



# Projekt Science4Exit – experimentelle Escape Games mit digitaler Anreicherung im Kontext des außerschulischen Lernortes

David Ditter<sup>1,\*</sup>, Prof. Dr. Sarah Lukas<sup>2</sup>, David Weiser<sup>1</sup>, Prof. Dr. Isabel Rubner<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pädagogische Hochschule Weingarten, Fachbereich Chemie, Kirchplatz 2, 88250 Weingarten

<sup>2</sup> Pädagogische Hochschule Weingarten, Pädagogische Psychologie, Kirchplatz 2, 88250 Weingarten

\*Email Korrespondenzautor:in: [ditter@ph-weingarten.de](mailto:ditter@ph-weingarten.de)

**Abstract:** Spielen im Chemieunterricht? Game on! Exit Games, Escape Games oder Escape Rooms stellen im Kontext des educational-learning und des game-based learning im Fachbereich Chemie einen innovativen Ansatz dar. Mit dem Projekt „Science4Exit – Experimentelle Escape-Games mit digitaler Anreicherung“ soll ein Angebot im Lehr-Lern-Labor der PH Weingarten, innerhalb der Lehramtsausbildung, realisiert werden. Die Escape Games beinhalten relevante Fachinhalte der Chemie (bezogen auf die Basiskonzepte der Chemie), basieren meist auf digitalen Formaten (Action-bound, H5P, etc.) und werden zudem mit digitalen Medien (z.B. Erklärvideos, AR) angereichert. In diesem Zusammenhang wird im Projekt Science4Exit eine aktive Auseinandersetzung der Schüler:innen mit digitalen Medien anvisiert, damit diese an der zunehmend digitalisierten Gesellschaft kompetent teilhaben können. Die entwickelten Konzeptionen werden von den Schüler:innen im Rahmen eines Besuches im Lehr-Lern-Labor durchgeführt. Exemplarisch werden hier Bausteine eines Escape Games vorgestellt.

**Keywords:** Escape Games, Gamification, game-based-learning, digitale Medien, experimentelle Rätsel

## 1. Einleitung

Escape Games mit Bildungsbezug haben in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen und sind zu einem beliebten Lernformat geworden. Der spielerische Ansatz von Escape Games hat dazu beigetragen, das Interesse der Schülerinnen und Schüler an allgemeinen Themen zu steigern. Hierbei werden spielerische Elemente in einen spielfremden Kontext eingebettet [1]. Das Projekt Science4Exit (S4E) nutzt dies, um das Interesse von Schülerinnen und Schülern an den Inhalten der Chemie durch einen spielerischen Ansatz zu fördern. Obwohl game-based-learning üblicherweise in digitalen Formaten stattfindet, betont dieser Ansatz und das Projekt die Bedeutung der Kombination aus praktischen Experimenten und digitaler Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Inhalten. Die Umsetzung erfolgt mittels der Escape Games, welche mit digitalen und experimentellen Bausteinen angereichert werden.

Die Betreuung der Schülerinnen und Schüler im Lehr-Lern-Labor erfolgt durch Lehramtsstudierende im Rahmen ihres Studiums. Diese können dabei praktische Erfahrungen sammeln und ihre Kompetenzen in Bezug auf Lehrkräfteprofessionalisierung stärken. Nach einem Besuch im Lehr-Lern-Labor (LLL) haben die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit selbst aktiv an dem Projekt mitzuwirken, indem sie in einer AG Elemente/Bausteine für Escape Games mitentwickeln können. Die Partizipation der Studierenden und Schülerinnen und Schüler wird im folgenden Kapitel näher aufgezeigt.

## 2. Das Projekt Science4Exit

In den letzten Jahren hat sich die Gamification - die Anwendung spielerischer Elemente in nicht-spielerischen Kontexten - als vielversprechender Ansatz in der Bildung etabliert [1]. Dieser Ansatz wird im Projekt S4E aufgegriffen, um experimentelle Escape Games mit digitalen Anreicherungen zu entwickeln, zu erproben und zu evaluieren. Durch die gamifizierte Struktur soll das MINT-

Interesse bei Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I gefördert werden. Das Fach Chemie erfährt bereits seit einigen Jahren eine sinkende Beliebtheit, bei gleichzeitig gesteigertem Bedarf von Fachkräften aus diesem Sektor auf dem Arbeitsmarkt [2]. Als Gründe nennt Archer dafür unter anderem nachlassendes oder fehlendes Interesse an den fachlichen Inhalten, mangelnde Motivation und geringe Selbstwirksamkeit der Schülerinnen und Schüler. Durch die spielerische Einbettung klassischer Themen des Chemieunterrichts in die Escape Games können sowohl Interesse als auch Selbstwirksamkeit gesteigert werden. Die Schülerinnen und Schüler experimentieren eigenständig und wenden ihr in der Schule erlerntes Wissen an, um eine Lösung für eine Problemsituation im Escape Game zu finden. Daraus lässt sich das primäre Ziel der Games, das Wissen der Schülerinnen und Schüler zu festigen, formulieren. Diese Methode eignet sich daher besonders



Abb. 1: Verzahnung der Projektbeteiligung der einzelnen Gruppen.

gut, um erlerntes Wissen, beispielsweise am Ende einer Unterrichtsreihe, einzusetzen.

In den Games werden sie durch digitale Medien wie Augmented Reality und Erklärvideos unterstützt. Diese Form des kompetenzorientierten Lernens ermöglicht es den Schülerinnen und Schülern, ihr Wissen praxisnah zu vertiefen und komplexe Zusammenhänge zu verstehen. Bausteine dieser Materialien werden von Studierenden im Rahmen ihres Masterstudiums (Lehramt Sekundarstufe I) in einer Pflichtveranstaltung entwickelt und erprobt (Abbildung 1). Im Projekt S4E können Schülerinnen und Schüler zudem in einer Forscher-AG an Entwicklung und Gestaltung weiterer Escape Games mitwirken und können dahingehend aktiv im Projekt teilnehmen. Die Betreuung der Schülerinnen und Schüler im Ex<sup>3</sup>-Lab, das LLL, sowie in der Forscher AG erfolgt durch Lehramtsstudierende des



Faches Chemie, die im Rahmen ihrer Ausbildung auf die Betreuung im Projekt vorbereitet werden und zudem im Rahmen der Veranstaltung Feedback zu ihrem Umgang mit den Schülerinnen und Schülern erhalten. Ein weiterer Fokus im Projekt S4E wird auf die Professionalisierung der Lehramtsanwärter:innen gelegt. Dieser Bereich ist neben dem fachlichen Kompetenzerwerb der Schülerinnen und Schüler ein wichtiger Aspekt des Projekts. Durch die wissenschaftliche Begleitung und Betreuung der Studierenden und die Kooperation im Rahmen der Forscher AG wird ferner ein nachhaltiger Austausch zwischen Theorie und Praxis, sowie zwischen Hochschule und Schulen gefördert.

### 3. Gamification und game-based-learning

Nach Deterding und Kollegen [3] werden Design-Elemente aus Spielen in Kontexte eingebettet, welche zunächst mit dem Spielen oder einer Art des Spielens nichts zu tun haben. Bekannt ist dies oft durch verschiedene Schnittpunkte mit Gamification im Alltag. Beispiele dafür sind eine Sprach-Lernapp in der Nutzer:innen mittels Spiel-Elementen angehalten werden, weitere Inhalte zu erlernen. Hierbei werden beispielsweise Elemente wie Level-Systeme, Zeitdruck, Narrative, Avatare, Punkte oder Teamarbeit und konträr dazu der Wettbewerb angeführt [4,5].

Im Projekt S4E wird die Idee des spielenden Lernens rekurrert, um die chemischen curricularen Fachinhalten für die Lernenden attraktiver, bzw. motivierender zu gestalten und den Lernvorgang positiv zu beeinflussen [6].

Angesichts der kontinuierlichen Transformation der Gesellschaft, durch Faktoren, wie Globalisierung und Digitalisierung, vollzieht sich noch zudem eine entsprechende Veränderung in der Art und Weise des Lernens. Spielerische Inhalte haben sich dahingehend als attraktive Möglichkeit erwiesen, Wissen durch diesen motivierenden Ansatz zu vermitteln und sie werden zunehmend in die verschiedensten Anwendungsfelder implementiert. Aufgrund der schnellen Entwicklung digitaler und sozialer Medien eröffnet sich hierbei eine vielversprechende Gelegenheit, Gamification in der Fachdidaktik der Chemie einzusetzen [7].

Bei dem pädagogischen Ansatz des game-based learnings werden Spiele als Medien eingesetzt. Das Spielen als Prozess erfolgt dabei zyklisch. Im ersten Schritt erhalten die Schülerinnen und Schüler in der Schule, unmittelbar vor dem Besuch des Lehr-Lern-Labors, vorbereitende Materialien mit welchen die relevanten Fachinhalte, die für das Gelingen des Escape Games erforderlich sind, wiederholt werden. Anschließend werden unmittelbar vor dem Spielstart die Eigenschaften und der Ablauf des Spiels näher dargestellt. Das Escape Game startet mit einer ersten Herausforderung für die Schülerinnen und Schüler. Dies kann ein Einstiegsrätsel, beispielsweise anhand einer stöchiometrischen Aufgabe, oder ein erstes Experiment darstellen, wodurch das Escape Game eröffnet wird. Ist diese Herausforderung geschafft, erhalten die Spielenden innerhalb dieser Sequenz direkte Rückmeldung über die Ergebnisse, welche wiederum die Grundlage für die nächste Handlung darstellt. Dieser Zyklus setzt sich bis zum erfolgreichen Abschließen des Escape Games fort. Schlussfolgernd wird game-based-learning, als eine aktive Form des Lernens, durch das Lösen von Rätseln und abschließend von Herausforderungen definiert. Es ist wichtig, dass die Aufgaben und Problemstellungen die Realität abbilden, um die Problemlösungskompetenz der Lernenden zu fördern und die Entstehung trägen Wissens zu vermeiden [5].

Um das Abrufen vom chemischen Wissen in authentischen Anwendungssituationen zu optimieren, werden im Projekt die Szenarien der Escape Games möglichst eng an den realen Anwendungsszenarien des chemischen Fachgebiets ausgerichtet [5].

Aggregiert bietet das Konzept des game-based-learnings ein breites Spektrum an Möglichkeiten zur Anwendung. Der Einsatz digitaler Technologien ist hierbei nicht zwingend erforderlich, jedoch bieten sie oft eine sinnvolle Ergänzung bei der Gestaltung und Durchführung von den Escape Games.

Signifikant für klassische kommerzielle Escape Rooms ist dabei, dass die Teilnehmer:innen als kleine Gruppe von drei bis sieben Personen in diesen eingeschlossen sind und nur durch das Lösen der verschiedenen dort anzutreffenden Rätsel in der Lage sind sich aus diesem wieder befreien zu können [1]. Für das Setting des LLL lässt sich dieses Konzept aus Sicherheitsgründen nicht analog umsetzen. Daher werden im Projekt Escape Games entwickelt, die sich unter Inbezugnahme aller Fachinhalte, vorgesehenen Experimente und unter den Anforderungen eines LLL durchführen lassen.

### 4. Escape Games im Lehr-Lern-Labor Ex<sup>3</sup>-Lab

Im Zuge der bereits beschriebenen digitalen Transformation ändert sich das Lernen der Schülerinnen und Schüler im Bildungskontext, wie auch im individuellen außerschulischen Lernprozess. Darüber hinaus steigt das Interesse an freizeithlichen Aktivitäten, welche in kleinen Gruppen gespielt werden. Die wachsende Bedeutsamkeit von Escape Games in den letzten Jahren und das damit verbundene Potential für die Bildungs- und Innovationsforschung ist ebenfalls zu beobachten [1]. Im deutschsprachigen Raum wird die Thematik zum aktuellen Zeitpunkt allerdings noch wenig beforscht. In einer Übersicht der bisher publizierten Artikel zur Thematik der educational Escape Games konnten bisher nur wenige Publikationen ausfindig gemacht werden. Dennoch zeigen sich Lücken und große Differenzen hinsichtlich der Ausrichtung und Beforschung der Escape Games. Unter der Beachtung gängiger Klassifikationen der Spiele/Räume weitet sich das Feld weiter. Das Ergebnis der Literaturrecherche zeigt, dass sich die Forschung zu den Escape Games vorrangig auf die subjektiven Erfahrungen, Beobachtungen der Spieler:innen und das unmittelbare Feedback zum Spiel beziehen. Nur vereinzelt wird ein Schwerpunkt auf beispielsweise das Interesse oder die Motivation der Schülerinnen und Schüler oder Studierenden gelegt.

#### 4.1 Das Lehr-Lern-Labor Ex<sup>3</sup>-Lab

Das Ex<sup>3</sup>Lab ist ein naturwissenschaftliche Lehr-Lern-Labor und wird vom Fachdidaktik-Lehrstuhl der Chemie betrieben. In der Regel sind die Angebote auf Basis konstruktivistischer Lernumgebungen gestaltet. Das LLL ist einerseits an Schülerinnen und Schüler als auch an Lehramtsstudierende gerichtet, die im Rahmen fachdidaktischer Lehrveranstaltungen die Möglichkeit haben, Lehrmittel zu entwickeln und ihre Fähigkeiten in der Betreuung von Schülerinnen und Schüler im Schülerlabor zu erproben. Durch die Betreuung in kleinen Lerngruppen, wird eine gezielte Anleitung der Studierenden ermöglicht. Dieses spezialisierte Lehr-Lern-Setting fördert die pädagogischen Fähigkeiten der Studierenden, indem sie sich auf bestimmte Lehrmethoden konzentrieren können. Diese Lernform bietet ferner auch Schülerinnen und Schüler Vorteile, da sie eine außerschulische, fachliche Vertiefung in kleinen, intensiven Lerngruppen ermöglicht [8,9].

Im Setting eines außerschulischen Lernortes oder der Schule stellen digitale Spiele und Simulationen grundsätzlich keine Innovation dar. Allerdings konnte dieses für den Unterricht erschlossene Feld in den letzten Jahren zunehmend das Interesse aller im Bildungssystem partizipierenden Akteuren gewinnen.



Escape Games besitzen daher die Funktion als Bindeglied zwischen anspruchsvollen Rätselspielen und den im Projekt verwendeten Narrativen, wie ein fiktiver Mordfall oder eine Notlandung eines Raumschiffs auf einem fremden Planeten, in denen chemisch spezifische Rätsel und experimentellen Bausteine präsentiert werden [1].

Bei dem Design der Rätsel ist es essenziell, diese adressatengerecht zu gestalten, um eine kognitive Erschöpfung zu verhindern und das damit verbundene Scheitern im Raum zu präventionieren [1]. Durch die Gamifizierung der fachlichen Inhalte kann der Transfer dessen in die Escape Games geleistet werden.

Eine zentrale Rolle spielt hierbei das 4K-Modell [10] und zielt hierbei auf die vier damit erworbenen zentralen Kompetenzen (4K) für die Persönlichkeitsentwicklung der Schülerinnen und Schüler und Studierenden ab:

1. Kritisches Denken und Problemlösen
2. Kommunikation
3. Kollaboration
4. Kreativität und Innovation

Multiperspektivisch lässt sich dieses Modell auf die Ebene der spielenden Schülerinnen und Schüler und den entwickelnden Studierenden eines Escape Games anwenden. Die Spieler:innen lernen im Spiel selbst zu denken, zu lernen und handeln, indem sie die bevorstehenden Rätsel und im chemischen Kontext auch Experimente lösen (kritisches Denken und Problemlösen). Hierbei ist es essenziell, dass sich die Lernenden zusammen mit der Thematik konstruktiv auseinandersetzen und diese als Team lösen, jedoch persönliche sozial kommunikative Kompetenzen nicht marginalisieren (Kollaboration und Kommunikation). In der authentischen Lernsituation sind sie gleichermaßen gefordert Neues zu wagen und kreative Lösungen und Wege zur Bewältigung der Rätsel zu finden (Kreativität und Innovation) [11].

Desgleichen lässt sich das 4K-Modell auf die Studierenden, als Urheber, anwenden. Im Seminar „Chemisches Forschungsprojekt“ erstellen die Studierenden kooperativ Bausteine zu neuen Escape-Games und pilotieren diese (Kooperation). In dem Entwicklungsprozess stehen sie als Team im stetigen Dialog miteinander (Kommunikation) um ihre jeweilige Thematik bzw. gesellschaftsrelevante Themen reflektiert in die Escape Games zu implementieren (kritisches Denken). Um eine Monotonie im Spiel zu vermeiden sind überdies kreative und abwechslungsreiche Rätsel und spannende Geschichten und Ideen umzusetzen (Kreativität). In dem Projekt S4E wird die Gamifizierung demnach zweiseitig angewendet: zum einen für die Studierenden, die durch die Erstellung von Escape Games lernen und zum anderen für die Schülerinnen und Schüler, die diese dann im klassischen Sinn anwenden und davon profitieren.

#### 4.2 Aus der Praxis

Wie kommerzielle bzw. Freizeitliche Escape Games kombinieren die Escape Games im Projekt praktische und kognitive Aktivitäten und scheinen daher als öffnende Form für Lernsettings besonders attraktiv, da beim Lernen ein freier Raum für Fehler gegeben wird. Daraus resultierend ergibt sich ein direktes Feedback für das Lernen der Schülerinnen und Schüler durch eine einfache Spielschleife der Escape Games. In dieser erhalten die Lernenden die Herausforderung oder das Rätsel bzw. das Experiment, müssen dieses lösen und erhalten daraufhin eine Belohnung. Diese stellen zumeist die anschließende Herausforderung oder den Abschluss des Escape Games dar [1].

Bedeutsam ist im Projekt S4E die experimentale Ausrichtung der Educational Escape Games. Hierbei werden verschiedene Experimente in einen narrativen Kontext implementiert. Wie auch in den klassischen Rätseln, kombinatorischen Rätseln oder physischen Puzzles, bei welchen das Artefakt verändert werden muss, wird beispielsweise das Ergebnis des Experiments für die Freischaltung der nächsten Herausforderung benötigt. Exemplarisch wird nun der Verlauf eines Escape Games dargestellt: In diesem Escape Game stehen die Schülerinnen und Schüler vor der Aufgabe, dass sie im Welt- raum gelandet sind und der sichere Weg zurück auf die Erde gemeistert werden muss (Abbildung 3).

Sie befinden sich vor der Kommandozentrale, in welche sie gelangen müssen, um die Steuerung des Raumschiffes wieder zu übernehmen. Allerdings ist die schwere Tür

zur Zentrale versperrt. Vor der Tür befindet sich ein Tastenfeld. Da der Kapitän des Raumschiffes bereits etwas älter und vergesslich geworden ist, hatte er sich ein Eisenblech mit den sich darauf befindenden relevanten Ziffern unter das Tastenfeld geschoben. Jedoch befinden sich vier Ziffern auf dem Blech und für das Öffnen der Tür werden nur zwei Ziffern benötigt. Nun müssen die Schülerinnen und Schüler über ein Experiment herausfinden, welche der vier Zahlen die beiden richtigen sind. Hierzu erhalten sie zwei Gefäße, in welchen sich zwei Lösungen befinden. Zudem sind die Gefäße mit den Zahlen 1 und 2 beschriftet. Eine hellblaue Lösung (Kupfersulfatlösung) befindet sich im ersten Gefäß und eine klare Lösung (destilliertes Wasser) im Zweiten. Durch das Eintauchen des Eisenbleches in die erste Lösung und dem anschließenden Eintauchen in die zweite Lösung, verschwinden zwei der Ziffern und ein Kupferüberzug bildet sich auf dem Blech. Ausgespart werden lediglich zwei Ziffern, die somit deutlich sichtbar sind. Die Schülerinnen und Schüler können diese als Code eingeben und somit die Kommandozentrale erreichen. Es handelt sich bei diesem Experiment um eine Zementationsreaktion, welche durch das Eintauchen des Eisenbleches in eine Kupfersulfatlösung (bläuliche Lösung) initiiert wird. In dieser Reaktion scheidet sich das edlere Kupfer am unedleren Eisen ab. Zwei der Zahlen wurden mit Glycerin auf das Blech gestempelt und lösen sich somit beim Eintauchen in der wässrigen Lösung. Dadurch sind diese nicht mehr sichtbar. Die verbleibenden Zahlen wurden mit Talg auf das Blech gestempelt. An diesen Stellen kann kein Kupfer auf das Blech abgeschieden werden, da der Talgstempel als eine Art Isolator auf dem Blech wirkt und die Zahlen werden somit sichtbar (Abbildung 2). Anschließend erhalten die Schülerinnen und Schüler den fachlichen Transfer, in Form eines Erklärvideos, zum Experiment.

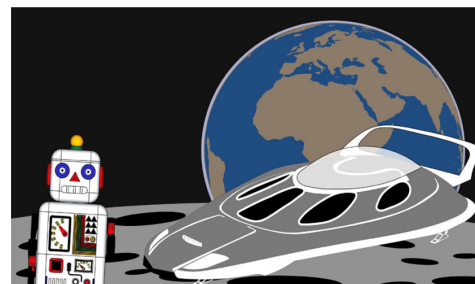


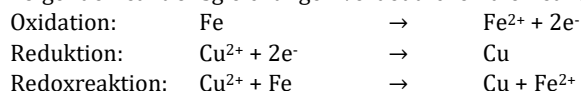
Abb. 2: Auszug aus dem Escape Games Lost in Space. Abgestürztes Raumschiff auf einem fremden Planeten.



Abb. 3: Die elektrochemische Abscheidung von Kupfer an Eisen zur Sichtbarmachung der Lösungszahlen 5 und 1.



Folgende Reaktionsgleichungen verdeutlichen die Reaktion:



Anschließend kann der Code (51) von den Schülerinnen und Schüler eingegeben werden und die Türe zur Kommandozentrale öffnet sich, das Spiel läuft weiter.

### 4.3 Digitale Anreicherungen der Escape Games

Im Projekt S4E wird der Lösungsweg durch Experimente verfolgt und dabei ein Erkenntnisgewinn anvisiert. Gemäß der 21st century-skills (4K-Modell) ist hierbei das Ziel der Gewinnung oder Bestätigung von Hypothesen über kausale Zusammenhänge. Die Rahmung wird unter Beachtung spezifischer lernpsychologischer Konzeptionen (problem solving, inquiry skills) gewählt [12].

Die Materialien und Hilfestellungen zu den Experimenten und Rätseln, wie auch zu physischen Gegenständen, werden zusätzlich digital angereichert. Dazu werden Formate wie Augmented Reality, Videos oder Apps verwendet, welche die Lernenden adressatengerecht in ihrem Lernfortschritt unterstützen [13]. Augmented Reality ist eine innovative Technologie, bei welcher die reale Welt mit digitalen Erweiterungen angereichert wird und somit eine interaktive Visualisierung von beispielsweise chemischen Prozessen realisiert werden kann. Mögliche Einblendungen stellen hier Bilder, Texte, Videos oder animierte/statische 3D-Modelle dar [13]. Exemplarisch wird in einem Escape Game ein Fingerabdruck mittels der Iod-Methode sichtbar gemacht [14]. In diesem Experiment wird ein Spurenlagerer mit einem latenten Fingerabdruck und wenigen Iod-Kristallen in eine Vakuumspritze [15] (Spritze mit 3-Wege-Hahn und einem Aktivkohlefilter, geschlossenes System) gegeben und durch das Zurückziehen des Stempels wird ein Unterdruck innerhalb der Reaktionskammer erzeugt. Der Unterdruck führt zur Sublimation des kristallinen vorliegenden Iods, sodass es im gasförmigen Zustand vorliegt. Anschließend lagern sich die unpolaren Iod-Moleküle in die talgigen Komponenten des Fingerabdrucks ein und der Fingerabdruck wird durch eine Braunfärbung sichtbar [14].

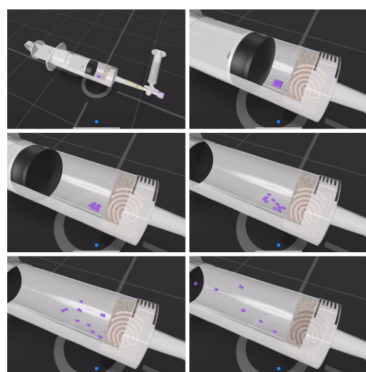


Abb. 4: AR-Animation zur Sublimation und Einlagerung von Iod in einen latenten Fingerabdruck.

Kleinschrittig wird in der Animation die Sublimation des zunächst kristallinen vorliegenden Iods dargestellt. Im weiteren Verlauf der Animation lagert sich das gasförmige Iod an die unpolaren talgigen Komponenten des Fingerabdrucks an (Abbildung 4). Die AR-Animation ermöglicht es den Schülerinnen und Schülern, den Prozess der Sublimation und Einlagerung von Iod auf Teilchenebene zu sehen.

Durch AR-Animationen können chemische Phänomene auf Teilchenebene visualisiert werden, wodurch das Verständnis der Schüler:innen für solche Prozesse gefördert werden kann. AR-Animationen ermöglichen eine Unterstützung im Lernprozess, ohne einen zu hohen Cognitive Load zu erzeugen. Zudem können damit

die Selbststeuerung von Lernprozessen und eine adäquate Binnendifferenzierung initiiert werden [13].

Die Escape Games sind meist in eine App eingebettet, die als Basis für das Spiel dient. Beispielsweise bietet die App Actionbound® eine Möglichkeit, eine interaktive und ansprechende Lernumgebung zu gestalten. Mithilfe des "Bound-Creators" kann ein maßgeschneiderter "Bound" erstellt werden, der die Schülerinnen und Schüler schrittweise durch die Escape Games führt. Dabei bietet die Anwendung Feedback zu den Lösungen, gibt Anleitungen und ermöglicht die Dokumentation des Fortschritts. Darüber hinaus können Erklärvideos in den Bound integriert werden, um den Schülerinnen und Schülern Hintergrundinformationen zu den durchgeführten Experimenten zu liefern.

Für die Erstellung der Erklärvideos kommen verschiedene Programme zum Einsatz, darunter Premiere Pro 2022, Character Animator 2022 und der Media Encoder von Adobe. Diese Tools bieten Funktionen zur Gestaltung und Bearbeitung von Videos.

Neben Actionbound® können auch die Apps H5P und genial.ly genutzt werden, um interaktive und multimediale Inhalte in das Escape Game zu integrieren. Diese Apps bieten zusätzliche Optionen zur kreativen Gestaltung der Lernumgebung und zur Vermittlung von Informationen an die Schülerinnen und Schüler. Speziell für die Escape Games bietet genial.ly die Option, digitale Schlösser in die Anwendungen zu integrieren. Um den Spielenden einen persönlicheren Zugang zu den Medien bzw. des Escape Games zu gewähren, wird in das jeweilige Escape Game ein Erzähler oder Erzählerin implementiert. Diese/-r dient als führender Charakter und sorgt dafür, dass ein durchgängiger "roter Faden" in der Konzeption vorhanden ist. Zur Umsetzung dieses Konzepts wurde die Animations- und Motion-Capture-Software (Adobe Character Animator) von Adobe eingesetzt, die auch in professionellen Produktionen auf bekannten Streamingplattformen Verwendung findet. Diese Software ermöglicht es, starre digitale 2D- und 3D-Figuren zu animieren und eigene Geschichten mithilfe von Face-tracking und Lippsynchronisation zu erzählen (Abbildung 5). Darüber hinaus erfasst die Software Gesichtsausdrücke und Körperbewegungen, um dem Nutzer während des laufenden Videos eine möglichst hohe Authentizität bei der Begleitung durch den Sprecher oder die Sprecherin zu bieten.



Abb. 5: Animierter Charakter leitet durch das Narrativ im Escape Game „Gestrandet“.

## 5. Forschung

Die Untersuchungen im Projekt S4E soll begleitend die Motivation der Schülerinnen und Schüler und die damit korrelierenden positiven Effekte auf den fachlichen Lernzuwachs, wie auch der kognitiven Wirksamkeit der Spiele erfassen. Ferner soll untersucht werden, wie sich die Teilnahme der Schülerinnen und Schüler an den Escape Games auf die Steigerung ihres Interesses an naturwissenschaftlichen Themen sowie die experimentbezogene Selbstwirksamkeit auswirken bzw. verändern. Zuletzt stehen ebenfalls die erworbenen bzw. gefestigten digitalen Kompetenzen im Fokus der Studie. Dahingehend wird die Lernaktivität in mediengestützten Lernsettings ermittelt.



Zur Datenerhebung kommt eine standardisierte Befragung mittels Fragebögen zum Einsatz, welche eine hohe Reliabilität und Validität gewährleisten. Die Teilnehmer werden vor und nach dem jeweiligen Escape Game mittels Fragebögen befragt, um das Ausgangsniveau sowie die Veränderungen im Hinblick auf die zu untersuchenden Variablen zu erfassen. Die Prä- und Postbefragungen ermöglichen eine longitudinale Messung und eine gezielte Evaluierung von Lernfortschritten sowie der Effektivität der angewendeten Lehr- und Lernmethoden, der Escape Games [16]. In der Erhebung wird daher auf die Verwendung einer vierstufigen Ratingskala (1 = trifft nicht zu, 4 = trifft voll zu) zurückgegriffen, um eine Tendenz zur Mitte auszuschließen.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung werden die erhobenen Daten mittels deskriptiver Statistiken analysiert, um eine detaillierte Untersuchung der Antwortverteilung zu gewährleisten. Zusätzlich werden inferenzstatistische Verfahren, wie T-Tests, Varianzanalysen, Korrelationsanalysen sowie multiple lineare Regressionen durchgeführt, um Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Variablen zu ergründen.

Die Ergebnisse der Studie können dazu beitragen, das Verständnis darüber zu verbessern, wie Escape Games genutzt werden können, um das Interesse, die Motivation und die Kompetenzen von Schülerinnen und Schüler im Chemieunterricht und in anderen Bereichen zu verbessern. Darüber hinaus können die Ergebnisse auch zur gezielten Entwicklung von innovativen Lernmethoden beitragen, um den Schülerinnen und Schüler ein breiteres Spektrum an Kompetenzen zu vermitteln.

## 6. Zusammenfassung und Ausblick

Es kann konkludiert werden, dass im Projekt S4E Escape Games genutzt werden, um unter anderem das Interesse der Schülerinnen und Schüler an chemischen Themen zu steigern. Hierbei werden experimentelle Bausteine und digitale Anreicherungen kombiniert, um spielerische Lerninhalte zu schaffen und den Schülerinnen und Schüler zu vermitteln. Studierende entwickeln dabei im Rahmen einer Pflichtveranstaltung im Masterstudiengang Lehramt speziell konzipierte Escape Games und Bausteine dafür, die es ermöglichen, chemisches Wissen praxisnah anzuwenden. Durch den Einsatz von Gamification und game-based learning wird der Lernprozess attraktiver und motivierender gestaltet. Das LLL Ex<sup>3</sup>-Lab stellt dabei einen außerschulischen Lernort dar, der speziell für die Entwicklung dieser Escape Games genutzt wird. Ferner sollen nun Escape Games fest im Angebot des LLL verstetigt und eine Forscher AG für Schülerinnen und Schüler angeboten werden, die so bei der Entwicklung der Games mitwirken können.

## Acknowledgements

Wir danken der Vector Stiftung und dem Fonds der Chemischen Industrie herzlich für ihre großzügige Förderung unseres Forschungsprojekts.

## 7. Referenzen

- [1] H. Tercanli, R. Martina, M. Ferreira Dias, J. Reuter, M. Amorim, M. Madaleno, D. Magueta, E. Vieira, C. Veloso, C. Figueiredo, A. Vitória, I. Wakkee, I. Gomes, G. Meireles, A. Daubariene, A. Daunoriene, A. Mortensen, A. Zinovyeva, I. Rivera-Trigueros, A. López Alcarria, P. Rodríguez-Días, M.D. Olvera-Lobo, D.P. Ruiz-Padillo, J. Gutiérrez-Pérez (2021): Educational escape rooms in practice: research, experiences, and recommendations, DOI: 10.34624/rpxk-hc61
- [2] L. Archer, B. Francis, J. Moote, E. Watson, M. Henderson, H. Holmegaard, E. MacLeod (2023): Reasons for not/choosing chemistry: Why advanced level chemistry students in England do/not pursue chemistry undergraduate degrees, *Journal of Research in Science Teaching*, 60(5), 978–1013, DOI: 10.1002/tea.21822
- [3] S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled, L. Nacke (2011): From game design elements to gamefulness: Defining „gamification“, *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, 9–15, DOI: 10.1145/2181037.2181040
- [4] S. Le Lay, E. Savignac, P. Lélou, J. Frances (2021): The gamification of society, ISTE Wiley.
- [5] C. Kettler, S. Kauffeld: Game-based Learning, In: *Handbuch Innovative Lehre*, 2019, Springer Fachmedien, Wiesbaden, 249–253.
- [6] M. Sailer: Die Wirkung von Gamification auf Motivation und Leistung, 2016, Springer Fachmedien, Wiesbaden.
- [7] S. Strahinger, C. Leyh: Gamification and serious games: Grundlagen, Vorgehen und Anwendungen, 2017, Springer Vieweg.
- [8] M. Euler, T. Schüttler (2020): Schülerlabore, in: *Physikdidaktik | Methoden und Inhalte*, Springer Berlin Heidelberg, 127–166.
- [9] S. Sorge, I. Neumann, K. Neumann, I. Parchmann, J. Schwanewedel. Lehr-Lern-Labore als Vorbereitung auf den Lehrberuf – die Perspektive der Studierenden, in: *Lehr-Lern-Labore. Konzepte und deren Wirksamkeit in der MINT-Lehrpersonenbildung*, 2020, Springer, Berlin Heidelberg. 285–297.
- [10] L. I. González-Pérez, M. S. Ramírez-Montoya (2022): Components of Education 4.0 in 21st Century Skills Frameworks: Systematic Review, *Sustainability*, 14(3), 1493, DOI: 10.3390/su14031493
- [11] A. Banerji, M. Brott, P. Serwene: Abschlussbericht zum Innovativen Lehrprojekt 2020: „Esc@pe the Lab! Interdisziplinäres Projektseminar zur MINT-Ausbildung der Lehramtsstudiengänge Geographie, Chemie und WAT“, 2021, Uni Potsdam, 16.
- [12] C. Gut-Glanzmann, J. Mayer: Experimentelle Kompetenz, in: *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*, 2018, Springer Berlin Heidelberg, 121–140.
- [13] C. Thyssen: Augmented Reality (AR) im praktischen Unterricht, in: *Fachdidaktische Mehrwerte durch Einführung digitaler Werkzeuge*, 2017, Joachim Herz Stiftung Verlag, 177–191.
- [14] I. Rubner, A. Jonas, R. Fischer, M. Oetken (2018): An elegant Variation to visualize latent Fingerprints with Iodine, *CHEMKON*, 25(2), 82–83, DOI: 10.1002/ckon.201800007
- [15] T. Grofe, B. Brand, M. Rossow (2023): <https://www.mag-med.de/MedTech-GERAeTE> (30.05.2023)
- [16] N. Döring, J. Bortz: *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*, 2016, Springer, Berlin Heidelberg.