

Auf dem Eis mit "Arctic Economy" - Ausrutscher oder Kunstsprung?

Eine empirisch basierte Evaluation der Wirkung von Spielelementen im Lernkontext

Ruben Wittrin, Volker Tolkmitt

Kontakt: Ruben Wittrin, Hochschule Mittweida, wittrin@hs-mittweida.de

Zusammenfassung

Virtuelle Umgebungen eröffnen weitreichende Möglichkeiten der Vermittlung von Wissen. Trotzdem können sie allein stehend auch einen negativen Einfluss auf das Lernverhalten ausüben. Als eine mögliche positive Determinante, gerade im digitalen Kontext, kann das Moment "Spiel" aufgeführt werden. So belegen bisherige Studien einen allgemein positiven Einfluss von Serious Games auf Lernerfolg und Motivation. Die bisherige Forschungslage lässt jedoch nur wenig Rückschlüsse in der weiteren Differenzierung dieser Einflussnahme zu. Deshalb wurden in der vorliegenden Studie tiefergehende Differenzierungen hinsichtlich des Lernerfolgs (Kompetenzfelder und Messzeitpunkte) sowie personenbezogener Zustände (Motivation, Aufmerksamkeit, Assoziationen, Interesse) vorgenommen. Das Ziel der Studie ist damit, eine mögliche Einflussnahme des Faktors "Spiel" hinsichtlich der genannten Parameter zu quantifizieren und zu evaluieren. Als Evaluationsgrundlage fungierten zwei Versionen des modularen Serious Game Arctic Economy, eine Spiel- und eine Nichtspielversion. Diese wurden im Rahmen eines Feldexperiments, mit randomisierter Gruppenbildung ($N = 97$) und Messwiederholung verglichen. In der Datenanalyse zeigt sich, dass die Spielgruppe tendenziell bessere Lernleistungen vorweist, diese aber in der allgemeinen Betrachtung nicht auf signifikantem Niveau nachweisbar sind. In der differenzierten Betrachtung kann jedoch ein signifikanter Effekt belegt werden: So konnten sich Proband:innen der Spielgruppe leichter Fakten merken als die Proband:innen in der Nichtspielgruppe (Gruppendifferenz Behaltensrate $x = 17$ Prozent). Zudem weisen sie eine um durchschnittlich 46 Prozent höhere Motivation auf und können deutlich besser Inhalte der Anwendung mit der Realität verknüpfen. Es zeigt sich, dass der identifizierte "Spieleffekt" im Kontext der Studie besonders in Bezug auf die personenbezogenen Zustände als sehr bedeutend eingestuft werden kann. Eine Übertragbarkeit der Wirkung auf andere fachliche Domänen sowie die weitere Optimierung von Arctic Economy sollte Gegenstand weiterer Arbeiten sein.

Keywords: Game based Learning, Serious Games, Wissenstransfer, Motivation.

1 Einführung

Die Entwicklung und der Einsatz moderner Technologien intendiert im Regelfall die Lösung von Problemen in spezifischen Anwendungsdomänen. So ermöglicht beispielsweise die Verwendung von computerbasierten Technologien vielen Lernenden weltweit den Zugang zu Bildungsmaterialien auch ohne analoge Zugriffsmöglichkeiten. Trotzdem wurde im Laufe der Corona-Pandemie ein

Rückgang wichtiger Zielparame ter im Kontext der Güte des technologiebasierten Wissenstransfers diagnostiziert, wobei der Lernerfolg gegenüber zuvor praktizierten analogen Lehr-/Lernsettings zurück ging (Engzell et al., 2021). Digitale Lehr-/Lernmethoden können sich also nachteilig auf den Lernprozess auswirken. Die Vorteile traditioneller Unterrichtsmethoden im analogen Raum sind somit nicht von der Hand zu weisen. Trotzdem bieten digitale Szenarien Potenziale, die sonst nicht oder nur eingeschränkt gegeben sind. Textliche oder mündliche Vermittlung von Lerninhalten kann nicht nur durch stark erweiterte visuelle Darstellungsmöglichkeiten angereichert, sondern im digitalen Raum erlebbar und anfassbar gemacht werden. So ist es innerhalb geschlossener, virtueller Umgebungen möglich, kostengünstig reelle Prozesse wiederholbar zu simulieren, ohne reale Konsequenzen berücksichtigen zu müssen. Damit wird ein Raum generiert, in dem Lernende reale Sachverhalte explorieren und mit diesen uneingeschränkt experimentieren können. Lernende verlassen so die Position der ausschließlich Konsumierenden oder Beobachtenden und werden zu Handelnden, da der Lerngegenstand aus dem externen Raum in das zentrale Aktionsfeld der einzelnen Lernenden gebracht wird. Aber auch in diesem digitalen Raum müssen die Lernenden motiviert gegenüber der Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand sein.

Dieser Artikel soll Möglichkeiten aufzeigen und evaluieren, die den Lernerfolg von Lernenden im digitalen Raum steigern sollen. Im folgenden Kapitel wird der aktuelle Forschungsstand referenziert, um darauf aufsetzend innerhalb von Kapitel 3 die Methodik darzulegen. Die Ergebnisse werden in Kapitel 4 beschrieben und in Kapitel 5 diskutiert. Im letzten Kapitel werden Schlussfolgerungen und Anschlussmöglichkeiten für weitere Forschungsarbeiten ausgeführt. Im Kontext des Beitrags werden in "komprimierter" Form Teilergebnisse vorgestellt, welche bereits im Journal "IEEE Transactions on Learning Technologies" veröffentlicht (R.T. Wittrin et al., 2023) sowie im Rahmen eines Promotionsworkshops (R.T. Wittrin, 2022) vorgestellt wurden.

2 Stand der Forschung

Das Prinzip des "Game based Learning" eröffnet Lösungsmöglichkeiten, die sehr gut mit den Gegebenheiten des digitalen Raums kombinierbar sind. Zudem kann das "spielerische Moment" grundsätzlich als dem Lernprozess zuträglich angesehen werden, da der menschliche Lernprozess nach Vester (1998, S.153) auf eine Atmosphäre des Ausprobierens und Spielens zugeschnitten ist. Bislang existierende Studien im Kontext des Game based Learning belegen außerdem einen grundsätzlich positiven Einfluss

von digitalen Spielen auf Lernmotivation und Lernerfolg (Boyle et al., 2016; Jemmali et al., 2018). Demgegenüber steht ein komplexer und kostenintensiver Entwicklungsprozess von Serious Games. Um hier passgenauer und somit ressourceneffizienter entwickeln zu können, sind Kenntnisse über die genaue Wirkung von Spielelementen eine elementare Entscheidungsbasis.

Doch bevor die Wirkung von Spielelementen im Kontext dieser Studie untersucht werden soll, ist die Definition des Spiel-Charakteristikums zielführend. Die Frage, was ein Spiel ist und was es ausmacht, ist seit den 1930er Jahren ein kontroverses Thema in den Game Studies, aber notwendig, um das Konzept des Game-based Learning zu verstehen. Stenros (2017) sammelte in einem Literature Review 63 Definitionen von Spielen und extrahierte zehn grundlegende Elemente rund um Spieldefinitionen, z.B.: Regeln, Ziele und Funktion, Artefakte und Aktivität oder die Rolle des Spielers bzw. der Spielerin. Dagegen begrenzen sich Salen und Zimmermann (2004) auf Regeln als Schlüsselkomponente von Spielen und geben eine abstraktere und allgemeinere Definition: „Ein Spiel ist ein System, in dem Spieler einen künstlichen, durch Regeln definierten Konflikt austragen, der zu einem quantifizierbaren Ergebnis führt. Laut Arjoranta (2019) ist eine „dogmatische“ und immer passende Definition nicht sinnvoll, da Spiele ein kulturelles Phänomen sind und sich verändern. Daher ist ihrer Meinung nach die Vielfalt der Definitionen sinnvoll, um einen ganzheitlichen Überblick zur Thematik zu erhalten.

Im Feld des Game-based Learning werden Spiele zur grundlegenden Basis der Wissensvermittlung und damit stehen sie im direkten Zusammenhang mit Lerninhalten bzw. Learning Outcomes. Da diese innerhalb von Wissensdimensionen und Lernzieltaxonomien klassifiziert werden können, ist hier eine differenziertere Betrachtung des Zusammenhangs zwischen Spielelementen und deren potenziellen Effekten sinnvoll. Ziel der vorliegenden Studie ist es daher, die Wirkung von Spielelementen hinsichtlich der angesprochenen Dimensionen differenziert zu evaluieren. Als Evaluationsgrundlage werden curricular verankerte Lerninhalte aus der Volkswirtschaftslehre herangezogen, da diese eine breite inhaltliche Palette hinsichtlich Wissensdimensionen und auch Lernzieltaxonomien bieten. Zudem lassen sich domänenspezifische Sachverhalte der Volkswirtschaftslehre bisher nur vereinzelt in spielerischen Anwendungen mit Bildungsintention behandeln und dort nur hinreichend bedingt vermitteln (R. Wittrin et al., 2020, 2021). Es sei darauf verwiesen, dass ausdrücklich digitale Serious Games, also Spiele mit Bildungsintention, gemeint sind und hier weiter einschränkend nur Spiele, die volkswirtschaftliche Inhalte vermitteln. Für betriebswirtschaftliche Inhalte wurden bereits zahlreiche Simulationen/ Planspiele/ Serious Games entwickelt. Und im volkswirtschaftlichen Kontext existieren ebenfalls zahlreiche Games, hier aber vornehmlich im reinen Entertainment-Bereich.

Das modulare Game "Arctic Economy" soll diese Lücke schließen und gleichzeitig als Evaluationsframework die-

nen, um zu untersuchen, ob sich spielbasierter Wissenstransfer über die eigens entwickelte Lernsimulation auf der "Eisfläche" einer empirischen Untersuchung als "Ausrutscher" oder "Kunstsprung" offenbart.

Der Entwicklungsprozess und erste Evaluationen des Prototypen wurden bereits wissenschaftlich begleitet (R. T. Wittrin et al., 2021). In der vorliegenden Studie wird eine weiterentwickelte modulare Version des Spiels verwendet, anhand derer die genauen Effekte von implementierten Spielelementen evaluiert werden sollen.

3 Methodik

Die Studie wurde im Rahmen des Plattformmoduls "Businessmanagement 1" an der Hochschule Mittweida im Wintersemester 2021/ 2022 durchgeführt. Das Modul umfasst 5 ECTS und ist für zehn Studiengänge als verpflichtende Grundlagenveranstaltung im Curriculum verankert. Die ausgewählte Sample Group (N = 97) befindet sich somit zum Großteil in der Studieneintrittsphase des ersten Semesters und bildet aufgrund der Plattform-Konzeption einen Querschnitt an heterogenen fachlichen Kontexten ab. Das durchschnittliche Alter der Teilnehmenden beträgt 22,32 Jahre. In der Veranstaltung werden keine fachspezifischen Vorkenntnisse vorausgesetzt. Aufgrund der Pandemie wurde der Unterricht in einem hybriden Setting mit ca. 200 Studierenden durchgeführt. In den ersten Einheiten wurden grundlegende Inhalte zur Geschichte und Einordnung der sozialen Marktwirtschaft in Deutschland sowie grundlegende Inhalte zu Eigenschaften und Zielen von Wirtschaftssubjekten vermittelt. Auf diese Inhalte wurde im Experiment, das im Abschnitt 3.1 beschrieben wird, nicht Bezug genommen. Der fachlich-inhaltliche Schwerpunkt bezüglich der im Rahmen des Experiments vermittelten Lerninhalte wird unter Abschnitt 3.3 beschrieben.

3.1 Experimentelles Design

Die Studie lässt sich wissenschaftstheoretisch als Feldexperiment (experimentelle Variation in realer Umgebung) mit randomisierter Gruppenbildung und Messwiederholung einordnen. Um mehr über den Einfluss des Faktors Spiel auf Parameter des Wissenstransfers zu ermitteln, wurde die adaptive Lernsimulation Arctic Economy als Evaluationsframework genutzt. Die Softwarearchitektur ermöglicht den Transfer derselben Lerninhalte über verschiedene Versionen, welche sich nur durch die Anzahl implementierter Spielelemente unterscheiden. Im Rahmen dieses Beitrags werden zwei Versionen im Vergleich betrachtet:

- ELE = "E-Learning Version" ohne Spielelemente
- FUL = "Spielversion" mit Spielelementen

Wie in Abbildung 1 dargestellt, wird die Stichprobe randomisiert in zwei Experimentalgruppen aufgeteilt. Im Folgenden werden die Gruppen nach den von ihnen verwendeten Versionen benannt: ELE mit einer Proband:innenzahl von n = 49 und FUL mit n = 48.

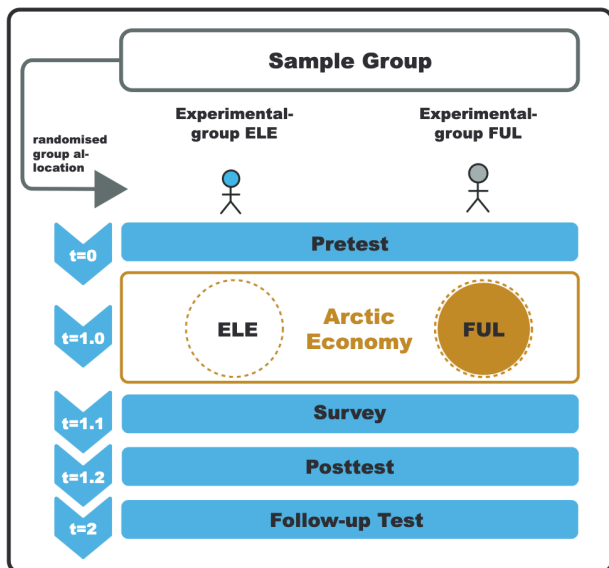


Abbildung 1: Experimentelles Design; ELE ... E-Learning Version; FUL ... spielbasierte Vollversion.

Zu Beginn der Studie absolvieren alle Proband:innen der gesamten Stichprobe einen Vortest zum Zeitpunkt $t = 0$. Im Vortest werden zum einen das fachliche Vorwissen und zum anderen das Motivationsniveau sowie die emotionale Einstellung zu den Modulinhalt abgefragt. Auf diese Weise kann die Vergleichbarkeit der Gruppen kontrolliert werden. Zusätzlich ist eine präzisere Beurteilung des Lernerfolgs sowie weiterer personenbezogener Parameter möglich. Nach dem Vortest erfolgt das Treatment durch Benutzung der jeweiligen zugeteilten Version von Arctic Economy zum Zeitpunkt $t = 1.0$. Nach Benutzung der Anwendung erfolgt die Nach-Treatment Datenerhebung mittels den unter Abschnitt 2.2 beschriebenen Instrumenten Fragebogen ($t = 1.1$) und Leistungstest ($t = 1.2$). Um die interne Validität der Ergebnisse zu erhöhen und zusätzlich mehr Informationen über die Wissensentwicklung über einen längeren Zeithorizont (eine Woche) zu erhalten, wird ein Folgetest zum Zeitpunkt $t = 2$ integriert.

3.2 Datenerhebung

Als Instrument der Datenerhebung bezüglich der Diagnostik möglicher Lernfortschritte werden Leistungstests verwendet. Das in Kapitel 2.3 beschriebene Evaluationsframework ermöglicht anhand einer Logging-Instanz die Erfassung und Aufzeichnung lerndiagnostischer Daten. Da aber das verwendete Experimentaldesign den Vergleich des Lernerfolgs der Proband:innen zwischen heterogenen Versionen der Anwendung Arctic Economy fordert, ist die Erhebung dieser Daten außerhalb des Evaluationsframeworks zielführender.

So können Wissensstände der Proband:innen vor- und nach der Anwendung von Arctic Economy unabhängig von systeminternen Wechselwirkungen wie beispielsweise unterschieden Game Design Konstellationen oder Unterschieden in der Bedienung erhoben werden. Die Erhebungen finden so unter exakt gleichen Bedingungen bezüglich der angewendeten Umgebung statt.

Als Instrument der Datenerhebung wird die Prüfungsumgebung ONYX innerhalb des Lernmanagementsystems OPAL ausgewählt. Zur Abfrage des Wissens innerhalb von Kompetenzfeld I werden Multiple Choice sowie Drag and Drop Aufgaben verwendet.

Der Aufgabentyp "Lückentext" fungiert innerhalb von Kompetenzfeld II als Instrument der Wissensdiagnostik. Die individuellen Ergebnisse der Proband:innen werden innerhalb des OPAL-Systems erfasst und gespeichert. Um zu forcieren, dass der Leistungstest das in der Anwendung vermittelte Wissen und die damit verknüpften Zielkompetenzfelder erfasst, wurde ein didaktischer Entscheidungsbaum (Glessmer und Lüth, 2016) als Orientierung zur Entwicklung geeigneter Testfragen verwendet.

$$\text{Relativer Lernerfolg} = \frac{\text{Tatsächlicher Lernfortschritt}}{\text{Möglicher Lernfortschritt (Lernpotenzial)}} \quad (1)$$

$$\Leftrightarrow \text{Relativer Lernerfolg} = \frac{\text{Tatsächliches Wissen} - \text{Vorwissen}}{\text{Sachlich maximaler Wissensstand} - \text{Vorwissen}} \quad (2)$$

$$\Leftrightarrow \text{Relativer Lernerfolg} = \frac{\text{Erreichte Punkte im Leistungstest} - \text{Punkte Pretest}}{\text{Maximalpunktzahl} - \text{Punkte Pretest}} \quad (3)$$

Abbildung 2: Formel zur Berechnung des relativen Lernerfolgs.

Bei der Konstruktion des Fragebogens wurde sich, wenn die inhaltliche Passfähigkeit gegeben war, bei der Gestaltung von Fragen an bereits etablierten Fragestellungen aus Studien mit ähnlichen Intentionen (Azadvar & Canossa, 2018; Huang & Hew, 2016; Kircher, 2015; Rheinberg et al., 2019; Wannemacher et al., 2016) orientiert. Die Erhebung anhand des Fragebogens intendiert die Identifikation des Niveaus personenbezogener Zielzustände, welche durch die Proband:innen wahrgenommen werden.

Dazu werden innerhalb der Kategorien „subjektiv wahrgenommener Lernerfolg“, „Interesse“, „Motivation“, „Aufmerksamkeit“ und „Assoziationen“ jeweils mindestens zwei Fragen gestellt. Vertiefend werden auf Grundlage der Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan (1993) Parameter der Motivation behandelt. Der Fragebogen besteht aus 19 Fragen, die anhand einer Likert Skala von 1 bis 7 beantwortet werden, fünf Freitext-Fragen, in welche Begründungen und textliche Aussagen aufgenommen werden und zwei personenbezogenen Fragen, bei denen Name, soziologische Daten und eine Code-ID abgefragt werden, um in der Datenauswertung die Zuordnung der Proband:innen zu den Experimentalgruppen zu ermöglichen. Die Befragung wurde online durchgeführt.

3.3 Vermittlung der Lerninhalte via "Arctic Economy"

Die Anwendung Arctic Economy kann nicht nur als Serious Game genutzt werden, sondern darüber hinaus als umfangreiches softwarebasiertes Evaluationsframework, dessen modulares System experimentelle Variationen und Optimierungen ermöglicht. Die Software ist adaptierbar, das heißt: Die Architektur besteht aus statischen Elementen sowie aus optional durch einen Administrator hinzuzufügaren Komponenten. Als statisches Grundsystem fungiert eine Frameworkstruktur, die die Integration von

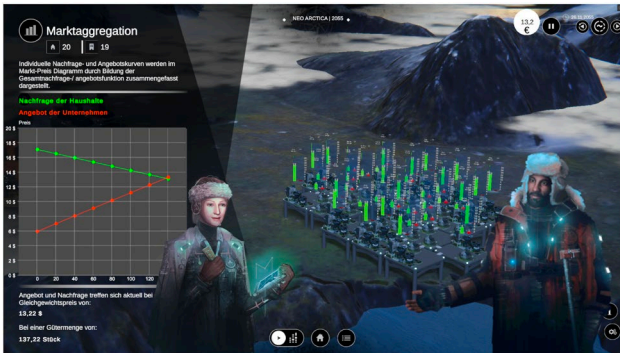


Abbildung 3: Vollversion (FUL) mit Spielelementen.

Spiel- und Lerninhalten ermöglicht. Grundbestandteil der Lernelemente sind Texte zu domänenspezifischen Sachverhalten der Marktprozessstheorie im Grundlagenbereich. Im Untersuchungskontext sind Inhalte zur Bildung von Angebot und Nachfragekurven sowie der Aggregation dieser integriert. Weiterhin wird auf die Preisbildung unter perfekten Marktverhältnissen eingegangen. Die grundlegenden Texte werden angereichert durch Marktdiagramme, die Prozesse im Markt visualisieren. Durch die integrierten Entitäten Haushalt und Unternehmen werden Marktprozesse simuliert. Als Simulationsgrundlage fungiert ein lineares Gleichungssystem. Jede Entität bildet individuelle Angebotskurven (Unternehmen) und Nachfragekurven (Haushalt) die im Marktmodell aggregiert werden. Dort wird die Bildung des Gleichgewichtspreises realisiert. So wird einerseits mit Texten als Basiskomponente Faktenwissen (Kompetenzfeld I) und andererseits anhand der Simulationsumgebung Anwendungswissen und Analysefähigkeiten (Kompetenzfeld II) geschult.

Die Spielelemente müssen sowohl so beschaffen sein, dass eine Abkopplung vom statischen System möglich ist als auch im Falle der Zuschaltung eine sinnvolle und zielführende konnektive Verbindung zu den Lerninhalten geschaffen werden kann.

Die Konnektivität muss entweder über thematische Kongruenzen oder über mechanische Anknüpfungspunkte zwischen Spiel- und Lernelement gegeben sein.

Folgende Spielelemente können zugeschaltet werden: Feedback- und Belohnungssystem, Regeln und Ziele, Wettbewerbsmechanik, Ressourcenmanagementsystem, Aufbaumechanik, Explorationsmechanik, Story, Avatar und NPC (Charaktere). Die Anwendung allgemein sowie die im Folgenden aufgeführten Versionen befinden sich zum Zeitpunkt der Untersuchung im Prototypenstatus.

Die in Abbildung 3 dargestellte Vollversion (FUL) ist vergleichbar mit einem Aufbaustrategiespiel im Entertainmentbereich. Das Spiel startet mit einem Trailer, in dem ein dystopisches Szenario mit Überschwemmungen und Flüchtlingskatastrophen aufgrund des steigenden Meeresspiegels dargestellt wird. Die Spieler:innen stehen vor der Herausforderung in der durch Eisschmelze urbar gewordenen Antarktis eine effiziente Volkswirtschaft, beginnend mit einem kleinen Flüchtlingscamp, aufzubauen. Sie müssen Haushalte, Unternehmen und andere Gebäude so platzieren, dass ein zielführendes Marktgleichgewicht zustande

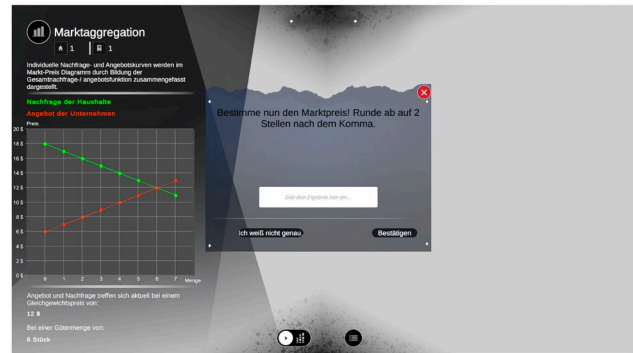


Abbildung 4: E-Learning Version (ELE) ohne Spielelemente.

kommt. Dabei erklären ihnen drei unterschiedliche Charaktere mehr über Marktprozesse und den weiteren Storykontext. Im Spielverlauf müssen Quests bewältigt und Fragen zu den vermittelten Inhalten beantwortet werden. Ziel ist der Aufbau einer Wirtschaft, in der möglichst viele Flüchtlingshaushalte aufgenommen und versorgt werden können.

Die ELE Version (Abbildung 4) unterscheidet sich von der Vollversion durch Abschaltung aller Spielelemente. Die Anwendung ist damit grob vergleichbar mit einem klassischen interaktiven E-Learning Kurs. Wie in der Vollversion folgen die Benutzer:innen dem selben integrierten Lernpfad und haben die Möglichkeit, auf die Bibliothek zuzugreifen und Veränderungen im Marktdiagramm zu beobachten. Die Marktsimulation wird dort aber im Hintergrund durch eine Dummy-Instanz realisiert und ist nicht durch die Benutzer:innen beeinflussbar, da diese Wirtschaftssubjekte wie Haushalte oder Unternehmen nicht selber platzieren können. Weiterhin fehlen die Texte mit Storybezug sowie Elemente des UI oder der Map mit Spielbezug. Eine Ausnahme bildet das Feedbacksystem, da auch in der ELE Version bei den im Lernpfad integrierten Quizzfragen nicht ganz auf Feedback verzichtet werden konnte, um den weiteren Fortschritt im Lernpfad zu ermöglichen und den Benutzer:innen über die Korrektheit ihrer Antworten zu informieren.

4 Ergebnisse

Beide Gruppen (ELE und FUL) wurden mit den oben beschriebenen strukturierten Datenerhebungsmethoden "Leistungstest" und "Befragung" untersucht.

An der Befragung nahmen von den insgesamt 97 Proband:innen 70 Personen teil, 41 davon in Gruppe ELE und 29 in Gruppe FUL. Aufgrund der unvollständigen Teilnahme von Proband:innen an allen Leistungstests (\setminus POS, \setminus FUT) können insgesamt 55 Teilnehmer:innen nicht in die Datenanalyse der Testergebnisse einbezogen werden. Da dadurch die zu Studienbeginn hergestellte weitestgehend homogene Schichtung von Vorwissenstufen besonders in Gruppe ELE beeinträchtigt wurde, wird aufgrund der damit verbundenen eingeschränkten Vergleichbarkeit der absoluten Daten eine relative Berechnung des Lernerfolgs als Vergleichsbasis herangezogen. Die in Abbildung 2 dargestellte Formel stellt den tatsächlichen intraindividuellen Lernfortschritt zum möglichen Lernfortschritt (Lernpotenzial) eines jeden Individuums ins Verhältnis und bildet

damit ein relatives Maß des persönlichen Lernerfolgs ab. Da die Punkte im Vortest sowohl im Nenner als auch im Zähler abgezogen werden, kann ein gruppenübergreifender Vergleich ohne Berücksichtigung von Ungleichheiten innerhalb der Vortest-Ergebnisse stattfinden.

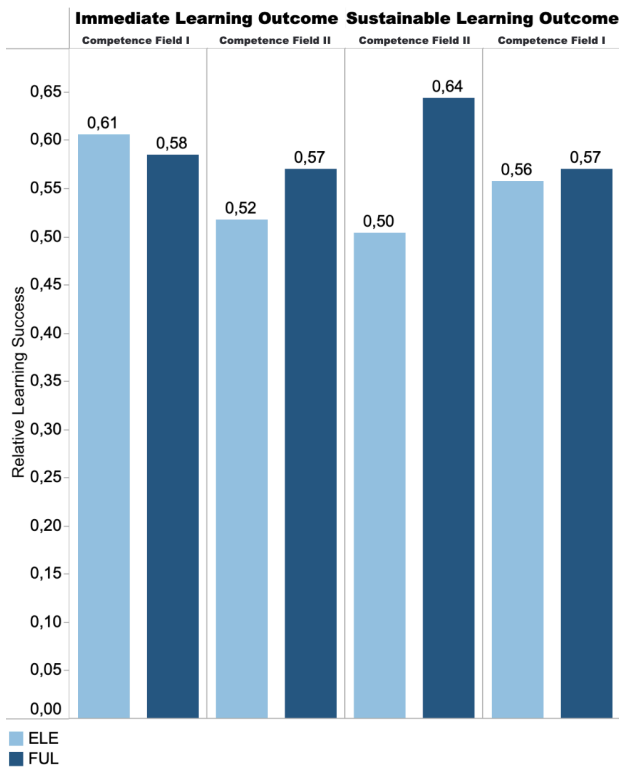


Abbildung 5: Intergruppenvergleich der Testergebnisse; ELE ... E-Learning Version; FUL ... spielbasierte Vollversion.

Der in Abbildung 5 auf der X-Achse dargestellte relative Lernerfolg kann sowohl hinsichtlich der Messzeitpunkte (unmittelbarer Lernerfolg $t = 1$ und nachhaltiger Lernerfolg $t = 2$) als auch anhand der Kompetenzfelder I und II differenziert werden (Abbildung auf Y-Achse). Es zeigt sich, dass beide Experimentalgruppen durchschnittlich mindestens 50 Prozent ihres Lernpotenzials innerhalb aller Differenzierungsstufen ausgeschöpft haben.

Bis auf den unmittelbaren Lernerfolg in Kompetenzfeld I (Differenz von 3 Prozent) liegen die Ergebnisse von Gruppe FUL stets auf höherem Niveau als die der Gruppe ELE. Um die aufgeführten Differenzen auf statistische Signifikanz zu testen und dabei auf die nur partielle Bestätigung des Vorliegens einer Normalverteilung der zugrunde liegenden Punkteverteilungen einzugehen, wurden die Vergleiche mittels parametrischer (T-Test) als auch nichtparametrischer Tests (Mann-Whitney-U-Test) durchgeführt.

Der Intergruppen-Vergleich der relativen Lernerfolge bestätigt keine signifikanten Unterschiede in den aufgeführten Differenzierungsstufen. Eine Ausnahme bildet die Behaltensrate (Differenz von Vortest zu Follow-up Test). Hier weist Gruppe FUL einen um 17 Prozent höheren Mittelwert auf, der durch Signifikanz abgesichert werden kann

mit einer Cohen-Effektstärke von $d_{Cohen} = 0.55$ ($n = 42$, $\alpha = 0.05$). Die nichtparametrischen Tests nach Mann-Whitney bestätigen dieses Ergebnis mit $p = 0.02$, $MW = 0.68$.

Die in Abbildung 6 dargestellten Befragungsergebnisse ergeben keine signifikanten Unterschiede zwischen Gruppe ELE und Gruppe FUL in den Kategorien subjektiv wahrgenommener Lernerfolg, Aufmerksamkeit und Interesse. Tendenzen hinsichtlich der positiveren Wahrnehmung der FUL Version sind jedoch deutlich erkennbar, können aber aufgrund der zu hohen Streuung nicht statistisch bestätigt werden. In der Kategorie Assoziationen ist der Mittelwert in Gruppe FUL (5.05) um 1.55 Punkte höher als in Gruppe ELE (3.50). Der parametrische Test weist diesen Unterschied als signifikant aus ($p = 0.00002$, $n = 70$). Die Effektstärke nach Cohen beträgt $d_{Cohen} = 0.98$ Standardabweichungen und ist damit als sehr stark einzuordnen. Ein nichtparametrischer Kontrolltest nach Mann-Whitney (1947) mit Anpassung nach Kerby (2014) unterstützt dieses Ergebnis ($p = 0.0001$, $n = 70$), die Effektstärke common language effect size nach Vargha and Delaney (2000) beträgt hier 0.75 bzw. 75 Prozent. Die Kategorie Motivation ist in Gruppe FUL (4.28) um 1.34 Punkte höher als in Gruppe ELE (2.94). Dieser Unterschied ist signifikant ($p = 0.00017$, $n = 70$) und sehr stark mit einer ausgewiesenen Cohen-Effektstärke von $d_{Cohen} = 0.89$ Standardabweichungen. Auch in dieser Kategorie unterstützt der Mann-Whitney-Kontrolltest mit $p = 0.0001$ und einer common language effect size von 0.73 bzw. 73 Prozent.

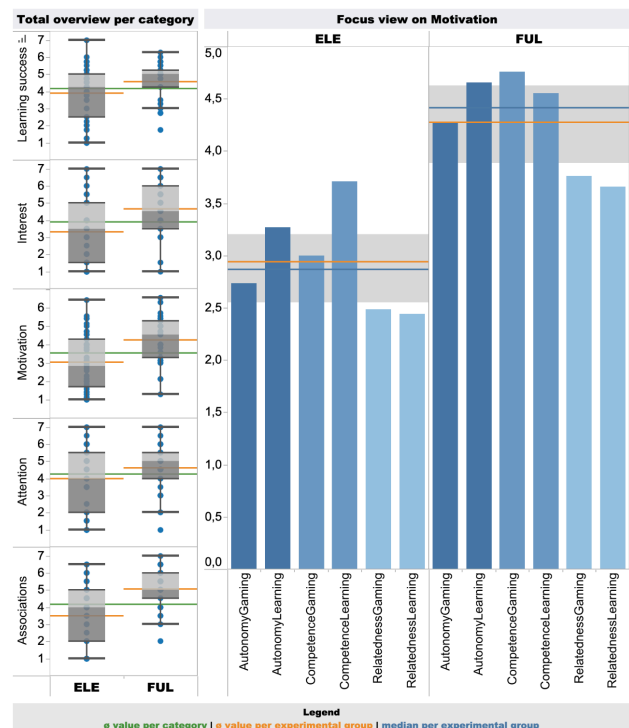


Abbildung 6: Intergruppenvergleich der Befragungsergebnisse; ELE ... E-Learning Version; FUL ... spielbasierte Vollversion.

5 Diskussion

Es ist beachtlich, dass trotz erhöhter kognitiver Belastungen durch mehr Interaktion mit Spielelementen und mehr Information durch den Storykontext die Lernleistungen in der Gruppe FUL nicht zurückgehen, sondern tendenziell besser ausfallen und sogar innerhalb von Kompetenzfeld I eine gegenüber der ELE Gruppe signifikant höhere Behaltensrate festzustellen ist. Mögliche Erklärungen dazu finden sich innerhalb der Befragungsergebnisse. So ist ein signifikanter Motivationsunterschied zwischen den Proband:innen der beiden Experimentalgruppen festzustellen. Die Ergebnisse indizieren, dass die integrierten Spielelemente nicht nur zum Spielen, sondern auch zum Lernen motivieren. Es kann also von einer Übertragung der Motivation vom Spielkontext auf den Lernkontext gesprochen werden, da der signifikante Unterschied zur ELE Gruppe auch im Feld der Lernmotivation besteht. Der Brückenschlag vom Spiel zum Lernprozess ist also im Kontext der Motivation gelungen und genau dort steckt erhebliches Potenzial, weil Lernende aufgrund höherer Motivation mutmaßlich mehr kognitive Energie und Aufmerksamkeit dem Lernprozess zur Verfügung stellen und sie so effektiver Inhalte aufnehmen, verarbeiten und später abrufen.

Der Lernprozess wird vermutlich weiterhin, besonders im Falle von längeren Zeithorizonten, durch Spielelemente optimiert, welche die Bildung von Assoziationen unterstützen. Das legt zumindest die Kombination von Befragungsergebnissen im Bereich der Assoziationen mit den Testergebnissen im Follow-up Test nahe. So erzielen die Proband:innen der FUL Version im Durchschnitt 14 Prozent bessere Ergebnisse innerhalb von Kompetenzfeld I und geben signifikant höhere Zustimmungswerte bei der Befragung im Bereich der Assoziationen an.

6 Schlussfolgerungen

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden zwei Versionen des modularen Evaluationsframeworks "Arctic Economy" verglichen, die sich nur anhand eines Paradigmas unterscheiden lassen: Dem Spiel. Dieses wurde repräsentiert durch die Implementierung von acht Spielelementen, die Arctic Economy entweder zum Serious Game mit Aufbaustrategiespielcharakter oder zum einfachen E-Learningkurs modifizieren. Zusammenfassend kann davon ausgegangen werden, dass Spielelemente im Kontext der Studie motivieren und, dass durch Spielen mutmaßlich mehr Verknüpfungen zu den Lerninhalten gebildet werden, die das Speichern und besonders das spätere Abrufen von Inhalten vereinfachen. Optimierungsbedarf besteht hinsichtlich der weiteren Steigerung der Transfereffektivität. Die spielbasierte Lernsimulation Arctic Economy ist damit kein "Ausrutscher", aber auch (noch) kein vollkommener "Kunstsprung" im Kontext des technologiebasierten Wissenstransfers.

Um weitere Anwendungsdomänen zu prüfen, sollte der fachliche Kontext der Untersuchung erweitert werden. Zudem liegt weiteres Forschungspotenzial in der Identifikation der Wirkung individueller Spielelemente. Empfehlenswert sind noch größere Proband:innengruppen und eine

stringentere Sicherstellung der Teilnahme von Proband:innen an allen Leistungstests, um höhere statistische Belastbarkeiten erzielen zu können.

Literaturverzeichnis

- Arjoranta, J. (2019). How to Define Games and Why We Need to. *The Computer Games Journal*, 8. <https://doi.org/10.1007/s40869-019-00080-6>
- Azadvar, A., & Canossa, A. (2018). UPEQ: Ubisoft perceived experience questionnaire: a self-determination evaluation tool for video games. *Proceedings of the 13th International Conference on the Foundations of Digital Games*, 1–7. <https://doi.org/10.1145/3235765.3235780>
- Boyle, E. A., Hainey, T., Connolly, T. M., Gray, G., Earp, J., Ott, M., Lim, T., Ninaus, M., Ribeiro, C., & Pereira, J. (2016). An update to the systematic literature review of empirical evidence of the impacts and outcomes of computer games and serious games. *Computers & Education*, 94, 178–192.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39(2), 223–238.
- Engzell, P., Frey, A., & Verhagen, M. D. (2021). *Learning loss due to school closures during the COVID-19 pandemic*. 118(17). <https://doi.org/10.1073/pnas.2022376118>
- Glessmer, M. S., & Lüth, T. (2016). Lernzieltaxonomische Klassifizierung und gezielte Gestaltung von Fragen. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 11.
- Huang, B., & Hew, K. F. (2016). Measuring Learners Motivation Level in Massive Open Online Courses. *International Journal of Information and Education Technology*, 6(10), 759–764. <https://doi.org/10.7763/IJNET.2016.V6.788>
- Jemmali, C., Bunian, S., Mambretti, A., & El-Nasr, M. S. (2018). Educational game design: An empirical study of the effects of narrative. In S. Dahlskog, S. Deterding, J. Font, M. Khandaker, C. M. Olsson, S. Risi, & C. Salge (Hrsg.), *Proceedings of the 13th International Conference on the Foundations of Digital Games* (S. 1–10). ACM.
- Kerby, D. S. (2014). The Simple Difference Formula: An Approach to Teaching Nonparametric Correlation. *Comprehensive Psychology*, 3, 11.IT.3.1. <https://doi.org/10.2466/11.IT.3.1>
- Kircher, E. (2015). *Physikdidaktik: Theorie und Praxis*. Springer Spektrum.
- Mann, H. B., & Whitney, D. R. (1947). On a Test of Whether One of Two Random Variables Is Stochastically Larger than the Other. *The Annals of Mathematical Statistics*, 18(1), 50–60. <https://doi.org/10.1214/aoms/1177730491>

- Rheinberg, F., Vollmeyer, R., & Burns, B. D. (2019). *FAM - Fragebogen zur aktuellen Motivation*. <https://doi.org/10.23668/PSYCHARCHIVES.2666>
- Salen, K., & Zimmerman, E. (2004). Defining Games. *Rules of Play: Game Design Fundamentals*, 71–83.
- Stenros, J. (2017). The Game Definition Game: A Review. *Games and Culture*, 12, 499–520. <https://doi.org/10.1177/1555412016655679>
- Vargha, A., & Delaney, H. D. (2000). A Critique and Improvement of the „CL“ Common Language Effect Size Statistics of McGraw and Wong. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 25(2), 101–132. <https://doi.org/10.2307/1165329>
- Wannemacher, K., Jungermann, I., Scholz, J., Tercanli, H., & Villiez, A. (2016). *Digitale Lernszenarien im Hochschulbereich* (Nr. 15). Hochschulforum Digitalisierung.
- Wittrin, R., Roschke, C., Tolkmitt, V., & Ritter, M. (2020). Exploratory Study of Established Strategy Games in the Context of Knowledge Transfer Based on Selected Learning Objects from the Economic Field. In M. El Mohajir (Hrsg.), *IEEE CiSt'20* (S. 219–224). IEEE.
- Wittrin, R. T. (2022, in press). Das Spiel macht den Unterschied—Ein Vergleich anhand der adaptiven Lernsimulation "Arctic Economy". *IBS Scientific Workshop Proceedings*.
- Wittrin, R. T., Platte, B., Roschke, C., Ritter, M., Steiner, C. I., Eibl, M., & Tolkmitt, V. (2023). The Game Effect: Comparison of Game and Non-Game Learning Environments using the Example of Arctic Economy. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 1–14. <https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3274747>
- Wittrin, R. T., Tolkmitt, V., Linke, E., Steiner, C. I., Eibl, M., & Ritter, M. (2021). Identifying Optimization Potential in the Field of Learning and Game Design by Using the Example of a Pre-Alpha Prototype of "Arctic Economy". *Extended Abstracts of the 2021 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, 101–104. <https://doi.org/10.1145/3450337.3483476>
- Wittrin, R., Tolkmitt, V., Eibl, M., Pflieger, P., Wittrin, R., Platte, B., Roschke, C., & Ritter, M. (2021). Comparison of Serious Games with Established Strategy Games in the Context of Knowledge Transfer. In B. Fletcher, M. Ma, S. Göbel, J. Baalsrud Hauge, & T. Marsh (Hrsg.), *Serious Games* (S. 20–30). Springer International Publishing.