

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades
Master of Arts RWTH Aachen University
(M.A. RWTH)
im Fach Bildungs- und Wissensmanagement

Der Stichprobensimulator „Bet on a Subject“: Theorie und Praxis digitaler Lernspiele

Prüfer:

Univ.-Prof. Dr. phil. Marold Wosnitza

Vorgelegt von:

Jannis Goossens, B.A.

Mat.Nr.: 261628

Bildungs- und Wissensmanagement

Soziologie

Weeze, 18. August 2012

Inhalt

1.	Einleitung.....	1
2.	Neue Methoden des E-Learning: Digital Game-based Learning und Serious Games	2
2.1.	Begriffsbestimmung spielbasierten Lernens im Feld des E-Learning.....	2
2.2.	Das Spiel am Computer	5
3.	Lernen mit digitalen Spielen.....	10
3.1.	Ausgangsüberlegungen zur Verknüpfung von digitalen Spielen und Lernprozessen	11
3.2.	Kategorisierungen von digitalen Lernspielen	16
3.3.	Einsatz von Lehr-Lern-Methodik in digitalen (Lern-)Spielen	19
3.4.	Lernmotivation durch digitale Spiele	23
3.5.	Entwicklung von digitalen Lernspielen.....	29
4.	Projektdokumentation Stichprobensimulator „Bet on a Subject“	35
4.1.	Hintergrund und Zielsetzung	35
4.2.	Pädagogisches Konzept	36
4.3.	Umsetzung.....	40
4.3.1.	Benutzeroberfläche	41
4.3.2.	Grafische Gestaltung	46
4.3.3.	Audio	48
4.3.4.	Programmierung	50
4.4.	Pre-Test	51
4.5.	Weiterentwicklung	56
5.	Fazit	58
	Literatur.....	62

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: "Input-Process-Outcome" Game Model (Garris et al. 2002: S.445)	19
Abbildung 2: Schema motivations- und lernförderlicher Faktoren digitaler Lernspiele.....	28
Abbildung 3: Game Object Model Version II (Armory 2007: S. 55).....	30
Abbildung 4: EvaMax Lenszenario (links) und Stichprobensimulator (rechts).....	36
Abbildung 5: Spielphasen einer Runde Bet on a Subject	38
Abbildung 6: Debriefing und Punktevergabe einer Spielrunde.....	39
Abbildung 7: Stichproben-Labor	40
Abbildung 8: Oberfläche einer Standardrunde, zerlegt in sieben Anzeige-Elemente.	41
Abbildung 9: Interaktive Spielanleitung "Wie geht das?"	43
Abbildung 10: Darstellung der Berechnungsformeln zu Mittelwert (links) und Streuung (rechts)	43
Abbildung 11: Mini-Aufgabe „Erweise Dich würdig“.	45
Abbildung 12: Programmaufbau und vereinfachte Klassenstruktur von Bet on a Subject	50

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Nutzung von Computer- und Videospielen unter Kindern und Jugendlichen.....	14
Tabelle 2: Testergebnisse von lernbegleitendem Spielen unter Studierenden	15
Tabelle 3: Sechs Kernkonzepte des Game Object Model II.....	31
Tabelle 4: Sechs Oberkategorien für Entwurfsmuster digitaler Lernspiele	32
Tabelle 5: Grafische Repräsentationen für virtuelle Versuchspersonen und Messkonstrukte	47
Tabelle 6: Übersicht erstellter Audio-Effekte und deren Einsatz in Spielsituationen	49
Tabelle 7: Eingangserhebung Pre-Test.....	52
Tabelle 8: Individuelle Vorlieben Computer- und Videospiele	53
Tabelle 9: Bewertungen verschiedener Aspekte von Bet on a Subject	54
Tabelle 10: Offenes Feedback und abschließende Bewertung nach dem Schulnotensystem.....	55

1. Einleitung

“There is a well known saying among designers in the educational games business:
‘If you want to take all of the fun out of it, get a bunch of educators involved.’”¹

Durch digitale Spiele ernsthaft Lernen – das Sprichwort im Zitat ist Ausdruck des Spannungsverhältnisses zweier kultureller Vorannahmen: dem Ernst des Lernens und der Tollheit des Spiels. Das Medium der Computer- und Videospiele hat sich seit seiner Entstehung stark ausdifferenziert und enthält vielseitiges Potenzial zur wissenschaftlichen Auseinandersetzung. Spieler erkunden detailreiche fotorealistische Welten aus der Egoperspektive, steuern Zivilisationen durch verschiedene Zeitepochen oder pflegen unter dem Prinzip des Spiels eine virtuelle Identität in sozialen Räumen. Die Erziehungswissenschaft beschäftigt sich in diesem Bezug einerseits mit Studien zur Nutzung und Auswirkung dieses Mediums. Andererseits besteht ein weiteres zentrales Forschungsinteresse in der Adaption digitaler Spielprinzipien für den gewinnbringenden Einsatz in der Lehre. Fragestellungen, Konzepte und realisierte Projekte werden dabei unter den Begriffen *Serious Games* und *Digital Game-based Learning* diskutiert.

Das Ziel dieser Arbeit besteht zum einen in der Analyse digitaler Spielprinzipien als Lehr-Lern-Methode. Zum anderen wird mit dem *Stichprobensimulator Bet on a Subject* ein praktischer Beitrag zur Umsetzung der wissenschaftlichen Erkenntnisse und Erwägungen digitaler Lernspiele dokumentiert.

Einführend wird eine begriffliche Einordnung von Serious Games / Digital Game-based Learning im Feld des E-Learning vorgenommen und die spielerische Tätigkeit am Computer rahmend beschrieben. Nachfolgend wird der theoretische und empirische Forschungsstand zum Potenzial der Verbindung aus digitalem Spiel- und Lernprozess dargestellt sowie ein Schema zur Interaktion verschiedener motivations- und lernförderlicher Aspekte des digitalen Spiels herausgearbeitet. Im zweiten Teil der Arbeit wird die Entwicklung des Stichprobensimulators Bet on a Subject hinsichtlich der kombinierten Anwendung der Erkenntnisse aus spielbasiertem Lernen und Game Design dokumentiert, bevor die Ergebnisse eines Pre-Tests diskutiert werden und ein Ausblick auf erfolgsversprechende Weiterentwicklungen erfolgt.

Bet on a Subject verfolgt das Ziel, Erkenntnisse und Theorien des spielbasierten Lernens mit Modellen des klassischen Game Designs zu verbinden, um eine Lernerfahrung zu ermöglichen, die die Pole Lernen und Spielen im Feld der mathematischen Grundlagen der sozialwissenschaftlichen

¹ Squire 2005: S. 36

Statistik gleichberechtigt zusammenführt. Die verbale Beschreibung des Spiels lässt zwar die detaillierte Darlegung von Konzept- und Gestaltungsentscheidungen zu; das Zusammenwirken einzelner Komponenten, die multimediale Gestaltung und der Spielmechanismus können jedoch nur über die Anwendung des Spiels selbst erfahren werden. Zum Zeitpunkt der Drucklegung dieser Arbeit ist Bet on a Subject in der Version 0.8 unter der URL <http://www.betonasubject.calanga.de> in jedem Web-Browser mit installiertem Flash-Player ab Version 10 aufrufbar.

2. Neue Methoden des E-Learning: Digital Game-based Learning und Serious Games

2.1. Begriffsbestimmung spielbasierten Lernens im Feld des E-Learning

Im Rahmen dieser Arbeit soll *Lernen* mit Steiners Definition (2001) erfasst werden, die sowohl Verhaltensänderungen als auch Wissenserwerb umschließt:

1. „Lernen ist als derjenige Prozess zu verstehen, der ein Individuum – aufgrund eigener, meist wiederholter Aktivität – zu relativ überdauernden Verhaltensänderungen führt.“ (ebd. S. 140)
2. „Lernen im Sinne von Wissenserwerb kann als der Aufbau und die fortlaufende Modifikation von Wissensrepräsentationen definiert werden.“ (ebd. S. 164)

E-Learning bezeichnet das elektronisch unterstützte Lernen (vgl. exemplarisch Lang 2003: S. 29; Rey 2009: S. 15; Mayer 2010: S. 15). Damit trennt der Begriff lehr- und lernmethodisch das klassische Präsenzlernen und die Wissensvermittlung durch physisches, nicht-digitales Material von Lernprozessen mit Hilfe elektronischer Geräte. Der Begriff umschließt somit das Lernen durch Videos (bspw. Lern-DVDs) und akustische Medien (etwa CDs, MP3s oder Podcasts zum Erlernen von Fremdsprachen) auf den jeweiligen dafür vorgesehenen Endgeräten. Die häufigste Verwendung des Begriffes bezieht sich aber auf das Lernen am Computer als universelles Gerät, mit dem Potenzial, sämtliche audiovisuellen Medien zu verbinden und um weitere Möglichkeiten – etwa Interaktivität und vernetzte Kommunikation – zu ergänzen.

Die Vorteile von E-Learning werden einerseits in einem zeit- und ortsunabhängigen Zugang der Lerner zum Lernmaterial und in der Ermöglichung selbstgesteuerter Lernprozesse gesehen. Andererseits lässt sich Lernmaterial schnell und kostengünstig verteilen sowie mit automatisch auswertbaren Lernstandserhebungen (entweder explizit durch Tests oder durch das automatische Verfolgen des Lernerhaltens) versehen.

Die Nachteile des E-Learning ergeben sich hingegen besonders aus dem fehlenden direkten Kontakt zwischen Lehrer und Lerner, da der Lehrer den Lernprozess nicht persönlich begleiten kann und eine umgehende Intervention und Diagnose der individuellen Schwierigkeiten des Lerners ausgeschlossen ist. Mit heutigen technischen Mitteln bestehen zwar weitreichende Möglichkeiten zur Interaktion zwischen Lernern untereinander sowie mit Lehrern (Foren, Chat, Videotelefonie), die Kommunikation bleibt jedoch stets gefiltert durch das technische Medium und dadurch anfällig für Störungen. Diese Barriere der Kommunikation hat zur Herausbildung sogenannter Blended-Learning-Konzepte als Mischform von Präsenz- und elektronisch unterstützten Selbstlernphasen geführt.

Mit der rapiden Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologie hinsichtlich der Leistung und Größe der Endgeräte, der Geschwindigkeit der Datenverbindung und der stetigen Fortschritte in der Softwareentwicklung hat sich die Nutzung des Computers für Lernzwecke stark ausdifferenziert. Computerunterstütztes Lernen ist nicht mehr auf das Lesen von Bildschirmtexten mit unterstützenden Bildern begrenzt: Multimediales Lernen erfolgt nunmehr angereichert durch Videos, interaktive Animationen, anspruchsvolle Vertonung und nicht zuletzt durch einen hohen Grad an sozialer Vernetzung.

Wenn E-Learning-Angebote spielerische Elemente beinhalten, werden häufig die Begriffe „Serious Games“ und „Digital Game-based Learning“ als Bezeichnungen für Lernspiele bzw. die Wissensvermittlung mithilfe digitaler Spielprinzipien gebraucht. Bevor erörtert wird, warum dem Medium der Computer- und Videospiele Lehr-Lern-Potenzial zugesprochen wird – und welche Herangehensweisen in diesem Zusammenhang als erfolgsversprechend diskutiert werden – soll zunächst eine begriffliche Einordnung der beiden Bezeichnungen erfolgen.

Serious Games und Digital Game-based Learning werden häufig synonym verwendet, exemplarisch lässt sich hier Corti (2006) herausgreifen:

„Games-based Learning (a.k.a. ‘Serious Games’) is all about leveraging the power of computer games to captivate and engage end-users for a specific purpose such as to develop new knowledge and skills. Games-based Learning enables learners to undertake tasks and experience situations which would otherwise be impossible and/or undesirable for cost, time, logistical and safety reasons.“ (ebd: S. 2)

In dieser Definition wird einerseits auf die Stärke des Computers als Instrument zur Modellierung didaktischer Szenarien Bezug genommen, die in der realen Welt hinsichtlich Kosten, Zeit oder Gefahr nur unter großem Aufwand möglich wären. Andererseits werden die motivationsförderlichen Stärken des Computerspiels betont. Die implizite Gleichsetzung von *Serious Games* als Gattungsbegriff und

Digital Game-based Learning als Lehr-Lern-Methode macht eine größere begriffliche Schärfe wünschenswert.

Michael und Chen (2006) fassen den Begriff Serious Games in ihrem gleichnamigen Werk folgendermaßen:

„A serious game is a game in which education (in its various forms) is the primary goal, rather than entertainment.“ (ebd.: S. 17)

“The simplest definition of serious games, then, is games that do not have entertainment, enjoyment, or fun as their primary purpose. That isn’t to say that games under the serious games umbrella aren’t entertaining, enjoyable, or fun. It’s just that there is another purpose, an ulterior motive in a very real sense.“ (ebd.: S. 21)

“Thus serious games are games that use the artistic medium of games to deliver a message, teach a lesson, or provide an experience.“ (ebd.: S. 23)

Sie betonen damit die Verschiebung der primären Zielsetzung eines Computerspiels von der Unterhaltung auf einen „ernsthaften“ Zweck. Neben Ritterfeld et al. (vgl. 2009: S. 6) nimmt auch Breuer (2010) die Zweckverschiebung von Unterhaltung auf Ernsthaftigkeit auf. Er trennt die Begriffe Serious Games und Digital Game-based Learning jedoch voneinander ab, wenn er sie im Kontext umfassenderer Begrifflichkeiten einordnet und herausstellt:

„Wenngleich es Überschneidungen zwischen Serious Games, DGBL, Edutainment und E-Learning gibt, gibt es auch deutliche Unterschiede, was die Eigenschaften, Möglichkeiten und Ziele jener Konzepte anbelangt. Das DGBL ist ein großer Teil der Serious Games, die jedoch darüber hinaus gehen können (Videospieldkunst etc.). Das Digital Game-Based Learning gehört zudem zu den weiter gefassten Bereichen des Game-Based Learning (hierzu gehören aber z.B. auch Rollen- oder Gesellschaftsspiele) und der Edutainment Education, welche wiederum auch andere Medien einschließt. E-Learning und Multimedia Learning haben substantielle Schnittmengen mit den vorgenannten Bereichen, sind aber in ihrer Grundausrichtung verschieden.“ (ebd.: S. 18)

Serious Games bezeichnen somit Computer- und Videospiele, die neben der Unterhaltung auch vom Entwickler beabsichtigte, zusätzliche Ziele verfolgen – etwa Ablenkung und Information nach medizinischen Operationen, gesellschaftliche Aufklärungsprozesse oder Lernziele, die im realen beruflichen oder schulischen Kontext verankert sind. Dem begrifflichen Verständnis, Digital Game-based Learning als methodisches Merkmal einer Teilmenge der Gattung der Serious Games zu definieren, soll in dieser Arbeit gefolgt werden.

2.2. Das Spiel am Computer

Computer- und Videospiele haben sich seit ihrer Entstehung in der Mitte des vergangenen Jahrhunderts in gegenseitiger Dynamik mit technischen Entwicklungsprozessen auf Nachbarpfaden (Mikroelektronik, Datenfernverkehr) zu einem Medium gesellschaftlicher Relevanz entwickelt. Dies lässt sich etwa an öffentlichen Debatten über die psychischen und sozialen Auswirkungen von digitalen Spielen auf Heranwachsende beobachten sowie an der Einstufung zum Kulturgut durch den deutschen Kulturrat im Jahr 2008 zeigen (vgl. Marr 2010: S. 12). Bevor das Spielen am Computer näher untersucht wird, soll das Konstrukt *Spiel*, losgelöst von seinem jeweiligen Kontext, umrissen werden.

In Anbetracht der Vielzahl an Bedeutungen, mit denen die Begriffe „Spiel“, „Spielen“ oder „spielerisch“ verwendet werden, scheint es zunächst schwierig, eindeutige Merkmale zu identifizieren. Aus sprachphilosophischer Sicht stellt Wittgenstein (vgl. 2003: S. 56-58) heraus, dass eine einheitliche Definition *Spiel* kaum möglich ist. Einzelne Spiele teilen nach Wittgenstein fakultative Überschneidungen und lassen sich eher durch vereinzelte Ähnlichkeiten in Form von Familienbeziehungen unter dem Oberbegriff *Spiel* beschreiben. Johan Huizinga (2004) bezeichnet *Spiel* in seinem Werk *Homo Ludens* (Originalausgabe erschienen 1938) als zentrales Element von Kultur- und Gesellschaftsbildung. Als Kennzeichen des Spiels identifiziert er zunächst freies Handeln und somit das Merkmal der Freiwilligkeit jeden Spiels. Spiel findet nach Huizinga weiterhin ohne materielle Interessen in einer der Ernsthaftigkeit des Lebens ausgelagerten Sphäre statt, die sich a) durch eine eigene Handlungsumgebung auf der Grundlage spezifischer Regeln und b) durch ihre zeitliche Begrenztheit konstituiert. Innerhalb dieser Sphäre erlebt der Spieler u.a. Ordnung, Spannung, Gleichgewicht und Variation im Rahmen ästhetischer Eindrücke. Huizinga bezeichnet diese Erlebnis-Qualitäten als „Zauberkreis“ (ebd. S. 20) des Spiels: als einen immateriellen Ort, an dem Spieler sich temporär mit Genuss und größter Hingabe befinden (vgl. ebd. S. 16-22). Caillois (vgl. 2006, S. 124, Erstveröffentlichung 1961) erweitert Huizingas Definition, indem er materielles Interesse als fakultativen Bestandteil des Spieles – etwa als Anreiz bei Spielen um Geld – anerkennt. Zusätzlich betont er den Faktor der Unsicherheit („uncertainty“) in Bezug auf den Ausgang eines Spiels: Nach Caillois verliert jedes Spiel, sobald der Fortgang bis zu seinem Ende unabänderlich feststeht, seinen Sinn.

Salen und Zimmerman (2004) analysieren *Spiel* ausführlich aus den Perspektiven *Rules*, *Play* und *Culture*. Sie untersuchen Gestaltungsprinzipien für Spiele – das Studium des *Game Design*. Im Gegensatz zu Huizingas und Caillois' Definitionen versuchen sie die Unschärfe des qualitativen

Elements (Ordnung, Spannung etc.) zu umgehen und erarbeiten für ihre Studie eine formale Definition von *Game*:

„A game is a system in which players engage in an artificial conflict, defined by rules, that results in a quantifiable outcome.” (ebd.: S. 80)

Im Englischen eng verwoben mit dem *Game*-Begriff ist das Verb *play*. Salen und Zimmerman stellen einerseits heraus, dass *play* als ein analytischer Aspekt von *Game* betrachtet werden kann (*play* als Unterkategorie von *Game*). Andererseits wird durch den Grad an formaler Organisation bestimmt, ob sich *play* im Rahmen eines *Game* vollzieht oder informell stattfindet (z.B. das Spielen mit einem Spielzeug ohne Regeln und Ziel). Das Spielen im Rahmen von *Game* bezeichnen sie als *meaningful play*: In der Struktur von *Game* rufen Handlungen des Spielers stets eine Reaktion des Spiels hervor (eine neue Entscheidungssituation) und weisen somit jeder Handlung eine Bedeutung in Richtung des Spielzieles zu. Aus einer analytischen Perspektive konstituiert sich *meaningful play* aus den beiden Bestandteilen *discernability* (die Art und Weise, wie das Spiel die neue Situation an den Spieler kommuniziert) und *integration* (der Grad, zu dem einzelne Handlungen des Spielers den gesamten Verlauf des Spiels beeinflussen). Dies gilt für Spiele im digitalen sowie nicht-digitalen Raum.

Vollzieht sich Spiel auf einem Computer oder einer Konsole, so treten besondere Merkmale hervor, die für das Design und das Spielerlebnis zentral sind (vgl. zur Übersicht etwa Schell 2008: S. 30-36; Prensky 2001: S. 128-129; Salen/Zimmerman 2004: S.85-91; Bogost 2006: S. 55-58; Sykes 2006: S. 4):

Interaktivität. Die Geschwindigkeit der Datenverarbeitung erlaubt es digitalen Umgebungen, mit kaum wahrnehmbarer Verzögerung auf die Aktionen des Spielers zu reagieren. Im Gegensatz zu nicht-digitalen Spielformen sind die Eingabemöglichkeiten des Spielers jedoch an die entsprechenden Peripherie-Geräte des Endgerätes gekoppelt und werden somit stark kanalisiert: Die Eingabe erfolgt in den häufigsten Fällen über Tastatur, Maus, die Kombination aus Steuerhebel und Knöpfen oder – seit einigen Jahren – über bewegungssensitive Controller. Innerhalb dieser Eingabemodalitäten sind die Spieler in ihren Freiheitsgraden eingeschränkt; sie können das Spiel nur innerhalb der Vorgaben der Designer und der Restriktionen durch die Hardware betreiben oder es durch Abbruch beenden. Nonverbale Aktionen durch Gestik und Mimik, wie sie etwa bei einer Partie Scharade oder dem Bluffen beim Poker eingesetzt werden, sind in diesem Umfeld – wenn überhaupt – nur in digitaler Nachahmung möglich.

Automatisierte Informationsverarbeitung. Die Fähigkeit zur Organisation massiver Informationsbestände ist für digitale Spielumgebungen in mehrfacher Hinsicht relevant: Zunächst kann die kombinierte mediale Ausgabe für verschiedene Sinneskanäle herangezogen werden. Dies bezieht sich zum aktuellen Stand der Technik vor allem auf visuelle Eindrücke anhand von Texten, Bildern, Animationen und mit Texturen versehenen 3D Architekturen. Der auditive Kanal kann für

Sprachausgabe, Soundeffekte und dynamische, an Spielsituationen angepasste musikalische Untermalung genutzt werden. Zusätzlich sind haptische Rückmeldungen über die Eingabegeräte, etwa der erzeugte Gegendruck des Eingabe-Lenkrads bei Fahrsimulationen, möglich. Neben den medialen Ausgaben muss auch die interne Spiellogik als Manipulation von Information betrachtet werden: Die Reaktion auf Spielereingaben, das Speichermanagement und die Logik des Programms beruhen auf den technischen Möglichkeiten der digitalen Datenverarbeitung. Diese einprogrammierte Spiellogik bedeutet für digitale Spiele eine unveränderliche Steuerung des Spielablaufs und somit ein Spiel ohne Interpretationsraum im Rahmen der vordefinierten Regeln. Damit ist jedem Programm die Fähigkeit zur Leitung des Benutzers auf Kosten der Freiheit eingeschrieben. Diese Einschränkung von Freiheit bedeutet eine rigide Kontrolle über den Spielablauf in Relation zum zugrunde liegenden Regelwerk: Es kann sehr genau bestimmt werden, welche Informationen die Spieler zu welchem Zeitpunkt (auf welche Weise) erhalten und welche Aktionen vor den anderen Mitspielern automatisiert verborgen werden. Die Automatisierung mathematischer Routinen ermöglicht zusätzlich die Realisierung komplexer Regel-Modelle, ohne die Spieler zu langwierigen Rechenpausen zwischen den Zügen zu zwingen. Dies macht sich bspw. bei der Simulation von Wirtschaftskreisläufen, Physikmodellen oder Auswirkungen von Charakterwerten in Rollenspielen bemerkbar und gestattet die Berechnung digitaler Gegenspieler mit künstlicher Intelligenz².

Vernetzte Kommunikation. Alle Spiele, ob digital oder nicht-digital, bilden – solange sie nicht allein gespielt werden – eine Kommunikationssphäre zwischen den Teilnehmern. Kommunikation muss in diesem Zusammenhang einerseits auf verbaler / textlicher Basis, aber auch über gegenseitige Signale durch das Spielverhalten auf Grundlage des Regelwerkes (Spielzüge) oder Bestleistungen verstanden werden. Im digitalen Raum ist diese Kommunikation stets durch das technische Medium gefiltert, ermöglicht jedoch auch den Austausch über große räumliche Distanz und besitzt zusätzlich die Fähigkeit, Informationsflüsse über mehrere tausend Mitspieler sinnvoll zu organisieren und für die spielerische Tätigkeit aufzubereiten.

Digitale Spiele ermöglichen aufgrund dieser Besonderheiten unzählige Ausgestaltungen der von Salen und Zimmerman (2004) genannten Faktoren *discernability* und *integration* zur Erzeugung von *meaningful play*.

² Der Begriff der „künstlichen Intelligenz“ (KI) ist mit definitorischen Schwierigkeiten verbunden. Hier sollen unter KI programmierte Routinen verstanden werden, die digitale Entitäten mit der Fähigkeit versehen, regelkonform in Richtung des Spielzieles zu operieren oder das Spielerlebnis menschlicher Spieler dynamisch zu beeinflussen.

Im Folgenden erfolgt ein kurzer Abriss der Entwicklung der Computer- und Videospiele, um ihre gegenwärtige Funktion und Bedeutung sowie ihre Attraktivität für Bildungsprozesse aus einer historischen Perspektive einordnen zu können.

Die Entstehung des Computerspiels wird auf die Entwicklung von *Spacewar* im Jahr 1961 durch eine unabhängige Studentengruppe am MIT datiert³. Auf dem Großrechner PDP-1 wurde von Steven Russell ein Spiel programmiert, das es den Spielern in seiner finalen Form ermöglichte, virtuelle Raumschiffe durch externe Kontrollgeräte am Bildschirm zu manövrieren und sich gegenseitig unter Beschuss zu nehmen. Das Spiel verfügte bereits über simulierte Gravitation, Aktion und Reaktion in Echtzeit sowie eine authentische Sternenkarte im Hintergrund (vgl. Kent 2001: S. 16-21; Graetz 2003: S. 42 - 46). Die eindrucksvolle Programmierleistung auf dem röhrenbetriebenen Großrechner formte einerseits den bis heute verwendeten Begriff „*hack*“ und initiierte andererseits die Verbreitung des Mediums Computerspiel, indem der Hersteller des PDP-Rechners entschied, jedem ausgelieferten Exemplar eine Version des Programmes beizulegen (vgl. Krömer/Sen 2007: S. 15; Chaplin/Ruby 2006: S. 40). Aufgrund der damaligen hohen Kostspieligkeit von Computern konnte sich das Medium allerdings nicht durchschlagend verbreiten, bis der Atari-Gründer Nolan Bushnell erste Erfahrungen mit der Umsetzung von *Spacewar* für Spielautomaten sammelte und schließlich mit *Pong* ein Automatenspiel entwickelte, welches zu einer rasanten Ausbreitung digitaler Spiele an öffentlichen Orten führte (vgl. Müller-Lietzkow et al. 2006: S. 28). Der enorme kommerzielle Erfolg der *Pong*-Automaten resultierte in einem rapiden Wachstum der virtuellen Unterhaltungsindustrie und ermöglichte differenzierte Entwicklungen hinsichtlich verschiedener Genres, Spielkonzepte, technischer Entwicklungssprünge, interaktiven Storytellings und virtueller Figuren mit Idol-Charakter. Aus technischer Sicht besonders hervorzuheben ist in diesem Entwicklungszusammenhang die Schöpfung des Apple II Personalcomputers, dessen implementierte Farb-Ausgabe auf den gewünschten Mehrwert für den Einsatz von Spielen zurückgeführt werden kann (vgl. Hall 2003: S. 156). Mit *Pac-Man* wurde 1981 erstmalig eine virtuelle Figur mit globalem Bekanntheitsgrad inszeniert, die wirtschaftliche Verwertungsprozesse außerhalb der Sphäre der Videospiele (Merchandising-Artikel, eine Zeichentrick-Serie) ermöglichte. Prominente Nachfolger wie *Super Mario* und *Lara Croft* sind weitere Beispiele für das Potential moderner Computer- und Videospiele, massenwirksame Kunstfiguren durch interaktive Unterhaltung zu etablieren (vgl. Fileccia et al. 2010: S. 29).

³ Der Vollständigkeit halber muss darauf hingewiesen werden, dass als erstes Auftreten von Computernutzung für Unterhaltungszwecke das von William A. Higinbotham entwickelte „tennis for two“ auf einem analogen Computer im Jahr 1958 protokolliert wird. Von diesem Phänomen hatten spätere Pioniere der virtuellen Unterhaltung allerdings keine Kenntnis und es zog keine weiteren Folgen für die Entwicklung der Computerspiele-Industrie nach sich (vgl. Chaplin/Ruby 2006: S. 34; Kent 2001: S. 18).

Die Entwicklung der Computer- und Videospiele ist gleichermaßen verbunden mit technologischen Quantensprüngen und politischen Diskussionen über psychologische und soziale Auswirkungen. Ein anschauliches Beispiel bildet id Softwares prototypischer First-Person-Shooter *Wolfenstein 3D* (1992), dessen Software-Technologie erstmalig im Spielesektor freie Bewegung im dreidimensionalen Raum aus der Ego-Perspektive ermöglichte. Die explizite Gewaltdarstellung und der nationalsozialistische Bezug des Spiels haben es allerdings gleichzeitig zum Gegenstand politischer Debatten gemacht (vgl. Kushner 2004: S. 115). Die Entwicklung von polygon-basierten 3D Welten (bereits 1989 in „I, Robot“ (Atari), Durchbruch 1996 durch die „Quake“ Grafik-Engine (id Software)) erhöhte den Realismusgrad virtueller Spielwelten um einen weiteren bedeutenden technologischen Schritt. Die Echtzeitberechnung von 3D-Objekten führte zu interdependenten Entwicklungen im Software- und Hardwarebereich aufgrund des steigenden Bedarfes an Rechenleistung und den wachsenden Möglichkeiten zur Realisierung fotorealistischer Spielerlebnisse durch Licht-Effekte und überzeugendes physikalisches Verhalten von Objekten. Zusätzlich hat die Beschleunigung der Datenverbindungen der Computer- und Videospiele-Industrie die Infrastruktur für neue Vertriebswege, mobile Anwendungen und Mehrspielerwelten mit unzähligen Teilnehmern bereit gestellt.

Das Wachstum der virtuellen Unterhaltungsindustrie hat zu einer steigenden Präsenz von Computer- und Videospielen in den Medien und der Öffentlichkeit geführt: Im Fernsehen wird zu den besten Sendezeiten für kostenlose Onlinespiele geworben, Filmveröffentlichungen werden von Videospielnachbildungen termingerecht begleitet und an öffentlichen Werbeflächen werden Plakate von kostspieligen Großproduktionen platziert. Der BIU (Bundesverband Interaktive Unterhaltungsindustrie) ermittelt für 2010 in Deutschland einen Gesamtumsatz im Softwarebereich von 1,86 Mrd. Euro (vgl. BIU 2012). Für 2011 wird eine aktive Spielerzahl von 22,5 Mio. (mind. ein- bis zweimaliges Spielen im Monat, n = 25.000 ab 10 Jahre) mit einer leichten Überzahl männlicher Spieler (12,6 Mio. Männer und 9,9 Mio. Frauen) bei lediglich marginalen Unterschieden zwischen den Einkommensschichten und einem Durchschnittsalter von 31 Jahren berichtet (vgl. BIU 2011). Der ISFE (Interactive Software Federation of Europe) zufolge betrug der europäische Absatzmarkt im Jahr 2010 79,2 Mio. Spieler (Personen, die in den letzten sechs Monaten zum Befragungszeitpunkt mindestens ein Spiel sowohl gekauft als auch gespielt haben, n = 5800) (vgl. ISFE 2010: S. 16). In den USA betrug der Gesamtumsatz der Computer- und Videospiele-Industrie im Jahr 2010 25,1 Mrd. US-Dollar (davon 15,9 Mrd. für Software, 6,29 Mrd. für Hardware und 2,94 Mrd. für Accessoires), das Durchschnittsalter der Konsumenten betrug dabei 41 Jahre (vgl. ESA 2011, S. 3, S. 11).

Angesichts der Höhe der Absatzzahlen sind Publisher (Verleger) und Entwicklerstudios bereit, entsprechend hohe monetäre und zeitliche Ressourcen zu investieren und erfolgversprechende Titel

mit mehrjähriger Entwicklungszeit und Budgets im dreistelligen Millionenbereich zu entwickeln. Im Gegensatz zu den Anfängen der Computer- und Videospiele weisen die multimediale Aufbereitung, aber auch die Steuerung und Interaktionsmöglichkeiten moderner Produktionen ein höheres Maß an Komplexität auf, wodurch sich auch der Anspruch an die Lernphase des Spiels, das sogenannte *Tutorial*, potenziert hat (vgl. Bopp 2006: S. 9).

Gee (vgl. 2007, S. 3) identifiziert für erfolgreiche Computer- und Videospiele die beiden Kriterien a) Komplexität des Regelwerks als identitätsstiftendes Merkmal und b) den Erfolg des Spiels, diese Regeln an den Spieler zu vermitteln. Das Verstehen der Regeln kann als notwendige Bedingung für die Erzeugung von Huizingas *Zauberkreis* des Spiels gesehen werden und ermöglicht Salen und Zimmermans *meaningful play*. Erfolgreiche Game Designer haben die Wichtigkeit der Einführungsphase für das Spielerlebnis erkannt und sowohl unterhaltsam als auch effizient umgesetzt, indem sie den für das Spielerlebnis kritischen Lernprozess bereits interaktiv in der Spielwelt ansiedeln und mit der Story verknüpfen.

Das Verhältnis zwischen Spiel- und Lernprozess sowie die lehr-lern-theoretischen Überlegungen, die dem Einsatz von Computer- und Videospiele zu gezielten Bildungszwecken zugrunde liegen, sollen im folgenden Kapitel bearbeitet werden.

3. Lernen mit digitalen Spielen

Die ausgeführten Entwicklungen der Computer- und Videospiele haben sowohl wissenschaftliches als auch wirtschaftliches Interesse an diesem Medium für den gezielten pädagogischen Einsatz geweckt. Einerseits beruht dieses Interesse auf der Erkenntnis, dass kein Spiel ohne Lernprozesse spielbar ist (vgl. dazu auch Kerres et al. 2009: S. 2; Bente/Breuer 2009: S. 324) und Konsumenten von unterhaltenden Computer- und Videospiele diesen Lernprozess bereitwillig aufnehmen und konsequent aus eigenem Antrieb über die Spieldauer hinweg fortsetzen. Andererseits steht das multimediale Potenzial digitaler Signalverarbeitung für die Anwendung lehr-lern-theoretischer Erkenntnisse – etwa selbstbestimmtes Lernen als aktiven Konstruktionsprozess zu gestalten – im Fokus der Diskussion (vgl. Garris et al. 2002: S. 441-442; Kirriemuir/McFarlane 2004: S. 4). In diesem Kapitel wird zunächst das Verhältnis zwischen Lernen und Spielen untersucht, bevor die lehr-lern-methodischen Überlegungen für den didaktischen Einsatz digitaler Spiele beschrieben werden. Anschließend wird die Entwicklung spielerischer Lernumgebungen in der Praxis unter Berücksichtigung theoretischer Konzeptionsansätze thematisiert.

3.1. Ausgangsüberlegungen zur Verknüpfung von digitalen Spielen und Lernprozessen

In aktuellen Beiträgen zum Digital Game-based Learning wird häufig zusätzlicher Bedarf an wissenschaftlicher Auseinandersetzung mit den dem digitalen Lernspiel zu Grunde liegenden psychologischen und sozialen Mechanismen des Lehr-Lern-Prozesses festgestellt sowie gründlichere Evaluationen von Serious Games gefordert (vgl. Shaffer et al. 2004: S. 18; Graesser et al. 2009: S. 83-84, S. 87; de Freitas 2006: S. 5; Garris et al. 2002: S. 442; Jantke 2011: S. 79-81; Masuch et al. 2011: S. 34; Thomas 2008: S. 56). Dennoch lassen sich aus der aktuellen wissenschaftlichen Diskussion zentrale Aspekte herausarbeiten und diskutieren, die dem Interesse an digitalen Lernspielen zugrunde liegen und für die Anwendung im Entwicklungsprozess herangezogen werden können.

Der Ursprung des Digital Game-Based Learning lässt sich auf Überschneidungen zwischen Lern- und Spielprozessen zurückführen. Übersichtlich fasst Breuer (2010) zwischen Spielen am Computer und Lernen eine Schnittmenge von zehn Gemeinsamkeiten zusammen:

„Abschließend lässt sich also festhalten, dass (Computer-) Spielen und Lernen einige Merkmale teilen. Für beide gilt:

1. Es gibt zuvor verbindlich formulierte Ziele
2. Spieler/Lerner widmen im Idealfall ihre ganze Aufmerksamkeit der Aufgabe
3. Erfolgserlebnisse vermitteln ein Gefühl der Selbstwirksamkeit
4. Fortschritte sind für den Spieler/Lerner spürbar
5. Spieler/Lerner erhalten eine Rückmeldung über ihre Leistung
6. Spieler/Lerner sind idealiter motiviert, die Ziele zu erreichen
7. Die Schwierigkeit der Aufgaben nimmt mit dem Fortschritt der Spieler/Lerner zu
8. Das Lösen der Aufgaben erfordert ein bestimmtes Maß an Anstrengung
9. Spieler/Lerner sollen weder unter- noch überfordert werden
10. Spieler/Lerner müssen selbst aktiv sein

Jene Gemeinsamkeiten weisen bereits darauf hin, warum der edukative Einsatz digitaler Spiele interessant sein kann. Wie dies aussehen kann oder sollte, ist unter den Schlagworten (Digital) Game-Based Learning oder Serious Games aktuell ein großes Thema in der psychologischen und pädagogischen Forschung sowie der erzieherischen Praxis und der Produktion von Computer- und Videospielen.“ (Breuer 2010, S. 12)

Häufig werden informelle Lernprozesse als Merkmal digitaler Spiele genannt (vgl. etwa Kearney 2006: S. 41-43; Frank 2011: S. 57; Kerres et al. 2008: S. 7-8). Diese beziehen sich hauptsächlich auf die Förderung von Meta-Fähigkeiten wie strategisches Planen, allgemeine Geschicklichkeit, Vorausschau, Präzision sowie Koordination und Teamfähigkeit im gemeinsamen Spiel mit menschlichen oder virtuellen Mitstreitern. Einige dieser Lernprozesse lassen sich auf das Kriterium der Interaktivität am digitalen Gerät zurückführen. Auf inhaltlicher Seite ist zu berücksichtigen, dass

Spiele auch losgelöst von der Spielmechanik – genau wie nicht-interaktive Medien – domänenspezifische Informationen transportieren können. Beispielhaft lassen sich hier historisch-kulturell adäquate Settings in Abenteuerspielen, realistische Fuhrparks in Rennsimulationen oder die Nachbildung politische Konflikte verschiedener Epochen in Strategiespielen nennen.

Gee (2007) veranschaulicht spielimmanente Lernprozesse mit einem Zugang über die Semiotik: Aus seiner Perspektive bilden Computer- und Videospiele eine eigene semiotische Domäne („semiotic domain“, ebd.: S. 13), deren Zeichen zunächst von Benutzern sinnhaft entziffert werden müssen, bevor sie selbst als Produzenten innerhalb dieser Domäne agieren können. Auf der Ebene eines Spiels wird notwendigerweise eine spezifische semiotische Domäne aufgebaut, die der Anwender lernt zu interpretieren und für seine Zielerreichung produktiv einzusetzen. Den Erwerb von Interpretationsfähigkeit spielspezifischer Muster durch eigenes Aktivwerden und eine darauf aufbauende Hypothesenbildung und -testung bezeichnet Gee als „active learning“ (ebd.: S. 34; vgl. zu aktiven Lernprozessen auch Mayer 1999: S. 146). Dem „active learning“ nachgelagert ist der Prozess des „critical learning“ (ebd. S. 36), der auf eine Reflexion der semiotischen Domäne abzielt und das Begreifen des Spiels als gestalteten Raum (Regeln und Repräsentation) umschließt. Critical Learning ist dabei nicht auf den Bereich innerhalb des Spiels beschränkt, sondern findet im Austausch mit anderen Spielern statt und äußert sich u.a. in der Informationssuche über Erfolgsstrategien in externen Quellen wie dem Internet oder Zeitschriften.

Bopp (vgl. 2005: S. 4) stellt allerdings heraus, dass die bei nicht-edukativen Spielen fokussierte Unterhaltung in einem Spannungsverhältnis zu notwendigem Lernen steht: Kognitive Lernprozesse wie das Lesen von Anweisungen bremsen die Unterhaltung; gleichzeitig kann sich das unterhaltsame Potenzial eines Spiels umso stärker entfalten, je besser die Regeln bekannt sind und die Bedienung verstanden wird. Somit bildet besonders die Anfangsphase ein kritisches Moment des Spiels. Unter dem Begriff „Immersive Didaktik“ (ebd.) fasst Bopp die Bestrebungen der Spiel-Designer zusammen, notwendige Lernphasen möglichst unbemerkt in das Spielgeschehen zu integrieren, um die Spielatmosphäre nicht zu gefährden. Zusätzlich beobachtet er die Tarnung von Lehr-Lern-Phasen in Spielen („Stealth Teaching“, ebd.: S. 5), um dem Spieler zu ermöglichen, Erfolge auf eigene Antriebe und nicht auf anweisungskonformes Handeln zurückzuführen (vgl. ebd.: S. 13).

Neben den immanenten Lernprozessen jeden Spiels besteht eine weitere Ausgangsüberlegung zum Einsatz von digitalen Lernspielen in der These von neuen Anforderungen, die „heutige“ Lerner durch ihre Mediensozialisation an moderne Lernangebote stellen (vgl. zu dieser Argumentation etwa Michael und Chen 2006: S. 58-60; Kearney 2006: S. 39; Connolly/Stansfield 2006: S. 467; de Freitas 2006: S. 14; Blunt 2007: S.2, Van Eck 2006: S. 17). Prototypisch lässt sich hier Prensky (2001)

herausgreifen, der diesen Punkt durch seine Typisierung in *Digital Natives* und *Digital Immigrants* bearbeitet:

„Below are ten of the main cognitive style changes that I have observed in the Games Generation, all of which raise a number of important and difficult challenges for education, training, and business in general:

1. Twitch speed vs. conventional speed
2. Parallel processing vs. linear processing
3. Graphics first vs. text first
4. Random access vs. step-by-step
5. Connected vs. standalone
6. Active vs. passive
7. Play vs. work
8. Payoff vs. patience
9. Fantasy vs. reality
10. Technology-as-a-friend vs. technology-as-a-foe” (Prensky 2001, S. 52)

Schulmeister (vgl. 2009: S.20 - 24) kritisiert Prenskys häufig aufgegriffene These als auf Einzelbeobachtungen beruhend und unzureichend ausgearbeitet. Er stellt heraus, dass Generationenmodelle, die sich durch eine proklamierte Digitalkompetenz X in Verbindung mit speziellen Erwartungshaltungen und sozialen Verhaltensweisen auszeichnen (etwa Opaschowskis „Generation @“ (1999), vgl. ebd.: S.9 oder Oblingers & Oblingers „Net Generation“ (2005), vgl. ebd: S. 27), empirisch nicht ausreichend belegt sind und das Risiko einer unzulässigen Verallgemeinerung bergen (für differenzierte Typologien von Computerspielern vgl. z.B. Klopfer et al. 2009: S. 7; Bartle 2006: S. 770). Den Umgang mit neuen Medien schildert Schulmeister als Ausdruck natürlicher Sozialisierungsbedürfnisse von Jugendlichen, die allerdings im Web 2.0 häufig technisch unreflektiert ablaufen (vgl. Schulmeister 2009: S. 21, S. 145-149). Folgt man Gees semiotischem Paradigma, so müsste allerdings angenommen werden, dass Dauer und Häufigkeit der Nutzung von Computer- und Videospielen zu einer wachsenden Deutungs- und Ausdrucksfähigkeit in diesem Medium führen (bspw. Wissen über und Erwartungen an Standard-Tastenbelegungen bei Rennspielen oder Optionen wie das Invertieren der Kamera-Steuerung auf der Y-Achse des Eingabegerätes).

Als empirischer Anhaltspunkt lassen sich hier die aktuellen KIM- und JIM-Studien zur Nutzung von Computerspielen von Kindern und Jugendlichen in Deutschland heranziehen (Zusammenfassung in eigener Darstellung):

	KIM – Studie 2010 (Alter 6-13 Jahre, n = 1214)	JIM – Studie 2010 (Alter 12-19 Jahre, n = 1208)
Regelmäßig spielen (ein bis mehrmals pro Woche)	62 %	35 %
Nie spielen	23 %	20 %

(vgl. MPFS 2010a: S. 44) (vgl. MPFS 2010b: S. 36)

Tabelle 1: Nutzung von Computer- und Videospielen unter Kindern und Jugendlichen

Es lässt sich entnehmen, dass Computer- und Videospiele zwar (vor allem von Kindern) häufig genutzt werden, in beiden Altersgruppen aber auch mindestens ein Fünftel überhaupt nicht spielt.

Die empirische Forschungslage zur Lernerfolgssteigerung durch digitales Spiel ist noch nicht weit vorangeschritten. Eine Studie, die tendenzhaft herangezogen werden kann, stammt von Blunt (2007). Er untersucht ex-post-facto den Effekt von lernbegleitendem Spielen unter Studierenden (je ein Spiel mit curricularer Nähe zu drei wirtschaftswissenschaftlichen Fächern, die Entscheidung zum Einsatz des Spiels in einzelnen Klassen wurde dabei durch die Lehrkräfte getroffen) und vergleicht die Leistung im einheitlichen Abschlusstest (Zusammenfassung in eigener Darstellung):

		N	$\bar{x}$ (% richtig gelöste Aufgaben)	s
Bereich: Business („Industry Giant II“ ⁴)	Ohne Spiel	801	79,18	16,16
	Mit Spiel	227	91,5	11,74
Bereich: Economics („Zapitalism“ ⁵)	Ohne Spiel	234	77,86	27,01
	Mit Spiel	322	94,81	9,01

⁴ „Industry Giant II“ (Koch Media, 2002): Der Spieler plant und steuert den Wertschöpfungsprozess verschiedener Güter vom Abbau der Rohstoffe bis zum Vertrieb im Einzelhandel. Er baut dabei auf einer scroll- und zoombaren 2D Karte die entsprechenden Gebäude (Eisenmine, Schmelze, Fabrik, Filiale etc.) und verwaltet den notwendigen Fuhrpark. Als Vollpreistitel aus dem Unterhaltungssektor ist Industry Giant II audiovisuell aufwendig inszeniert und kann als Wirtschaftssimulation mit isometrischer Kartenansicht eingeordnet werden.

⁵ „Zapitalism“ (online kostenlos spielbar unter: <http://www.zapitalism.com/zapitalism.php>, letzter Aufruf am 24.06.2012): Der Spieler übernimmt die Rolle eines von sechs virtuellen Unternehmen auf dem simulierten Markt. Diese sechs Rollen können auch von menschlichen Mitspielern für ein gemeinsames Spiel auf einem geteilten Markt besetzt werden. Die Unternehmen haben jeweils eigene Charakteristika und Boni (z.B.

Bereich: Management („Virtual U“ ⁶)	Ohne Spiel	252	68,43	20,28
	Mit Spiel	326	89,99	16,75

Tabelle 2: Testergebnisse von lernbegleitendem Spielen unter Studierenden

(vgl. Blunt 2007: S.6-8)

„The data analysis found classes using the game had significantly higher means than those classes that did not use the game. There were no significant differences between male or female scores, regardless of game play, while both genders scored significantly higher with game play than without. There were no significant differences between ethnic groups, while all ethnic groups scored significantly higher with game play. Lastly, students age 40 year and under scored significantly higher with game play, those students 41 and older did not.“ (Blunt 2007: S. 10)

Dieses Ergebnis vermittelt zunächst eine lernförderliche Auswirkung des ergänzenden Einsatzes digitaler Spiele mit thematischem Bezug zu curricularen Lerninhalten. Allerdings lässt es Raum zur Interpretation – so kann gefragt werden, ob das Spielen eine Motivationssteigerung zur Beschäftigung mit den prüfungsrelevanten Themen ausgelöst oder tatsächlich (aus der spielerischen Tätigkeit heraus) zu einem verwertbaren Kompetenzausbau geführt hat. Zusätzlich wäre interessant, wie sich alternative Treatments (etwa das Einrichten von kollaborierenden Lerngruppen oder der Einsatz haptischer Planspiele) im Vergleich ausgewirkt hätten.

Eine Studie im Bereich der Grundschule stammt von Virvou et al. (vgl. 2005: S. 60). Sie vergleichen den Lernerfolg zwischen Schulkindern (9-10 Jahre, N = 90), von denen eine Gruppe mit einem intelligenten tutoriellen System⁷ ohne spielerische Rahmung, die andere mit dem gleichen System eingebettet in ein 3D Lernabenteuer, geschult wurden. Sie ermitteln eine um 10,67 % geringere Fehlerquote zwischen Pre- und Post-Test bei den Schülern, die mit dem 3D Abenteuer lernten. Die größte Steigerung wurde hier bei Schülern mit einem niedrigen Ausgangsniveau erreicht,

niedrigere Baukosten für schnellere Expansion oder einen Bonus auf die Öffentlichkeitswirkung). *Capitalism* ist rundenbasiert, es kann als digitales Planspiel beschrieben werden, das auf Grundlage der Computerleistung eine Vielzahl komplexer wirtschaftlicher Zusammenhänge simuliert; die audiovisuelle Aufbereitung beruht auf Standbildern, Tabellen und vereinzelt Soundeffekten.

⁶ „Virtual U“ (kostenloser Download unter: <http://www.virtual-u.org/downloads/>, letzter Download am 24.02.2012): Der Spieler organisiert die wirtschaftlichen Prozesse einer virtuellen Universität. Er bestimmt dabei etwa Personalkosten, Instandhaltungsbudget und universitäre Angebote. Szenarien enthalten dabei unterschiedliche Ziele (das Erreichen bestimmter monetärer Kenngrößen oder Qualitätskennzahlen). Der Spieler hat Auswahl zwischen vier Universitätstypen. Das Spiel bietet weiterhin eine scrollbare (nicht animierte) 2D Karte zur Auswahl der verschiedenen Institutionen (realisiert durch Fenster, in denen die entsprechenden Werte eingestellt werden).

⁷ „Intelligente tutorielle Systeme“ bezeichnen die Unterstützung von digitalen Lernprogrammen durch Routinen, die eine automatisierte Analyse individueller Stärken und Schwächen sowie eine daraus abgeleitete Strukturierung der Wissensvermittlung vornehmen (vgl. etwa Niegemann et al. 2008 S. 300-301).

wohingegen kein Effekt für Schüler mit hohem Ausgangsniveau festgestellt wurde. Bei der Nutzung eines 3D Abenteuerspiels im Bereich der Mikrobiologie verzeichnen Rowe et al. (vgl. 2010: S. 5-7) für die Altersgruppe 12 bis 15-jähriger Schüler (N = 150, männlich = 80, weiblich = 70) allerdings bei Probanden mit einem hohem Ausgangsniveau einen signifikant stärkeren Lernzuwachs als bei Probanden mit niedriger Ausgangsleistung. Sowohl Vivou et al. als auch Rowe et al. deuten ihre Ergebnisse als Indiz für eine lernförderlichen Motivationssteigerung durch die Aufbereitung der Lehrmaterials mit einer spielerischen Atmosphäre und einem anregenden narrativem Rahmen. Stege et al. (vgl. 2011: S.) finden beim vergleichenden Einsatz von Lernspiel und Text (N = 187, männlich = 88, weiblich = 99, Altersdurchschnitt = 14,6 Jahre) zwar einen signifikant größeren Lernerfolg (unabhängig vom individuellen Ausgangsniveau) der Gruppe mit dem Lernspiel, registrieren jedoch gleichzeitig eine signifikant höhere selbst angegebene Motivation unter den weiblichen Teilnehmern beim Lernen mit dem Textmaterial (keine signifikanten Motivationsunterschiede zwischen Spiel und Text bei Jungen).

Zentrale Probleme bei der Erforschung digitaler Spiele als Lehrmethode bestehen in der Vielfalt an Ansatzpunkten auf zwei Achsen: Zunächst kann gefragt werden, ob sich bestimmte Inhalte eher als andere dazu eignen, mit Hilfe von Computerspielen geschult zu werden. Hier muss differenziert werden, ob bspw. das Tankmanöver der Luftwaffe, die Bedienung einer CNC-Fräse, das Verstehen chemischer Zusammenhänge, die Entstehung politischer Konflikte oder das Anwenden von Verkaufsstrategien im Einzelhandel gelehrt werden soll. Diese Frage nach dem *Was?* beinhaltet dabei unter anderem die Unterscheidung zwischen messbaren Qualifikationen und übergeordneten Kompetenzen als Zielsetzung von Lehrprozessen. Die Frage nach dem *Wie?* ist untrennbar mit der ersten verknüpft und bezieht sich auf die zielgerechte Aufbereitung der Lerninhalte als interaktives Lernangebot: Auf Grundlage der heute verfügbaren Technologien sind dem pädagogischen Wirken durch digitale Spiele kaum Grenzen gesetzt – Software lässt sich abhängig von den vorhandenen Ressourcen beliebig ausgestalten. Die Ausdifferenzierung von Computer- und Videospielen als Medium mit diffusen Genregrenzen, (Sub-)kulturellen Einflüssen und industriellem Erfolg eröffnet dabei eine weite Landschaft an möglichen Ansatzpunkten für die mediale Aufbereitung von Lerninhalten.

3.2. Kategorisierungen von digitalen Lernspielen

Digitale Lernspiele können prinzipiell in jedem Genre klassischer Computer- und Videospiele verortet sein. Ob und inwieweit sich Spielgenre und Bildungsinhalte dabei beeinflussen, hängt zumeist davon ab, ob spielerische Mechanismen als Rahmung verwendet werden (bspw. Übungs- und Assessmentprozesse, wenn eine Mathematik-Aufgabe durch das Abschießen der richtigen Lösung mit

einem Raumgleiter bewältigt werden soll), oder ob ein Lerninhalt durch das Regelwerk des Spiels implizit erfahrbar gemacht wird. Prensky (vgl. 2001: S. 130) unterscheidet acht Gattungen interaktiver Unterhaltungsspiele, die sich repräsentativ herausgreifen lassen:

1. **Action** (Spielprinzipien, die hauptsächlich auf Timing und Geschicklichkeit ausgelegt sind)
2. **Adventure** (Vorantreiben einer Geschichte, in deren Verlauf Rätsel gelöst werden müssen)
3. **Fighting** (typischerweise zwei Figuren in der Seitenansicht, die durch genaues Timing in einem Kampf gesteuert werden)
4. **Puzzle** (vordergründig kognitives Problemlösen, oftmals um eine nachgeordnete Geschicklichkeitskomponente erweitert)
5. **Role-playing** (Übernahme einer individualisierbaren Rolle in einer virtuellen Welt mit typischerweise komplexem Regelwerk für Handlungsmöglichkeiten und Fähigkeiten der Spielfigur)
6. **Simulation** (realitätsgetreues Steuern von Fortbewegungsmitteln oder Management komplexer Systeme)
7. **Sports** (Nachbildung von Sportarten im virtuellen Raum)
8. **Strategy** (ausgedehntere Planungsphasen und zumeist die Kontrolle über eine Vielzahl an einzelnen Einheiten)

Die Kriterien für die Zuordnung eines Spiels zu einem Genre sind kaum eindeutig und werden oftmals um weitere Merkmale ergänzt: Diese reichen von der Kamera-Perspektive („First-Person-Shooter“, „Third-Person-Action“) über das umgesetzte Setting („Rennspiel“, „Abenteuerspiel“) oder Merkmale der Regeln („Rundenstrategie“, „Echtzeitstrategie“) bis zu der vordergründigen Tätigkeit, die das Spielprinzip verlangt („Rollenspiel“, „Geschicklichkeitsspiel“, „Knobelspiel“) (vgl. Graesser et al. 2009: S. 84). In modernen Produktionen ist eine zunehmende Vermischung dieser Charakteristiken zu beobachten, so dass Genre-Zuordnungen nur noch nach dem am stärksten hervortretenden Prinzip vorgenommen werden können. Der Begriff der *Simulation* besitzt dabei allerdings eine Sonderstellung und wird zumeist in Verbindung mit einer genaueren Spezifikation versehen („Flugsimulation“, „Wirtschaftssimulation“). In seiner häufigsten Verwendung im Bildungskontext zielt der Simulationsbegriff auf die Nachbildung eines Teilbereichs der Realität ab, d.h. reale Wirkmechanismen werden zunächst notwendigerweise reduziert und schließlich regelbasiert virtuell abgebildet (vgl. Garris et al. 2002: S. 443; Connolly/Stansfield 2006: S. 466). Hier kann unterschieden werden zwischen Simulationen, die die *Handhabung* eines Modells verlangen (z.B. das Bedienen einer Maschine) und Simulationen, die das eigenständige *Entwickeln* eines Modells beinhalten (z.B. das Erzeugen und Steuern von Wirtschaftskreisläufen) (vgl. Armory 2007: S. 58). Für Aldrich (vgl. 2005: S. 80-90) konstituieren sich edukative Simulationen („Educational Simulations“, ebd. S.80) aus

der Schnittmenge der Elemente *simulation*, *game* und *pedagogy*. Unter Simulation fasst er die Repräsentation von Situationen und Objekten, die durch das Eingreifen des Anwenders manipuliert werden können. Die Aktionen des Anwenders führen dabei zu unterschiedlichen Reaktionen auf Grundlage der einprogrammierten Regeln und ermöglichen sowohl Erkenntnis- als auch Übungsprozesse. Das spielerische Element dient hauptsächlich zur Motivationssteigerung: Die Anwender sollen dazu bereit sein, durch ein unterhaltsames Erlebnis mehr Zeit in das Programm zu investieren und messbare Ziele zu verfolgen. Das pädagogische Element wiederum beinhaltet einerseits den ursprünglichen Zweck des Programms, also die Antwort auf die Frage, *warum was* simuliert wird. Zusätzlich umschließt das pädagogische Element die Ausgestaltung der Regeln zur Erreichung der gewünschten Lernziele (die Kriterien für Erfolg und Misserfolg) sowie das Geleiten der Lernenden entlang ansteigender Komplexität.

Das allgemeine Verständnis des Simulationsbegriffes im Bereich der Lernspiele variiert allerdings stark: Während Kerres et al. (vgl. 2009, S: 7) fundamental infrage stellen, ob Lehr-Simulationen aufgrund ihrer Realitätsnähe überhaupt als Spiel bezeichnet werden können, zeigt Högsdal (vgl. 2011: S. 126) eine zunehmende Gleichsetzung mit dem Begriff „Serious Games“ auf. Frank (vgl. 2007: S. 567) bestätigt zwar große strukturelle Ähnlichkeiten zwischen den Konzepten *Simulation* und *Serious Game*. Als abtrennende Merkmale des spielerischen Einsatzes nennt er jedoch den in das Programm integrierten Einsatz von motivationssteigernden Aspekten sowie das Setzen von übergeordneten Zielen.

3.3. Einsatz von Lehr-Lern-Methodik in digitalen (Lern-)Spielen

Der methodische Ansatzpunkt für die produktive Verbindung von Bildungsinhalten und digitalem Spiel besteht in der Gestaltung eines Spielkreislaufes, der durch das Aktivwerden des Anwenders verwertbare Lernergebnisse produziert (vgl. Garriss et al. 2002: S. 445):

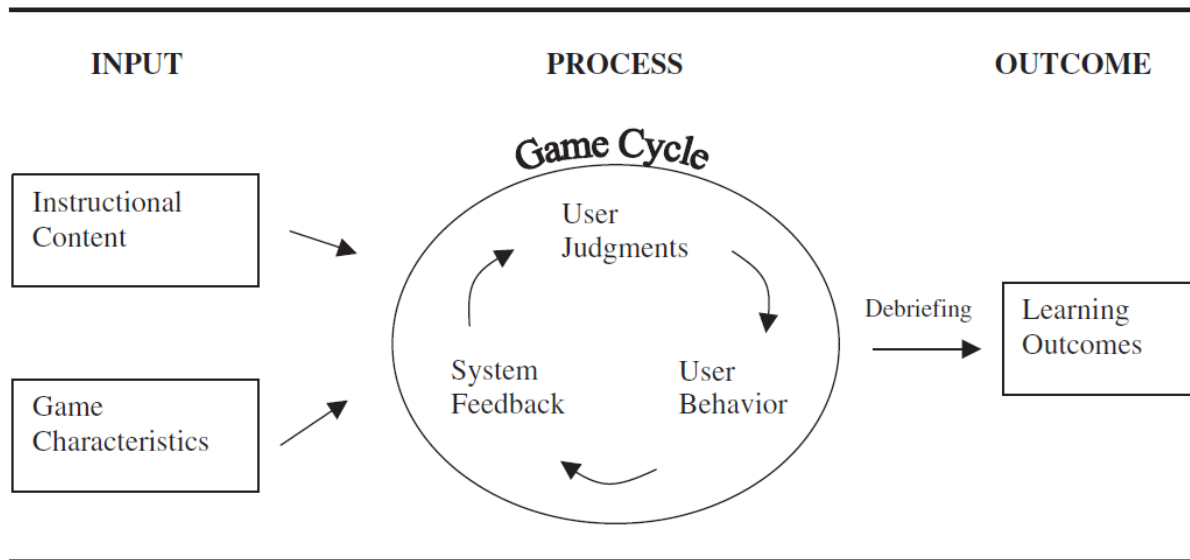


Abbildung 1: "Input-Process-Outcome" Game Model (Garriss et al. 2002: S.445)

Optimalerweise gelingt es, Bildungsinhalte mit spielerischen Mechanismen abzubilden, so dass eine produktive und motivierende Auseinandersetzung ermöglicht wird. Van Eck (vgl. 2006: S. 20) stellt heraus, dass der pädagogisch arrangierte Spielzyklus dabei fortwährend die piaget'schen Mechanismen der Assimilation und Akkomodation anstößt, um die im Spiel gezielt erzeugten Disequilibriums-Zustände auszugleichen. Die Verortung der Lerninhalte in einen interaktiven und relevanten Kontext mit direktem Feedback werden dabei als zusätzliche, lernförderliche Faktoren der digitalen Umgebung gesehen (vgl. ebd., S. 18).

Wie Herrington et al. (vgl. 1995: S.3; 1998: S. 306; 2000: S.4; 2003: S. 3-4; 2008: S. 421) in ausführlichen Arbeiten zum Lernen in authentischen digitalen Lernsituationen herausarbeiten, sollten virtuelle Lernarrangements nicht nur der realen Anwendungsumgebung entsprechen; zusätzlich muss der Lerner dazu aufgefordert werden, selbstständig relevante von irrelevanten Informationen zu separieren, den Lerngegenstand aus unterschiedlichen Perspektiven zu durchdringen und erfolgreiche Strategien in ihrer Funktionsweise zu reflektieren. Erfüllt eine situative Lernumgebung diese existentiellen Kriterien, wird davon ausgegangen, dass der Anwender eine ganzheitliche Form von Wissen erlangt, die über die bloße Verkettung von Teil-Schritten

hinausgeht und ein holistisches Verständnis für den Lerngegenstand erzeugt. Das Potenzial digitaler Spiele, solche konstruktivistischen Lernumgebungen zu ermöglichen, wird oftmals im Vergleich zu anderen klassischen Lerntheorien hervorgehoben (vgl. etwa Schulmeister 2009: S. 24; Garriss et al. 2002: S. 441; Armory/Seagram 2003: S. 208; Frank 2011: S. 53-56).

Bei unterhaltenden Computer- und Videospielen existieren bereits radikale Ansätze, Instruktionen zu minimieren und somit das Erkennen von Bedienung, Regeln und Ziel vollständig in die Verantwortung der Spieler legen⁸. Dies ist aber nur in wenigen Ausnahmen und in enger Verzahnung mit dem Game Design hinsichtlich der zu erzeugenden Spielerfahrung möglich, die in diesen Fällen auf das Experimentieren im instruktionsfreien Raum abzielt. Es lässt sich daher beobachten, dass für die Ermöglichung konstruktivistischer Erkenntnisprozesse zunächst kognitivistische (z.B. das Lesen von Anweisungen und Steuerungsbefehlen) und behavioristische Methoden (z.B. das von Salen und Zimmerman (2004) genannte Element *discernability* als Indikator für Erfolgs-, bzw. Misserfolgshandlungen) in Spielen eingesetzt werden. In welchem Umfang und welcher Form diese Instruktionen dem Anwender präsentiert werden, ist von zentraler Bedeutung für das Spielerlebnis und steht im Spannungsfeld zwischen Regel-Komplexität der spielerisch adressierten Lerninhalte, narrativer Kohärenz sowie Aufwand und Budget für die Produktion.

Für Korn (vgl. 2011, S. 17-18) besteht bei digitalen Lernspielen aufgrund der externen Bildungsziele eine erhöhte Gefahr, die erwünschten unterhaltsamen Faktoren durch offensichtliche Lernphasen mit hoher Informationsdichte zu unterbrechen. Wie Bopp (vgl. 2006: S. 16, S. 26) zeigt, werden daher in unterhaltenden Computer- und Videospielen zunehmend para-soziale Lernprozesse (computergesteuerte Akteure demonstrieren das zu zeigende Verhalten oder geben entsprechende Instruktionen) sowie unterschwellige Hinweise, etwa ein Kameraschwenk, der relevante Spielobjekte fokussiert, eingesetzt, die den Spielprozess aufrecht erhalten und Unterbrechungen durch offensichtliche Instruktionen vermeiden. Um das Spielerlebnis nicht durch längere, offensichtliche Lehr-Lern-Passagen zu reduzieren, identifiziert Bopp (vgl. 2005: S. 13-15) drei mögliche Realisierungen immersiver Didaktik in unterhaltenden Spielen:

- **Objekte mit Aufforderungscharakter:** Aktionen, die der Lerner zeigen soll, werden durch die Gestaltung der Spielwelt signalisiert. So können bspw. wichtige Gegenstände in einem auffälligen Lichtkegel stehen, oder Objekte, die miteinander benutzt werden können, räumlich nah beieinander platziert werden.

⁸ Etwa die Produktionen von thatgamecompany „Flow“ (2007), „Flower“ (2009) und „Journey“ (2012), deren Spielerlebnis zu einem großen Teil auf dem experimentellen Umgang mit dem Eingabegerät und kreativer Interpretation der Programmreaktionen beruht.

- **Sequenzierung:** Durch einen stetig ansteigenden Schwierigkeitsgrad werden erfolgreiche Verhaltensweisen Schritt für Schritt aufgebaut und zueinander in Beziehung gesetzt. Dabei können narrative Elemente eingesetzt werden, um den Anstieg der Komplexität plausibel mit der virtuellen Welt zu verbinden und an bestimmten Stellen Zwischenprüfungen einzusetzen (das Lernen von verschiedenen Strategien über verschiedene Levels und ein Zwischen- oder Endgegner, der die kombinierte Anwendung aller erlernten Aktionen noch einmal rekapituliert).
- **Verdecktes Lernen am Modell:** Virtuelle Figuren können dem Spieler Erfolgsstrategien demonstrieren. Sie verfügen entweder über dieselben oder schon fortgeschrittene Fähigkeiten wie der Avatar des Spielers und zeigen, wie diese eingesetzt und kombiniert werden können. Außerdem können Anweisungen oder Hilfestellungen von virtuellen Figuren angeboten werden anstatt ein Tutorial-Fenster einzublenden.

In aktuellen Produktionen aus dem Lernspiel-Sektor beobachtet Bopp hingegen, dass unterhaltsame Spielelemente vorrangig zur Verzierung externer Lerninhalte eingesetzt werden. Diese werden allerdings hauptsächlich durch Instruktionen in Text und Audio vermittelt und mit klassischen Testverfahren überprüft – sie unterscheiden sich somit bis auf ihre spielerische Rahmung kaum von herkömmlichen E-Learning-Methoden. Die Gründe hierfür vermutet er in fehlendem Wissen über die didaktischen Methoden moderner Computer- und Videospiele seitens der Lernspiel-Designer oder in unzureichenden zeitlichen und monetären Ressourcen zur Realisierung der Lehr-Methoden aus unterhaltenden Spielen. Zusätzlich – und dies erscheint als ein kritischer Punkt in der Forschung zu digitalen Lernspielen – stellt er die Frage, ob sich „immersive Didaktik“ überhaupt anwenden lässt, wenn nicht ein Spiel für sich selbst gelernt wird, sondern komplexes Wissen auf akademischem Niveau vermittelt werden soll (vgl. Bopp 2006: S. 34-35, zur Problematik der Vereinbarkeit höherer kognitiver Lernziele mit Lehr-Methoden klassischer Computer- und Videospiele, vgl. auch Graesser et al. 2009: S. 95).

Das Zusammenspiel verschiedener klassischer Lerntheorien (und ihr jeweiliges Gewicht im Lernprozess) ergibt sich zumeist aus der Kombination der verfolgten Lernziele, des gewählten Genres und dem finanziellen / zeitlichen Umfang der Produktion (vgl. Huynh-Kim-Bang et al. 2010: S. 10). Ratan und Ritterfeld (vgl. 2009: S. 16-17) stellen eine Untersuchung über 612 abgeschlossene Serious Games an und kommen zu einer Klassifikation in vier vordergründig eingesetzte Lehr-Lern-Prinzipien:

1. Das Üben von Fähigkeiten („Practicing Skills“)

Dieses Prinzip taucht in der Untersuchung am häufigsten auf (48%). In diesen Spielen steht der Fähigkeitsaufbau durch wiederholtes Anwenden im Vordergrund, Informationen werden zielgerichtet präsentiert und im direkten Zusammenhang verarbeitet.

2. Kognitives Problemlösen („Cognitive Problem Solving“)

In 24% der untersuchten Programme wird der zielgerichtete und kreative Umgang mit Spielobjekten fokussiert. Spiele in dieser Kategorie beinhalten bspw. Kombinationsrätsel, aber auch die Planung und Steuerung komplexer Systeme, etwa virtuellen Städtebau.

3. Wissenserwerb durch Entdecken und Erforschen („Knowledge Gain through Exploration“)

21% der Spiele stellen auf die selbstständige Informationssuche und –selektion des Lernalers ab. Im Gegensatz zu Programmen der ersten Kategorie zeichnet sich diese Subgruppe durch ein breites Informationsspektrum mit einem niedrigen Grad an sich wiederholenden Tätigkeiten aus.

4. Soziales Problemlösen („Social Problem Solving“)

Den kleinsten Anteil (7%) machen Spiele aus, in denen soziale oder emotionale Konfliktsituationen gelöst werden müssen. Häufig steht dabei die Interaktion zwischen mehreren Spielern im Mittelpunkt; in diese Kategorie fallen aber auch Spiele, in denen sich der Spieler in einem sozialen System verorten und produktiv auf eine Zielsetzung hinarbeiten muss.

Diese Studie hilft dabei, den aktuellen Einsatz digitaler Lernspiele in einer übergeordneten Zielsetzung zu erfassen; es lassen sich allerdings keine Aussagen über die in diesen Programmen vollzogenen einzelnen Lernschritte und deren methodische Umsetzung treffen. Hier müsste weitere Forschung zum Zusammenhang zwischen Game Design und Lernzielen vorgenommen werden.

Die Zielsetzung von Transferleistungen aus dem spielerischen Lernumfeld in reale Lebenszusammenhänge hat digitale Lernspiele in den Fokus von Forschungen zum Lernen in authentischen Situationen gerückt (vgl. Petko 2008: S. 4). Wie oben beschrieben ist die physische Interaktion durch das technische Endgerät eingeschränkt; in der Forschung zu virtuellen Umgebungen wurde jedoch das Phänomen der *Immersion* herausgearbeitet (vgl. etwa Grau 2003: S. 13; Carron et al. 2009: S.358, Alexander/Ellis 2008: S. 214, Fileccia et al. 2010: S. 28). Dabei handelt es sich um einen psychologischen Effekt, der den Spieler in die künstliche Welt „hinter dem Bildschirm“ eintauchen lässt – das Spiel bildet eine alternative Realität, in der sich die Spieler als aktive Instanzen verorten und sich mit ihrer virtuellen Repräsentanz identifizieren können. Die gewählte Spielperspektive hat dabei den größten Einfluss auf die Stärke des Immersionseffektes: Erlebt der Spieler die virtuelle Umgebung aus der Ego-Perspektive, wird von der stärksten Wirkung

ausgegangen. So wird in der Diskussion über die Auswirkungen gewalthaltiger Spiele auf Heranwachsende häufig auf die Immersion durch das Handeln in der Ego-Perspektive und einer möglicherweise fehlenden Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Spiel Bezug genommen (vgl. Thomas 2008: S. 58 – 60). Der Effekt der Immersion birgt aus erziehungswissenschaftlicher Sicht Potenzial für eine erhöhte Wahrscheinlichkeit von Transferleistungen: Problem- oder fallbasiertes Lernen wird in dieser Auffassung um eine stärkere Teilnahme der Lernenden am virtuellen Geschehen bereichert und auf diese Weise dem Phänomen des „trägen Wissens“ (vgl. Renkl 1996: S. 79; Wahl 2002: S. 227) entgegengewirkt. Als essenziell für diese Lerneffekte wird hier der Vorgang der Reflexion gesehen: Erst die sinnhafte Interpretation des Zusammenhangs zwischen Aktion und Reaktion sowie eine daraus resultierende Erkenntnis über Erfolgs und Misserfolgs-Strategien in realitätsnahen Kontexten ermöglichen nachhaltig verwertbaren Wissenserwerb (vgl. Gee 2007: S. 88, Prensky 2001: S. 50-51, Kerres et al. 2008: S. 9).

3.4. Lernmotivation durch digitale Spiele

Neben den Potenzialen zur Verwirklichung lehr-lern-methodischer Erkenntnisse besteht ein zentrales Argument für den Einsatz digitaler Lernspiele in der augenscheinlich hohen Lernmotivation, die sie in Aussicht stellen. Ausschlaggebend für diese Annahme ist die oben genannte Beobachtung der in jedem Spiel eingeschlossenen Lernprozesse, die durch die Anwender intrinsisch verfolgt werden. Diese Lernprozesse können neben wiederholtem Üben im Umfeld des Spiels, aber auch außerhalb des eigentlichen Spiels beobachtet werden: Kerres et al. (vgl. 2009: S.3, S. 5) weisen für unterhaltende Computerspiele darauf hin, dass Phasen der expliziten Wissensaneignung im Spielverlauf – etwa das Nachschlagen der Wirkung bestimmter Gegenstände – von Spielern als unerwünschte Unterbrechung des Spiels erlebt werden. Trotzdem lässt sich beobachten, dass Spieler in einen expliziten Lernmodus wechseln, um im Spiel weiter zu kommen oder ihre Situation zu verbessern. Dies reicht von der Recherche nach Rezepten für im Spiel erstellbare Zaubertränke über das Nachschlagen von Tastenkombination für Spezialangriffe in Kampfspielen bis hin zur Suche nach Karten, Lösungen und Schummel-Codes in Internetforen. Für Lernspiele mit wahrnehmbarer Vorbereitung auf zukünftige Anforderungssituationen muss ein Design entwickelt werden, welches dem Spieler/Lerner eine intrinsische Motivation durch das Spielen erschafft und gleichzeitig eine Verwertbarkeit außerhalb der spielerischen Sphäre signalisiert, etwa durch das Wiedererkennen von Inhalten und Anforderungen, die er für die zukünftige Situation antizipiert (z.B. das Spielen zur gezielten Vorbereitung auf eine Prüfung oder berufliche Anforderungen). Wie Bogost (vgl. 2008: S. 134-135) in diesem Zusammenhang herausarbeitet, bedeutet diese Schnittstelle in Form von

Transfer zwischen Spiel und Realität allerdings ein notwendiges Aufbrechen von Huizingas Zauberkreis des Spiels.

Das Motivationspotenzial digitaler Spiele setzt sich in der Literatur aus verschiedenen Bestandteilen zusammen, wobei jeder einzelne die Frage aufwirft, inwiefern er auf individuelle Lerner wirkt (vgl. Huynh-Kim-Bang et al. 2010: S. 14). Malone (vgl. 1980: S. 1) hat sich bereits zu Beginn der 1980er Jahre die Fragen gestellt, was an Computerspielen als *fesselnd* empfunden wird und wie diese Faktoren für Lernprozesse eingesetzt werden können. Er leitet aus Beobachtungen von Spielern im Umgang mit verschiedenen Programmgestaltungen die Prinzipien *Challenge* (feste Ziele und variierende Anspruchsniveaus zu deren Erreichung), *Fantasy* (das Erzeugen und Arrangieren virtueller Repräsentationen von identifizierbaren Objekten) und *Curiosity* (Neugier und Erkenntnis) ab (vgl. Malone 1980: S. 65 - 71).

Zusätzlich wird häufig die Fähigkeit von digitalen Spielen betont, den von Mihaly Csikszentmihalyi (1990) identifizierten *Flow*-Effekt zu erzeugen (vgl. exemplarisch Bente/Breuer 2009: S. 326-327; Gee 2007: S. 217-219; Salen/Zimmerman 2004: S. 336-339; Shute et al. 2009: S. 297, Prensky: 2001, S. 124-125). Dabei handelt es sich um einen psychischen Zustand der absoluten Fokussiertheit auf eine Tätigkeit, die sich u.a. durch ein verändertes Zeitempfinden und eine Wahrnehmung des Selbst als Bestandteil eines emergenten Zusammenspiels aus Aufgabe, Ausführung und Rückmeldung konstituiert. Der Effekt konnte u.a. bei sportlicher Betätigung, beim Musizieren, beim Schreiben, beim Programmieren („speed coding“) sowie beim Spielen digitaler Spiele nachgewiesen werden und wird als durchweg positive Erfahrung von Selbstwirksamkeit beschrieben. Als Bedingungen zum Erreichen dieses Zustandes führt Csikszentmihalyi u.a. ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Anforderung und Fähigkeit, die Abwesenheit von ablenkenden Faktoren und einen hohen Grad an Kontrollierbarkeit über die Tätigkeit sowie direkte Rückmeldung auf (vgl. Csikszentmihalyi 1990: S. 49, 74).

Die Lust zu spielen kann sich aus vielen verschiedenen Quellen ergeben. Im Folgenden wird eine zusammenfassende Übersicht über die Faktoren erstellt, die sich aus aktuellen Beiträgen als Treiber des komplizierten Konstruktes (*Spiel*-)Spaß aggregieren lassen, und ihr jeweiliges Potenzial für den didaktischen Einsatz vermerkt (für umfassende Aufstellungen motivationssteigernder Faktoren digitaler (Lern-)Spiele vgl. etwa Graesser et al. 2009: S. 85-86; Bryant/Fondren 2009: S. 106-110; Pfannstiel et al. 2009: S. 12-16; Klimmt 2009: S. 250 – 253; Bartle 2006: S. 757; Amory 2007: S. 54; Gee 2009: S. 78-81; de Freitas 2006: S. 5; Garris et al. 2002: S. 447; Blunt 2007: S.3; Prensky 2001: S. 106):

Handlung und Rückmeldung

Jede Spielsituation bildet eine Aufforderung an den Nutzer, aktiv zu handeln. Die Spielregeln definieren dabei ein Ziel sowie Mittel und Strategien, die zur Erreichung verfügbar und erfolgreich sind. Marr (vgl. 2010: S. 38) hebt in diesem Zusammenhang die besondere Bedeutung des Zusammenspiels von Selbstwirksamkeit und Belohnungsmechanismen hervor. Sie betont dabei das Potenzial des Computers, auf verschiedenen inhaltlichen Ebenen und in schneller Abfolge Belohnungen an den Spieler vermitteln zu können⁹. Bestrafungen bestehen dabei in temporären Mali oder klassischerweise in Zwangspausen durch Ladezeiten für den Neubeginn eines Abschnitts nach einem Versagen (vgl. Bopp 2006: S. 21). Wenn der herausfordernde Charakter der Spielumgebung im Vordergrund steht, lässt sich zusätzlich herausarbeiten, dass der Schwierigkeitsgrad einen maßgeblichen Einfluss auf diese Motivation hat. Hier erweist es sich als förderlich, dem Spieler einen Kanal von Ausgewogenheit zwischen Anforderung und Fähigkeit zu bieten. Die Adaptivität digitaler Spiele durch variable Schwierigkeitsgrade – entweder durch die Auswahl des Spielers oder durch automatisierte Routinen – birgt dabei pädagogisches Potenzial: Einerseits stellt sie die Realisierung von individuellen Anforderungsgraden für unterschiedliche Lernstände in Aussicht; andererseits bildet sie einen Ansatzpunkt zur Erzeugung des Flow-Effektes (vgl. Graesser et al. 2009: S. 85; Pfannstiel et al. 2009: S. 4).

Hypothetische Welten als Gestaltungsräume

Digitale Spiele ermöglichen den Nutzern, unbekannte virtuelle Welten zu erforschen und mit verschiedenen Handlungen zu experimentieren – sie können ihrem Entdeckungsdrang folgen, ohne reale Konsequenzen zu fürchten. Die Motivation in diesem Feld stützt sich maßgeblich auf Neugier, schöpferisches Handeln und die Freiheit, Fehler begehen zu können, da reale Konsequenzen ausbleiben („freedom to fail“).

Digitale Welten sind zudem höchst individualisierbar: Dies reicht von der differenzierten Ausgestaltung des persönlichen Avatars hinsichtlich Optik und virtuellen Fähigkeiten bis zur aktiven Weltgestaltung (bspw. in „The Sims“¹⁰ und „MineCraft“¹¹). Spieler können eigene virtuelle Identitäten formen und das interaktive Umfeld aus verschiedenen Perspektiven erleben. Für Gee (vgl. 2007: S. 53, S. 78) birgt das Spielen mit virtuellen Identitäten immenses Lernpotenzial: Zunächst

⁹ „Belohnungen“ können hier z.B. bestehen in audiovisuellen „Bonbons“ (etwa ein Feuerwerk oder ein Tusch), hilfreichen Items für den weiteren Spielverlauf, einer temporären Ausstattung der Spielfigur mit besonderen Kräften, dem Fortgang der Story oder einem Zugang zu neuen Bereichen der Spielwelt (vgl. Salen/Zimmerman 2004: S. 346). In der aktuellen Konsolengeneration (ca. ab 2006) werden Spiele auch mit *Trophäen* ausgestattet. Dabei handelt es sich um Belohnungen für spezielle Ziele im Spiel, die in eine spielübergreifende Statistik einfließen und ein generelles Spieler-Level (und somit eine Vergleichbarkeit zwischen Nutzern einer Konsole) konstituieren.

¹⁰ „The Sims“: Computerspielreihe ab 2000, Maxis / Electronic Arts

¹¹ „MineCraft“: Java-basiertes Online-Spiel in ständiger Weiterentwicklung, Erstveröffentlichung 2009, Mojang

bedeutet das Kriterium der Interaktivität eine Verstärkung des Identifikationspotenzials gegenüber Film und Buch, da es das eigene Handeln berücksichtigt. Zusätzlich erfolgt das Handeln nicht nur aktiv, sondern auch reflexiv: Der Spieler determiniert durch seine Auswahlen und Entscheidungen seine Rolle in der virtuellen Welt sowie seine späteren Optionen, in dieser Welt zu agieren (so bedeutet etwa das Verteilen von Fähigkeitspunkten im Rollenspiel eine Festlegung auf Charisma, Geschicklichkeit oder Kampfkraft, die Wahl eines Kämpfers im Beat-‘em-up-Genre ein bestimmtes Repertoire an Bewegungen und Strategien). Weiter argumentiert Gee, dass die Identifikation mit Avataren die spielerische Übernahme von Perspektiven einer bestimmten Profession ermöglicht („sei ein Physiker“, „sei ein Sozialwissenschaftler“) und Spieler in ihrer Rolle Denkmuster und Werte erfahren können, wie wissenschaftliche Fragestellungen in der entsprechenden Domäne entstehen und bearbeitet werden (vgl. ebd. S. 56).

Soziales Handeln

Spielmotivation kann auch mit sozialer Interaktion verschiedener Art erklärt werden, etwa durch kooperatives oder kompetitives Handeln mit Mitspielern oder durch das Schaffen von sozialen Verbindungen durch das kommunikative Teilen der spezifischen semiotischen Domäne eines Spiels. Hier kann ebenfalls der herausfordernde Charakter im Vordergrund stehen, ebenso aber auch das gemeinsame Erleben des Spiels ohne gegenseitigen Leistungsvergleich oder der gemeinsame Erfolg beim Handeln im Team (vgl. Carron et al. 2009: S.358; Högsdal 2011: 126-127). Gemeinsames Spiel (ob gegen- oder miteinander) enthält dabei immer das Potenzial, von Mitspielern zu lernen oder das Geschehen intersubjektiv zu reflektieren. Vor allem in Kombination mit dem Prinzip der virtuellen Welten als Gestaltungsräume können sich bei Online-Rollenspielen (wie „World of Warcraft“¹² oder „Second Life“¹³) intensive Erlebnisse einstellen.

Narrative Strukturen

Computer- und Videospiele zeichnen sich gegenüber Film und Buch durch interaktive Erzählstrukturen aus. Dies offenbart sich etwa in Spielen, die abhängig von den Entscheidungen der Spieler komplexen Verästelungen folgen und schließlich in verschiedene Enden münden. Hier wirkt das Vorantreiben der Geschichte als zentraler Faktor für die spielerische Tätigkeit (vgl. Klimmt 2009: S. 252). Wie Bopp (vgl. 2008: S. 10) mit seinem Rezeptionsmodell interaktiver Erzählungen in Computerspielen herausarbeitet, ermöglicht das interaktive Element, dem Spieler das Schicksal der virtuellen Charaktere (in Abhängigkeit seiner Sympathie/Antipathie) zu beeinflussen und über deren Reaktionen emotionale Lernprozesse zu erfahren. Pfadabhängige Story-Verläufe bieten im Gegensatz zu offenen Simulationen (etwa virtuellem Städtebau) die Möglichkeit, die aktuelle Spielsituation des

¹² „World of Warcraft“: Online-Rollenspiel, 2004, Blizzard Entertainment/Vivendi Universal

¹³ „Second Life“: Online-Welt, 2003, Linden Lab

Anwenders genau zu identifizieren und mit zielgerichteten Hilfestellungen zu unterstützen. Das Verhalten der Spieler wird dabei allerdings zumeist durch Multiple-Choice-Auswahlen begrenzt und somit ein großer Anteil an interaktiven Freiheitsgraden eingebüßt. Zusätzlich steigt mit der erhöhten Kontrolle über den Lernprozess das Risiko auf Brüche in der Immersion, zum Beispiel wenn in simulierten Gesprächen keine Antwort angeboten wird, die der Spieler in seiner spielerischen Identität tatsächlich präferiert (vgl. Aldrich 2005: S. 7-17). Narration kann in digitalen Lernspielen außerdem ein kraftvolles Instrument für informelle Lernprozesse und die Förderung emotionaler Fähigkeiten wie Empathie oder interkultureller Kompetenz bieten (vgl. Klotz/Steinke 2011: S. 143).

Atmosphärische Inszenierung

Aufgrund der Multimodalität der Informationsdarstellung bieten digitale Spiele zahllose Möglichkeiten und Notwendigkeiten ästhetischen Ausdrucks (vgl. etwa Klimmt 2009: S. 250). Allgemein wird ästhetisches Wirken von Böhme (2001) als Gestaltung von Atmosphären modelliert. Unter Atmosphäre versteht er dabei die Relation zwischen Subjekt und Objekt (vgl. ebd. S. 54), die sich aus Sicht des Rezipienten im „Spüren von Anwesenheit“ (ebd. S. 45) und aus Produzentensicht im „Erzeugen affektiver Betroffenheit“ (ebd. S. 63) äußert. Im Zusammenspiel mit dem Kriterium der Interaktivität entfalten Computer- und Videospiele im Vergleich zu anderen Medienformen besonderes Potenzial zur Hervorrufung emotionaler Zustände und Stimmungen, die von Spielern ihrer selbst willen aufgesucht werden.

Malone (vgl. 1980: S. 70) ordnet audiovisuellen Elementen in digitalen Spielen vier Funktionen zu: *Decoration* (initiale Erhöhung der Attraktivität), *Enhancement of Fantasy* (Verstärkung der im Spiel aufgebauten Sphäre), *Reward* (als Belohnung erfolgreicher Handlungen), *Representation* (als Informationsdarstellung, Aufbereitung von Wort und Zahl oder alternative Darstellungsweisen). Der quasi-objektive Status von Atmosphären als Bezeichner einer Relation zwischen Subjekt und Objekt verdeutlicht hier die besonderen Schwierigkeiten einer Analyse digitaler Lernspiele und ihrer Wirkung auf unterschiedliche Rezipienten.

Expliziter Lernerfolg

Lernspiele gehen über den Zweck der reinen Unterhaltung hinaus, sie sollen spezielle Bildungsziele vermitteln. Hier kann zunächst differenziert werden zwischen dem Anreiz, durch spielerische Tätigkeit sich mit spezifischen Inhalten zu beschäftigen, und dem messbaren Lernerfolg durch das Spielen selbst. Wenn Lerner vom Spielen eines Spieles erwarten, zielgerichtet auf zukünftige Anforderungssituationen vorbereitet zu werden, dann kann davon ausgegangen werden, dass die Erkennbarkeit des Nutzens – etwa der Selbsttest zur Vorbereitung auf eine Prüfungssituation – ein zentraler Bestandteil dieser Spielmotivation ist (vgl. Garris et al. 2002: S. 445; Frank 2007: 570-571;

Michael/Chen 2006: S. 2). In dieser Sichtweise bilden digitale Lernspiele den hoffnungsvollen Versuch zur Vereinigung von extrinsischer und intrinsischer Motivation, bzw. einer Substitution der ersten durch die zweite.

Die sechs dargestellten Motivationsfaktoren können sich in erheblichem Maße gegenseitig beeinflussen. Zur Übersicht und besseren Darstellung der gegenseitigen Effekte werden die angestellten Überlegungen noch einmal schematisch aufbereitet:

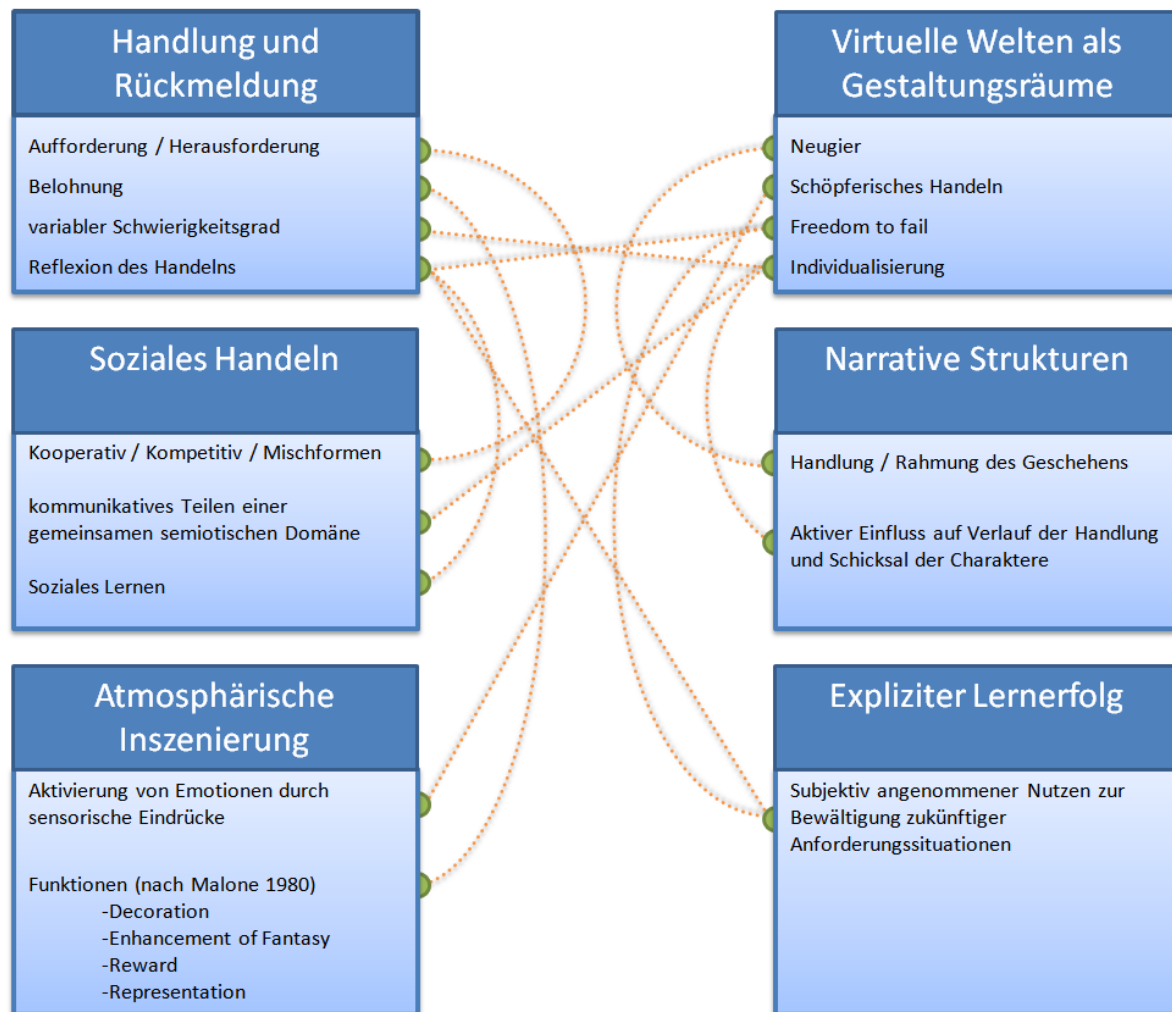


Abbildung 2: Schematische Darstellung motivations- und lernförderlicher Faktoren digitaler Lernspiele sowie mögliche Interaktionen

Den oben beschriebenen *Flow*-Effekt zu erreichen kann in der Tat als kraftvoller Motivator und möglicherweise auch lernförderlicher Mechanismus von spielbasierten Lernumgebungen gesehen werden. Ob das Erreichen des *Flow* aber mit der Vermittlung komplexer akademischer Lernziele verknüpfbar ist, ist fraglich: Geschicklichkeits-Aufgaben können stufenlos variiert und somit den

individuellen Fähigkeiten angepasst und schrittweise gesteigert werden. Bei höheren kognitiven Lerninhalten dürfte sowohl die Abbildung als Spielzyklus als auch eine stufenlose Lernerorientierung zum Erreichen des *Flow*-Effektes schwieriger zu realisieren sein. Dennoch sind Lernszenarien denkbar, die den *Flow*-Effekt unterstützend, etwa in Form von Anwendungs- oder Übungsphasen, anbieten.

3.5. Entwicklung von digitalen Lernspielen

Die bislang dargestellten Überlegungen verdeutlichen, warum digitalen Spielen ein hohes Potenzial für extern verwertbare Lernprozesse zugesprochen wird. Zusätzlich wurden konzeptionelle Fragestellungen herausgearbeitet, die den Bedarf an weiterer Forschung, vor allem in enger Verzahnung von Theorie und Praxis, demonstrieren. Das Ableiten von Gestaltungsprinzipien für digitale Lernspiele wird nach Huynh-Kim-Bang et al. (vgl. 2010: S. 2) durch zwei zentrale Faktoren erschwert: Einerseits wird der Entwicklungsprozess digitaler Spiele als Schleife gesehen, in der Konzepte zunächst prototypisch umgesetzt, evaluiert und entsprechend der Erkenntnisse neu konzeptioniert werden (müssen). Der zweite Faktor rekurriert erneut auf die Komplexität, den möglichen Widerspruch zwischen Spiel und ernsthafter Tätigkeit in produktiver und gleichberechtigter Weise aufzulösen.

Die Vielzahl an konzeptionellen Ansatzmöglichkeiten bezüglich Genre, Ausgestaltung von Instruktionen und Regeln, Grafik- und Sound-Design, Belohnungsfaktoren, spielerischer Freiheit und sozialer Interaktion in Verbindung mit zuvor definierten Lernzielen machen eine theoretische Rahmung und eine darauf basierende Ableitung von allgemeinen Gestaltungsempfehlungen für digitale Lernspiele äußerst schwierig. Diese Komplexität spiegelt sich auch in Gees Katalog über 36 Lern-Prinzipien wider, die er in erfolgreichen unterhaltenden Computer- und Videospielen beobachtet und für den gezielte pädagogischen Einsatz empfiehlt (vgl. zusammenfassend Gee 2007: S. 221).

Armory (vgl. 2007) versucht, den Design-Prozess von Lernspielen auf einzelne, handhabbare Komponenten zu reduzieren. Er schlägt mit dem *Game Object Model Version II* (GOM II) ein überarbeitetes Modell zur Konzeption und Realisierung digitaler Lernspiele vor, das sich in seiner inneren Struktur an die Hierarchie von Objekten und Elementen anlehnt, wie sie in der objektorientierten Programmierung vorkommen (Verschachtelung von Funktionen, Vererbung von Eigenschaften und Methoden zwischen Klassen und Unterklassen):

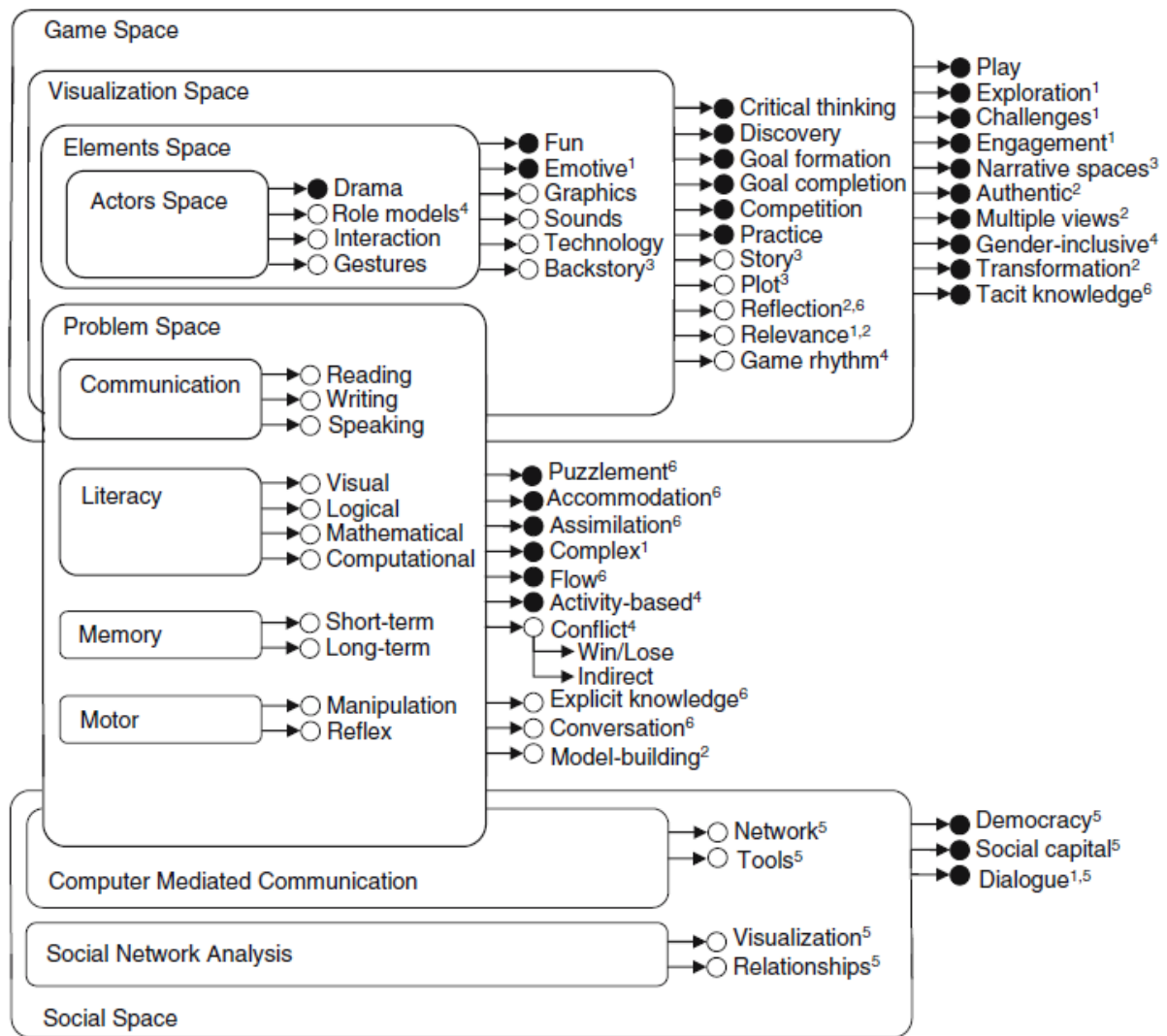


Abbildung 3: Game Object Model Version II (Armory 2007: S. 55). Abgerundete Rahmen stellen notwendige Objekte und Unterobjekte digitaler Lernspiele dar. Ausgefüllte Kreise symbolisieren abstrakte „Schnittstellen“ („interfaces“), die von Pädagogen in der Konzeptionsphase theoriegeleitet erarbeitet werden. Leere Kreise repräsentieren wiederum konkrete Schnittstellen, die von Entwicklern unter der Vorgabe der Designer realisiert werden. Indizes an einzelnen Schnittstellen zeigen ihre Zugehörigkeit zu 6 Kernkonzepten, die Lernspiele konstituieren.

Die kleinste Einheit des Modells bilden Schnittstellen („interfaces“), die sich in *abstrakt* (Aufgabenbereich der Planung, schwarz gefüllte Kreise in Abb. 3) und *konkret* (Aufgabenbereich der Realisierung, weiße Kreise in Abb. 3) unterteilen lassen und sich (in einzelner Überschneidung) sechs Kernkonzepten zuordnen lassen (Zusammenfassung in eigener Darstellung):

1) Game Definition	Genre, Art der Herausforderungen, Freiheitsgrade, Informationsrepräsentation
2) Authentic Learning	Realitätsbezug für erhöhte Transferwahrscheinlichkeit, Einnahme verschiedener Perspektiven auf den Lerngegenstand, Reflexionsphasen
3) Narrative	Story und Hintergrund-Plot zur Stärkung der Immersion und Anregung von Reflexionsprozessen
4) Gender	gender-ausgewogene Gestaltung von virtuellen Figuren, Herausforderungen und Konflikten, Raum zur Individualisierung
5) Social Collaboration	Kommunikation und Kooperation für soziale Lern- und Reflexionsprozesse
6) Challenges-Puzzles-Quests	Herausforderung und produktive Irritationen für aktive Lernprozesse durch Neugierde

Tabelle 3: Sechs Kernkonzepte des Game Object Model II

(vgl. Armory 2007, S. 57-70)

Das GOM II vereint die in dieser Arbeit vorgestellten Ansätze in einem übergreifenden Zusammenhang, es wurde bislang jedoch nicht evaluiert. Die Unterteilung in konkrete und abstrakte Schnittstellen stellt zwar aus konzeptioneller Sicht einen interessanten Ansatz für die Arbeitsteilung zwischen Pädagogen und Software-Entwicklern dar – hier muss allerdings gefragt werden, ob und inwiefern die in diesem Fall von Armory vorgeschlagene Aufgabenteilung tatsächlich zielführend für die Gestaltung intensiv verknüpfter Lern-Spiel-Welten ist. Frank (vgl. 2007: S. 568) führt zusätzlich aus, dass GOM II keine Aussage darüber trifft, wie die einzelnen Schnittstellen sich im finalen Design des Spiels beeinflussen, so dass die Gefahr einer Reduktion des Modells auf eine umfangreiche Checkliste besteht. *Design* beschreibt Frank (vgl. ebd.) als stets einzigartige Lösung auf eine ebenso individuelle Problemstellung; im Hinblick auf das Zusammenkommen von Form und Funktion in digitalen Lernspielen fordert er daher, Design-Leitfäden so offen wie möglich zu halten, um Entwickler zwar für wiederkehrende Probleme zu sensibilisieren, gleichzeitig aber kreativen Problemlösungen einen möglichst großen Raum zu lassen.

Ein ursprünglich aus der Architektur stammender Ansatz zur Systematisierung von Design-Problemen im Spannungsfeld verschiedener Ansprüche besteht in sogenannten Design-Pattern („Entwurfsmuster“). In der Software-Entwicklung werden Design-Pattern als allgemeine Herangehensweisen an wiederholt auftretende Probleme, z.B. die Lauffähigkeit von Software auf unterschiedlichen Plattformen, herangezogen. Für Softwarekompatibilität hat sich etwa das „Model View Controller“-Pattern (die systematische Trennung der Entwicklung von Datenbank, Oberfläche

und Verarbeitung zur leichteren Anpassung einzelner Komponenten an verschiedene Mutterumgebungen) bewährt. Mit der Arbeit von Björk und Holopainen (vgl. 2006: 422-436) liegt ein erster elaborierter Katalog für Entwurfsmuster unterhaltender Computer- und Videospiele vor.

Mit Bezug auf Björk und Holopainen entwickeln Huynh-Kim-Bang et al. (2010) Design-Pattern für digitale Lernspiele auf Grundlage der Analyse von 25 Lernspiel-Produktionen und in Zusammenarbeit mit Praktikern aus dem Entwicklungsbereich. Sie erstellen sechs Kategorien wiederkehrender Problemdefinitionen und ordnen ihnen mögliche Bewältigungsstrategien zu (Zusammenfassung in eigener Darstellung):

Kategorie		Leitfrage	Patterns (nur Oberkategorien dargestellt)
A	Kontext	Unter welchen Bedingungen soll ein Lernprozess spielerisch aufbereitet werden?	• <i>Serious Game</i> (Information) • <i>Game-Based Learning</i> (Instruktion)
B	lehrreiche Interaktion	Wie kann Interaktivität lehrreich eingesetzt werden?	• <i>Instructive Gameplay</i> • <i>New Perspectives</i> • <i>Rapid Feedback</i>
C	Reflexion	Wie können Reflexionsprozesse angeregt werden?	• <i>Time for Action / Time for Thought</i> • <i>Advanced Indicators</i>
D	nicht-interaktive Information	Wie kann Information dargestellt werden, ohne die Immersion zu stören?	• <i>Hollywoodian Introduction</i> • <i>Museums</i> • <i>Informative Loading Screens</i> • <i>On the Grapevine</i>
E	Anreize	Wie können Nutzer motiviert werden?	• <i>Fun Reward</i> • <i>Fun Context</i>
F	Anspruchsniveau	Wie können Nutzer beim Voranschreiten im Lern-/Spiel-Prozess unterstützt werden?	• <i>Smooth Learning Curves</i> • <i>Pace and path choice</i>

Tabelle 4: Sechs Oberkategorien für Entwurfsmuster digitaler Lernspiele

(vgl. Huynh-Kim-Bang et al. 2010, S. 7-15)

Während Kategorie A die übergreifende Zielsetzung und die Randbedingungen eines Projektes behandelt, werden in den Kategorien B, C, D pädagogische Fragestellungen adressiert. Die Kategorien E und F widmen sich den Problemstellungen der unterhaltenden Computer- und Videospiele. In Kategorie A wird empfohlen, Pädagogen und Game Designer in der Brainstorming-Phase zunächst getrennt voneinander arbeiten zu lassen, um in der folgenden, gemeinsamen Konzeptionsphase die

dezidierte Aufstellung von Feinlernzielen mit einem unterhaltenden, aber thematisch zugeordneten Spielkonzept zu einer produktiven Lernerfahrung zu verbinden. Das Pattern *Instructive Gameplay in* Kategorie B befasst sich mit der zentralen Frage zur wirksamen Vereinigung von interaktivem Handeln und externen Lernzielen. Abhängig von den Lerninhalten identifizieren Huynh-Kim-Bang et al. (vgl. edb.: S. 10-11) die Muster *Question-Answers* (Einbau von Quiz-Prinzipien in vorliegende Spielmechanismen bei geringem Entwicklungs-Budget und zur einfachen Erweiterung der Lerninhalte), *Pavlovian Interaction* (für das Einüben und Wiederholen von Faktenwissen), *In Situ Interaction* (interaktive Repräsentation von vielschichtigen Sachverhalten mit konkreten Beispielen in einem verdinglichten Kontext), *Microworld Interaction* (Aufbau und Steuerung von zunehmend komplexeren Systemen für ein Verständnis für Komponenten und deren Zusammenhänge) und *Social Pedagogical Interaction* (Spieler werden dazu angeregt, sich aus (ihren) unterschiedlichen Perspektiven auf den Lerngegenstand auszutauschen). Das Pattern *Serious Varied Gameplay* verbindet schließlich die genannten Muster zu einer spielerischen Lernumgebung, die es ermöglicht, verschiedene Wissensarten interaktiv abzubilden. Um Anwendern zusätzlich einen permanenten Zugang zu den Wissensbeständen oder weiterführende Information anzubieten, schlagen Huynh-Kim-Bang et al. virtuelle Orte vor, die sich dem Spiel nahtlos anfügen, jedoch ohne Spieldruck besucht werden können (Pattern *Museum*).

Mit dem Pattern *Time for Action / Time for Thought* thematisieren Huynh-Kim-Bang et al. das Verhältnis zwischen Anwendungs- und Reflexionsphasen. Sie stellen den didaktischen Vorteil einer ausgewogenen Abwechslung zwischen Spannungs- und Entspannungsphasen heraus, um Lernprozesse gemäß ihrer Eignung in einem jeweils passenden Spielkontext (bspw. Anwendungsphasen, Planungsphasen, Reflexion im anschließenden *Debriefing* oder im Fortgang der Story) zu verorten.

Die Komplexität der individuellen Empfänglichkeit für verschiedene Motivationsfaktoren in Kategorie E wird von Huynh-Kim-Bang et al. (vgl. 2010: S. 13-15) als Katalog verschiedener Ansatzpunkte bearbeitet, darunter sozialer Kontakt und Wettbewerb, inszenierte Belohnungszeremonien und die Repräsentation von Erfolgen durch Abzeichen. Mit sorgfältiger Orientierung an der Zielgruppe eines Spiels sehen sie weiterhin das Eintauchen in die entsprechend gestaltete Spielwelt (Pattern *Fantasy World*) und die darin enthaltene Narration (Pattern *Narrative Structure*) sowie den auflockernden Einsatz von adäquatem Humor (Pattern *Comic Relief*) als Motivationsfaktor.

Die aufgeführten Design-Pattern unterstützen den Konzeptionsprozess digitaler Lernspiele durch lehr-lern-methodische Ansatzpunkte und Best-Practice-Lösungen aus erfolgreichen unterhaltenden Computer- und Videospielen. Wie Michael und Chen (vgl. 2006: S. 14-15, S. 31-34) allerdings herausstellen, operieren Designer von Lernspielen unter fundamental anderen Bedingungen als sie

der klassischen Computer- und Videospiele-Industrie zugrunde liegen: Neben der konzeptionellen Schwierigkeit der Vereinbarung von Spielprozess und transferierbarem Lernerfolg besteht ein wichtiger Punkt in der technischen Ausstattung der Zielgruppe – öffentliche Schulen und Unternehmen verlangen oftmals eine Lauffähigkeit auf älteren Geräten, was die Realisierung von grafischen High-End-Produktionen ausschließt. Die steigende Forderung nach einer Ausführbarkeit von Lernspielen im plattformübergreifenden Web-Browser und mobilen Endgeräten führt darüber hinaus zu einem Abbau der verfügbaren Rechenleistung gegenüber Produkten aus der Unterhaltungsindustrie. Zusätzlich erschwert die Heterogenität der IT-Strukturen, etwa bei der Integration in vorhandene Wissensmanagement-Systeme, die Entwicklung. Ein zentraler Punkt besteht in den verfügbaren Entwicklungs-Budgets: Viele der genannten lernförderlichen Aspekte und Motivationsfaktoren entstammen Produktionen der klassischen Computer- und Videospiele-Industrie mit Entwicklungssummen im mehrstelligen Millionenbereich. Für digitale Lernspiele treffen somit häufig Erwartungen an Immersion, multimediale Aufbereitung und Spieltiefe nach dem Vorbild budgetintensiver AAA-Produktionen auf zurückhaltende Investitionsbereitschaft aufgrund des Problems des messbaren Return on Investment betrieblicher Bildungsprozesse.

Begünstigt wird die Entwicklung digitaler Lernspiele jedoch durch leistungsstarke und flexible Entwicklungsumgebungen (etwa Adobe Flash und Captivate, Unity 3D), lizensierbare Programmroutinen (3D- und Physik-Engines) und Schnittstellen-Standards wie SCORM zum Datenaustausch zwischen Lernspielen und E-Learning-Plattformen. Technologiediffusion erlaubt heute, mit wesentlich geringeren finanziellen Mitteln als noch vor wenigen Jahren ansprechende und produktive Lernwelten zu erschaffen (vgl. Korn 2011: S. 16-17).

Wie Huynh-Kim-Bang et al. (vgl. 2010: S.2) aufzeigen, stehen digitale Lernspiele noch am Anfang ihres Entwicklungsprozesses als pädagogisches Instrument. Das Studium der Aushandlungsprozesse zwischen den beiden Polen Lernen und Spielen muss von Forschern und Praktikern gleichermaßen vorangetrieben, entwickelte Lösungen evaluiert, kommuniziert und weiter verbessert werden.

4. Projektdokumentation Stichprobensimulator „Bet on a Subject“

Bei „Bet on a Subject“ handelt es sich um ein Online-Spiel, das das Ziel verfolgt, ein Verständnis für die statistischen Kennwerte der empirischen Sozialforschung zu schulen und über die Methode des Digital Game-based Learning Berührungspunkte mit den mathematischen Grundlagen der Statistik abzubauen. Die folgende Projektdokumentation erläutert zunächst die Entstehungshintergründe und das theoriegeleitete Konzept des Lernspiels. Anschließend wird die Umsetzung mit schwerpunktmäßigem Bezug auf didaktische Design-Entscheidungen protokolliert, bevor die Ergebnisse des mit Studienanfängern durchgeführten Pre-Tests vorgestellt werden. Das Kapitel schließt mit einem Ausblick auf mögliche Ansätze zur zielorientierten Weiterentwicklung.

4.1.Hintergrund und Zielsetzung

Bet on a Subject ist aus dem Studienprojekt „Akademisches E-Learning EvaMax“ hervorgegangen. EvaMax wurde von drei Master-Studierenden der Fächer Bildungs- und Wissensmanagement / Soziologie im Jahre 2010/2011 konzipiert, erstellt und evaluiert und bestand aus vier Lern-Szenarien, die als begleitende E-Learnings zur Vorlesung „Evaluation von Lehr- und Lernprozessen“ für angehende Erziehungswissenschaftler eingesetzt wurden. Behandelt wurden dabei die einführenden Grundlagen von Evaluationsprozessen, wissenschaftliche Gütekriterien, Verfahren der Stichprobenziehung und statistische Grundlagen in Form von zentralen Kennwerten und z-Wert-Berechnung. Die E-Learning-Szenarien verfügten über einen animierten Tutor, interaktive Visualisierungen und einen narrativen Rahmen – der Lerner stieß als neuer Praktikant zu einem Expertenteam und nahm an verschiedenen Evaluationsprojekten teil. Die Lerneinheiten wurden mit dem Software-Werkzeug Adobe Captivate erstellt und enthielten Verzweigungen abhängig von den Entscheidungen der Anwender in virtuellen Projekten.

Um den Lernern ein weiteres Angebot zu den geleiteten Szenarien zu unterbreiten, wurde zusätzlich ein Stichprobensimulator entwickelt. Hier sollte durch das eigenständige Ziehen von virtuellen Versuchspersonen in eine Stichprobe und die direkte Visualisierung der Veränderung des Mittelwertes ein erkenntnisförderndes Experimentieren mit verdeckten und aufgedeckten Werten der Stichprobenelemente ermöglicht werden. Da sich eine individuelle Simulation nicht mit einem folienbasierten Tool wie Adobe Captivate realisieren lässt, wurde der Stichprobensimulator in Adobe Flash (Actionscript 3) programmiert.

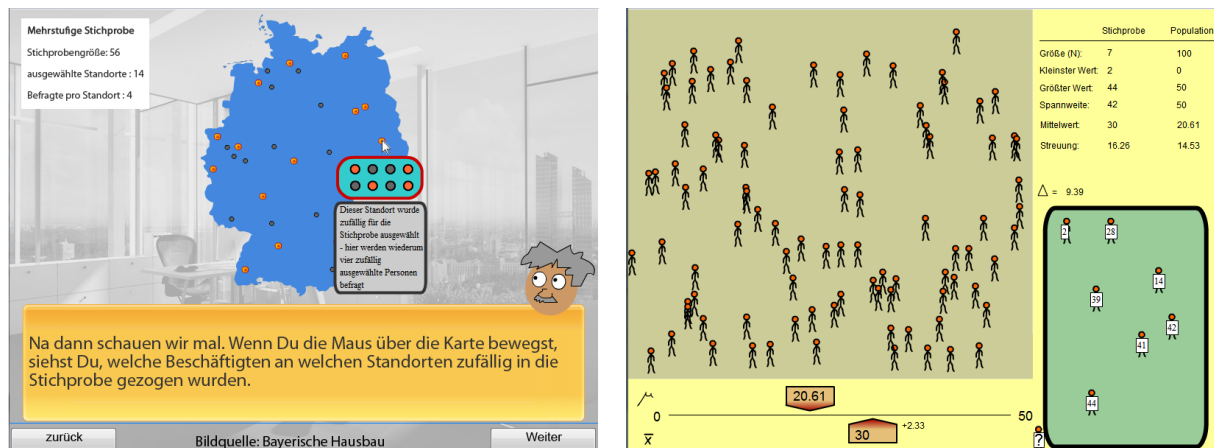


Abbildung 4: EvaMax Lenszenario mit interaktiver Visualisierung (links) und Stichprobensimulator mit bereits gezogenen Versuchspersonen (rechts)

Der Pre-Test des EvaMax Projektes in Form von Beobachtung der Testpersonen (Lehramtsstudierende) ergab für den Stichprobensimulator ein zunächst großes Anfangsinteresse. Dieses Interesse schwand allerdings bereits nach wenigen Momenten des Ausprobierens (virtuelle VPN ziehen, entfernen, Beobachtungen der Mittelwertveränderungen) und das Programm wurde geschlossen. Auf Grundlage dieser Beobachtung wurden Überlegungen angestellt, wie die Nutzung des Simulators in Form einer übergeordneten Zielsetzung attraktiver gestaltet werden könnte. Experimentell wurde die Ziehung auf 10 virtuelle Versuchspersonen begrenzt und das Ziel einer Stichprobenziehung gesetzt, die in ihrem Mittelwert möglichst dem Mittelwert der Population entspricht. Ohne dieses Regelwerk fest in den Programmcode zu integrieren, zeigten erste Versuche mit mündlicher Regelabsprache während der Pre-Test-Phase, dass ein wesentlich höheres Interesse am Programm und zum erneuten „Spielen“ entstand. Durch die Integration eines Ziels und eines Regelwerks hat sich in diesem Moment der Wandel von der reinen Simulation zu einem spielerischen Lernangebot vollzogen. Aufgrund des beobachteten Phänomens der höheren Nutzungsbereitschaft sollte der Simulator zu einem Spiel weiterentwickelt werden, dass den Lernprozess der statistischen Kennwerteberechnung anregend begleitet.

4.2. Pädagogisches Konzept

Der lehrmethodische Grundgedanke von Bet on a Subject besteht darin, durch das eigenständige Ziehen von virtuellen Versuchspersonen die Veränderungen der zentralen Stichprobenkennwerte Mittelwert und Streuung interaktiv erfahrbar zu machen. Die Methode des Digital Game-based Learning wurde dazu eingesetzt, um das Lernen von Statistik im sozialwissenschaftlichen Bereich motivierend und produktiv zu unterstützen sowie dem Phänomen der Statistik-Angst unter

Studienanfängern (vgl. Onwuegbuzie 2004: S.3-6; Schulmeister 2004: S. 134; Keeley et al. 2008: S. 4-5) hemmend entgegenzuwirken.

Diese Zielsetzung verfolgt auch der „Methodenlehre-Baukasten“¹⁴, eine online abrufbare E-Learning-Umgebung, die die Inhalte der deskriptiven und der inferentiellen Statistik umfangreich behandelt und durch interaktive Übungen ergänzt. Die Lektionen beginnen bei wissenschaftstheoretischen Grundlagen und erstrecken sich über verschiedene Datenerhebungsverfahren bis hin zur Berechnung von mehrfaktoriellen Varianzanalysen. Das didaktische Prinzip des Methodenlehre-Baukastens wird als Entdeckendes Lernen beschrieben (vgl. Schulmeister 2007: S. 7), da durch das Manipulieren von Werten in Eingabefeldern neue Ergebnisse präsentiert und Graphen aktualisiert werden. Der Methodenlehre-Baukasten enthält keine spielerischen Mechanismen: Aus Sicht der Anwender präsentiert er sich als umfassendes elektronisches Lehrbuch und kann eher dem „klassischen“ E-Learning mit der gewinnbringenden Erweiterung um interaktive Übungen zugeordnet werden.

Damit ein digitales Lernspiel seine lernförderliche und intrinsisch motivierende Wirkung entfalten kann, ist ein immenser Konzeptions- und Entwicklungsaufwand notwendig. Um diesen Aufwand für die erste Version von Bet on a Subject überschaubar zu halten, wurden das Game Design und die dort eingewobenen Lernziele stark eingegrenzt. Die Entwicklung wurde auf eine Gleichberechtigung von Spiel- und Lernangebot konzentriert und nicht – wie es in einigen Produktionen im Lernspiel-Sektor und der früheren Edutainment-Bewegung beobachtbar ist (vgl. Ritterfeld et al. 2009: S.4; Michael/Chen 2006: S. 114; Kirriemuir/McFarlane 2004: S. 4) – darauf, Lerninhalte in großem Umfang zu behandeln und spielerische Elemente lediglich peripher zu implementieren. Sowohl spiel- als auch lernbasierte Elemente wurden gleichermaßen begrenzt: Bet on a Subject enthält in der aktuellen Version daher z.B. keinen narrativ verbundenen Anstieg in der Komplexität des Regelwerks und ebenso keinen stufenweisen Zuwachs an Lerninhalten. Stattdessen wurde ein rundenbasiertes Spiel entwickelt, das darauf abzielt, in einem inhaltlich gleichbleibenden Spielzyklus durch Übung und Wiederholung ein tieferes Verständnis für Berechnung, Aussagekraft und Verhältnis von Mittelwert und Streuung in direkter Verbindung mit einer spielerisch-unterhaltsamen Erfahrung zu erzeugen. Die Spielrunden können dabei durch verschiedene Parameter wie Populationsgröße, Wertespanne und grafische Repräsentation variieren. Während einer Spielrunde werden drei verschiedene Phasen wiederholt durchlaufen:

¹⁴ Gefördertes Projekt am Zentrum für Hochschul- und Weiterbildung (ZHW) in Hamburg: <http://www.methodenlehre-baukasten.de/web/php/index.php> (zuletzt aufgerufen am 18. August 2012)



Glücksspielphase

Mini-Aufgabe

Strategiephase

Abbildung 5: Spielphasen einer Runde Bet on a Subject

Die Einteilung in verschiedene Spielphasen in Verbindung mit detaillierten interaktiven Feedback-Bildschirmen bildet eine Realisierung des von Huynh-Kim-Bang et al. erarbeiteten Entwurfsmusters *Time for Action / Time for Thought*. Eine Standard-Spielrunde besteht in der Ziehung einer Stichprobe von zehn virtuellen Versuchspersonen aus einer Grundgesamtheit von 100. Das Ziel liegt darin, eine Stichprobe zu ziehen, die in ihrem Mittelwert und ihrer Streuung möglichst nah an dem Mittelwert und der Streuung der zugrunde liegenden Population liegt. Dazu werden acht Versuchspersonen ohne Kenntnis der Werte gezogen (Glücksspiel) und zwei mit aufgedeckten Werten (Strategie). Während der Glücksspiel-Phase werden nacheinander zufällige Versuchspersonen gezogen, deren jeweiliger Einfluss auf Mittelwert und Streuung der Stichprobe auf dem Zahlenstrahl unmittelbar gezeigt wird. In der Strategiephase muss seitens des Anwenders ein Soll-Ist-Vergleich zwischen Stichprobe und Grundgesamtheit vorgenommen werden. Es soll ein aufgedeckter Wert der Grundgesamtheit ausgewählt werden, der Mittelwert und Streuung der Stichprobe bestmöglich an die Grundgesamtheit anpasst. Zwischen den Phasen Glück und Strategie wurden zusätzlich Mini-Aufgaben integriert, um das Programm für zusätzliche Lerninhalte zu öffnen: Sie ermöglichen eine Erweiterung des Programmes um Aufgaben, die über das spielerisch umgesetzte Regelwerk (Mittelwert und Streuung) hinausgehen. Inhaltlich lassen sich die „Erweise Dich würdig“ genannten Sequenzen beliebig füllen (Multiple-Choice-Fragen, Aufbau von Schaubildern per Drag & Drop) und sollen als Wissensüberprüfung den Motivationsfaktor „Expliziter Lernerfolg“ bedienen.

Das messbare Ergebnis einer Spielrunde besteht in einem Punktestand, der sich aus der Nähe der Stichprobe zur Population sowie Bonuspunkten für gute strategische Züge ergibt. Das Fälschen der Stichprobe durch die gezielte Auswahl von Werten ist ein heikler Reibungspunkt zwischen den Polen Spielprinzip und Lernziele in *Bet on a Subject*. Das manipulierte Ziehen von Werten in eine Zufallsstichprobe wird in der Realität natürlich nicht akzeptiert und muss als Verfälschung von Forschungsergebnissen abgelehnt werden. Das Spielelement der Stichprobenmanipulation wird in *Bet on a Subject* allerdings für Schulung der mathematischen Mechanismen der Statistik als

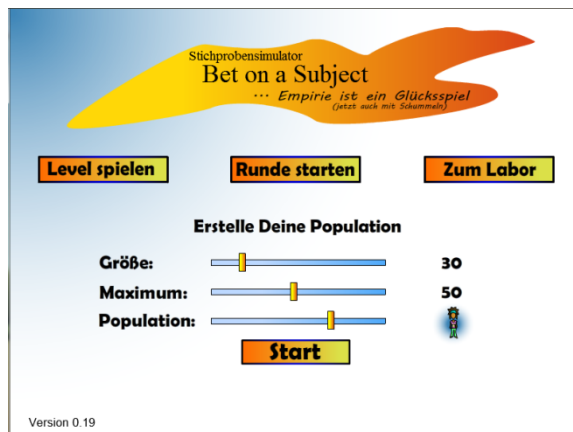
ausreichend legitimiert angesehen und methodisch eingesetzt: Gutes „*Schummeln*“ zeugt von einem vorhandenen Verständnis für die Kennwertberechnung und wird im spielerisch simulierten Umfeld gezielt belohnt. Ein während der Strategiephase ausgewählter Wert wird im Anschluss an die Ziehung hinsichtlich seiner Auswirkung auf Mittelwert und Streuung der Stichprobe analysiert und bewertet. Während dieses „Debriefings“ (Entwurfsmuster *Rapid Feedback*) wird zusätzlich der beste Wert angezeigt, dessen Auswirkungen bei einem Mouse-Over ebenfalls in Zahlen und als Animation auf dem Zahlenstrahl (unterer Bildschirmrand) dargestellt werden (Abb. 6).



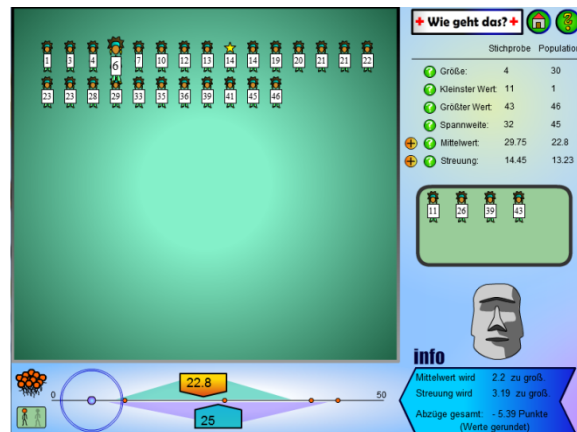
Abbildung 6: Debriefing und Punktevergabe einer Spielrunde

Um dem Anwender eine bessere Einschätzung seines Punktestandes zu ermöglichen, werden strategische Züge und das Endergebnis jeweils mit einem fünfstufigen Bewertungs-System von *keiner Auszeichnung* über *Bronze*, *Silber*, *Gold* bis *Platin* versehen. Die Standard-Spielrunde verfügt über eine Online-Highscore-Liste und wird mit einer Population von 100 virtuellen Versuchspersonen gespielt, deren Werte zufällig aus einer Spanne zwischen 0 und 100 bestimmt werden.

Neben der Standard-Runde enthält das Spiel zusätzlich einen Level-Modus, der Spielrunden mit kleineren Populationen und geringeren Werte-Spannen anbietet. Die Level sollen als Einstieg dienen und bilden eine Übungssphäre abseits der Öffentlichkeit, da sie keine Anbindung an die Highscore-Liste besitzen. Neben Standardrunde und Level besteht ein dritter Menüpunkt im „Stichproben-Labor“. Hier können Anwender die Simulation ohne Regeldruck nach freiem Ermessen nutzen, Werte jederzeit aufdecken und ausblenden sowie Versuchspersonen beliebig zu ihrer Stichprobe hinzufügen und wieder entfernen. Das Stichprobenlabor bildet somit eine interaktive Umsetzung des Entwurfsmusters *Museum*.



Einstellung der Parameter



„Sandkasten“-Modus

Abbildung 7: Stichproben-Labor. Auswahl der Populationsparameter und freies Gestalten einer Stichprobe.

In allen drei Spiel-Modi wird dem Anwender jederzeit angeboten, die Formeln zur Berechnung von Mittelwert und Streuung anzusehen sowie deren Anwendung mit den Werten der aktuellen Stichprobe zu vergleichen. Auf diese Weise soll die mathematische Formelschreibweise, insbesondere das Summenzeichen und die Indizierung von Werten, nachvollziehbar gemacht werden.

4.3. Umsetzung

Für die Realisierung multimedialer Lernumgebungen steht Entwicklern ein nahezu unbegrenzter Pool an Software-Werkzeugen zur Verfügung. Die Auswahl der Entwicklungsumgebung wird dabei durch verschiedene Aspekte kanalisiert. Darunter fallen bspw. Bedingungen, die sich durch das didaktische Design der Software ergeben (online-/offline-Fähigkeit, audiovisuelle Aufbereitung, Ausmaß an Interaktivität, Schnittstellen zu Wissensdatenbanken), zusätzlich aber auch die Zielplattform (mobil, stationär, Einbettung in ein spezielles Lern-Management-System) und die technische Ausstattung der Zielgruppe. Bet on a Subject ist aus dem Stichprobensimulator des EvaMax-Projektes hervorgegangen. Während dessen Konzeptionsphase wurde Adobe Flash als Entwicklungsumgebung ausgewählt. Diese Entscheidung beruhte auf der von Flash gebotenen Kombination aus Webfähigkeit, multimedialer Leistungsstärke und objektorientierter Programmierung. Ein Nachteil von Flash besteht in der notwendigen Installation eines Plug-Ins (Flash Player) im Web-Browser des Anwenders. Der Flash Player ist allerdings (derzeit) weit verbreitet. Zusätzlich ergeben sich verschiedene entwicklungsseitige Vorteile aus der einheitlichen Rahmenumgebung, etwa bzgl. der

Formatierung von Audio und der Darstellung dynamischer Grafiken in den verschiedenen Browsern der Nutzer. Neben der Flash-Entwicklungsumgebung für den Code und die Visualisierungen wurde für die Audio-Erstellung die Musikproduktions-Software Steinberg Cubase SX 5 verwendet. Im Folgenden werden die verschiedenen Entscheidungen aus den Bereichen Pädagogik, Game Design und multimedialer Umsetzung verbindend thematisiert und begründet.

4.3.1. Benutzeroberfläche

Die intendierte Kombination aus Lernen und Spielen während des Ablaufs einer Spielrunde lässt sich am Aufbau der Benutzeroberfläche erläutern. Dabei werden die verschiedenen Anzeige-Elemente erklärt sowie zusätzliche Programmfunktionen demonstriert, die dem Anwender optional angeboten werden. Die Oberfläche einer Spielrunde besteht aus sieben zentralen Anzeige-Elementen:

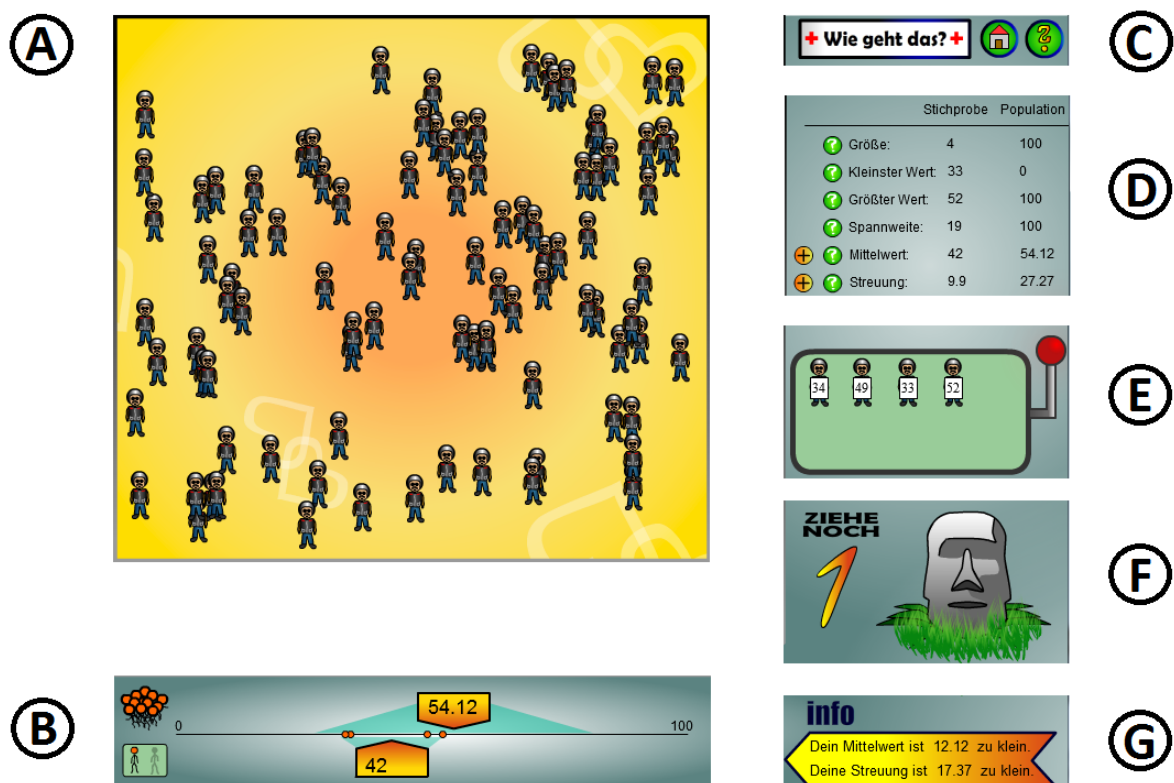


Abbildung 8: Oberfläche einer Standardrunde, zerlegt in sieben Anzeige-Elemente.

Anzeige-Element A: Populationsfeld

Im Populationsfeld befinden sich die virtuellen Versuchspersonen, die mit ihren Werten den Mittelwert und die Streuung der Population ergeben und von dem Anwender per Drag & Drop in die Stichprobe (Stichprobenfeld, Anzeige-Element E in Abb. 8) gezogen werden können. Während der Glücksspielphase bewegen sich die Versuchspersonen in diesem Feld durcheinander und sollen den

Eindruck einer Lostrommel erwecken. Um die manuelle Ziehung durch den Anwender zu erleichtern, stoppt eine Person, sobald der Mauszeiger über sie bewegt wird (Mouse-Over). Während der Strategiephase werden alle Versuchspersonen in diesem Feld nach der Größe ihrer Werte aufgestellt, um die gezielte Auswahl mit aufgedeckten Werten zu erleichtern.

Anzeige-Element B: Zahlenstrahl

Der Zahlenstrahl am unteren Bildschirmrand bildet die Wertespanne der Spielrunde ab und stellt Mittelwert und Streuung der Population oberhalb der Skala den Werten der Stichprobe unterhalb der Skala gegenüber. Während die Werte der Population zu Beginn der Runde durch die zufällig generierten Werte der Versuchspersonen festgelegt werden, wandert der Mittelwerts-Anzeiger der Stichprobe mit jedem Zug an die neue Position, während gleichzeitig die Anzeige der Streuung aktualisiert wird.

Der Zahlenstrahl nimmt sowohl aus didaktischer Sicht als auch als Element des Gameplays eine zentrale Stellung ein: Unmittelbar nach dem Ziehen einer Versuchsperson wird deren Wert auf der Skala eingeblendet, so dass die Auswirkung des gezogenen Wertes auf die zentralen Kennwerte der Stichprobe durch die Animation der Anzeige visuell nachvollzogen werden kann (Entwurfsmuster *Instructive Gameplay: In Situ Interaction*). Bereits gezogene Versuchspersonen werden zudem auf dem Zahlenstrahl als kleine Kreise angezeigt, um die Verteilung innerhalb der Stichprobe darzustellen. Wenn der Anwender während der Strategiephase die Maus über die aufgedeckten Werte bewegt, wird der jeweilige Wert auf dem Zahlenstrahl angezeigt. Diese „Vorschau“ soll helfen, die Zahlen besser einzuschätzen und somit den Anwender in der Auswahl seines Wertes zu unterstützen.

Anzeige-Element C: Menüleiste

Die Menüleiste am oberen rechten Bildschirmrand bietet drei Funktionen an:

1. Über den Hilfe-Button („Wie geht das?“) kann jederzeit eine interaktive Spielanleitung aufgerufen werden.
2. Das Menü zum Abbrechen einer Runde und zur Rückkehr zum Hauptmenü wird durch ein Haus symbolisiert.
3. Über den Fragezeichen-Button wird ein Bildschirm mit allgemeinen Informationen zu Bet on a Subject geöffnet.

Um die Spielanleitung möglichst intensiv mit dem Spiel zu verzahnen, wird bei einem Klick auf den Hilfe-Button ein halbtransparenter Bildschirm über das Spielgeschehen geblendet. Auf diese Weise

ist das Spielfeld weiterhin erkennbar, während die verschiedenen Anzeigeelemente bei einem Mouse-Over erklärt werden.



Abbildung 9: Interaktive Spielanleitung "Wie geht das?" (Erklärung verschiedener Anzeige-Elemente durch Mouse-Over)

Zur Betonung des zentralen Spielzyklus wurden die Elemente Populationsfeld, Stichprobenfeld und Zahlenstrahl in der Hilfe-Einblendung mit den Ziffern 1-3 hervorgehoben. Da bestimmte Anzeigeelemente im Verlauf der Phasen einer Spielrunde unterschiedliche Funktionen erfüllen, werden die dargestellten Erklärungen immer der jeweiligen Spielsituation angepasst: Die adaptive Hilfefunktion kann zu jeder Zeit und in jedem Spielmodus erklärend hinzu geschaltet werden.

Anzeige-Element D: Wertetabelle

In der Wertetabelle am rechten Bildschirmrand werden die statistischen Kennwerte *Größe*, *kleinster Wert*, *größter Wert*, *Spannweite*, *Mittelwert* und *Streuung* jeweils für die Population und für die aktuelle Stichprobe dargestellt. Jeder Wert ist dabei mit einem kleinen Fragezeichen-Symbol (grün) versehen. Wenn der Anwender die Maus über dieses Symbol bewegt, wird eine Erläuterung des entsprechenden Kennwertes über dem Populationsfeld eingeblendet. Die Werte Mittelwert und Streuung verfügen zusätzlich über ein Plus-Symbol (orange): Bewegt der Anwender die Maus über diese Fläche, wird ein Fenster gezeigt, welches die allgemeine Berechnungsformel sowie deren Anwendung mit den aktuellen Werten der Stichprobe darstellt.



Abbildung 10: Darstellung der Berechnungsformeln zu Mittelwert (links) und Streuung (rechts) mit Anwendung auf die aktuell gezogene Stichprobe

Diese Anzeigen sollen dem Benutzer die Anwendung der allgemeinen Formeln demonstrieren. Einerseits wird die Verwendung des Summenzeichens mit einer konkreten Menge an Elementen gezeigt. Zusätzlich werden indizierte Stichprobenwerte durch die visuelle Repräsentation der Versuchspersonen-Grafiken in der Reihenfolge der Ziehung abgebildet.

Anzeige-Element E: Stichprobenfeld

Im Stichprobenfeld werden die in die Stichprobe gezogenen Versuchspersonen nach der Reihenfolge der Ziehung aufgestellt – die Abbildung im Stichprobenfeld entspricht somit der Visualisierung in der Formelanwendung (Anzeige-Element D in Abb. 8). Es gibt zwei Möglichkeiten, Versuchspersonen während der Glücksspielphase zu ziehen: Einerseits können Objekte per Drag & Drop aus der Population unter Unkenntnis der Werte ausgewählt und im Stichprobenfeld abgelegt werden. Der Anwender kann bei dieser Möglichkeit – wie aus einer Lostrommel – frei auswählen, muss aber ohne Kenntnis der Werte ziehen. Die zweite Möglichkeit besteht im Klicken auf den *Slot-Hebel*, woraufhin eine Versuchsperson zufällig durch den Computer aus der Population in das Stichprobenfeld bewegt wird. Der Slot-Hebel bildet einerseits eine Komfort-Funktion, da nur noch an einer Stelle geklickt werden muss. Gleichzeitig soll er den Glücksspiel-Charakter der Spielphase transportieren.

Sobald eine Versuchsperson in das Stichprobenfeld gezogen wird, wird ihr Wert sichtbar. In diesem Moment wird die neue Berechnung der Stichprobenwerte angestoßen und die Anzeigen in der Wertetabelle aktualisiert. Zusätzlich wird die Versuchsperson auf dem Zahlenstrahl eingeblendet und die Animation zur Verschiebung des Mittelwerts gestartet.

Anzeige-Element F: Orakel

Das Orakel wurde als narratives Element implementiert, um das Spielgeschehen rudimentär zu plausibilisieren: Als allwissende Instanz kennt es die Werte der Population und ermöglicht somit die Soll-Vorgabe der Spielrunde (Mittelwert und Streuung der Grundgesamtheit). Es gestattet zweimal pro Runde, die Werte der Population aufzudecken und Versuchspersonen gezielt zu ziehen. Die Züge bis zum „Erwachen“ des Orakels werden links neben der Grafik angezeigt und dienen dem Spieler zur Orientierung im Fortschritt der Spielrunde. Wenn das Orakel erwacht, muss der Spieler zunächst eine Mini-Aufgabe (Abb. 11) lösen, die als Prüfung durch das Orakel dargestellt wird („Erweise Dich würdig“) und eine Realisierung des Entwurfsmusters *Instructive Gameplay: Questions-Answers* bildet.

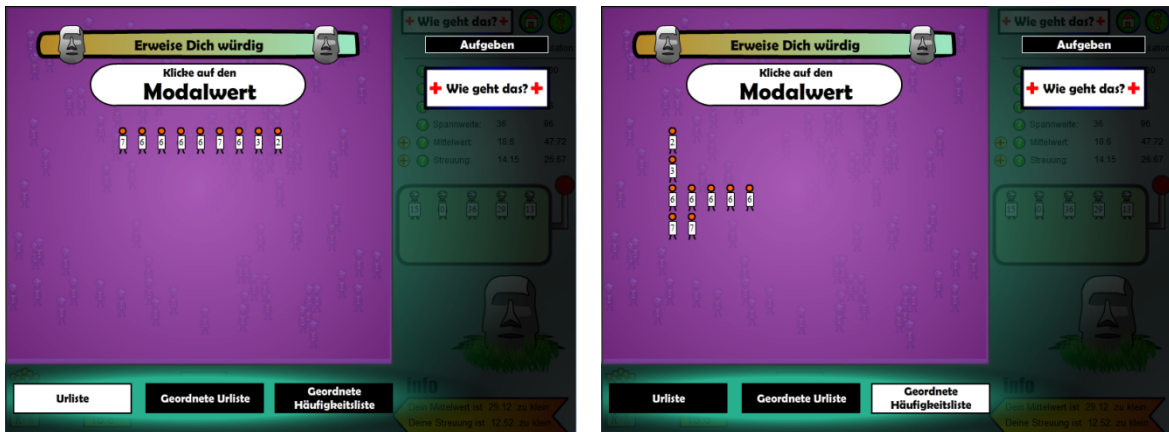


Abbildung 11: Mini-Aufgabe „Erweise Dich würdig“. Die präsentierte Stichprobe soll zunächst in die richtige Sortierung überführt werden, um den gesuchten Wert ausfindig zu machen.

Die Mini-Aufgaben können im Verlauf der Spielrunde nicht umgangen werden, der Bildschirm kann nur durch die richtige Lösung oder durch Aufgabe (Abbrechen der Spielrunde) verlassen werden. Der richtige Lösungsweg und zusätzliche Erklärungen können bei Bedarf über den bereits durch die Spielrunde bekannten Hilfe-Button („Wie geht das?“) eingeblendet werden. In der aktuellen Version beinhaltet Bet on a Subject lediglich zwei verschiedene Mini-Aufgaben – das Identifizieren von Median oder Modalwert. Um die Abfrage dieser beiden Kennwerte nicht auf ihre formale Definition zu beschränken, wurden die Aufgaben so gestaltet, dass das praktische Vorgehen zur Ermittlung der Werte angewendet werden muss. In Abb. 11 ist dieser Vorgang dargestellt: Dem Anwender wird eine Stichprobe präsentiert, die er verschiedenartig sortieren kann (Urliste, geordnete Urliste, geordnete Häufigkeitsliste). Abhängig davon, ob Median oder Modalwert gesucht werden, muss der Anwender die richtige Sortierung vornehmen und auf den korrekten Wert klicken. Die Stichproben, für die die gesuchten Werte ermittelt werden sollen, werden dabei in ihrer Größe und bezüglich der vorkommenden Werte für jede Mini-Aufgabe zufällig erstellt, wodurch ständige Variation erzeugt wird. Die visuell nachvollziehbare Veränderung bei einem Sortierungsprozess lässt sich hier exemplarisch für die Realisierung von Malones Aspekten *Decoration* und *Representation* in Bet on a Subject heranziehen.

Anzeige-Element G: Info-Box

Die Info-Box in der unteren rechten Bildschirmecke stellt das Verhältnis zwischen Mittelwert und Streuung der Stichprobe zur Population in konkreten Zahlen dar. Da die Differenz zwischen Population und Stichprobe hinsichtlich Mittelwert und Streuung die Malus-Punkte sind, die dem Spieler am Ende der Spielrunde abgezogen werden, dient die Info-Box als Indikator für den aktuellen Spielstand. Bei aufgedeckten Zügen in der Strategiephase hilft die Info-Box (neben der grafischen Vorschau auf dem Zahlenstrahl) durch die Darstellung konkreter Zahlenwerte dabei,

erfolgsversprechende Werte auszuwählen. Im Stichprobenlabor wird die Info-Box zusätzlich dazu genutzt, bei einem Mouse-Over über einer Versuchsperson mit aufgedecktem Wert die Stichprobenwerte darzustellen, wie sie sich beim Zug dieses Wertes ergeben würden.

4.3.2. Grafische Gestaltung

In der grafischen Entwicklung von *Bet on a Subject* wurden die Design-Entscheidungen in zwei Kategorien unterteilt: Einerseits müssen Daten und Menüführung erwartungskonform und navigierbar gestaltet werden. In diese Kategorie fallen etwa die Aufteilung des Bildschirms, darüber hinaus aber auch unterschwellige Aspekte der Benutzererfahrung, wie z.B. das sanftere Einblenden von Informationen anstelle eines „ruckartigen“ Anzeigens von Fenstern. In die zweite Kategorie fallen eher ästhetische Design-Entscheidungen – hier sollten Grafikobjekte so gestaltet werden, dass eine unterhaltsame Atmosphäre entsteht, die den Spiel-Charakter der Anwendung vermittelt. Entscheidungen in dieser Kategorie beziehen sich bspw. auf die farbliche Gestaltung von Menüs und Hintergründen, aber auch auf den grafischen Stil von Bildelementen wie Buttons und das Aussehen der virtuellen Versuchspersonen.

In *Bet on a Subject* wurde ein farbenfroher, comic-artiger Grafikstil gewählt, da dieser das Feld der sozialwissenschaftlichen Statistik neben dem akademischen und schulischen Ernst unterhaltsam an die Anwender vermitteln sowie eine positive Grundeinstellung zu den mathematischen Inhalten im fortlaufenden Lernprozess fördern soll. Diese Entscheidung bildet eine Realisierung des von Huynh-Kim-Bang et al. genannte Design-Pattern des *Comic-Relief*.

Um beim häufigen Spielen genügend Abwechslung zu bieten, wurden zehn Typen von Versuchspersonen erstellt. Bei diesen wurde versucht, stereotypische Merkmale in auffällender Weise zu illustrieren und Individualität zu erzeugen. Neben den Versuchspersonen wurden weiterhin zehn Messkonstrukte erdacht, die die Werte im Spiel mit konkretem Inhalt füllen und als narrativer Rahmen einer Spielrunde wirken. Diese Messkonstrukte werden während einer Spielrunde durch abstrahierte Symbole animiert dargestellt. Zusätzlich wurden zehn verschiedenfarbige Hintergründe für das Populationsfeld gestaltet, um jeder Spielrunde eine andere Stimmung zu verleihen. Beim Start einer Standardrunde wird aus diesen drei optischen und inhaltlichen Elementen (Versuchspersonen / Messkonstrukt / Hintergrund) eine zufällige Kombination erstellt, woraus sich insgesamt 1000 verschiedene Zusammenstellungen für eine Spielrunde ergeben. Während der zehn Level mit ansteigenden Populationsparametern wurden feste Kombinationen hinterlegt, um den Anwendern beim schrittweisen Spielen der Level kontrollierte Variation zu bieten. In der folgenden

Tabelle sind die den zufälligen Kombinationen zugrunde liegenden Versuchspersonen und Messkonstrukte abgebildet (Zusammenstellungen, wie sie im Verlauf des Level-Modus auftreten):

Level	VPN Typ	VPN Grafik	Messkonstrukt	Konstrukt-Grafik
1	Biker		Vorliebe für Fastfood	
2	Krankenschwestern		Kaffekonsum	
3	Indianer		Spieltrieb	
4	Seniorinnen		Kriminelle Energie	
5	Ninjas		Erholungsbedarf	
6	Fakire		Party-Laune	
7	Disco-Queens		Taktgefühl	
8	Agentinnen		Partnertreue	
9	Astronauten		Angst vor Fischen	
10	Walküren		Kinderwunsch	

Tabelle 5: Grafische Repräsentationen für virtuelle Versuchspersonen und Messkonstrukte

Um die Zielgruppe nicht einzuschränken, wurde bei der Gestaltung des Spiels auf Gender-Ausgewogenheit geachtet. Dies spiegelt sich u.a. in dem Verhältnis zwischen weiblichen und männlichen Versuchspersonen-Typen sowie den Variationen der Messkonstrukte wider. Um eine Spielrunde narrativ einzuleiten, wird im Vorfeld ein Teaser-Bildschirm gezeigt, der die virtuellen Versuchspersonen mit dem Messkonstrukt in Beziehung setzt und die Spielrunde betitelt. Die Wertespanne des Zahlenstrahls wird hier schon im Vorfeld der eigentlichen Spielrunde vorgestellt, indem jeweils ein Statement zum minimalen und maximalen Messwert präsentiert wird. So wird beispielsweise die Kombination aus Agentinnen und Partnertreue (Level 8) mit folgenden Texten gestartet (Texte werden je nach zufälliger Kombination zusammengestellt):

Titel der Runde	Beschreibung	Äußerung bei Minimum	Äußerung bei Maximum
„Romantische Agentinnen“	„Du erhebst die Partnertreue unter den Spezialistinnen der S.I.L.E.N.T.-Agentur“	„Bindung macht mir Angst! Wirkliche, echte Angst!“	„Wahre Liebe, einzig Glück!“

Im Verlauf einer Spielrunde werden verschiedene grafische Effekte eingesetzt, um das Spielgefühl zu verstärken und den Lernprozess zu unterstützen. So werden für das Spielgefühl beispielsweise die Köpfe der Versuchspersonen vergrößert, wenn der Anwender mit der Maus über Figuren fährt, die sich im Populationsfeld zur Auswahl befinden. Aus lehrmethodischer Sicht sind etwa das stufenlose Animieren der Mittelwert- und Streuungsanzeige sowie der optische Akzent beim Einblenden einer Versuchsperson nach einer Ziehung auf dem Zahlenstrahl zu nennen. Zusätzlich soll die innerhalb einer Spielrunde konsequent gehaltene Verwendung der Versuchspersonen-Grafiken bei der Anzeige der Wertebeschreibungen und der Darstellung der Rechenformeln zu einer Verbindung aus Spiel- und Lernprozess beitragen.

4.3.3. Audio

Ein wichtiger Bestandteil der Benutzererfahrung unterhaltender Computer- und Videospiele besteht in der klanglichen Untermalung des virtuellen Geschehens. Genau wie im Medium Film haben sich Musik und Effekte zur gezielten Erzeugung einer erwünschten Atmosphäre bewährt. Das interaktive Element des Computerspiels erlaubt es darüber hinaus, bestimmte Spielsituationen und Konstellationen dynamisch zu vertonen, bspw. durch den Einsatz einer zunehmenden Dissonanz, wenn dem Spieler droht, von einem übermächtigen Gegner entdeckt zu werden.

Für Bet on a Subject wurden drei Musikstücke komponiert und aufgenommen, um verschiedene Programmstadien situationsgerecht zu untermalen: Das Hauptmenü wird von einem jazzorientierten Titeltrack begleitet, der eine unbeschwerte Atmosphäre erzeugen soll ohne aufdringlich zu wirken. Innerhalb der Spielrunden wird zwischen zwei weiteren Stücken gewechselt, um die Glücksspielphase und die Strategiephase adäquat zu untermalen und voneinander abzugrenzen. So wird das Wimmeln der virtuellen Versuchspersonen während des Glücksspiels von einem eher rockigen Track begleitet, während bei den Mini-Aufgaben und dem Ziehen eines Wertes in der Strategiephase ein ruhiges Stück mit sphärischen Klängen und ohne Beat einsetzt. Dies soll die kognitive Herausforderungssituation zu vermitteln, ohne eine zu starke Ablenkung zu erzeugen.

Um harte Umbrüche zwischen den Musikstücken zu vermeiden, stehen sie alle in derselben harmonischen Tonart. Außerdem werden die Übergänge durch Lautstärke-Blenden realisiert und –

wo es passend erschien – durch zusätzliche Soundeffekte übermalt. Insgesamt werden in Bet on a Subject 20 verschiedene Audio-Dateien eingesetzt:

	Bezeichnung	Verwendung
1	music_title.mp3	Hintergrundmusik im Menü
2	music_game.mp3	Hintergrundmusik während der Glückspielphase
3	music_task.mp3	Hintergrundmusik während der Strategiephase und der Mini-Aufgaben
4	FX_task_start.mp3	Effekt während des Einblendens der Mini-Aufgabe
5	FX_task_wrong.mp3	Effekt beim Anklicken der falschen Lösung einer Mini-Aufgabe
6	FX_task_right.mp3	Effekt beim Anklicken der richtigen Lösung einer Mini-Aufgabe
7	FX_game_start.mp3	“Startglocke” zu Beginn einer Spielrunde
8	FX_game_slot.mp3	Effekt beim Betätigen des Slot-Hebels
9	FX_game_picked.mp3	Effekt beim Einblenden des Wertes einer gezogenen Versuchsperson / Effekt bei Auswahl im Hauptmenü
10	FX_game_show_values.mp3	Effekt beim Aufdecken der Populationswerte (Start der Strategiephase)
11	FX_game_value_MO.mp3	Effekt beim Mouse-Over eines Wertes in der Strategiephase (synchron zur animierte Anzeige auf dem Zahlenstrahl)
12	FX_game_feedback_MO.mp3	Effekt beim Mouse-Over eines Wertes im Feedback auf einen strategischen Zug
13	FX_game_single_bronze.mp3	Effekt bei Zug mit Bronze-Beurteilung
14	FX_game_single_silver.mp3	Effekt bei Zug mit Silber-Beurteilung
15	FX_game_single_gold.mp3	Effekt bei Zug mit Gold-Beurteilung
16	FX_game_single_platinum.mp3	Effekt bei Zug mit Platin-Beurteilung
17	FX_game_total_bronze.mp3	Effekt bei Runden-Beurteilung Bronze
18	FX_game_total_silver.mp3	Effekt bei Runden-Beurteilung Silber
19	FX_game_total_gold.mp3	Effekt bei Runden-Beurteilung Gold
20	FX_game_total_platinum.mp3	Effekt bei Runden-Beurteilung Platin

Tabelle 6: Übersicht erstellter Audio-Effekte und deren Einsatz in Spielsituationen

Da das Spiel online abgerufen und bei jedem Start von einem Webserver heruntergeladen wird, bildet der Datenumfang des Programms einen entscheidenden Aspekt der Entwicklung. Die Audiokompression im MP3-Format bietet durch die starke Datenreduktion im Audibereich einen gewissen Spielraum bei der Gestaltung der musikalischen Begleitung. Um die Datenmenge darüber hinaus so gering wie möglich zu halten, wurden die Musikstücke schleifenfähig komponiert und die Abschnitte lückenlos abgespielt. Neben der Musik tragen die eingesetzten Toneffekte einerseits zur Kommunikation bestimmter Spielkonstellationen an die Anwender bei. Zusätzlich bilden sie einen essenziellen Bestandteil des Feedbacks auf Benutzerentscheidungen. In Bet on a Subject lassen sich hier beispielhaft der Sonar-Effekt bei der Anzeige eines Wertes auf dem Zahlenstrahl während der Strategiephase sowie die Belohnungseffekte nach einem strategischen Zug (gestaffelt in Fanfaren für Bronze, Silber, Gold und Platin mit jeweilig vertonter Menge an Münzen, die aus einem Spielautomat fallen) heranziehen.

4.3.4. Programmierung

Bet on a Subject wurde in der objektorientierten Programmiersprache ActionScript 3 entwickelt. Als hauseigene Sprache zur Erzeugung von Adobe Flash-Anwendungen ermöglicht ActionScript eine einfache Ansteuerung von Bühnenobjekten und Animationen, die über die grafische Oberfläche von Flash erstellt und in einer Bibliothek organisiert werden. Die Syntax weist dabei große Überschneidungen mit der verbreiteten Websprache JavaScript auf.

Die Architektur des Spiels besteht aus verschiedenen Code-Objekten (*Klassen*), die sich wiederum durch *Eigenschaften* und *Methoden* konstituieren. Von einer Klasse können zur Laufzeit beliebig viele Instanzen erzeugt werden, wobei Eigenschaften bestimmte Attribute einer Instanz bezeichnen und Methoden verschiedene Funktionen sind, die diese Klasse ausführen kann. In Bet on a Subject existiert bspw. die Klasse VPN für die virtuellen Versuchspersonen: Der Wert einer virtuellen Versuchsperson ist eine Eigenschaft, während die Funktion zum Anzeigen dieses Wertes (das Erzeugen eines Textfeldes mit dem Wert sowie das grafische Einblenden des Textfeldes über eine vorgegebene Zeitspanne) eine Methode bezeichnet.

In Bet on a Subject werden verschiedene Instanzen zur Laufzeit erzeugt und durch Parameter gesteuert (schematische Darstellung der Programmkomponenten):

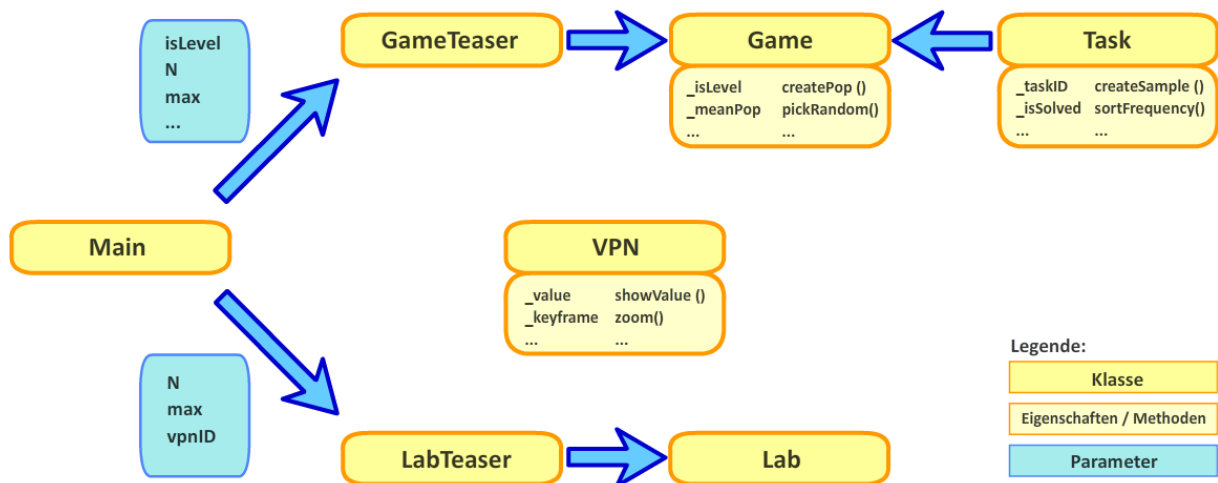


Abbildung 12: Programmaufbau und vereinfachte Klassenstruktur von Bet on a Subject

Ausgehend von der Klasse *Main*, die die Strukturierung des Hauptmenüs beinhaltet, werden die Teaser-Klassen für Spielrunden oder das Stichprobenlabor aufgerufen. Für das Stichprobenlabor werden lediglich drei Parameter benötigt: die Größe der Stichprobe, der größte mögliche Wert und das durch den Anwender gewählte Layout der virtuellen Versuchspersonen. Zum Initialisieren einer

Spielrunde ist hingegen zusätzlich u.a. der Parameter *isLevel* notwendig, um zu prüfen, ob es sich um ein Level mit festgelegten Rahmenbedingungen oder eine Standardspielrunde mit Eintrag in die Highscore-Liste handelt. Nach dem Teaser-Bildschirm wird entweder ein Objekt der Klasse *Labor* oder ein Objekt der Klasse *Game* erzeugt. Innerhalb der Klasse *Game* wird über die Methode *createPop()* eine Grundgesamtheit (mit dem Umfang des übermittelten Parameters N) erzeugt und deren Mittelwert in der Eigenschaft *_meanPop* für diese Spielrunde abgespeichert. Die Mini-Aufgaben werden als separate Klasse aus der Spielrunde heraus aufgerufen und verfügen wiederum über eigene Funktionen, etwa das Erstellen einer Stichprobe für die Mini-Aufgabe oder das Sortieren der Werte nach Häufigkeit. Die Klasse *VPN* wird in Bet on a Subject sehr häufig und verschiedenartig verwendet: Sie kommt im Hauptmenü bei der Auswahl der Versuchspersonen sowie mehrmals innerhalb einer Spielrunde – etwa als Element der Grundgesamtheit, bei der Anzeige der Rechenformeln und beim Einblenden eines gezogenen Wertes auf dem Zahlenstrahl – zum Einsatz.

Für das Betreiben der Online-Highscore-Liste musste die Anwendung für die Verarbeitung externer Daten geöffnet werden. Hier wird aus dem eigentlichen Spiel heraus eine auf dem Server liegende Datendatei geladen, bearbeitet und wieder auf dem Server abgespeichert. Auf diese Weise greifen alle Spieler immer auf eine gemeinsame Datei zu, die mit Hilfe von Zeitstempeln korrekt aktualisiert wird. Die Kommunikation zwischen der Spielanwendung (Flash-Objekt auf einer Webseite) und der Datendatei (ein Textdokument in XML-Struktur) erfolgt dabei mittels eines Skriptes in der Serversprache PHP. Übermittelt werden dabei lediglich der zu Beginn des Spiels eingegebene Name des Benutzers sowie sein erzielter Punktestand.

4.4. Pre-Test

Um einen ersten Eindruck der aktuellen Programmversion aus der Nutzerperspektive zu erhalten, wurde Bet on a Subject für Studienanfänger der Fächer Psychologie, Lehr- und Forschungslogopädie, Betriebspädagogik-/Wissenspsychologie und Soziologie an der RWTH Aachen online verfügbar gemacht. Das Spiel wurde in den jeweiligen Einführungsveranstaltungen zur Statistik in einer Kurzdemonstration persönlich vorgestellt und eine ausgedruckte Spielanleitung mit der URL des Spiels ausgeteilt. Zur Erhebung der Rückmeldungen wurden in den jeweiligen Online-Lernräumen anonyme Umfragen angelegt, um die Datensammlung für die Studierenden zeit- und ortsunabhängig zu gestalten. Die Rücklaufquote blieb allerdings mit lediglich 6 ausgefüllten Fragebögen bei 96 adressierten Studierenden sehr gering. Bei den Teilnehmern handelte es sich um ausschließlich weibliche Studierende mit einem Altersdurchschnitt von 20,17 Jahren ($s = 2,04$).

Trotz der geringen Zahl an Antworten können die gesammelten Daten als ein erstes Feedback auf die vorgelegte Programmversion gewertet werden. Eingangs wurde die Einstellung der Studierenden zu den statistischen Inhalten ihres Studienfaches, eine Einschätzung ihres Lernstands und die Erfahrung mit Computer- und Videospielen im Allgemeinen erhoben:

„Ich finde die statistischen Inhalte meines Studienganges interessant“					
1 stimme überhaupt nicht zu	2 stimme eher nicht zu	3 stimme eher zu	4 stimme voll und ganz zu	$\bar{x}$	s
0	3	2	1	2,67	0,82

„Ich kenne mich mit den statistischen Inhalten meines Studienfaches gut aus“					
1 stimme überhaupt nicht zu	2 stimme eher nicht zu	3 stimme eher zu	4 stimme voll und ganz zu	$\bar{x}$	s
0	1	4	1	3	0,63

Wie häufig hast Du Computer- und Videospiele während Deiner Schulzeit gespielt?						
1 nie	2 selten	3 mehrmals im Monat	4 mehrmals in der Woche	5 täglich	$\bar{x}$	s
2	3	1	0	0	1,83	0,75

Wie häufig spielst Du Computer- und Videospiele jetzt während Deines Studiums?						
1 nie	2 selten	3 mehrmals im Monat	4 mehrmals in der Woche	5 täglich	$\bar{x}$	s
4	2	0	0	0	1,33	0,52

Tabelle 7: Eingangserhebung Pre-Test

Für die tendenzhafte Interpretation der weiteren Ergebnisse muss auf dieser Grundlage berücksichtigt werden, dass die Antworten von sechs jungen Frauen stammen, die den statistischen Inhalten ihres Studienfaches eher positiv und selbstbewusst gegenüberstehen. Im Hinblick auf die Angaben zur Nutzung kann davon ausgegangen werden, dass die Teilnehmerinnen kaum über Erfahrungen im Bereich der Nutzung digitaler Spiele verfügen.

5: Was ist Dir bei Computer- und Videospielen wichtig?						
	1 Überhaupt nicht wichtig	2 Weniger wichtig	3 wichtig	4 sehr wichtig	$\bar{x}$	s
Die Action	5	1	0	0	1,17	0,41
Die Story	1	1	3	1	2,67	1,03
Die Atmosphäre	2	0	1	3	2,83	1,47
Die Herausforderung	0	2	3	1	2,83	0,75
Das Entdecken und Erforschen	2	2	1	1	2,17	1,17
Das Spielen gegen andere Mitspieler im Wettkampf	3	3	0	0	1,5	0,55
Das Spielen mit anderen Mitspielern im Team	3	1	2	0	1,83	0,98

Tabelle 8: Individuelle Vorlieben Computer- und Videospiele

Dieser Fragencluster wurde erhoben, um bei größerer Datenmenge eventuelle Korrelationen zwischen individuellen Vorlieben bei dem Erleben von Computerspielen und der Beurteilung einzelner Features von Bet on a Subject zu erfassen. Bei den im Pre-Test Befragten zeichnen sich Atmosphäre und Herausforderung, dicht gefolgt von Story als die bevorzugten Erlebnisqualitäten von digitalem Spiel ab. Action und Wettkampf mit anderen Spielern werden dabei als die am wenigsten stimulierenden Faktoren genannt.

Das Meinungsbild zu Bet on a Subject wurde durch die Zustimmung zu Aussagen über verschiedene Aspekte des Spiels auf Likert-Skalen sowie durch offene Anmerkungen erhoben. Abschließend wurden die Befragten gebeten, das Programm nach dem Schulnotensystem zu bewerten, um die generelle Attraktivität des Programms beurteilen zu können.

5: Deine Meinung zu Bet on a Subject						
	1 stimme überhaupt nicht zu	2 stimme eher nicht zu	3 stimme eher zu	4 stimme voll und ganz zu	$\bar{x}$	s
„Die musikalische Untermalung hat das Spielgeschehen angemessen unterstützt“	0	2	2	2	3	0,89
„Die grafische Gestaltung des Spiels hat mich angesprochen“	0	0	3	3	3,5	0,55
„Der Einstieg in das Spiel fiel mir leicht“	0	0	2	4	3,67	0,52

„Ich fand die Hilfe-Funktion („Wie geht das?“) nützlich“	0	1	2	3	3,3	0,82
„Die Highscore-Liste hat mich motiviert, das Spiel zu spielen“	2	1	1	2	2,5	1,38
„Die Mini-Spiele („Erweise Dich würdig“) haben das Spielgeschehen zu sehr unterbrochen“	4	1	1	0	1,5	0,84
„Das Spiel hat mir geholfen, die Kennwerte Mittelwert und Streuung sowie Median und Modalwert besser zu verstehen“	1	2	2	1	2,5	1
„Das Spiel hat dazu beigetragen, mich mehr für die statistischen Inhalte meines Studienfaches zu interessieren“	2	2	2	0	2	0,89

Tabelle 9: Bewertungen verschiedener Aspekte von Bet on a Subject

Die Ausgestaltung der *atmosphärischen Elemente* Grafik und Ton wurde als überwiegend positiv bewertet. Das kritische Element des *Spieleinstiegs* – also das Verstehen des Regelwerkes und die Bedienung des Spiels – wurde als leicht bezeichnet. Hierbei muss allerdings die persönliche Kurzvorstellung des Programmes in den jeweiligen Veranstaltungen berücksichtigt werden. Unter kontrollierten Bedingungen müsste hier zusätzlich erhoben werden, wie Benutzer mit dem Spiel interagieren, wenn es zum ersten Mal gestartet wird. Dies würde auch weitere Schlüsse über die Wirkung des eingebauten *Tutorials* ermöglichen, das von den Teilnehmerinnen der Befragung als überwiegend nützlich empfunden wurde. Die Motivationswirkung der *Highscoreliste* wurde sehr heterogen bewertet. Wettkampf unter menschlichen Spielern muss demnach als Antrieb anerkannt werden, gleichzeitig wird die Wichtigkeit der anderen Motivationsfaktoren digitalen Spiels deutlich. Das Einstreuen von *Mini-Aufgaben* in den Spielprozess wurde als möglicherweise zu starke Unterbrechung des Spielgeschehens vermutet. Dies wurde von den Teilnehmerinnen jedoch nicht geäußert. Am Ende des Fragenclusters wurde die Wirkung des Spiels hinsichtlich der beiden zentralen Zielsetzungen des Programms erfragt: Hier wurde die Hilfestellung des Spiels, das *Verständnis für die behandelten Inhalte zu fördern*, neutral bewertet. Dieser Umstand könnte in den behandelten Lerninhalten liegen, die sich in der aktuellen Programmversion auf die grundlegenden Kenngrößen der sozialwissenschaftlichen Statistik beschränken und in den Lehrveranstaltungen bereits in den Einführungssitzungen gelehrt werden. Die potenziell *motivationssteigernde Wirkung* des Spiels zur Auseinandersetzung mit dem Lehrgebiet wurde in Form einer Steigerung des Interesses für die statistischen Inhalte des Studiums erfragt. Diese Wirkung wurde von den Befragten eher nicht beobachtet. Bezüglich der beiden zentralen Zielstellungen müsste differenzierter erhoben werden, ob die Beurteilungen in den behandelten basalen Inhalten des Spiels in Kombination mit der vorangeschrittenen Situation der Studentinnen im Lehrstoff begründet liegen, oder ob das Design

der Spielmechanik in diesem Bezug Mängel aufweist und auf welche Weise diese behoben werden können. Neben der Beurteilung einzelner Merkmale des Programmes wurde in einem offenen Antwortformat erfragt, welche Aspekte des Programmes als positiv / negativ eingeschätzt wurden und welche Weiterentwicklungen seitens der Befragten wünschenswert wären. Das Spiel sollte dabei außerdem abschließend nach dem Schulnotensystem bewertet werden:

Nr.	„was mir besonders gut gefallen hat“	„was mir überhaupt nicht gefallen hat“	Wie sollte Bet on a Subject Deiner Meinung nach weiterentwickelt werden?	Gesamtbeurteilung durch Schulnote:
1	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe	3
2	„Idee an sich, Aufbau, Ablauf, grafische Darstellung“	keine Angabe	„Tipps wie man näher an den Mittelwert u Streuung kommt- mehr Hintergrundinfos“	1
3	„Die Herausforderung, zu überlegen, welcher gezogene Wert (vor allem der Letzte) der Beste ist“	„Das jedes Mal wieder die Frage nach dem Modalwert kam. Wer dies mehr als 1x falsch beantwortet sollte sich noch einmal durchlesen, was ein Modalwert ist. Man hätte anstelle von Modalwert und Median auch noch mit arithmetischem Mittel und Minimum und Maximum abwechseln können.“	„Einzuschätzen, wie sehr sich der Mittelwert verändert ist relativ leicht, die Streuung hingegen ist deutlich schwieriger. Und dann abzuwägen, was nun der Beste Wert ist, ist mehr Zufall als Wissen. Vielleicht wäre es besser, um ein wirkliches Gefühl zu bekommen, wie die Streuung sich verändert, dass die neue Streuung angezeigt wird, wenn man auf die verschiedenen Männchen die Maus hält.“	4
4	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe	2
5	„Die unterschiedlichen Populationstypen und die kleinen Geschichten zu den durchzuführenden "Untersuchungen" motivierten zum häufigeren Spielen. Das direkte, in Zahlen und Worten ausgedrückte feedback zur Auswirkung von verschiedenen Ziehungen ist sehr effektiv und trug für mich am meisten zum Lerneffekt bei.“	„Die Mini-Spiele sind nicht abwechslungsreich genug und werden schon innerhalb einer Runde schnell langweilig.“	keine Angabe	2
6	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe	2

Tabelle 10: Offenes Feedback im originalen Wortlaut und abschließende Bewertung nach dem Schulnotensystem

Die als positiv hervorgehobenen Aspekte streuen stark – hier werden Grundidee, Grafik und narrative Elemente sowie die Herausforderung des Spielprinzips und die Lernförderlichkeit des Feedbacks aufgeführt. Beide offenen Nennungen bezüglich der negativen Aspekte beziehen sich auf

den geringen Grad an Abwechslung bei den Mini-Aufgaben, die sich in der vorliegenden Version auf Median und Modalwert beschränken. Im Bereich der Weiterentwicklung werden einerseits mehr Unterstützung bei der Findung des richtigen Wertes sowie mehr fachliche Erläuterung gewünscht. Außerdem wird die Schwierigkeit des Abschätzens der Streuung genannt. Hier wird eine Begrenzung auf das Finden des besten Wertes für den Mittelwert in Verbindung mit einer Vorschau auf das Verhalten der Streuung empfohlen. Unter den Befragten im Pre-Test schließt das Spiel mit einer durchschnittlichen Bewertung von 2,33 ($s = 1,00$) nach dem Schulnotensystem ab – tendenziell interpretiert kann die vorgelegte Programmversion als eine geeignete Grundlage für gezielte Weiterentwicklungen gesehen werden.

4.5. Weiterentwicklung

Für die evaluierte Version von Bet on a Subject wurden die notwendigen Kernfeatures des Konzeptes realisiert. Sie kann als Momentaufnahme eines fortlaufenden Entwicklungsprozesses gesehen werden und beinhaltet auf verschiedenen Dimensionen Potenzial zur Weiterentwicklung. Im Folgenden sollen möglicherweise vielversprechende Erweiterungen in den drei Bereichen *Lerninhalte*, *Gaming* und *Programmierung* vorgeschlagen werden:

Lerninhalte

Für den Ausbau der behandelten Lerninhalte bietet das Programm zwei Ansatzpunkte: Einerseits kann die zentrale Spielmechanik in verschiedene Richtungen ausgebaut werden, andererseits können über die Schnittstelle der Mini-Aufgaben („Erweise Dich würdig“) weitere Inhalte angeboten werden. Die Mini-Aufgaben wurden in die vorliegende Version lediglich konzeptuell eingearbeitet, sie sind in ihrem Umfang mit der Schulung von Median und Modalwert noch stark begrenzt. Das bestehende Modell des Sortierens der Stichprobe zur Identifikation eines gesuchten Wertes könnte hier beispielsweise auf das Finden bestimmter Perzentile ausgeweitet werden. Als weitere Aufgabentypen könnten das Zusammensetzen von Formeln per Drag & Drop oder das Einbinden klassischer Wissensfragen mit multiplen Antwortoptionen – etwa über eine externe Datenbank zur leichteren Pflege – implementiert werden.

Neben den Mini-Aufgaben besteht der zweite Ansatzpunkt zur Weiterentwicklung in der didaktischen Erweiterung und Anpassung der zentralen Spielmechanik. Hinsichtlich der momentanen Lernziele Mittelwert und Streuung wäre es zunächst überlegenswert, Mittelwert und Streuung in Form von zwei Schwierigkeitsgraden zu entkoppeln („Leicht“ = Finden eines Wertes zur Anpassung des Mittelwertes, „Schwer“ = Finden eines Wertes zur Anpassung von Mittelwert und Streuung

zugleich). Über die in der vorliegenden Version behandelten Lerninhalte hinaus kann Bet on a Subject zudem um weiterführende Inhalte der sozialwissenschaftlichen Statistik bereichert werden: Indem der VPN-Klasse ein zweiter Messwert hinzugefügt wird, könnte beispielsweise das Berechnen und Beurteilen von Korrelationen thematisiert werden. Über die Ziehung von zwei Stichproben öffnen sich außerdem zahlreiche Ansatzmöglichkeiten für die Schulung weiterer deskriptiver und inferenzstatistischer Verfahren (beispielsweise z-Wert Berechnung, t-Tests für abhängige und unabhängige Stichproben u.a.). Die zentrale Herausforderung besteht hierbei in der Aufrechterhaltung des spielerischen Prinzips beim didaktischen Ausbau des Programms.

Ein zusätzlicher Gewinn für das Programm wäre eine nahtlose Anbindung an bestehende Wissensdatenbanken zur Statistik. Das im Spiel erzeugte Interesse könnte auf diese Weise ohne zeitlichen Versatz genutzt werden, um auftretende Problemstellungen ohne Unterbrechung in größerer theoretischer Tiefe an die Anwender zu vermitteln.

Gaming

Neben dem Ausbau der Lerninhalte kann Bet on a Subject in Bereichen weiterentwickelt werden, die die spielerischen Erlebnisqualitäten erhöhen. Ein zentraler Aspekt klassischer Computer- und Videospiele besteht in verwertbaren Belohnungen für Spielerfolge. In der aktuellen Programmversion beschränkt sich der Belohnungsaspekt auf das Erreichen eines Platzes in der Highscoreliste. Die Verteilung im Pre-Test zeigt jedoch, dass dieser Faktor nicht für alle Teilnehmerinnen Wirkung zeigt. Hier könnte eine längere Nutzung durch schrittweise freispielbare Inhalte, zum Beispiel in Form zusätzlicher virtueller Versuchspersonen oder Messkonstrukte, realisiert werden. Ein häufig eingesetztes Instrument zur Sichtbarmachung von Spielfortschritten besteht in *Erfahrungspunkten* (*Experience-Points* oder kurz *XP*), die für beständiges und erfolgreiches Spielen vergeben werden. Die Implementierung dieses Features böte u.a. die Vorteile, verschiedene Ränge erreichbar zu machen und in definierbaren Abständen zusätzliche Spielinhalte oder Schwierigkeitsstufen anbieten zu können.

Zusätzlich wäre überlegenswert, die Glücksspiel-Phase einer Spielrunde zeitlich zu verkürzen, um im Spiel schneller zur Strategiephase und den Mini-Aufgaben zu gelangen. Dies könnte etwa erreicht werden, indem virtuelle Versuchspersonen nicht einzeln, sondern durch einen einzigen Klick bis zum nächsten strategischen Zug gezogen werden. Darüber hinaus könnten die Mini-Spiele nur optional angeboten werden, falls diese Testmomente nicht vom Anwender explizit gewünscht werden.

Programmierung

Ein gewinnbringender Ansatzpunkt für programmierseitige Erweiterungen von Bet on a Subject besteht in der Verwaltung nutzerspezifischer Daten: Um das Spielen von Bet on a Subject zu fördern, wurde in der aktuellen Version auf eine Registrierung der Anwender im Vorfeld des Spiels verzichtet. Beim Start des Programms wird lediglich die freie Eingabe eines Benutzernamens und eines Teams, z.B. einer Lehrveranstaltung, einer Universität oder einer Schulklasse, für den Eintrag in die Highscoreliste erfragt. Diese Eingaben sind unverbindlich und werden nur über die Dauer einer Sitzung abgespeichert. Zur Erstellung von individuellen Statistiken und dem langfristigen Abspeichern von Fortschritten und Ergebnissen (darunter die oben genannten Erfahrungspunkte) wäre eine Nutzerverwaltung in Form einer Server-Datenbank eine hilfreiche Erweiterung. Durch ein zugehöriges Webportal wäre so auch der Aufbau einer Online-Gemeinschaft für soziale Lernprozesse möglich, etwa durch Kommentare und Foren zu Themen der Statistik. Zusätzlich könnte das Instrument der Highscore-Liste durch das Bilden von Teams oder Lerngruppen differenzierter eingesetzt werden: Spielräume mit eigenen Highscore-Listen, die zum Wettbewerb zwischen Teilnehmern eines überschaubaren Verbandes einladen und durch eine direkte Vergleichbarkeit (zwischen den einzelnen Spielern oder den gebildeten Teams) den Ehrgeiz zur ständigen Verbesserung der Ergebnisse wecken, würden so möglich.

Ein weiterer überlegenswerter Schritt besteht in der Konvertierung des Programmes in eine App für Tablet-PCs und somit in der Ausweitung auf das Prinzip des mobilen Lernens. Die Flash-Umgebung ist durch Zusatzsoftware bereits in der Lage, diesen Prozess vorzunehmen. In einer langfristigen Betrachtung könnte sich die Abhängigkeit der Browserversion des Spiels von dem Adobe Flash-Player als Risiko erweisen. Aus dieser Perspektive wäre ein Technologiewechsel zu einem plattformunabhängigen Standard wie HTML-5 erwägenswert.

5. Fazit

Digitale Lernspiele bilden den Versuch, die Prinzipien des Spiels für lehrmethodische Zwecke einzusetzen. Die Zielsetzung kann dabei zunächst in einer Steigerung der Motivation zur Beschäftigung mit einem spezifischen Inhalt bestehen (Anregung von Interesse, unterhaltsame Einführung in komplexe Themengebiete). Darüber hinaus wird die messbare Erzielung extern verwertbarer Lernerfolge durch spielerische Tätigkeit innerhalb eines didaktisch arrangierten Spielzyklus in Aussicht gestellt. Während bei der ersten Zielsetzung ein größerer Spielraum bei der Orientierung an unterhaltenden Spielen besteht, lastet auf Lernspielen mit explizitem Vermittlungsanspruch die Notwendigkeit, das Game Design an der Verwertbarkeit des Programms

auszurichten und die Lerninhalte sowohl sachlich unverfälscht als auch transferierbar zu behandeln. Lerninhalt, Zielgruppe und Grad an Einbettung in Präsenzlernprozesse sind dabei nur wenige Bedingungen, die für die jeweilige konkrete Ausgestaltung zusätzlich berücksichtigt werden müssen.

Im *theoretischen Diskurs* zeichnet sich die Komplexität des digitalen Lernspiels als eigenständiges Medium mit unzähligen Einsatz- und Realisierungsmöglichkeiten ab. Die Kombination aus Wissens-/Fähigkeitsvermittlung, technischen- / multimedialen Gestaltungswegen und digitalem Spielprozess enthält nicht nur eine Vielzahl gegenseitiger Beziehungen zwischen einzelnen Aspekten eines Programms. Es wird auch deutlich, dass für eine gewinnbringende Untersuchung Erkenntnisse und Expertise aus Pädagogik, Game Design, Psychologie, Kunst, Informatik, Dramaturgie u.a. interdisziplinär zusammengeführt werden müssen, um die von Salen und Zimmerman (2004) erarbeitete Systemperspektive auf Spiele zielorientiert in der Praxis anzuwenden. Dem Widerspruch von *Spiel* im Sinne Huizingas und *Arbeit* in Form extern herangetragenener Lernziele kann dabei mit der Beobachtung begegnet werden, dass sich für jedes unterhaltsame Spiel zunächst notwendige Lernprozesse vollziehen müssen. Aus Sicht des semiotischen Paradigmas besteht der erziehungswissenschaftliche Anreiz dann darin, semiotische Domänen expliziter Bildungsziele abzubilden, so dass über die spielerische Tätigkeit Deutungsstrukturen entwickelt werden, die der Spieler (oder Lerner) in realen Lebenszusammenhängen wiedererkennt und problemlösend anwenden kann.

Die *empirische Forschungslage* zu den Wirkungszusammenhängen digitaler Lernspiele ist noch nicht weit vorangeschritten. Studien wie die von Blunt (2007) mögen zwar als Argumentationshilfe für den Einsatz digitaler Spielprinzipien in der Lehre herangezogen werden können; der Komplexität des digitalen Lernspiels als eigenes Medium werden sie jedoch nicht ausreichend gerecht und bieten kaum Aufschlüsse über gestalterische Erfolgskriterien zur Erreichung curricularer Lernziele. Für eine gewinnbringende Analyse der Effekte des Digital Game-based Learning müssten verstärkt systematische Tests von einzelnen Features und Designmerkmalen unter kontrollierten Bedingungen vorgenommen werden. Außerdem können ex post facto-Untersuchungen erfolgreicher Lernspiele angestellt und deren Wirkungsweisen systematisch herausdestilliert sowie formal übertragbar gemacht werden. In dieser methodischen Ausrichtung bieten *Entwurfsmuster* für digitales Lernspieldesign einen vielversprechenden Ansatz: Entlang übergreifend identifizierter Problemfelder können Konzeptionsprozesse kanalisiert werden, um die individuelle Kombination zentraler Muster (lehrreiche Interaktivität, reizvolles Spiel, immersive Informationsdarstellung, Reflexion des Gelernten u.a.) begleitend zu unterstützen.

Der dem digitalen Spiel zugeschriebene Motivationsaspekt wurde als Verbund sechs interdependenter Treiber herausgearbeitet: *Handlung und Rückmeldung, Virtuelle Welten als*

Gestaltungsräume, Soziales Handeln, Narrative Strukturen, Atmosphärische Inszenierung und Expliziter Lernerfolg. Die individuelle Empfänglichkeit für unterschiedliche Erzeuger von *Spielspaß* verdeutlicht dabei die Notwendigkeit, Spiel- und Erlebnisqualitäten auf verschiedenen Ebenen zu realisieren und effizient zur Untermauerung des digitalen Lehrprozesses miteinander zu verflechten. In dem aufgestellten Schema wurde außerdem herausgestellt, dass die im unterhaltenden Spiel als motivierend identifizierbaren Faktoren keineswegs einen Gegenpol zur Tätigkeit des Lernens bilden, sondern jeweils eigene Potenziale für die konkrete Ausgestaltung von Lehr-Lern-Prozessen enthalten.

Wird das aktuelle Interesse an digitalen Lernspielen als Folge des Siegeszuges der unterhaltenden Computer- und Videospiele-Industrie gesehen, so tritt das Problem der Erwartungshaltung hinsichtlich multimedialer Ausgestaltung der jeweiligen Produktionen in Erscheinung. Zunächst bildet die Verbindung aus der vagen empirischer Befundlage und der proportional zur Spezifität der Lerninhalte schrumpfenden Zielgruppe eine finanziell schwierige Ausgangsbedingung für die Erfüllung dieser Erwartungshaltung bei Lernspielen. Zusätzlich bestehen mit dem ernsthaften Zweck neben der reinen Unterhaltung und der technischen Einschränkung der Zielplattformen (vorhandene Hard- und Software-Ausstattungen in Unternehmen und Bildungseinrichtungen) konzeptionelle Rahmenbedingungen, die bei unterhaltenden Computer- und Videospiele nicht berücksichtigt werden müssen. Der Erfolg der sich durch digitale Vertriebswege im Aufschwung befindenden Independent-Szene (Entwicklerstudios ohne direkte Unterstützung durch Publisher) demonstriert allerdings deutlich, dass unterhaltsame Spielerfahrungen auch mit vergleichsweise niedrigen Budgets realisiert werden können – dennoch bleibt ein gegenüber klassischen E-Learning-Angeboten höherer Aufwand bestehen, der eine stärkere empirische Rechtfertigung erfordert.

Im zweiten Teil dieser Arbeit wurde das Konzept und die Erstellung des Stichprobensimulators *Bet on a Subject* als praktische Anwendung der theoretisch angenommenen Wirkungszusammenhänge dokumentiert. Das Programm wurde entlang verschiedener in der wissenschaftlichen Literatur als erfolgsversprechend diskutierter Merkmale und Mechanismen des Digital Game-based Learning erdacht und realisiert. Allerdings muss jedes Lernspiel – insbesondere, wenn es einen bestimmten Lerninhalt tatsächlich in seinem formalen Regelwerk abbildet – die theoretisch erarbeiteten Erfolgskriterien auf eine eigene Weise adaptieren und zu einem effizienten eigenen Konzept verbinden. Die aktuelle Programmversion demonstriert experimentell, wie das multimediale Potenzial des Computers für die Gestaltung einer spielerischen Vermittlung der mathematischen Grundlagen im Bereich der sozialwissenschaftlichen Statistik genutzt werden kann. Hier hat sich das Arrangement aus spielbasierten Handlungs- und Reflexionsphasen, die atmosphärische Inszenierung des Lernprozesses sowie der Einsatz eines flexiblen Simulationsmodells als brauchbar erwiesen. Auf Grundlage erster Erkenntnisse aus dem Pre-Test wurden verschiedene Aspekte für gewinnbringende

Weiterentwicklungen des Spiels herausgestellt, die in zukünftigen Programmversionen berücksichtigt und in ihrer Wirkung empirisch evaluiert werden müssen. Erste Prioritäten in den drei Bereichen Lerninhalte, Spiel und Programmierung bestehen hier konkret in einer inhaltlichen Ausweitung der Mini-Aufgaben, der Implementierung eines Erfahrungspunktesystems sowie einer dazu notwendigen Datenbank zur Speicherung von Nutzerprofilen.

Das Prinzip der spielbasierten Wissens- und Fähigkeitsvermittlung ist nicht neu; und auch am Computer lassen sich Ansätze des Lernspiels bereits vor mehr als 25 Jahren ausmachen. Das Medium der unterhaltenden Computer- und Videospielen hat sich allerdings stark gewandelt: Sinkende Ansprüche an die technischen Kenntnisse der Nutzer, eine wachsende Verfügbarkeit im Alltag – etwa in sozialen Netzwerken oder auf Mobiltelefonen – sowie beschleunigte Produktionsmethoden in der Spielentwicklung haben den kulturellen Umgang mit interaktiver Unterhaltung verändert. Für Lernspiele gilt es, diese Entwicklungen zur Bereicherung digitaler Lernprozesse zu nutzen und in ihrem lehrmethodischen Potenzial wissenschaftlich differenzierter zu evaluieren. Der Stichprobensimulator *Bet on a Subject* bietet einen praktischen Beitrag zu diesem Forschungsfeld und enthält Potenzial für vertiefte systematische Studien – sowohl in der Erforschung von Selbstlernprozessen als auch in der Untersuchung bei dem unterstützenden Einsatz in Präsenzveranstaltungen.

Literatur

- Aldrich, C. (2005): Learning by Doing. A Comprehensive Guide to Simulations, Computer Games, and Pedagogy in e-Learning and Other Educational Experiences. San Francisco, CA: Pfeiffer.
- Alexander, T./Ellis, S. R. (2008): Intelligent appearing motion in virtual environments. In: Ludger Schmidt, Christopher M. Schlick und Jürgen Grosche (Hrsg.): Ergonomie und Mensch-Maschine-Systeme. Heidelberg: Springer, S. 213 – 233.
- Armory, A./Seagram, R. (2003): Educational game models: conceptualization and evaluation. South African Journal of Higher Education, 17 (2), S. 206-217.
- Armory, A. (2007): Game object model version II: a theoretical framework for educational game development. In: Education Tech Research Dev 55: S. 51–77.
- Bartle, R. (2006): Hearts, Clubs, Diamonds, Spades: Players Who Suit MUDs. In: Katie Salen und Eric Zimmerman (Hrsg.): The Game Design Reader. A Rules of Play Anthology. Cambridge, MA: The MIT Press, S. 754-787.
- Bente, G./Breuer, J. (2009): Making the Implicit Explicit. Embedded Measurement in Serious Games. In: Ute Ritterfeld, Michael Cody und Peter Vorderer: Serious Games. Mechanisms and Effects. New York/London: Routledge, S.322-343.
- BIU Bundesverband Interaktive Unterhaltungssoftware (2011): Gamer in Deutschland 2011. Online im Internet unter: http://www.biu-online.de/fileadmin/user_upload/pdf/BIU_Profilstudie_Gamer_in_Deutschland_2011.pdf (zuletzt aufgerufen am 18. August 2012).
- BIU Bundesverband Interaktive Unterhaltungssoftware (2012): Marktentwicklung 2010. Online im Internet unter: <http://www.biu-online.de/de/fakten/marktzahlen/marktentwicklung.html> (zuletzt aufgerufen am 18. August 2012).
- Björk, S. /Holopainen, J. (2006): Game and Design Patterns. In: Katie Salen und Eric Zimmerman (Hrsg.): The Game Design Reader. A Rules of Play Anthology. Cambridge, MA: The MIT Press, S. 410-437.
- Blunt, R. (2007): Does Game-Based Learning Work? Results from Three Recent Studies. Paper presented at the Interservice/Industry Training, Simulation & Education Conference (I/ITSEC) 2007. Online im Internet unter: http://patrickdunn.squarespace.com/storage/blunt_game_studies.pdf (zuletzt aufgerufen am 18. August 2012).
- Böhme, G. (2001): Ästhetik. Vorlesungen über Ästhetik als allgemeine Wahrnehmungslehre. München: Wilhelm Fink Verlag.
- Bogost, I. (2006): Unit Operations. An Approach to Videogame Criticism. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Bopp, M. (2005): Immersive Didaktik: Verdeckte Lernhilfen und Framingprozesse in Computerspielen. kommunikation@gesellschaft, 6, S. 2-12.
- Bopp, M. (2006): Didactic Analysis of Digital Games and Game-Based Learning. In: Maja Pivec (Hrsg.): Affective and Emotional Aspects of Human-Computer-Interaction. Game-Based and Innovative Learning Approaches. Amsterdam, Berlin: IOS Press. S. 8-37.

- Bopp, M. (2008): Storytelling und parasoziales Design als Motivationshilfen in Computerlernspielen. In: MedienPädagogik Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung. Online publiziert: 10. Dezember 2008. Online im Internet unter: <http://www.medienpaed.com/15/bopp0812.pdf> (zuletzt aufgerufen am 18. August 2012).
- Breuer, J. (2010): Spielend lernen? Eine Bestandsaufnahme zum (Digital) Game-Based Learning. LfM-Dokumentation Band 41/Online. Online im Internet: <http://www.lfm-nrw.de/fileadmin/lfm-nrw/Publikationen-Download/Doku41-Spielend-Lernen.pdf> (zuletzt aufgerufen am 18. August 2012).
- Bryant, J./ Fondren, W. (2009): Psychological and Communicological Theories of Learning and Emotion Underlying Serious Games. In: Ute Ritterfeld, Michael Cody und Peter Vorderer (Hrsg.): Serious Games. Mechanisms and Effects. New York/London: Routledge, S. 103-116.
- Burham, V. (2003): Supercade. A Visual History of the Videogame Age 1971-1984. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Caillois, R. (2006): The Definition of Play and The Classification of Games. In: Kate Salen und Eric Zimmerman (Hrsg.): The Game Design Reader. A Rules of Play Anthology. Cambridge, MA: The MIT Press, S. 122-155.
- Carron, T.,/Marty, J.-C./Mangeot, M. (2009): How to bring immersion into Learning Games? Advanced Learning Technologies, 2009. ICALT 2009. Ninth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies. IEEE Computer Society.
- Chaplin, H.,/Ruby, A. (2006): Smartbomb. The quest for art, entertainment, and big bucks in the videogame revolution. New York: Algonquin Books.
- Connolly, T./Stansfield, M. (2006): Using Games-Based eLearning Technologies in Overcoming Difficulties in Teaching Information Systems. Journal of Information Technology Education Volume 5, 2006. S. 459-476.
- Corti, K. (2006): Game-based Learning; a serious business application. PixeLearning White Paper. Online im Internet unter: http://202.119.101.57/upload/2006_09/06091415525749.pdf (zuletzt aufgerufen am 18. August 2012).
- Csikszentmihalyi, M. (1990): Flow: The Psychology of Optimal Experience. New York: Harper Collins.
- de Freitas, S. (2006): Learning in Immersive Worlds. A review of game-based learning. Prepared for the JISC e-Learning Programme. Online im Internet unter: http://www.jisc.ac.uk/media/documents/programmes/elearninginnovation/gamingreport_v3.pdf (zuletzt aufgerufen am 18. August 2012).
- ESA (2011): 2011 – Sales, Demographic and Usage Data. Online im Internet unter: http://www.isfe.eu/sites/isfe.eu/files/esa_ef_2011.pdf (zuletzt aufgerufen am 18. August 2012).
- Fileccia, M./Fromme, J./Wiemken, J. (2010): Computerspiele und virtuelle Welten als Reflexionsgegenstand von Unterricht. LfM-Dokumentation Band 39/Online. Online im Internet: http://www.lfm-nrw.de/fileadmin/lfm-nrw/Publikationen-Download/LfM_Dokumentation_39_Online_Computerspiele.pdf (zuletzt aufgerufen am 18. August 2012).
- Frank, A. (2007): Balancing Three Different Foci in the Design of Serious Games: Engagement, Training Objective and Context . Situated Play, Proceedings of Digital Games Research Association (DiGRA) 2007 Conference. Online im Internet unter:

<http://www.lcc.gatech.edu/~cpearce3/DiGRA07/Proceedings/075.pdf> (zuletzt aufgerufen am 18. August 2012).

- Frank, G-P. (2011): Game-Based Learning – darf Lernen auch Spass machen? In: Maren Metz und Fabienne Theis (Hrsg.): Digitale Lernwelt – Serious Games. Einsatz in der beruflichen Weiterbildung. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag, S. 53-62.
- Garris, R./Ahlers, R./Driskell, J.E. (2002): Games, motivation, and learning: A research practice model. In: Simulation & Gaming, Vol. 33 (4). S. 441-467.
- Gee, J.P. (2007): What Videogames have to teach us about learning and literacy. New York: Palgrave MacMillan.
- Gee, J. P (2009): Deep Learning of Good Digital Games. How far can they go? In: Ute Ritterfeld, Michael Cody und Peter Vorderer: Serious Games. Mechanisms and Effects. New York/London: Routledge, S. 67-82.
- Graesser, A./Chipman, P./Leeming, F. u.a. (2009): Deep Learning and Emotion in Serious Games. In: Ute Ritterfeld, Michael Cody und Peter Vorderer: Serious Games. Mechanisms and Effects. New York/London: Routledge, S. 83-102
- Graetz, J.M. (2003): The Origin of Spacewar! In: Vanessa Burham (Hrsg.): Supercade. A Visual History of the Videogame Age 1971-1984. Cambridge: MIT Press, S. 42-46.
- Grau, O. (2003): Virtual Art. From Illusion to Immersion. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Hall, J. (2003): Apple II. In: Vanessa Burham (Hrsg.): Supercade. A Visual History of the Videogame Age 1971-1984. Cambridge, MA: The MIT Press, S. 156.
- Herrington, J./Oliver, R. (1995): Critical Characteristics of Situated Learning: Implications for the Instructional Design of Multimedia. In: J. Pearce, A. Ellis (Hrsg.) ASCILITE95 Conference Proceedings. Melbourne: University of Melbourne, S. 253-262.
- Herrington, J./Herrington, A. (1998): Authentic assessment and multimedia: How university students respond to a model of authentic assessment. Higher Education Research and Development, 17(3), S. 305-322.
- Herrington, J./Oliver, R. (2000): An instructional design framework for authentic learning environments. Educational Technology Research and Development, 48(3), 23-48.
- Herrington, J./Oliver, R./Reeves, T. C. (2003): Patterns of engagement in authentic online learning environments. Australian Journal of Educational Technology, 19(1), 59-71.
- Herrington, J./Mantei, J./Herrington A. u.a. (2008): New technologies, new pedagogies: Mobile technologies and new ways of teaching and learning. In: J. Pearce, A. Ellis (Hrsg.) ASCILITE 2008 Conference Proceedings. Melbourne: University of Melbourne, S. 253-262.
- Högsdal, N. (2011): Serious Games, Simulationen und Planspiele – same but different? In: Maren Metz und Fabienne Theis (Hrsg.): Digitale Lernwelt - Serious Games. Einsatz in der beruflichen Weiterbildung. Bielefeld: Bertelsmann Verlag, S. 117-130.
- Huizinga, J. (2009): Homo ludens. Vom Ursprung der Kultur im Spiel. 21. Auflage. Reinbek: Rowohlt's Enzyklopädie.
- Huynh-Kim-Bang B./Wisdom, J./Labat, J.-M.(2010): Exploring Design Patterns in Serious Games (Projektbericht SE-SG 2010). Online im Internet unter

- <http://seriousgames.lip6.fr/DesignPatterns/designPatternsForSeriousGames.pdf> (zuletzt aufgerufen am 18. August 2012).
- ISFE (2010): Video Gamers in Europe 2010. Online im Internet unter: http://www.isfe.eu/sites/isfe.eu/files/video_gamers_in_europe_2010.pdf (zuletzt aufgerufen am 18. August 2012).
- Jantke, K-P. (2011): Potenziale und Grenzen des spielerischen Lernens. In: Maren Metz und Fabienne Theis (Hrsg.): Digitale Lernwelt – Serious Games. Einsatz in der beruflichen Weiterbildung. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag, S. 77-84.
- Kearney, P.R. (2006): Immersive Environments: What Can We Learn From Commercial Computer Games? In: Maja Pivec (Hrsg.): Affective and Emotional Aspects of Human-Computer-Interaction. Game-Based and Innovative Learning Approaches. Amsterdam, Berlin: IOS Press, S.38-44.
- Keeley, J./Zayak, R./Correia, C. (2008): Curvilinear relationships between statistics anxiety and performance among undergraduate students: evidents for optimal anxiety. Statistics Education Research Journal, 7(1), S. 4-15.
- Kent, Steven L. (2001): From Pong to Pokemon and beyond. The Ultimate History of Videogames. New York: Three Rivers Press.
- Kerres, M./Bormann, M./Vervenne, M. (2009): Didaktische Konzeption von Serious Games: Zur Verknüpfung von Spiel- und Lernangeboten. In: MedienPädagogik Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung. Online publiziert: 25. August 2009. Online im Internet unter: <http://www.medienpaed.com/2009/kerres0908.pdf> (zuletzt aufgerufen am 18. August 2012).
- Kirriemuir, J./McFarlane, A. (2004): Literature Review in Games and Learning. FutureLab Series Report 8. Online im Internet unter: <http://telearn.archives-ouvertes.fr/docs/00/19/04/53/PDF/kirriemuir-j-2004-r8.pdf> (zuletzt aufgerufen am 18. August 2012).
- Klimmt, C. (2009): Serious Games and Social Change – why they (should) work. In: Ute Ritterfeld, Michael Cody und Peter Vorderer: Serious Games. Mechanisms and Effects. New York/London: Routledge, S. 248-270.
- Klopfer, E./Osterweil, S./Salen, K. (2009): Moving Learning Games Forward. Obstacles, Opportunities & Openness. Paper of The Education Arcade, MIT. Online im Internet unter: http://education.mit.edu/papers/MovingLearningGamesForward_EdArcade.pdf (zuletzt aufgerufen am 18. August 2012).
- Klotz, A./Steinke, O. (2011): Ein computergestütztes Lernspiel zur Stärkung der interkulturellen Handlungskompetenzen von Auszubildenden in der dualen handwerklichen Berufsausbildung. In: Maren Metz und Fabienne Theis (Hrsg.): Digitale Lernwelt – Serious Games. Einsatz in der beruflichen Weiterbildung. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag, S. 27-37.
- Korn, O. (2011): Potenziale und Fallstricke bei der spielerischen Kontextualisierung von Lernangeboten. In: Maren Metz und Fabienne Theis (Hrsg.): Digitale Lernwelt – Serious Games. Einsatz in der beruflichen Weiterbildung. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag, S. 15-26.
- Krömer, J./Sen, E. (2007): No Copy – die Welt der digitalen Raubkopie. Online im Internet unter: http://www.no-copy.org/NO-COPY_Die-Welt-der-Digitalen-Raubkopie.pdf (zuletzt aufgerufen am 18. August 2012).
- Kushner, D. (2004): Masters of Doom. How two guys created an empire and transformed Pop culture. New York: Random House.

- Lang, N. (2003): Lernen in der Informationsgesellschaft. Mediengestütztes Lernen im Zentrum einer neuen Lernkultur. In: Ute Scheffer und Friedrich W. Hesse (Hrsg.): E-Learning. Die Revolution des Lernens gewinnbringend einsetzen. Stuttgart: Klett-Cotta, S. 23-42.
- Malone, T. W. (1980): What Makes Things Fun to Learn? A Study of Intrinsically Motivating Computer Games. Slightly revised version of dissertation submitted to the Department of Psychology, Stanford University. Palo Alto: Xerox.
- Masuch, M./Schmidt, R./Gerling, K. (2011): Serious Games im Unternehmenskontext: Besonderheiten, Chancen und Herausforderungen der Entwicklung. In: Maren Metz und Fabienne Theis (Hrsg.): Digitale Lernwelt – Serious Games. Einsatz in der beruflichen Weiterbildung. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag, S. 27-37.
- Marr, A.-C. (2010): Serious Games für die Informations- und Wissensvermittlung. Dinges & Frick: Wiesbaden.
- Mayer, R.E. (1999): Designing Instruction for Constructivist Learning. In: Charles M. Reigeluth (Hrsg.): Instructional Design Theories and Models, Vol. 2. Mahwah, NJ: Erlbaum. S. 141-159.
- Mayer, H.O. (2010): Evaluation von eLearning-Produkten/Prozessen. In: Horst Otto Mayer und Willy Kriz (Hrsg.): Evaluation von eLernprozessen. Theorie und Praxis. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag, S. 15-24.
- Michael, D./Chen, S. (2006): Serious Games. Games that Educate, Train, and Inform. Boston: Thomson Course Technology.
- MPFS (Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest) (2010a): KIM-Studie: Kinder + Medien, Computer + Internet. Basisuntersuchung zum Medienumgang 6- bis 13-Jähriger in Deutschland. Online im Internet unter: www.mpfs.de/fileadmin/KIM-pdf10/KIM2010.pdf (zuletzt aufgerufen am 18. August 2012).
- MPFS (Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest) (2010b): JIM-Studie: Jugend, Information, (Multi-) Media. Basisuntersuchung zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger. Online im Internet unter: www.mpfs.de/fileadmin/JIM-pdf10/JIM2010.pdf (zuletzt aufgerufen am 18. August 2012).
- Müller-Lietzkow, J./Bouncken, R.B./Seufert, W. (2006): Gegenwart und Zukunft der Computer- und Videospieleindustrie in Deutschland. Dornach: Entertainment Media Verlag.
- Niegemann, H. M./Domagk, S./Hessel, S. u.a. (2008): Kompendium multimediales Lernen. Berlin und Heidelberg: Springer.
- Onwuegbuzie, A.J. (2004): Academic procrastination and statistics anxiety. Assessment & Evaluation in Higher Education 29(1), S. 3-19.
- Petko, D.. (2008): Unterrichten mit Computerspielen. Didaktische Potenziale und Ansätze für den gezielten Einsatz in Schule und Ausbildung. In: MedienPädagogik Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung. Online publiziert: 7. November 2008. Online im Internet unter: <http://www.medienpaed.com/15/petko0811.pdf> (zuletzt aufgerufen am 18. August 2012).
- Pfannstiel, J./Sänger, V./Schmidt, C. (2009): Game-based Learning im Bildungskontext einer Hochschule – ein Praxisbericht. In: MedienPädagogik Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung. Online publiziert: 8. April 2009. Online im Internet unter: <http://www.medienpaed.com/15/pfannstiel0904.pdf> (zuletzt aufgerufen am 18. August 2012).
- Prensky, M. (2001): Digital Game-based Learning. St. Paul: Paragon House.

- Ratan, R./Ritterfeld, U. (2009): Classifying Serious Games. In: Ute Ritterfeld, Michael Cody und Peter Vorderer: Serious Games. Mechanisms and Effects. New York/London: Routledge, S.10-24.
- Renkl, A. (1996): Träges Wissen: Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. Psychologische Rundschau 47: S. 78-92.
- Rey, G. D. (2009): E-Learning. Theorien, Gestaltungsempfehlungen und Forschung. Bern: Hans Huber Verlag.
- Ritterfeld, U./Cody, M./Vorderer, P. (2009): Introduction. In: Ute Ritterfeld, Michael Cody und Peter Vorderer: Serious Games. Mechanisms and Effects. New York/London: Routledge, S. 3-9.
- Rowe, J. P./Shores, L. R./Mott, B. W. u.a. (2010): Individual Differences in Gameplay and Learning: A Narrative-Centered Learning Perspective. Conference Proceedings FDG 2010, June 19-21, Monterey, USA. Online im Internet unter: <http://www.intellimedia.ncsu.edu/papers/rowe-fdg-2010.pdf> (zuletzt aufgerufen am 18. August 2012).
- Salen, K./Zimmerman, E. (2004): Rules of Play. Game Design Fundamentals. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Schell, J. (2008): The Art of Game Design. A Book of Lenses. Amsterdam: Elsevier.
- Schulmeister, R. (2004): Diversität von Studierenden und die Konsequenzen für eLearning. In: Doris Carstensen und Beate Barrios (Hrsg.): Campus 2004. Kommen die digitalen Medien in die Jahre? Münster / New York: Waxmann, S. 133-144.
- Schulmeister, R. (2007): Methodenlehre-Baukasten. Ein Programm zum Lernen der Statistik und Methodenlehre. Online im Internet: http://www.methodenlehre-baukasten.de/web/pdf/handbuch_mlbk.pdf (zuletzt aufgerufen am 18. August 2012).
- Schulmeister, R. (2009): Gibt es eine »Net Generation«? Erweiterte Version 3.0. Hamburg. Online im Internet: http://www.zhw.uni-hamburg.de/uploads/schulmeister_net-generation_v3.pdf (zuletzt aufgerufen am 18. August 2012).
- Shaffer, D.W./Squire, K. R./Halverson, R. u.a. (2004): Video games and the future of learning. University of Wisconsin-Madison and Academic Advanced Distributed Learning Co-Laboratory. Online im Internet unter: <http://www.academiccolab.org/resources/gappspaper1.pdf> (zuletzt aufgerufen am 18. August 2012).
- Shute, V.J./Ventura, M./Bauer, M. u.a. (2009): Melding the Power of Serious Games and Embedded Assessment to Monitor and Foster Learning: Flow and Grow. In: Ute Ritterfeld, Michael Cody und Peter Vorderer: Serious Games. Mechanisms and Effects. New York/London: Routledge, S.10-24
- Squire, K. (2005): Game-Based Learning. An XLearn Perspective Paper. Masie Center E-Learning Consortium. Online im Internet unter: http://cecs5580.pbworks.com/f/10%20Game-Based_Learning.pdf (zuletzt aufgerufen am 18. August 2012).
- Stege, L./van Lankveld, G./Spronck, P. (2011): Serious Games in Education. Conference Prodeedings Games Days 2011, September 12-13 Darmstadt. Online im Internet: <http://ticc.uvt.nl/~pspronck/pubs/StegeGameDays2011.pdf> (zuletzt aufgerufen am 18. August 2012).
- Steiner, G. (2001): Lernen und Wissenserwerb. In: Andreas Krapp & Bernd Weidenmann (Hrsg.): Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch (4. Ed.). Weinheim: Beltz PVU, S. 137-205.

- Sykes, J. (2006): Affective Gaming: Advancing the Argument for Game-Based Learning. In: Maja Pivec (Hrsg.): Affective and Emotional Aspects of Human-Computer-Interaction. Game-Based and Innovative Learning Approaches. Amsterdam, Berlin: IOS Press, S. 3-7.
- Thomas, D. (2008): Messages and Mediums: Learning to Teach with Videogames. In: Drew Davidson (Hrsg.): Beyond Fun. Serious Games and Media. Pittsburgh: ETC press, S. 56-63.
- Van Eck, R. (2006): Digital Game-Based Learning. It's not just the Digital Natives who are restless. In: EDUCAUSE Review 41 (2) (March/April 2006), S. 16-30.
- Virvou, M./Katsionis, G./Manos, K. (2005): Combining Software Games with Education: Evaluation of its Educational Effectiveness. In: Educational Technology & Society 8 (2), S. 54-65.
- Wahl, D. (2002): Mit Training vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln? Zeitschrift für Pädagogik 48: S. 227-241.
- Wittgenstein, L. (2003): Philosophische Untersuchungen. Neu herausgegeben von Joachim Schulte. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.