

## Qualifizierung reloaded: Virtuelle Lernwelten in der Intralogistik

Veronika KRETSCHMER

*Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML  
Joseph-von-Fraunhofer-Str. 2-4, 44227 Dortmund*

**Kurzfassung:** Aktuell werden digitale Lernspiele als innovative Ergänzung für klassische Schulungsstandards von Mitarbeiter/-innen in der Intralogistik diskutiert. In dem vorliegenden Beitrag werden zwei Studien und ihre Ergebnisse zu virtuellen Lernwelten in der Verpackungslogistik vorgestellt. In der ersten Studie wurde ein PC-basiertes Serious Game für die Verpackungslogistik bei DB Schenker am Standort Leipzig von neu einzuarbeitenden Mitarbeiter/-innen (N = 24) bewertet. Die zweite Studie beinhaltet die Evaluierung eines Virtual Reality (VR)-basierten Serious Games für einen Verpackungsarbeitsplatz im Rahmen einer Laborstudie am Fraunhofer IML (N = 30). Die Ergebnisse quantitativer Befragungsmethoden deuten darauf hin, dass sich digitale Lernspiele für eine ergonomische und effiziente Vermittlung von Lerninhalten eignen.

**Schlüsselwörter:** Virtual Reality, Serious Game, virtuelle Trainings, Kognitive Ergonomie, Intralogistik

### 1. Forschungsstand zu digitalen Lernspielen

Im Zeitalter der Digitalisierung werden heutzutage verstärkt neue Informations- und Kommunikationstechnologien zur Unterstützung der Beschäftigten eingesetzt. Bisherige Forschungsergebnisse verdeutlichen, dass sich insbesondere im Bereich der Mitarbeiterqualifizierung virtuelle Simulationen eignen, um Prozess- und Qualitätsbewusstsein realitätsnah zu trainieren, Fähigkeiten zu entwickeln und anschließend zu bewerten. Die spielerische Lernmethode eines „Serious Games“ stellt hierbei eine besondere Form der digitalen Wissensvermittlung dar.

Der Ansatz, typische Spieledesignprinzipien, Spielelemente und -mechaniken auf spielfremde Anwendungen und Prozesse zu übertragen, wird als Gamification bezeichnet [Deterding et al. 2011]. Das Ziel der digitalen Spiele besteht in der Verhaltensänderung, Motivations- und Leistungssteigerung der Anwender/-innen und dient vorrangig der Unterhaltung [Deterding et al. 2011]. Beispiele finden sich im Werbe- und Unterhaltungsbereich oder in den Bereichen Fitness und Gesundheit. Serious Games oder auch game-based learning als digitales Medium grenzen sich von den reinen Unterhaltungsspielen dadurch ab, dass sie den Anspruch haben, spielend Wissen und Bildung zu vermitteln [Abt 1971]. Zur Erhöhung des Lernerfolgs werden dafür Lerninhalte mit klassischen Spielemechaniken verknüpft: Rankings, Punktesysteme und Bestzeiten spornen die Nutzer an und motivieren sie, sich stärker mit den Themen auseinanderzusetzen [Arnab et al. 2015]. Diese Lernspiele ermöglichen eine intensive, interaktive Auseinandersetzung mit dem Lernstoff, die traditionelle Lernmethoden oft nicht bieten können. In bisherigen Studien hat sich zudem gezeigt, dass digitale Games im Vergleich zu nichtspielerischen Bedingungen das Lernverhalten wie z. B. höhere kognitive Gewinne oder positive affektive Effekte und sogar die Reaktionszeiten in der realen Umgebung signifikant verbessern können [Clark et

al. 2016, Matton et al. 2018]. Der größte Effekt wird in der Entwicklung der Fähigkeiten während des Lernspiels gesehen [Lamb et al. 2018]. Eine Metaanalyse von Clark et al. (2016) kommt zu dem Schluss, dass die Wirksamkeit einer Lernumgebung weniger durch das Medium des Spiels hervorgerufen wird, sondern vorrangig durch das Design. Digitale Lernspiele können im zwei- oder dreidimensionalen Raum umgesetzt werden. Die Immersion, d. h. das Eintauchen in die virtuelle Spieleumgebung, steigt mit dem Grad an Virtualität, sodass die Trainingsteilnehmer/-innen ihre Lernumgebung zunehmend realistisch wahrnehmen und sich ganz auf die Lerninhalte konzentrieren können. Vor allem in dreidimensionalen Trainingsumgebungen ist ein größerer Lernerfolg zu verzeichnen [Lamb 2016]. Anwendung finden solche virtuellen Simulationen bereits u. a. in der Luftfahrt, wo Piloten ihre Fähigkeiten in Flugsimulatoren trainieren [Matton et al. 2018], oder auch im medizinischen Bereich, wo Operationen und die Behandlung von Patienten simuliert werden [Sabri et al. 2010].

## **2. Motivation und Forschungsziel**

Infolge der steigenden Anforderungen an unternehmerische Leistung und Kosten werden in der Intralogistik immer mehr Prozesse automatisiert. Da der Mensch hinsichtlich Flexibilität und Geschwindigkeit vollautomatischen Systemen überlegen ist, bleibt er für einfache Tätigkeiten wie z. B. repetitive Verpackungs- und Kommissioniertätigkeiten im Logistikkeller immer noch unersetzlich [Sailer 2016]. Diese sog. Industrielle Einfacharbeit wird in der Regel von gering qualifizierten Arbeitnehmer/-innen ausgeübt [Hirsch-Kreinsen 2016]. Sie bedarf keiner einschlägigen Berufsausbildung und kann bereits nach kurzen Qualifizierungs- oder Einarbeitungsprozessen ausgeführt werden. Damit der Mensch in Zukunft weiterhin als spezifischer Wissensträger fungieren kann und auch ungelernete Mitarbeiter eine nachhaltige Einarbeitung erhalten, werden neue Varianten der Mitarbeiterqualifizierung erprobt und erforscht. Digitale Trainingswelten eignen sich insbesondere dafür, Wissen über z. B. Prozess- und Qualitätsstandards standardisiert und unternehmensspezifisch zu vermitteln, neu angelegte Fähigkeiten zu trainieren und zu bewerten und somit Fehler bereits am Anfang zu reduzieren. Digitale Lernspiele bieten eine kosten- und zeitsparende Ergänzung zu den traditionellen Lernmethoden im Rahmen von Einarbeitung sowie Um- oder Nachschulungen in der Intralogistik.

Erste Studien im Logistikbereich zeigen, dass durch Gamification das Kompetenzerleben, die wahrgenommene Entscheidungsfreiheit, die wahrgenommene Aufgabenbedeutsamkeit sowie das Erleben sozialer Eingebundenheit im Kontext der Kommissionierung gefördert werden kann [Sailer 2016]. Darüber hinaus fällt die Genauigkeit manueller Arbeitsprozesse und die quantitative Leistung besser aus als bei nichtspielerischen Bedingungen [Sailer 2016].

## **3. Studien zu virtuellen Lernwelten für die Verpackungslogistik**

In dem vorliegenden Beitrag werden zwei am Fraunhofer IML entwickelte digitale Verpackungsspiele vorgestellt: ein PC-basiertes sowie ein Virtual Reality (VR)-gestütztes Serious Game eines Verpackungsarbeitsplatzes. In zwei Studien wurde mittels einer quantitativen Befragung zu verschiedenen Variablen der kognitiven Ergonomie (Workload [Staveland & Hart 1988], Usability [Brooke 1996], User Experi-

ence [Laugwitz et al. 2008], intrinsische, tätigkeitsbezogene Motivation [Wilde et al. 2009], Immersion [Kothgassner et al. 2013]) untersucht, inwieweit sich diese beiden innovativen Weiterbildungsformate für eine Einarbeitung von Beschäftigten in die Verpackungstätigkeit eignen.

### 3.1 PC-basiertes Serious Game eines Verpackungsarbeitsplatzes bei DB Schenker

Im Rahmen des DB Schenker Enterprise Lab for Logistics and Digitization wurde ein Serious Game zum Verpackungstraining der Beschäftigten in enger Kooperation von Mitarbeiter/-innen des Logistikzentrum Auslandswerkeversorgung Leipzig (LZA), des Effizienz- und Prozessmanagements von DB Schenker Deutschland sowie des Fraunhofer IML entwickelt und anschließend evaluiert [Kretschmer, Schmidt et al. 2018]. Ziel war es, das Prozessverständnis und das Qualitätsbewusstsein der Beschäftigten nachhaltig zu verbessern und bereits in der Einarbeitungsphase möglichen Fehlern entgegenzuwirken. Durch den Einsatz des virtuellen Serious Games sollte das bestehende Trainingskonzept zu einer modernen Form des Lernens weiterentwickelt werden, um die Motivation und den Lernerfolg der Mitarbeiter/-innen positiv zu beeinflussen. Da die Anlernphase insgesamt um einen Tag verkürzt wird, verspricht sich DB Schenker zudem das Schulungspersonal zu entlasten sowie die Einarbeitungskosten zu senken.

Das PC-basierte Serious Game eines Verpackungsarbeitsplatzes basiert auf dem 3D-First-Person-Lernspiel „PickNick“, das für Lagerarbeiter/-innen entwickelt wurde [Schwede et al. 2017]. Es besteht aus sieben Level, die sich aus sechs Tutorials und einem abschließenden freien Spiel zusammensetzen. Die Tutorials bauen aufeinander auf und beinhalten: 1) Bedienung und Arbeitsplatz, 2) Totales Chaos, 3) SAP-Anmeldung, 4) Finde den Fehler, 5) Packen, 6) Auftrag abschließen. Im freien Spiel, das beliebig oft wiederholt werden kann, erfolgt die Anwendung des Gelernten (Abb. 1). Die auszuübenden Arbeitsschritte wurden sowohl auditiv über ein Headset als auch visuell über Hilfestellungen vorgegeben.



**Abbildung 1:** PC-basiertes Verpackungsspiel für DB Schenker (links: Übersicht der Levelauswahl, rechts: Verpackungsarbeitsplatz in der virtuellen Lernumgebung), Quelle: Fraunhofer IML

Den Release des PC-gestützten Serious Games am DB Schenker Standort Leipzig hat das Fraunhofer IML mit einer Studie zur Kognitiven Ergonomie begleitet. Die Stichprobe bestand aus 24 Teilnehmer/-innen (9 Frauen, 15 Männer; 12 % jünger als 25 Jahre, 21 % zwischen 25 und 34 Jahren, 17 % zwischen 35 und 44 Jahren, 25 % zwischen 45 und 54 Jahren, 25 % 55 Jahre und älter). Die Probanden setzten sich aus neuen Mitarbeiter/-innen von DB Schenker, Zeitarbeitskräften, die

einen Schnuppertag vor Ort verbrachten, und Planungsmitarbeiter/-innen von DB Schenker aus anderen Bereichen am Standort Leipzig zusammen.

Insgesamt waren die Ergebnisse der Evaluationsstudie sehr zufriedenstellend [Kretschmer, Schmidt et al. 2018]. Das PC-basierte Verpackungstraining wies im Durchschnitt eine gute Usability auf (SUS-Gesamtwert:  $M = 61,4$ ,  $SD = 13,2$ ). Auch die User Experience wurde über alle Subdimensionen hinweg positiv bewertet (Attraktivität:  $M = 1,4$ ,  $SD = 1,1$ ; pragmatische Qualität:  $M = 1,0$ ,  $SD = 1,3$ ; hedonische Qualität:  $M = 0,9$ ,  $SD = 1,5$ ), wobei auf Skalenebene Effizienz und Stimulation die geringsten Werte erreichten und im neutralen Bereich lagen. Die Teilnehmenden befanden sich in einem optimalen Beanspruchungsniveau – sie waren während des Trainings weder über- noch unterfordert (Globaler Workload:  $M = 33,2$ ,  $SD = 16,2$ ). Insgesamt wurde das Verpackungsspiel als realitätsnah, lernförderlich und motivierend eingestuft [Kretschmer, Schmidt et al. 2018]. Zudem gaben die Teilnehmer/-innen an, dass die im Verpackungsspiel integrierten Lernaspekte zu einem hohen Grad vermittelt wurden, das Training jedoch nicht mit noch mehr Wissen und Informationen angereichert werden sollte. Aus den Ergebnissen lässt sich schließen, dass ein hoher Lerneffekt und eine gesteigerte Motivation seitens der Teilnehmer/-innen begünstigt wurden. Darüber hinaus konnte die Einarbeitungsdauer neuer Mitarbeiter/-innen beim DB Schenker Standort in Leipzig von drei auf zwei Tagen verringert werden.

### 3.2 VR-gestütztes Serious Game eines Verpackungsarbeitsplatzes

Unter Verwendung eines HTC-Vive® Systems wurde am Fraunhofer IML ein erster Prototyp eines Virtual Reality-gestützten Serious Games eines Verpackungsarbeitsplatzes entwickelt. Im Zuge des Forschungsprojektes „Innovationslabor Hybride Dienstleistungen in der Logistik“ wurde eine Laborstudie mit 30 studentischen Probanden (50 % Männer; Alter:  $M = 25,5$ ;  $SD = 2,2$ ) am IML durchgeführt, um das Verpackungsspiel zu bewerten [Kretschmer, Bedarf et al. 2018; Kretschmer & Terharen 2018]. Zur Gewöhnung an die virtuelle Umgebung und zur Erklärung der Handhabung der eingesetzten Controller wurde allen Probanden zunächst das Steam® HTC-Vive® Tutorial dargeboten. Anschließend trainierten die Probanden den Packvorgang an einem stationären Verpackungsarbeitsplatz (Abb. 2). Die Arbeitsschritte wurden über ein Headset dargeboten.



**Abbildung 2:** VR-basiertes Verpackungsspiel (links: Proband während der Laborstudie, rechts: Virtuelle Trainingsumgebung, Quelle: Fraunhofer IML)

Die Ergebnisse der Studie verdeutlichen, dass die Usability der virtuellen Lernumgebung im Durchschnitt als gut eingeschätzt wurde (SUS-Gesamtwert:  $M = 71,8$ ,  $SD = 9,2$ ). Ebenso die User Experience wurde hinsichtlich der Subdimensionen Attraktivität ( $M = 1,7$ ,  $SD = 1,1$ ), pragmatische Qualität ( $M = 1,2$ ,  $SD = 0,5$ ) und hedonische Qualität ( $M = 1,6$ ,  $SD = 0,7$ ) als positiv bewertet. Im Detail erzielten die Skalen Effizienz und Verlässlichkeit die geringsten Werte, die aber noch positiv ausfielen. Der Workload der Probanden kann im Durchschnitt als moderat eingestuft werden (Globaler Workload:  $M = 30,1$ ,  $SD = 12,1$ ). Dem gegenüber wirkte die Verpackungstätigkeit im virtuellen Raum auf die Teilnehmer/-innen nur gering bis moderat motivierend [Kretschmer, Bedarf et al. 2018; Kretschmer & Terharen 2018].

#### 4. Zusammenfassung und Ausblick

Die Ergebnisse beider Studien implizieren, dass digitale Verpackungstrainings eine innovative Alternative bzw. Ergänzung für die klassische Einarbeitung sowie Um- und Nachschulungen von Mitarbeiter/-innen in der Intralogistik darstellen. Mittels digitaler Lernspiele können Lerninhalte wie Prozessverständnis oder Qualitätsbewusstsein flexibel vermittelt werden und bei Bedarf individuell auf den Lernenden abgestimmt werden. Durch den Einsatz von speziellen Spielelementen und deren Konfiguration kann die Motivation und der Lernerfolg der/des Trainierenden gesteigert werden. Auch die immersive Wirkung digitaler Lernumgebungen ist der Wissensvermittlung und der sich anschließenden Arbeitsleistung am realen Arbeitsplatz zuträglich.

Insgesamt wurde deutlich, dass die Probanden – im Gegenzug zum klassischen Frontalunterricht – in der Trainingssituation überwiegend positiv gestimmt waren. Die Teilnehmer/-innen berichteten während der PC- und VR-basierten Trainings keine Ermüdungserscheinungen und waren darüber hinaus entspannt und zufrieden.

In zukünftigen Forschungsvorhaben wird insbesondere die Gruppe der älteren Beschäftigten in den Blick genommen und untersucht, wie diese den Einsatz digitaler Medien zur Wissensvermittlung bewerten. Im Zuge des demografischen Wandels wird der Anteil älterer Personen auch im Lager weiter zunehmen. Digitale Lernspiele sollen den Anspruch haben, einen altersunabhängigen Qualifizierungsstandard zu gewährleisten. Daneben wird der fachliche Fokus nachfolgender Studien auf das Präsenzerleben der Nutzer in der virtuellen Realität gelegt. Weiterhin wird analysiert, welche Effekte die Immersionsneigung als ein Persönlichkeitsmerkmal auf Variablen der kognitiven Ergonomie hat.

#### 5. Literatur

- Abt CC (1971). *Ernste Spiele*. Köln: Kiepenheuer & Witsch.
- Arnab S, Lim T, Carvalho MB, Bellotti F, de Freitas S, Louchart S, Suttie N, Berta R, de Gloria A (2015). Mapping learning and game mechanics for serious games analysis. *British Journal of Educational Technology* 46 (2):391-411.
- Brooke J (1996). SUS: A quick and dirty usability scale. In: Jordan PW, Thomas B, Weerdmeester BA, & McClelland AL (Hrsg.), *Usability Evaluation in Industry*. London: Taylor and Francis.
- Clark DB, Tanner-Smith EE, Killingsworth SS (2016). Digital Games, Design, and Learning: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 86 (1):79-122.
- Deterding S, Khaled R, Nacke LE, Dixon D (2011). Gamification: Toward a Definition. In: CHI '11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. New York, USA: ACM.

- Deterding S, Sicart M, Nacke L, O'Hara K, Dixon D (2011). Gamification: Using Game Design Elements in Non-Gaming Contexts. In: CHI '11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. New York, USA: ACM.
- Hirsch-Kreinsen H (2016). Digitalisierung und Einfacharbeit. Bonn: Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik, Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Kretschmer V, Bedarf FM, Terharen A (2018). Virtual Training in der Intralogistik: Evaluation eines Virtual Reality-gestützten Serious Games eines Verpackungsarbeitsplatzes. In: 64. GfA-Frühjahrskongress, 21.-23. Februar 2018, Frankfurt am Main, Dortmund: GfA-Press.
- Kretschmer V, Schmidt M, Schwede Ch, Schäfer S, Müller G (2018). Spielerisch zum Trainingserfolg: Evaluationsstudie eines PC-basierten Serious Games für die Verpackungslogistik bei DB Schenker. Logistics Journal: Proceedings, Vol. 2018.
- Kretschmer V, Terharen A (2018). Serious Games in Virtual Environments: Cognitive Ergonomic Trainings for Workplaces in Intralogistics. In: Nunes IL (Ed) Advances in Human Factors and Systems Interaction. Proceedings of the AHFE 2018 International Conference on Human Factors and Systems Interaction, July 21-25, 2018. Orlando, Florida, USA: Springer, 266-274.
- Lamb RL (2016). Examination of the Effects of Dimensionality on Cognitive Processing in Science: A Computational Modeling Experiment Comparing Online Laboratory Simulations and Serious Educational Games. Journal of Science Education and Technology 25 (1):1-15.
- Lamb RL, Annetta L, 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.
- Laugwitz B, Held T, Schrepp M (2008). Construction and Evaluation of a User Experience Questionnaire. In: Holzinger A. (Hrsg.), HCI and Usability for Education and Work: Proceedings of the 4th Symposium of the Workgroup Human-Computer Interaction and Usability Engineering of the Austrian Computer Society, USAB 2008, November 20-21, 2008. Berlin, Heidelberg: Springer, 63-76.
- Matton N, Vrignaud C, Rouillard Y, Lemarié J (2018). Learning flight procedures by enacting and receiving feedback. Applied Ergonomics 70:253-259.
- Sabri H, Cowan B, Kapralos B, Porte M, Backstein D, Dubrowskie A (2010). Serious games for knee replacement surgery procedure education and training. Procedia Social and Behavioral Sciences 2 (2):3483-3488.
- Sailer M (2016). Die Wirkung von Gamification auf Motivation und Leistung. Empirische Studien im Kontext manueller Arbeitsprozesse. Wiesbaden: Springer.
- Schwede C, Schmidt M, Schmidt M (2017). Serious Gaming. Gamification in der Digitalen Weiterbildung für die Intralogistik. In: Henke M, Kaczmarek S (Hrsg.), Gamification in der Logistik. Effektiv und spielend zu mehr Erfolg. München: Huss-Verlag, 124-144.
- Staveland LE, Hart SG (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research. Advances in Psychology (52):139-183.
- Wilde M, Bätz K, Kovaleva A, Urhahne D (2009). Überprüfung einer Kurzskala intrinsischer Motivation (KIM). Testing a short scale of intrinsic motivation. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 15:31-45.



Gesellschaft für  
Arbeitswissenschaft e.V.

## **Arbeit interdisziplinär analysieren – bewerten – gestalten**

65. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Professur Arbeitswissenschaft  
Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme  
Technische Universität Dresden

Institut für Arbeit und Gesundheit  
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung

27. Februar – 1. März 2019

---

## **GfA-Press**

---

**Bericht zum 65. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 27. Februar – 1. März 2019**

**Professur Arbeitswissenschaft, Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme,  
Technische Universität Dresden;  
Institut für Arbeit und Gesundheit, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Dresden**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.  
Dortmund: GfA-Press, 2019  
ISBN 978-3-936804-25-6

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

**Schriftleitung: Matthias Jäger**

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Konferenzband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Konferenzband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

**Screen design und Umsetzung**

© 2019 fröse multimedia, Frank Fröse

[office@internetkundenservice.de](mailto:office@internetkundenservice.de) · [www.internetkundenservice.de](http://www.internetkundenservice.de)