

## TrainAR: Ein Augmented Reality Training Autorensystem

Jonas Blattgerste, Thies Pfeiffer<sup>1</sup>

**Abstract:** Dieser Beitrag beschreibt TrainAR, ein kostenloses Open-Source-Autorensystem mit dem prozedurale Smartphone-basierte Augmented-Reality-Trainings (AR-Trainings) mittels 3D-Scanning und visueller Programmierung erstellt werden können. Es soll Fachexperten befähigen, eigenständig interaktive AR-Trainings zu entwickeln und einzusetzen. TrainAR wurde bereits in mehreren Forschungsprojekten und aktiv in der Lehre an der Hochschule Emden/Leer eingesetzt, um AR-Trainings zu verwirklichen. Nach der Veröffentlichung, Entwicklung mehrerer Trainings und ersten Evaluationsergebnissen wird TrainAR zurzeit systematisch evaluiert.

**Keywords:** Augmented Reality; Autoren; Erstellung; Entwicklung; Toolkit; Werkzeug

### 1 Problemstellung

Durch die Kontextualisierung von Informationen direkt in die physikalische Realität, die Multimodalität und die Möglichkeit zur verkörperten Interaktion, bietet die erweiterte Realität, auch Augmented Reality (AR) genannt, enorme Potenziale und Chancen, Mehrwerte in Lernkontexten zu schaffen. Dies stimmt zumindest in der Theorie. Während wissenschaftliche Studien diese Potenziale wiederholt belegen und fortwährend Prototypen entwickelt werden, ist der Prozess der Übertragung der Erkenntnisse in den tatsächlichen praktischen Einsatz zur Ausbildung und Lehre eine große Herausforderung. So gibt es aktuell wenige praktische und nachhaltige Einsätze von AR Technologie in zum Beispiel Schulen, Hochschulen und Ausbildungsstätten. Und sogar, wenn diese Herausforderung gelingt, sind Lösungen oft exemplarisch und kaum bis gar nicht skalierbar oder auf neue Inhalte anpassbar. Diese noch zu überwindenden Hürden sind hierbei vielschichtig: Zum einen ist spezifische AR-Hardware, wie Head-Mounted-Displays, noch immer kostspielig, was eine Skalierung bereits auf institutioneller Ebene erschwert. Zum anderen sind Interaktionskonzepte mitunter noch so neu und ungewohnt, dass das Onboarding dieser lange dauert, viel technischen Support fordert und ein größerer Fokus auf der Technik als dem eigentlichen Trainingsinhalt liegt. In der Realität fehlt hierfür sowohl das Personal als auch das pädagogische Training. Letztendlich fehlen jedoch auch holistische Konzepte und leicht zugängliche Systeme, die Ansätze liefern, um eigene AR-Trainings auch ohne Programmiererfahrung und fundiertes Wissen in AR-spezifischen Herausforderungen zu erstellen. Mit TrainAR adressieren wir diese Problemstellungen holistisch, indem wir ein AR-Interaktionskonzept und -Autorensystem für prozedurale AR-Trainings auf Smartphones als Open-Source veröffentlichen.

---

<sup>1</sup> Hochschule Emden/Leer, Constantiapl. 4, 26723 Emden, jonas.blattgerste@hs-emden-leer.de, thies.pfeiffer@hsemenden-leer.de

## 2 Das Konzept von TrainAR

TrainAR ist die Kombination aus einem **Interaktionskonzept** für prozedurale Trainings auf praktisch allen gängigen Android & iOS Smartphones, einem Desktop-**Autorensystem** zur Erstellung solcher Trainings, und einem **didaktischen Konzept** zur Unterstützung des Gelingens der Erstellung. Erstellte TrainAR-Trainings unterstützen hierbei nach Gagne [Ga84] den Lernerfolg von kognitiven Fähigkeiten und Strategien, ohne die zugehörigen motorischen Komponenten der Fähigkeit zu trainieren und eignen sich daher vor allem als Vorbereitung für oder Vertiefung von prozeduralen Komponenten zu lernender Prozessabläufe [BI21].

Lernende können in einem TrainAR-Training einen AR-Aufbau mit virtuellen Objekten frei im Raum platzieren und werden von TrainAR über die Benutzung des Interaktionskonzeptes textuell und über Animationen aufgeklärt. Anschließend können Lernende mit dem prozeduralen AR-Training starten, in dem sie eine nicht-lineare Sequenz an Aktionen ausführen. Während des Trainings können Lernende AR-Objekte selektieren, indem sie diese mit einem Fadenkreuz auf dem Bildschirm des Smartphones anvisieren. Selektierte Objekte können gegriffen, bewegt und an anderer Position wieder losgelassen oder durch Überlappen mit anderen Objekten, mit diesen kombiniert werden. Des Weiteren kann auf einem Objekt eine Interaktion ausgelöst werden. Diese vier Basis-AR-Aktionen lösen Aktions-abhängige Reaktionen in TrainAR aus. So kann eine korrekte Aktion zum Beispiel den Zustand eines Objektes verändern und Lernenden anschließend eine neue textuelle Instruktion anzeigen, um zu zeigen, welcher Schritt oder Handlungsabschnitt als Nächstes durchzuführen ist. Oder eine Aktion kann einen Praxistipp auslösen, der weder direkte Instruktion noch Rückmeldung darstellt, sondern textuell auf dem User Interface (UI), wahlweise mit Sprachausgabe, einen Tipp aus der Praxis oder Hinweis darlegt, der sonst nicht im TrainAR-Training abgebildet werden könnte. Wird ein behavioristischer didaktischer Ansatz gewählt, könnte eine inkorrekte Aktion hingegen zum Beispiel dazu führen, dass Lernende bei Fehlern mit besonders schwerwiegenden Folgen oder hohem Fehlerpotenzial einen Rückmeldungstext angezeigt bekommen, um keine falschen Handlungsabläufe zu verinnerlichen. Während TrainAR sich stark an der Instructional Design Theory orientiert, und vor allem den neun Lehrschritten und fünf Lehrzielkategorien nach Gagne [Ga84], ist hierbei die Wahl des didaktischen Designs bewusst dem Autor eines jeden TrainAR-Trainings selbst überlassen und es werden nur Richtungsweiser vorgegeben. Die didaktisch-theoretischen Grundlagen hierfür werden in einer separaten Publikation im Detail diskutiert [BI21]. Reichen die Basis-AR-Aktionen einem Autor nicht aus, um das Training abzubilden, gibt es zusätzlich auch UI-Aktionen in Form von Textfeldern, Quizzen und Auswahllisten, welche den Lernenden supplementär zur AR-Komponente von TrainAR zu Prozesswissen abfragen.

Dieses einfach gestaltete Interaktionskonzept aus den vier Basis-AR-Aktionen, den UI-Aktionen und den Reaktionen des Frameworks in Form von Instruktionen, Rückmeldungstexten und Praxistipps ermöglicht es, konsistent benutzbare AR-Trainings für Smartphones zu entwickeln, die auf bewährte Konzepte zurückgreifen und so für den

Lernenden bezogen auf die Bedienbarkeit verständlich sind. Hierdurch kann der Fokus auf dem Inhalt des Trainings liegen und wird nicht durch Interaktionsprobleme verschattet. Vorteile von Smartphone AR, wie die Möglichkeit, Informationen zu kontextualisieren, Multimodalität und verkörperte Interaktion, bleiben jedoch erhalten.

### 3 Das TrainAR-Autorensystem

Aus eben dieser Begrenzung des Interaktionskonzeptes begründet sich auch erst ein realistischer technischer Kompetenzbereich für das TrainAR-Autorensystem und macht es in der Praxis für Fachexperten einsetzbar. Das TrainAR-Autorensystem ist hierbei eine Erweiterung, welche voll in die Unity Engine integriert ist. Wie in Abb. 1 gezeigt, besteht es aus einem Referenzaufbau, auf dem 3D Objekte nach einer automatischen Konvertierung initial platziert werden können, einem aus visuellen Programmierknoten bestehendem Prozessablauf (dem TrainAR-Stateflow) und einer Vorschau aus der Perspektive des Benutzers des fertigen Trainings. Autoren können hier nun 3D Modelle importieren, z.B. aus dem Unity Assetstore, aus freien 3D-Modell-Bibliotheken oder indem sie selbst 3D Scans von Objekten erstellen. Schon heute können Smartphones mit LiDAR Sensoren, wie das iPhone 13 Pro, bereits hochwertige 3D Scans von Objekten generieren, die in TrainAR importiert und als 3D Modell genutzt werden können. Nach dem Import können Modelle in TrainAR-Objekte konvertiert und damit im TrainAR-Stateflow über visuelle Programmierung in nicht-linearen Prozessabläufen referenziert werden. TrainAR ist unter <https://github.com/jblattgerste/TrainAR/> als Open-Source-Projekt unter der MIT-Lizenz verfügbar und beinhaltet eine ausführliche Dokumentation, inklusive Videos und Tutorials: <https://jblattgerste.github.io/TrainAR/>.

Während Programmierkenntnisse nicht notwendig sind, um das TrainAR-Autorensystem einzusetzen, erhöht der gewählte technische Ansatz inhärent die benötigte Medienkompetenz zur Benutzung des Autorensystems im Vergleich zu z.B. Autorensystemen, die in eine Smartphone-App selbst integriert sind oder mittels Web-Oberflächen agieren. Ein Umstand, den wir mit ausgiebigen Tutorials, Dokumentationen und Getting-Started-Guides versuchen auszugleichen. Der Ansatz ist jedoch bewusst gewählt und hat den signifikanten Vorteil, dass TrainARs-Autorensystem als Startpunkt für die Entwicklung von AR-Trainings genutzt werden kann und nach Bedarf fließend durch komplexere, selbst programmierte Komponenten erweiterbar ist. Diese Offenheit, bis hin zur Ausgliederung der visuellen Programmierkomponente, ist zentraler Bestandteil der Idee hinter TrainAR, Teil der Dokumentation und ermöglicht so zum einen auf bereits bestehende Ressourcen zurückzugreifen und sichert zum anderen ab, dass Autoren durch TrainAR befähigt werden, aber nicht durch den vorgegebenen Kompetenzbereich von TrainAR limitiert sind.

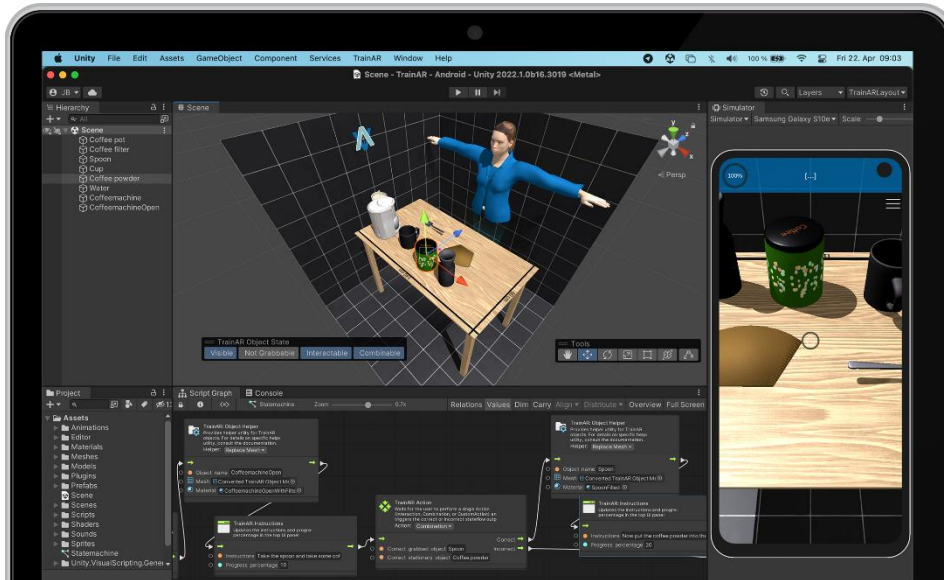


Abb. 1: Das TrainAR-Autorensystem: Importierte 3D Modelle (z.B. aus 3D Scans) werden in einem Referenz Aufbau platziert, in TrainAR Objekte konvertiert und ihr initialer Zustand kann bestimmt werden. Der Ablauf des Trainings wird über visuelle Programmierung festgelegt.

#### 4 TrainAR-Trainings: Beispiele & Evaluationen

Zum aktuellen Zeitpunkt existieren bereits mehrere TrainAR-Trainings von uns selbst, von Forschenden an Partneruniversitäten oder aus Studierendenprojekten in der Lehre. Die Abb. 2 zeigt fünf exemplarische TrainAR-Trainings der ersten beiden Gruppen: 1) Die Vorbereitung einer Notfalltokolyse, ein im Rahmen des Heb@AR-Projektes [B120] entwickeltes und evaluiertes Training zur Vorbereitung einer Wehen-hemmenden Spritze, welches ein vorerst behavioristisches didaktisches Design verfolgt, jedoch mehrere „Schwierigkeitsgrade“ beinhaltet mit denen Lernenden zunehmend konstruktivistischer Instruktionen gegeben und mehr Freiräume gelassen werden können. 2) Das Benennen des weiblichen Beckens, einem nichtprozeduralen Lernspiel, bei dem Deutsch-Lateinische Begriffspaare Beckenknochen und Partien zugeordnet werden müssen, welches ein freieres, konnektionistisch-didaktisches Design verfolgt. 3) Die Durchführung eines Titration-Experimentes, ein teils prozedurales, teils regelbasiertes Training, entwickelt und evaluiert von Forschenden der Katholischen Universität Löwen, welches als Vorbereitung auf Experimente in Laborsituationen eingesetzt werden soll [Do22]. Abschließend zeigen 4 & 5) zwei nicht-prozedurale Lernspiele für das Vermitteln von grundlegenden naturwissenschaftlichen und chemischen Konzepten für Grundschüler, wie beispielsweise der Reife und Säuerlichkeit von verschiedenen Früchten und deren Reaktionen, welche von Forschenden der Universität Utrecht entwickelt und evaluiert

wurden [Ar22]. Darüber hinaus existieren momentan neun prozedurale TrainAR-Trainings, die von Lernenden ohne Programmierkenntnisse als Autoren im Rahmen der Lehre an der Hochschule Emden/Leer entstanden sind. Diese verfolgen somit kein gezieltes didaktisches Design und streben keinen konkreten Einsatz als Lernszenario an. Die Entwicklung der Szenarien im Rahmen der Lehre sollte einen Einstieg in die AR-Entwicklung bieten und gleichzeitig die technische Benutzbarkeit des TrainAR-Autorensystems qualitativ evaluieren.



Abb. 2: Eine Auswahl von 5 bereits entwickelten TrainAR-Trainings

Als holistisches Konzept muss TrainAR auch holistisch evaluiert werden. Somit ist sowohl wichtig, dass TrainAR-Trainings benutzbar sind und einen didaktischen Mehrwert bieten, als auch, dass das Autorensystem von TrainAR die didaktischen Anforderungen von Autoren erfüllt und von diesen benutzbar ist. Einige der bereits existierenden TrainAR-Trainings sind bereits auf ihre Benutzbarkeit evaluiert und die Ergebnisse werden schrittweise publiziert [Bl21; Do22; Ar22]. Die Trainings aus Abb. 2 durchlaufen momentan Evaluationen auf ihren didaktischen Mehrwert mit bevorstehenden Publikationen. Nachdem die ersten Evaluationen Mehrwert und Benutzbarkeit der implementierten Trainings für Lernende bestätigen konnten [Bl21; Do22; Ar22], evaluieren wir momentan das Autorensystem iterativ mittels Design-Based-Research. Hierbei haben wir zuerst unsere eigenen Trainings entwickelt. Darauf folgend haben wir vorläufige Versionen des TrainAR-Frameworks mit Forschenden der Partneruniversitäten geteilt, welche jeweils für ihren Kontext TrainAR-Trainings entwickelt haben. Anschließend wurde eine erste Version von TrainAR zur Evaluation in der Lehre eingesetzt. Nachdem dieser Einsatz vielversprechend war und Verbesserungen eingearbeitet wurden, haben wir es nun als Open-Source-Software veröffentlicht. Diese Version wurde erneut in der Lehre zur Evaluation eingesetzt und iterativ verbessert. Aktuell unterläuft das TrainAR-Autorensystem eine systematische Evaluation. In dieser werden mittels Anforderungsanalyse die Bedürfnisse von Lehrenden mit dem Kompetenzbereich von TrainAR systematisch abgeglichen und die Benutzbarkeit des Autorenprozesses, unter Berücksichtigung der Medienkompetenz der Autoren, evaluiert.

## 5 Einsatzempfehlung & Fazit

Ideal geeignet ist das TrainAR-Autorensystem für Fachexperten mit erhöhter Medienkompetenz, ohne dass Programmierkenntnisse gefordert werden. Es können jedoch auch Programmierer, denen die nötige fachliche AR-Expertise fehlt, vom TrainAR-Autorensystem profitieren. Auch AR-erfahrende Programmierer können TrainAR für das effiziente Erstellen von Prototypen als Startpunkt nutzen.

Entwickelte TrainAR-Trainings sind vor allem für das Lernen von prozeduralen Abläufen geeignet. Hierbei unterstützen TrainAR-Trainings nach Gagne [Ga84] den Lernerfolg von kognitiven Fähigkeiten und Strategien, ohne die zugehörigen motorischen Komponenten der Fähigkeit zu trainieren. Somit eignen sie sich vor allem als Vortrainings oder zur Nachbereitung von physikalischen Trainings von prozeduralen Handlungsabläufen. TrainAR-Trainings sollten als unterstützendes Lernwerkzeug für Handlungsabläufe genutzt werden, bei denen signifikante Komplexitäten in der Reihenfolge der Handlung vorliegen. Wie in Abschnitt 4 gezeigt, eignen sich TrainAR-Trainings darüber hinaus auch für nicht-prozedurale Lernspiele oder Regel-basierte Trainingsabläufe.

TrainAR ist kein gelungenes AR-Lernszenario. TrainAR ist vielmehr der Versuch, ein freies und offenes Autorensystem zu schaffen, das es Fachexperten ermöglicht, selbst gelungene prozedurale AR-Lernszenarien für Smartphones zu erstellen. Auch ohne Programmierkenntnisse und mit ihren eigenen didaktischen Konzepten, jedoch mit bereits evaluierten Interaktionskonzepten und konsistenten Feedbackmodalitäten. Als zentrale Idee ermöglicht es TrainAR jedoch darüber hinaus auch immer, den Kompetenzbereich des Frameworks fließend zu erweitern und selbst zu programmieren, falls dies gewollt ist.

### Literaturverzeichnis

- [Bl20] Blattgerste, J.; Luksch, K.; Lewa, C.; Kunzendorf, M.; Bauer, N. H.; Bernloehr, A.; Joswig, M.; Schäfer, T.; Pfeiffer, T.: Project Heb@ AR: Exploring handheld Augmented Reality training to supplement academic midwifery education. DELFI 2020–Die 18. Fachtagung Bildungstechnologien der Gesellschaft für Informatik eV, 2020.
- [Bl21] Blattgerste, J.; Luksch, K.; Lewa, C.; Pfeiffer, T.: TrainAR: A Scalable Interaction Concept and Didactic Framework for Procedural Trainings Using Handheld Augmented Reality. *Multimodal Technologies and Interaction* 5/7, S. 30, 2021.
- [Do22] Dominguez Alfaro, J. L.; Gantois, S.; Blattgerste, J.; De Croon, R.; Verbert, K.; Pfeiffer, T.; Van Puyvelde, P.: Mobile Augmented Reality Laboratory for Learning Acid–Base Titration. *Journal Of Chemical Education*, 2022.
- [Ar22] Arztmann, M.; Dominguez Alfaro, J. L.; Blattgerste, J.; Jeurig, J.; Van Puyvelde, P.: Marie’s ChemLab: a Mobile Augmented Reality Game to Teach Basic Chemistry to Children. *European Conference on Games Based Learning*, 2022.
- [Ga84] Gagne, R. M.: Learning outcomes and their effects: Useful categories of human performance. *American psychologist* 39/4, S. 377, 1984.