



Perlwitz, Phoebe; Stemmann, Jennifer; Chaari, Anouar

Serious Games im Technikunterricht - lernwirksam oder nur Spielerei?

technik-education (tedu). Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht 2 (2022) 1, S. 3-10



Quellenangabe/ Reference:

Perlwitz, Phoebe; Stemmann, Jennifer; Chaari, Anouar: Serious Games im Technikunterricht - lernwirksam oder nur Spielerei? - In: technik-education (tedu). Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht 2 (2022) 1, S. 3-10 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-248678 - DOI: 10.25656/01:24867

https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-248678 https://doi.org/10.25656/01:24867

in Kooperation mit / in cooperation with:



https://tec-edu.net/tedu

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

pedocs

DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation Informationszentrum (IZ) Bildung E-Mail: pedocs@dipf.de

E-Mail: pedocs@dipf.de Internet: www.pedocs.de



2. Jahrgang

technik - education

Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht 1 2022



www.tec-edu.net

tedu





Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht

https://tec-edu.net/tedu

HERAUSGEBER

Dr. Hannes Helmut Nepper Armin Ruch, OStR Prof. Dr. Lars Windelband Dr. Dierk Suhr (Gast)

Mail

herausgeber@tec-edu.net

Anschrift

Pädagogische Hochschule Schw. Gmünd Institut für Bildung, Beruf und Technik Abteilung Technik Oberbettringer Straße 200 73525 Schwäbisch Gmünd www.tec-edu.net

AUTOR*INNEN IN DIESEM HEFT

Vorname Nachname in alphabetischer Reihenfolge: Anouar Chaari Florian Funk Hannes Helmut Nepper Phoebe Perlwitz Armin Ruch Jennifer Stemmann Klaus Trimborn

Inhalt

Grußwort der Herausgeber	2
Unterrichtsforschung P. Perlwitz, J. Stemmann & A. Chaari Serious Games im Technikunterricht	3
Unterrichtspraxis A. Ruch & H. H. Nepper Die Behandlung von NC-Code im Technikunterricht	11
Unterrichtspraxis F. Funk Fertigung eines Getränkespenders	21
Diskussionsbeitrag tedu Interview mit Dr. Dierk Suhr	28
Diskussionsbeitrag K. Trimborn 17 VDF Technik-Preis des VDF Rhein-Ruhr	รบ

Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Herausgeber wieder. Titelfoto: Phoebe Perlwitz

ISSN: 2748-2022



Serious Games im Technikunterricht – lernwirksam oder nur Spielerei?

Phoebe Perlwitz, Jennifer Stemmann und Anouar Chaari

SCHLAGWORTE

Serious Games Flowerleben Selbstwirksamkeitserwartung Lernwirksamkeit

ABSTRACT

Im Unterricht können unanschauliche Inhalte beispielsweise der Elektrotechnik und Elektronik durch Simulationen für Lernende zugänglicher gemacht werden. Zusätzliche Motivation bewirkt die Einbindung einer solchen Simulation in einem Serious Game. Die motivierende Wirkung von Serious Games wird dabei im Flowerleben vermutet. Das Erleben von Flow soll über die Motivation hinaus auch einen Einfluss auf die Lernwirksamkeit von Serious Games haben sowie die Selbstwirksamkeitserwartung der Lernenden steigern. Um diese Zusammenhänge empirisch untersuchen zu können, wurde ein Serious Game zu Inhalten der Elektrizitätslehre entwickelt. Der folgende Beitrag stellt das Spiel Lights Out und das dazugehörige Forschungsvorhaben vor.

Einleitung

Im Technikunterricht gibt es Inhalte, mit denen Lernende besonders Schwierigkeiten haben. Dies sind zum Beispiel die unanschaulichen und der direkten Beobachtung nicht zugänglichen Bereiche der Elektrotechnik und Elektronik, damit verbunden die Steuerungs- und Regelungstechnik und die Automatisierungs- und Computertechnik. Die dort in den Bauteilen und Schaltungen auftretenden Phänomene sind zwar in der Regel von außen, also in ihrer Wirkung beobachtbar (die Leuchte leuchtet, der Motor dreht sich, das Relais zieht an, etc.), der eigentlich interessante Teil dieser Phänomene, die Vorgänge, bleiben im Inneren der Bauteile verborgen (Fies, 1998). Auch die in vielen technischen Systemen an mehreren Stellen gleichzeitig ablaufenden und sich häufig gegenseitig beeinflussenden dynamischen Prozesse machen die Beobachtung und damit das Verständnis kaum möglich (Eikaas et al., 2006). Diese Problematik wird sich in Zukunft noch verstärken, weil die technische Entwicklung in diesen Bereichen zu immer größerer Komplexität, zu wachsender Automatisierung und Miniaturisierung und zu stärkerer Verwissenschaftlichung führt. Technik wird also in Zukunft immer unanschaulicher, verkapselter und integrierter. Damit wachsen die geistigen Anforderungen, wenn Technik verstanden und durchdrungen werden soll. Je weniger Lernende unmittelbar beobachten und handelnd erfahren können, desto mehr gewinnen kognitive Fähigkeiten der Vorstellung, des Vollziehens und Nachvollziehens verborgener Prozesse an Bedeutung.

Zur Unterstützung der Lernenden werden im Technikunterricht vielfältige Methoden und Medien eingesetzt (Bach, 2018; Hüttner, 2009; Henseler & Höpken, 1996). Zu den konventionellen Methoden gehören Experimente und Konstruktionsaufgaben, mit denen sich das Verhalten von Bauelementen und Schaltungen erkunden und nutzen lässt. Zu den konventionellen Medien, die unterstützend zu den Methoden eingesetzt werden, gehören Analogiemodelle, Filme oder Animationen. Mit ihnen lassen sich die intransparenten Strukturen und Prozesse gut veranschaulichen. Animationen und Filme lassen sich zudem so oft anschauen, bis der gesamte Ablauf klar geworden ist. Eine ihrer Schwächen liegt aber darin, dass man nicht sieht, was passiert, wenn man etwas verändert (Fies, 1998). Es fehlt die Möglichkeit der Interaktivität in diesen Medien.

Mit modernen computergestützten multimedialen Lernumgebungen hingegen lassen sich sowohl intransparente Prozesse veranschaulichen als auch Interaktivität ermöglichen. Interaktivität beschreibt dabei die wechselseitige Aktivität zwischen der lernenden Person und einem multimedialen Lernsystem (Domagk, Schwartz & Plass, 2010). Die Möglichkeit, Einfluss auf den Lerninhalt zu nehmen und diesen aktiv zu manipulieren und zu kontrollieren (Scheiter & Gerjets, 2007), zeigt sich beispielsweise darin, dass Lernende in dem Medium vorwärts- oder rückwärts gehen können, Variablen in einer Simulation verändern (Stemmann, 2016) oder aber in einer Mikrowelt navigieren können (Kennedy, 2004). Bisherige Studien stützen die Annahme, dass Interaktivität die Förderung von selbstbestimmtem und engagierten Lernen und damit wiederum die intrinsische Motivation beeinflusst (Papanastasiou, Drigas & Skianis, 2017; Alserri et al., 2018). Zu den computergestützten multimedialen Lernsystemen zählen unter anderem Serious Games, deren Lernwirksamkeit und Einfluss auf die Selbstwirksamkeitserwartung (SWE) in einer Studie näher untersucht werden

Serious Games im Technikunterricht

Als Serious Games werden Spiele bezeichnet, die sich von reinen Unterhaltungsspielen durch ihren expliziten Lern-

zweck abgrenzen (Abt, 1971; Sawyer & Rejeski, 2002). Ein Argument für den Einsatz von Serious Games im Unterricht ist die Möglichkeit, Ursachen und Wirkungen in einer risikofreien Umgebung zu erforschen (Cheng, She & Annetta, 2015). Einen weiteren Einsatzzweck haben sie im Technikunterricht bei Inhalten, in denen eine Auseinandersetzung mit Zielkonflikten erforderlich ist. So können mit einer entsprechenden narrativen Rahmung die Beziehungen zwischen Technologie und Gesellschaft, Problemlösung in komplexen Situationen und Kommunikation stimuliert und Lernende so dazu herausgefordert werden, neues Wissen anzuwenden, Probleme zu lösen und verschiedene Standpunkte zu erkunden. Eine narrative Rahmung hilft zudem dabei, die Immersion in einem Spiel zu erhöhen. Immersion beschreibt dabei das Eintauchen in das Spielgeschehen, wodurch sich Personen als Teil des Spieles identifizieren (Mäyrä & Ermi, 2011) und eine persönliche Relevanz in dem Spiel sehen (Klimmt, 2009). Eine zu starke Immersion, z. B. durch eine fesselnde Story, führt hingegen auch zu einem höheren cognitive load (Sweller, 2005), der wiederum mit einem niedrigeren Lerneffekt konfundiert ist (Admiraal et al., 2011; Ke & Abras, 2013; Böhme, Munser-Kiefer & Prestridge, 2020).

Neben einer narrativen Rahmung spielt auch die geeignete Unterbringung von Feedback und Hilfestellungen in Serious Games eine wichtige Rolle für Motivation und Lernwirksamkeit. Spielende meiden beispielsweise längere Texte, aus denen sie Informationen gewinnen sollen. Diese Phasen des expliziten Lernens sollten demnach so kurz wie möglich gehalten werden (Quandt, Wimmer & Wolling, 2008). Stattdessen sollte das Wissen über die Spielmechanik und die Lerninhalte durch die Spielinteraktion selbst erworben werden (Kerres, Bormann & Vervenne, 2009). Feedback lässt sich einsetzen, um den Spielendenden das Gefühl zu geben, dass das Spiel herausfordernd, aber bewältigbar ist. Feedback und Hilfestellungen können in dem Spiel selbst oder über die Möglichkeit des Austauschs zwischen den Spielenden (z. B. durch Chats) implementiert werden. Diese Rückmeldungen haben einen positiven Effekt auf die Lernwirksamkeit von Serious Games (Alserri et al., 2018; Arnab et al., 2015). Der erfolgreiche Einsatz eines Spieles im Unterricht hängt darüber hinaus auch von der Zusammenarbeit mit der Lehrkraft ab, da sie als sozialer Faktor ebenfalls einen erheblichen Einfluss auf die Lernwirksamkeit (Ke & Abras, 2013) sowie die Selbstwirksamkeitserwartung der Lernenden hat (Annetta et al., 2013; Alserri et al., 2018; Wouters et al., 2013; Lamb et al., 2018; Admiraal et al., 2011). Die Selbstwirksamkeitserwartung (SWE), als der subjektive Glaube aufgrund der eigenen Fähigkeit Erfolg bei Lernaufgaben zu haben, sagt zuverlässig Lernerfolg im Allgemeinen (Zimmerman, 2000) und in MINT Fächern im Besonderen voraus (u. a. Eddy & Brownell, 2016).

Dass Lernerfolg und Selbstwirksamkeitserwartung sich gegenseitig beeinflussen, ist unbestritten. Wie hängen jedoch Spielen und Lernen unter der Perspektive der Selbstwirksamkeitserwartung zusammen? Erste Ergebnisse aus Studien zeigen eine positive Veränderung der Selbstwirksamkeitserwartung durch Serious Games (z. B. Ketelhut, 2007; Sitzmann, 2011). Dabei wurde festgestellt, dass eine

geringe Selbstwirksamkeitserwartung von Schülerinnen und Schüler durch die hohe Motivation in der spielbasierten Umgebung überwunden werden konnte (ebd.). Die motivierende Wirkung von Serious Games wird von den meisten Forschenden in der Flow-Theorie (Csikzentmihalyi, 1975; Ravyse et al., 2017) verortet. Beschrieben wird damit ein Zustand völliger Konzentration auf das Hier und Jetzt, die ausgeübte Tätigkeit ist gleichzeitig die Belohnung selbst. Durch völliges Aufgehen in der Tätigkeit verschwindet das Gefühl für Zeit und Raum (Csikzentmihalyi, 1975). Zu dem Ergebnis, dass sich das Flowerleben positiv auf das Lernen auswirkt, kamen u. a. Engeser et al. (2005) in ihren Untersuchungen in universitären Lernsettings¹.

Nicht alle Studien können jedoch das erhoffte motivationale Potenzial der Spiele bestätigen. In der Meta-Analyse von Wouters et al. (2013), die Serious Games verschiedener Domänen des schulischen Bereichs, hauptsächlich aber aus dem MINT-Bereich untersuchten, fanden sich keine signifikanten Unterschiede in der Motivation zwischen dem Einsatz von Serious Games gegenüber direkter Instruktion, wohl aber in dem Lernergebnis (Gesamteffektstärke d = .29, p < .01). Wie die Autoren der Studie anmerken, kann dieser Umstand mit der Einsatzsituation der Spiele zusammenhängen: Im Schulunterricht wird nicht freiwillig gespielt, damit verlieren die Spiele vielleicht ihr (intrinsisches) Motivationspotential (ebd.). Wie bei allen Lehrmitteln kommt es also auch bei Serious Games darauf an, wie sie in die Lernwelt der Schülerinnen und Schüler integriert werden.

Vorstellung eines Forschungsvorhabens

Um Aufschluss über das Zusammenwirken von Flow, Lernwirksamkeit und Selbstwirksamkeitserwartung zu erhalten, wurde im Rahmen eines Promotionsprojektes ein Serious Game zur Thematik der Elektrizitätslehre konzipiert. Das Serious Game namens Lights Out soll hierzu im Rahmen einer empirischen Studie mit einem konventionellen Lernsetting verglichen werden.

In Abbildung 1 ist das Forschungsdesign abgebildet. Zunächst wird das Vorwissen der Lernenden sowie die allgemeine Selbstwirksamkeitserwartung mit einer Skala von Jerusalem et al. (2009) erfasst. Die Zuordnung der Lernenden zur Experimental- und Kontrollgruppe erfolgt randomisiert. Während die Experimentalgruppe Wissen im Inhaltsbereich der Elektrizitätslehre mittels des Serious Game Lights Out erwirbt, erhält die Kontrollgruppe Arbeitsaufträge und Informationsblätter in Papierform sowie die Möglichkeit, Hands-On-Experimente durchzuführen. In beiden Gruppen wird während der Intervention das Flowerleben mit der Flow-Kurzskala (Rheinberg et al., 2019) erhoben, die bereits bei einer Untersuchung des Flow-Erlebens bei Computerspielen (den Stragiespielen Roboguard und Pacman) von Rheinberg & Vollmeyer (2003) eingesetzt wurden. Nach der Ausführung der Arbeitsaufträge bzw. nach Abschluss des

¹ Untersucht wurden 129 Studierende der Psychologie, die bei der Vorbereitung auf eine Statistikklausur die Flow-Kurzskala (Rheinberg et al., 2019) bearbeiteten. Die Flow-Werte sagten 4 % der Leistungsvarianz in der Klausur vorher.

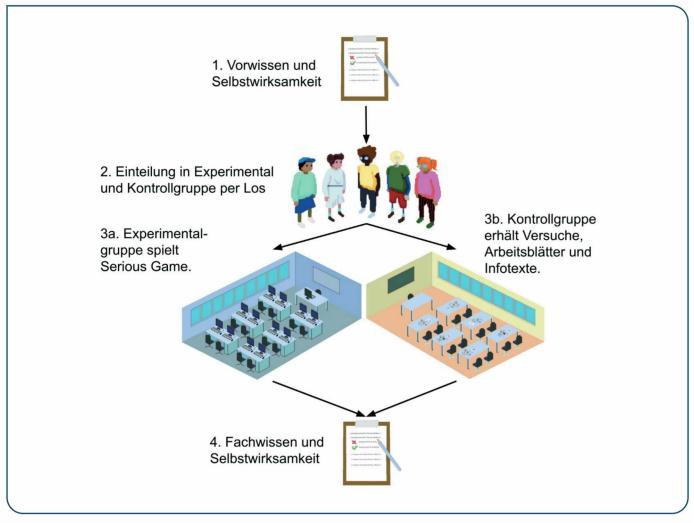


Abbildung 1: Das Forschungsdesign

Spiels wird das erworbene Fachwissen sowie die SWE erneut erhoben. Der Vergleich der SWE und des Fachwissens im Prä-Post-Test zwischen beiden Gruppen macht Veränderungen in den Konstrukten sichtbar, die dann in einem Zusammenhang zu dem Flowerleben gebracht werden können. So lässt sich ermitteln, in welcher Gruppe ein höherer Zuwachs an Wissen bzw. eine größere Veränderung der Selbstwirksamkeitserwartung erreicht wurde und ob das erlebte Flow hierfür ursächlich war.

Das Serious Game Lights Out

Der Lerninhalt des Serious Game Lights Out umfasst die Grundgrößen der Elektrizitätslehre gemäß dem Bildungsplan (MKJS, 2015). Dieser Lerninhalt stellt eine wichtige Voraussetzung für das Verständnis späterer Themen der Elektrotechnik dar. Da die Zielgruppe in Klasse 7/8 überwiegend das Spiel "Minecraft" favorisiert (Feierabend et al., 2020), wurde für die Gestaltung des Serious Game das Pixel-Art-Design gewählt.

Das Spiel Lights Out gliedert sich in vier Kapitel, in denen sich die Lernenden aufeinander aufbauend und im steigenden Schwierigkeitsgrad neue Themen der Elektrizitätslehre erarbeiten. Beginnend mit der Elektrizität in unserem Alltag werden die Begriffe elektrische Stromstärke und Spannung

eingeführt. Besondere Berücksichtigung bei der Spielkonzeption finden die von Wilhelm & Hopf (2018) ermittelten gängigen Fehlvorstellungen in der Elektrizitätslehre, die Lernende aus ihrem Alltag mitbringen oder entwickeln. So wird bspw. die Batterie als "Elektrizitätsantrieb" bezeichnet, um Verbrauchsvorstellungen bzw. Quellvorstellungen von Elektrizität zu vermeiden. Die elektrische Spannung wird über die Potentialdifferenz eingeführt, Elektrizität bzw. elektrischer Strom fließt von Stellen hohen zu Stellen niedrigen Potentials, also in technischer Stromrichtung. Die Begriffe Elektron, Ladung, Energie u. a. werden bewusst nicht erwähnt, da sie im Unterricht der Klasse 7 und 8 noch nicht thematisiert wurden. Mithilfe der narrativen Rahmung eines Alltagsproblems (ein Haus soll nach einem Stromausfall durch geeignetes Kombinieren von Lampen und Batterien beleuchtet werden) soll das Interesse bei Mädchen für die Elektrizitätslehre erhöht werden (Dopatka et al., 2018). Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, einen Avatar zu erstellen und sich so stärker mit dem Spielgeschehen zu identifizieren. Die Erzählung der Story beschränkt sich jedoch auf wenige Sequenzen und Texte, um einen cognitive load durch eine zu starke Immersion zu vermeiden.

In einem kurzen Intro wird die Steuerung durch das Spiel erläutert. Dieses Intro lässt sich über das Escape-Me-

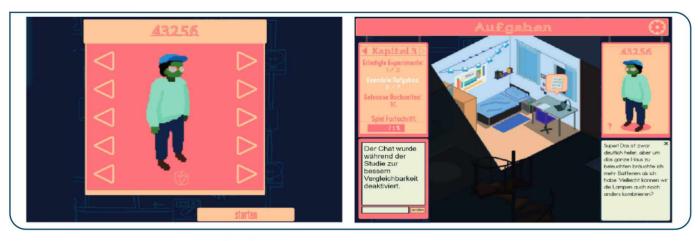


Abbildung 2: Erstellung eines Avatars (links), Im Haus kann zwischen den Räumen gewechselt werden (rechts)

nü jederzeit erneut aufrufen. Weitere Hilfen zur Steuerung oder den Aufgaben werden im Verlauf des Spiels als kurze Texte oder Videos eingeblendet. Zudem gibt der Avatar Hilfestellungen und positives Feedback. Nach dem Intro gelangen die Lernenden in ein (noch) dunkles Haus, das sich im Spielfortschritt immer weiter erhellt. Über eine Chatschnittstelle haben sie die Möglichkeit, sich mit ihrer Lehrkraft und Mitschülerinnen und Mitschüler über spielspezifische Probleme auszutauschen.

Im Haus können die Lernenden zwischen verschiedenen Räumen wechseln:

- Einem Wohnzimmer, in dem sich ein Buch befindet, in welchem das benötigte Wissen zur Elektrizitätslehre nachgeschlagen werden kann. Passende Animationen unterstützen die darin enthaltenen Texte. Die Spielenden haben die Wahl, ob sie das Buch als Hilfestellung währenddessen heranziehen oder es im Voraus durchlesen (die OECD Studien (2016, 2009) ermittelten eine geschlechtsspezifische Präferenz beim Vorgehen).
- Einem Dachboden, auf dem Versuche durchgeführt werden müssen. Hier lassen sich Lampen, Batterien und Leiter zu verschiedenen Schaltungen kombinieren. Im fortschreitenden Spielgeschehen werden Messgeräte (Amperemeter/Voltmeter) freigeschaltet. Zu jedem Zeitpunkt ist ein Sprung zur passenden Buchseite im Wohnzimmer möglich.
- Einem Kinderzimmer, in dem Aufgaben zu den jeweiligen Themen bearbeitet werden. Die passenden Seiten des Buchs sind auch hier verlinkt. Außerdem gibt es die Möglichkeit, die jeweilige Aufgabe mit auf den Dachboden zu nehmen und dort in Versuchen zu überprüfen.
- Einer Küche, in welcher der detaillierte Lernfortschritt in Form von Badges eingesehen werden kann. Ein Badge ist eine im digitalen Lernen gebräuchliche Bezeichnung für Abzeichen, die die erworbenen Kenntnisse bestätigen. Mit ihnen und durch weitere Rückmeldungen des Fortschritts wird der Einfluss der Ermutigung berücksichtigt.

Die Reihenfolge der Lernendenaktivitäten in dem Spiel Lights Out ist nicht vorgegeben, um so eine größtmögliche Handlungsfreiheit zu erlauben. So können die Lernenden selbst wählen, ob sie zuerst Fachtexte lesen, Aufgaben lösen oder Versuche durchführen. All diese Aktivitäten müssen allerdings abgeschlossen sein, um in das nächste Kapitel des Spiels zu gelangen (Kiili, 2005; Ravyse et al., 2017).

Die Lernenden der Kontrollgruppe bekommen die Informationen aus dem Buch des Spiels und die Aufgaben als Papierversion. Außerdem erhalten sie vier Batterien, vier Lampen und Leiter, um die identischen Versuche als Hands-On Experimente durchzuführen. Sobald die Lernenden ein Kapitel abgeschlossen haben, können sie ihre Ergebnisse mit einem Lösungsbogen abgleichen, um ebenfalls eine Rückmeldung zu erhalten.

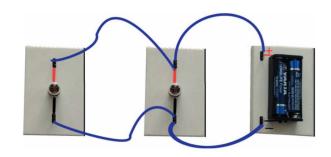


Abbildung 3: Beispielaufgabe für die Kontrollgruppe

Erste Erkenntnisse aus den Pilotierungen

Die Suche nach Schulen für erste Erhebungen gestaltete sich, nicht nur durch die Pandemiebedingungen, als schwierig. Einerseits fehlen vielen Schulen die medialen Ausstattungen wie Computerräume, um die Intervention durchzuführen. Andererseits standen viele Schulen dem Konzept der digitalen Lehre, vor allem durch ein Serious Game, skeptisch gegenüber. Ähnliches berichten auch andere Studien. Die ICILS 2018 ermittelte, dass deutsche Schülerinnen und Schüler der 8. Klasse wenig bis nie digitale Medien in der Schule nutzen und im internationalen Vergleich weit unter dem Durchschnitt liegen (Eickelmann, Bos & Labusch, 2019). Ein Grund für die geringe Nutzung dieser Medien liegt möglicherweise darin, dass Lehrkräfte die Lernwirksamkeit von digitalen Medien als gering einschätzen und ihren Einsatz meiden (Autorengruppe Bildungsberichterstattung, 2020).

Die an der Pilotierung teilgenommenen Schulen, waren

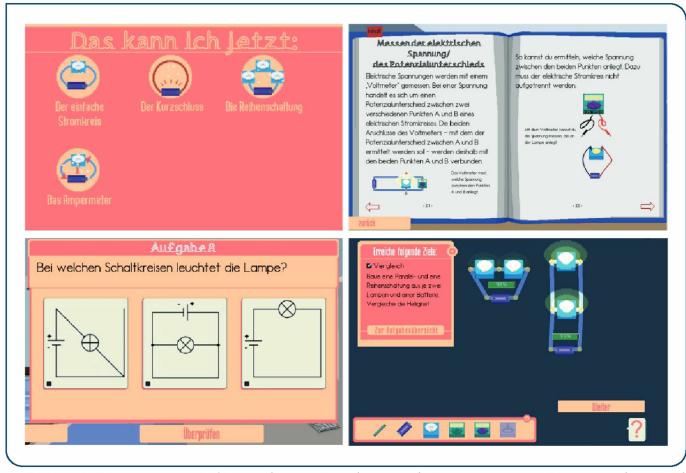


Abbildung 4: Die Badges in der Küche (oben links); eine Buchseite (oben rechts); eine Beispielaufgabe im Kinderzimmer (unten links); ein Experiment auf dem Dachboden (unten rechts)

technisch aut ausgestattet und die Lehrkräfte setzen überdies Computer zu Lernzwecken gerne und regelmäßig ein. Erste Pilotierungen fanden mit 196 Schülerinnen und Schüler an Gymnasien und Realschulen in Baden-Württemberg statt. Von den Lernenden gegebene Hinweise über schweroder unverständliche Begriffe und Sätze flossen in die anschließende Überarbeitung der begleitend eingesetzten Testinstrumente. Technische Hindernisse bei der Ausführung des Spiels Lights Out wurden im Anschluss ebenfalls behoben. So greifen Schulen für die Verwaltung und Wartung ihrer Computer häufig auf externe Dienstleister zurück. Die Wartezeiten für die Installation von Software betragen hier oft mehrere Wochen. Um diese Hürde bei der Testauslieferung zu umgehen, wurden USB-Sticks erstellt, mit denen das Spiel ohne vorherige Installation gestartet werden kann.

Sowohl in der Experimental- als auch in der Kontrollgruppe fanden sich die Lernenden schnell mit den Materialien zurecht und konnten die Aufgaben ohne weitere Hilfestellungen durch die an der Durchführung beteiligten Personen bearbeiten. Die erste Pilotierungsgruppe mit 70 Schülerinnen und Schüler der 8. Klasse eines Gymnasiums füllten nach dem Spielen teilweise Feedbackbögen aus. Darin lobte ein großer Teil der Schülerinnen und Schüler das Spiel als Alternative zu ihrem konventionellen Unterricht. Oft genannt war der Wunsch nach mehr Abwechslung bei

den Aufgabentypen und der Auswahl des Avatars. Mehrfach wurde das Buch als besonders nützlich betont und die Erstellung eines Avatars als wichtigstes Merkmal der Immersion benannt. Der letzte Punkt ist besonders interessant, da der Avatar eigentlich keinen wirklichen Nutzen im Spiel hat.

In der zweiten Pilotierungsgruppe mit insgesamt 111 vollständigen Datensätzen von Schülerinnen und Schülern wurde Lights Out mit einer Kontrollgruppe verglichen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 aufgeführt. Erste Erkenntnisse sprechen dafür, dass alle Lernenden in der Studie motiviert waren, so konnten in beiden Gruppen hohe Werte beim Flowerleben ermittelt werden. Auch ein allgemeiner Zuwachs des Fachwissens und der Selbstwirksamkeitserwartung konnte sowohl in der Interventions- als auch in der Kontrollgruppe beobachtet werden.

Für die eigentliche Haupterhebung werden 165 Personen an etwa 4 Schulen rekrutiert. Die Studie soll im Schuljahr 2022/2023 durchgeführt werden, die Ergebnisse werden im Anschluss veröffentlicht.

Bisher gibt es wenige Studien die sich mit der Veränderung der Selbstwirksamkeitserwartung durch Serious Games auseinandergesetzt haben und im Speziellen gibt es kaum Studien, die dabei die Rolle des Flowerlebens betrachten. Durch die Ergebnisse können Möglichkeiten aufgezeigt werden, welche flowförderlichen Elemente im Schulunterricht eingesetzt werden sollten, um neben der Steigerung



Variable		Flow		Änderung der Selbstwirksamkeits- Erwartung in %		Änderung des Fachwissens in %	
Intervention	n	М	SD	М	SD	М	SD
Experimentalgruppe	60	3.46	.83	10.05	22.68	42.57	95.97
Kontrollgruppe	51	3.31	.78	11.33	28.07	47.88	113.71

Anm. n = Summe der Schülerinnen und Schüler; M = Mittelwert; SD = Standardabweichung.

Tabelle 1: Ergebnisse der Pilotierung mit dem Serious Game Lights Out

des Fachwissens auch eine Steigerung der Selbstwirksamkeitserwartung für Schülerinnen und Schüler zu erreichen. Obgleich die Leistung der Schülerinnen in den MINT Fächern genauso gut ist wie die der Schüler, liegt deren Selbstwirksamkeitserwartung (SWE) auf einem niedrigen Niveau (OECD, 2016). Die Unterschiede in der SWE sind von großer Bedeutung, da die SWE sowohl den Unterricht als auch die anschließende Leistungsentwicklung nachhaltig beeinflusst (Bandura, Freeman & Lightsey, 1999).

Das Spiel Lights Out bietet darüber hinaus eine Möglichkeit, den Einsatz von digitalen Medien im Unterricht zu fördern und Vorurteile bei den Lehrkräften abzubauen. Ein großer Teil der Lehrkräfte setzt Spiele nicht ein, weil sie von

ihrer Wirksamkeit nicht überzeugt sind. Sie wünschen sich mehr Wissen über den Einsatz digitaler Spiele im Unterricht und mehr Zugang zu Studien, die den Einsatz solcher Spiele erforschen (Wastiau, Kearney & Van den Berghe, 2009). Durch die Erforschung des Einsatzes von Lights Out wird es ein Serious Game geben, dass durch den unmittelbaren Bildungsplanbezug direkt im Unterricht eingesetzt werden kann.

Autorinneninfo

Phoebe Perlwitz

ist akademische Mitarbeiterin im Fach Technik an der Pädagogischen Hochschule Freiburg und erforscht in ihrer Promotion die Wirkungen des Flow-Erlebens in Serious Games.



Autorinneninfo

Prof.'in Dr. Jennifer Stemmann

ist Professorin für Technik und ihre Didaktik an der Pädagogischen Hochschule Freiburg. Einer ihrer Forschungsschwerpunkte ist die empirische Lehr- Lernforschung im Kontext digitalisierter Technik.



Autoreninfo

Anouar Chaari

ist Softwareentwickler und widmet sich bevorzugt der Entwicklung von Computerspielen.



Literaturverzeichnis:

- Abt, C. C. (1971). Ernste Spiele: lernen durch gespielte Wirklichkeit. Köln: Kiepenheuer & Witsch.
- Admiraal, W., Huizenga, J., Akkerman, S. & Dam, G. t. (2011). The concept of flow in collaborative game-based learning. Computers in Human Behavior, 27(3), 1185–1194.
- Alserri, S. A., Zin, N. A.M., Wook, T. S.M. & Wook, T. S.M.T. (2018).

 Gender-based Game Engagement Model Validation using
 Low Fidelity Prototype. International Journal of Engineering and Advanced Technology, 8(4), 1350–1357.
- Annetta, L. A., Frazier, W. M., Folta, E., Holmes, S. Y., Lamb, R., Cheng, M.-T., et al. (2013). Science Teacher Efficacy and Extrinsic Factors Toward Professional Development Using Video Games in a Design-Based Research Model: The Next Generation of STEM Learning. Journal of Science Education and Technology, 22(1), 47-61.
- Arnab, S., Lim, T., Carvalho, M. B., Bellotti, F., Freitas, S. de, Louchart, S., et al. (2015). Mapping learning and game mechanics for serious games analysis. British Journal of Educational Technology, 46(2), 391–411.
- Autorengruppe Bildungsberichterstattung (2020). Bildung in Deutschland 2020: Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zu Bildung in einer digitalisierten Welt: wbv Media GmbH & Co. KG.
- Bach, A. (2018). Medien in gewerblich-technischen Lehr-Lernprozessen. In B. Zinn, R. Tenberg & D. Pittich (Hrsg.), Technikdidaktik: Eine interdisziplinäre Bestandsaufnahme (S. 157–171). Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Bandura, A., Freeman, W. H. & Lightsey, R. (1999). Self-Efficacy: The Exercise of Control, Bd. 13. New York: W.H. Freeman and Company.
- Böhme, R., Munser-Kiefer, M. & Prestridge, S. (2020). Lernunterstützung mit digitalen Medien in der Grundschule. Zeitschrift für Grundschulforschung, 13(1), 1–14.
- Cheng, M.-T., She, H.-C. & Annetta, L. A. (2015). Game immersion experience: its hierarchical structure and impact on game-based science learning. Journal of Computer Assisted Learning, 31(3), 232–253.
- Csikzentmihalyi, M. (1975). Beyond boredom and anxiety. The Jossey-Bass behavioral science series. San Francisco, Calif.: Jossey-Bass.
- Domagk, S., Schwartz, R. N. & Plass, J. L. (2010). Interactivity in multimedia learning: An integrated model. Computers in Human Behavior, 26(5), 1024–1033.
- Dopatka, L., Spatz, V., Burde, J.-P., Wilhelm, T., Ivanjek, L., Hopf, M., et al. (2018). Kontexte in der Elektrizitätslehre im Rahmen des Projekts EPo-EKo. In C. Maurer (Hrsg.), Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Kiel 2018 (217-220). Regensburg.

- Eddy, S. L. & Brownell, S. E. (2016). Beneath the numbers: A review of gender disparities in undergraduate education across science, technology, engineering, and math disciplines. Physical Review Physics Education Research, 12(2), 1–20.
- Eickelmann, B., Bos, W. & Labusch, A. (2019). Die Studie ICILs 2018 im Überblick. Zentrale Ergebnisse und mögliche Entwicklungsperspektiven: Waxmann.
- Eikaas, T. I., Foss, B. A., Solbjørg, O. K. & Bjølseth, T. (2006). Game-based dynamic simulations supporting technical education and training. International Journal of Online and Biomedical Engineering (iJOE), 2(2), 1-7.
- Engeser, S., Rheinberg, F., Vollmeyer, R. & Bischoff, J. (2005). Motivation, Flow-Erleben und Lernleistung in universitären Lernsettings. Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 19(3), 159–172.
- Feierabend, S., Rathgeb, T., Kheredmand, H. & Glöckler, S. (2020).

 JIM-Studie 2020: Jugend, Information, Medien: Basisuntersuchung zum Medienumgang 12-bis 19-Jähriger.

 Stuttgart: mpfs.
- Fies, H. (1998). Simulationsprogramme für den Technikunterricht. tu Zeitschrift für Technik im Unterricht, 23(87), 36–44.
- Henseler, K. & Höpken, G. (1996). Methodik des Technikunterrichts. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Hüttner, A. (2009). Technik unterrichten: Methoden und Unterrichtsverfahren im Technikunterricht. Bibliothek der Schulpraxis, Bd. 1. Haan-Gruiten: Verlag Europa-Lehrmittel Nourney Vollmer GmbH & Co. KG.
- Jerusalem, M., Drössler, S., Kleine, D., Klein-He
 ßling, J., Mittag, W. & Röder, B. (2009). Skalen zur Erfassung von Lehrerund Sch
 ülermerkmalen: Dokumentation der psychometrischen Verfahren im Rahmen der Wissenschaftlichen
 Begleitung des Modellversuchs Selbstwirksame Schulen.
- Ke, F. & Abras, T. (2013). Games for engaged learning of middle school children with special learning needs. British Journal of Educational Technology, 44(2), 225–242.
- Kennedy, G. (2004). Promoting cognition in multimedia interactivity research. Journal of Interactive Learning Research, 15, 43–61.
- Kerres, M., Bormann, M. & Vervenne, M. (2009). Didaktische Konzeption von Serious Games: Zur Verknüpfung von Spielund Lernangeboten. MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, 1–16.
- Ketelhut, D. J. (2007). The impact of student self-efficacy on scientific inquiry skills: An exploratory investigation in River City, a multi-user virtual environment. Journal of Science Education and Technology, 16(1), 99–111.
- Kiili, K. (2005). Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. The Internet and Higher Education, 8(1), 13–24.
- Klimmt, C. (2009). Serious games and social change: Why they (should) work. In U. Ritterfeld, M. Cody & P. Vorderer (Hrsg.), Serious Games: Mechanisms and Effects (S. 270–292). New York: Routledge.



- Lamb, R. L., Annetta, L. A., Firestone, J. & Etopio, E. (2018). A meta-analysis with examination of moderators of student cognition, affect, and learning outcomes while using serious educational games, serious games, and simulations. Computers in Human Behavior, 80, 158–167.
- Mäyrä, F. & Ermi, L. (2011). Fundamental components of the gameplay experience. Digarec Series(6), 88–115.
- MKJS (2015). Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (2015): Bildungsplan 2016. Gemeinsamer Bildungsplan der Sekundarstufe 1. Physik. Verfügbar unter: http://www.bildungsplaene-bw.de/site/bildungsplan/get/documents/lsbw/export-pdf/depot-pdf/ALLG/ BP2016BW_ALLG_SEK1_PH.pdf.
- OECD (2009). Equally Prepared for Life? How 15-Year-Old Boys and Girls Perform in School: OECD Brussels, Belgium.
- OECD (2016). PISA 2015 Ergebnisse: Exzellenz und Chancengerechtigkeit in der Bildung. München: Bertelsmann Verlag.
- Papanastasiou, G. P., Drigas, A. S. & Skianis, C. (2017). Serious Games in Preschool and Primary Education: Benefits and Impacts on Curriculum Course Syllabus. International Journal of Emerging Technologies in Learning, 12(1), 44–56.
- Quandt, T., Wimmer, J. & Wolling, J. (2008). Die Computerspieler: Studien zur Nutzung von Computergames: Springer.
- Ravyse, W. S., Seugnet Blignaut, A., Leendertz, V. & Woolner, A. (2017). Success factors for serious games to enhance learning: a systematic review. Virtual Reality, 21(1), 31–58.
- Rheinberg, F. & Vollmeyer, R. (2003). Flow-Erleben in einem Computerspiel unter experimentell variierten Bedingungen. Zeitschrift für Psychologie, 211(4), 161–170.
- Rheinberg, F., Vollmeyer, R., Engeser, S., Rheinberg, F., Vollmeyer, R. & Engeser, S. (2019). FKS Flow-Kurzskala.

- Sawyer, B. & Rejeski, D. (2002). Serious Games: Improving Public Policy through Game-Based Learning and Simulation. Washington: Woodrow Wilson International Center for Scholars.
- Scheiter, K. & Gerjets, P. (2007). Learner control in hypermedia environments. Educational psychology review, 19(3), 285–307
- Sitzmann, T. (2011). A meta-analytic examination of the instructional effectiveness of computer-based simulation games. Personnel psychology, 64(2), 489–528.
- Stemmann, J. (2016). Technische Problemlösekompetenz im Alltag theoretische Entwicklung und empirische Prüfung des Kompetenzkonstruktes Problemlösen im Umgang mit technischen Geräten. Dissertation: Universität Duisburg-Essen, Essen.
- Sweller, J. (2005). Implications of Cognitive Load Theory for Multimedia Learning. The Cambridge Handbook of Multimedia Learning, 19–30.
- Wastiau, P., Kearney, C. & Van den Berghe, W. (2009). How are digital games used in schools? Brussels: European Schoolnet.
- Wilhelm, T. & Hopf, M. (2018). Schülervorstellungen zum elektrischen Stromkreis. In Schülervorstellungen und Physikunterricht (115–138): Springer.
- Wouters, P., van Nimwegen, C., van Oostendorp, H. & van der Spek, E. D. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. Journal of Educational Psychology, 105(2), 249–265.
- Zimmerman, B. J. (2000). Self-Efficacy: An Essential Motive to Learn. Contemporary Educational Psychology, 25(1), 82–91.