

Entwicklung und Evaluierung einer Interaktionsplattform für massentaugliche Pervasive Games

Spielerbasiertes Lernen mittels Pervasive Gaming zeigt in der empirischen Evaluierung positive Auswirkungen auf Zufriedenheit mit dem Lernprozess und die Qualität des Lernerfolgs. Der Einsatz des Mobiltelefons als Interaktions- und Kommunikationsmedium für kooperatives, spielerisches Lernen führt zu hoher Akzeptanz unter Studierenden. Aus systemtechnischer Sicht ist zur Erreichung der Massentauglichkeit die Nutzung von Standardfunktionen am Endgerät (SMS, MMS) und das Verlagern der Komplexität in das Backend notwendig. Als technologischer Enabler wird hierfür eine Plattform entwickelt, die eine komfortable Interaktionsmodellierung und crossmediale Kommunikation ermöglicht.

DOI 10.1365/s11576-008-0061-x

Die Autoren

Univ.-Prof. Dr. Otto Petrovic

Karl-Franzens-Universität Graz
Institut für Informationswissenschaft
und Wirtschaftsinformatik
Universitätsstraße 15
8010 Graz
Österreich
otto.petrovic@evolaris.net

Dr. Francika Edegger Dipl.-Ing. Mag. Christian Kittl

evolaris Privatstiftung
Hugo-Wolf-Gasse 8–8a
8010 Graz
Österreich
{francika.edegger | christian.kittl}@evolaris.net

Dr. Bernhard Edegger

Johann Wolfgang Goethe-Universität
Institut für Theoretische Physik
Max-von-Laue-Straße 1
60438 Frankfurt/Main
Deutschland
edegger@itp.uni-frankfurt.de

Eingereicht am 2007-04-12, nach drei Überarbeitungen angenommen am 2008-04-29 durch Prof. Dr. Buhl.

1 Ausgangssituation und Zielsetzung

Pervasive Games sind neue Spielformate auf Basis von Informations- und Kommunikationstechnologien, in denen die reale Welt mit der virtuellen verschmilzt und den Spielern dadurch neue Erlebnisse und Erfahrungen geboten werden können (Walther 2005; Lindt et al. 2005). Ihr Ziel ist es, der Forderung nach Lernumgebungen gerecht zu werden, welche die Selbstständigkeit des Lernenden fördern und kooperatives Lernen anhand authentischer Probleme ermöglicht (Euler 2005). Ausgangspunkt für diese Position ist, dass das im konventionellen Frontalunterricht vermittelte Wissen oft nur „träges Wissen“ ist (Reinmann und Mandl 2004), das zur Bewältigung der Prüfungen in der Ausbildung ausreicht, jedoch bei der Anwendung im Berufsleben keine optimalen Ergebnisse liefert.

Viele vorhandene *Pervasive Games* beruhen auf komplexen Technologien auf Anwenderseite. So stellen Ohlenburg et al. (2006) und Lindt et al. (2006) mit „Epidemic Menace“ ein *Pervasive Game* vor, das bei den Anwendern PDAs voraussetzt, die via Bluetooth mit GPS-Empfängern verbunden sind. Letztere ermöglichen ortssensitive Services. Weiters kommt ein *Augmented Reality System* (Laptop mit head mounted device) in Verbindung mit Smartphones oder Headphones zum Einsatz. Herbst et al. (2007) beschreiben mit „TimeWarp“ ebenfalls

ein *Augmented Reality System*, das zusätzlich auf mobilen Computern, GPS-basierten Trackingsensoren und Webcams beruht. Benford et al. (2006) setzen als Clienttechnologie für das *Pervasive Game* „Can you see me now?“ nicht explizit Technologien der *Augmented Reality* ein, benötigt aber WLAN-fähige PDAs, Funkgeräte und GPS-Empfänger.

Eine geringere clientseitige Technologiekomplexität weist „CatchBob!“ (Girardin und Nova 2006; Nova et al. 2005) auf. Hierbei kommen Tablet-PCs mit WLAN-Verbindung zum Einsatz. Ebenfalls mit kommerziell verfügbaren Standardkomponenten, die jedoch eine geringe Verbreitung besitzen, kommt „SciMyst“ (Sedano et al. 2007) aus. Es nutzt WLAN-fähige Smartphones mit installierten 2D-Code Reader. „Pirates!“ (Bjork et al. 2001) setzt WLAN-fähige PDAs ein, als Besonderheit kommen zusätzlich RF-Sensoren zur Feststellung der räumlichen Nähe von Akteuren ein. Eines der seltenen *Pervasive Games* mit geringer clientseitiger Technologiekomplexität ist das SMS-basierte „Day of the Figurines“ (Flintham et al. 2007).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die bei weitem überwiegende Anzahl an *Pervasive Games* auf Technologien beruhen, die anwenderseitig eine hohe Komplexität aufweisen und meist nicht mit kommerziell verfügbaren Standardkomponenten auskommen. Dies macht sie gegenwärtig entweder primär für den experimentellen Einsatz geeignet oder

aber für die Nutzung im Rahmen von Spezialausbildungen für kleine Gruppen, etwa im militärischen Bereich. Gerade bei letzterem Einsatzszenario entstehen völlig neue Simulations- und Schulungsmöglichkeiten, für die es kaum Alternativen gibt. Kurz- und mittelfristig betrachtet können sie aber als nicht massentauglich eingeschätzt werden.

Analog zur eingesetzten Technologie zeigt auch der Bereich der Evaluierung vorhandener Pervasive Games ein differenziertes Bild. Ohlenburg et al. (2006) sowie Lindt et al. (2006) evaluierten in Form einer Feldbeobachtung im Rahmen eines 2-Tages-Events. Beurteilt wurden hierbei von den Teilnehmern Spielkonzept, Story, das cross-mediale Spielerlebnis und die Rolle der Endgeräte. Lerneffekte wurden nicht evaluiert, auch kam keine Kontrollgruppe zum Einsatz. Benford et al. (2006) konzentrierten sich bei ihrer Evaluierung auf die Technologiefunktion sowie die *User Experience*. Girardin und Nova (2006) sowie Nova et al. (2005) evaluierten in Form eines kontrollierten Experiments die subjektive Einschätzung der Aufgabenbelastung unter Berücksichtigung von physischen und kognitiven Anforderungen. Eine Evaluierung des Lernerfolgs erfolgte nicht. Das SMS-basierte Pervasive Game von Flintham et al. (2007) wurde hinsichtlich Spielkonzept und *User Interface* beurteilt, nicht aber hinsichtlich des Lernerfolgs. Auch kam keine Kontrollgruppe zum Einsatz. Die Arbeiten von Bjork et al. (2001), Herbst et al. (2007) und Sedano et al. (2007) weisen keine oder nur eine rudimentäre Evaluierung auf.

Aus dieser Forschungslage ergibt sich das Ziel der vorliegenden Arbeit, ein massentaugliches System zu entwickeln. Wir sehen die Massentauglichkeit als erreicht an, wenn mehr als zwei Drittel der potenziellen Anwender bereits heute über die notwendige Hard- und Software sowie über die notwendigen Nutzungskenntnisse verfügen. Hieraus ergeben sich drei Unterziele, durch die die vorliegende Arbeit einen Mehrwert gegenüber der gegenwärtigen Forschungslage stiften soll.

Erstens wird ein System entwickelt, in dem die Anwender keine spezielle Hard- und Software und auch keine neuen Fähigkeiten benötigen. Hierfür wird ein „Low-Tech-Ansatz“ im Bereich der Clients gewählt. Es werden Standardfunktionen von Mobiltelefonen in Form von SMS und MMS eingesetzt, die bereits heute eine Penetration von mindestens zwei Drittel innerhalb der Zielgruppe aufweisen. So ist

etwa die Penetrationsrate der SMS-Nutzung bei den unter 29-jährigen Handynutzern mit 98,4 % (Talkline 2006) wesentlich höher als jene des stationären Internets mit 81 % (Barth und Cerny 2007, S. 5). Um dies zu erreichen, wird die Komplexität des Gesamtsystems in das Backend verlagert, sodass trotz dieses Low-Tech-Ansatzes auf Clientseite auch komplexe Spielmechaniken implementiert werden können.

Zweitens weist das System ein einfach konfigurierbares Backend auf, das es Lehrenden erlaubt, mit geringem Zeit- und Schulungsaufwand neue Spiele zu konfigurieren und somit auch die Spannung unter den Lernenden zu erhalten. Dies ist insbesondere für die Akzeptanz unter den Lehrenden – und somit für eine Massentauglichkeit des Systems – von hoher Bedeutung.

Drittens erfolgt eine umfassende empirische Systemevaluierung nach Grundsätzen der experimentellen Lernpsychologie, um den Mehrwert des entwickelten Systems gegenüber der traditionellen Methode des Lernens unter Einsatz von Fallstudien zu untersuchen. Im Unterschied zu den vorliegenden Evaluierungsergebnissen zu Pervasive Games wird die empirische Evaluierung in einer realen Lernsituation durchgeführt, womit vermieden wird, dass verfälschte Motivatoren die Ergebnisse verzerren. Ebenso kommt im Unterschied zu vorliegenden Arbeiten eine Kontrollgruppe zum Einsatz, um zu untersuchen, welchen Mehrwert Pervasive Games gegenüber bisherigen Lernformen stiften.

Die vorliegende Arbeit verfolgt somit einerseits durch die softwaretechnische Entwicklungsarbeit einen systemgestaltenden Forschungsansatz und andererseits durch die empirische Evaluierung einen verhaltenswissenschaftlichen Zugang. Dies ist auch vor dem Hintergrund der aktuellen Debatte rund um das Verhältnis zwischen diesen beiden Forschungsansätzen zu sehen (Bichler 2006, S. 133–135).

2 „Digitale Ökonomie“ – Ein Pervasive Game für Lernzwecke

2.1 Wirkungsanalyse von innovativen Lernformen und Pervasive Games

Nach Nistor et al. (2005, S. 3) kann die Wirkung von innovativen Lernformen

– die in der vorliegenden Arbeit durch die entwickelte Plattform ermöglicht werden
– anhand der Dimensionen Akzeptanz (von Methode und Lernprozess) sowie Lernerfolg (Erreichen inhaltlicher Lernziele) erfolgen. Die erste Komponente lässt sich dabei größtenteils nur durch subjektive Einschätzungen und Aussagen bestimmen, während sich die zweite in eine objektive und eine subjektive Komponente teilt.

Während technische Machbarkeit (Broll et al. 2006, S. 1–12), Klassifizierung (Magerkurth et al. 2005) und Usability (Jegers 2004; Lindt et al. 2006) von Pervasive Games in der Literatur eingehend diskutiert werden, gibt es, wie in Abschnitt 1 besprochen wurde, kaum Arbeiten, die sich mit der Beeinflussung von aktivierenden und kognitiven Prozessen durch Pervasive Games – und somit mit den zentralen Elementen von Lernprozessen – beschäftigen. Diesbezügliche Erkenntnisse sind jedoch wesentlich für eine zielgerichtete Weiterentwicklung des Gesamtsystems. Als Ausgangspunkt kann auf die zahlreichen Berührungspunkte zwischen den Aktivitäten Lernen und Spielen zurückgegriffen werden (Einsiedler 1999; Flitner 2004). Diese Gemeinsamkeiten führten auch zu Arbeiten über die Potenziale von Computer- und Videospielen für Lernzwecke (Prensky 2000).

2.2 Das Pervasive Game „Digitale Ökonomie“

Auf Basis dieser Überlegungen wurde im Rahmen der Lehrveranstaltung „Grundlagen der digitalen Ökonomie“ ein Pervasive Game konzipiert und umgesetzt. Inhalt dieser Lehrveranstaltung für Studierende der Betriebswirtschaft mit Schwerpunkt Wirtschaftsinformatik ist es, die Potenziale moderner Informations- und Kommunikationstechnik für die Gestaltung von Prozessen und Geschäftsmodellen kennen und anwenden zu lernen. Ziel des Pervasive Games ist, einen Kontext zwischen den Lerninhalten und dem praktischen Erfahrung von realen Phänomenen in der Wirtschaft auf eine spielerische Art und Weise herzustellen. Das praktische Erfahrung von realen Problemstellungen sowie das Erarbeiten von entsprechenden Lösungen wird dabei als wichtiger Teil des Ausbildungsschwerpunkts Wirtschaftsinformatik gesehen, um dem Ruf nach verstärkter Problemrelevanz (Bichler 2006, S. 133) Rechnung zu tragen. Es steht methodisch am gegenübergesetzten Ende

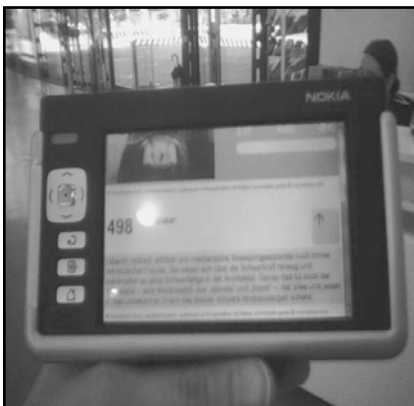
Chancen Alarm 1! Ort:
Landeszeughaus, Herrengasse.
Hinweis: Auf welche Schwierigkeiten
stößt man, wenn man ohne Führer
durch ein Museum wandert?
Max. Gültigkeit:
1/12 -20:00. "Chancen-MMS" mit
"DOC1" an 0676/800 812 00. Viel
Glück!

Bild 1 Chancen-Alarm-SMS



DOC1 Wenn man das Museum alleine erkundet hat man den Vorteil, dass man selbst bestimmen kann, wie lange jedes Ausstellungsstück besichtigt wird. Ein deutlicher Nachteil einer nicht-geführten Tour ist jedoch, dass kein Führer wertvolle Informationen zu den einzelnen Stücken berichtet.

Bild 2 Chancen-MMS „Digitale Ökonomie“



DOL1 Der Nachteil einer Tour ohne menschlichen Führer kann verringert werden, indem ein digitaler Führer zum Einsatz kommt! Ein Beispiel dafür bietet das Kunsthhaus in Graz, wo wichtige Informationen zu den Ausstellungsstücken über bereitgestellte mobile Endgeräte abgerufen werden können. Jeder Besucher erhält einen solchen, mittels eines Nokia-Gerätes realisierten, digitalen Führer beim Betreten des Museums.

Bild 3 Lösungs-MMS „Digitale Ökonomie“

zum Theorie-Frontalvortrag, dazwischen ist die klassische Fallstudienmethodik einzureihen.

Im Spiel selbst geht es darum, in Teams reale Situationen zu identifizieren, in denen die Potenziale der Informations- und Kommunikationstechnologie aktuell schlecht genutzt werden und dafür Lösungsvorschläge auf Basis anderer, realer Beispiele zu finden. Dabei stehen die Teams untereinander im Wettbewerb, sowohl was die zeitliche Dimension, als auch was die Qualität der Beiträge betrifft. Die realen Situationen müssen von den am Pervasive Game teilnehmenden Studentengruppen mit Kamerahandys fotografiert und als MMS an eine zentrale Website geschickt werden, wo die Bewertung und weitere Auswertung erfolgt. Ergebnisse eines Teams bilden dabei auch Input für die Aufgabenstellung anderer Teams.

Der Ablauf des Spiels gestaltet sich wie folgt: Bei Spielbeginn müssen sich die Studierenden zunächst in 5er-Gruppen zusammenschließen und per SMS registrieren. Der Lehrveranstaltungsleiter schickt dann innerhalb der Spieldauer (14 Tage) in unregelmäßigen Abständen „Chancen-Alarm-SMS“, die eine Ortsangabe und einen Hinweis zu einer Worst-Practice-Situation aufweisen, in der die Potenziale der digitalen Ökonomie nicht oder nur wenig genutzt werden. Eine beispielhafte Chancen-Alarm-SMS ist in **Bild 1** dargestellt („DOC1“ dient dabei als Schlüsselwort für die automatische Zuordnung eines Antwort-MMS).

Die Studierenden haben dann innerhalb einer festgelegten Dauer (meist 24 Stunden) die Möglichkeit, sich vor Ort mit der Situation auseinanderzusetzen, mit dem Handy Fotos aufzunehmen, mit einer Erklärung in Textform zu versehen, welche Potenziale ungenutzt bleiben, und per „Chancen-MMS“ an das Backend-System zu schicken. Dort werden diese automatisch in ein Mobile Blog (Moblog) eingefügt. Die Studierenden können diesen Moblog jederzeit über das Internet abrufen, um in die Ergebnisse der anderen Gruppen einzusehen. Nach Ablauf der Dauer für einen einzelnen Chancen-Alarm werden alle eingelangten Chancen-MMS vom Lehrveranstaltungsleiter bewertet.

Eine Chancen-MMS, welche ein Studienteam als Reaktion auf die vom Lehrveranstaltungsleiter ausgesendete SMS an das Moblog schickte, zeigt **Bild 2**.

Im zweiten Schritt haben die Teams die Aufgabe, reale Situationen zu finden, in

denen das im Worst-Case-Beispiel aufgezeigte Potenzial bereits gut durch Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologie genutzt wird. Es wird ein Foto von dieser Situation gemacht, mit einem erläuternden Text versehen, welche Potenziale hier gut genutzt werden, und als „Lösungs-MMS“ an das Moblog geschickt. Nach 48 Stunden akzeptiert das System keine weiteren Einsendungen und der Lehrveranstaltungsleiter bewertet die Lösungsvorschläge. Dieser Ablauf von Chancen-Alarm-SMS, Chancen-MMS und Lösungs-MMS wird während der Laufzeit des Spiels mehrfach wiederholt, wobei es durch die ständige Überprüfung der Punktestände im Moblog zu einem erwünschten Wettbewerb unter den Studentengruppen kommt.

Studierende formulierten folgende „Lösungs-MMS“ (**Bild 3**, DOL1 steht dabei für Digitale Ökonomie, Lösung zur Aufgabe 1).

3 Systemtechnische Beschreibung der massentauglichen Interaktionsplattform

3.1 Funktionale Anforderungen an die Plattform

Wie in der Einleitung dargestellt, ist es für die Massentauglichkeit eines Pervasive Games erforderlich, im Frontend auf Standardfunktionen zu setzen. Gleichzeitig ist dadurch aber die gesamte Intelligenz im Backend unterzubringen. Damit dieses konfigurierbar, wartbar und erweiterbar ist, benötigt man eine flexible Plattform, die einerseits auch komplexe Spielmechaniken mit Standardclients (Mobiltelefone) ermöglicht (Petrovic et al. 2006, S. 335). Andererseits soll sie den Lehrenden die Möglichkeit bieten, einfach neue Spielmechaniken zu implementieren, vor allem um unterschiedliche Lernziele zu unterstützen und die Spannung aufrecht zu erhalten.

Vor diesem Hintergrund ergibt sich die Hauptanforderung, dass die einfache Erstellung, die Verwaltung und der Betrieb von crossmedialen, interaktiven Anwendungen über Mobiltelefone und das Web möglich sind. Dies wird durch folgende Funktionalität erreicht:

- Einfache clientseitige Bedienbarkeit: Diese Anforderung ergibt sich aus dem Umstand, dass das Pervasive Game

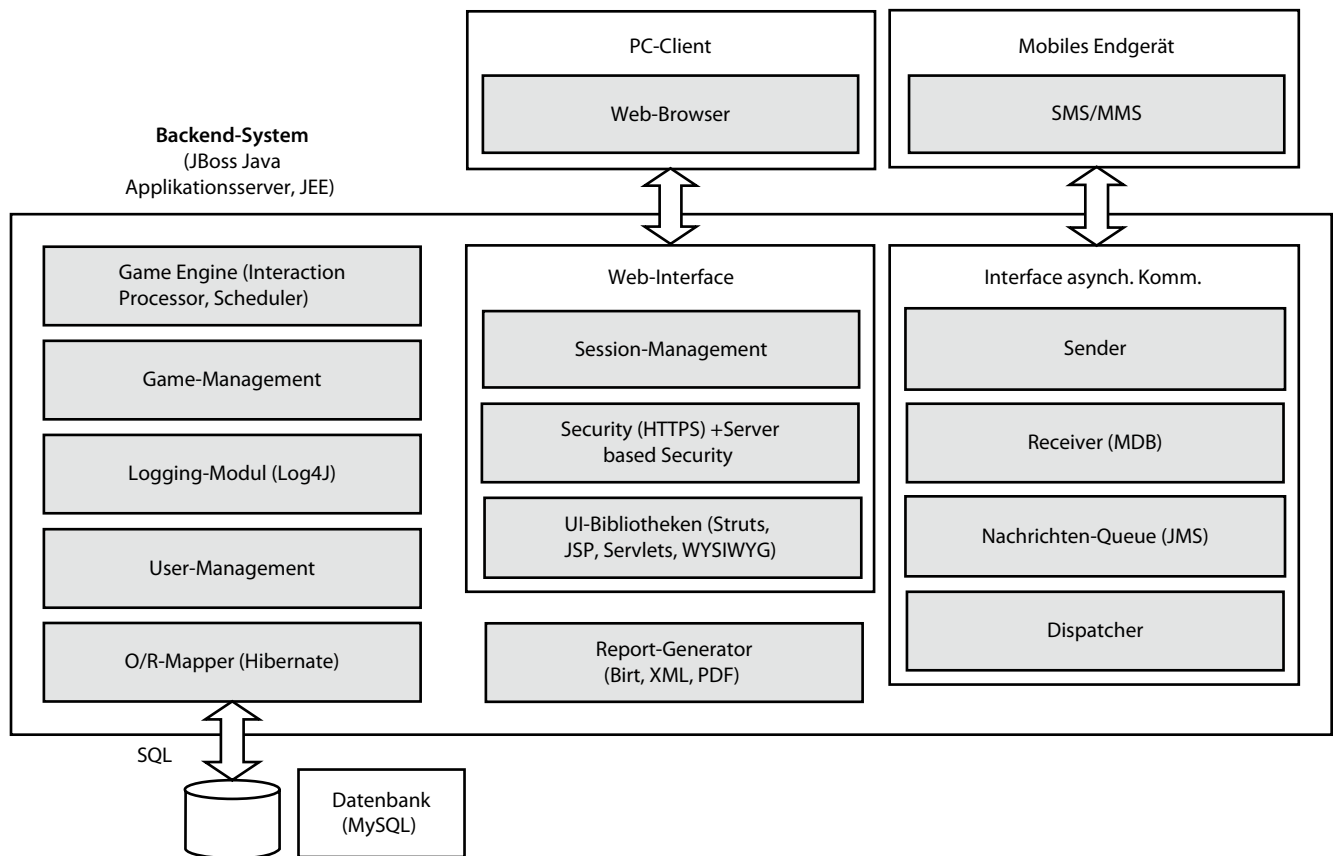


Bild 4 Systemarchitektur der Interaktionsplattform für crossmediale Pervasive Games

auch von weniger technologieaffinen Studierenden und insbesondere ohne aufwändige Dokumentation und Einschulung verwendbar sein soll. Dies hat auch den Vorteil, dass die Benutzerschnittstelle standardisiert ausgelegt werden kann und die Bedienbarkeit am Endgerät nicht unter komplexen Interaktionsmenüs oder -dialogen leidet. Diese Forderung basiert auf neueren Arbeiten, die sich mit den notwendigen Rahmenbedingungen für ein benutzerfreundliches Pervasive Game beschäftigen (Jegers 2006; Röcker und Haar 2006).

- Geringe Anwendungskomplexität auf Clientseite: Zur Beherrschung der Vielfalt an Mobiltelefonen und den dabei zum Einsatz kommenden unterschiedlichen Betriebssystemen (Zeidler et al. 2008, S. 346) ist es notwendig, dass die gesamte Komplexität von Anwendungen im Backend untergebracht und damit vom Client entkoppelt wird. Dem Mobiltelefon kommt dabei vor allem die Rolle des Kommunikationsinstruments zur Triggerung und Synchronisierung von Prozessen zu. Aktivitäten, die einen umfangreichen

Datenaustausch zwischen den Nutzern und der Plattform bzw. den Nutzern untereinander erfordern, erfolgen durch das kostengünstigere und in der Informationsdarstellung mächtigere Web.

- Flexibilität im Backend: Die Definition der Interaktionsmuster sowie die Administration der Plattform soll so gestaltet werden, dass eine hohe Flexibilität in Bezug auf die möglichen Spielmechaniken und gleichzeitig ein hoher Komfort in deren Konfiguration gegeben ist. Zusätzlich soll die zu entwickelnde Plattform umfangreiche Reportingmöglichkeiten aufweisen.

3.2 Systemarchitektur

Das Backend

Das Backend-System, welches unter Einsatz der Eclipse-Entwicklungsumgebung und des JBoss-Applikationsservers für das Pervasive Game „Digitale Ökonomie“ entwickelt wurde, ist in **Bild 4** dargestellt. Das Herzstück bildet der „Interaction Processor“, der den gesamten Ablauf

steuert und im Fall des Pervasive Games gleichzeitig die „Game Engine“ darstellt. Hier wird zur Laufzeit festgelegt, wie auf eingehende SMS bzw. MMS mit bestimmten Schlüsselwörtern reagiert wird, wann bestimmte Zeitfenster (etwa für das Einsenden von Chancen oder Lösungsvorschlägen) offen sind und welche Meldungen im Fehlerfall an die mobilen Endgeräte geschickt werden. Das Anwendungsmanagement Modul erlaubt dabei eine komfortable Verwaltung dieser Parameter über ein Web-Interface. Die gesamte Interaktionsmechanik (Spielmechanik bei Lernspielen) sowie die Transaktionen sind in einer relationalen Datenbank (MySQL), die mit Standard-SQL-Protokollen angesteuert wird, gespeichert. Ein O/R-Mapper (Hibernate) übernimmt dabei die Abstraktion von der objektorientierten Anwendungs- und der relationalen Datenschicht. Die Kommunikation mit den Frontends (PC über Web-Browser bzw. Handy über SMS und MMS) wird von den jeweiligen Interfaces gesteuert. Über die UI-Bibliotheken stellt das Backend auch die Funktionen für die Verwendung eines Mobile Blogging Systems (Moblog) zur Verfügung.

Kommunikationskanäle und Funktionen

Als zentrale Kommunikationskanäle werden SMS und MMS bzw. das Internet via Web Browser unterstützt. Daneben unterstützt das System auch Interaktionen mittels Wireless Application Protocol (WAP). Folgende Funktionen wurden über diese Kommunikationskanäle realisiert:

- **Moblog:** Mit der Mobile Blogging Applikation können Blogs angelegt und verwaltet werden. Blogeinträge können kommentiert und mit „Tags“ (Auszeichnungen) versehen werden.
- **Email:** Mit dieser Funktionalität können Benutzer auch via Standard-E-Mail mit der Plattform interagieren. Ausgehende Emails an mehrere Benutzer können personalisiert werden.
- **SMS/MMS-Kommunikation:** Äquivalent der E-Mail-Funktionalität bietet die Plattform die Möglichkeit zum Versand und Empfang von SMS und MMS.
- **Datenimport:** Mit Hilfe dieser Funktionalität können Daten (z. B. Nutzerdaten) von Fremdsystemen, welche als csv-Datei verfügbar sind, in die Plattform importiert werden.
- **Monitoren von Benutzerinteraktionen:** Damit können alle Benutzerinteraktionen für einen speziellen Benutzer in einer Listenansicht dargestellt werden.
- **Interaktionsmodellierung:** Die Interaktionsmöglichkeiten zwischen Nutzer und Plattform können über einen eigenen Dialog definiert werden. Einzelne Schritte eines Interaktionsprozesses erhalten dabei jeweils eine Nummer als Label und repräsentieren eine zugehörige Aktion der Plattform oder des Nutzers. Aufeinanderfolgende Prozessschritte werden dabei durch fortlaufende Ziffern dargestellt, Verzweigungen können mit Hilfe von Buchstaben symbolisiert werden.

Weitere Funktionalitäten wie Mobile Video, 2D-Code- oder Bilderkennung wurden bereits in die Plattform integriert und ermöglichen komplexere Interaktionsmuster, sind aber für das hier vorgestellte Pervasive Game „Digitale Ökonomie“ nicht maßgeblich.

4 Untersuchungsdesign

Im Rahmen der Lehrveranstaltung, in der das Pervasive Game zum Einsatz kommt, steht das Vermitteln der Potenziale von

modernen Informations- und Kommunikationstechnologien für die Gestaltung von Geschäftsprozessen im Vordergrund. Dies kann prinzipiell durch die verbreiteten Lernformen Vortrag und Fallstudie oder durch Vortrag in Verbindung mit Pervasive Games erfolgen. In diesem Abschnitt soll geklärt werden, welchen Vorteil der Übergang von der Fallstudie zum Einsatz des Pervasive Games bietet. Da es sich bei dem zu evaluierenden Pervasive Game um eine technologische Neuerung handelt, scheidet eine breit angelegte Querschnittsanalyse im Feld als Untersuchungsmethodik aus. Aus demselben Grund ist auch eine längerfristige Zeitreihenanalyse mit wiederholten Messungen nicht möglich.

Es wurde daher ein kontrolliertes Experiment mit zwei Gruppen durchgeführt. Dabei wurden 102 Studierende zufällig in zwei Gruppen unterteilt. Beide Gruppen besuchten im ersten Teil der Lehrveranstaltung gemeinsam einen Theorie-Frontalvortrag zur Wissensvermittlung. Der zweite Teil, durchgeführt in zwei Gruppen, diente dem Vertiefen und Festigen des Lehrstoffs durch Erfahren von realen Phänomenen, um der pädagogischen Forderung nach verstärkter Problemrelevanz nachzukommen. Somit stand die Anwendung des Lehrstoffes im Mittelpunkt. Die erste Gruppe musste sich im Rahmen einer Fallstudie mit dem Thema „digitale Ökonomie“ auseinandersetzen. Hierbei wurden Gruppen aus sechs bis sieben Personen gebildet. Jede Gruppe wählte aus einer Liste von Unternehmen eines aus, um es hinsichtlich besonders gut oder besonders schlecht genutzter Potenziale der digitalen Ökonomie zu analysieren. Hierbei sollten Innovationspotenziale für das Geschäftsmodell und die Geschäftsprozesse des jeweiligen Unternehmens aufgezeigt werden. Aus inhaltlicher und methodischer Sicht kam der Lehrstoff des ersten Teils zur Anwendung. Die Ergebnisse wurden in Form einer Präsentation und Seminararbeit dargestellt.

In der zweiten Gruppe wurde hingegen anstelle der Fallstudie das oben dargestellte Pervasive Game eingesetzt. Das Pervasive Game wie auch die Fallstudie wurden jeweils zur gleichen Zeit innerhalb von zwei Wochen durchgeführt. Während und auch nach dem Ablauf des Experiments wurden die Auswirkungen der eingesetzten Lerntechnologie und -form (Fallstudie oder Pervasive Game) durch Fragenbögen erfasst. Zusätzlich

wurden Unterschiede im Lernerfolg durch die Absolvierung einer schriftlichen Klausur durch beiden Gruppen gemessen.

Bei der Durchführung der Untersuchung wurden methodische Standards eingehalten, die insbesondere in der experimentellen Psychologie, zunehmend aber auch in der Wirtschaftsinformatikforschung verbreitet sind (Wilde und Hess 2007). Die eine Gruppe nutzt das oben dargestellte Pervasive Game, die andere hingegen vertieft und festigt den Lehrstoff mit Hilfe einer klassischen Fallstudie. Die kontrolliert variierte Variable ist also die eingesetzte Lerntechnologie und die damit verbundene Lernform. Um sicherzustellen, dass die beiden Gruppen hinsichtlich anderer Variablen strukturgleich sind, wurde die Probanden zufällig einer der beiden Gruppen zugeteilt. Die Ex-post-Überprüfung anderer als der kontrollierten Variablen mit einer multivariaten Varianzanalyse (MANOVA) zeigte, dass zwischen den beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied vorliegt. Somit kann die eingesetzte Lerntechnologie und -form isoliert betrachtet werden. Die Samplegröße mit 102 Probanden (51 je Gruppe) entspricht den üblichen Größen der experimentellen Psychologie (Huber 2005). Das Experiment fand in einer realen Situation statt, bei der die Studierenden nach ihren Leistungen auch benotet wurden – und nicht in einem künstlich geschaffenen Evaluierungskontext mit möglicherweise verzerrenden Motivatoren.

4.1 Messung der Wirkungskonstrukte und des Flow-Erlebnisses

Das entwickelte Pervasive Learning Game soll insbesondere zur effizienten Vermittlung von Langzeitwissen, das dann im späteren Berufsleben erfolgreich eingesetzt werden kann, dienen. Die Evaluierung von Langzeitwirkung und Praxistauglichkeit ist jedoch nicht direkt realisierbar, da die Lernenden in der Regel nicht über die benötigten sehr langen Zeiträume beobachtet werden können. Deshalb wurde hier eine Untersuchungsmethodik gewählt, in der die Ausprägung von aktivierenden und kognitiven Prozessen bei Lernenden untersucht wird. Aufgrund der Auswirkungen auf diese Prozesse kann auf Langzeiteffekte, die Praxistauglichkeit des Wissens und auch auf die Lerneffizienz geschlossen werden. Dieser Ansatz zur Evaluierung des Lernerfolges ist insofern sinnvoll, da

aktivierende und kognitive Prozessen zur Beschreibung und Erklärung des menschlichen Verhaltens dienen (Kroeber-Riel und Weinberg 2003; Trommsdorff 2004) und Lernen als Veränderung des Verhaltens in spezifischen Situationen definiert ist (Edelmann 2000).

Die aktivierenden Prozesse haben für die Erklärung des Verhaltens eine zentrale Bedeutung, denn sie versorgen das Individuum mit Energie und versetzen es in einen Zustand der Leistungsbereitschaft und Leistungsfähigkeit (Kroeber-Riel und Weinberg 2003; Trommsdorff 2004). Innerhalb der Wirkungsanalyse betrachten wir aktivierende Prozesse anhand der Konstrukte „Aktivierung“, „Emotion“ und „Einstellung“. Diese Konstrukte spalten sich in mehrere Wirkungsdimensionen auf und können mittels validierten Standardmessskalen erhoben werden. Die einzelnen Wirkungsdimensionen und die verwendeten Skalen sind in **Tab. 1** ersichtlich.

Ein wichtiger Beitrag zur Analyse der allgemeinen Bedingungen für erfolgreiches Lernen kommt von Mihaly Csikszentmihalyi (2000). Er entwickelte das Konzept des Flow-Erlebnisses („flow experience“), ein Bewusstseinszustand, der im Kontext des Lernens intrinsisch motivierend ist. Flow beschreibt das vollständige Aufgehen in einer Tätigkeit. Flow-Erlebnisse werden erreicht, wenn Können und Herausforderung in einem balancierten Verhältnis stehen, sodass weder Angst noch Langeweile aufkommen. Da sie mit hoher Konzentration und starker Selbstmotivation verbunden sind, erfolgt Lernen in einem solchen Zustand sehr schnell (Steels 2004). Die Bedeutung des Flow-Erlebnisses für Lernspiele wird unter anderem auch von Rieber et al. (1998) beschrieben.

4.2 Hypothesen

Aufgrund der in Abschnitt 2 diskutierten Eigenschaften von Pervasive Games ist zu vermuten, dass derartige Spiele eine bessere Wirkung als konventionelle Lernmethoden haben. Daraus leiten sich folgende Hypothesen zur Ausprägung der Wirkungskonstrukte ab:

Das Pervasive Game „Digitale Ökonomie“ bewirkt relativ zur konventionellen Fallstudie

- (H1.1) eine erhöhte energetische Aktivierung (Energetische Aktivierung steht dabei für eine hohe aufgabenbezogene Energiebereitstellung, ängstliche Gespanntheit korreliert

Tab. 1 Übersicht über verwendete Messskalen

Konstrukt	Dimensionen	Messskalen
Aktivierung	Energetische Aktivierung Gespanntheit	Activation-Deactivation-Checklist (AD-ACL) nach Thayer (1989) Deutsche Übersetzung: nach Imhof (1998)
Emotion	Interesse, Freude, Überraschung, Wut, Ekel, Verachtung, Scham, Schuld, Angst, Trauer	Differential Emotions Scale (DES) nach Izard (1977), Deutsche Übersetzung: Merten und Krause (1993)
Einstellung zum Lerninhalt Einstellung zur Lernmethode	Aktivität, Bewertung, Stärke	Semantisches Differential nach Osgood et al. (1975)
Informationsaufnahme Informationsverarbeitung Informationsspeicherung	Individueller Wissenstest	Anwendungswissen testen: 10 Fragen, Beurteilung durch Note
	Subjektiver Lernerfolg	Befragung der Studierenden
Flow-Erlebnis	Flow-Wert	Flow-Kurzskala nach Rheinberg (Rheinberg et al. 2002)

hingegen mit Stresszuständen und geringer Belastbarkeit (Timm 2003, S. 86),

- (H1.2) positivere Emotionen,
- (H1.3) eine positivere Einstellungen gegenüber Lerninhalten und
- (H1.4) eine effizientere Wissensvermittlung.
- Weiters werden im Zusammenhang mit dem Flow-Erlebnis folgenden Hypothesen geprüft:
- (H2.1) Das Pervasive Game „Digitale Ökonomie“ verursacht ein stärkeres Flow-Erlebnis als die konventionelle Fallstudie.
- (H2.2) Ein starkes Flow-Erleben geht mit psychischer Aktivierung und positiven Emotionen einher, was sich in über den Einfluss der Lernmethode hinausgehende positive Korrelationen mit diesen Konstrukten widerspiegelt.

Es ist zu erwähnen, dass die dargestellten Konstrukte jeweils mehrere Dimensionen umfassen. Innerhalb der vorliegenden Untersuchung wird auf eine nähere Diskussion und auf eine Überprüfung des Messmodells zu den einzelnen Wirkungsdimensionen verzichtet, da die Reliabilität der verwendeten Standardskalen schon eingehend in der Literatur besprochen wurde (siehe die in **Tab. 1** angeführte Literatur).

5 Ergebnisse der empirischen Studie

Im Folgenden werden die Ergebnisse zu den Wirkungskonstrukten im Detail diskutiert, wobei nur mehr die Abhängigkeit von der Lernmethode (Fallstudie oder Pervasive Game) analysiert wird. Unter-

schiede in den einzelnen Konstrukten werden als signifikant aufgefasst, wenn die MANOVA für diese abhängige Variable eine Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner als 5 % liefert, ein Wert von kleiner als 1 % wird als hochsignifikant bezeichnet. Die Mittelwerte für die jeweilige Lernmethode, der verwendete Skalenbereich bei der Darstellung der Messgröße sowie die Irrtumswahrscheinlichkeiten für signifikante Gruppenunterschiede sind für relevante Wirkungsdimensionen in **Tab. 2** dargestellt. Die einzelnen Skalen (siehe Literaturhinweise in **Tab. 1**) besitzen unterschiedliche Wertebereiche und sind nicht direkt aggregierbar. Sie dienen dem Vergleich von Pervasive Game und Fallstudie. Die ermittelten Ergebnisse bestätigen die Hypothesen (H1.1)–(H1.4) sowie, allerdings auf einem geringeren Signifikanzniveau, auch (H2.1) und werden im folgenden Abschnitt näher diskutiert. Weiters sind in **Tab. 3** die Korrelationen zwischen dem Flow-Wert und mehreren Wirkungsdimensionen dargestellt. Diese Ergebnisse zeigen in beiden Lerngruppen (Pervasive Game und Fallstudie) signifikant positive Korrelationen zwischen dem Flow-Erleben und der energetischen Aktivierung, dem Interesse und der Freude, was auch Hypothese (H2.2) bekräftigt.

6 Diskussion der Ergebnisse

6.1 Akzeptanzbestimmende Faktoren

Aktivierung: Die energetische Aktivierung ist im Pervasive Game signifikant höher als in der Fallstudie. Das ist insofern von Bedeutung, da die Dimension energetische Aktivierung als Vorausset-

Tab. 2 Ausprägung der Wirkungsdimensionen

Konstrukt	Skala	Dimensionen	Perv. Game ¹	Fallstudie ¹	Signifikanz ²
Aktivierung	0 (gar nicht) – 3 (sehr stark)	En. Aktivierung	2,282 (0,090)	1,763 (0,091)	,000
		Gespanntheit	1,153 (0,080)	1,270 (0,081)	,302
Emotion	0 (gar nicht) – 4 (sehr stark)	Interesse	3,918 (0,107)	3,370 (0,109)	,001
		Freude	3,203 (0,119)	2,499 (0,121)	,000
		Überraschung	2,374 (0,123)	1,652 (0,125)	,000
		Trauer	1,351 (0,084)	1,708 (0,085)	,004
Einstellung zum Lehrinhalt ³	1 (sehr positiv) – 7 (sehr negativ)	Aktivität	2,668 (0,176)	2,991 (0,179)	,202
		Bewertung	2,406 (0,156)	2,838 (0,159)	,056
		Stärke	2,556 (0,125)	3,013 (0,127)	,012
Einstellung zur Lernmethode ³	1 (sehr stark) – 7 (gar nicht)	Aktivität	2,531 (0,122)	4,079 (0,141)	,000
		Bewertung	2,705 (0,121)	3,558 (0,110)	,000
		Stärke	3,147 (0,101)	3,626 (0,100)	,000
Flow-Erlebnis	1 (niedrig) – 7 (hoch)	Flow-Wert	5,033 (0,123)	4,314 (0,125)	,000
Informationsaufnahme, -verarbeitung, -speicherung	1 (sehr gut) – 5 (ungenügend)	Wissenstest	3,401 (0,174)	3,793 (0,177)	,117
	1 (sehr positiv) – 5 (sehr negativ)	Subjektiver Lernerfolg	1,820 (0,068)	2,180 (0,079)	,000

¹ Mittelwerte (Standardfehler)² 2-seitig³ Messung nach dem Ende des Experiments (Fallstudie bzw. Pervasive Game)

Tab. 3 Flow-Wirkung-Korrelationen

		Energ. Aktivierung	Gespanntheit	Interesse	Freude	Überraschung	Trauer
Flow – Per. Game	Korrelation nach Pearson	,439**	-,133	,369**	,413**	,135	-,361*
	Signifikanz ¹	,002	,363	,009	,003	,354	,011
Flow – Fallstudie	Korrelation nach Pearson	,331*	-,356*	,534**	,325*	,043	-,427**
	Signifikanz ¹	,023	,014	,000	,026	,773	,003

¹Signifikanz: ** Irrtumswahrscheinlichkeit < 1 %; * Irrtumswahrscheinlichkeit < 5 %.

Emotionen: Das Vorhandensein von sehr positiven Emotionen bei den Teilnehmern des Pervasive Games bestätigt Hypothese (H1.2) und ist in Einklang mit Erfahrungen aus bisher durchgeführten Studien zu Lernspielen (Conati 2002). Die starke Ausprägung von Emotionen wie Interesse, Freude und Überraschung bilden zudem eine wichtige Voraussetzung dafür, dass sich eine positive Einstellung gegenüber dem Lerninhalt einstellt und dass die durch das Spiel gewonnenen Erlebnisse länger im Gedächtnis erhalten bleiben.

Einstellung: Das Pervasive Game „Digitale Ökonomie“ verändert die Einstellung zum Lerninhalt positiv. Diese Eigenschaft übersteigt bisher bekannte Fähigkeiten von Pervasive Learning Games und bildet eine wichtige neue Erkenntnis der vorliegenden Studie. Die positive Einstellung ist vor allem für das Eindringen des Erlernen in das Langzeitgedächtnis wichtig. Neben der Einstellung zum Lerninhalt wurde auch die Einstellung zur Lernmethode untersucht. Messungen nach Ablauf des Experimentes zeigen, dass die Einstellung gegenüber dem Pervasive Game deutlich besser ist als gegenüber der Fallstudie. Dies weist auf hohe Akzeptanz und viel Freude beim Spielen hin und bestätigt bisherige Erfahrungen aus Pervasive Learning Games (Thomas 2005).

Flow-Erlebnis: Die vorliegenden Daten bestätigen bereits existierende Arbeiten zum Flow-Erlebnis in Spielen (Rheinberg und Vollmeyer 2003; Schiefele und Rousakis 2006). Das starke Flow-Erlebnis weist auf eine hohe intrinsische Motivation beim Lernenden hin und ist auch ein Indiz für eine sinnvolle Balance zwischen dem Schwierigkeitsgrad der Aufgabenstellungen und dem Kompetenzgrad der Lernenden (Csikszentmihalyi 2000). Diese Ausgewogenheit bestätigt, dass das Pervasive Game „Digitale Ökonomie“ den Lernenden weder unter- noch überfordert und somit gute Voraussetzungen für motiviertes Lernen schafft.

Flow-Wirkung-Korrelationen: Die in Tab. 3 dargestellten Korrelationen zwischen dem Flow-Wert und Wirkungsdimension bekräftigen die Vermutung, dass das Flow-Erlebnis ein wichtiger Faktor für die Ausprägung der Konstrukte „Aktivierung“ und „Emotion“ ist. Die vorliegenden Resultate sind in Einklang mit bekannten Forschungsergebnissen, die das Flow-Erlebnis mit positiver Aktivierung, hohem Interesse und hoher Leistungs-

zung für affektive und kognitive Prozesse gesehen wird. Sie verstärkt wesentlich die Prozesse der Informationsaufnahme, -verarbeitung und -speicherung. Die energetische Aktivierung wird auch als Grundlage für hohe Leistungsbereitschaft und Leistungsfähigkeit (Kroeber-

Riel und Weinberg 2003) angesehen. Die hohe energetische Aktivierung beim Spielen des Pervasive Games hat deshalb eine positive Auswirkung auf die Lernleistung und Lerneffizienz, was die Vermutungen von Thomas (2005; Thomas 2006) bekräftigt.

bereitschaft in Verbindung bringen (Schiefele und Roussakis 2006).

6.2 Wissenstest und subjektiver Lernerfolg

Der Wissenstest konzentrierte sich auf das Abfragen von Anwendungswissen und zeigt bei den Studierenden der Pervasive-Game-Gruppe ein besseres Ergebnis. Die Signifikanz des Unterschieds lag mit 0.117 jedoch über der 5 %-Irrtumswahrscheinlichkeit. Wie oben besprochen ist zu beachten, dass ein Wissenstest nicht alle Aspekte des Lernens evaluieren kann. Beispielweise das Eindringen des Erlernten in das Langzeitgedächtnis, die Anwendbarkeit in Praxissituationen und die vermittelten Erfahrungen nicht abprüfbar.

In diesem Zusammenhang ist der subjektiv empfundene Lernerfolg ein wichtiger Indikator für die erbrachte Lernleistung. Bei einer Befragung der Studierenden wurde der durch das Pervasive Game erzielte Lernerfolg als hochsignifikant besser beurteilt. Dieses positive Empfinden gegenüber dem Pervasive Game ist in Einklang mit den anderen Wirkungsdimensionen und weist auf eine effiziente Wissensvermittlung hin. Dass es hier Unterschiede zu der objektiv gemessenen Komponente des Lernerfolgs gibt, unterstützt die Resultate von Thome (2004). Obwohl der subjektiv empfundene Lernerfolg bei der Gruppe, die das Pervasive Game spielte, höher war, was prinzipiell positiv zu bewerten ist, darf nicht übersehen werden, dass dies auch Nachteile mit sich bringen kann. Eine systematische, subjektive Überschätzung des Lernerfolgs beim Einsatz der neuen technologiebasierten Lernform kann sich negativ auf den tatsächlichen Lernerfolg auswirken. Die Studierenden laufen dann nämlich Gefahr, weniger im Selbststudium zu lernen, da sie annehmen, ohnehin schon genug zu können.

7 Limitationen der Forschungsergebnisse und Umsetzbarkeit im Lehralltag

Die Evaluierung wurde mit Studierenden der Betriebswirtschaft im Schwerpunkt Wirtschaftsinformatik durchgeführt; die Ergebnisse lassen sich nicht a priori direkt auf andere Fakultäten oder Hochschulen übertragen. Die Übertragbarkeit

auf andere Fachrichtungen wird derzeit gerade an der Universität Wien evaluiert. Das Institut für Publizistik- und Kommunikationswissenschaft setzt die Plattform und das entwickelte Pervasive Game im Rahmen einer Lehrveranstaltung mit rund 100 Studierenden ein. Inhaltlicher Schwerpunkt der Lehrveranstaltung ist die Identifikation von Kameras an Öffentlichen Plätzen und die Schaffung von Bewusstsein, wie sehr man im öffentlichen Raum bereits überwacht wird. Wenn man berücksichtigt, dass die Verbreitung der dem Pervasive Game zugrundeliegenden Client-Technologien im deutschsprachigen Raum sehr ähnlich ist, kann hier zumindest geographisch eine Verallgemeinerbarkeit angenommen werden. Für Länder mit anderen Diffusionsraten und -historien von Mobilfunktechnologien (etwas Südeuropa, Skandinavien oder Japan/Korea) sind andere Ergebnisse zu erwarten.

Eine weitere Limitation ist, dass anhand der Ergebnisse nicht sicher gesagt werden kann, ob diese primär auf Einmaleffekte durch die Nutzung der neuen Technologie zurückzuführen sind oder ob es sich dabei um dauernde Effekte handelt. Diese Kritik gilt grundsätzlich für empirische Evaluation innovativer Technologien. Methodisch könnte man ihr nur durch breite Querschnittsanalysen oder Zeitreihenanalysen entgegenreten. Beides ist jedoch nur bei Technologien möglich, die nicht neuartig sind. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Erfahrung bei der Erstnutzung einen wesentlichen Einfluss auf die Adoption einer technologischen Innovation besitzt (Moore und Benbasat 1996; Rogers 2003) und daher auch als solche hinsichtlich der Adoptionswahrscheinlichkeit bedeutsam ist.

Die Einführung von Neuen Medien zur Unterstützung der Lehre wird von vielen Universitäten erfolgreich umgesetzt. Innovationen, die damit erzielt werden, sind unter anderem eine rund um die Uhr zur Verfügung stehende Lernumgebung (vgl. z. B. Ferstl und Schmitz 2001, S. 17), ausgeweiteter Service für Studierende oder die Unterstützung unterschiedlicher Lernstile (Abel 2005, S. 2–13). Bei der Implementierung von auf der entwickelten Interaktionsplattform basierenden Pervasive Games zur Unterstützung von Lernzielen gelten im Wesentlichen die gleichen notwendigen Rahmenbedingungen wie bei anderen neuen Medien in der Lehre: Unterstützung durch die Universitätslei-

tung, Commitment der Lehrveranstaltungsleiter, geeigneter Studentenservice, Sicherstellung der Zuverlässigkeit der technologischen Infrastruktur und der Finanzierung, ausreichende Einschulung und Training des beteiligten Personals sowie ein entsprechendes Projektmarketing (Abel 2005, S. 2–3). Wesentlich ist auch, dass eine auf einem Pervasive Game basierende Lernmethode nicht für alle Inhalte gleich gut geeignet ist. Die Eignung muss vielmehr situativ beurteilt werden, eine wesentliche Determinante ist dabei, ob durch das gegenüber einer klassischen Fallstudie höhere Involvement im jeweiligen Kontext einen Mehrwert stiftet oder einen unverhältnismäßigen Mehraufwand bedeutet.

8 Zukünftige Forschungsfragen

Eine weitere Forschungsfrage ist, ob die positiven Ergebnisse, zumindest teilweise, auf den Kurzfristeffekt der Neuartigkeit zurückzuführen sind oder ob eine nachhaltig einsetzbare neue Lernform vorliegt. Um diese Frage zu beantworten, sind Zeitreihenanalysen durchzuführen, die die Veränderung bei mehrmaligem Einsatz des Pervasive Games durch dieselben Probanden analysieren. Aus technologischer Sicht ist die zentrale Herausforderung, erweiterte Funktionalitäten des Pervasive Gaming zu implementieren, ohne proprietäre und somit nicht massentaugliche Frontendsysteme zu benötigen. Hier gilt es Backend-Systeme zu entwickeln, die fortgeschrittene Pervasive Games auf vorhandenen Endgeräten unterstützen.

Der erfolgreiche Einsatz von Pervasive Games im Lernen wirft aber auch die Frage auf, inwieweit es über den Lernkontext hinaus anwendbar ist. Beispielsweise können Pervasive Games auch als effiziente Kommunikationsmethode im Marketing Einsatz finden. Die detaillierte Untersuchung dieses Potenzials ist ein viel versprechendes zukünftiges Forschungsthema.

Literatur

- Abel, Rob (2005): Achieving Success in Internet-Supported Learning in Higher Education: Case Studies Illuminate Success Factors, Challenges, and Future Directions. A-HEC, Lake Mary.
- Barth, Bertram; Cerny, Sandra (2007): Austrian Internet Monitor. Kommunikation und IT in Österreich. 3. Quartal 2007, Integral Markt- und Meinungsforschungsges.m.b.H., Wien.

- Benford, Steve; Crabtree, Andy; Flinham, Martin; Drozd, Adam; Anastasi, Rob; Paxton, Mark; Tandavanitj, Nick; Adams, Matt; Row-Farr, Ju (2006): Can you see me now? In: ACM Transactions on Computer-Human Interaction 13 (1), S. 100–133.
- Bjork, Staffan; Falk, Jennica; Hansson, Rebecca; Ljungstrand, Peter (2001): Pirates! Using the Physical World as a Game Board. In: Interact 2001, IFIP TC.13 Conference on Human-Computer Interaction. Tokyo, Japan. <http://www.viktoria.se/fal/publications/play/2001/pirates.interact.pdf>, Abruf am 2008-03-12.
- Bichler, Martin (2006): Für Sie gelesen: Design Science in Information Systems Research. In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK 48 (2), S. 133–135.
- Broll, Wolfgang; Ohlenburg, Jan; Lindt, Irma; Herbst, Iris; Braun, Anne-Kathrin (2006): Meeting Technology Challenges of Pervasive Augmented Reality Games. Association for Computing Machinery, Special Group on Data Communications (SIGCOMM). In: Proceedings of the 5th ACM SIGCOMM Workshop on Network and System Support for Games, NetGames 2006. Singapore, S. 1–12.
- Conati, Cristina (2002): Probabilistic assessment of user's emotions in educational games. In: Applied Artificial Intelligence 16 (7–8), S. 555–575.
- Csikszentmihalyi, Mihalyi (2000): Das Flow-Erlebnis. Jenseits von Angst und Langeweile: im Tun aufgehen. Klett-Cotta, Stuttgart.
- Edelmann, Walter (2000): Lernpsychologie. 6. Auflage, Beltz, Weinheim.
- Einsiedler, Wolfgang (1999): Das Spiel der Kinder. Klinkhardt, Bad Heilbrunn.
- Euler, Dieter (2005): Didaktische Gestaltung von E-Learning-unterstützten Lernumgebungen. In: Euler, Dieter; Seufert, Sabine (Hrsg.): E-Learning in Hochschulen und Bildungszentren. Gestaltungshinweise für pädagogische Innovationen. München, S. 227–242.
- Ferstl, Otto K.; Schmitz, Klaus (2001): Integrierte Lernumgebungen für virtuelle Hochschulen. In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK 43 (1), S. 13–22.
- Flitner, Andreas (2004): Spielen – Lernen. Praxis und Deutung des Kinderspiels. 2. Auflage, Beltz, München.
- Flinham, Martin; Smith, Keir; Benford, Steve; Capra, Mauricio; Green, Jon; Greenhalgh, Chris; Wright, Michael; Adams, Matt; Tandavanitj, Nick; Farr, Ju Row; Lindt, Irma (2007): Day of the Figurines: A Slow Narrative-Driven Game for Mobile Phones Using Text Messaging. 4th International Symposium on Pervasive Gaming Applications (PerGames 2007). Salzburg, Austria.
- Girardin, Fabien; Nova, Nicolas (2006): Getting Real with Ubiquitous Computing: the Impact of Discrepancies on Collaboration. [http://www.hci.uniovi.es/Resources/eminds/Vol%201,%20Issue%201,%202005/eMinds%20Issue%201%20\(FS1\).pdf](http://www.hci.uniovi.es/Resources/eminds/Vol%201,%20Issue%201,%202005/eMinds%20Issue%201%20(FS1).pdf), Abruf am 2008-03-01.
- Herbst, Iris; Ghellah, Sabiha; Braun, Anne-Kathrin (2007): TimeWarp: An Explorative Outdoor Mixed Reality Game. In: SIGGRAPH, International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques. San Diego, CA, USA. <http://vg00.met.vgwort.de/na/> 08ba6681ab54cc122e372eadd30f37?l=http://publica.fraunhofer.de/eprints/urn:nbn:de:0011-n-657818.pdf, Abruf am 2008-03-03.
- Huber, Oswald (2005): Das psychologische Experiment. 4. Auflage, Huber, Bern.
- Imhof, Margarete (1998): Erprobung der deutschen Version der Adjektiv-Checkliste nach Thayer (1989) zur Erfassung der aktuellen Aktiviertheit. In: Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie 19, S. 179–186.
- Izard, Carroll E. (1977): Human Emotions, Plenum Press, New York.
- Jegers, Kalle (2006): Pervasive GameFlow: Understanding Player enjoyment in Pervasive Gaming. In: Magerkurth, Carsten; Chalmers, Matthew; Bjoerk, Staffan; Schäfer, Leonie (Hrsg.): Proceedings of 3rd International Workshop on Pervasive Gaming Applications (PerGames 2006). Dublin, S. 61–69.
- Jegers, Kalle (2004): Usability of Pervasive Games. Position paper, Pervasive Gaming workshop, PerGames 2004. <http://www.ipsi.fraunhofer.de/ambiente/pergames2005/papers/Usability%20of%20Pervasive%20Games.pdf>, Abruf am 2008-03-02.
- Kroeber-Riel, Werner; Weinberg, Peter (2003): Konsumentenverhalten. 8. Auflage, Vahlen, München.
- Lindt, Irma; Ohlenburg, Jan; Pankoke-Babatz, Uta; Ghellah, Sabiha; Oppermann, Leif; Adams, Matt (2005): Designing Cross Media Games. 2nd International Workshop on Pervasive Gaming Applications (PerGames 2005). <http://www.fit.fraunhofer.de/~lindt/pdfs/lindt05b.pdf>, Abruf am 2008-03-02.
- Lindt, Irma; Ohlenburg, Jan; Pankoke-Babatz, Uta; Prinz, Wolfgang; Ghellah, Sabiha (2006): Combining Multiple Gaming Interfaces in Epidemic Menace. In: Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI, 06). Montréal, Québec, Canada. ACM, New York, S. 213–218.
- Magerkurth, Carsten; Cheok, Adrian David; Mandryk, Regan L.; Nilsen, Trond (2005): Pervasive games: bringing computer entertainment back to the real world. In: ACM Computers in Entertainment 3 (3), S. 4.
- Merten, Jörg; Krause, Rainer (1993): DAS (Differentielle Affekt Skala). Arbeiten der Fachrichtung Psychologie, Universität des Saarlandes, Nr. 173, Saarbrücken.
- Moore, G.C.; Benbasat, I. (1996): Integrating Diffusion of Innovations and Theory of reasoned Action models to predict utilization of information technology by end-users. In: Kautz, Karlheinz; Pries-Heje, Jan (Hrsg.): Diffusion and Adoption of Information Technology. TJ Press, Cornwall, S. 132–146.
- Nistor, Nicolae; Schnurer, Katharina; Mandl, Heinz (2005): Akzeptanz, Lernprozess und Lernerfolg in virtuellen Seminaren – Wirkungsanalyse eines problemorientierten Seminarkonzepts. Forschungsbericht Nr. 174, München: Ludwig-Maximilians-Universität, Department Psychologie, Institut für Pädagogische Psychologie.
- Ohlenburg, Jan; Lindt, Irma; Pankoke-Babatz, Uta (2006): Report about the Crossmedia Game Epidemic Menace. In: 3rd International Workshop on Pervasive Gaming Applications (PerGames 2006). Dublin, Irland. <http://iperg.fit.fraunhofer.de/content/pdfs/ohlenburg2006.pdf>, Abruf am 2008-02-28.
- Petrovic, Otto; Kittl, Christian; Peyha, Hans Joerg; Markovic, Francika (2006): MGBL Mobile Game Based Learning. In: Isaías, Pedro; Kommers, Piet; Sánchez, Inmaculada Arnedillo (Hrsg.): Proceedings of the IADIS International Conference: Mobile Learning. IADIS Press, Dublin, S. 334–339.
- Nova, Nicolas; Girardin, Fabien; Dillenbourg, Pierre (2005): „Location is not enough!“. An Empirical Study of Location-Awareness in Mobile Collaboration. IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education. Tokushima, Japan. http://craftwww.epfl.ch/publications/2005/paper_wmte2005.pdf, Abruf am 2008-03-12.
- Osgood, Charles E.; Suci, George J.; Tannenbaum, Percy H. (1975): The measurement of meaning. University of Illinois Press, Urbana.
- Prensky, Marc (2000): Digital game-based learning. McGraw-Hill, New York.
- Reinmann, Gabi; Mandl, Heinz (2004): Psychologie des Wissensmanagements. Perspektiven, Theorien und Methoden. Hogrefe, Göttingen.
- Rheinberg, Falko; Vollmeyer, Regina; Engeser, Stefan H. (2002): Die Erfassung des Flow-Erlebens. In: Stiensmeier-Pelster, Joachim; Rheinberg, Falko (Hrsg.): Diagnostik von Selbstkonzept, Lernmotivation und Selbstregulation. Hogrefe, Göttingen, S. 261–279.
- Rheinberg, Falko; Vollmeyer, Regina (2003): Flow-Erleben in einem Computerspiel unter experimentell variierten Bedingungen. In: Zeitschrift für Psychologie 211 (4), S. 161–170.
- Rieber, Lloyd P.; Smith, Lola; Noah, David (1998): The value of serious play. In: Educational Technology, 38 (6), S. 29–37.
- Rogers, Everett M. (2003): Diffusion of Innovations, 5. Auflage. Free Press, New York.
- Röcker, Carsten; Haar, Maral (2006): Exploring the Usability of Video Game Heuristics for Pervasive Game Development. In: Proceedings of the 3rd International Workshop on Pervasive Gaming Applications (PerGames 2006), S. 124–131.
- Schiefele, Ulrich; Roussakis, Emmanouil (2006): Die Bedingungen des Flow-Erlebens in einer experimentellen Spielsituation. Zeitschrift für Psychologie 214 (4), S. 207–219.
- Steels, Luc (2004): The Architecture of Flow. In: Tokoro, Mario; Steels, Luc (Hrsg.): A Learning Zone of One's Own. IOS Press, Amsterdam, S. 135–150.
- Sedano, Carolina Islas; Laine, Teemu H.; Vinni, Mikko; Sutinen Erkki (2007): Where is the answer? – The importance of curiosity in pervasive mobile games. In: Proceedings of the 2007 conference on Future Play, Toronto, Canada. ACM, New York, S. 46–53.
- Talkline (2006): Talkline – 98 Prozent der jugendlichen Handybesitzer nutzen SMS. <http://www.dsltarife.net/news/900.html>, Abruf am 2007-03-16.
- Thayer, Robert E. (1989): The Biopsychology of Mood and Arousal. Oxford University Press, New York.
- Thome, Rainer (2004): Neue Medien in der Wei-

- terbildung. Institut für Mobilitätsforschung, Berlin, Heidelberg, S. 273–286.
- Thomas, Siobhan (2005): Pervasive, persuasive eLearning: modeling the pervasive learning space. In: Proceedings of the 3rd International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops. IEEE Computer Society, S. 332–336.
- Thomas, Siobhan (2006): Pervasive learning games: Explorations of hybrid educational gamescapes. In: *Simulation & Gaming* 37 (1), S. 41–55.
- Timm, Elke (2003): Arbeit im Call Center – Tätigkeitsstrukturen, Belastungen und Ressourcen. Dissertation, Bergische Universität Wuppertal. http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=969210329&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=969210329.pdf, Abruf am 2008-03-04.
- Trommsdorff, Volker (2004): Konsumentenverhalten. 6. Auflage, Kohlhammer, Stuttgart.
- Walther, Bo Kampmann (2005): Atomic Actions – Molecular Experience: Theory of Pervasive Gaming. In: *Computers in Entertainment* 3 (3), S. 4.
- Wilde, Thomas; Hess Thomas (2007): Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik – Eine empirische Untersuchung. In: *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 49 (4), S. 280–287.
- Zeidler, Christian; Kittl, Christian; Petrovic, Otto (2008): An integrated product development process for mobile software. In: *International Journal of Mobile Communications (IJMC)* 6 (3), S. 345–356.

Zusammenfassung / Abstract

Otto Petrovic, Francika Edegger, Christian Kittl, Bernhard Edegger

Entwicklung und Evaluierung einer Interaktionsplattform für massentaugliche Pervasive Games

Pervasive Games sind neue Spielformate auf Basis von Informations- und Kommunikationstechnologie, in denen die reale Welt mit der virtuellen verschmilzt. Der Beitrag beschreibt Aufbau und Anwendung einer technischen Plattform, die die crossmediale Kommunikation und komfortable Modellierung komplexer Interaktionen zur Umsetzung von massentauglichen Pervasive Games ermöglicht. Im Rahmen einer empirischen Studie mit 102 Studierenden wurde ein Pervasive Game in Bezug auf Lernprozess und Lernerfolg mit dem Einsatz einer konventionellen Fallstudie verglichen. Es zeigte sich, dass das Pervasive Game eine relativ erhöhte energetische Aktivierung, positivere Emotionen, eine positivere Einstellungen gegenüber Lerninhalten und eine effizientere Wissensvermittlung bewirkt.

Stichworte: Pervasive Gaming, Mobiltelefon, Lernen, Interaktionsmodellierung, Kommunikationsplattform, Massentauglichkeit, empirische Untersuchung

Development and Evaluation of an Interaction Platform for Pervasive Games with Mass Impact

Pervasive Games are innovative game models based on information and communication technologies which merge the real world and the virtual world. The paper describes design and application of a technical platform supporting cross-media communication and comfortable modelling of complex interaction patterns which enables the implementation of pervasive games with mass impact. In an empirical study with 102 students a pervasive game was compared with a conventional case study in respect to the learning process and learning results. It revealed that the game relatively leads to higher energetic activation, more positive emotions, more positive attitudes towards learning content, and more efficient knowledge transfer.

Keywords: pervasive gaming, mobile phone, learning, interaction modeling, communication platform, mass-implementation readiness, empirical study