

Games for Health

Herausforderungen einer sachgerechten Entwicklung von Lernspielen am Beispiel von *SanTrain*

Marko Hofmann, Manuela Pietraß, Christiane Eichenberg, Julia Hofmann, Alexandros Karagkasidis, Cornelia Küsel, Axel Lehmann, Silja Meyer-Nieberg & Patrick Ruckdeschel

Abstract: Serious Games are often employed in the health sector. Games for health, e.g., for diagnostic purpose, education, and training, are used to address tasks as diverse as rehabilitation, cancer awareness, and understanding of or coping with psychological disorders. One important area in which Serious Games play an important role is education, training, and learning, which is the focus of the present paper. A challenge in the development of Serious Games is the interdisciplinary nature of the project itself. Medical experts, social scientists, computer scientists, and artists need to work together from the early stages of the project on to the development of a game concept. Working with an interdisciplinary team presents advantages and challenges. Bringing together experts from various disciplines ensures using state-of-the-art techniques and offers fresh perspectives. On the other hand, a common terminology and a usable workflow have to be established. This article focuses on the development and the lessons learned from the serious game *SanTrain*, which aims at the first responder training of the German Federal Armed Forces.

Keywords: Serious Games; Medical Training; Simulation; Game Design; First Aid

Schlagworte: Serious Games; Medizinische Ausbildung; Simulation; Spieldesign; Erste Hilfe

1. Einleitung

Viele gesellschaftliche Bereiche sind heute bereits durch digitale Technik verändert; dazu zählt die Entwicklung von neuen Ausbildungsformen wie die Vermittlung von Wissen durch Serious Games. Der Gesundheitsbereich ist eines der wichtigsten Anwendungsfelder für diese Spiele (Breuer und Tolks 2018), hier insbesondere in den Bereichen Prävention, Gesundheitsförderung und Medizin-

wissen (Tolks, Dadaczynski und Horstmann 2018). Vor allem die Erste-Hilfe-Ausbildung, die eine hohe gesellschaftliche Relevanz hat, scheint ein geeignetes Feld für den Einsatz von Serious Games zu sein, um die Ausbildung und das Training zu unterstützen. Die Vorteile von Serious Games liegen darin, die Darstellung komplexer Szenarien aus der Realität (wie Einsatzszenarien) anhand von Simulationen effizienter zu gestalten. Ein weiterer Vorteil ist, dass vor allem für eine Ausbildung im medizinischen Bereich Verwundungen wie auch taktische Elemente in einem Spiel gut dargestellt, Wissensinhalte anschaulich vermittelt werden können und ebenso häufige Wiederholungen von Übungen leicht umsetzbar sind. Um die Annahme einer Steigerung eines Trainingseffektes im Rahmen der Ausbildung der Ersten Hilfe im Einsatz zu prüfen, führt die Universität der Bundeswehr München im Auftrag der Bundeswehr eine Forschungsstudie über den Einsatz neuer Medien zur Unterstützung des sanitätsdienstlichen Trainings durch und entwickelt im Rahmen dieser Studie das Serious Game *SanTrain* als Demonstrator¹ (2011-2019, Projektverbund *SanTrain*). Das bedeutet, dass das Spiel zu Forschungszwecken entwickelt wurde und dass es für Erhebungszwecke genutzt wird, aber nicht offiziell als Spiel zur Verfügung steht. Gründliche Analysen der zentralen Anforderungen im Zuge des *SanTrain*-Projektes an eine, bisherige Ausbildungsformen ergänzende, sanitätsdienstliche Lern-/Trainingsumgebung haben ergeben, dass eine moderne Trainingsumgebung mit verfügbaren Technologien und mediendidaktischen Konzepten umgesetzt werden kann. Interviews mit Ausbildern² und Einsatzersthelfern im Rahmen von *SanTrain* haben gezeigt, dass sie erwarten, dass die Anwendung von Serious Games motiviert und gut akzeptiert wird, Spielfaszination auslöst und bessere Trainingsergebnisse erzielt werden. Das Potenzial für einen erfolgreichen Einsatz dieser Methode in der militärischen, aber auch der zivilen rettungsmedizinischen Ausbildung ist aufgrund der hohen Motivation vorhanden, wie auch das Interesse an der Implementierung/Adaption der Spielidee in andere (zivile) Einsatzfelder zeigt. Die derzeitige Zielgruppe der *SanTrain*-Studie, die Einsatzersthelfer Bravo (Soldaten, die in der qualifizierten Verwundetenversorgung im Gefecht ausgebildet sind), soll möglichst effizient und effektiv in der Ersten Hilfe im Einsatz ausgebildet sein. Die Erste Hilfe im Einsatz (siehe Goforth und Antico 2016) basiert auf dem US-ameri-

1 Demonstrator beschreibt im Kontext von *SanTrain*, dass im Rahmen des *SanTrain*-Projektes gezeigt werden sollte, welches Potenzial für die Verwundetenversorgung der Bundeswehr im Medium Serious Games liegt. Dazu wurden aussagekräftige, detailreiche Demonstratoren entwickelt, die inhaltlich fertigen Produkten sehr ähneln und als deren Modelle für den Regelausbildungsbetrieb der Bundeswehr sie auch verstanden werden können, die aber nicht dem Beschaffungsprozess unterworfen sind. Der Begriff »Demonstrator« ist daher nicht, wie sonst oft üblich, als funktionale Einschränkung zu verstehen, sondern als vertragsrechtliche.

2 Zur einfachen Lesbarkeit wird im vorliegenden Beitrag das generische Maskulinum verwendet. Insofern nicht explizit anderweitig angemerkt, sind jedoch alle Geschlechter gemeint.

kanischen PHTLS-Konzept (Pre Hospital Trauma Life Support) (siehe auch <https://www.jsomonline.org/TCCC.php>) und beschreibt die Verwundetenversorgung im Gefecht durch Soldaten mittels erweiterter, präklinischer Erste-Hilfe-Maßnahmen vor Ort. Die taktische Verwundetenversorgung ist eine Erste Hilfe, die von Streitkräften unter feindlichem Beschuss und direkt danach geleistet wird. Sie ist zivil mit der Einsatzlage von Polizeikräften in gerade ablaufenden Terrorszenarien zu vergleichen.

Wie bereits erwähnt, müssen Serious Games auf die Lernbedarfe der Zielgruppe zugeschnitten werden, wobei die domänenspezifischen Anforderungen zu beachten sind. Das Format Serious Game kommt den medienbezogenen Vorstellungen und Vorlieben der zukünftigen Nutzer von *SanTrain* entgegen, wobei mit den spielerischen Anklängen des Formats Serious Game der Erlebnisgehalt gesteigert werden soll. Die Zielgruppe, die mit *SanTrain* adressiert wird, besteht hauptsächlich aus jüngeren, männlichen Angehörigen der Bundeswehr. In dieser Altersgruppe ist die Nutzung von Computerspielen weit verbreitet. Im Jahr 2018 hatten z.B. Action Spiele in den Vereinigten Staaten einen Verkaufsanteil von 26,9%, Shooter von 20,9% und Rollenspiele von 11,3% (Gough 2019 (via Statista)). *SanTrain* verwendet Elemente von diesen beliebten Genres, doch ist die didaktische Konzeption und Zielsetzung zentral für das Gamedesign.

Der *SanTrain Demonstrator* stellt, wie gesagt, eine Mischung verschiedener, etablierter Genres dar. Er enthält z.B. Elemente des Rollenspiels und von Action Games. Von letzteren wurde u.a. die Einteilung in verschiedene Levels übernommen. Die mit den Levels wachsenden Anforderungen werden jeweils durch didaktische Konzepte unterstützt. Auch muss sich der Spieler unter zunehmendem Zeitdruck bewähren, um ein richtiges, sicheres Handeln aufzubauen.

Der Spieler schlüpft in die Rolle eines Ersthelfers Bravo, der sich auf seinem ersten Einsatz in einem Krisengebiet befindet. Das Spiel beginnt mit der Ankunft am dortigen Standort. Der Ersthelfer Bravo wird bereits von seinem Vorgesetzten erwartet und eingewiesen. Dieses Szenario des Tutoriallevels entspricht einer möglichen zukünftigen Situation der Nutzer, die nach Abschluss ihrer Ausbildung in einen Auslandseinsatz geschickt werden können. Damit soll die Identifikation des Spielers mit seiner Spielfigur unterstützt werden, um so die Immersion zu fördern. Die Darstellung bildet ein mögliches Einsatzland nach, um so Wirklichkeitsnähe zu erreichen. Ersthelfer Bravo wird Teil einer Bundeswehreinheit und in verschiedenen Einsätzen innerhalb der Levels mit immer komplexeren Herausforderungen konfrontiert. Soll bei der ersten Patrouille lediglich eine einfache Unfallverletzung versorgt werden, gerät der Spieler mit seinem Team in späteren Levels in unübersichtliche Situationen und er muss auf zunehmend anspruchsvollere Aufgaben im Bereich der Medizin und der Taktik reagieren. Jeweils nach einem durchgespielten Level tritt die Figur eines erfahrenen Bundeswehrangehörigen auf, die dem Spieler Rückmeldung gibt. Es handelt sich dabei um den soge-

nannten »Buddy«, ein »non playable character« (NPC), der dem Spieler mit Rat und Tat zur Seite steht. Diese unterstützende, sympathische Figur soll dem Spieler den (Wieder-)Einstieg in sein Wissen über die taktische Verwundetenversorgung erleichtern. Sie dient andererseits auch als Companion-Figur für den Spieler, um eine soziale Interaktionssituation anklingen zu lassen. Der Buddy vermittelt dem Spieler eine Rückmeldung über seinen erreichten Kenntnisstand.

Der *SanTrain Demonstrator* (im Folgenden *SanTrain*) ist ein Serious Game, das aus der Ego-Perspektive die Behandlung von verwundeten Soldaten im Auslandseinsatz trainiert. Der Spieler (Single-Player) muss auf die dargestellte Situation (z.B. ein Soldat mit einer Schussverletzung) medizinisch und militärisch taktisch korrekt reagieren. Die medizinische Behandlung richtet sich dabei nach den Vorgaben für die Erste Hilfe im Einsatz. Der Behandler sieht die verwundete Person vollständig (siehe Abb. 1), kann sie ansprechen (über eine Auswahl an vorgegebenen Texten), muss sie untersuchen und mit dem verfügbaren Equipment die richtige Behandlungsmethode wählen. Zusätzlich müssen die Vitalparameter des Patienten überwacht werden, um auf eine Änderung des Zustandes angemessen reagieren zu können. Für die sogenannte Patientenansicht wird die Ego-Perspektive verwendet, die es ermöglicht zu zoomen und den Bildausschnitt zu scrollen, um Verletzungen genauer betrachten zu können.

Über derzeit sieben Level hinweg können so verschiedene Szenarien trainiert und gespielt werden, wobei sich jedes Level vom folgenden darin unterscheidet, welche Anforderungskomplexität an den Spieler gestellt wird. Der Spieler ist im Spiel nicht mit dem Verwundeten allein, sondern wird von anderen Charakteren begleitet, die mit ihm in Interaktion treten können: einem virtuellen Tutor (»Buddy«) und einem virtuellen sogenannten Zugführer. Zusätzlich bewegt sich der Spieler mit anderen virtuellen Soldaten durch das Spiel, das mehrere Szenarien eines Einsatzes im Nahen Osten nachstellt, bei dem es u.a. zu Beschuss oder zu einer Explosion kommt und es Verwundete gibt, die behandelt werden müssen. Missionen (Level) können auch fehlschlagen, wenn grobe Fehler begangen werden (z.B. sich zu weit von den Kameraden zu entfernen oder ohne Befehl zu schießen). Von Level zu Level findet eine zunehmende Erhöhung der Anforderungen statt. Anfangs muss sich der Spieler in die Spielwelt einfinden, die Bedienung und deren Zusammenhänge kennenlernen. Im Kennenlernen derselben erschließt er die Handlungsanforderungen und Handlungslogik des dem Spiel zugrunde liegenden rettungsmedizinischen Algorithmus. Das Spiel liegt derzeit als 3D-Demonstrator vor und wird kontinuierlich weiterentwickelt und erprobt. Dazu wird es im Experimentalbetrieb von der Bundeswehr bereits an mehreren Standorten genutzt.

Abb. 1: Das Serious Game *SanTrain*: Erste Hilfe im Einsatz



Im Entwicklungsprozess von *SanTrain* wechselten sich Planungs- und Testphasen ab. Das Feedback von militärischen und medizinischen Experten wurde dabei genauso berücksichtigt wie die Erfahrungen von Soldaten aus dem Einsatz. Einerseits sollen Handlungsprozesse trainiert und Wissen (Erste Hilfe im Einsatz) verfestigt werden, andererseits muss das Serious Game auch zum Lernen und Spielen motivieren. Unterschiedliche Abläufe im Spiel liefern vielfältige Möglichkeiten, sich zu verbessern und die gestellten Aufgaben zu meistern. Ziel ist es, in wechselnden Szenarien unterschiedlich kritische Situationen zu üben und dadurch später im Einsatz Fehler zu vermeiden. Nutzerakzeptanz, Wissenserwerb und Motivation verschiedener Ausführungen von Serious Games werden über Evaluationen mit den betroffenen Zielgruppen überprüft. Dazu werden im Rahmen von *SanTrain* Lernmaterialien entwickelt, die, unter Verwendung verschiedener Präsentationsformen, wie einer 3D-Konzeption oder Apps für mobile Endgeräte, je verschiedene Lernziele mit je verschiedenen Spielformen umsetzen. Damit ist eine ressourcenschonende Ausbildung möglich, die gleichzeitig die Lernintensität vertiefen und die Nutzungshäufigkeit steigern kann. Zusätzlich zu *SanTrain* – für Windows PCs wurden vier mobile Spiele entwickelt: *SanTrain Doppeldings*, *SanTrain Rucksackheld*, *SanTrain Quiz* und *Rette Fred*. Diese Applikationen für mobile Endgeräte greifen je ein Lernziel schwerpunktmäßig auf und unterstützen in unterschiedlicher Art und Weise das Üben und Lernen der Ersten Hilfe im Einsatz. Großer Vorteil dieser mobilen Serious Games ist die Tatsache, dass sie abwechslungsreich und kurzweilig gestaltet sind.

Die Studie *SanTrain* wird vom Bundesministerium der Verteidigung (BMVg) gefördert, von der Universität der Bundeswehr München durchgeführt und von

Pallas Athena – Immersive Virtual Systems GmbH im Bereich der Spielumsetzung unterstützt. Am Projekt *SanTrain* sind die folgenden Fachdisziplinen beteiligt: (Technische) Informatik mit dem Bereich Simulation, Medienpädagogik, vor allem mit den Schwerpunkten Mediendidaktik, Evaluation und Spieldesign sowie Medizin mit den Schwerpunkten Notfallmedizin und Erste Hilfe.

Die mehrjährige und kontinuierliche Entwicklung des Spiels sowie die besondere institutionelle Einbettung mit den damit verbundenen Anforderungen an verschiedene Disziplinen ist ein Alleinstellungsmerkmal von *SanTrain*. Aus den sieben Jahren Entwicklungszeit resultiert ein großer Fundus an Erfahrungen bezüglich der Entwicklung von Lernspielen, bei denen Wissenschaft und Praxis gleichermaßen verbunden werden, und die im Folgenden skizziert werden sollen. Notwendig für eine Verbindung von Wissenschaft und Praxis ist eine interdisziplinäre Kooperation, was im Folgenden anhand der Entwicklung von *SanTrain* beschrieben wird. Die Ausführungen basieren auf internen Berichten und beziehen sich auf die Herausforderungen einer fächerübergreifenden Zusammenarbeit im Rahmen einer Serious-Game-Entwicklung für die medizinische Ausbildung. Daher können einzelne Forschungsergebnisse nicht im Detail beschrieben werden. Jedoch gibt dieser Aufsatz einen Überblick über alle relevanten Entwicklungsschritte und damit verbundenen Konzeptionen sowie die Herausforderungen des Konzeptions- und Entwicklungsprozesses aus Sicht der beteiligten Fachdisziplinen.

Bisherige Forschungsbefunde vor allem zu den Herausforderungen und Chancen von Serious Games (z.B. von Bellotti, Berta und De Gloria 2010) zeigen, dass hinsichtlich des Spieldesigns die Einsatzszenarien und Zielgruppen, die Spielarchitektur (wie Immersion, Flow, Story – siehe Tolks, Dadaczynski und Horstmann 2018) sowie die Kommunikation im und mit dem Spiel wichtige Forschungsfelder sind, um Serious Games effektiv zu gestalten. Zusätzlich wird konstatiert, dass es zwar eine Vielzahl an Forschungsbefunden zu einzelnen Gestaltungs- und Inhaltselementen von Serious Games gibt (ebd.), aber noch zu wenig Forschung über die Spieler und ihr Lernen mit den Spielen. Die *SanTrain*-Studie möchte die genannten Bereiche untersuchen, da es aufgrund der Spielthematik sowie der gegebenen institutionellen Einbettung möglich ist, viele Themen an nur einem Spiel aus verschiedenen fachlichen Sichtweisen zu betrachten. Dass die fächerübergreifende Zusammenarbeit bei der Entwicklung von Serious Games notwendig ist, wurde bereits im systematischen Review zu Serious Games zum Training von medizinischem Wissen und chirurgischen Fähigkeiten von Graafland, Schraagen und Schijven (2012) festgestellt.

Im Folgenden werden in Kapitel 2 die Besonderheiten einer Entwicklung eines Serious Game für die Erste Hilfe im Einsatz im Rahmen einer Theorie-Praxis-Kooperation aus der Metaperspektive herausgearbeitet. In Kapitel 3, 4 und 5 erfolgt dann der Blick auf die Entwicklung von *SanTrain* aus Sicht der verschiedenen be-

teiligten Disziplinen und endet jeweils mit einem kurzen Fazit. Im Diskussions-
teil (Kapitel 6) werden die einzelnen fachlichen Stränge der Entwicklung wieder
zusammengeführt und das Projekt *SanTrain* wird abschließend betrachtet.

2. Das Serious Game *SanTrain* für die medizinische Ersthelferausbildung: Skizze einer Theorie-Praxis-Kooperation

Trotz unterschiedlicher Definitionen und Forschungen zum Thema Serious Games
(siehe Susi, Johannesson und Backlund 2007), ist der Begriff ›Serious Game‹ nicht
ausreichend trennscharf und ist er vor allem für die Nutzer dieser Spiele schwer
zu definieren. Im Zuge der die *SanTrain*-Studie begleitenden Diskussionen mit
unterschiedlichen Dienststellen der Bundeswehr und Institutionen wurde deut-
lich, dass praktisch jede Verwendung einer grafischen Spieloberfläche, die mithil-
fe einer sogenannten Game Engine erzeugt wurde, automatisch von den Nutzern
auch als Serious Game betrachtet wird. Zum Verständnis der *SanTrain*-Studie
ist daher die Semantik des engeren Sprachgebrauchs entscheidend: Im Rahmen
des *SanTrain*-Projektes ist die dynamische 3D-Visualisierung auf der Basis einer
Game Engine lediglich eine technische Grundlage für das intendierte Serious
Game, das auch ohne Präsenz eines Ausbilders dazu beitragen soll, die Ersthelfer
Bravo in Übung zu halten. Die Anforderungen derartiger Spiele hinsichtlich der
vom Computer algorithmisch zu bewältigenden Aufgaben gehen über die bloße
Einbindung des Mediums Computerspiel in Präsenzveranstaltungen weit hin-
aus, denn *SanTrain* beinhaltet im Kern neben einem taktischen Modell, auch ein
medizinisches und ein mediendidaktisches Modell. Zusätzlich verfügt das Serio-
us Game über ein eigens entwickeltes, präzises Echtzeit-Simulationsmodell der
Physiologie des Menschen. Hinzu kommen pädagogische Entwicklungen: Durch
lerntheoretische Konzepte soll der Kompetenzgewinn optimiert werden und der
Lernzuwachs nachhaltig sein.

Bei *SanTrain* greifen demnach folgende fachlich übergreifende Elemente in-
einander: Die automatisierte Führung der Spieler im Spiel auf der Basis eines
didaktischen Konzeptes (siehe Kapitel 3) und durch adaptives Gameplay (siehe
Kapitel 4), die durchgehende Plausibilität aller medizinischen und taktischen
Prozesse (siehe Kapitel 5) sowie die automatisierte Analyse und Auswertung des
Spielverlaufs (siehe Kapitel 3 und 4). Die in *SanTrain* erprobten Lösungsansätze
für diese Herausforderungen wurden durch eine Evaluation auf ihre Wirksam-
keit hin überprüft. Die Evaluation untergliederte sich in insgesamt sechs Schritte
einer formativen, begleitenden Evaluation sowie einer summativen, abschließen-
den Evaluation. Die formative Evaluation soll dazu führen, dass im Zuge eines
steten Austauschs zwischen Forschung, Entwicklung, Expertenwissen und Pra-
xis eine Optimierung des Serious Game erreicht wird. Die bisherigen Ergebnisse

der formativen Evaluation flossen korrigierend in den Entwicklungsverlauf ein und werden derzeit abschließend ausgewertet.

Vorläufig kann festgehalten werden, dass die formative Entwicklung mithilfe qualitativer Verfahren begleitet wurde. Für die einzelnen Erhebungen wurden jeweils Materialien entwickelt, wie Videomaterialien, aber auch spielbare Abschnitte, es fanden Feldbeobachtungen statt, Fragebogenerhebungen, meist mit soldatischen Studenten und mit militärischen Experten, eine Erhebung fand mit einer Gruppe von Schülern und Schülerinnen statt. Ziel war es, nicht »vom Reißbrett« zu evaluieren, sondern die Methodik an die jeweilige Entwicklungssituation und das damit verbundene Erkenntnisinteresse anzupassen. Die Schwierigkeit war, dass sich Materialien in Entwicklung schlecht evaluieren lassen, sodass die Fragestellungen und das Untersuchungsdesign jeweils passgenau auf die besondere Entwicklungssituation ausgerichtet werden mussten. Eine umfassende Abschlussevaluation, die mithilfe von Methodentriangulation im Feld unternommen wurde, befand sich zum Zeitpunkt der Erstellung des Artikels in der Auswertung. Inwiefern die Ergebnisse veröffentlicht werden können, ist vom Projektträger Bundeswehr zu entscheiden.

Der Entwicklungsprozess eines Serious Games wie *SanTrain* ist ein zyklischer, iterativer Prozess. Beginnend mit einer initialen Spielidee wird diese im Verlauf eines Entwicklungsprojektes konkretisiert, überprüft, verändert und schließlich implementiert. So wird auf Erfahrungen der Projektbeteiligten direkt zugegriffen und es können bereits fertiggestellte Bereiche (Level) unmittelbar genutzt werden. Dies erfordert allerdings eine genaue Projektplanung sowie Dokumentation. Wöchentliche Besprechungen sowie regelmäßige Treffen im gesamten Projektteam haben sich für eine intensive Zusammenarbeit als unverzichtbar erwiesen. Dabei wurden die Sichtweisen der beteiligten Disziplinen auf einzelne Themen jeweils vorgestellt und die Umsetzung gemeinsam diskutiert. Diese Vorgehensweise wurde dadurch unterstützt, dass nacheinander die einzelnen Level gestaltet und umgesetzt wurden.

Die erste Herausforderung bei der sachgerechten Entwicklung eines Lernspiels besteht demnach darin, dass eine technische Entwicklung in diesem Fall immer auch eine inhaltliche Konzeption des Spiels bedingt und umgekehrt. Beide Bereiche stehen in einem Spannungsverhältnis zueinander und müssen miteinander an einem gemeinsamen Gegenstand – dem Serious Game – arbeiten. Ein iterativer Entwicklungsprozess hat sich in dem hier beschriebenen Projekt als zielführend erwiesen. Eine Evaluation gibt umfassenden Aufschluss darüber, inwiefern die technischen und inhaltlichen Konzepte für sich, aber vor allem auch zusammen für die Spieler Sinn ergeben und dazu beitragen, das Lernziel zu erreichen. Ein nicht passendes Spieldesign oder eine umständliche Bedienung haben ebenso Einfluss auf den Lernerfolg wie eine unklare Spielführung oder nicht

verständliche Aufgaben. Dementsprechendes Gewicht haben Evaluationen im Projekt *SanTrain*.

3. Herausforderungen der sachgerechten Entwicklung des Lernspiels *SanTrain* aus pädagogischer und mediendidaktischer Sicht³

Medienerfahrung wird oft aufgrund ihrer Zweidimensionalität und der Einschränkung der Sinnesvielfalt als defizitär angesehen. Doch diese sogenannte Defizitthese übersieht, dass der technisch bedingte Vermittlungscharakter im Unterschied zur Realität Akzente setzen lässt, an denen Lernen beginnen kann. Hier liegt der Ansatz der für *SanTrain* entwickelten didaktischen Konzeption begründet. Insofern geht *SanTrain* einen Weg, der es erfordert, an verschiedene Forschungsdiskurse anzuknüpfen und diese miteinander zu verbinden, insbesondere die Lerntheorie, pädagogisch-psychologische Ansätze, die medienpädagogische Aneignungsforschung sowie medien- und kommunikationstheoretische Ansätze. Die wesentliche Aufgabe besteht dementsprechend in einer, der Medialität von Serious Games entsprechenden, didaktischen Umsetzung der Lernziele von *SanTrain*. Ziel war und ist es, die Erhöhung der Handlungssicherheit in der Gefechtssituation gemäß den Vorgaben der Ersten Hilfe im Einsatz medienpädagogisch umzusetzen und diese Zielerreichung im Prozess der Entwicklung an ausgewählten Teilen des Demonstrators wie auch im Ausbildungsfeld zu prüfen und zu evaluieren.

Didaktische Konzeption des 3D-Simulators *SanTrain*

In der Präsenzlehre können die Ausbildenden während der Ausbildung mit all ihrer Expertise steuernd auf die Auszubildenden eingehen. Es ist möglich, bei schweren Fehlern sofort abzurechnen, Missverständnisse zu klären und zusätzliche Erklärungen zu liefern. Der Ausbilder sieht Fehler sofort und kennt nach kurzer Zeit die Stärken und Schwächen jedes Auszubildenden. Er ist in seiner Persönlichkeit unersetzlich. Ein autonom gespieltes Serious Game sollte daher stets in einen größeren Ausbildungskontext integriert werden, der auch Präsenzveranstaltungen beinhaltet.

Didaktik kann als lerner- und gegenstandsgerechte kommunikative Aufbereitung (Prange 2012) des Lerngegenstandes verstanden werden. Bei einem Serious Game wie *SanTrain* gilt es dabei die spezifische Medialität zu berücksichtigen.

3 Die je besondere Medialität von Medien, also ihr technisch bedingter spezifischer Vermittlungscharakter, ist Schwerpunkt der Forschungsgruppe von Manuela Pietraß.

Das Gefälle zwischen darstellbarer und darzustellender Realität, das Handeln mit Bildern statt mit materialen Gegenständen, sind dabei zwei zentrale Gesichtspunkte. Ihre je spezifische Gestaltung unterstützt die Artikulation des Gegenstandes. Aus didaktischer Sicht ist dabei zu beachten, dass je dichter die kommunikative Gestaltung der Nutzeroberfläche ist, desto schwieriger der Lernende Orientierung finden kann und es umso schwieriger wird, die angezielten Lernprozesse zu berücksichtigen. Diese Prinzipien sind im Leveldesign von *SanTrain* berücksichtigt. Das Lernspiel wurde hinsichtlich der zu vermittelnden Lerninhalte laufend lerntheoretisch und rezeptionstheoretisch fundiert. Diese Arbeit verlangt eine kontinuierliche Abstimmung mit der Informatik und den Spieleentwicklern, um Möglichkeiten und Grenzen auszuloten. Grundsätzlich wurde das Gewicht auf folgende Kriterien gelegt: die didaktische Ausnutzung des Realitätsgefälles zwischen Spiel und Wirklichkeit, die Verwendung einer umfassenden theoretischen Basierung mithilfe pädagogisch-psychologischer, anthropologischer und lerntheoretischer Konzepte, die Erzeugung von Lernprozessen auf Basis des Zusammenhangs der Kontextualisierung gegebener Lerninhalte durch das Spiel und durch den Spieler (interaktionistisches Modell) sowie des Expertisemodells (Dreyfus und Dreyfus 1988), welches einen Zusammenhang zwischen Erfahrungslernen, vertieftem Wissen und Handlungskompetenz postuliert.

Eine grundsätzliche Frage bei der didaktischen Konzeption eines Serious Games ist, welches Wissen auf welchem Spiellevel vorausgesetzt werden kann und welche individuellen Anfangsniveaus im Spielaufbau berücksichtigt werden können. Daher wurden eigene didaktische Konzepte für das Serious Game entworfen, in das Spiel integriert und das sogenannte ›adaptive Gameplay‹ ausgewählt. Adaptives Gameplay bezeichnet alle während des Spiels einsetzenden Spielmodifikationen, die aufgrund des bisherigen Spielverlaufs geändert werden, entweder um das Spiel attraktiver zu machen oder aber den Lernerfolg zu verbessern. Dass dies prinzipiell machbar ist, kann hier auch anhand von *SanTrain* gezeigt werden. Jedoch können bestimmte Aspekte, die zum Gelingen eines Serious Games beitragen, nicht analytisch vorab ermittelt und sicher in ihrer Wirkung vorhergesehen werden. Ähnlich wie im Fall kommerzieller Spiele lässt sich beispielsweise die Attraktivität eines Spiels a priori (d.h. vor entsprechenden empirischen Untersuchungen) nicht vorherbestimmen. Dementsprechend hoch wurde daher die Evaluation in der Studie priorisiert.

Die didaktische Herausforderung von Serious Games besteht vor allem darin, spielerische Elemente und Anforderungen der realen Handlungssituation im Gleichgewicht zu halten. Bei *SanTrain* wurde dieser Herausforderung unter anderem so begegnet, dass es von seinem äußeren Rahmen her ein Lernspiel ist, das für Übungszwecke in der militärischen Ausbildung dient. Von seinem, vom Lernenden her gefühlten inneren Status aber ist es das Ziel, mit Mitteln des Spiels jenen Flow zu erzeugen, der das Lernen zu einem spielerischen Erlebnis werden

lässt (siehe zum Flow-Erleben auch Csíkszentmihályi 1990). *SanTrain* ist daher darauf ausgelegt, nicht nur Handlungsschemata reflexartig einzuüben, sondern auch Wissenszusammenhänge zu vermitteln (Mitgutsch 2011). Denn erst diese ermöglichen es, auch wenn in der realen Anwendungssituation etwas Unerwartetes geschieht, sicher handeln zu können. Ein solches Expertenwissen beruht auf einem umfassenden Erfahrungsaufbau aus Situationen der Wissensanwendung (Dreyfus und Dreyfus 1988, 51ff.). Um dies zu erreichen, ist es das oberste Ziel, durch möglichst vielfältige Fälle einen Expertenstatus erwerbbar werden zu lassen. Grundsätzlich verlangt dies vielfältige Variationsmöglichkeiten von Seiten der Spielsoftware.

Wissenserwerbs mittels Serious Game

SanTrain basiert daher auf einem dynamischen Modell, um eine hohe Anzahl unterschiedlicher Verläufe zu ermöglichen und damit einerseits realitätsnah ausbilden zu können und andererseits den Spielern neue Spielverläufe zu ermöglichen. Anders als bei einfachen fallbasierten Modellen macht es im dynamischen Modell für eine Ausbildung in der Ersten Hilfe für den Einsatz einen Unterschied, wann in diesem Fall z.B. eine Blutung gestoppt wird, da der dargestellte Verwundete unter Umständen in den Schockzustand fällt, wenn der Verband zu spät angelegt wurde. Im ohnmächtigen Zustand erhöht sich wiederum die Gefahr, dass die Zunge des Patienten die Atemwege verschließt usw. Die Dynamik des Modells erzeugt daher eine komplexe Umgebung, in der der Spieler vielfältige Erfahrungen und Erkenntnisse gewinnen kann. Den großen Vorteil eines solchen dynamischen Designs betont schon 1985 Hartmut Bossel, der in *Umweltdynamik* (1985) 30 solcher interaktiven Lernmodelle vorgelegt hat. Bossel macht deutlich, dass nur mit dynamischen Modellen ein »Systemverständnis« (Bossel 1985, 250) erzeugt werden kann. Indem der Spieler den Ereignisraum immer wieder neu und anders bespielt, erfährt er ihn auch jeweils unterschiedlich und in eben allen Facetten, die ihn systemisch ausmachen. Bossels Formel »Kybernetisches Wissen kann nur kybernetisch erzeugt werden« (ebd., XII) wurde entsprechend bei der Entscheidung für ein dynamisches Physiologiemodell berücksichtigt. Bossels Plädoyer für dynamische Systeme nimmt eine Unterscheidung der Game Studies vorweg, nämlich jene zwischen »emergenten« und »progressiven« (Juul 2005) Spielstrukturen. Während progressive Strukturen nur eine einzige Lösung zulassen und auch bei erneutem Spielen denselben Verlauf nehmen, gestatten emergente Strukturen eine prinzipiell unendliche Varianz von Durchgängen. Entsprechend offen sind sie für unterschiedliche Lösungen bzw. unterschiedliche Ideen, Überlegungen, Erfahrungen und Lernsituationen (ebd., 2005).

Wichtig dabei ist jedoch, dass die Spieler durch das Spiel mit seinen unterschiedlichen Verläufen so geführt werden, dass sie jederzeit Lernziele einschät-

zen und in der Situation entsprechend richtig handeln können. Die Herausforderung besteht also darin, festzulegen, an welcher Stelle und in welcher Form die Spieler organisatorische (den technischen Spielfluss betreffende), ludische (die Spielhandlung betreffende) und narrative (die Rahmenerzählung betreffende) Hinweise benötigen, um kontextspezifisch richtig handeln zu können. Kontexthinweise können zu bestimmten Arrangements oder auch Klammern organisiert werden, die den Lerninhalt einerseits anleiten und in den Vordergrund rücken, ihn andererseits aber nicht unmittelbar offenlegen. Die Gestaltung von Herausforderungen im Besonderen und des Schwierigkeitsgrads im Allgemeinen kann über die Zusammenstellung und Abfolge von Kontexthinweisen geregelt werden (Ruckdeschel 2015, 236-261). Salen und Zimmermann (2004) heben besonders das Konzept des »Meaningful Play« hervor (ebd., 30-37). »Meaningful Play« (mfp) bedeutet, dass die Spieler stets verständliche Situationen vorfinden. Bekommen sie zum Beispiel neue Handlungsmöglichkeiten, so werden diese auch vorgestellt. Soll jedoch ein Rätsel gelöst werden, dann muss dessen Pointe bzw. Lösung geheim bleiben, aber dennoch deutlich werden, dass hier und jetzt Aufmerksamkeit gefordert ist und die Spieler verschiedenes ausprobieren sollen. Salens und Zimmermanns Konzept des mfp zielt also darauf ab, dass die Spieler im Fluss bleiben und das Verständnis nicht abreißt. Mithilfe von Ruckdeschels (2015) Klassifizierung von Kontexthinweisen kann dies erreicht werden, indem dem Spieler unterschiedliche Metainformationen über die aktuelle Handlungssituation mitgeteilt werden.

Aktuell befindet sich *SanTrain* auf jenem Level des Kompetenzaufbaus, bei dem es darum geht, problemlösendes Denken bei den Spielenden zu entwickeln. Kompetenzaufbau im Sinne von *SanTrain* bedeutet die Verbindung der Einübung von Handlungsschemata und das Wissen, warum Schemata auf eine bestimmte Weise wann verwendet werden sollen (Dreyfus und Dreyfus 1988, 46ff.), um von dort zu höheren Stufen des Kompetenzerwerbs im Sinne von Expertise zu gelangen. Die wiederum didaktisch zu bewältigende Problematik liegt darin, dass in der Ersten Hilfe im Einsatz nicht jede Handlungswirkung für sich einzeln betrachtet werden kann, sondern verschiedene medizinische Behandlungsmaßnahmen in ihrer Wirkung miteinander verwoben auftreten. Denn auch wenn bestimmte Fehler auf einer Ebene gemacht wurden, sind je nach Fall Korrekturen möglich, die einen Anfangsfehler abfedern. Doch werden dem Spieler solche Hintergründe nicht transparent, weil sie nicht in den Einzelwirkungen seines Handelns abbildbar sind. Er stellt lediglich fest, dass er insgesamt mehr oder weniger erfolgreich war. *SanTrain* fängt dieses Problem durch ein Gesamtfeedback nach Levelsabschluss auf.

Feedback mittels Serious Game

Die Schwierigkeit bei der Entwicklung eines Serious Games ist, dass man die Lernenden nicht befragen oder andere introspektive Verfahren verwenden kann, die es ermöglichen, die Bewusstseinsprozesse der Spieler zu erheben und an ihnen etwaige Lernerfolge abzulesen. Insofern ist es eine wichtige Aufgabe der Spiel-didaktik, den Wissensaufbau so zu leisten, dass zum Verhaltenstraining zusätzliche Lernprozesse ermöglicht werden. Eine wichtige Funktion übernimmt hierbei das Feedback, weil mit dem Feedback eine Wissensvermittlung erfolgen kann, welche in Verbindung mit den Handlungsfolgen gestellt wird.

Feedback erhält der Spieler zu unterschiedlichen Zeitpunkten in *SanTrain*, nämlich während des Spiels und beim erfolgreichen Abschluss eines Spiellevels. Sie erfüllen hier jeweils unterschiedliche Lernfunktionen. Das gesamte im Spiel gegebene Feedback ist in drei Ebenen untergliedert, je nach Detailgrad. Das Feedback besteht dabei sowohl aus qualitativen Aussagen hinsichtlich dessen, wie gut der Spieler gespielt hat (u.a. die Fehler), als auch aus Scoring-Punkten. Die beiden Typen des Feedbacks beziehen sich dabei auf unterschiedliche Elemente bzw. Aspekte aus der Taktik sowie der Verwundetenversorgung, wie z.B. Kampf, Deckung, Behandlung von Verletzungen oder einzelne Aktionen.

Das Feedback ist in diesem Sinne hierarchisch strukturiert. Dies führt zu einer weiteren Herausforderung: Wie sollen die umfangreichen Informationen den Spielern vermittelt werden? Dieses Problem ist natürlich auch mit anderen typischen Problemen des Feedbacks verknüpft, nämlich welches Feedback, in welcher Form und wann den einzelnen Spielern bereitgestellt werden muss, um die Ausbildung effektiver und effizienter zu gestalten. Die didaktische Herausforderung besteht außerdem darin, dass zwischen dem Handeln des Spielers und dem Feedback kein direkter Bezug besteht. Weiterhin unterbricht das Feedback den Spielverlauf. Um diese zwei Herausforderungen zu bewältigen, wurde das im Feedback vermittelte Wissen pyramidenartig aufgebaut; an der Spitze befinden sich grob verallgemeinernde Rückmeldungen, die der Spitze unterlagerten, weiter ausgreifenden Ebenen enthalten in Bezug auf einen bestimmten Sachverhalt angereichertes Wissen. Damit kann der Spieler je nach Spielerfolg umfassendes Wissen über seine Erfolge und Fehler erhalten und es besteht die Möglichkeit für Tutoren oder Ausbilder einen Sachverhalt zu vertiefen. Wichtig ist hier, die Verbindung zwischen dem Spielverhalten und der im Feedback dargestellten Einschätzung herzustellen, weil so eine verbesserte Möglichkeit besteht, aus dem eigenen Spielverlauf zu lernen. Feedback muss motivierend gestaltet sein und die Inhalte sollen Interesse wecken. Daher wird im Spiel *SanTrain* Feedback auch in Form einer grafisch-narrativen Präsentation gegeben. Die erste Feedback-Ebene muss unmittelbar Interesse wecken. Das wird durch eine lebendige grafische Darstellung und einen erzählerischen Charakter erreicht. Jedes Feedback wird so

zu einer kleinen Episode, in der ein Ausbilder und eine andere Person dem Spieler auf unterhaltsame Weise (›Good Cop‹ & ›Bad Cop‹) mitteilen, wie die erbrachte Leistung zu bewerten ist (siehe Abb. 2).

Abb. 2: SanTrain Demonstrator: Feedback nach Levelabschluss: ›Good Cop‹ & ›Bad Cop‹



Werden grobe Fehler im Spiel begangen, wird die Mission als fehlgeschlagen bewertet und es erscheint ein Game-Over-Screen. Die Spieler werden darüber informiert, warum das Level abgebrochen wurde (Fehler-Info) und was beim nächsten Versuch besser zu machen ist (Hilfe-Text).

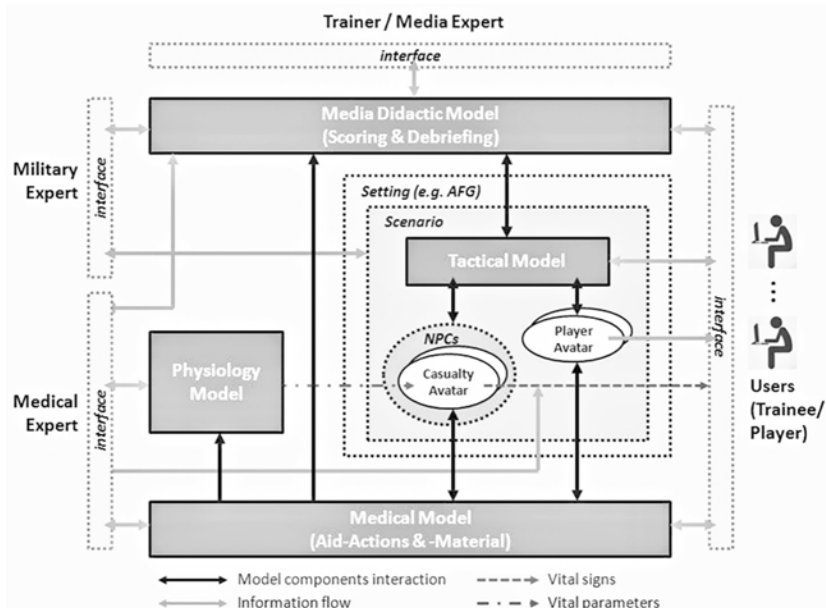
Fazit

Die Herausforderungen der sachgerechten Entwicklung des Lernspiels *SanTrain* aus Sicht der (Medien-)Pädagogik liegen vor allem darin begründet, fest vorgegebene medizinische Inhalte und Konzepte sachgerecht im Format Serious Game umzusetzen: Lernziele müssen festgelegt und das Spieldesign so konzipiert werden, dass die Spieler motiviert werden. Eine der größten Herausforderungen liegt darin, das Feedback so zu gestalten, dass der Spieler daraus lernen kann und es ähnlich effektiv ist wie ein realer Ausbilder, aber unter der Voraussetzung, dass eine reale Ausbildungssituation durch das Medium bedingt nicht exakt nachgebildet werden kann.

4. Herausforderungen der sachgerechten Entwicklung des Lernspiels *SanTrain* aus informationstechnischer Sicht

Bei der Implementierung der pädagogischen Konzepte, der Umsetzung der einzelnen Inhalte und der Entwicklung eines Spiels spielt die Informatik eine wesentliche Rolle. Durch sie entsteht das konkrete Ergebnis der Entwicklung, das eigentliche Computerspiel. Letztendlich stellt die Entwicklung eines Serious Games einen Softwareentwicklungsprozess dar (Mehm, Dörner und Masuch 2016). Die Informatik übernimmt dabei die technische Umsetzung und Ausgestaltung der Konzepte, die die anderen beteiligten Disziplinen entwickelt haben. Dabei ist ein fachübergreifendes Arbeiten bereits in den ersten Phasen des Entwicklungsprozesses von Vorteil, da somit frühzeitig Machbarkeitsanalysen durchgeführt und technische Konzepte erstellt werden können. Dies betrifft sowohl die fachspezifischen ›ernsthaften‹ Inhalte, die didaktischen Aspekte als auch die eigentlichen Spielelemente. Die Entwicklung einer gemeinsamen Sprache ist hierbei ein nicht zu unterschätzender Punkt. Unterschiedliche Fachrichtungen verwenden verschiedene Termini und unter Umständen dieselben Begriffe, aber mit unterschiedlichen Bedeutungen. Eine frühzeitige Klärung der Begrifflichkeiten und die Entwicklung eines gemeinsamen Verständnisses der Konzepte und der Vorgehensweisen der beteiligten Disziplinen ist daher von großer Bedeutung.

Abb. 3: Generische Spielstruktur des *SanTrain* Demonstrators



Die Informatik nimmt eine verbindende Funktion ein, die auf technischer Ebene die verschiedenen Konzepte zusammenführt. In der Studie *SanTrain* sind dabei sowohl taktische als auch medizinische Vorgaben zu berücksichtigen. Abbildung 3 zeigt die generische Spielstruktur des in der *SanTrain*-Studie entwickelten Demonstrators. Wie deutlich wird, besteht das System aus verschiedenen Modulen, die miteinander interagieren und jeweils Informationen verarbeiten. Die Media Didactic Component übernimmt dabei die Rolle des Lehrers oder des Trainers. Als solche muss sie die Leistung des Spielers beurteilen (Performance Assessment oder Scoring) und basierend auf dieser dem Spieler eine Rückmeldung (Feedback) geben, damit er entsprechend reagieren kann.

Die Seite der Medizin wird durch die Module Physiology Model und Medical Model repräsentiert. Das erste Modul setzt das Simulationsmodell der relevanten Parameter und Prozesse im menschlichen Körper um, siehe Abschnitt 4.2, während das zweite Modul die Materialien und ihre Wirkungsweise abbildet, die der Ersthelfer in seinem Rucksack mit sich führt. Zusätzlich müssen die Auswirkungen verschiedener Handlungen umgesetzt werden.

Das eigentliche Spiel integriert die Vorgaben der Taktik (Tactic Module) und lässt den Spieler im Kontext des gegebenen Rahmenszenarios (Setting) verschiedene Szenarien spielen, in denen die jeweiligen Lerninhalte vermittelt werden. Der entwickelte 3D-Simulator verfolgt dabei das Konzept einer engen Verzahnung von ernsthaften Inhalten und einer spannenden Spielgeschichte, um den Lernerfolg durch eine intrinsische Motivation zu fördern (Mildner und Mueller 2016). In der eigentlichen Spielhandlung wird der Spieler mit verschiedenen Vorfällen konfrontiert, die ein korrektes Handeln gemäß den Vorgaben der Tactical Combat Casualty Care erfordern.

Ein auf dem ersten Blick ähnlicher Ansatz wie *SanTrain* wurde von Pasquier et al. (2016) verfolgt. Das Serious Game 3D-SC1 (French Military Health Service, 2014) wurde im Auftrag der französischen Armee 2014 entwickelt und sollte der Verbesserung der Verwundetenversorgung dienen. Auch in diesem Fall ist der zugrunde liegende Handlungsalgorithmus durch das Konzept der Ersten Hilfe im Einsatz gegeben. Die Ausbildung erfolgt dabei auf der Ebene des »Sauvetage au Combat de Premier Niveau«, d.h. einer Ersthelferausbildung, die alle Soldaten durchlaufen sollten. Das Spiel versetzt den Spieler in eine 3D-Umgebung und in ein dezidiertes Szenario: Der Spieler ist Mitglied einer Patrouille mit Nicht-Spieler-Charakteren als eine Explosion eines improvisierten Sprengkörpers stattfindet und sie zusätzlich beschossen werden. Jetzt wird vom Spieler gefordert, dass er das richtige Verhalten zeigt – sowohl im Bereich der Taktik als auch bei der medizinischen Behandlung. Treten schwere Fehler auf, so erfolgt eine Simulation des korrekten Vorgehens; die Verwundeten, welche die Explosion überlebt haben, können in dem Spiel nicht sterben. Am Ende wird ein automatisiertes Feedback durchgeführt, bei dem gute Leistungen und Fehler verdeutlicht werden. Das Spiel

wurde während der Ausbildung bereitgestellt und als eine wichtige Ergänzung des Trainings beurteilt.

Wie deutlich wird, liegen Ähnlichkeiten zu dem Grundkonzept des in diesem Artikel beschriebenen Systems vor. Jedoch lassen sich signifikante Unterschiede identifizieren: Im Gegensatz zu dem Szenario in *SC1-3D* sieht *SanTrain* mehrere Szenarien mit unterschiedlichen Anforderungen vor und erlaubt dabei eine größere Variabilität, welche sowohl das Training selbst als auch den Wiederspielbarkeitsfaktor positiv beeinflusst. Auch nutzt der *SanTrain Demonstrator* ein Physiologiemodell, welches eine detaillierte Simulation der Körperreaktionen erlaubt (siehe 4.2). Dies ermöglicht eine Berücksichtigung verschiedener Verletzungsmuster, ohne dass Änderungen in der Programmierung vorgenommen werden müssen. Kombiniert mit verschiedenen Szenarien ist letztendlich eine feingranulare Anpassung an die Fähigkeiten des jeweiligen Spielers und an dessen Lernprozess möglich, während *SC1-3D* lediglich zwei Schwierigkeitsgrade vorsieht.

Herausforderungen der technischen Entwicklung von Serious Games

Um die für *SanTrain* entwickelten Konzepte in ein Spiel integrieren zu können, müssen diese in eine passende formale Struktur überführt und entsprechende Algorithmen entworfen werden. Dies betrifft unter anderem das Simulationsmodell im Physiological Module (siehe 4.2), die Konzepte für das Feedback (siehe Kapitel 3) oder das Performance Assessment. Doch wie sieht der konkrete Algorithmus aus? Auf welche Datenkonstrukte greift er zurück? Dies sind Fragen, die bei der Implementierung durch die Informatik beantwortet werden müssen. Neben der Umsetzung der konkreten Idee müssen weitere Aspekte wie Performance und Speicherplatzbedarf beachtet werden. Das Spielerlebnis darf nicht durch interne Systemberechnungen beeinträchtigt werden. Diese Aspekte betreffen vor allen Dingen Onlinesysteme, die ohne merkbare Verzögerungen Rückmeldungen geben sollen.

Zusätzlich zu den Bestandteilen der didaktischen und fachspezifischen Seite kommen noch Komponenten des eigentlichen Computerspiels hinzu, die durch die Informatik zu entwickeln sind: Spätestens an dieser Stelle müssen Aufgaben wie Scripting, die Umsetzung von KI-Methoden (Künstliche Intelligenz) für die Non-Player-Characters (NPCs) im Spiel, siehe auch Abbildung 2, eine Kollisionserkennung und ein Kollisionsumgang, die Berücksichtigung physikalischer Grundkonzepte und vieles mehr bewältigt werden (McShaffry und Graham 2012).

Die genaue Ausgestaltung des Spiels richtet sich nach der Zielgruppe des Serious Games und deren Bedürfnissen sowie nach dem gewählten Genre des Spiels (Eichenberg, Küsel und Sindelar 2016). Spielgattungen wie First-Person-Shooters, Fighting Games, Racing Games, Rollenspiele oder auch Strategiespiele folgen jeweils eigenen Konventionen bezüglich Spielmechanik, Stil, Kameraführung, Ani-

mationen und führen aufgrund ihrer unterschiedlichen Schwerpunktsetzung zu anderen Anforderungen bezüglich Umsetzung und Technik (Gregory 2015, 13ff.). Für *SanTrain* wurde daher die Egoperspektive und eine Patientensicht gewählt, da diese den Erfahrungen der Zielgruppe und den Ausbildungsinhalten entsprechen.

Bei der Umsetzung eines Serious Games kann in der Regel auf vorhandene Game Engines und die dort bereitgestellten Werkzeuge zurückgegriffen werden. Die Game Engine stellt das Herzstück eines digitalen Spiels dar. Sie übernimmt die Kontrolle über den Spielablauf und die Interaktion mit dem Spieler. Waren in der Anfangszeit der digitalen Spiele Eigenentwicklungen üblich, so werden heute zur Vereinfachung des Entwicklungsprozesses und zur Senkung der Kosten kommerzielle Game Engines wie *Unreal*, *Unity 3D* oder Open Source-Entwicklungen wie *Ogre3D* herangezogen (Gregory 2015, 26ff.). Der erstellte Demonstrator der *SanTrain*-Studie greift hier auf eine Weiterentwicklung der *Ogre3D*-Engine zurück.

Auch die genaue Ausgestaltung und Implementierung der Benutzeroberflächen ist ein wichtiger Punkt. Diese müssen verschiedenen Anforderungen genügen, die der Didaktik, der Psychologie oder auch der Designtheorie entstammen. Gefordert wird u.a. eine intuitive Bedienung. Auch ist es wichtig, den Spielablauf so wenig wie möglich zu unterbrechen.

Ein wesentlicher Aspekt bei Serious Games ist die Verbindung von Unterhaltung mit Lern- und Trainingsinhalten. Hier stellt die Immersion des Spielers in das Spielgeschehen einen wesentlichen Faktor dar. Der Spieler sollte das Gefühl haben, tatsächlich im Spiel zu sein. Verwandte Begriffe sind Präsenz und Flow-Zustand (Wiemeyer et al. 2016). Eine Grundvoraussetzung hierfür ist eine entsprechende Gestaltung der Spielmechanik und der Spielgeschichte. Durch die gewählte Visualisierung, den Sound und auch durch das entsprechende Verhalten der NPCs kann der Effekt verstärkt werden, wie im Folgenden erläutert wird.

Übersicht über einzelne Funktionen von *SanTrain*

Physiologiesimulation: *SanTrain* arbeitet mit dem Modul *PASIM* (PAtientenSIMulation), das die Simulation von Patienten und Verletzungsmustern ermöglicht und Behandlungsgegenstände implementiert. Damit die einzelnen Vorgänge im Körper je nach Verletzung und erfolgter Behandlung korrekt abgebildet sind, werden in *SanTrain* deren Wechselwirkungen in einem komplexen und authentischen Physiologie-Modell simuliert und visualisiert. Das *SanTrain* zugrunde liegende Modell ist in Umfang, medizinischer Simulationsmächtigkeit und genereller Plausibilität mit kommerziellen Spielen nicht zu vergleichen – es geht weit darüber hinaus. Zudem erfordern Neuerungen ständige Anpassungen. Mit einer einmaligen 3D-Visualisierung ist daher weniger erreicht als oft angenommen. Auch jedes für die unabhängige Weiterbildung tatsächlich beschaffte Serious Game wäre

der Forderung nach kontinuierlich zu überprüfender Plausibilität seiner medizinischen und taktischen Elementarprozesse unterworfen. Falsche Vorstellungen, die durch autonom gespielte Serious Games zunächst erzeugt und anschließend durch stundenlanges unbegleitetes Spielen verinnerlicht werden, wären schwer zu korrigieren und sind mithin intolerabel.

Während des Spielverlaufs von *SanTrain* sollen bis zu 20 verwundete Personen gleichzeitig simuliert werden können. Die Simulationszeit für jeden dargestellten Patienten wird vom Frontend dynamisch vergeben. Die höchste Priorität haben dabei Verwundete, die gerade behandelt werden. Eine mittlere Priorität haben sichtbar Verwundete und die niedrigste Priorität nicht sichtbar Verwundete. Das Spiel basiert auf der *Emergency 5-Engine* und wurde durch Pallas Athena Immersive Virtual Systems GmbH umgesetzt. Die Patienten und deren Verletzungen werden so realistisch wie möglich dargestellt. Farben werden ohne Grafikfilter dargestellt und alle Handlungen im Spiel finden tagsüber statt.

Audioeffekte: Im Spiel gibt es keine Musik, jedoch Soundeffekte; z.B. in Form von Vitalzeichen, Explosionen und Schmerzensschreien. Auch kommen Sprachaufnahmen zum Einsatz (auf Deutsch), da die dargestellten Charaktere (z.B. Verwundeter, Buddy, der eigene Charakter) miteinander sprechen können.

Immersion: Immersion nimmt in *SanTrain* einen hohen Stellenwert ein. Daher wurde die Umgebung im Spiel realitätsnah gewählt (Wüstensetting mit Bergen, Lehmhütten, Feldern, Dünen usw., basierend auf entsprechenden Aufnahmen), um das abbilden zu können, was die Zielgruppe am ehesten im Auslandseinsatz zu erwarten hat und die Objekte haben realistische Proportionen. Die Spielwelt wurde kontinuierlich erweitert und angepasst, vor allem aber anhand von Expertenbefragungen entworfen. Neben der detailgetreuen Gestaltung der Spielumgebung wurde die Rolle des Spielers immersiv gestaltet. Das heißt, dass der Spieler in seiner Rolle im Spiel verankert werden soll. Dazu gehört, dass der Spieler hört, wie sich die Atmung des Spielcharakters beschleunigt, wenn er rennt. Position und Bewegung geben zusätzliches Feedback zum Spielcharakter und dessen Interaktion mit der Spielwelt. Selbstgespräche im Spiel dienen dazu, die sogenannte Selbstdarstellung auszubauen. Eine Herausforderung war es, Verletzungen, Vitalzeichen und Behandlungen immersiv und korrekt darzustellen. Dazu waren etliche Entwicklungsschleifen und Rücksprachen mit Ärzten notwendig. Jedoch war dies unverzichtbar, damit der Wiedererkennungswert des im Spiel verwendeten Equipment so hoch ist, dass die Übertragung von im Spiel erlerntem Wissen in die Realität auch möglich wird. Auch die Erzeugung von Stress spielt eine wichtige Rolle: Die Immersion dient dafür als Mittel zum Zweck. Im Vergleich zu auditiven Elementen war die Entwicklung der Grafik merklich aufwendiger, obwohl diese nicht dieselben Immersionsverbesserungen erzielen konnte.

Visuelle Unstimmigkeiten sind einfacher zu erkennen und werden sehr schnell als störend empfunden. Sind Darstellungen nebeneinander unterschiedlich detailliert, irritiert das ebenfalls die Spieler. Das bedeutet, dass alle Grafiken einen ähnlich hohen Detailgrad aufweisen müssen. Wird eine Darstellung anders, d.h. detaillierter dargestellt, müssen alle anderen Objekte etc. im Spiel nachgebessert werden. Dementsprechend wichtig ist es, zu Beginn der Entwicklung und Umsetzung eines Spiels einen festen Abstraktionsgrad festzulegen, von dem möglichst nicht mehr abgewichen wird.

Ein wichtiger Punkt in diesem Kontext ist neben der möglichen Genauigkeit von grafischen Darstellungen die Vermeidung von Fehlern, welche die Immersion des Spielers in das Spielgeschehen stören können. Zwar treten solche »Bugs« bei reinen Unterhaltungsspielen wie auch Serious Games auf, doch sind sie gerade bei Letzteren als äußerst kritisch zu beurteilen, da sie zu einer Beeinträchtigung des Lern- bzw. Trainingserfolgs führen können. Im Fall der *SanTrain*-Studie betrifft dies u.a. das Verhalten der NPCs, d.h. der Mitglieder der Patrouille und der Feinde. Würden hier Soldaten bei einem Angriff den Gegnern den Rücken zudrehen und sich nicht an den Kampfhandlungen beteiligen, läge eine signifikante Diskrepanz zu dem erwarteten realen Verhalten vor, welches einen Verlust an Immersion und sogar eine Ablehnung des gesamten Spiels zur Folge haben kann. Daher müssen die entsprechenden KI-Konzepte für die Steuerung der NPCs sorgfältig implementiert werden (Yannakakis und Togelius 2018, 143ff.). Gleiches gilt für die Umsetzung des Patientenavatars. In diesem Fall muss sowohl die Darstellung zu den Verletzungsmustern passen als auch die Reaktion des Patienten angemessen sein.

Katalytische Elemente: Um den Spielcharakter von *SanTrain* zu stärken, wurden katalytische Elemente generiert. Katalysen sind Kleinstgeschehen, die keinen direkten Einfluss auf das Spielgeschehen haben und konsekutiv aufgebaut sind (Barthes 1988). Mit ihnen soll z.B. die Motivation der Spieler aufgrund des Spielcharakters erhöht werden und ermöglicht werden, ein Belohnungssystem zu integrieren, das zusätzlich zu den übergeordneten Lernzielen eingesetzt wird. Die Entscheidung, katalytische Elemente einzusetzen, wurde erst im späteren Verlauf des Projektes getroffen. Die korrekte Darstellung der Taktik und medizinischen Handlungen hatten sich selbstverständlich zum Fokus entwickelt. Dies war jedoch dem Spielcharakter abträglich, so dass entschieden wurde, katalytische Elemente zu entwickeln, um *SanTrain* deutlicher von einem Ausbildungssimulator zu unterscheiden. So wurden in das Spiel verteilte Postkarten als Sammelobjekte, ein verstecktes Graffiti und eine Vogelscheuche, die auf Handzeichen reagiert, als sogenannte Easter Eggs integriert.

Adaptives Gameplay: Das für *SanTrain* gewählte adaptive Gameplay entstand durch den pädagogischen Anspruch, auf spielerische Weise Lerninhalte zu vermitteln. Erbringen Spieler in einem Level schlechte Leistungen, sollte im nächsten Level eine vergleichbare, ggf. leichtere Aufgabe verwendet werden. Das gilt auch umgekehrt: Wurde in einem Level eine Aufgabe besonders gut gemeistert, so soll es im nächsten Level eine schwerere Aufgabe mit weniger Hilfestellung geben. Das adaptive Gameplay wurde in einem eigenen Freeplay Mode-Level entwickelt. Die Verwendung von Hilfestellungen im Spiel hat sich jedoch für das gesamte Spiel als sinnvoll erwiesen, wenn Spieler zu lange brauchen, um eine geforderte Aktion durchzuführen.

Übersicht über weitere geplante Elemente: Für das Spiel *SanTrain* ist ein Szenarien-Editor geplant. Dieser könnte als zusätzliches Element durch die Vielzahl an Kombinationen von Szenarien und Faktoren einen Mehrwert an Spielspaß und Langzeitmotivation erreichen.

Um eine kontinuierliche Weiterentwicklung von *SanTrain* zu ermöglichen und zu optimieren, wird derzeit ein E-Mail-Feedback-System für Fachexperten erprobt. Diese können vor Ort die neueste Version des Serious Games testen und gewünschte Änderungen direkt an die Entwickler weitergeben. Dafür sind drei Elemente notwendig: die Hardware (geeignete Notebooks), die Fernwartungssoftware und ein integriertes Feedbacksystem. Um Feedback von Experten einholen und umsetzen zu können, sind vor allem die Beschreibung einer gewünschten Änderung, die Log-Datei und ein Screenshot der Situation notwendig.

Um ein Serious Game für die medizinische Ausbildung dauerhaft einsetzen zu können, ist neben der laufenden Aktualisierung von Inhalten auch die Übertragung auf verschiedene Medien notwendig. Virtual Reality oder Augmented Reality sind daher die nächsten Schritte, auch um den Spielern moderne Spielerlebnisse zu ermöglichen und noch realitätsnaher auszubilden. Zusätzlich wurde neben der inhaltlichen Weiterentwicklung und institutionellen Einbettung (Verfügbarkeit des Spiels für die Soldaten) auch die Etablierung eines Qualitätsmanagementsystems notwendig. Dies wird bereits in *SanTrain* eingesetzt, indem es u.a. ein regelmäßiges Bug-Reporting gibt.

Fazit

Wie deutlich wird, lassen sich die Aufgaben der Informatik im Projekt *SanTrain* in zwei Gruppen einteilen: die Umsetzung der didaktischen und fachspezifischen Konzepte und die Implementierung des Spiels an sich. Beide sind dabei allerdings nicht getrennt voneinander zu sehen, da ein Serious Game nur dann funktionieren kann, wenn eine passende Integration der Bereiche geschaffen wird. Die modulare, technische Struktur von *SanTrain* erlaubt dabei eine Wiederverwendung

der einzelnen Komponenten, insbesondere des Physiologiemodells, welches als Grundlage weiterer Serious Games im medizinischen Bereich genutzt werden kann.

5. Herausforderungen der sachgerechten Entwicklung des Lernspiels *SanTrain* aus medizinischer Sicht

Während in der Ausbildung in Präsenzveranstaltungen die Art und Relevanz von Übungskünstlichkeiten leicht vom Ausbilder situationsabhängig erläutert werden kann, könnte eine sachliche Abweichung von den realen Prozessen in einem autonom gespielten Serious Game zu falschen Vorstellungen von der Wirklichkeit führen. Besondere Bedeutung erhält dieser Umstand dadurch, dass beim Spielen praktisch immer auch gelernt wird – mitunter leider das Unzweckmäßige. Der schlimmste anzunehmende Fall ist daher bei Serious Games nicht, dass nichts gelernt wird, sondern dass schwer zu korrigierendes Falsches gelernt wird. Im Unterschied zu Präsenzveranstaltungen, bei denen die Subjektivität aller Ansichten stets offenkundig ist, würde ein offizielles Serious Game darüber hinaus eher ›Lehrbuchcharakter‹ besitzen. Entsprechend hoch sind die Anforderungen an die Abbildung der für das jeweilige Spiel zentralen Prozesse aus der Wirklichkeit, im Falle von *SanTrain* also der medizinischen und militärischen Prozesse, die der Ersten Hilfe im Einsatz zugrunde liegen. Rein physikalisch technische Vorgänge wären im Spiel im Übrigen valide deterministisch abzubilden, d.h. es gibt eine formal korrekte und nur genau eine korrekte Form, sie zu modellieren. Weder Medizin noch Taktik gehören jedoch zu den Disziplinen, in denen sich strenge Validität und Determiniertheit als adäquate Modellierungsprinzipien der Wirklichkeit bewährt oder durchgesetzt hätten. Entscheidendes Kriterium für die Wirklichkeitsapproximation im Modell ist daher die Plausibilität der stochastischen Modellierung für Experten. Das heißt aber auch, dass die adäquate Abbildung zumindest teilweise auch Meinungen repräsentiert. Bis sich diese in einem Lehrmedium so verdichten, dass von gemeinsamer, geteilter Plausibilität gesprochen werden kann, vergehen mitunter Jahre.

Die jeweils aktuellen Lerninhalte und Anforderungen der Ersten Hilfe im Einsatz werden kontinuierlich ins Spiel eingepflegt. Jedoch wurden dabei auch Schwerpunkte gebildet, die auf dem Erfahrungswissen der am Projekt beteiligten Ärzte und Ausbilder beruhen. Diese Erfahrungswerte sind insofern wichtig, als dass es allgemein in der Medizin, aber vor allem bei der Behandlung von Verletzungen in Auslandseinsätzen zu Fällen kommt, in denen ein schnelles, fokussiertes und vor allem pragmatisches Handeln erforderlich wird. Das Konzept der Ersten Hilfe im Einsatz berücksichtigt dies bereits, da es neben der medizinischen Behandlung auch die taktische Komponente beinhaltet. Es lassen sich allerdings,

basierend auf dem Erfahrungswissen von Ausbildern, durchaus Anwendungsfälle identifizieren, die besonders häufig trainiert werden sollten. Dazu gehören das Anlegen eines Tourniquets sowie allgemein die Versorgung von Schusswunden. Diese Fälle wurden in entsprechenden Szenarien in *SanTrain* berücksichtigt. Auch wenn durch das Gefälle zwischen dargestellter und darzustellender Realität deutlich wird, dass *SanTrain* die Realität nicht ersetzen kann, müssen die Spielinhalte medizinisch korrekt sein und den geltenden Behandlungsrichtlinien entsprechen. Gleichzeitig müssen sie so viel Flexibilität aufweisen, dass auch individuelle Behandlungsfälle berücksichtigt werden können, da auch in der Realität Patienten z.B. unterschiedlich auf Verletzungen reagieren. Alle in *SanTrain* dargestellten Verwundungen, Schmerzen und Behandlungsszenarien wurden dementsprechend in ausführlichen Besprechungen mit Ärzten abgestimmt und das Behandlungsvorgehen im Spiel durch sie verifiziert. Dies gilt auch für das im Spiel dargestellte Equipment für die Behandlung von Verwundeten. Dieses, wie auch die einzuübenden Behandlungsmuster, ist den Spielern aufgrund ihrer formalen Ausbildung bereits mehr oder weniger bekannt. Hier wird nochmals die Rolle von *SanTrain* deutlich: Es ist ein die formale Ausbildung ergänzendes Lernangebot.

Fazit

Die Herausforderungen aus Sicht der Medizin bestehen vor allem darin, dass die Simulation den Plausibilitätsanforderungen genügen muss. Dazu sind ein intensiver iterativer Entwicklungsprozess notwendig sowie Absprachen mit der Informatik. Die Anforderung, dass das Spiel immer aktualisiert werden kann, weil sich z.B. Behandlungsempfehlungen ändern, ist obligatorisch. Ein wichtiger Unterschied zu einer rein technischen Validation von Variablen besteht darin, dass Vitalparameter eine hohe Variabilität aufweisen und es damit die Notwendigkeit einer flexiblen Physiologiedarstellung gibt, wie sie auch in *SanTrain* umgesetzt wurde. Gleichzeitig muss alles Dargestellte medizinisch so präzise sein, dass der Erwerb von falschem Wissen so gut wie ausgeschlossen werden kann.

6. Diskussion

Die bisherigen Evaluations-Ergebnisse der *SanTrain*-Studie zeigen, dass zusammengefasst das 3D-Serious Game *SanTrain* den gestellten Anforderungen an ein ständig nutzbares Ausbildungshilfsmittel entspricht und positiv bewertet wird: *SanTrain* zeigt sich als geeignet zum Wissenserwerb und zum Aufbau von Handlungskompetenz und besitzt das Potenzial, sowohl theoretisches Wissen wie praktische Handlungsabläufe im Bereich der Ersten Hilfe im Einsatz zu üben und zu verbessern. Es ist geeignet, gezielt in den formalen Ausbildungskontext

einbezogen zu werden, um ergänzend zu den bestehenden Lehrangeboten eingesetzt zu werden. Diese Ergebnisse entsprechen auch bisherigen Forschungsbefunden (z.B. Susi, Johannesson und Backlund 2007) zum Einsatz von Serious Games in der Ausbildung: In der Meta-Analyse von Wouters, van Nimwegen, van Oostendorp und van der Spek (2013) konnte gezeigt werden, dass spielbasiertes Lernen zu einem höheren Lerneffekt führt. Die bisherigen Befunde zum Spiel aus den Bereichen Akzeptanz, Immersionsgrad, Weiterentwicklung des Spiels und die Herausforderungen der Theorie-Praxis-Kooperation konnten für sich zeigen, dass es sinnvoll ist, die Ausbildung mit einem Serious Game zu ergänzen bzw. zu unterstützen.

Akzeptanz

Das *SanTrain*-Projekt zeigt demnach, dass die Ausbildung der Ersten Hilfe im Einsatz durch die Nutzung von Computerspielen sinnvoll ergänzt werden kann. Fundamentalkritik, die Serious Games grundsätzlich in Frage stellen würde, haben jene, die *SanTrain* tatsächlich erprobt haben, nicht geäußert. Das Medium spricht in der Regel selbst jene Personen an, die Computerspielen bisher eher skeptisch gegenüberstanden. Jedoch müssen bei der Entwicklung eines Serious Games stets der Anwendungskontext und die Lernziele übereinstimmen und auf die Zielgruppe jeweils angepasst sein (Breuer und Tolks 2018), wie es auch im vorliegenden Projekt der Fall ist. Eine Adaption des Spiels zur Gänze auf andere Bereiche wäre nicht ohne Weiteres möglich.

Insgesamt haben Serious Games eine hohe Inanspruchnahmebereitschaft (Eichenberg, Grabmayer und Green 2016). Bei *SanTrain* tragen hierzu sicher entscheidend der grafische Detailreichtum und die Anschaulichkeit dreidimensionaler, hochauflösender, bewegter Bilder sowie die spielerische Interaktion des Auszubildenden mit dem Medium bei. Es hat sich aber gezeigt, dass die wesentlichen Herausforderungen für autonom (d.h. Ausbilder-, zeit- und ortsunabhängig) gespielte Serious Games weder die grafische Animation noch die spielerische Einbindung sind. Es ist die fehlende direkte Rückkopplung zu entsprechenden Ausbildern, die Serious Games besonders machen: Bei klassischen Ausbildungsformen wird das Niveau des ›Im-Einsatzkontext-Handelns‹ stets unter der Kontrolle eines Ausbilders erreicht. *SanTrain* soll aber von Soldaten in deren Freizeit gespielt werden oder wann immer Zeit verfügbar ist. Der Ausbilder als zentrales Steuerelement des gesamten Ausbildungsprozesses ist also für derartige Serious Games nicht (direkt) verfügbar. Eine Möglichkeit der Weiterentwicklung, Erhöhung der Motivation und Unterstützung des Wissenserwerbs wäre die Implementation eines Multiplayer-Systems. Damit könnten Lerngruppen gebildet und der Spielspaß durch die soziale Komponente erhöht werden.

Immersionsgrad

SanTrain beinhaltet an sich viele Elemente, um möglichst immersiv zu wirken. Jedoch lässt sich Immersion nicht objektiv messen bzw. Messergebnisse sind nicht auf alle Spieler anwendbar. Daher konnte bisher kein objektiver Endzustand bezüglich der Immersion festgelegt werden. Es ist davon auszugehen, dass es immer wieder Details geben wird, die dem Spiel hinzugefügt werden können oder dass Experten kontinuierlich weitere Vorschläge einbringen, um die Immersion zu verbessern. Bislang wurde aber der Status erreicht, dass es sich bei Hinweisen um Details handelt und keine grundsätzlichen Veränderungen, die die Immersion betreffen. Daraus kann derzeit der Schluss gezogen werden, dass ein ausreichender Immersionsgrad erreicht worden ist.

Weiterentwicklung

Prävention psychischer Belastungen. *SanTrain* entwickelt ein Serious Game zum Training der notfallmedizinischen Kompetenzen. Da der Einsatz dieser Kompetenzen in der Regel in Situationen geschieht, die eine besondere psychische und physische Belastung darstellen, muss der Umgang vor allem mit der psychischen Belastung ebenfalls trainiert werden, um Handlungssicherheit zu erlangen und die Wahrscheinlichkeit von Einsatzfolgeschäden wie PTBS zu reduzieren (siehe zur psych. Belastung von Einsatzkräften z.B. Griesbeck 2016; Berger et al. 2012; Karutz und Blank-Gorki 2014; insb. Soldaten siehe Wittchen et al. 2012). Daher soll in einer gerade angelaufenen Machbarkeitsstudie zunächst geprüft werden, wie *SanTrain* um eine Komponente der Stressprävention erweitert werden kann, um eine ganzheitliche Ausbildung zu ermöglichen und bereits frühzeitig und primärpräventiv möglichen psychischen Belastungen zu begegnen. Der Einsatz von internetbasierten Interventionen zur Behandlung von PTBS-Symptomen ist bereits erprobt und es liegt eine Vielzahl an Wirksamkeitsbelegen vor (zur Übersicht siehe Eichenberg und Zimmermann 2017; Sloan et al. 2011). Ein Großteil dieser Interventionen findet Anwendung im militärischen Bereich und ist dort bereits etabliert (siehe z.B. Rizzo et al. 2011; McLay et al. 2011). Diese Erkenntnisse sollen genutzt und ebenso in einem interdisziplinären Entwicklungs- und Forscherteam in *SanTrain* integriert werden (Projekt *SanTrain*PSY).

Herausforderungen der Theorie-Praxis-Kooperation. Im Hinblick auf die Projektarbeit haben sich vor allem das Finden einer gemeinsamen Sprache, die Entwicklung eines flexibel erweiterbaren Spielkonzepts sowie die Vermittlung von fachspezifischen Herangehensweisen und Sichtweisen auf ein Serious Game als Herausforderung erwiesen. Wissen muss in den Projektgruppen geteilt und vermittelt werden, so dass alle Beteiligten über eine gemeinsame Wissensbasis

verfügen. Sicherlich ist diese Herangehensweise limitiert, da es nicht möglich ist, einen vertieften Einblick in die Fachgebiete der jeweiligen Kooperationspartner zu gewinnen. Aus der mehrjährigen Projektzeit von *SanTrain* kann die Erfahrung weitergegeben werden, dass Projektkommunikation, sowie Reflexions- und Diskussionsprozesse einen wesentlichen Teil zum Gelingen eines Projektes beitragen. Die gleichberechtigte Entwicklung von *SanTrain* durch die beteiligten Disziplinen ist ein aufwendiger, aber in diesem Fall erfolgreicher Prozess gewesen, durch den auch gezeigt wird, dass eine fachübergreifende Entwicklung eines Lernspiels den Spielern und der Nachhaltigkeit eines Spieles zugutekommt.

Was den Aufwand der Studie – auch und gerade rückblickend⁴ – rechtfertigt, ist die Entkopplung der Lernstufe ›Üben im einsatzrelevanten Kontext‹ von der Verfügbarkeit der Ausbilder. Die Anforderungen derartiger Spiele hinsichtlich der vom Computer algorithmisch zu bewältigenden Aufgaben gehen über die bloße Einbindung des Mediums Computerspiel in Präsenzveranstaltungen weit hinaus. Es handelt sich um die automatisierte Führung der Spieler im Game auf der Basis eines didaktischen Konzeptes und durch adaptives Gameplay, die durchgehende Plausibilität aller medizinischen und taktischen Prozesse sowie die automatisierte Analyse und Auswertung des Spielverlaufs. Diese Punkte ergeben ein weitverzweigtes Feld an fachübergreifenden Herausforderungen für die Entwicklung eines Lernspiels, die zumindest im Projekt *SanTrain* bisher erfolgreich gemeistert werden konnten.

Ludographie

3D-SC1 (French Military Health Service, 2014)

Bibliographie

- Barthes, Roland. 1988. »Einführung in die strukturelle Analyse von Erzähltexten.« In *Das semiologische Abenteuer*, hg. von Barthes, Roland 102-143. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Bellotti, Francesca, Riccardo Berta und Alessandro De Gloria. 2010. »Designing Effective Serious Games: Opportunities and Challenges for Research.« *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)* 5. <https://www.learn-technlib.org/p/44949/>, letzter Zugriff: 28.04.2020. doi: 10.3991/ijet.v5s3.1500

4 Entwicklungszeitraum 2011-2019. Für die Projektdurchführung war und ist die enge Zusammenarbeit von Medizinerinnen und professionellen Spieleentwicklern entscheidend für den Erfolg.

- Berger, William, Evandro S.F. Coutinho, Ivan Figueira, Carla Marques-Portella, Marianna Pires Luz, Thomas C. Neylan, Charles R. Marmar und Mauro Mendlowicz. 2012. »Rescuers at risk: a systematic review and meta-regression analysis of the worldwide current prevalence and correlates of PTSD in rescue workers.« *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology* 47 (6): 1001-1011. doi:10.1007/s00127-011-0408-2
- Bossel, Hartmut. 1985. *Umweltdynamik. 30 Programme für kybernetische Umwelterfahrungen auf jedem BASIC-Rechner*. München: tewi verlag.
- Breuer, Johannes und Daniel Tolks. 2018. »Grenzen von »Serious Games for Health««. *Prävention und Gesundheitsförderung* 13 (4): 327-332. doi: 10.1007/s11553-018-0654-1
- Csikszentmihályi, Mihály. 1990. *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. New York: Harper & Row.
- Dreyfus, Hubert L. und Stuart E. Dreyfus. 1988. *Künstliche Intelligenz. Von den Grenzen der Denkmaschine und dem Wert der Intuition*. Reinbek: Rowohlt.
- Eichenberg, Christiane und Peter Zimmermann. 2017. *Einführung Psychotraumatologie*. München: UTB.
- Eichenberg, Christiane, Cornelia Küsel, und Brigitte Sindelar. 2016. »Computerspiele im Kindes- und Jugendalter: Geschlechtsspezifische Unterschiede in der Präferenz von Spiel-Genres, Spielanforderungen und Spielfiguren und ihre Bedeutung für die Konzeption von Serious Games.« *merz Wissenschaft. Zeitschrift für Medienpädagogik* 60 (6): 97-109.
- Eichenberg, Christiane, Gloria Grabmayer und Nikos Green. 2016. »Acceptance of Serious Games in Psychotherapy: An Inquiry into the Stance of Therapists and Patients.« *Telemedicine and e-Health* 22 (11): 945-951. doi: 10.1089/tmj.2016.0001
- Goforth, Carl W. und David Antico. 2016. »TCCC Standardization. The Time Is Now.« *Journal of Special Operations Medicine* 15 (3): 53-56.
- Gough, Christina. 2019. Genre breakdown of most popular U.S. video game genres by sales in 2018. <https://www.statista.com/statistics/189592/breakdown-of-us-video-game-sales-2009-by-genre/>, letzter Zugriff: 28.04.2020.
- Graafland, Maurits, Jan M. Schraagen und Marlies P. Schijven. 2012. »Systematic review of serious games for medical education and surgical skills training.« *BJS* 99 (10). doi: 10.1002/bjs.8819
- Griesbeck, Franz. 2016. »Posttraumatische Belastungsstörung. Relevanz für Einsatzkräfte und Notfallmedizin.« *Notfall + Rettungsmedizin* 19 (6): 460-465. doi: 10.1007/s10049-016-0172-7
- Gregory, Jason. 2015. *Game Engine Architecture*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Juul, Jesper. 2005. *Half-Real. Video Games between real Rules and Fictional Worlds*. Cambridge: The MIT Press.

- Karutz, Harald und Verena Blank-Gorki. 2014. »Psychische Belastungen und Bewältigungsstrategien in der präklinischen Notfallversorgung.« *Notfallmedizin up2date* 9 (4): 355-374. doi: 10.1055/s-0033-1358063
- Lehmann, Axel, Marko Hofmann, Julia Palii, Alexandros Karagkasidis und Patrick Ruckdeschel. 2013. »SanTrain: A Serious Game Architecture as Platform for Multiple First Aid and Emergency Medical Trainings.« *AsiaSim* 2013: 361-366. doi: 10.1007/978-3-642-45037-2_35
- McLay, Robert L., Dennis P. Wood, Jennifer A. Webb-Murphy, James L. Spira, Mark D. Wiederhold und Brenda K. Wiederhold. 2011. »A randomized, controlled trial of virtual reality-graded exposure therapy for post-traumatic stress disorder in active duty service members with combat-related post-traumatic stress disorder.« *Cyberpsychology, Behavior and Social Networking* 14 (4): 223-229. doi: 10.1089/cyber.2011.0003
- McShaffry, Mike und David Graham. 2012. *Game Coding Complete*. Boston: Cengage Learning PTR.
- Mehm, Florian, Ralf Dörner und Maic Masuch. 2016. »Authoring Processes and Tools.« In *Serious Games: Foundations, Concepts and Practice*, herausgegeben von Dörner, Ralf, Stefan Göbel, Wolfgang Effelsberg, und Josef Wiemeyer, 83-106. Basel: Springer International Publishing Switzerland. doi: 10.1007/978-3-319-40612-1_4
- Mildner, Philip, und Florian »Floyd« Mueller. 2016. »Design of Serious Games.« *Serious Games: Foundations, Concepts and Practice*, hg. von Dörner, Ralf, Stefan Göbel, Wolfgang Effelsberg und Josef Wiemeyer, 57-82. Basel: Springer International Publishing Switzerland. doi: 10.1007/978-3-319-40612-1_3
- Mitgutsch, Konstantin. 2011. »Serious Learning in Serious Games. Learning In, Through, and Beyond Serious Games.« *Serious Games and Edutainment Applications*, hg. von Ma, Minhua, Andreas Oikonomou und Lakhmi C. Jain, 61-84. London: Springer. doi: 10.1007/978-1-4471-2161-9_4
- Pasquier, Pierre, Stéphane Mérat, Brice Malgras, Ludovic Petit, Xavier Queran, Christian Bay, Mathieu Boutonnet, Patrick Jault, Sylvain Ausset, Yves Auroy et al. 2016. »A Serious Game for Massive Training and Assessment of French Soldiers Involved in Forward Combat Casualty Care (3D-SC1): Development and Deployment.« *JMIR Serious Games*; 4 (1): e5. doi:10.2196/games.5340
- Prange, Klaus. 2012. *Die Zeigestruktur der Erziehung. Grundriss der Operativen Pädagogik*. Paderborn: Ferdinand Schöningh.
- Rizzo, Albert, Thomas D. Parson, Belinda Lange, Patrick Kenny, John G. Buckwalter, Barbara Rothbaum, JoAnn Difede, John Frazier, Brad Newman, Josh Williams et al. 2011. »Virtual reality goes to war: a brief review of the future of military behavioral healthcare.« *Journal of Clinical Psychology in Medical Settings* 18 (2): 176-187. doi: 10.1007/s10880-011-9247-2

- Ruckdeschel, Patrick. 2015. *Strukturanalyse des Videospiele. Handlungsorganisation und Semantisierung. Wie Menschen mit Maschinen spielen*. München: Kopaed.
- Salen, Katie, und Eric Zimmerman. 2004. *Rules of Play. Game Design Fundamentals*. Cambridge: MIT Press.
- Sloan, Denise M., Matthew W. Gallagher, Brian A. Feinstein, Daniel J. Lee und Genevieve M. Pruneau. 2011. »Efficacy of telehealth treatments for posttraumatic stress-related symptoms: a meta analysis.« *Cognitive Behaviour Therapy* 40 (2): 111-125. doi: 10.1080/16506073.2010.550058
- Susi, Tarja, Mikael Johannesson und Per Backlund. 2007. *Serious Games – An Overview*. Technical Report HS- IKI -TR-07-001, School of Humanities and Informatics, University of Skövde, Sweden. Letzter Zugriff am 05.01.2019. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:2416/FULLTEXT01.pdf>, letzter Zugriff: 28.04.2020.
- Tolks, Daniel, Kevin Dadaczynski und David Horstmann. 2018. »Einführung in die Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft von Serious Games (for Health)«. *Prävention und Gesundheitsförderung* 4. doi: 10.1007/s11553-018-0667-9
- Wiemeyer, Josef, Lennart Nacke, Christiane Moser und Florian »Floyd« Mueller. 2016. »Player Experience.« *Serious Games: Foundations, Concepts and Practice*, hg. von Dörner, Ralf, Stefan Göbel, Wolfgang Effelsberg und Josef Wiemeyer, 243-271. Basel: Springer International Publishing Switzerland. doi: 10.1007/978-3-319-40612-1_9
- Wittchen, Hans-Ulrich, Sabine Schönfeld, Clemens Kirschbaum, Christin Thureau, Sebastian Trautmann, Susann Schmiedgen, Jens Klotsche, Michael Höfler, Robin Hauffa und Peter Zimmermann. 2012. »Traumatic experiences and posttraumatic stress disorder in soldiers following deployment abroad: how big is the hidden problem?« *Deutsches Ärzteblatt* 109 (35-36): 559-68. doi: 10.3238/arztebl.2012.0559
- Wouters, Pieter, Christof van Nimwegen, Herre van Oostendorp und Erik D. van der Spek. 2013. »A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious gaming.« *Journal of Educational Psychology* 105 (2): 249-265. doi: 10.1037/a0031311
- Yannakakis, Georgios N. und Julian Togelius. 2018. *Artificial Intelligence and Games*. Cham: Springer International Publishing. doi: 10.1007/978-3-319-63519-4

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: SanTrain Demonstrator: Erste Hilfe im Einsatz (eigene Abbildung, Version 2016)

Abb. 2: SanTrain Demonstrator: Feedback nach Levelabschluss: »Good Cop« & »Bad Cop« (eigene Abbildung).

Abb. 3: Generische Spielstruktur des SanTrain Demonstrators (Lehmann et al. 2013)

Zurkenntnisnahme

Das Projekt »Simulationsbasiertes sanitätsdienstliches Training für Nicht-Sanitätspersonal und Sanitätspersonal« (SanTrain) wird vom Bundesministerium der Verteidigung finanziert mit dem folgenden Förderkennzeichen: – Q/UR2C/AA134/AC016

Am Projekt »SanTrain« sind folgende Institutionen beteiligt:

- Institut Technische Informatik, Fakultät Informatik, Universität der Bundeswehr München, Deutschland
- Lehrstuhl Medienpädagogik, Fakultät für Humanwissenschaften, Universität der Bundeswehr München, Deutschland
- Sektion Notfallmedizin, Bundeswehrkrankenhaus Ulm, Deutschland
- Pallas Athena – Immersive Virtual Systems GmbH, Deutschland

Das Projekt wird von der Sanitätsakademie der Bundeswehr begleitet und betreut.⁵

5 Besonderer Dank gilt Herrn Oberfeldarzt Dr. Lars Schneiderei von der Sanitätsakademie der Bundeswehr und dem gesamten *SanTrain*-Projektteam an der Universität der Bundeswehr München: Monika Eder, M.A., Thomas Gebhardt, M.Sc., Dipl.-Inf. Nadija Leopold, Mag. Armin Leopold, Mag., Patrick Reißing, M.Sc., PhD, M.A. und Hauptmann Kevin Röhrborn, M.Sc.