



Schaffen Sie es zurück zur Erde? Ein digitaler Escape Room zur Grünen Chemie

Chantal Lathwesen^{1,*}, Ingo Eilks¹

¹ Universität Bremen, IDN – Abteilung Chemiedidaktik, Leobener Str., 28359 Bremen

*Email Korrespondenzautor:in: c.lathwesen@uni-bremen.de

Abstract: In den letzten Jahren haben Educational Escape Rooms im schulischen Kontext wegen ihres großen Potenzials stark an Beliebtheit gewonnen. Mithilfe von Escape Rooms können Inhalte spielerisch erlernt und wiederholt werden. Dabei werden nicht nur fachliche, sondern auch viele interdisziplinäre Kompetenzen, wie z. B. Kommunikation und Problemlösefähigkeit, gefördert. Die zunehmende Digitalisierung eröffnet zudem neue, ressourcenschonende Gestaltungsmöglichkeiten. Daher wurde mithilfe des Webtools Genial.ly der digitale Green Chemistry Escape Room entwickelt. Die Lernenden befinden sich in diesem Escape Room auf einer Weltraummission und müssen die Kontrolle über das Raumschiff zurückgewinnen, um zur Erde zu gelangen. Hierfür müssen verschiedene Rätsel gelöst werden, in denen die Schüler:innen einige Prinzipien der grünen Chemie kennenlernen, z. B. nachwachsende Rohstoffe oder Energieeffizienz. Die Weltraummission umfasst fünf kleine Escape Rooms, die jeweils 20 bis 45 min dauern und auch separat spielbar sind. Geeignet ist der Escape Room ab Jahrgang 10. Eine erste Pilotierung zeigt, dass die Lernenden motiviert sind und insbesondere die Gestaltung und Interaktivität des digitalen Escape Rooms positiv hervorheben.

Keywords: Spielerisches Lernen, Escape Rooms, Green Chemistry, Kollaboration, problemorientiertes Lernen

1. Einleitung – Educational Escape Rooms

In den letzten Jahren wurde eine Vielzahl von Escape Rooms sowohl für die Unterhaltungsindustrie als auch für formelle und informelle Bildungsbereiche entwickelt [1]. Raitskaya & Tikhonova (2019) schreiben der spielerisch-basierten Lernmethode Escape Rooms eine langanhaltende und wachsende Bedeutung in der Bildungsforschung zu. Bei einem klassischen Escape Room handelt es sich um einen physischen, immersiven Raum, in dem Kleingruppen eine Vielzahl an Rätseln mithilfe von Hinweisen lösen müssen [3]. Bevor die Zeit abläuft, sollten die Teilnehmenden aus dem Raum entkommen sein oder das übergeordnete Spielziel erreicht haben, z. B. das Finden eines Schatzes oder das Befreien einer Geisel [4]. Für den schulischen Einsatz muss das Spielkonzept adaptiert werden, damit es in den gegebenen räumlichen, zeitlichen und finanziellen Rahmenbedingungen umsetzbar ist [5]. Ziel dabei ist es, einen Educational Escape Room als aktive schüler:innenzentrierte Lernumgebung zu entwickeln, um Wissensinhalte spielerisch zu erlernen und zu wiederholen, interdisziplinäre Fähigkeiten, wie z.B. Kommunikation oder laterales Denken, zu fördern sowie die Motivation und das Engagement der Lernenden zu erhöhen [3, 6].

Um die Lernenden in das Spielgeschehen einzuführen, erklärt die Lehrkraft das Spielkonzept, die Regeln sowie das Spielziel und liest im Anschluss die Hintergrundgeschichte vor. Während des Escape Rooms beobachtet die Lehrkraft lediglich und sollte nur im äußersten Notfall in die immersive Lernumgebung eingreifen, da hierdurch das Autonomiegefühl der Schüler:innen eingeschränkt und der Flow-Zustand unterbrochen wird [6]. Zudem erhalten die Lernenden durch den Aufbau des Spielkonzepts direktes Feedback, ob ihre Lösung bzw. Strategie richtig war. Falls nicht, lässt sich das Schloss nicht öffnen und sie müssen sich erneut mit dem Rätsel auseinandersetzen. Herauszufinden, worum es in dem Rätsel geht und wie man es lösen kann, stellt dabei eine zentrale Herausforderung der Escape Rooms

dar. Dies kann durch zusätzlich eingebettete Hilfestellungen erleichtert werden [7]. Um den immersiven Flow-Zustand zu erreichen, müssen die Geschichte, die Spielumgebung, der Schwierigkeitsgrad, die Rätsel und Hinweise entsprechend gestaltet werden. Im Flow-Zustand bemerken die Lernenden gar nicht, wie die Zeit vergeht, und können selbst schwierige Aufgaben leichter bewerkstelligen [8]. Eine Nachbesprechung des Spiels führt die Lernenden aus dem Spielgeschehen heraus und wird als wichtiger Teil des Lernprozesses begriffen, in dem über Schwierigkeiten, Strategien und die Lerninhalte geredet wird [9].

Obwohl mittlerweile mehr Escape Rooms für die sekundäre Bildung entwickelt werden, ist der Großteil weiterhin auf die tertiäre Bildung ausgerichtet. Die meisten Escape Rooms lassen sich in den Fachrichtungen Medizin vorfinden, gefolgt von Chemie und Computerwissenschaften. Es gibt nur wenige Escape Rooms, die einen interdisziplinären Schwerpunkt haben oder sich mit Nachhaltigkeit auseinandersetzen [4]. Darüber hinaus ermöglicht die zunehmende Digitalisierung neue Gestaltungsmöglichkeiten, was zu einem immersiveren Spielerlebnis führen kann [10]. Daher wird im folgenden Beitrag ein digitaler Escape Room präsentiert, mit dem einige Prinzipien der grünen Chemie kennengelernt werden können.

2. Green Chemistry Escape Room

Der Green Chemistry Escape Room wurde auf der Grundlage des "escapED Framework" [11] und des Tutorials des "Looking@Learning" Projekts [9] entwickelt. Die Lernenden befinden sich in dem Escape Room auf einer digitalen Weltraummission, als die künstliche Intelligenz „VIS“ plötzlich die Kontrolle über das Raumschiff übernimmt. Um die Kontrolle wiederzuerlangen und rechtzeitig zur Erde zurückzukehren, müssen die Lernenden die Rätsel von VIS lösen. Durch die Rätsel lernen sie bis zu neun Prinzipien der grünen Chemie kennen, darunter Atomökonomie und biologische Abbaubarkeit (Abb. 1). Der Inhalt ist nicht an ein bestimmtes Thema des Lehrplans verankert, sondern bietet ver-



	berechnen und ggfs. experimentell überprüfen.	Rätsel mit beweglichen Elementen
N1	Nachwachsende Rohstoffe und fossile Rohstoffe unterscheiden.	Rätsel mit animierten Elementen
N2	Nachwachsende Rohstoffe und die Unterscheidung in Energie- und Industriepflanzen erklären.	Domino, bewegliche Elemente
N3	Nachwachsende Rohstoffe ihren jeweiligen Produkten zuordnen.	Memory, animierte Elemente
N4	Biologisch abbaubare von nicht biologisch abbaubaren Produkten unterscheiden.	Zuordnungsrätsel mit mathematischer Komponente
K1	Erklären, was ein Katalysator ist.	Wahr-oder-Falsch Rätsel, Animationen
K2	Einfluss von Temperatur und Oberfläche von Katalysatoren am Beispiel der Zersetzung von Wasserstoffperoxid mit Katalase.	Logikrätsel mit Video oder experimentelles Rätsel

Jedes Rätsel besteht aus drei Komponenten: einer Herausforderung, Lösung und Belohnung [7]. Dies wird am Beispiel von Rätsel N1 verdeutlicht. Die Lernenden müssen herausfinden, wie sie das Seitenfach am Schreibtisch (Abb. 3) öffnen können (Herausforderung). Im Escape Room wurden ebenfalls verschiedene Arten von Hinweisen verwendet, wie versteckte Objekte im digitalen Raum (brauner Plan in Abb. 2), digitale UV-Lampen, klassische Puzzles, QR-Codes, verschlüsselte Nachrichten, verschiedene Farben und Schriftformen (Abb. 4). Mit einem Klick auf VIS (rot-schwarzer Kreis) erhalten die Lernenden einen solchen Hinweis (Abb. 4).

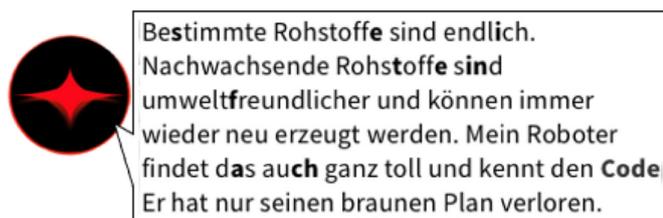


Abb. 4: Hinweis von VIS für Rätsel N1

Die dick gedruckten Buchstaben sagen den Lernenden, dass der Code für das Seitenfach ist. Nun stellt sich die Frage, wo der braune Plan ist und wie man den Code vom Roboter erhält. Der braune Plan liegt vorne rechts auf dem Boden des Raums (Abb. 3) und gibt die Reihenfolge an. Zudem weist er daraufhin, dass nur die nachwachsenden Rohstoffe zählen. Den Code erhalten die Lernenden, indem sie die nachwachsenden von den fossilen Rohstoffen unterscheiden und diese entsprechend der abgebildeten Reihenfolge auf dem braunen Plan anklicken: Mais, Alge, Holz, Krabbe und Zuckerrübe (Lösung). Der Roboter rechts neben dem Feld malt mit jeder richtigen Antwort einen Teil der Zahl 9. Mit der Zahl können die Lernenden das Seitenfach öffnen und erhalten die Dominosteine (Abb. 2) für das nächste Rätsel (Belohnung). Die Belohnung besteht meistens aus neuen Hinweisen und Rätselbestandteilen. Neben Zahlenschlössern gibt es auch Richtungs-, Farb- und Buchstabencodes.

2.2. Digitale Umsetzung

Der Green Chemistry Escape Room wurde mithilfe von Lockee, Genial.ly und der Erweiterung von S'cape (2017) entwickelt, da diese betriebssystemunabhängig und kostenlos sind. Zudem entspricht Genial.ly der DSGVO. Mit diesen Tools entstand eine digitale, interaktive Point-and-Click-Oberfläche mit einem Seitenmenü. Das Seitenmenü dient der Navigation, enthält dreistufige Hilfen, Platz für eigene Notizen und eine Lesezeichenfunktion. Letzteres kann genutzt werden, um den Spielstand zu sichern, falls der Escape Room zu einem anderen Zeitpunkt fort-

gesetzt werden soll. Durch die Digitalisierung konnten die Räume visuell ansprechender, detailreicher und passend zur Hintergrundgeschichte gestaltet werden. Außerdem konnte der (digitale) Raum viel stärker in das Spielgeschehen einbezogen werden, als es bei einem analogen Escape Room mit dem Fachraum möglich gewesen wäre. Dies kann zu einem immersiveren Erlebnis beitragen. Darüber hinaus verringert sich der Vorbereitungsaufwand für die Lehrkraft, da alle Materialien im digitalen Escape Room bereits eingebettet sind und der Raum nach dem Spiel nicht zurückgesetzt werden muss. Die Schüler:innen benötigen lediglich ein Tablet oder Laptop sowie eine Internetverbindung. Nur theoretische oder Videos von Experimenten verwendet werden und das Spiel in einer digitalen Umgebung gespielt wird, kann der Escape Room in jedem Raum ohne zusätzliche Gegenstände eingesetzt werden.

3. Pilotierung

3.1. Methodik

Der Green Chemistry Escape Room wird im Rahmen der partizipativen Aktionsforschung nach Eilks und Ralle (2002) entwickelt [12]. Eine erste Pilotierung mit 13 Lehramtsstudierenden fand im Rahmen eines fachdidaktischen Methodenseminars statt. Die Studierenden haben in Zweier- bis Dreiergruppen innerhalb von 50 min ein bis zwei Räume ihrer Wahl ausprobiert. Am häufigsten wurde der Raum sichere Lösungsmittel und Chemikalien (5) gewählt, gefolgt von nachwachsenden Rohstoffen und biologischer Abbaubarkeit (4), Atomökonomie und Abfallvermeidung (4), sichere Synthesen entwickeln (2) und Energieeffizienz gewählt (2). Im Anschluss an den Escape Room haben die Studierenden anonymisiert einen Fragebogen bestehend aus 6 offenen Fragen und 16 Likert-Items beantwortet. Die Likert-Items decken folgende Bereiche ab: Interesse, Motivation, Kollaboration, Schwierigkeit und Meinung zum Einsatz von Escape Rooms im Unterricht. Die Ergebnisse wurden mit deskriptiver Statistik ausgewertet. Mithilfe der offenen Fragen wurden Vorerfahrungen mit dem Spielkonzept, positive sowie negative Aspekte des Green Chemistry Escape Rooms, der selbst wahrgenommene Lerneffekt und die Präferenz für analoge oder digitale Escape Rooms erfragt. Die Auswertung der Antworten erfolgte durch die qualitative Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2018)[13].

3.2. Ergebnisse und Diskussion

Zwölf der Studierenden haben bereits Erfahrungen mit dem Spielkonzept gemacht. Zehn von ihnen haben in einer anderen universitären Veranstaltung bereits einen Escape Room gespielt. Darüber hinaus weisen sieben Studierende außerdem private Erfahrungen, wie den Besuch eines kommerziellen Escape Rooms auf. Lernende mit Vorerfahrungen sind bereits mit der Rätselstruktur vertraut und gehen strategischer vor, wodurch sie meist erfolgreicher im Escape Room sind.

Besonders hervorgehoben haben sechs Lernende die „sehr schöne“ visuelle Gestaltung des Escape Rooms, welche zur „Hintergrundgeschichte gepasst“ hat. Diese zwei Elemente tragen zur Immersion bei. Im Zusammenhang mit der Gestaltung wurde auch oft die „Interaktivität“ (6) genannt. Die „vielen interaktiven Elemente“ trugen dazu bei „die Räume zu erkunden“ und wurden eingesetzt, um haptische Elemente in den digitalen Raum zu transferieren, z. B. Puzzle, bewegliches UV-Licht, sich öffnende Türen oder das genauere Betrachten von Gegenständen. Als positiv empfanden drei Studierende auch die „breite Auswahl an Räumen und Rätseln“ und „dass man wählen konnte, mit welchem Thema man sich beschäftigen will“ (4). Darüber hinaus wurden die integrier-



ten Hinweise und Tipps (3), der Rätselcharakter (3) und spielerische Ansatz (2) genannt.

Als Schwierigkeiten während des Spielens haben die Studierenden primär technische Aspekte aufgeführt (7), die im Anschluss an der Erprobung behoben wurden. So funktionierte u.a. ein Passwort nicht und Elemente blieben „stecken und haben sich nicht mehr verschieben lassen“. Durch ein erneutes Laden der Seite konnten die Lernenden jedoch weitermachen. Drei Studierende fanden es schwierig „alle Hinweise zu finden“, dafür müsse man „sehr achtsam sein“ und „alles genau untersuchen“. Für drei Studierende war es „besonders am Anfang schwierig“ in das Spielkonzept reinzukommen und den impliziten Arbeitsauftrag der Rätsel zu ermitteln, „da man nicht weiß, was zu tun ist“ und „wo man anfangen soll“. Die Studierenden führten an, dass ihnen dabei die dreistufigen Tipps sowie die integrierte Erzählerin „VIS“ geholfen haben. Das Hervorheben bereits integrierter Hinweise könnte sich aber als hilfreich erweisen, z. B. durch Animationen dieser. Eine Person verwies zudem darauf, dass die eingebundenen experimentellen Rätsel auch in der Praxis umgesetzt werden sollten. Da die Räume „unterschiedlich lang und schwierig“ sind, müsse es zudem eine didaktische Reserve o. ä. geben für bereits fertige Schüler:innen. Das kann leicht gelöst werden, indem diese Lernenden sich gleichmäßig auf die anderen Gruppen aufteilen und so in den anderen Räumen er-spielen.

Alle Studierenden haben angegeben, dass sie etwas gelernt haben. Das Erlernete hängt sehr stark von dem jeweils gespielten Raum bzw. Räumen ab. Sie haben u.a. „neue Begriffe“ (3) und „Berechnungen“ (3) oder auch „viele nachwachsende Rohstoffe und daraus hergestellte Produkte kennengelernt“. Neben exemplarischen Wissen haben sie auch Bedingungen oder Eigenschaften kennengelernt, anhand derer sie einschätzen können, „ob es eine grüne Synthese ist“, dass es nicht immer einen „komplett ungefährlichen Ersatz“ gibt und „welche Chemikalien eher schädlich sind und welche weniger schädlich sind“. Darauf basierend zeigen drei von ihnen Konsequenzen für ihr eigenes Handeln auf, z. B. „mehr darauf zu achten, was für ein Lösungsmittel oder [...] was für Chemikalien wir später in Experimenten einsetzen und ob die nicht ersetzt werden können.“

Hinsichtlich der Präferenz zum analogen oder digitalen Escape-Room-Format konnte keine eindeutige Tendenz festgestellt werden. Zwei Studierende favorisieren digitale Escape Rooms, vier die analoge Variante, und sechs verwiesen darauf, dass beide Formate Vorteile haben oder ihnen beides gefällt. Eine Person würde es bevorzugen, das Spielkonzept unabhängig vom Format nicht einzusetzen oder selbst zu spielen. Gründe für das analoge Format sind aus Sicht der Studierenden, die erhöhte Eigenaktivität und Einbindung haptischer Komponenten, um etwas „Greifbares in der Hand“ zu haben (6). Darunter fällt die Bewegung durch und das „Suchen im Raum“ nach Hinweisen, das Experimentieren und Zusammenlegen von Puzzeln oder ähnlichem. Digitale Escape Rooms haben den Vorteil, dass sie „viel schöner“ und „detaillierter gestaltet werden“ können, sodass „eine richtige Welt“ entsteht und man „richtig in die Geschichte eintauchen kann“ (5). Dies haben die Studierenden auch immer als positiv bei dem hier präsentierten Escape Room angeführt. Darüber hinaus können digitale Escape Rooms „schneller vorbereitet werden für den Einsatz im Unterricht als analoge Escape Rooms.“ Somit würde sich zukünftig die Entwicklung eines hybriden Escape Rooms anbieten. Durch die digitale Gestaltung von Hinweisen und einer Hintergrundgeschichte kann die Immersion verstärkt werden und durch haptische Rätsel sowie das Verstecken von Gegenständen im Raum die Eigenaktivität erhöht werden.

Darüber hinaus mussten die Lernenden 16 Likert-Items beantworten. Ausgewählte Ergebnisse der Likert-Items sind in Abbildung 5 zu sehen.

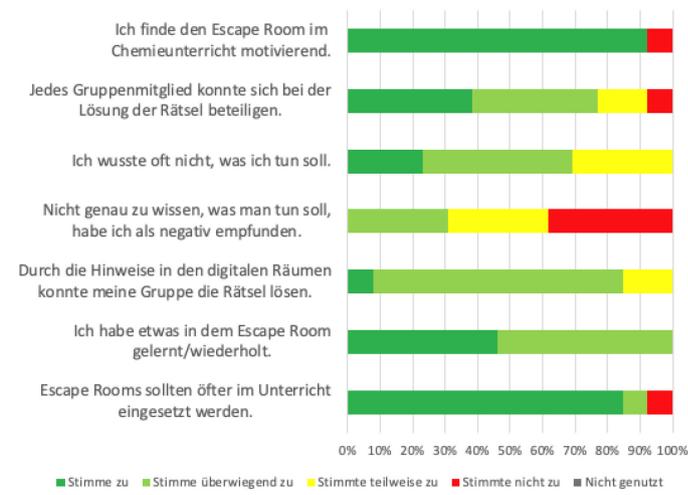


Abb. 5: Ergebnisse ausgewählter Likert-Items der Pilotierung (N = 13)

Über 90 % der Studierenden empfanden den Green Chemistry Escape als motivierend. Ähnlich vielen hat das Lernspiel Spaß gemacht. Überraschenderweise sagten 77 % der Studierenden aus, dass der Escape Room ihr Interesse an dem Fach Chemie erhöht hat. Dies kann daran liegen, dass neues Wissen erlernt wird und die Grüne Chemie relativ selten in ihrer vorherigen akademischen Laufbahn thematisiert wurde.

Escape Rooms sind dafür bekannt, interdisziplinäre Fähigkeiten, wie Kreativität, laterales Denken, Problemlösefähigkeiten oder auch Kollaboration zu fördern [3, 6]. Mehr als 90 % waren der Meinung, dass durch den Escape Room ihre Kollaboration gefördert wurde. Allerdings waren ungefähr 23 % der Ansicht, dass sich nicht alle Gruppenmitglieder an dem Lösen der Rätsel beteiligen konnten. Evtl. hätten für die Studierenden vorwiegend Zweiergruppen gebildet werden sollen, um die Partizipation der einzelnen Gruppenmitglieder zu erhöhen.

Zu schwierige Rätsel führen zur Überforderung, zu leichte zu Langweile, wodurch die Motivation und die Immersion beeinträchtigt werden. Der Schwierigkeitsgrad scheint angemessen zu sein. Jeweils 46 % stimmten zu oder stimmten überwiegend zu, dass sie der Escape Room weder über- noch unterfordert hat. Allerdings geben rund 69 % der Studierenden an, dass sie oft nicht wussten, was zu tun ist. In diesem Zusammenhang ist es wichtig hervorzuheben, dass ebenfalls 69 % der Studierenden diesen Zustand nicht als negativ empfunden haben. Dennoch sollte hier entgegengewirkt werden, um Lernende zu unterstützen, die Schwierigkeiten haben, den impliziten Arbeitsauftrag basierend auf den Hinweisen herauszufinden. Hierfür sollten die dreistufigen Hilfen überarbeitet werden und bereits eingebettete Hinweise stärker hervorgehoben werden, z. B. durch Nutzung bestimmter Schriftformen oder Animationen. Ungefähr 77 % der Lernenden stimmten überwiegend zu, dass sie durch die eingebetteten Hinweise ihre Rätsel lösen konnten. Die dreistufigen Hilfestellungen wurden von den Studierenden jedoch noch besser bewertet, ungefähr 54 % stimmten zu und 31 % stimmten überwiegend zu. Hierdurch war es ihnen möglich, jedes Rätsel ohne Intervention von den Lehrenden zu lösen, was sich positiv auf das Selbstbewusstsein und eigenständige Arbeiten auswirken kann. Trotz der in den offenen Fragen genannten technischen Fehlfunktionen fiel die Bedienung der digitalen Spieloberfläche ca. 92 % der Studierenden leicht.



Alle Studierenden haben laut eigenen Angaben etwas in dem Escape Room gelernt oder zumindest wiederholt. Dies deckt sich mit den Befunden der offenen Fragen und ist vielversprechend für den schulischen Einsatz. Über 92 % der Studierenden stimmten zu oder stimmten überwiegend zu, dass Educational Escape Rooms öfter im Unterricht eingesetzt und zu vielfältigen Themen entwickelt werden sollen. Mit Ausnahmen von einem Lernenden würden zudem alle erneut an einem Escape Room teilnehmen.

4. Fazit

Educational Escape Rooms sind kreative, schüler:innen-zentrierte Lernumgebungen, mit denen neue Fachinhalte erlernt und interdisziplinäre Fähigkeiten gefördert werden können. Der Green Chemistry Escape Room kann ab Klasse 10 eingesetzt werden. Die Lernenden können so spielerisch und problemorientiert etwas über ausgewählte Prinzipien der grünen Chemie erfahren, z. B. nachwachsende Rohstoffe oder energieeffiziente chemische Prozesse. Eine erste Pilotierung des hier vorgestellten Escape Rooms mit Studierenden wies auf ein motivationales Potenzial und situationales Interesse hin. Insbesondere die visuelle Gestaltung, die Diversität der Rätsel und die Interaktivität wurden positiv von den Studierenden hervorgehoben. Auch der Schwierigkeitsgrad scheint zumindest für die Oberstufe angemessen zu sein. Dank der Pilotierung konnten technische Probleme identifiziert und behoben werden. Zudem wurden die Hinweise erneut überarbeitet, um sie u.a. leichter zum jeweiligen Rätsel zuordnen zu können.

In naher Zukunft erfolgt die schulische Erprobung im Rahmen der partizipativen Aktionsforschung, wobei die Ergebnisse im stetigen Austausch mit erfahrenen Lehrkräften reflektiert und darauf basierend erneut Verbesserungen an dem Escape Room vorgenommen werden.

Educational Escape Rooms sind eine innovative kreative Lernmethode, die immer beliebter wird und daher weiter fachdidaktisch erforscht werden sollte. Insbesondere da bisher wenig empirische Befunde, z.B. über die Auswirkung von Escape Rooms auf den Lerneffekt oder die Motivation vorhanden sind



5. Supporting Information

Green Chemistry Escape Room:
<https://view.genial.ly/62690d1eaa3951001aa869be> (31.05.2023)

6. Referenzen

- [1] E. Sanchez, M. Plumettaz-Sieber (2019): Teaching and learning with escape games from debriefing to institutionalization of knowledge, International Conference on Games and Learning Alliance, 11385, 242–253. DOI: [10.1007/978-3-030-11548-7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-11548-7)
- [2] L. Raitskaya, E. Tikhonova (2019): Gamification as a Field Landmark in Educational Research, Journal of Language and Education, 5(1)–10. DOI: [10.17323/jle.2019.10688](https://doi.org/10.17323/jle.2019.10688)
- [3] S. Nicholson (2015): Peeking behind the locked door: A survey of escape room facilities, white paper: <http://scottnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf> (31.05.2023).
- [4] C. Lathwesen, N. Belova (2021): Escape rooms in STEM teaching and learning - Prospective field or declining trend? A literature review, Education Sciences, 11 (6), 308. DOI: [10.3390/educsci11060308](https://doi.org/10.3390/educsci11060308)
- [5] P. Fotaris, T. Mastoras: Escape rooms for learning: A systematic review, in: L. Elbæk, G. Majgaard, A. Valente, M. S. Khalid (Hrsg.), Proceedings of the 13th International Conference on Game Based Learning, 2019, Odense, 235-243.
- [6] A. Veldkamp, L. van de Grint, M.-C. P. J. Knippels, W. R. van Joolingen (2020): Escape education: A systematic review on escape rooms in education, Educational Research Review, 31, 100364, DOI: [10.1016/j.edurev.2020.100364](https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100364)

- [7] M. Wiemker, E. Elumir, A. Clare: Escape room games: “Can you transform an unpleasant situation into a pleasant one?”, in: Game Base Learning - Dialogorientierung & spielerisches Lernen digital und analog, 2015, ikon VerlagsgesmbH, St. Pölten, 55-68.
- [8] A. Hoblitz: Spielend Lernen im Flow: Die motivationale Wirkung von Serious Games im Schulunterricht, 2015, Springer VS, Wiesbaden.
- [9] Looking@Learning (2015): EDUESC@PEROOM Tutorial: <https://drive.google.com/file/d/0B23HzLyhtRAMbGjzLVk0aHIGeFk/view> (31.05.2023)
- [10] A. Makri, D. Vlachopoulos, R. A. Martina (2021): Digital Escape Rooms as Innovative Pedagogical Tools in Education: A Systematic Literature Review, Sustainability, 13, 4587, DOI: [10.3390/su13084587](https://doi.org/10.3390/su13084587)
- [11] S. Clarke, D. J. Peel, S. Arnab, L. Morini, H. Keegan, O. Wood (2017): escapeED: A Framework for Creating Educational Escape Rooms and Interactive Games for Higher/Further Education, International Journal of Serious Games, 4 (3), 73-86, DOI: [10.17083/ijsg.v4i3.180](https://doi.org/10.17083/ijsg.v4i3.180)
- [12] I. Eilks, B. Ralle (2002): Partizipative Fachdidaktische Aktionsforschung. Ein Modell für eine begründete und praxisnahe curriculare Entwicklungsforschung in der Chemiedidaktik, CHEMKON, 9, 13-18, DOI: [10.1002/1521-3730\(200201\)9:1%3C13::AID-CKON13%3E3.0.CO;2-5](https://doi.org/10.1002/1521-3730(200201)9:1%3C13::AID-CKON13%3E3.0.CO;2-5)
- [13] U. Kuckartz: Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung, 2018, Beltz Verlag, Weinheim.