich zum Ziel gesetzt, ein innovatives Lehrmittel für den Informatikunterricht sowie das Fach Digitale Grundbildung zu entwickeln. Dabei haben wir als Team auf die Technologie Augmented Reality (AR) zurückgegriffen, die die computergestützte Erweiterung unserer Realität ermöglicht. Zusammen mit Partnerschulen, wissenschaftlichen Einrichtungen und anderen Citizens sind nun verschiedene Varianten von AR-Karten entstanden, die Schüler\*innen dabei helfen sollen, die Funktionsweisen der Bestandteile klassischer Computersysteme zu verstehen. Auch das Nachdenken über die Themen Nachhaltigkeit oder saubere Produktion wurde immer wieder von Projektpartnern und Citizens als wichtiger Bestandteil eines modernen Informatikunterrichts genannt. Daher haben wir zusätzlich eine 3D-AR-Weltkugel in das Lehrwerk aufgenommen, die u.a. die Produktionsorte der Bauteile zeigt. Im Folgenden beschreiben wir beide Varianten der AR-Karten sowie die Funktionen der Weltkugel.

#### PCBuildAR-Karten

Bei den PCBuildAR-Karten handelt es sich um klassische AR-Karten, auf denen ein 2-dimensionales Bild als sogenanntes Trigger-Bild aufgedruckt ist. Wird dieses Bild nun mit einer App gescannt, überlagert ein 3-dimensionales Objekt den Trigger. In unserem Fall sind auf den Karten die Bestandteile klassischer Computersysteme abgebildet, z.B. ein RAM-Speicher (Abbildung 1).



Abbildung 1: Beispiel für eine PCBuildAR-Karte.

Mithilfe der kostenlosen App Areeka wird diese Karte abgescannt und die Zusatzinformationen werden als AR-Elemente am Display des mobilen Endgeräts angezeigt. Die AR-Elemente sind in Abbildung 2 zu sehen.

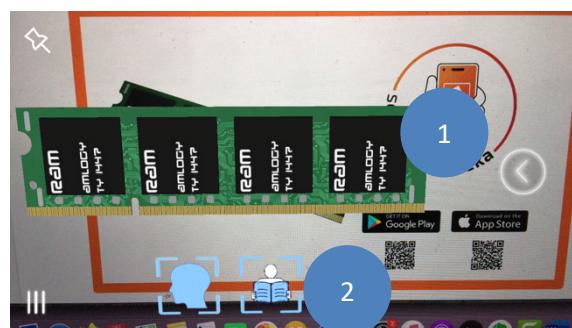


Abbildung 2: AR-Elemente überlagern das 2D-Trigger-Bild.

AR-Element 1 ist ein 3D-Modell des jeweiligen Bauteils, bei AR-Element 2 handelt es sich um zwei interaktive Buttons. Diese können von den Lernenden gedrückt werden und beinhalten entweder die Informationen zum Bauteil in gesprochener Sprache oder als geschriebenen Text. Dieses Feature entstand aufgrund des Feedbacks der Citizens (vgl. Abschnitt 2), die sich sowohl für interaktive Buttons als auch Erklärungen zu den jeweiligen 3D-Bauteilen aussprachen. Diese Darstellung ist auch begründbar anhand der zahlreichen empirischen Erkenntnisse zum Lernen mit Multimedia.

### **PCBuildAR-Bauteile**

Sehr viele Rückmeldungen in den schulischen Workshops, den Veranstaltungen und Online-Befragungen beinhalteten den Gedanken, echte physische Bauteile mithilfe von AR zu erweitern. Diesen spannenden Gedanken haben wir für die PCBuildAR-Bauteile aufgenommen und damit einen neuen Weg hinsichtlich der Verwendung von AR eingeschlagen. Die PCBuildAR-Bauteile bilden die echten PC-Komponenten ab und werden über die Areeka-App einzeln um die beiden interaktiven Buttons erweitert. Abbildung 3 zeigt das Bauteil Soundkarte und Abbildung 4 die augmentierte Version mit den beiden Buttons.

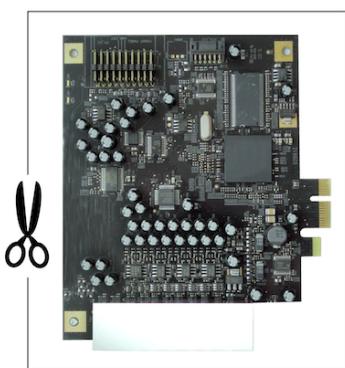


Abbildung 3: Bauteil Soundkarte



Abbildung 4: Augmentiertes Bauteil mit den beiden Buttons

Wir verzichten bei den Bauteilen vollständig auf zusätzliche 3D-Visualisierungen und rücken somit das Bauteil an sich in den Fokus der Lernaufgabe. Die Informationen zu jedem Bauteil werden erneut über einen gesprochenen oder geschriebenen Text vermittelt. Jedes Bauteil kann ausgeschnitten werden und ist dann für die Lernenden auch „spürbar“. Diese Version lässt sich auch mit Unterrichtsideen zu 3D-Druck kombinieren, etwa wenn die PC-Bauteile über einen 3D-Drucker zunächst ausgedruckt und danach mit den PCBuildAR-Bauteilen beklebt werden. Unsere Bauteile fungieren dann wieder als Trigger, der 3D-Druck erhöht das Gefühl, echte physische Bauteile in den Händen zu halten.

### **PCBuildAR-Weltkugel**

Anders als bei den Karten und den Bauteilen brauchen Lehrende und Lernende zur Darstellung der 3D-AR-Weltkugel kein Trigger-Bild. Die Weltkugel steht als [WebAR-Experience](#) zur Verfügung und zeigt anhand von Pins und Informationstexten an, wo Rohstoffe für die Produktion der Bauteile abgebaut werden. Hier finden aktuell noch laufend Aktualisierungen statt, da noch auf ein technologisches Update für das Hinzufügen von Interaktionsmöglichkeiten abgewartet werden muss. Die „light“ Version steht jedoch bereits zur Verfügung.

### **Didaktisches Konzept**

Der Einsatz von Lehr- und Lernmitteln sollte sich immer an den gegebenen und/oder konstruierten Rahmenbedingungen sowie den Lehr- und Lernzielen orientieren. Daher möchten wir einleitend festhalten, dass unsere Überlegungen als Empfehlungen zu verstehen sind. Wir können keinen Grund

erkennen, warum die PCBuildAR-Lernmaterialien nicht überdies hinaus z.B. für das Lernen in einem klassischen Stationenbetrieb verwendet werden könnten oder im Rahmen des selbstständigen Lernens, etwa auch in hybriden Lernformaten oder dem *distance learning*.

Die Beschreibung des didaktischen Konzepts orientiert sich am Rahmenmodell der Didaktik, das zunächst eine didaktische Analyse und im Anschluss das Treffen von didaktischen Entscheidungen vorsieht.

#### Didaktische Analyse – Anforderungen

Der Einsatz unserer PCBuildAR-Materialien ist für Lehrer\*innen relativ leicht zu realisieren. Alle Materialien stehen über die Eduthek sowie unsere Homepage als offene und freie Bildungsmaterialien in der Form von PDF-Dateien zur Verfügung. Die Dateien werden heruntergeladen, ausgedruckt und im Unterricht den Schüler\*innen ausgehändigt. Wir empfehlen, sowohl die Karten als auch die Bauteile zuzuschneiden. Das kann sowohl von den Lehrpersonen in der Vorbereitung als auch gemeinsam mit den Schüler\*innen im Unterricht erfolgen. Um Qualitätseinbußen zu minimieren, bietet sich das Laminieren der Karten und Bauteile an. Dann steht auch einer längerfristigen Nutzung nichts im Wege. Die Papierstärke spielt nur eine untergeordnete Rolle, festeres Papier oder sogar Karton kann natürlich das Empfinden, mit echten Bauteilen zu hantieren, verstärken. Wie bereits erwähnt, können die Ausdrucke auch als Trigger für andere Objekte verwendet werden, z.B. für 3D-gedruckte Objekte oder auch Holzanfertigungen. Zur Darstellung der AR-Inhalte werden mobile Endgeräte mit Kamerafunktion, eine bestehende Internetverbindung sowie die kostenlose App Areeka benötigt. Aktuell arbeiten wir noch an einer Möglichkeit, die Materialien auch offline, also ohne Internetverbindung, zu verwenden. Werden von den Schüler\*innen die Audio-Informationen ausgewählt, empfehlen wir die Verwendung von Kopfhörern. Vor allem im Klassenverband wird das notwendig sein, da sich sonst die anderen Lernenden gestört fühlen könnten. Weitere Hinweise und Tutorials zu den technischen Anforderungen für Lehrpersonen und Lernende finden sich in unserer [PCBuildAR-YouTube-Playlist](#).

#### Didaktische Analyse – Lerninhalte

Inhaltlich kann mithilfe unseres AR-Lehrmittels der Aufbau und die Funktionsweise klassischer Computersysteme erlernt werden. Diese Themen sind sowohl im Lehrplan für den Informatikunterricht als auch dem Lehrplan des Fachs Digitale Grundbildung verankert. Zudem ermöglicht der Einsatz der AR-Weltkarte eine kritische Auseinandersetzung mit den Produktionsprozessen der Bauteile. Diskussionen über die Auswirkungen von z.B. Transportwegen oder Produktionsorten auf politische Entscheidungen oder gesellschaftliches Handeln können auch in anderen schulischen Fächern geführt werden, z.B. Geographie & Wirtschaftskunde und Geschichte, Sozialkunde & Politische Bildung.

#### Didaktische Analyse – Lernziele

Die PCBuildAR-Karten adressieren vor allem Wissens- und Verstehensziele zu den einzelnen PC-Bauteilen. Die PCBuildAR-Bauteile gehen einen Schritt weiter und vermitteln nicht nur Wissen zu den Bauteilen, sondern ermöglichen das Zusammenbauen eines Computersystems. Anhand von Problemstellungen werden verschiedene Kombinationen getestet, die am Ende in eine prototypische Lösung münden. Trainiert wird hier das im Lehrplan vorgesehene „technische Problemlösen“. Die Lernziele der AR-Weltkarte beinhalten das kritische Reflektieren und Analysieren aktueller Entwicklungen im Bereich der Technik-Produktion.

#### Didaktische Entscheidungen – Methode und Lernorganisation

Wir empfehlen den Einsatz unserer PCBuildAR-Materialien in kooperativen Lernformaten. In solchen können die Schüler\*innen zunächst gemeinsam Informationen über die jeweiligen Bauteile sammeln, eine spezielle Reihenfolge wird dabei nicht vorgegeben. Im Anschluss werden die von uns vorbereiteten Problemfälle mithilfe des erworbenen Wissens behandelt. AR erlaubt hier jederzeit erneut auf die virtuellen Informationen zuzugreifen, es findet also ein Problemlösen mithilfe von anderen (in Kooperation mit anderen Lernenden) sowie unter Einbezug von für das erfolgreiche

Lösen des Problems notwendigen Informationen statt. Zudem stehen in diesem Szenario die Lehrpersonen für Fragen und Hilfestellungen zur Verfügung. So ein Vorgehen kann als *guided discovery learning* bezeichnet werden. Durch die bereitgestellte Hilfe (*scaffolding*) eignet sich dieser Ansatz auch für Lernende, die gerade erst am Beginn ihrer Auseinandersetzung zur Funktionalität von Computersystemen stehen.

Wie bereits erwähnt, spricht auch nichts gegen einen Einsatz der Materialien im Rahmen des individuellen Lernens, sei es nun im Unterricht, in hybriden Formaten oder reinen Online-Formaten.

#### Didaktische Entscheidungen – Medien

Zusätzlich zu den PCBuildAR-Materialien empfehlen wir die Hinzunahme anderer Medien oder Technologien. So können z.B. die Informationen zu den Bauteilen in einer Mindmap (papier-basiert oder digital) zusammengefasst und sortiert werden oder die gefundenen Lösungen per Foto dokumentiert und gegebenenfalls für andere Lernende sichtbar gemacht werden.

#### **Zusammenfassung**

Die Themen Informatik und Digitale Grundbildung sind aktuell in aller Munde, besonders mit Blick auf die zunehmende Digitalisierung aller Bereiche der Gesellschaft. Daher ist es nur selbstverständlich, dass sich Bildungsinstitutionen überlegen, wie sie diese so wichtigen Themen spannend, handlungsorientiert und langfristig im Unterricht verankern können. Wir legen mit den Ergebnissen aus dem PCBuildAR-Projekt Lehr- und Lernmaterialien vor, die dazu einen Beitrag leisten wollen und auch können. Wir haben bei der Entwicklung auf die innovative Technologie Augmented Reality gesetzt, die nachweislich kognitive, affektive und motivationale Prozesse beim Lehren und Lernen positiv beeinflussen sowie anregen kann. Weiters war uns wichtig, die Lernaktivitäten, die durch unsere AR-Materialien initiiert werden können, in den Mittelpunkt der Überlegungen zu stellen. Hier haben wir uns an aktuellen Empfehlungen der Informatikdidaktik orientiert, die vor allem einen handlungsorientierten Zugang im Informatikunterricht empfiehlt. Unsere Empfehlungen im Abschnitt **Didaktisches Konzept** knüpfen daran an und lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Kooperatives Lernen im Austausch mit anderen Lernenden (und auch Lehrenden)
- Arbeiten an Problemstellungen
- *Guided Discovery Learning* – z.B. über die Möglichkeit, Informationen jederzeit erneut ansehen zu können

#### **Ausblick**

Durch die enge und gute Zusammenarbeit von schulischer Praxis, Wissenschaft und Wirtschaft ist ein Lehrmittel entstanden, dass als evidenz-basiert und zugleich praxis-orientiert bezeichnet werden kann. Evidenz-basiert, da die Vermittlung der Informationen anhand der Prinzipien aus der Forschung zum Lernen mit Multimedia gestaltet wurde, praxis-orientiert, da technische Hürden so gut als möglich abgebaut wurden und der Einsatz der AR-Materialien in unterschiedlichen Lehr- und Lernformaten möglich ist.

Um nun mehr über diese Möglichkeiten zu lernen, sind bereits erste empirische Untersuchungen an Schulen geplant. Hier bleibt jedoch abzuwarten, inwieweit sich die aktuelle pandemische Lage verschärft oder wieder entspannt.

Mit Sicherheit können wir sagen, dass die Inhalte der PCBuildAR-Materialien ständig weiterentwickelt werden. Dies betrifft insbesondere die Weltkugel, die in den nächsten Wochen und Monaten noch um weitere Interaktionsmöglichkeiten erweitert werden wird.

Spannend wird auch die neueste Weiterentwicklung im Bereich der WebAR-Technologie. Diese erlaubt das Darstellen der virtuellen Informationen und Objekte ohne die Hilfe einer bestimmten App. Eine erste Version davon haben wir bereits getestet (siehe dazu unter **Dissemination PCBuildAR - WebAR Experience**).

Für die Aktualität und Qualität der entstandenen PCBuildAR-Lernmaterialien sieht sich auch zukünftig unser Team in der Verantwortung.

Die Aktualität der Inhalte ist unproblematisch, da diese schlicht über das Backend der Areeka-AR-Plattform angepasst und/oder verändert werden können. Zudem sollen weitere Problemlöse-Aufgaben entwickelt und mit Partner\*innen aus der Praxis erprobt werden.

Die Qualität von AR-Materialien ist eng gekoppelt an die dafür notwendig App, in unserem Fall die Areeka-App. Regelmäßige Updates und Weiterentwicklungen der Software gewährleisten hier die uneingeschränkte und benutzerfreundliche Nutzung der Materialien über das Ende des Projekts hinaus.

Stichwort Ende: Das ist für uns trotz dieses Abschlussberichts nicht in Sicht. Die Projektpartner haben sich bereits darauf verständigt, weiterhin an diesem spannenden und wichtigen Thema zu arbeiten. Es wird also auch zukünftig neue AR-Materialien für den Informatikunterricht, das Fach Digitale Grundbildung und darüber hinaus geben.

## 2) Zusammenarbeit mit den Citizens

Die Zusammenarbeit mit den Citizens gliedert sich in drei größere Bereiche auf, die wir nun einzeln näher beschreiben werden.

### Schulische Projektpartner

Die intensivste Zusammenarbeit fand mit unseren Projektschulen in Wien, Radstadt (Salzburg) und Hard (Vorarlberg) statt. Die Klassenlehrer Klaus-Jürgen Spätauf, Philipp Stangl und Klaus Zanetti nahmen jeweils mit einer Klasse am Projekt teil. Die beteiligten Schüler\*innen wurden vorab informiert und waren von Beginn an in den Projektverlauf eingebunden. Dies gilt auch für die drei Lehrpersonen, mit denen alle Termine bereits Anfang September 2019 detailliert besprochen und fixiert wurden. Die Termine dienten zur Durchführung unserer Workshops, der Verlauf ist in Abbildung 1 ersichtlich.

An dieser Stelle muss angemerkt werden, dass insgesamt fünf Workshops geplant waren. Aufgrund der Covid19-Situation ab März 2020 war die Durchführung der weiteren Workshops in Präsenz nicht mehr möglich. Unser Glück war, dass wir die drei wichtigsten Workshops durchführen konnten. Workshop 4 und 5 beinhalteten in erster Linie das erneute Testen der überarbeiteten Prototypen. Dies konnte auch per Onlineformat realisiert werden. Dazu wurden keine fixen Termine vereinbart, daher werden sie nicht als „echte“ Workshops aufgeführt.

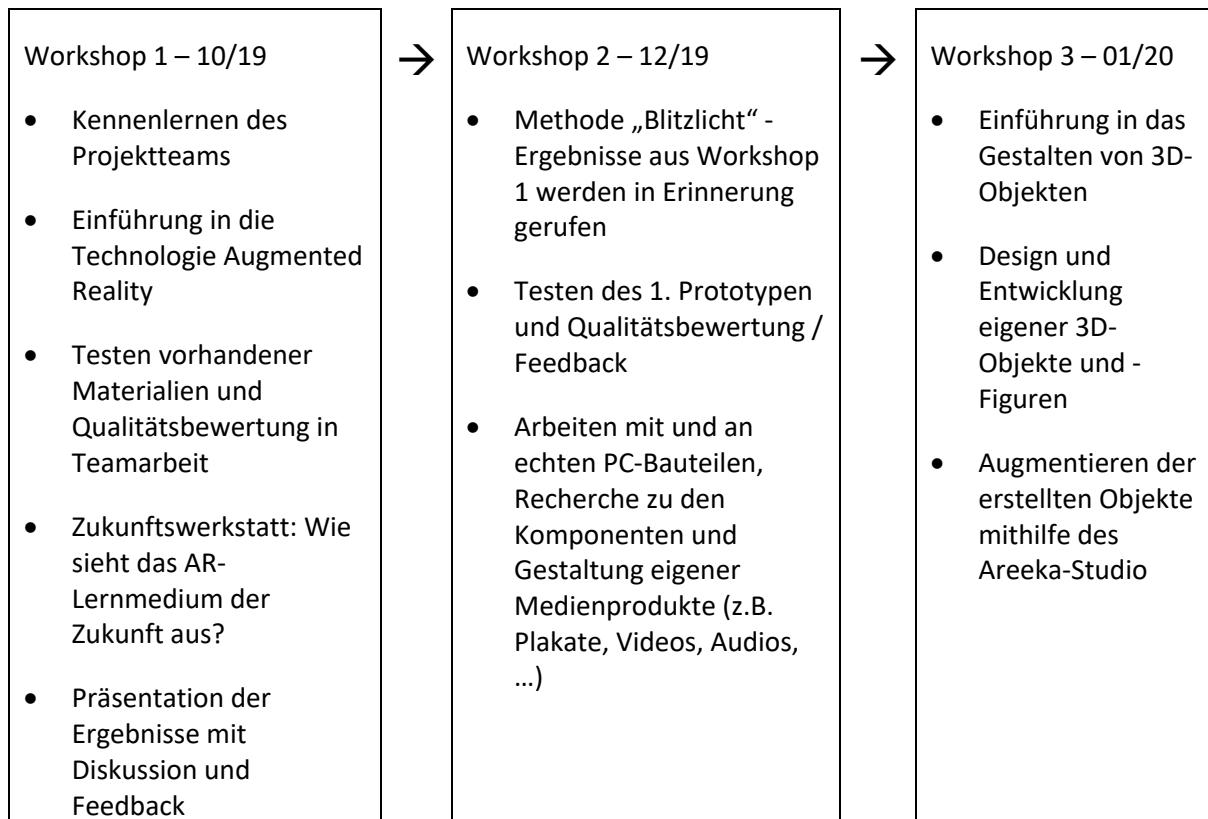


Abbildung 1. Übersicht zum Verlauf der Workshops sowie deren Inhalte.

Wie Abbildung 1 zeigt, haben wir zunächst mit den Schüler\*innen intensiv über die Technologie AR gesprochen. Dies war aus unserer Sicht notwendig, um im Anschluss an neuen Visionen arbeiten zu können. Technisch waren den Überlegungen in den Visionen zum AR-Lernmedium der Zukunft zwar keine Grenzen gesetzt, jedoch wollten wir schon auf die uns zur Verfügung stehenden Mittel und Möglichkeiten hinweisen. Daher konnten von den Schüler\*innen auch die bereits vorhandenen Materialien von Areeka getestet und mithilfe eines Qualitätschecks bewertet werden. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Schüler\*innen vor allem Interaktionsmöglichkeiten, z.B. über Buttons, sowie Soundeffekte und gesprochene Erklärungen als Ergänzungen zu den Visualisierungen wünschen (vgl. [Zwischenergebnisse aus Workshop 1](#)).

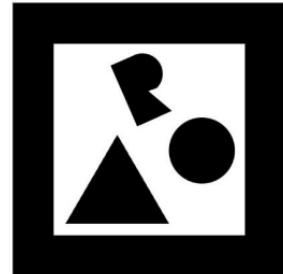
Workshop 2 stand dann ganz im Zeichen des Testens und Selber-machens. Zunächst konnten die Schüler\*innen bereits den ersten entwickelten Prototypen der PCBuildAR-Karten testen. Die gesammelten Rückmeldungen flossen direkt in die Weiterentwicklung der Karten ein. Im Anschluss wurden nun die Inhalte für das AR-Lernmedium generiert. Die Schüler\*innen arbeiteten dazu in Gruppen, zerlegten alte Computer in alle Bestandteile und recherchierten deren Funktionen. Das erworbene Wissen wurde auf unterschiedliche Weise festgehalten, z.B. durch kurze Videopräsentationen, Podcastaufnahmen und physische Präsentationen zum Computer-Innenleben (vgl. [Workshop 2 – Prototyp testen und PC-Bestandteile kennenlernen](#)).

Eigene 3D-Objekte und -Figuren designen und mithilfe einer kostenlosen 3D-Modellierungssoftware ([Tinkercad](#)) erstellen wurde in [Workshop 3](#) erlernt. Im Anschluss erfolgte die Augmentierung der persönlichen Artefakte mithilfe des Areeka Web-AR Studios. Wer dies selber einmal sehen möchte, kann die folgenden Schritte durchführen (es wird keine App benötigt):

QR-Code scannen



Trigger-Bild mit der Kamera scannen



Die beteiligten Schüler\*innen und Lehrpersonen haben das Endprodukt sicherlich am stärksten mitgeprägt. Die Verbesserungsvorschläge aus Workshop 1 konnten wir direkt für die Erstellung des ersten Prototypen nutzen. Das Testen von Prototyp 1 in Workshop 2 hat wiederum zu einer Weiterentwicklung der AR-Karten geführt, besonders hinsichtlich der Benutzerfreundlichkeit. Auch inhaltlich haben die Schüler\*innen einen großen Beitrag zu den nun in den Karten enthaltenen Informationen beigetragen. Sowohl die gesprochenen als auch die geschriebenen Texte orientieren sich an den in Workshop 2 erstellten Produkten. Ähnliches gilt für Workshop 3, in dem wir viel darüber gelernt haben, wie sich Schüler\*innen 3D-Objekte im Rahmen von AR-Lernmedien vorstellen. Hier wurde vor allem darauf geachtet, wo die Objekte auf Trigger-Bildern platziert werden müssen, damit eine Ansicht von allen Seiten und in Kooperation mit anderen während dem Lernprozess stattfinden kann.

Die Zusammenarbeit im Projekt wird von unseren engagierten Projekt-Lehrpersonen wie folgt zusammengefasst:

**Klaus Zanetti**, MS Mittelweiherburg-Hard, Vorarlberg:

*„Was mir im Zuge des AR Projektes in Erinnerung bleiben wird ist, wie ernsthaft die Schülerinnen und Schüler in das Projekt mit einbezogen waren. Sie hatten nicht nur das Gefühl, mit ihren Anregungen und Änderungsvorschlägen ernst genommen zu werden, sie haben auch einige ihrer Vorschläge in der weiteren Projektentwicklung realisiert gesehen. Das citizen science Konzept wurde von den Verantwortlichen sehr gut umgesetzt.“*

**Klaus-Jürgen Spätauf**, MSi Feuerbach, Wien:

*„Das Erstellen von Lerninhalten mittels Technologie (AR) hat den Schülerinnen und Schülern nicht nur großen Spaß bereitet, sondern hat neben dem Interesse an der Thematik auch das Interesse an der dahintersteckenden Technologie geweckt. Das gesamte Projekt kann als großer Erfolg in Sachen Kooperation und Unterrichtsgestaltung/Wissensvermittlung gesehen werden.“*

**Philipp Stangl**, MHS/HS Radstadt, Salzburg:

*„Ein AR-Lehrmedium gemeinsam mit anderen Klassen erstellen? Geht das überhaupt mit einer 1. Mittelschulklasse? Und wie das geht! In spannenden Workshops hatten die Kids die Möglichkeit, viel über die Funktionsweise eines PCs (inkl. Zerlegen) und über AR zu lernen. Auch erste Erfahrungen beim selber Erstellen konnten im Zuge der Gestaltung eigener AR Modelle gesammelt werden. Neben dem Lernzuwachs war aber einer der wichtigsten Punkte das ernsthafte Einbinden der Inputs der Kinder. So fühlten sie sich ernstgenommen und als wichtige Partner eines wirklich gelungenen Projektes.“*

#### **Wissenschaftliche Projektpartner\*innen und Kolleg\*innen**

Die Entwicklung und Gestaltung der AR-Karten, Aufgabenstellungen sowie des didaktischen Designs war immer wieder Thema am Learning Lab der Universität Duisburg-Essen. Hier wurden in verschiedene Sitzungen mit Expert\*innen aus der Mediendidaktik und der Informatikdidaktik neue Ideen und Möglichkeiten diskutiert und geschärft. Auch diese Erkenntnisse sind Teil des fertigen Produkts.

Weiters haben wir viel von anderen Forscher\*innen lernen dürfen, mit denen wir uns auf diversen nationalen und internationalen Konferenzen austauschen konnten. Auch ihre Hinweise haben wir bei der Entwicklung berücksichtigt.

### **Weitere beteiligte Interessenten**

Da zum Zeitpunkt unserer allgemeinen Mit-Mach-Phase die Funktionen auf der Eduthek eingeschränkt waren, haben wir diese über unsere Homepage sowie diverse Social-Media-Kanäle initiiert. Mit der Hilfe von Christian Graf, ein herzliches Dankeschön an dieser Stelle, konnten wir eine Umfrage unter Informatiklehrer\*innen in Österreich durchführen. Wir haben 57 Antworten erhalten, von denen wir viele für die Gestaltung der PCBuildAR-Karten genutzt haben, etwa den Wunsch nach kurzen und klaren Erklärungen kombiniert mit Visualisierungen der Bauteile sowie Informationen darüber, welche Rohstoffe denn eigentlich in den PC-Komponenten verarbeitet sind. Weitere Aspekte, die wir berücksichtigt haben, stammen von Kommentaren aus den sozialen Netzwerken sowie persönlichen Gesprächen mit Lehrer\*innen, Informatikdidaktiker\*innen und auch Unternehmer\*innen.

## **3) Dissemination**

Das Projekt wurde auf vielfältigen Wegen bereits in der Öffentlichkeit vorgestellt und hinsichtlich zukünftiger Entwicklungsmöglichkeiten diskutiert.

Zudem ist noch eine virtuelle Abschlusspräsentation vorbereitet. An diesem Termin möchten wir nochmals allen Interessierten Einblicke in den Projektverlauf und das Endergebnis ermöglichen. Auch die „Citizens“ möchten wir im Rahmen dieser Veranstaltung zu Wort kommen lassen: Lehrer und Schüler\*innen. Alle Informationen sowie der Termin sind unter [pcbuild-ar.com/event](http://pcbuild-ar.com/event) zu finden.

Weitere wissenschaftliche Publikationen zum Projektverlauf werden aktuell vorbereitet.

Auch die entwickelten AR-Lernmaterialien werden in weiteren Studien hinsichtlich ihrer Effektivität hin empirisch überprüft.

Auf die folgenden bereits durchgeführten Aktivitäten zur Dissemination können wir zurückblicken:

### **Homepage**

Unter [pcbuild-ar.com](http://pcbuild-ar.com) finden Interessierte alle Informationen zum Projekt, u.a. auch in englischer Sprache. Die Seite bleibt natürlich erhalten und dient auch in Zukunft zur Dokumentation der Weiterentwicklung der AR-Karten, des didaktischen Leitfadens und möglichen neuen AR-Lernmaterialien.

### **Projektseite am Learning Lab**

Informationen und Ergebnisse rund um das Projekt finden sich auch auf der Seite unseres wissenschaftlichen Projektpartners: [PCBuildAR-Projekt am Learning Lab der Universität Duisburg-Essen](http://PCBuildAR-Projekt am Learning Lab der Universität Duisburg-Essen)

### **Lehrer\*innenfort- und -weiterbildung**

Das Projektteam hatte im Rahmen der EduDays 2020 die Gelegenheit die PCBuildAR Karten sowie das didaktische Design vorzustellen und mit den anwesenden Lehrkräften zu diskutieren. Die Aufzeichnung der Veranstaltung steht online zur Verfügung:

Buchner, J., Jeghiazaryan, A., Spätauf, K.-J., Zanetti, K., & Stangl, P. (2020, April 2). *PC Build AR: Das Augmented Reality Lehrwerk für Informatik und Digitale Grundbildung*. EduDays 2020. [t1p.de/pclive](http://t1p.de/pclive)

Im Rahmen seiner eLectures an der Virtuellen Pädagogischen Hochschule (VPH) hat Arkadi Jeghiazaryan ebenso regelmäßig mit Lehrer\*innen über das Projekt sprechen können.

### **Wissenschaftliche Präsentationen und Publikationen**

Wir haben an internationalen Konferenzen zu Bildungsmedien, Augmented Reality und Technologie-angereichertem Lehren und Lernen teilgenommen und durften dabei die PCBuildAR-Karten, das didaktische Design sowie eine erste Weiterentwicklung unter Anwendung von WebAR vorstellen und mit Forscher\*innen aus der ganzen Welt diskutieren. Alle Veröffentlichungen stehen im Sinne von *open science* frei zur Verfügung:

Buchner, J., & Jeghiazaryan, A. (2020a, June 23). *The ARI2VE Model for Augmented Reality Books*. iLRN2020. Verfügbar unter [t1p.de/arposter](https://t1p.de/arposter)

Buchner, J., & Jeghiazaryan, A. (2020b). Work-in-Progress—The ARI2VE Model for Augmented Reality Books. *6th International Conference of the Immersive Learning Research Network (ILRN 2020)*, 287–290. Verfügbar unter [t1p.de/archapter](https://t1p.de/archapter)

Buchner, J., & Kerres, M. (2020a). Applying Instructional Design Principles on Augmented Reality Cards for Computer Science Education. In C. Alario-Hoyos, M. J. Rodríguez-Triana, M. Scheffel, I. Arnedillo-Sánchez, & S. M. Dennerlein (Eds.), *Addressing Global Challenges and Quality Education* (Vol. 12315, pp. 477–481). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-57717-9\\_48](https://doi.org/10.1007/978-3-030-57717-9_48)

Buchner, J., & Kerres, M. (2020b). *Applying Instructional Design Principles on Augmented Reality Cards for Computer Science Education*. Presented at ECTELFI 2020. <https://my.ltb.io/#/showcase/ec-tel>

Jeghiazaryan, A., & Buchner, J. (2020). *PCBuildAR - WebAR Experience*. iLRN2020. [https://ilrn2020.sched.com/exhibitor/pc\\_buildar\\_webar\\_experience.214lpseh](https://ilrn2020.sched.com/exhibitor/pc_buildar_webar_experience.214lpseh)