

Das Spiel macht den Unterschied - Ein Vergleich anhand der adaptiven Lernsimulation “Arctic Economy”

Ruben Wittrin

Hochschule Mittweida,
09648 Mittweida, Germany
wittrin@hs-mittweida.de

Zusammenfassung: Virtuelle Umgebungen eröffnen weitreichende Möglichkeiten der Vermittlung von Wissen. Trotzdem können sie alleinstehend 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 tiefere 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 Probanden der Spielgruppe sich leichter Fakten merken als die Probanden in der Nichtspielgruppe (Gruppendifferenz Behaltensrate $\bar{x}=17\%$). Zudem weisen sie eine um durchschnittlich 46% höhere Motivation vor und können deutlich besser Inhalte der Anwendung mit der Realität verknüpfen. Es zeigt sich, dass der identifizierte “Spieleffekt” im Kontext der Studie besonders in Betracht der 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.

Schlagwörter: Game based Learning, Serious Games, Wissenstransfer, Motivation

1 Einleitung

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 Zielparameter im Kontext der Güte des technologiebasierten Wissenstransfers diagnostiziert, wobei der Lernerfolg gegenüber zuvor praktizierten analogen Lehr-/Lernsettings zurück ging [EFV21]. 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. Der Lernende verlässt so die Position des ausschließlich Konsumierenden oder Beobachters und wird zum Handelnden, da der Lerngegenstand aus dem externen Raum in das zentrale Aktionsfeld des einzelnen Lernenden gebracht wird. Aber auch dort muss der Lernende motiviert gegenüber der Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand sein. Das Prinzip des *Game based Learning* eröffnet hier 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 biologisch konstituierte menschliche Lernprozess nach Vester [Ves98, S.153] auf eine Atmosphäre des Ausprobierens und Spielens zugeschnitten ist. Bislang existierende Studien im Kontext des *Game based Learning* belegen ausßerdem einen grundsätzlich positiven Einfluss von digitalen Spielen auf Lernmotivation und Lernerfolg [BHC⁺16], [JBMEN18]. 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. Da Lerninhalte bzw. Learning Outcomes generell innerhalb von Wissensdimensionen und Lernzieltaxonomien klassifiziert werden können, ist hier eine differenziertere Betrachtung des Zusammenhangs zwischen Spielelementen und deren potenziellen Effekte 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 oder in rein spielerischen Anwendungen behandeln und dort nur hinreichend bedingt vermitteln [WRTR20], [WTE⁺21]. Das modulare Game *Arctic Economy* soll diese Lücke schließen. Der Entwicklungsprozess und erste Evaluationen des Prototypen wurden bereits wissenschaftlich begleitet [WTL⁺21]. In der vorliegenden Studie wird eine weiter

entwickelte modulare Version des Spiels verwendet, anhand derer die genauen Effekte von implementierten Spielelementen evaluiert werden sollen. Im Kontext des Beitrags werden Teilergebnisse veröffentlicht, die

2 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 10 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 2.1 beschrieben wird, nicht Bezug genommen. Der fachlich-inhaltliche Schwerpunkt bezüglich der im Rahmen des Experiments vermittelten Lerninhalte wird unter 2.3 beschrieben.

2.1 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 Wissenstransfer 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 *Game Design Elemente* unterscheiden. Im Rahmen dieses Beitrags werden zwei Versionen im Vergleich betrachtet:

- “ELE” Version (= E-Learning Version ohne *Game Design Elemente*)
- “FUL” Version (= Vollversion mit acht implementierten *Game Design Elemente*)

Wie in Abb. 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 Probandenzahl von $n=49$ und FUL mit $n=48$.

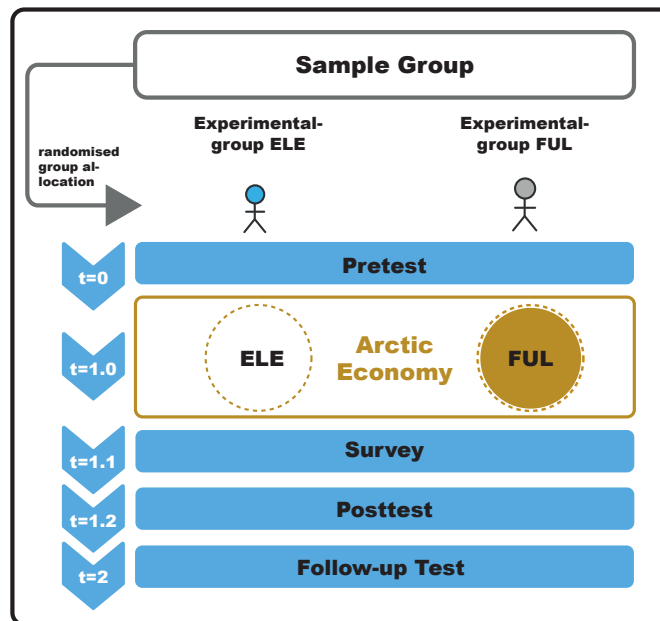


Abb. 1: Experimentelles Design; ELE ... E-Learning Version; FUL ... spielbasierte Vollversion

Zu Beginn der Studie absolvieren alle Probanden der gesamten Stichprobe einen *Pretest* zum Zeitpunkt $t=0$. Im *Pretest* werden zum einen das fachliche Vorwissen und zum anderen das Motivationsniveau sowie die emotionale Einstellung zu den Modulinhalten 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 *Pretest* 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.

2.2 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 *lern-diagnostischer Daten*. Da aber das verwendete Experimentaldesign den Vergleich des

Lernerfolgs der Probanden zwischen heterogenen Versionen der Anwendung *Arctic Economy* fordert, ist die Erhebung dieser Daten außerhalb des Evaluationsframeworks ziel-führender. So können Wissensstände der Probanden 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 (↗ Kapitel 2.3) 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 Probanden werden innerhalb des OPAL-Systems erfasst und gespeichert.

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 ([AC18, Kir15, HH16, RVB19, WJS⁺16]) orientiert. Die Erhebung anhand des Fragebogens intendiert die Identifikation des Niveaus personenbezogener Zielzustände, welche durch die Probanden 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 [DR93] 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 Probanden zu den Experimentalgruppen zu ermöglichen. Die Befragung wurde online durchgeführt.

2.3 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 Softwarearchitektur setzt sich aus statischen und optional durch einen Administrator hinzufügbaren Komponenten zusammen. Als statisches Grundsystem fungiert eine Frameworkstruktur, die die Integration von 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 vi-

sualisieren. 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 werden 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 (Charaktäre). Die Anwendung allgemein sowie die im Folgenden aufgeführten Versionen befinden sich zum Zeitpunkt der Untersuchung im Prototypenstatus.

Die 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. Der Spieler steht vor der Herausforderung in der durch Eisschmelze urbar gewordenen Antarktis eine effiziente Volkswirtschaft, beginnend mit einem kleinen Flüchtlingscamp, aufzubauen. Er muss Haushalte, Unternehmen und andere Gebäude so platzieren, dass ein zielführendes Marktgleichgewicht zustande kommt. Dabei erklären ihm 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 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 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 den Benutzer beeinflussbar, da dieser Wirtschaftssubjekte wie Haushalte oder Unternehmen nicht selber platzieren kann. 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 über die Korrektheit seiner Antworten zu informieren.

3 Ergebnisse

Beide Gruppen (ELE und FUL) wurden mit den oben beschriebenen (\nearrow Kapitel 2.2) strukturierten Datenerhebungsmethoden Leistungstest und Befragung untersucht. An der Befragung nahmen von den insgesamt 97 Probanden 70 Personen teil, 41 davon in Gruppe ELE und 29 in Gruppe FUL. Aufgrund der unvollständigen Teilnahme von Probanden an allen Leistungstests (*Posttest*, *Followup-Test*) können insgesamt 55 Teilnehmer 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.

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

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

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

Die oben (\nearrow Formel 1 bis 3) aufgeführte Berechnungsmethode 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 *Pretest* sowohl im Nenner als auch im Zähler abgezogen werden, kann ein gruppenübergreifender Vergleich ohne Berücksichtigung von Ungleichheiten innerhalb der *Pretest*-Ergebnisse stattfinden.

Der in Abb. 2 auf der X-Achse dargestellte relative Lernerfolg kann sowohl hinsichtlich der Messzeitpunkte (*Posttest* \rightarrow unmittelbarer Lernerfolg und *Followup-Test* \rightarrow nachhaltiger Lernerfolg) als auch anhand der Kompetenzfelder differenziert werden (\rightarrow Abbildung auf Y-Achse). Es zeigt sich, dass beide Experimentalgruppen durchschnittlich mindestens 50% ihres Lernpotenzials innerhalb aller Differenzierungsstufen ausgeschöpft haben. Bis auf den unmittelbaren Lernerfolg in Kompetenzfeld I (Differenz von 3%) 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 nicht-parametrischer Tests (Mann-Whitney-U-Test) durchgeführt. Der Intergruppen-Vergleich

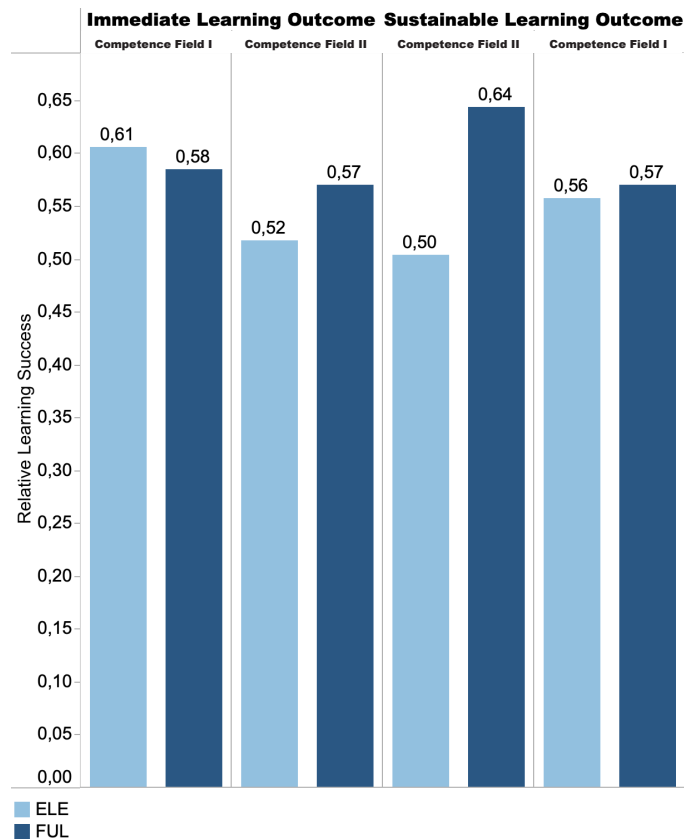


Abb. 2: Intergruppenvergleich der Testergebnisse; ELE ... E-Learning Version; FUL ... spielbasierte Vollversion

der relativen Lernerfolge bestätigt keine signifikanten Unterschiede in den aufgeführten Differenzierungsstufen. Eine Ausnahme bildet die Behaltensrate (Differenz von *Pretest* zu *Followup-Test*). Hier weist Gruppe FUL einen um 17% höheren Mittelwert auf, der durch Signifikanz abgesichert werden kann mit einer Cohen-Effektstärke von $d_{\text{Cohen}}=0.55$ ($n=42$, $\alpha=0.05$). Die nichtparametrischen Tests nach Mann-Whitney bestätigen dieses Ergebnis mit $p=0.02$, $r_{\text{MW}}=0.68$.

Die in Abb. 3 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 $\bar{x}_{\text{FUL}}=5.05$ um 1.55 Punkte höher als in Gruppe ELE ($\bar{x}_{\text{ELE}}=3.50$). Der parametrische Test weist diesen Unterschied als signifikant aus ($p=0.00002$, $n=70$). Die Effektstärke nach Cohen beträgt $d_{\text{Cohen}}=0.98$ Standardabwei-

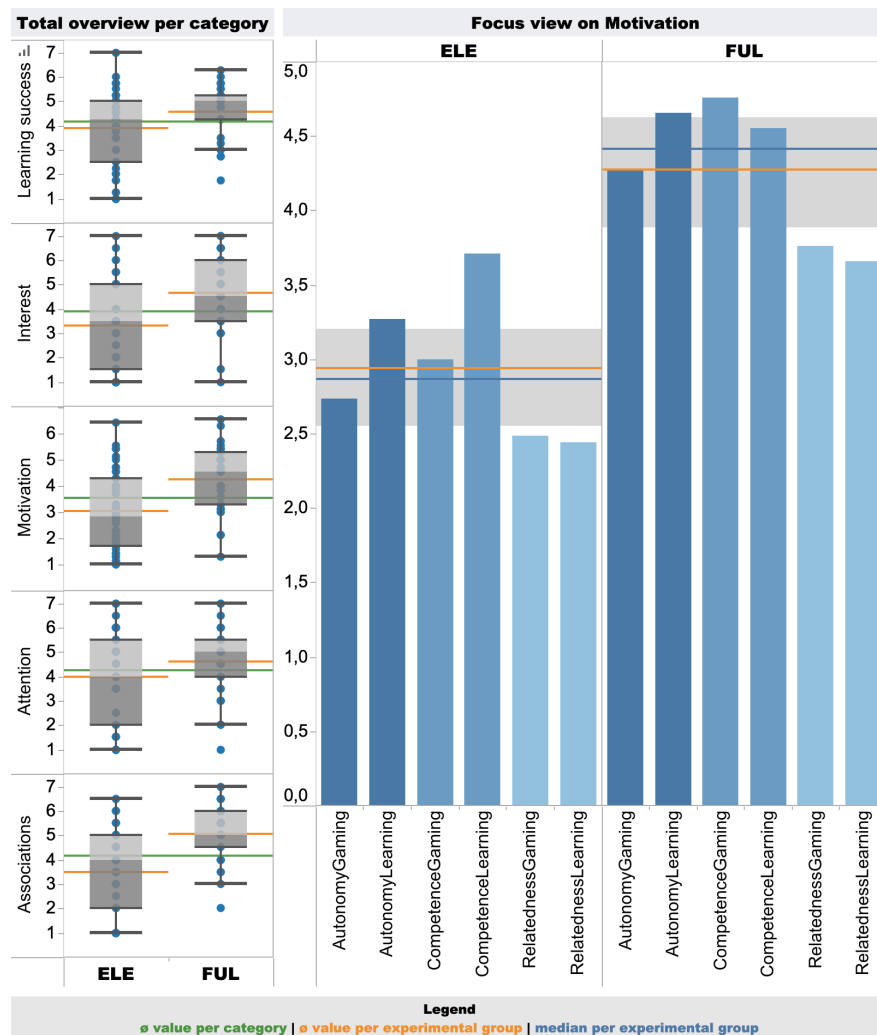


Abb. 3: Intergruppenvergleich der Befragungsergebnisse; ELE ... E-Learning Version; FUL ... spielbasierte Vollversion

chungen und ist damit als sehr stark zu einzuordnen. Ein nichtparametrischer Kontrolltest nach Mann-Whitney [MW47] mit Anpassung nach Kerby [Ker14] unterstützt dieses Ergebnis ($p=0.0001$, $n=70$), die Effektstärke “common language effect size” nach Vargha and Delaney [VD00] beträgt hier $r_{\text{CLES}}=0.75$ bzw. 75 %. Die Kategorie “Motivation” ist in Gruppe FUL um 1.34 Punkte höher als in Gruppe ELE ($\bar{x}_{\text{ELE}}=2.94 < \bar{x}_{\text{FUL}}=4.28$). Dieser Unterschied ist signifikant ($p=0.00017$, $n=70$) und sehr stark mit einer ausgewiesenen Cohen-Effektstärke von $d_{\text{Cohen}}=0.89$ Standardabweichungen. Auch in dieser Kategorie un-

terstützt der Mann-Whitney-Kontrolltest mit $p=0.0001$ und einer “common language effect size” von $r_{\text{CLEs}}=0.73$ bzw. 73 %.

4 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 Probanden 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 *Followup-Test* nahe. So erzielen die Probanden der FUL Version im Durchschnitt 14% bessere Ergebnisse innerhalb von Kompetenzfeld I und geben signifikant höhere Zustimmungswerte bei der Befragung im Bereich der Assoziationen an.

5 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. Eine Integration in den herkömmlichen Lehrbetrieb im Modulkontext liegt damit nahe.

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 Probandengruppen und eine stringenterer Sicherstellung der Teilnahme von Probanden an allen Leistungstests, um höhere statistische Belastbarkeiten erzielen zu können.

Literatur

- [AC18] Ahmad Azadvar and Alessandro Canossa. UPEQ: ubisoft perceived experience questionnaire: a self-determination evaluation tool for video games. In *Proceedings of the 13th International Conference on the Foundations of Digital Games*, pages 1–7, Malmö Sweden, August 2018. ACM.
- [BHC⁺16] Elizabeth A. Boyle, Thomas Hainey, Thomas M. Connolly, Grant Gray, Jeffrey Earp, Michela Ott, Theodore Lim, Manuel Ninaus, Claudia Ribeiro, and João Pereira. 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, 2016.
- [DR93] Edward L Deci and Richard M Ryan. Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39(2):223–238, 1993.
- [EFV21] Per Engzell, Arun Frey, and Mark D. Verhagen. Learning loss due to school closures during the covid-19 pandemic. 118(17), 2021.
- [HH16] Biyun Huang and Khe Foon Hew. Measuring Learners Motivation Level in Massive Open Online Courses. *International Journal of Information and Education Technology*, 6(10):759–764, 2016.
- [JBMEN18] Chaima Jemmali, Sara Bunian, Andrea Mambretti, and Magy Seif El-Nasr. Educational game design: an empirical study of the effects of narrative. In Steve Dahlskog, Sebastian Deterding, José Font, Mitu Khandaker, Carl Magnus Olsson, Sebastian Risi, and Christoph Salge, editors, *Proceedings of the 13th International Conference on the Foundations of Digital Games*, pages 1–10, [Place of publication not identified], 2018. ACM.
- [Ker14] Dave S. Kerby. The Simple Difference Formula: An Approach to Teaching Nonparametric Correlation. *Comprehensive Psychology*, 3:11.IT.3.1, January 2014.
- [Kir15] Ernst Kircher. *Physikdidaktik: Theorie und Praxis*. Springer-Lehrbuch. Springer Spektrum, Berlin, 2015.

- [MW47] H. B. Mann and D. R. Whitney. 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, 1947.
- [RVB19] F. Rheinberg, R. Vollmeyer, and B. D. Burns. FAM - Fragebogen zur aktuellen Motivation. December 2019. Publisher: ZPID (Leibniz Institute for Psychology Information) – Testarchiv.
- [VD00] András Vargha and Harold D. Delaney. A Critique and Improvement of the is undefined“CL is undefined“Common Language Effect Size Statistics of McGraw and Wong. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 25(2):101–132, 2000.
- [Ves98] Frederic Vester. *Denken, Lernen, Vergessen: Was geht in unserem Kopf vor, wie lernt das Gehirn und wann läßt es uns im Stich?*, volume 33045 of *dtv*. Dt. Taschenbuch-Verl., München, aktualisierte neuauflag., ungekürzte, vom autor überarb. ausg., 25. aufl. edition, 1998.
- [WJS⁺16] K Wannemacher, I Jungermann, J Scholz, H Tercanli, and A Villiez. Digitale Lernszenarien im Hochschulbereich. Technical Report 15, Hochschulforum Digitalisierung, Berlin, 2016.
- [WRTR20] R. Wittrin, C. Roschke, V. Tolkmitt, and M. Ritter. Exploratory Study of Established Strategy Games in the Context of Knowledge Transfer Based on Selected Learning Objects from the Economic Field. In Mohammed El Mohajir, editor, *IEEE CiSt'20*, pages 219–224, Piscataway, NJ, 2020. IEEE.
- [WTE⁺21] R. Wittrin, V. Tolkmitt, M. Eibl, P. Pflieger, R. Wittrin, B. Platte, C. Roschke, and M. Ritter. Comparison of serious games with established strategy games in the context of knowledge transfer. In Bobbie Fletcher, Minhua Ma, Stefan Göbel, Jannicke Baalsrud Hauge, and Tim Marsh, editors, *Serious Games*, pages 20–30. Springer International Publishing, 2021.
- [WTL⁺21] R. T. Wittrin, V. Tolkmitt, E. Linke, C. I. Steiner, M. Eibl, and M. Ritter. Identifying optimization potential in the field of learning and game design by using the example of a pre-alpha prototype of “arctic economy”. In *Extended Abstracts of the 2021 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, CHI PLAY '21, page 101–104, New York, NY, USA, 2021. Association for Computing Machinery.