

Spielerisch zum Trainingserfolg: Evaluationsstudie eines PC-basierten Serious Games für die Verpackungslogistik bei DB Schenker

Playfully to training success: Evaluation study of a PC-based serious game for packaging logistics at DB Schenker

Veronika Kretschmer¹, Michael Schmidt¹, Christian Schwede¹, Sabrina Schäfer², Gerald Müller²

¹Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Dortmund, Germany

²Schenker Deutschland AG, Logistics Product and Process Management, Frankfurt am Main, Germany

Einhergehend mit der zunehmenden Digitalisierung der Logistikbranche entstehen innovative virtuelle Methoden der Mitarbeiterqualifizierung. In dem folgenden Beitrag werden die Ergebnisse einer Evaluationsstudie eines PC-basierten Serious Games eines Verpackungsarbeitsplatzes vorgestellt, das für die Schenker AG in Leipzig/Deutschland entwickelt wurde und zu Trainingszwecken neuer Mitarbeiter/-innen eingesetzt wird. Die Ergebnisse der Studie sind äußerst zufriedenstellend: Sowohl die Usability als auch die User Experience bezogen auf das virtuelle Training werden als positiv bewertet. Die mentale Beanspruchung während des PC-Games ist moderat, die Probanden sind weder über- noch unterfordert. Insgesamt konnten die abgefragten Lernaspekte sehr gut vermittelt werden, junge sowie ältere Teilnehmer/-innen waren hoch motiviert. Die Kombination von Serious Games mit virtuellen Welten stellt ein neues Forschungsfeld dar und bietet eine moderne, effiziente Alternative zu klassischen Schulungsmethoden in der Intralogistik.

[Schlüsselwörter: Kognitive Ergonomie, virtuelles Training, Serious Games, Benutzerfreundlichkeit, Mensch-Maschine-Interaktion]

With the increasing digitalization of the logistics industry, innovative virtual methods of employee qualification are emerging. The following article presents the results of an evaluation study of a PC-based serious game of a packaging workplace that was developed for Schenker AG in Leipzig/Germany and is used for training purposes by new employees. The results of the study are extremely satisfactory: Both the usability and the user experience related to the virtual training are evaluated as positive. The mental workload during the PC game is moderate, the test persons are neither over- nor understrained. All in all, the learning aspects surveyed could be communicated very well; young and older participants were highly motivated. The combination of serious games with virtual worlds represents a new field of research and

offers a modern, efficient alternative to classical training methods in intralogistics.

[Keywords: Cognitive ergonomics, virtual training, Serious Games, usability, human-machine interaction]

1 HINTERGRUND

1.1 VIRTUELLE TRAININGS UND SERIOUS GAMING

Virtuelle Trainingsszenarien werden bereits in zahlreichen Branchen eingesetzt. Forschungsstudien implizieren, dass sich virtuelle Simulationen besonders in der Mitarbeiterqualifizierung eignen, um Wissen zu vermitteln, Fertigkeiten zu trainieren, zu bewerten und somit Fehler zu reduzieren. Aber auch in der Praxis selten auftretende Geschehnisse können dadurch kosten- und zeitsparend simuliert und trainiert werden. Mittels einer virtuellen Lernumgebung können arbeitsbezogene Situationen und Tätigkeiten nahezu realistisch wahrgenommen werden. Bisher kommen virtuelle Trainings- und Lernwelten vorwiegend in der Luftfahrtindustrie, in der Unterhaltungsindustrie, im medizinischen Bereich, in der motorischen Rehabilitation, im Bereich der Öl- oder Erdölexploration, bei der Automobilkonstruktion, bei professionellen Sporttrainings oder auch bei Sicherheitstrainings in der Bauindustrie vor [GYS17, Hol05, MPWLJ12].

Die spielerische Lernmethode eines „Serious Games“ stellt eine besondere Form des digitalen Wissenstransfers dar. Um den Lernerfolg zu erhöhen, werden spezielle Spielmechaniken und dazu passende Lernmechaniken eingesetzt [ALCB15]. In bisherigen Studienergebnissen wurde herausgefunden, dass Serious Games im Vergleich zu konservativen Lernmethoden, die nichtspielerisch sind, den Lernerfolg signifikant steigern können. Des Weiteren wird dargelegt, dass das digitale Game Design und die Komplexität der Interaktionen im Spiel mit den Lerneffekten zusammenhängen [CTSK16].

1.2 HUMANZENTRIERTE SICHT DER KOGNITIVEN ERGONOMIE

Einhergehend mit dem digitalen Wandel finden immer mehr Informations- und Kommunikationstechnologien ihren Weg in die Logistikbranche. Gerade im Bereich der Mitarbeiterqualifizierung werden virtuelle Trainings mit Gaming-Charakter entwickelt, um konservative zeitintensive Trainingsmethoden wie Frontalunterricht mit Power-Point-Folien abzulösen. Die zu Trainierenden können entweder am PC oder mit Virtual Reality-Brille beim Erlernen intralogistischer Prozesse und Vorgaben unterstützt werden und das erlernte Wissen in einer virtuellen Lernumgebung spielerisch testen. Hierdurch versprechen sich die Unternehmen nicht nur Zeit- und somit Kostenersparnis sondern auch eine nachhaltigere Wissensvermittlung durch ein innovatives Weiterbildungsformat. Die stationären Arbeitsplätze in der Verpackungslogistik lassen sich sehr gut in virtuelle Trainingsumgebungen umsetzen.

Mit Hilfe der Kognitiven Ergonomie – ein Forschungs- und Beratungsschwerpunkt am Fraunhofer IML – werden digitale Trainingsmethoden hinsichtlich verschiedener kognitiver Anforderungen bewertbar. Mittels Evaluierungsstudien wird der Mensch in den Blick genommen und untersucht, ob die modernen Trainingsmethoden für die breite Masse benutzerfreundlich, motivierend, lernförderlich und in einem optimalen Niveau mental beanspruchend sind [KT18]. In dem vorliegenden Beitrag wurde ein PC-basiertes Serious Game eines Verpackungsarbeitsplatzes bei DB Schenker am Standort Leipzig/Deutschland evaluiert.

1.3 MOTIVATION AUS UNTERNEHMENSICHT

Große Teile der Intralogistik weisen durch einfache und repetitive Arbeitsabläufe einen hohen Grad an Monotonie auf. Dies führt zwangsläufig zu Ermüdung und Unkonzentriertheit der Beschäftigten im fortschreitenden Verlauf des Arbeitstages und damit verbunden zu einer erhöhten Fehlerquote sowie einer Leistungsabnahme im Prozess. Dieser Umstand eröffnet neue Handlungsfelder für den gezielten Einsatz innovativer Lern- oder Trainingsmethoden, sodass die Leistungs- und Konzentrationsfähigkeit der Mitarbeiter/-innen nachhaltig gesteigert wird.

Eine dieser Methoden stellt ein PC-basiertes Serious Game dar, dass im Rahmen des DB Schenker Enterprise Lab for Logistics and Digitization – einer Kooperation des Fraunhofer Institutes für Materialfluss und Logistik IML und DB Schenker – entwickelt wurde. Das Serious Game soll die Leistungs- und Konzentrationsfähigkeit bereits im Einarbeitungsprozess nachhaltig sichern, um das Prozessverständnis, das Qualitätsbewusstsein und die Mitarbeitermotivation der Beschäftigten zu steigern und erhöhten Kosten für Fehler somit von Beginn an entgegenzuwirken.

Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Effizienzsteigerung der Verpackungs- und Kommissionierprozesse in der

Kontraktlogistik. Diese Teilprozesse werden von ca. 60 % der Mitarbeiter/-innen ausgeübt. Eine deutschlandweite unternehmensinterne Befragung der DB Schenker Geschäftsstellen hat insbesondere in diesen Bereichen große Potenziale in der Optimierung des Trainingsprozesses von neuen sowie bestehenden gewerblichen Mitarbeiter/-innen aufgezeigt. Dieser besteht in der Regel aus einer Trainingskombination von Frontalunterricht und Einarbeitung am Arbeitsplatz. Betreut durch ausgebildete Trainer findet im Anschluss an das viertägige Training eine Abnahmeprüfung statt.

Ziel ist es, durch den Einsatz des virtuellen Serious Games die Anlernphase um einen Tag zu verkürzen. Davon wiederum verspricht sich DB Schenker eine Entlastung des Schulungspersonals und eine steilere Lernkurve der neuen Mitarbeiter/-innen, wodurch die Einarbeitungskosten gesenkt werden können. Gleichzeitig wird das bestehende Trainingskonzept in Hinblick auf eine moderne Form des Lernens weiterentwickelt. Dies trägt sowohl der zunehmenden Problematik geeignete Mitarbeiter zu gewinnen Rechnung, als auch der Tatsache, dass heutzutage Trainingsinhalte eher interaktiv und visuell übermittelt werden. Mit diesem Konzept strebt DB Schenker an, seine Position als attraktiver und innovativer Arbeitgeber weiter zu etablieren und dadurch nachhaltige Wettbewerbsvorteile zu sichern.

2 ENTWICKLUNG DES VIRTUELLEN VERPACKUNGSTRAININGS FÜR DB SCHENKER

2.1 DB SCHENKER ENTERPRISE LAB FOR LOGISTICS AND DIGITIZATION

Die Entwicklung und Evaluation des hier im Fokus stehenden Serious Game zum Training von Beschäftigten der Verpackung ist im Rahmen des DB Schenker Enterprise Lab for Logistics and Digitization entstanden. Das Lab bildet einen strategischen Kooperationsrahmen zwischen der DB Schenker AG und dem Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML. Innerhalb dieses Rahmens werden kontinuierlich Projekte durchgeführt, mit dem Ziel innovative Logistiklösungen und Prozessinnovationen hervorzuheben. Die vorliegenden Arbeiten sind dem Arbeitsschwerpunkt „Gamification“ zuzuordnen. Die Arbeitsgruppe verfolgt das Ziel, sowohl operative als auch Lernprozesse durch den Einsatz von Spielelementen zu optimieren. Das vorliegende Serious Game ist in enger Kooperation von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Logistikzentrum Auslandswerkeversorgung Leipzig (LZA), dem Effizienz- und Prozessmanagement von DB Schenker Deutschland sowie dem Fraunhofer IML in mehreren Iterationsstufen entwickelt und schließlich evaluiert worden. Weitere Themen des Enterprise Labs sind z. B. die Entwicklung simulationsbasierter Assistenzsysteme für die Einlastung von Sendungen und die Planung des Personaleinsatzes in Logistikzentren, kamerabasierte Lösungen zur

Optimierung innerbetrieblicher Materialflüsse oder die (Weiter-)Entwicklung der DB Schenker IoT-Plattform.

2.2 BESCHREIBUNG DES VIRTUELLEN TRAININGS

Das hier entwickelte Serious Game basiert auf dem Lernspiel PickNick [SSS17]. PickNick ist ein 3D-First-Person-Lernspiel für Lagerarbeiter/-innen. Es wurde von Mitarbeiter/-innen des Fraunhofer IML in Dortmund entwickelt. Im Rahmen von PickNick übernehmen Lernende die Rolle des Pickers Nick (Picker = engl. für Kommissionierer). In der First-Person-Perspektive taucht der Spieler in die zu erlernende Logistikwelt ein und baut hier schrittweise neben den Grundlagen Prozess- und Qualitätsverständnis auf. Das Erlernen bestimmter Eingabegeräte, die in der Intralogistik geläufig sind (Eingabemaschinen von Warehouse Management Systemen, Handhelds, Smart Devices, Scanner, Pick-by-Voice, etc.), ist ebenfalls Teil des Konzeptes.

Aufbauend auf dieser Grundlage wurde für DB Schenker ein PC-basiertes Serious Game eines Verpackungsarbeitsplatzes entwickelt. In insgesamt sieben Leveln (Sechs Tutorials und dem freien Spiel) erlernt der Spielende die Verpackungsprozesse bei DB Schenker (Abb. 1). Die Tutorials bauen aufeinander auf und vermitteln schrittweise die notwendigen Kenntnisse, um das freie Spiel am Ende zu meistern. Besondere Anforderungen waren hierbei eine (1) einfache Bedienung, (2) Ausführbarkeit auf Standard-Hardware der existierenden Trainingsräume und (3) ein selbsterklärender Ablauf. Das Spiel wurde entsprechend als PC-Variante entwickelt, wobei (außerhalb von Texteingaben) die Maussteuerung die einzige Steuerungsmöglichkeit darstellt. Dies ist insbesondere deshalb möglich, da die Tätigkeit am Verpackungsarbeitsplatz im Wesentlichen stationär erfolgt. Aus Erfahrungen mit PickNick konnte abgeleitet werden, dass viele Menschen Schwierigkeiten mit der Steuerung der freien Bewegung im Raum mittels Tastatur oder Gamepad haben.

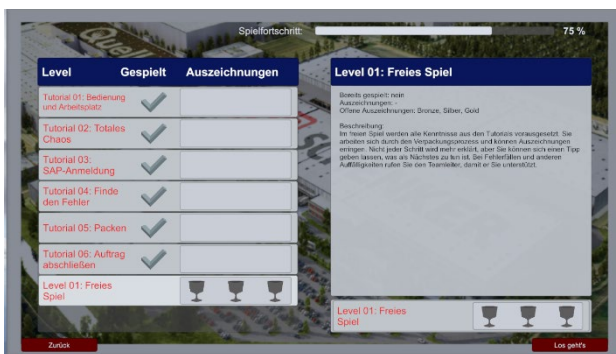


Abbildung 1. Levelübersicht und -auswahl in dem virtuellen Verpackungstraining

Die Tutorials folgen alle einem einheitlichen Grundmuster: Nach einer gesprochenen Einführung werden dem Spielenden konkrete Anweisungen erteilt, die je nach Aufgabe durch Videos oder gesprochene Sprache erläutert

werden. Korrekte Handlungen führen zu einem Fortschritt, welcher dem Spieler transparent gemacht wird. Zum Ende des Tutorials erfolgt eine Abschlussbilanz. Nachdem im ersten Tutorial die grundlegende Steuerung am Verpackungsarbeitsplatz erläutert und ausprobiert werden darf, wird der eigentliche Arbeitsprozess in den weiteren Tutorials erläutert. Grundlagen der Ordnung am Arbeitsplatz, das Bedienen der SAP-Maske, das Entnehmen und Prüfen der zu verpackenden Teile, das Verpacken anhand von Packvorschriften und die Etikettierung werden nacheinander erläutert und vom Spielenden virtuell durchgeführt. Da in den Tutorials neben der Erläuterung auch aktiv gehandelt werden muss, ist der Prozess des Lernens intensiver. Im freien Spiel darf der Spielende das Gelernte anwenden – vorerst ohne Hilfestellung oder Erläuterung, die aber bei Bedarf aufgerufen werden kann (Abb. 2). Je nachdem wie stark die Hilfe in Anspruch genommen wird bzw. wie fehlerfrei der Prozess durchlaufen wird, erhält der Spielende am Ende eine Auszeichnung in Bronze, Silber oder Gold. Das freie Spiel darf beliebig oft wiederholt werden.



Abbildung 2. Virtueller Verpackungsarbeitsplatz in dem PC-basierten Serious Game

3 EVALUATIONSTUDIE ZUR KOGNITIVEN ERGONOMIE

Das im Rahmen des DB Schenker Enterprise Labs am Fraunhofer IML entwickelte PC-basierte Serious Game wurde am DB Schenker Standort Leipzig/Deutschland dahingehend evaluiert, ob es sich als zukünftiger Einarbeitungsstandard für neue Mitarbeiter/-innen im Verpackungsbereich eignet. Zum einen wurde analysiert, ob Prozessstandards ausreichend vermittelt werden, ein einheitlicher Wissensstand garantiert wird und ob das Training lernförderlich, motivierend und kognitiv ergonomisch ist.

3.1 STICHPROBE

Die Stichprobe umfasste 24 Teilnehmer/-innen (15 männlich, 9 weiblich), die sich aus 17 neuen Mitarbeiter/-innen von DB Schenker, 5 Zeitarbeitskräften, die einen Schnuppertag vor Ort verbrachten, und 2 Planungsmitarbeiter/-innen von DB Schenker aus anderen Bereichen am

Standort Leipzig zusammensetzten. Bei den befragten Probanden waren verschiedene Altersgruppen vertreten: 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. Der höchste Schulabschluss der Teilnehmer/-innen spiegelt ein breites Bildungsspektrum wider. Die Mehrheit der Befragten gab an, einen Hauptschulabschluss oder einen Abschluss der Polytechnischen Oberschule zu besitzen. Weitere erreichte Abschlüsse waren die Fachhochschulreife, die allgemeine Hochschulreife und der Realschulabschluss.

3.2 BEFRAGUNGSMETHODEN

Nachdem die Probanden das virtuelle Verpackungstraining absolvierten, füllten sie verschiedene validierte Fragebögen zu relevanten Aspekten Kognitiver Ergonomie wie z. B. Usability, User Experience, Technikaffinität, psychischer Befindlichkeit, Motivation und Immersionserleben aus. Die Tabelle 1 gibt einen Überblick über die eingesetzten validierten Befragungsmethoden.

Tabelle 1. Eingesetzte Befragungsmethoden der Evaluierungsstudie

Konzept	Fragebogen
Technologieakzeptanz/-bereitschaft	Potenzielle Bedrohung, Notwendigkeit des Technikeinsatzes [MK04], Kurzskala Technikbereitschaft (TB) [NFG16]
Benutzerfreundlichkeit	System Usability Scale (SUS) [Bro96]
Informationsbereitstellung	Bildschirm-Fragebogen (BiFra) [ASER98]
Befindlichkeit	Der Mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen (MDBF) [SSNE97], Visual Analogue Scale (VAS) [BG96]
Immersion	Technology Usage Inventory (TUI) [KFHKGK12]
Nutzungserlebnis	User Experience Questionnaire (UEQ) [LHS08]
Mentale Arbeitsbeanspruchung	NASA-Task Load Index (TLX) [SH88]
Intrinsische Motivation	Kurzskala intrinsischer Motivation (KIM) [WBKU09]

Im Anschluss wurden halbstandardisierte Interviews mit den Probanden durchgeführt, um Vor- und Nachteile wie

auch Verbesserungsvorschläge bzgl. des PC-Games zu erfragen. Auch während oder nach dem virtuellen Verpackungstraining auftretende körperliche Beschwerden wurden ermittelt.

4 FRAGEBOGEN- UND INTERVIEWERGEBNISSE

Im Folgenden sind die deskriptiven Ergebnisse der validierten Befragungsinstrumente zu den in Tabelle 1 aufgelisteten Konzepten beschrieben. Die Interviewergebnisse wurden mittels sog. Word Clouds (engl. für Schlagwortwolke) ausgewertet.

4.1 TECHNOLOGIEAKZEPTANZ UND -BEREITSCHAFT

Die Einstellung der Teilnehmer/-innen gegenüber neuen Technologien ist im Durchschnitt positiv. Dies zeigt sich darin, dass der Notwendigkeit neuer Technologien zugestimmt wird ($M = 3,7$, $SD = 0,5$) und die gefühlte Bedrohung durch Technik gering ausfällt ($M = 2,3$, $SD = 0,7$). Ebenso die Technologiebereitschaft erreicht im Durchschnitt hohe Werte: die Akzeptanz der Probanden gegenüber moderner Technologien ($M = 3,4$, $SD = 0,8$) wie auch die Technikkompetenzüberzeugung ($M = 3,9$, $SD = 1,0$) werden hoch bewertet.

4.2 BENUTZERFREUNDLICHKEIT

Die Gebrauchstauglichkeit (sog. Usability) des PC-Trainings wurde von den Probanden im Durchschnitt als gut bewertet ($M = 61,4$, $SD = 13,2$). Die subjektiven Einschätzungen der Benutzerfreundlichkeit variierten von „okay“ (SUS-Gesamtwert $Min = 42,5$) bis „exzellent“ (SUS-Gesamtwert $Max = 85,0$) [BMK09]. Des Weiteren beurteilten die Teilnehmer/-innen die Informationsdarstellung im Durchschnitt als gut bzw. sehr gut (Alle erforderlichen Informationen dargestellt: $M = 2,8$, $SD = 1,0$; Unterstützung durch Anweisungen/Hilfestellungen: $M = 3,3$, $SD = 0,6$; In der Lage sein, am realen Arbeitsplatz zu arbeiten: $M = 2,6$, $SD = 1,1$).

4.3 NUTZUNGSERLEBNIS

Die Probanden befanden sich trotz der Trainingssituation in einem entspannten, wachen und zufriedenen Befindlichkeitszustand (entspannt – angespannt: $M = 36,9$, $SD = 24,2$; wach – schläfrig: $M = 38,9$, $SD = 24,7$; zufrieden – unzufrieden: $M = 35,9$, $SD = 19,8$).

Die Nutzererfahrung (sog. User Experience) wurde mit einem gleichnamigen Fragebogen gemessen bestehend aus sechs Dimensionen: Attraktivität, Durchschaubarkeit, Effizienz, Steuerbarkeit, Stimulation und Originalität (Abb. 3). Die Dimensionen können zu drei Oberkategorien zusammengefasst werden: Attraktivität, pragmatische Qualität (Durchschaubarkeit, Effizienz, Steuerbarkeit) und hedonische Qualität (Stimulation, Originalität). Pragmati-

sche Qualität oder auch Benutzungsqualität genannt bewertet die aufgabenbezogenen Aspekte des PC-basierten Trainings, während die hedonische Qualität die nicht aufgabenbezogene Designqualität umfasst. Alle drei Kategorien wurden im Durchschnitt als positiv eingestuft. Die Attraktivität des PC-Games wurde im Vergleich zu den anderen Einzeldimensionen und Oberkategorien am besten bewertet ($M = 1,4$, $SD = 1,1$). Die Mittelwerte der pragmatischen Qualität ($M = 1,0$, $SD = 1,3$) und der hedonischen Qualität ($M = 0,9$, $SD = 1,5$) waren ebenfalls im positiven Bereich und vergleichbar groß. Bei den einzelnen Dimensionen erzielten Effizienz und Stimulation die geringsten Werte, diese sind als neutral zu interpretieren.

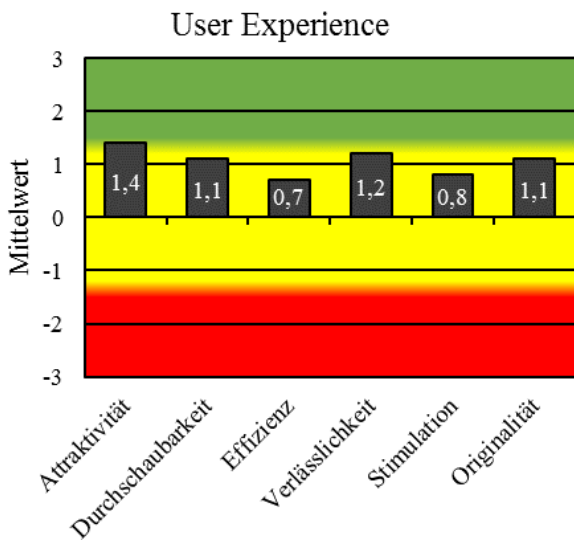


Abbildung 3. Mittelwerte der Dimensionen der User Experience entsprechend des UEQ-Fragebogens ($N = 24$, eigene Berechnungen)

Das Immersionserleben, d. h. das Eintauchen in die virtuelle Trainingswelt, wurde im Durchschnitt als moderat bewertet (Die Welt um einen herum vergessen: $M = 3,9$, $SD = 2,2$; Gefühl, die Situation wirklich zu erleben: $M = 4,0$, $SD = 2,0$). Dies stellt für ein PC-basiertes Training ein sehr gutes Ergebnis dar, da Immersion in der Regel bei Virtual Reality-Umgebungen erfragt wird.

4.4 MENTALE ARBEITSBEANSPRUCHUNG

Die mentale Gesamtbeanspruchung (sog. Globaler Workload) während des PC-Trainings wurde im Durchschnitt als moderat eingeschätzt ($M = 33,2$, $SD = 16,2$) (Abb. 4). Die Teilnehmer/-innen befanden sich in einem optimalen Beanspruchungsniveau. Der NASA TLX-Fragebogen erfasst sechs Dimensionen der Arbeitsbeanspruchung: Geistige Anforderungen, Körperliche Anforderungen, Zeitliche Anforderungen, Anstrengung, Frustration und Leistung.

Die Dimensionen zeitliche und geistige Anforderungen erreichten die größten Werte (Abb. 4). Die Ergebnisse implizieren, dass die Probanden einen leichten Zeitdruck während des PC-basierten Trainings empfanden ($M = 47,4$, $SD = 17,1$). Die geistige Anstrengung bei der Informationsaufnahme und -verarbeitung war ebenso leicht erhöht ($M = 44,5$, $SD = 25,5$). Die gefühlte Anstrengung während des virtuellen Verpackungstrainings war optimal ($M = 37,1$, $SD = 25,2$). Es wird somit ersichtlich, dass die Probanden sich weder unter- noch überbeansprucht fühlten, um die Lernaufgaben am PC zu erfüllen. Die wahrgenommene Frustration ($M = 24,8$, $SD = 21,8$) und die aufgebrachte körperliche Aktivität ($M = 17,7$, $SD = 16,1$) während des Trainings

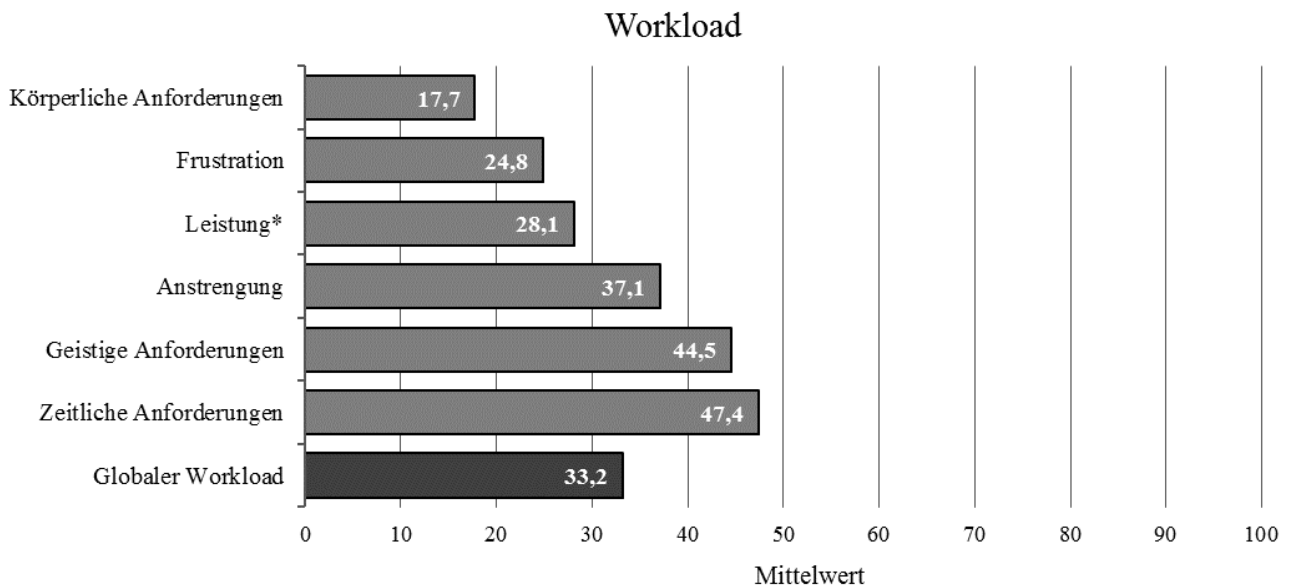


Abbildung 4. Mittelwerte der Dimensionen des Workloads entsprechend des NASA TLX-Fragebogens ($N = 24$, eigene Berechnungen, *Antwortformat gut – schlecht)

wurden als gering eingestuft. Die selbsteingeschätzte Leistung beim PC-Game war insgesamt als gut zu werten ($M = 28,1$, $SD = 26,9$).

4.5 INTRINSISCHE MOTIVATION

Die Kurzskaala zur Messung der intrinsischen Motivation setzt sich aus den Dimensionen Interesse bzw. Vergnügen, wahrgenommene Kompetenz und Wahlfreiheit als positive Einflussfaktoren intrinsischer Motivation zusammen. Interesse bzw. Vergnügen ($M = 2,8$, $SD = 1,1$) und die wahrgenommene Kompetenz ($M = 2,7$, $SD = 1,0$) wiesen hohe Mittelwerte auf. Die subjektive Wahlfreiheit fiel aufgrund der Tutorials des Serious Games erwartungsgemäß eher gering aus ($M = 1,8$, $SD = 1,1$). Die Anspannung bzw. der empfundene Druck der Probanden gilt als negativer Indikator von intrinsischer Motivation und hängt maßgeblich von der Wahlfreiheit ab [WBKU09]. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass sich die Teilnehmer/-innen trotz der herabgesetzten Wahlfreiheit kaum unter Druck gesetzt fühlten ($M = 1,3$, $SD = 1,3$).

4.6 INTERVIEWERGEBNISSE

Mittels eines halbstandardisierten Interviews wurde eine Teilstichprobe von 13 Teilnehmer/-innen befragt, was ihnen besonders bei der Nutzung des virtuellen Verpackungstrainings gefallen hat und welche Schwierigkeiten und Problempunkte sie gesehen haben bzw. ob es Verbesserungsvorschläge gibt. Weiterhin wurden körperliche Beschwerden während oder nach der Nutzung des PC-Games ermittelt. Die Ergebnisse der offenen Fragen sind im Folgenden in Form von Word Clouds dargestellt.

Die Probanden äußerten insgesamt fast doppelt so viele positive (33 Nennungen) wie negative Aspekte (16 Nennungen). Positiv hervorgehoben wurde vor allem die Sprachausgabe (8 Nennungen), die Verständlichkeit (7 Nennungen), die Art der Wissensvermittlung in den Tutorials und der innovative, zeitgemäße Charakter des PC-Games (jeweils 5 Nennungen) (Abb. 5).



Abbildung 5. Word Cloud der positiven Aspekte des virtuellen Verpackungstrainings ($N = 13$)

Von einigen wenigen Teilnehmer/-innen wurde positiv hervorgehoben, dass die Möglichkeit bestand, Fehler zu machen (3 Nennungen) und dass das Training als praxisnah empfunden wurde (1 Nennung). Sowohl das Bilddesign

des virtuellen Trainings als auch die Bedienung am PC stießen auf positive Resonanz einiger Probanden (2 Nennungen).

Dem entgegen standen vor allem Probleme bei der Bedienung (5 Nennungen) – das Aufnehmen und Ablegen von Gegenständen war für einige Teilnehmer/-innen schwierig zu handhaben (Abb. 6). Die synthetische, monotone Stimme der Audioansage und ein fehlendes Feedback nach Erledigung der gestellten Aufgaben wurden gleich häufig als negativ gewertet (jeweils 3 Nennungen). Daneben war für wenige Personen die Tastenbelegung unklar (2 Nennungen), die Informationsdichte von gleichzeitiger Text- und Audioanweisung zu hoch (2 Nennungen) und der Bildschirm zu klein (1 Nennung).



Abbildung 6. Word Cloud der negativen Aspekte des virtuellen Verpackungstrainings ($N = 13$)

Abbildung 7 verdeutlicht, dass bei der Mehrheit der Probanden keine körperlichen Beschwerden auftraten (10 Nennungen). Eine Überanstrengung der Augen (3 Nennungen) sowie eine auftretende Migräne (1 Nennung) wurden von einigen Probanden nach Absolvierung des PC-Spiels aufgezählt.



Abbildung 7. Word Cloud der körperlichen Beschwerden während des bzw. nach dem virtuellen Verpackungstrainings ($N = 13$)

5 DISKUSSION UND AUSBLICK

5.1 ZUSAMMENFASSUNG

Die Ergebnisse der Evaluationsstudie des virtuellen Verpackungstrainings waren insgesamt überaus zufriedenstellend: Die Usability des PC-Games bekam eine insgesamt gute und die Informationsdarstellung sogar eine sehr

gute Bewertung. Die verschiedenen vermittelten Lernaspekte wurden laut retrospektiver Einschätzung der Teilnehmer/-innen in einem hohen Ausmaß vermittelt. Die User Experience der Probanden fiel über alle Subdimensionen hinweg positiv aus. Die Resultate sprechen für einen hohen Lerneffekt seitens des PC-Games. Darüber hinaus fühlten sich die Teilnehmer/-innen während des virtuellen Trainings weder über- noch unterfordert. Dies geht mit der eingeschätzten Befindlichkeit während der Trainingssituation einher, denn die Probanden fühlten sich entspannt, zufrieden und wiesen keine Ermüdungserscheinungen auf.

Die Ergebnisse implizieren, dass das PC-basierte Serious Game als lernförderlich und motivierend eingestuft werden kann – unabhängig von Alter oder Bildungsstand der Benutzer. Eine höhere Verdichtung von Wissen und Informationen in dem virtuellen Verpackungstraining sollte jedoch vermieden werden.

5.2 THEORETISCHE IMPLIKATION

Virtuelle Trainings wie das in diesem Beitrag untersuchte PC-basierte Serious Game schaffen innovative Lernumgebungen als Alternative zu den klassischen Schulungsstandards in der Intralogistik. Lerninhalte wie Qualitätsbewusstsein und Prozessverständnis können auf eine lernförderliche und motivierende Art und Weise vermittelt werden ohne den Lernenden dabei zu über- oder unterfordern.

Mittels virtueller Qualifizierungsmethoden kann individuell auf den Lernenden eingegangen, implizites Wissen vermittelt, selten auftretende Arbeitssituationen simuliert, Schulungsergebnisse verglichen oder auch die Sensomotorik des Lernenden gefördert werden. Die Verknüpfung von Serious Games mit virtuellen Welten ist ein am Fraunhofer IML neues Forschungsfeld, welches auch zukünftig verstärkt in den Blick genommen wird.

5.3 PRAKTISCHE IMPLIKATION

Das PC-basierte Serious Game stellt eine geeignete Lernmethode dar, um das Motivations-, Konzentrations- und Schulungsverhalten der Mitarbeiter/-innen nachhaltig zu steigern. Dabei haben erste Testläufe und die Evaluationsstudie gezeigt, dass neben den anzulernenden Mitarbeitern auch insbesondere die Trainer einen großen Gefallen an der ergänzenden Trainingsmethode gefunden haben. Diese können nun auf die ausgewerteten Fehler gezielter reagieren und die Trainingsgruppe dadurch bei der Anlernung individueller unterstützen. Die Akzeptanz der Trainer hatte eine immense Bedeutung, um die Mentalität des spielerischen Lernens bei DB Schenker auf allen Unternehmensebenen erfolgreich zu etablieren und das im ersten Kapitel beschriebene Ziel zu erreichen.

Aufgrund der gegebenen Flexibilität ist das virtuelle Training auch für Um- und Nachschulungen in der Verpackung einsetzbar. Des Weiteren besteht die Möglichkeit

das Spiel auch auf andere Bereiche wie beispielsweise Großpackbereich, Kommissionierprozesse, Staplertraining oder Arbeitssicherheitsunterweisungen, auszuweiten. Bei einem deutschlandweiten Roll-Out des Spiels können somit unternehmensinterne Best-Practice-Prozesse an andere Standorte vermittelt werden, um einen Beitrag zur Etablierung eines unternehmensweiten Standards zu leisten.

Neben der PC-basierten Version möchte DB Schenker auch andere Trainingstools wie beispielsweise eine Virtual Reality- oder App-Version für das Tablet oder Smartphone nutzen, um flexibler und individueller auf die Anzahl und Bedürfnisse der anzulernenden Mitarbeiter reagieren zu können. Entsprechende Initiativen in dieser Richtung wurden getreu dem Motto von John Cage: „I can't understand why people are frighened of new ideas. I'm frighened of the old ones.“ [Kos88], gestartet.

LITERATUR

- [ALCB15] Arnab, S.; Lim, T.; Carvalho, M. B.; Bellotti, F.; de Freitas, S.; Louchart, S.; Suttie, N.; Berta, R.; de Gloria, A.: Mapping learning and game mechanics for serious games analysis. *British Journal of Educational Technology*, 46(2), 2015, S. 391-411
- [ASER98] ASER: BiFra - Bildschirm-Fragebogen. Ein Beurteilungsinstrument für Bildschirmarbeitsplätze zur Umsetzung des Arbeitsschutzgesetzes und der Bildschirmarbeitsverordnung. Wuppertal, Institut ASER, 1998
- [BG96] Brunier, G.; Graydon, J.: A comparison of two methods of measuring fatigue in patients on chronic haemodialysis: Visual Analogue versus Likert Scale. *International Journal of Nursing Studies* 33, 1996, S. 338-348
- [Bro96] Brooke, J.: SUS: A quick and dirty usability scale. In: P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, & A. L. McClelland (Hrsg.), *Usability Evaluation in Industry*. London, Taylor and Francis, 1996
- [CTSK16] Clark, D. B.; Tanner-Smith, E. E.; Killingsworth, S. S.: Digital Games, Design, and Learning: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Review of educational research*, 86(1), 2016, S. 79-122
- [GYS17] Guo, H.; Yu, Y.; Skitmore, M.: Visualization technology-based construction safety management: A review. *Automation in Construction*, 73, 2017, S. 135-144

- [Hol05] Holden, M. K.: Virtual Environments for Motor Rehabilitation: Review. *CyberPsychology & Behavior*, 8(3), 2005, S. 187-211
- [KFHKK12] Kothgassner, O. D.; Felnhofer, A.; Hauk, N.; Kasthofer, E.; Gomm, J.; Kryspin-Exner, I.: TUI: Technology Usage Inventory. Fragebogen und Manual. Wien, FFG, 2012
- [Kos88] Kostelanetz, R.: *Conversing with Cage* (second ed., 2003), a collage of interviews with John Cage, 1988
- [KT18] Kretschmer, V.; Terharen, A.: Serious Games in Virtual Environments: Cognitive Ergonomic Trainings for Workplaces in Intralogistics. In: Ahram, T. Z. (Hrsg.), *Advances in Human Factors in Wearable Technologies and Game Design: Proceedings of the AHFE 2018 International Conferences on Human Factors and Wearable Technologies, and Human Factors in Game Design and Virtual Environments*, July 21–25 2018, Orlando, Florida, USA, 2018. – ISBN 978-3-319-94619-1, S. 266-274
- [LHS08] Laugwitz, B.; Held, T.; Schrepp, M.: Construction and Evaluation of a User Experience Questionnaire. In: A. Holzinger (Hrsg.), *HCI and Usability for Education and Work: 4th Symposium of the Workgroup Human-Computer Interaction and Usability Engineering of the Austrian Computer Society*, USAB 2008, Graz, Austria, November 20-21, 2008. Proceedings. Berlin, Heidelberg, Springer, 2008. – ISBN 978-3-540-89350-9, S. 63-76
- [MK04] Mollenkopf, H., Kaspar, R.: Technisierte Umwelten als Handlungs- und Lebensräume älterer Menschen. In: G. M. Backes, W. Clemens & H. Kühnemund (Hrsg.), *Lebensformen und Lebensführung im Alter*. Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2004, S. 193-221
- [MPWLJ12] Miles, H. C.; Pop, S. R.; Watt, S. J.; Lawrence, G. P.; John, N. W.: A review of virtual environments for training in ball sports. *Computers & Graphics*, 36 (6), 2012, S. 714-726
- [NFG16] Neyer, F. J. J.; Felber, J.; Gebhardt, C.: Kurzsкала Technikbereitschaft (TB, technology commitment) (ZIS - Zusammenstellung sozialwissenschaftlicher Items und Skalen, Hrsg.), 2016
- [RKK17] Rinkenauer, G.; Kretschmer, V.; Kreutzfeldt, M.: Kognitive Ergonomie in der Intralogistik. *Future Challenges in Logistics and Supply Chain Management*, Ausgabe 2, 2017
- [SH88] Staveland, L. E.; Hart, S. G.: Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research. *Advances in Psychology* 52, 1988, S. 139-183
- [SSNE97] Steyer, R., Schwenkmezger, P., Notz, P., Eid, M.: *Der Mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen (MDBF)*. Handanweisung. Göttingen, Hogrefe, 1997
- [SSS17] Schwede, C.; Schmidt, M.; Schmidt, M.: 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, 2017, S. 124-144
- [WBKU09] Wilde, M.; Bätz, K.; Kovaleva, A.; Urhahne, D.: Überprüfung einer Kurzsкала intrinsischer Motivation (KIM). Testing a short scale of intrinsic motivation. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 2009, S. 31-45
-
- Dipl.-Psych. Veronika Kretschmer**, Forscherin und Projektleitung “Kognitive Ergonomie” in der Abteilung Intralogistik und -IT Planung am Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML in Dortmund.
- Veronika Kretschmer wurde 1985 im Vogtland/Sachsen, Deutschland geboren. Zwischen 2003 und 2009 studierte sie den Diplomstudiengang Psychologie an der Technischen Universität Chemnitz. Von 2009 bis 2014 promovierte sie am Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund (IfADo) in Dortmund.
- Adresse: Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Joseph-von-Fraunhofer-Str. 2-4, 44227 Dortmund, Tel.: +49 231 9743 289, Fax: +49 231 9743 162, E-Mail: veronika.kretschmer@iml.fraunhofer.de