Themenheft Nr. 15/16: Computerspiele und Videogames
in formellen und informellen Bildungskontexten

Game-based Learning im Bildungskontext einer Hochschule – ein Praxisbericht

Jochen Pfannstiel, Volker Säger und Claudia Schmidt

Abstract

Das Fach Software-Engineering stellt Lernende und Lehrende gleichermaßen vor eine grosse Herausforderung, da eine Vielzahl von abstrakten Methoden und Modellen zu erlernen sind. An der Hochschule Offenburg wurde das Lernspiel «Software Engineering in the Future» als Ergänzung zur Präsenzveranstaltung entwickelt. Die Studierenden sollen über das Lernspiel motiviert werden, sich mit der Thematik zu befassen, um dann in ansprechend gestalteten authentischen Szenarien einzelne Methoden zu erlernen und zu vertiefen. Der Artikel stellt die zentralen Aspekte der Spielentwicklung und Ergebnisse einer ersten Befragung der Studierenden vor.

Software Engineering in der Lehre

Im Grundstudium Medien und Informationswesen der Hochschule Offenburg wird die Vorlesung Software Engineering (wird im Weiteren mit SWE abgekürzt) gelesen, nachdem in zwei vorangehenden Semestern Programmierung gelehrt und geübt worden ist. Ein Problem dieser Vorlesung – wahrscheinlich vieler Vorlesungen zum SWE – ist die Tatsache, dass die Studierenden für die teilweise abstrakten Themen dieser Disziplin wenig Interesse aufbringen und nicht zum Lernen motiviert sind. Wozu braucht man diese vielen Methoden für die relativ kurzen Programme, die am Anfang des Studiums realisiert werden? Die zu erstellenden Diagramme liefern keine greifbaren, sondern eher theoretische Zwischenergebnisse. Erst mit grösseren Projekten, an denen viele Personen mit unterschiedlichen Aufgaben beteiligt sind, gewinnen die Methoden des SWE an Bedeutung. Dass die Themen des SWE sowohl für Entwickler als auch für Anwender und alle anderen Beteiligten der Softwareentwicklung ständig in Gebrauch sind, lernen viele Studierende erst in der praktischen Arbeit nach dem Studium. Dann sollten die Methoden aber bereits bekannt und abrufbar sein (Glinz, 2008).

Um die genannten Probleme zu beheben, wurde ein Online-Lernspiel für das SWE konzipiert und implementiert. Das primäre Ziel des Spiels ist es, die Studierenden zur Arbeit mit den wichtigen Methoden und Vorgehensweisen anzuregen. Zunächst soll durch das Angebot eines Lernspiels die Hemmschwelle gesenkt werden, sich überhaupt mit SWE zu beschäftigen. Der Spass, die Konzentration und die Selbstbestimmtheit beim Spielen sollen die Motivation verbessern und daraus soll ein besseres und vor allem lang andauerndes Verständnis resultieren.

Damit klar definierte und gut erreichbare Ziele erkennbar sind, ist das Spiel in kleine Einheiten unterteilt, so genannte Minispiele, in denen die Konzepte und Methoden des SWE (Balzert, 1998; Ludewig & Lichter, 2007; Sommerville, 2007) trainiert werden. Weil im Spiel alle Themen der gesamten Vorlesung vorkommen, soll es semesterbegleitend gespielt werden. Das sture Lernen auf die Klausur und das anschliessende rasche Vergessen soll vermieden und stattdessen nachhaltiges Wissen vermittelt werden.

Lernen mit digitalen Spielen

Ein Spiel ist laut Huizinga «eine freiwillige Handlung oder Beschäftigung, die innerhalb gewisser festgesetzter Grenzen von Zeit und Raum nach freiwillig angenommenen, aber unbedingt bindenden Regeln verrichtet wird, ihr Ziel in sich selber hat und begleitet wird von einem Gefühl der Spannung und Freude und einem Bewusstsein des Andersseins als das gewöhnliche Leben.» (Huizinga, 1991; Seite 37). Bei Lernspielen soll diese Freude als Motivationsfaktor zum Lernen genutzt werden, indem mit der spielerischen Handlung das Wissen zu bestimmten Themen verbunden wird. Mit den digitalen Lernspielen wird das spielerische Lernen in eine computerbasierte, virtuelle Umgebung verlagert. Für das Lernen mit dieser Art von Spielen hat sich der Begriff Game-based Learning etabliert, siehe z. B. (Schwan, 2006). Bopp (2006, Kapitel 5) identifiziert vielfältige didaktische Methoden in digitalen Unterhaltungsspielen, die bei digitalen Lernspielen einsetzbar wären, und beklagt, dass diese Methoden tatsächlich nur spärlich eingesetzt werden.

Der Lernprozess

Abbildung 1 zeigt ein Modell für das Lernen mit Spielen, das von Garris, Ahlers und Driskell (2002) vorgestellt wurde. Charakteristisch ist in diesem Modell, im Gegensatz zu traditionellen Spielen, eine Wiederholung in einem sogenannten Spielzyklus. Basierend auf den Lerninhalten und den Spieleigenschaften (Input) wird das Spiel in Zyklen mit drei Phasen eingeteilt:

- Nutzerverhalten: der Lernende handelt in der Lernumgebung.
- Feedback des Systems auf diese Handlungen.
- Nutzerurteil: der Lernende zieht Rückschlüsse aus den eigenen Handlungen und dem Systemfeedback.

Bei digitalen Spielen durchlaufen Lernende mehrere dieser Zyklen, wobei sich im Laufe der Zeit, basierend auf den erlebten Feedbacks, ihr Verhalten und damit wiederum auch das Feedback des Systems verändert. Die Wiederholung führt dazu, dass erlerntes Wissen gefestigt wird. Am Ende steht das Lernergebnis als Output des Prozesses.

Abbildung 1: Modell zum Lernen mit digitalen Spielen nach Gerris, Ahlers und Driskell

Zentrale Aspekte digitaler Lernspiele

In der Literatur werden unterschiedliche Aspekte diskutiert, die zu den zentralen Charakteristiken digitaler Lernspiele zählen. Gee (2005) identifiziert 13 Prinzipien, die «gute» Spiele kennzeichnen. Diese Prinzipien unterteilt er in die drei Klassen: Handlungsspielräume eröffnen, Problemlösen, Verständnis fördern. Dabei gilt die These: Je mehr Prinzipien in einem Spiel existieren, umso höher ist die motivierende Wirkung. Auch Petko und Reuser (2005, Seite 193/194) betonen als einen wichtigen Aspekt für ein produktives Lernen eine problemorientierte Aufgabenstellung mit authentischen Situationen. Garriss, Ahlers und Driskell (2002) geben als Ergebnis einer Literaturrecherche die folgenden sechs zentralen Aspekte digitaler Lernspiele an:

- **Fantasie:** Spiele versetzen den Spieler in eine andere Welt, eine Fantasiewelt, doch alle Aktivitäten innerhalb dieser Welt haben keinerlei Auswirkungen auf die reale Welt. Die Fantasie erlaubt es den Spielern unterschiedliche Perspektiven einzunehmen, in verschiedene Rollen zu schlüpfen und führt so zu einem grösseren Interesse an der Thematik.
- **Neugier:** Die in den Spielen enthaltenen Rätsel und Geheimnisse wecken die Neugier der Spieler und sind damit ein stark motivierender Faktor. Wenn jedoch Spieler keine Möglichkeit haben, ihre Neugier zu befriedigen, so entsteht schnell Frust. Eine Lösung besteht hier in der Einführung unterschiedlicher Level, die im Schwierigkeitsgrad variieren.
- **Herausforderung:** Herausforderung ergibt sich durch einen Schwierigkeitsgrad, der individuell auf den Lernenden abgestimmt ist. Wiederum ist zu beachten, dass bei einem zu leichten oder zu schweren Level das Interesse des Lernenden abnimmt (einerseits durch Langeweile, andererseits durch gefühlte Überforderung (Csikszentmihalyi, 2003, S. 107; Kiili, 2005). Stark motivierend

wirken Wettbewerbe, unvorhersagbare Ereignisse oder Rätsel, die der Spieler bewältigen muss.

- Kontrolle: Lernende sollten das Spiel aktiv beeinflussen und damit kontrollieren können. In Spielen wird die Konsequenz der eigenen Aktionen direkt durch die weitere Handlung sichtbar gemacht und nicht nur über Noten, Punkte oder Testfragen. Beispielsweise können Lernende im Spiel eine fiktive Person Entscheidungen treffen lassen oder unter mehreren Möglichkeiten auswählen lassen. Oder sie tragen zur Lösung des Spieles bei, indem sie Rätseln auf die Spur kommen oder Puzzles zusammensetzen. Die Kunst der indirekten Kontrolle besteht bei der Spielentwicklung darin, eine Balance zwischen einer möglichst grossen Selbstbestimmung des Spielers und dem noch Realisierbaren zu finden (Reinmann, 2006).
- Regeln: Didaktisch sinnvolle Spiele zeichnen sich durch klare Regeln und ein unmittelbares, konsistentes und eindeutiges Feedback aus. Sie geben dem Lernenden kontinuierlich die Sicherheit auf dem richtigen Weg zu sein oder frühzeitig Hinweise, wenn er einen falschen Weg einschlägt.
- Audio-visuelle Gestaltung: Der Einsatz multimedialer Elemente fördert laut Huffaker (2003, S.10) sowohl die Aufmerksamkeit als auch die Motivation des Lerner. Die ansprechende grafische Umsetzung der Spielewelt und der darin vorkommenden Charaktere haben hierbei grosse Bedeutung (Jacobsen, 2004). Je nach gewählter Realisierung (z. B. witzig, ironisch, besonders ästhetisch, abstoßend, etc.) findet eine Identifikation mit den Charakteren oder aber eine Abgrenzung statt. Durch die Vermittlung der Information über mehrere mediale Ebenen, wie Text, Grafik, Audio oder Animation kann diese im Gehirn mehrfach abgespeichert und verknüpft werden, wobei zu beachten ist, dass Animationen die Aufmerksamkeit besonders auf sich ziehen. Gerade deshalb wird empfohlen, sie wohlüberlegt einzusetzen (Hametner et al., 2006, S. 40 ff.), um eine Überforderung der Lernenden zu vermeiden.

Diese Charakteristiken von Lernspielen können Spieler motivieren, indem sie ihr Interesse wecken. Wenn weiterhin die Herausforderung des Spiels im Einklang mit den Fähigkeiten des Lernenden steht (Csikszentmihalyi, 2003, S. 107; Kiili, 2005), dann bereitet ein Spiel Spass. Adäquate Kontrollmöglichkeiten und eine ansprechende Gestaltung sorgen für ein hohes Engagement der Spieler, die dann ihre Umwelt und andere Interessen vergessen können. Zu beachten ist aber, dass ein Spiel in einer angstfreien Atmosphäre gespielt werden sollte. Angst vor Versagen oder negative Auswirkungen auf die reale Welt verhindern, dass Spieler sich auf das Spiel einlassen.

Klassifikation von Lernspielen

Meier und Seufert (2003) unterscheiden mehrere Typen von Lernspielen (siehe Tabelle 1), wobei sie als Merkmale zur Unterscheidung die primär eingesetzten Motivatoren, die Sichtbarkeit der Lernziele sowie die Inhalte und Kompetenzen heranziehen, die mit den Lernspielen vermittelt werden.

Auch wenn Lernspiele das Lernen mit Spass und Unterhaltung verknüpfen sollen, so ist der «Spassfaktor» doch nicht bei allen Arten von Lernspielen gleich stark vorhanden (Meier & Seufert, 2003). Vielmehr dienen manche Typen von Lernspielen hauptsächlich dem Wissenserwerb, während andere, die eher dem Edutainment zuzuordnen sind, einen grösseren Unterhaltungsfaktor aufweisen, der aber gleichzeitig mit einem geringeren Lerninhalt verknüpft ist (siehe Tabelle 1).

	CBT/WBT mit Spielelementen	Quiz, Memory, Solitaire, etc.	Planspiel/Simulation	Virtuelle Lernwelten	Abenteuer-Lernspiel
Sichtbarkeit von Lernzielen	Klar definierte Lernziele Ansprechende Story & Charaktere	Klar definierte Aufgabe	Klar definierte Lernziele Didaktisch orientierter Aufbau	Wenig vorstrukturiertes & entdeckendes Lernen	Integration von Spielhandlung und Didaktik
vermittelbare Inhalte/Kompetenzen	Wissensorientierte Inhalte – «know that»	Abruf / Überprüfen von Gelerntem – «know that»	Handlungskompetenz & systemische Zusammenhänge – «know how», «know why»	Orientierungsverhalten Wissensorientierte Inhalte – «know that» Handlungskompetenz – «know how»	Wissensorientierte Inhalte – «know that» Handlungskompetenz – «know how»
Motivation vor allem durch	Erwarteter Lernerfolg Kontext / Story Spiel-/Spasseelemente	Unmittelbare Rückmeldung (Erfolg) Wettbewerb	Erwarteter Lernerfolg Rollenübernahme & Neugierde Kontext / Story	Neugierde Erfolgserlebnisse beim Aufgabenlösen Kontext & Charaktere	Eigendynamik des Spiels Erwarteter Lernerfolg

Tabelle 1: Typen von Lernspielen nach (Meier, 2003)

Unterschieden werden können die folgenden Typen von Lernspielen, wobei auch eine Kombination einzelner Elemente innerhalb eines Lernspieles möglich ist:

- CBT/WBT (Computer based Training/Web based Training) mit Spielelementen: Obwohl Spielelemente integriert sind, steht bei CBT/WBT das Lernen im Mittelpunkt. Dies zeigt sich über klar definierte Lernziele. Zur Motivation werden Spiel- und Spasseelemente integriert, die zusätzlich über eine ansprechende Story und Charaktere unterstützt werden.
- Quiz, Memory, etc: Lernquizzes stellen ebenfalls das Lernen in den Mittelpunkt. Grundsätzlich handelt es sich um Tests oder Übungen der zuvor gelernten Inhalte, bei denen jedoch die Fragen spielerisch verpackt werden. Die Motivation wird über ein direktes Feedback und den Wettbewerbsfaktor erhöht.
- Planspiele/Simulationen: basieren in der Regel auf vereinfachten Modellen realer Systeme. Auch hier kommt dem Lernen eine wichtige Rolle zu. Es werden komplexe Zusammenhänge vermittelt, oder die Anwendung von Gelerntem wird in neuen Handlungssituationen trainiert. Die Motivation erhöht sich über den speziellen Kontext, eine interessante Story und die Übernahme einer Rolle.
- Virtuelle Lernwelten stellen eine abgeschlossene Handlungswelt zur Verfügung, in der Lerninhalte vertieft und trainiert werden können. Durch die neue Welt wird die Neugier angeregt, und entdeckendes Lernen mit ausgewählten Charakteren ist möglich. Das spielerische Lernen lässt die Lernziele eher in den Hintergrund treten, die Unterhaltung steht mehr im Mittelpunkt.
- Abenteuer-Lernspiele: zeichnen sich ähnlich zu den virtuellen Lernwelten auch durch eine Phantasiewelt mit entsprechenden Charakteren und zu lösenden Aufgaben oder Rätseln aus. Geschichte und Verlauf der Spielszenarien sind jedoch stärker durch die Eingaben des Spielers bestimmt. Der Spassfaktor nimmt hier die zentrale Rolle ein, was aber nicht ausschliesst, dass bestimmte Kompetenzen und Fähigkeiten vermittelt werden können.

«Software Engineering in the Future» – Ein digitales Lernspiel

Zielsetzung und Anforderungen

Das zentrale Ziel des Lernspieles «Software Engineering in the Future» (Pfannstiel, Sänger & Schmidt, 2007) liegt in der Motivation der Studierenden, sich parallel zum Besuch der Vorlesung mit dem Themenkomplex SWE intensiv zu beschäftigen. Deshalb gilt es beim Entwurf neben dem Beachten der motivationssteigernden Aspekte (siehe Abschnitt Zentrale Aspekte digitaler Lernspiele) eine Struktur zu wählen, die eine klare Verbindung zum Ablauf der zugehörigen Vorlesung widerspiegelt und somit ein paralleles Arbeiten optimal unterstützt.

Die Konzeption des Settings beeinflussen zwei wichtige Kerngedanken. Erstens soll eine deutliche Abgrenzung zum herkömmlichen Lernen rund um die Lehr-

veranstaltung erfolgen. Eine ansprechende Story soll dazu die durch Neugier geweckte, intrinsische Motivation der Lernenden zu Tage bringen. Zweitens soll der durchgängige Einsatz von sympathischen Figuren die Vertrautheit und damit den Aspekt der Relevanz des Lehrstoffs, im Rahmen des ARCS-Modells, vermitteln (ARCS-Modell: Akronym der vier motivationalen Aspekte Attention, Relevance, Confidence und Satisfaction (vergleiche Empfehlungen von Niegemann (Niegemann et al., 2004, S. 208 ff.) zur Konkretisierung des ARCS-Modells (Keller, 1983, S. 386 ff.) in multimedialen Lernumgebungen)).

Konzeption

Erste Ergebnisse der Konzeptionsphase implizierten, ein Szenario nahe der studentischen Situation zu wählen (vertraute Personen und Umgebung). Um jedoch gleichzeitig die intrinsische Motivation zu erhöhen, erschien es sinnvoll, eine alternative Lernsituation anzustreben, anstatt die bekannte Lernsituation möglichst identisch abzubilden. Auf dieser Basis wurde die reale studentische Situation in zwei Richtungen verändert. Zum einen wurde das Setting in die Zukunft verlagert; zum anderen spielt es an verschiedenen, sehr unterschiedlichen Schauplätzen und nicht nur an der Universität. Dennoch wurden bewusst einzelne Elemente der realen studentischen Situation eingebaut, um eine emotionale Bindung der Studenten zur Lernumgebung zu fördern (Niegemann et al., 2004, S. 215 ff.). Die futuristische Geschichte dient dabei als narrativer Anker, der das Interesse wecken und die Aufmerksamkeit auf die zu lösenden Problemstellungen aus dem SWE lenken soll. Dies entspricht dem sogenannten Anchored-Instruction-Modell (Bransford et al., 1990, S. 115 ff.), das ausserdem zur Vermeidung von «trägem Wissen» (Faktenwissen, das jedoch nicht angewendet werden kann) führt, da immer in konkreten Anwendungsszenarien gelernt wird.

Die Entscheidung für das Zukunftsszenario brachte noch einen weiteren Vorteil mit sich: bei der Entwicklung musste keine Rücksicht auf photorealistische Darstellungen genommen werden. So konnten die Stärken der Entwicklungsumgebung Flash 9.0 in Verbindung mit der aktuellen Version von Action Script 3.0 (Moock, 2007) beim Entwerfen von comicartigen Objekten und Charakteren voll ausgespielt werden (Bruns & Gajewski, 2000, Kapitel 3).

Gemäss den geschilderten Überlegungen wurde als Hauptperson der Student Ben ausgewählt, der am Semesterende noch mit der Prüfung in seinem Studienfach SWE zu tun hat, aber schnellstmöglich zusammen mit seiner Freundin Jacqueline zu einem Festival in einem anderen Teil des Weltalls reisen möchte. Auf seiner Reise wird er mit unterschiedlichen Problemen konfrontiert, deren Lösungen Kenntnisse und Fertigkeiten des SWEs erfordern.

Abbildung 2: (a) Ben

(b) Spacebike

(c) Hochschulszenerie

Abbildung 2 zeigt exemplarisch die Umsetzung der beschriebenen Konzeptüberlegungen. In Abbildung 2 a ist Ben in Jaquelines pink gefärbtem Helm dargestellt. Mit seinen grossen Augen scheint er sich ständig darüber zu wundern was ihm im Verlauf des Spiels geschieht. Abbildung 2 b zeigt ein Detail seines Fahrzeugs, ein Stück der Armaturen des so genannten Spacebikes. Weil Ben Student ist, kann er sich kein wirklich gutes Fahrzeug leisten und repariert auftretende Schäden notdürftig und «zukunftsgerecht» – mit Klebeband. Abbildung 2 c zeigt eine futuristische Szene, in deren Vordergrund der Campus der Hochschule Offenburg mit einem tatsächlich vorhandenen Kunstwerk stilisiert ist. Jeder Studierende der Hochschule wird das Szenario sofort erkennen.

Obwohl die Story einige Kontraste zur studentischen Realität aufweist, ist es für das Lernen unabdingbar, dass die Lerninhalte und somit die einzelnen Aufgaben sehr eng an den Inhalten der Vorlesung SWE orientiert sind. Die verwendeten Begriffe, Notationen, Diagramme und Konzepte zeigen grosse Parallelen zu den Unterlagen der Vorlesung. Ein Beispiel für den Ausschnitt eines Entity-Relationship-Diagramms (ER-Diagramm) (siehe Kemper & Eickler, 2006, Seite 25ff) zeigt Abbildung 3.

Der hierarchisch gegliederte Lehrstoff impliziert ein Lernspiel mit einer sequentiellen Struktur (Kerres, 2001, S. 312 ff.). Basierend auf dieser Struktur können die Inhalte auch von Lernenden mit geringem Vorwissen schnell und an den erwarteten Orten aufgefunden werden.

Abbildung 3: Ausschnitt eines ER-Diagramms

Realisierung

- Spielstruktur

Die Struktur des Spiels spiegelt den Aufbau der Vorlesung SWE für Studierende des Studiengangs Medien und Informationswesen an der Hochschule Offenburg wider. Auf der obersten Ebene findet eine Unterteilung in Themen statt, wobei jedes Thema einem Kapitel des Vorlesungsskripts entspricht. Einem Thema untergeordnet sind einzelne Minispiele zu verschiedenen Aspekten dieses Themas. Insgesamt umfasst das Lernspiel 23 dieser teils völlig unterschiedlichen Spiele und bietet dadurch eine grosse Vielfalt und Abwechslung. Ein Minispiel selbst stellt eine in sich geschlossene, sinnvolle Lerneinheit dar und ist wiederum in mehrere Abschnitte, so genannte Levels, gegliedert.

Abbildung 4a zeigt den Startbildschirm des Spieles. In der Mitte sieht man den Titel des Spiels in Form eines futuristischen «Strassenschildes» mit einem Hinweis auf das Ziel von Ben, das Spacebreak Festival. Die verschiedenen Planeten visualisieren die unterschiedlichen Themen. Bei Anwahl der Erde wird ein Tutorial des Spiels aufgerufen. Der darunter dargestellte grosse Planet steht für das Thema UML (Unified Modeling Language) (siehe Jeckle et al., 2005), wobei die Unterkapitel Klassenmodell, Zustandsautomaten und Sequenzdiagramme durch Anwahl der drei Monde aufgerufen werden. Die weiteren Themen werden durch die im Uhrzeigersinn folgenden Planeten repräsentiert: Graphical User Interfaces (GUI), Qualitätsmanagement, Vorgehensmodelle, ER-Modell.

Abbildung 4: (a) Startscreen

(b) Übersicht über Minispiele

Abbildung 4b zeigt beispielhaft die darunter liegende Ebene der Minispiele; hier diejenige zum Thema ER-Modell. Jedes der 6 Rechtecke repräsentiert ein Minispiel. Ein grünes Symbol bedeutet, dass das zugehörige Spiel bereits korrekt bearbeitet wurde, Rot steht für ein ungelöstes Minispiel.

- Minispiel

Zunächst startet jedes Minispiel mit einem einführenden Text zur Beschreibung der dem augenblicklichen Spielabschnitt zugrunde liegende Story. Des Weiteren wird der Lernende mit der Benutzerführung vertraut gemacht und das Lernziel beschrieben. Infolgedessen startet der Lernende gut vorbereitet in das Geschehen. Nach Beenden eines Levels erhält der Lernende eine Zusammenfassung über seinen Erfolgsgrad in Form der ihm verbliebenen Zeit und der erreichten Punktzahl. Die Dauer eines Minispiels beträgt niemals mehr als 10 Minuten. Diese Zielvorstellung wurde beim Design aufgestellt, um jederzeit zu gewährleisten, dass innerhalb einer Spielesession ein Minispiel und damit eine Lerneinheit abgeschlossen werden kann. Das bringt zwei entscheidende Vorteile für den Lernenden mit sich: erstens ist der Lernende jederzeit in der Lage, die Menge an Zeit und Lerneinheiten flexibel zu gestalten, und zweitens kommt er selbst bei einer sehr kurzen Spielzeit in den Genuss des Erfolgserlebnisses einer abgeschlossenen Einheit.

Der Spielscreen selbst ist in verschiedene Bereiche unterteilt. In Abbildung 5 sind die jeweiligen Bereiche durch Zahlen markiert. Ihre Bedeutung, die im Übrigen für die Bereiche 1 – 4 in den Levels aller Minispiele gleich ist, ergibt sich wie folgt:

- 1) Handlungsaufforderung: sorgt durch aufforderndes Ein- und Ausblenden dafür, dass der Spieler sich bewusst ist, worin seine Aufgabe besteht und nicht in Orientierungslosigkeit oder Passivität verfällt. Im Spiel wurden bewusst unter-

- schiedliche Stufen der Interaktivität realisiert, um das Spielen abwechslungsreich zu gestalten (Schulmeister, 2005, S. 207 ff).
- 2) Zeitanzeigenbereich: zeigt an wie viel Zeit noch verbleibt. Zusätzlich gibt dieser Bereich durch ein kurzes Blinken ein zeitnahes Feedback zu falschen und korrekten Antworten.
 - 3) Szenarioscreen: versorgt den Lernenden mit zur Lösung beitragenden Informationen.
 - 4) Ausklappbarer Hilfescreen: hält das Spiel an sobald der Button gedrückt wird und klappt eine Hilfe aus, so dass in Ruhe noch einmal bereits zu Spielbeginn gegebene relevante Spielinformationen nachgelesen werden können.
 - 5) Spielbereich (blau eingefärbter Bereich): enthält individuell je nach Minispiel variierende Elemente, über die der Spieler interaktiv das Spielgeschehen beeinflusst.

Abbildung 5: Ausschnitt eines Minispiels

Einordnung des Lernspiels

Bevor die einzelnen motivierenden Faktoren von «Software Engineering in the Future» unter die Lupe genommen werden, findet zunächst eine Klassifizierung im Kontext anderer Game-based Learning Umgebungen basierend auf Tabelle 1 des Abschnitts Klassifikation von Lernspielen statt. Zunächst ist festzustellen, dass das

Lernspiel nicht genau einem Lernspieltyp der Tabelle zugeordnet werden kann. Abhängig vom betrachteten Kriterium ist das Lernspiel mehr auf der Unterhaltungs- oder auf der Lernen-Seite zu finden.

In Bezug auf die Sichtbarkeit von Lernzielen fällt «Software Engineering in the Future» aufgrund der für jedes Minispiel klar definierten Lernziele, sowie ansprechender Story und Charaktere (vgl. Abschnitt Zielsetzung und Anforderungen), in die Kategorie der CBT/WBT mit Spielelementen. Bei den vermittelten Inhalten und Kompetenzen hingegen, passt es eher zu den virtuellen Lernwelten oder den Abenteuerlernspielen, weil nicht nur Faktenwissen («know that») in Form von beispielsweise Quizzes abgefragt wird, sondern zudem «know how» in Form von assoziativem Denken und dem Verstehen von Zusammenhängen gefragt ist, um komplexere Aufgabenszenarien lösen zu können. Was die motivierenden Faktoren betrifft, bietet das Lernspiel jederzeit unmittelbare Rückmeldungen, weckt Neugierde durch die Hintergrundstory und liefert durch das Lösen der Aufgaben stetige Erfolgserlebnisse. Resultierend daraus vereint «Software Engineering in the Future» sowohl in Quizzes übliche, als auch aus virtuellen Lernwelten bekannte, motivierende Anteile.

Zusammengefasst betrachtet und auf die Lernen-Unterhaltungs-Skala (Tabelle 1) bezogen, bedeuten die Ergebnisse, dass das Lernspiel mittig mit einem leichten Überhang zum Pol «Lernen» eingestuft wird.

Aspekte der Motivation

Die folgenden Abschnitte zeigen auf welche Art und Weise die bereits im Abschnitt Zentrale Aspekte digitaler Lernspiele herausgestellten motivationssteigernden Aspekte in das Lernspiel integriert wurden.

- Feedback und Regeln

Unter Feedback wird im Allgemeinen die Rückmeldung des Programms auf Interaktionen des Users verstanden. Die Rückmeldungen bilden einen Erfahrungsschatz, der wiederum zukünftige User-Interaktionen beeinflusst (siehe Abbildung 1). Folglich ist das Feedback massgeblich für die Lenkung des Nutzer- bzw. Lernverhaltens verantwortlich.

Alle Minispiele geben ein Feedback nach der Methode «Answer until Correct» oder auch «Multiple Try». Dabei erhält der Spieler zu einer Übung nur eine Rückmeldung, ob er die Aufgabe richtig oder falsch gelöst hat. Bei einer falschen Lösung muss er einen neuen Lösungsversuch unternehmen bis er die korrekte Lösung findet. Da die Minispiele nicht sehr komplex sind und sich von der Schwierigkeit her langsam steigern, sollte die Anzahl der falschen Lösungsversuche normalerweise

auf einige wenige beschränkt sein. Der Lernprozess lässt sich somit folgendermaßen beschreiben: «Kann der Spieler die Lösung in zumutbarer Zeit ziemlich sicher selbst herausfinden und verstehen, dann sollte er selbst einen weiteren Lösungsversuch unternehmen.» (Jacobs, 1998). Der Spieler erarbeitet sich die korrekte Lösung selbstständig und lernt dabei aus seinen Fehlern.

Um das Lernverhalten positiv zu beeinflussen, müssen einige wichtige Punkte bei der Gestaltung des Feedbacks beachtet werden. Jedes Feedback muss eindeutig einer Benutzeraktion zugeordnet werden können. Die Voraussetzung hierfür ist nicht nur, dass es klar und zweifelsfrei visualisiert wird, sondern zudem nicht verzögert, sondern unmittelbar an die auslösende Interaktion gekoppelt erfolgt (Sánchez-Crespo Dalmau, 1999). Darüber hinaus ist es wichtig, nicht nur positives motivierendes Feedback zu geben. Ebenso erforderlich ist das negative Feedback. Nur dadurch erkennt der Lernende eigene Fehler frühzeitig und kann aufgrund dessen den eigenen Denkansatz revidieren.

Eine andere weit verbreitete Maxime fordert Feedbackkonsistenz (Barwood & Falstein, 2006), d.h. wiederkehrende Elemente wie auch das Feedback, sollten nach Möglichkeit über die gesamte Lernanwendung hinweg stets ihre visuelle Erscheinung und Positionen beibehalten. Diese Konsistenz bedient die vom Lernenden während des Spiels ausgebildete Erwartungshaltung und fördert somit ein schnelles Zurechtfinden innerhalb der Lernspielwelt. In der Praxis des Lernspiels wird das Feedback durchgängig in allen Minispielen und in jedem Level über jeweils zwei unterschiedliche Elemente realisiert. Abbildung 6 zeigt die erste Darstellung des Feedbacks in der oberen rechten Ecke – hier: die betont lockere Bemerkung: «yeah, that's it». Dieses Element ist in jedem Level jedes Minispiels an der identischen Position vorhanden. Das zweite Element ist im Inhaltsteil angeordnet und der jeweiligen Situation angepasst – in Abbildung 6 leuchtet eine grüne Lampe bei korrekter Lösung, bei einem Fehler des Spielers hingegen die daneben angebrachte rote Lampe. Mit dieser doppelten Ausführung des Feedbacks wird einerseits die stete Konsistenz gewährleistet, gleichzeitig ist das Feedback aber auch in die Spielegrafik passend eingebettet. Die Rückmeldung der Leuchten erfolgt stets unmittelbar auf eine richtige oder falsche User-Interaktion.

Abbildung 6: Die zwei Visualisierungen des Feedbacks

- Kontrolle und Handlungsrelevanz

Ein entscheidender Vorteil eines Lernspiels gegenüber den herkömmlichen theoretischen Übungen liegt in den Auswirkungen der eigenen Handlungen. Im Gegensatz zu theoretischen Übungen etwa mit Papier und Bleistift, bei denen die Belohnung einzig und allein in der Bestätigung besteht, etwas verstanden zu haben, ziehen Erfolge in einem Lernspiel direkte Auswirkungen innerhalb der Spielwelt nach sich:

- Erfolgreich absolvierte Aufgaben werden mit einem Score versehen.
- Zugänge zu neuen Spielbereichen werden eröffnet.
- Witzige Animationssequenzen werden abgespielt.

Die Belohnungen für erfolgreiches spielendes Lernen sind also deutlicher und interessanter als beim klassischen Lernen. Dadurch soll die generelle Motivation für das Lernen angeregt werden.

Um dem Spieler darüber hinaus das Gefühl von Kontrolle über die Spielwelt zu vermitteln und dadurch eine für ihn sichere, sorglose und somit lernfreundliche Spielumgebung zu kreieren, wurden Kontrollmechanismen implementiert, die dem Spieler zu jeder Zeit und unabhängig von dem augenblicklichen Minispiel zur Verfügung stehen. Dazu gehören die ausklappbare Hilfefunktion, die gleichzeitig die Spielzeit anzeigt, oder der Zurück-Button, durch den jederzeit ein laufendes Minispiel abgebrochen und zum Übersichtsbildschirm zurückgekehrt werden kann.

- Neugier

Der Trieb des Menschen Neues zu entdecken, kann je nach Lerntyp eine sehr hohe Motivation auslösen (vgl. Abschnitt Zentrale Aspekte digitaler Lernspiele). Um dieser Tatsache Rechnung zu tragen, wird bei «Software Engineering in the Future» im Hintergrund des Lernspiels eine Geschichte erzählt. Die Animationssequenzen, welche die Geschichte vorantreiben, werden erst nach dem Lösen eines kompletten Themas gezeigt. Auf diese Weise bleibt die Neugier auf die noch ausstehenden Ereignisse erhalten.

Die zweite Design-Konsequenz – die Neugier betreffend – lag in der Entscheidung, nicht alle der Themenbereiche und Minispiele von Beginn an frei zu schalten. Stattdessen schaltet der Nutzer erst mit erfolgreich absolvierten Übungen weitere Themenbereiche und Minispiele frei. Neben dem Schutz des Lernenden vor zu komplexen Fragestellungen gleich zu Beginn (s. Abschnitt Herausforderung) wird so die Neugier geschürt, zumal noch nicht frei geschaltete Minispiele schwach erkennbar in der Übersicht dargestellt werden und somit der Spieler bereits erfährt, dass es «noch mehr gibt».

- Herausforderung

Die Herausforderung oder auch der Schwierigkeitsgrad steht im Idealfall im Einklang mit den Fähigkeiten des Lernenden (vgl. Abschnitt Zentrale Aspekte digitaler Lernspiele bzw. Csikszentmihalyi, 2003, S. 107), d.h. dieser sollte sich weder über- noch unterfordert fühlen. Um nicht gleich zu Beginn des Lernspiels die ersten Spieler aufgrund einer zu schweren Aufgabe zu verlieren, wurde bei den Einstiegsaufgaben ein besonderes Augenmerk darauf gelegt, dass sie relativ einfach und leicht zu begreifen sind. Die Gefahr hingegen, einen Spieler durch eine zu geringe Herausforderung zu verlieren, ist klein, da die völlig neue Umgebung und Nutzerführung jeden Spieler zunächst mit genügend frischen Eindrücken versorgt. Mit fortschreitendem Verlauf des Minispiels werden die Aufgabenstellungen umfangreicher und komplexer.

Das Mass der Schwierigkeit wird nicht nur von der Komplexität der Aufgabe an sich beeinflusst, sondern gleichfalls durch die zur Verfügung stehende Zeit, sowie durch unterschiedlich schwierige Interaktionssysteme. Die Zeit als Parameter für die Schwierigkeit einer Aufgabe ermöglicht die Feinjustierung der einzelnen Aufgaben-Niveaus auf Basis von User-Tests auch noch zu einem sehr späten Entwicklungsstadium bzw. nach Fertigstellung des Lernspiels.

Eine andere Art der Herausforderung ergibt sich durch die Vergleichbarkeit der erzielten Ergebnisse: die erzielten Punkte können unter den Studierenden eines Semesters ausgetauscht und in Form eines Wettbewerbs verglichen werden. Wie motivationsfördernd dies wirkt, zeigen die zahlreichen Formen von Sportarten und Wettbewerben in digitalen Spielen. Darüber hinaus können Vergleichsmöglich-

keiten soziale Beziehungen unter den Spielern fördern (Piehler & Pietschmann, 2008, S. 15).

Umfrage und Ergebnisse

Um die Erreichung der genannten Ziele bereits während der Spiel-Entwicklung absehen zu können, wurde nach Fertigstellung der Themenbereiche ER-Modell und UML ein erster Feldversuch mit Studierenden des dritten Semesters durchgeführt. Die Vorlesung SWE ist in diesem Semester eine Pflichtveranstaltung. Etwa 40 Prozent dieser Studierenden sind weiblich. Anzumerken ist weiterhin, dass der Bereich Medieninformatik, dem das SWE angehört, nur einen Studienbereich neben den Bereichen Mediengestaltung, Medienbetriebswirtschaft und Medientechnik darstellt. Der Vorlesung SWE gehen zwei Informatik-Vorlesungen voraus, in denen die wichtigen Konzepte der imperativen (siehe Kernighan & Ritchie, 1990) sowie der objektorientierten Programmierung (siehe z. B. Deitel & Deitel, 2005) und deren Umsetzung erlernt und geübt werden.

Alle Studierenden der gerade aktuellen Vorlesung SWE wurden gebeten, die Spiele der beiden Themen zu erproben. Zu diesem Zeitpunkt waren die genannten Themen in der Vorlesung bereits abgeschlossen und die Spiele standen im Beta-Stadium zur Verfügung. In der Folge wurden während der Vorlesung die anwesenden Studierenden anhand eines Fragebogens zu ihren Erfahrungen und Einschätzungen des Spiels schriftlich befragt. Die Studierenden füllten den Bogen sofort aus. Da es sich um ein kleines Semester handelte, war im Moment der Umfrage erkennbar, dass bis auf drei Studierende alle tatsächlich an der Lehrveranstaltung teilnehmenden Studierenden anwesend waren (N=18). Diejenigen Studierenden des betreffenden Semesters, die prinzipiell nicht an der Lehrveranstaltung teilnahmen, wurden nicht befragt. Bei der Umfrage handelt es sich folglich um eine Vollerhebung. Geplant sind weitere Umfragen in den nächsten Semestern, um die Auswertungen mit grösseren Zahlen durchzuführen und damit den Ergebnissen grössere Sicherheit und höhere Aussagekraft zu verleihen.

Der entwickelte Fragebogen ist dreigeteilt und enthält im Anfangsteil Fragen über die Interessen der Studierenden an digitalen Spielen und am SWE. Der zentrale mittlere Teil befasst sich mit dem Spiel selbst: inwieweit die Grafik, das Setting, die Minispiele und das Lernen mit den Spielen gefallen haben und ob die Aufgaben und Lösungen verständlich geworden sind. Im letzten Teil wird nach der resultierenden Motivation zum Lernen, zum Weiterspielen, zum Spielen anderer Spiele gefragt und vor allem, ob die Kenntnisse des SWE vertieft worden sind.

In Abbildung 7 werden die Ergebnisse verschiedener Fragen zum Spiel dargestellt. Die Skala bei allen Fragen bewegt sich von 1 (schlechteste Bewertung) bis 5 (beste Bewertung).

Die Frage «Wie gefällt Ihnen das Spiel insgesamt?» erhält mit einem Mittelwert über 4 eine sehr positive Bewertung. In persönlichen Gesprächen mit Studieren-

den und auch in der abschliessenden schriftlichen Evaluierung der Veranstaltung wurde immer wieder lobend erwähnt, dass ein Lernspiel parallel zur Vorlesung angeboten wurde und auf diese Weise eine andere Art des Lernens möglich wird. Es lässt sich somit festhalten, dass das Spiel insgesamt sehr positiv aufgenommen wurde und die Studierenden sich mehr mit dem Thema SWE beschäftigt haben, als dies ohne das Lernspiel der Fall gewesen wäre.

Die Detailfragen zur Szenerie oder Gestaltung liegen im Mittel etwas unter dem Wert vier. Hier muss berücksichtigt werden, dass viele Studierende das Lernspiel sicher mit den bekannten, auf dem Markt befindlichen kommerziellen Spielen vergleichen, die ein Vielfaches aufwändiger gestaltet sind. Für die Designer von «Software Engineering in the Future» sind die erreichten guten Werte für die Gestaltung daher als eine Anerkennung zu verstehen.

Bei den ersten vier Fragen in Abbildung 7 liegt der Modalwert mit ca. 50 Prozent aller Werte bei 4. Bei der fünften Frage ist der Modalwert nicht so eindeutig ausgeprägt. Dies zeigt sich auch an der Standardabweichung, die grösser ist als bei den anderen Fragen. Offensichtlich gehen die Meinungen der Studierenden in Bezug auf die Aufgabenstellungen im Spiel auseinander, manche kommen sehr gut damit zurecht, andere weniger.

	Mittelwert	Standardabw.	1	2	3	4	5
Wie gefällt Ihnen das Spiel insgesamt?	4,2	0,68	0	0	2	8	5
Wie gefällt Ihnen die Szenerie?	3,7	0,72	0	1	4	9	1
Wie gefällt Ihnen die Spielgestaltung?	3,5	0,99	0	3	3	7	2
Inwieweit erleichtert Ihnen das Spiel das Erlernen des SWE?	3,7	0,90	0	2	3	8	2
Wie bewerten Sie die Aufgabenstellungen?	3,7	1,16	0	3	3	4	5
Wie bewerten Sie das Feedback im Spiel?	3,3	0,90	0	2	8	3	2

Abbildung 7: Bewertung des Lernspiels «Software Engineering in the Future»
(Werte von 1 (schlechteste Bewertung) bis 5 (beste Bewertung))

Die Bewertung des Feedbacks zum Lernspiel liegt nur bei einem Mittelwert von 3,3. Der Modalwert liegt mit über 50 Prozent der Antworten bei 3; über die Hälfte der Studierenden befindet das Feedback nur als befriedigend. An dieser Stelle muss sicherlich nachgearbeitet werden.

	Mittelwert	Standardabw.	1	2	3	4	5
Das Spiel motiviert zum Lernen!	3,5	0,92	0	2	5	6	2
Das Spiel motiviert zum Weiterspielen!	4,0	0,76	0	0	4	7	4
Das Spiel hat meine Kenntnisse des SWE verbessert	3,7	0,80	0	1	4	8	2
Ich bin motiviert für weitere Lernspiele	3,9	0,80	0	1	2	9	3

Abbildung 8: Game-based Learning mit «Software Engineering in the Future»

Abbildung 8 zeigt weitere Ergebnisse der Befragung zum Game-based Learning mit «Software Engineering in the Future». Die höchste Bewertung erhält die Aussage «Das Spiel motiviert zum Weiterspielen». Ausserdem sind die Antworten sehr homogen, was die niedrigste Standardabweichung der vier Antworten zeigt. Daraus lässt sich schliessen, dass die auf Basis der Theorie getroffenen Designentscheidungen die erhoffte bzw. erwartete Motivation bewirkten. Offensichtlich macht das Spielen Spass, und es motiviert für weitere Lernspiele, weil Frage 4 ähnlich gut wie Frage 2 bewertet wird.

Im Gegensatz dazu erhält die Frage nach der Motivation zum Lernen von Themen des SWE ohne Lernspiel eine relativ niedrige Bewertung und die höchste Standardabweichung. Scheinbar macht das spielerische Lernen Spass, aber das Lernen ohne Spiel wird dadurch nicht automatisch bei allen beliebter. Damit liegt der Nutzen des Spieles eher darin, dass sich die Studierenden durch das Spiel mit dem SWE beschäftigen.

Die meisten Studierenden glauben, dass sich ihre Kenntnisse des SWE verbessert haben; die Bewertung mit einem Mittelwert von 3,7 lässt noch Luft nach oben, die Studierenden gehen wohl – mit Recht – davon aus, dass sie trotzdem noch viel lernen müssen.

Für das Lernspiel «Software Engineering in the Future» wurden zwischenzeitlich neben den beiden beschriebenen Themenkomplexen, ER-Modell und Unified Modeling Language, zwei weitere Inhaltsbereiche (Graphical User Interfaces und Qualitätsmanagement) entwickelt und realisiert.

Fazit

Mit dem Online-Lernspiel «Software Engineering in the Future» sollen die Studierenden zur Arbeit mit den Konzepten und Diagrammen des SWE motiviert und gleichzeitig die erlernten Methoden an praktischen Beispielen vertieft werden. Das Spiel ist weniger zur Vermittlung von Inhalten vorgesehen, es dient den Studierenden vielmehr zum Üben nachdem die Grundlagen bereits in der Vorlesung

gelegt wurden. Game-based Learning mit «Software Engineering in the Future» soll die Eigeninitiative der Studierenden fördern, weil sie sich damit selbstbestimmt, d.h., zeit- und ortsunabhängig, in der eigenen Geschwindigkeit und mit der selbst für notwendig erachteten Intensität, mit den Themen der Vorlesung beschäftigen können.

Die ersten Versuche mit einer Vorabversion des Spiels im Sommersemester 2008 belegen, dass diese Ziele erreicht werden können. Laut der Umfrage unter den Studierenden und in persönlichen Gesprächen wurde deutlich, dass die Studierenden sich im eigenen Lernrhythmus mit dem Spiel beschäftigten, dass sie dabei lernten die Konzepte und Methoden anzuwenden, und dass sie sich auf neue Inhalte freuen. Game-based Learning wird damit für die kommenden Semester ein wichtiger Bestandteil der Lehre im Fach SWE sein.

Insgesamt gesehen ist das Lernspiel ein Baustein in der Lehre des SWEs im Studiengang Medien und Informationswesen der Hochschule Offenburg. Natürlich werden weiterhin die Inhalte in Präsenzveranstaltungen präsentiert und diskutiert werden. Darüber hinaus stehen in online E-Learning-Anwendungen Übungen und Quizzes zur selbständigen Wissensüberprüfung zur Verfügung (Sänger & Schmidt, 2007b bzw. Sänger & Schmidt, 2007a, S. 64). Die Stärke des entwickelten Lernspiels innerhalb der gesamten Lehre zum Thema SWE liegt in der Motivation der Studierenden, die hierüber einen Zugang zu der Thematik finden und anschliessend in den situationsspezifischen Aufgaben des Spiels selbständig das erlernte Wissen üben und überprüfen können und ein unmittelbares Feedback erhalten.

Nach den ersten positiven Reaktionen der Studentenschaft werden weitere Entwicklungen an der Hochschule Offenburg im Bereich Game-based Learning erfolgen. Zunächst wird ein Highscore für «Software in the Future» eingebaut werden. Damit soll unter den Studierenden eines Semesters eine Wettbewerbssituation aufgebaut werden, in der sie um die höchste Punktezahl konkurrieren. Um in diesem Wettbewerb erfolgreich zu sein, werden sie sich hoffentlich noch intensiver mit den Inhalten des Spiels und damit mit den Themen des SWEs beschäftigen.

Ein weiterer, deutlich grösserer Schritt soll auf den Lernergebnissen von «Software Engineering in the Future» aufbauen. Für die integrierte, stärker praxisorientierte Bearbeitung der Themen werden die Lernenden in Gruppen eingeteilt, die eine grössere Aufgabe in Form eines Projektes erhalten. Nun muss jede Gruppe die zugehörigen Modelle (UML Klassendiagramm, ER-Schema, usw.) erstellen. Bei dieser Arbeit wird die Gruppe durch den Betreuer unterstützt, und die Gruppen können sich gegenseitig bewerten und unterstützen. Am Ende eines solchen virtuellen Labors (Hinze, 2004, Seite 3) wird die komplette Spezifikation eines Softwaresystems stehen; evtl. kann die endgültige Softwarelösung präsentiert werden.

Insgesamt gesehen wird die Lehre im Bereich SWE an der Hochschule Offenburg in den nächsten Jahren in vielfältiger Weise von den präsentierten Konzepten des Game-based Learning profitieren.

Literatur

- Balzert, Helmut. *Lehrbuch der Software-Technik* (2 Bände). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 1998.
- Barwood, Hal; Falstein, Noah. *The 400 Project Rule List, Rule 28*. 2006. Online: <http://www.theinspiracy.com/Current%20Rules%20Master%20List.htm> [7.7.2008]
- Bopp, Matthias. Didactic Analysis of Digital Games and Game-Based Learning. In Maja Pivec, *Affective and Emotional Aspects of Human-Computer Interaction. Game-Based and Innovative Learning Approaches*. (S. 8–33). Amsterdam: IOS Press. 2006.
- Bransford, John D.; Sherwood, Robert D.; Hasselbring, Ted S.; Kinzer, Charles K.; Williams, Susan M. Anchored Instructions: Why we need it and how technology can help. In D. Nix; R. Spiro (eds.), *Cognition, Education and Multimedia: Exploring ideas in high technology*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 1990.
- Bruns, Beate; Gajewski, Petra. *Multimediales Lernen im Netz: Leitfaden für Entscheider und Planer*. 2. Aufl., Berlin: Springer, 2000.
- Csikszentmihalyi, Mihaly. *FLOW Das Geheimnis des Glücks*. Stuttgart: Klett-Cotta Verlag, 2003.
- Deitel, Harvey; Deitel, Paul. *Java – How to Program*. Upper Sadle River: Prentice Hall, 2003.
- Garris, Rosemary; Ahlers, Robert; Driskell, James E. Games. Motivation and Learning: Research and Practice Model. In *Simulation & Gaming*. Newbury Park: Sage Publ., 2002.
- Gee, James P. Learning by design: Good video games as learning machines. In *E-Learning*, Volume 2, Number 1, (S. 5–16). 2005.
- Glinz, Martin. Modellierung in der Lehre an Hochschulen: Thesen und Erfahrungen. In *Informatik Spektrum – Modellierung*. Band 31, Heft 5, Berlin: Springer, Oktober 2008.
- Hametner, Karin; Jarz, Thorsten; Moriz, Werner; Pauschenschwein, Jutta; Sandtner, Heimo; Schinnerl, Irmgard; Sfiri, Anastasia; Teufel, Martin. *Qualitätskriterien für E-Learning – ein Leitfaden für Lehrer/innen, Lehrende und Content-Ersteller/innen*. Robert Kristöfl; Heimo Sandtner; Maria Jandl (Hrsg.), 2006. Online: http://www.bildung.at/filedatabase/downloader.php?file_code=447a3ead4bd51dbba8778d246f194246 [2.12.2008]
- Hinze, Udo. *Kooperatives E-Learning*. 2004. Online: http://www.e-teaching.org/lehrszenarien/seminar/gruppenarbeit/koop_e-learning.pdf [28.11.2008]
- Huffaker, David. *The e-Learning Design Challenge – Technology, models and design principles*. 2003. Online: <http://www.astd.org/NR/rdonlyres/FFCC55F2-AA41-42E5-A839-4BBD89435682/0/HuffakerELearningDesignChallenges.pdf> [2.12.2008]
- Huizinga, Johan. *Homo Ludens. Vom Ursprung der Kultur im Spiel*. Reinbek: Rowohlt, 1991.
- Jacobs, Bernhard. *Aufgaben stellen und Feedback geben*. Universität Saarbrücken. 1998. Online: <http://www.phil.uni-sb.de/%7Ejakobs/wwwartikel/feedback/index.htm> [7.7.2008]
- Jacobsen, Jens. *Website Konzeption*. 4. Aufl., München: Addison-Wesley, 2007.
- Jeckle, Mario; Rupp, Chris; Hahn, Jürgen; Zengler, Barbara; Queins, Stefan. *UML 2 glasklar*. München: Hanser 2005.
- Keller, John. Motivational design of instruction. In C. Reigeluth (ed.), *Instructional design theories and models – An overview of their current studies*. Hillsdale, NJ.: Erlbaum. 1983.
- Kemper, Alfons; Eickler, André. *Datenbanksysteme – eine Einführung*. 6. Aufl., München: Oldenburg, 2006.

- Kernighan, Brian; Ritchie, Dennis. *Programmieren in C*. München: Hanser, 1990.
- Kerres, Michael. *Multimediale und telemediale Lernumgebungen. Konzeption und Entwicklung*. 2. Aufl., München: Oldenbourg, 2001.
- Kiili, Kristian. Digital Game-Based Learning: Towards an Experimental Gaming Model. In *The Internet and Higher Education*. Volume 8, Number 1 (S. 13–24). 2005.
- Ludewig, Jochen; Lichter, Horst. *Software Engineering: Grundlagen, Menschen, Prozesse, Techniken*. Heidelberg: dpunkt, 2007.
- Moock, Colin. *Essential ActionScript 3.0*. Beijing: O'Reilly Media, 2007.
- Meier, Christoph; Seufert, Sabine. Lebenslanges (E-)Learning: Lust oder Frust? Zum Potenzial digitaler Lernspiele für die betriebliche Bildung. In *Weiterlernen neu gedacht*. QUEM-Report. Heft 78. 2003.
- Meier, Christoph; Seufert, Sabine. Game-based learning: Erfahrungen mit und Perspektiven für digitale Lernspiele in der beruflichen Bildung. In A. Hohenstein; K. Wilbers (Hrsg.), *Handbuch E-Learning*. Fachverlag Deutscher Wirtschaftsdienst. 2003.
- Niegemann, Helmut; Hessel, Silvia; Hochscheid-Mauel, Dirk; Aslanski Kristina; Deimann, Markus; Kreuzberger, Gunther. *Kompandium E-Learning*. Berlin: Springer-Verlag 2004.
- Petko, Dominik; Reusser, Kurt. Das Potential von interaktiven Lernressourcen zur Förderung von Lernprozessen. In D. Miller (Hrsg.), *eLearning. Eine multiperspektivische Standortbestimmung* (S. 161–185). Bern: Haupt, 2005.
- Pfannstiel, Jochen; Sängler, Volker; Schmidt, Claudia. *Software Engineering in the Future*. Lernspiel. 2007. Online:
<http://mi-learning.mi.fh-offenburg.de/sweitt/publish/index.html> [12.7.2008]
- Piehler Robert; Pietschmann Daniel. *Grundlagen, Funktionen, Empirie und Anwendungen von Social Presence in spielbasierten Lernumgebungen*. 2008. Online:
<http://archiv.tu-chemnitz.de/pub/2008/0070/data/social-presence-and-game-based-learning.pdf> [26.11.2008]
- Reinmann, Gabi. *Story, Game und Scripting: Analoge und direkte Impulse für die Hochschullehre*. (Arbeitsbericht 11). Universität Augsburg. Medienpädagogik. 2006. Online:
<http://gems.es-designs.com/medienpaedagogik/Arbeitsbericht11.pdf> [27.11.2008]
- Sängler, Volker; Schmidt, Claudia. MI-Learning ein Rahmenwerk für webbasiertes E-Learning. In *Die Energie der Didaktik*. Biberach. (S. 64–67). 2007a.
- Sängler, Volker; Schmidt, Claudia. *MI-Learning, Online-Lerntool für das Fach Software Engineering*. 2007b. Online:
<http://mi-learning.mi.fh-offenburg.de/SWE/Framework.swf> [7.7.2008]
- Sánchez-Crespo Dalmau, Daniel. *Gamasutra article*. 1999. Online:
http://www.gamasutra.com/features/19991108/dalmau_03.htm [7.7.2008]
- Schulmeister, Rolf. *Lernplattformen für das virtuelle Lernen. Evaluation und Didaktik*. 2. Aufl. München: Oldenburg. 2005.
- Sommerville, Ian. *Software Engineering*. 8. Aufl., Harlow: Addison-Wesley. 2007.
- Schwan, Stephan. *Game based Learning – Computerspiele in der Hochschullehre*. 2006. Online: http://www.e-teaching.org/didaktik/konzeption/methoden/lernspiele/game_based_learning/gamebasedlearning.pdf [10.11.2008]