

## Das Technologieakzeptanzmodell für kartenbasierte Lernspiele in der Bildauswertung

Alexander Streicher<sup>1</sup> und Eva Lehmann<sup>2</sup>

**Abstract:** Dieser Beitrag beschreibt den Transfer des Technologieakzeptanzmodells (TAM) auf kartenbasierte Lernspiele sowie die Untersuchungen zur Nutzungsakzeptanz bei diesem Spieltyp. Lernspiele für die Wissensvermittlung, die zu den Serious Games zählen, werden in unterschiedlichen Formen in Schule, im Studium und bei der beruflichen Weiterbildung eingesetzt. Für das Anwendungsfeld Luftbildauswertung wurde ein kartenbasiertes Lernspiel mit dem Ziel einer großen Nutzungsakzeptanz entwickelt, indem ausgewählte Variablen des Technologieakzeptanzmodells (TAM) auf diesen Lernspieltypus übertragen wurden. Hierzu wurden externe Variablen des TAM auf das Spielkonzept übertragen, um die Nutzungsakzeptanz zu erhöhen. Die Web-basierte Spielimplementierung wurde evaluiert, die Akzeptanz einzelner TAM-Variablen wurde analysiert, und motivierende Variablen wurden identifiziert.

**Keywords:** TAM; Serious Games; Lernspiele; Technologieakzeptanz; Bildauswertung

### 1 Einleitung

Anwendungsfeld dieser Arbeit ist die bildbasierte Luftbildauswertung, also die Aufbereitung, Echtzeitverarbeitung sowie automatische und interaktive Informationsgewinnung aus Bildern und Videos. Die korrekte und vollständige Interpretation des Bildmaterials ist von besonderer Bedeutung, wenn davon weitreichende Entscheidungen abhängen, z.B. bei Rettungseinsätzen oder bei militärischen Anwendungen. Speziell die Herausforderungen bei der Radarbildauswertung mit dem Sensortyp Synthetic Aperture Radar (SAR) stellen hohe Anforderungen an die Ausbildung von professionellen Bildauswertern [SDR11]. Zwar bietet die radargestützte Bildauswertung Vorteile in Hinblick auf die Effektivität, z.B. durch Unabhängigkeit von Tageslicht oder von witterungsbedingten Einflüssen, andererseits stellt sie besondere Herausforderungen an die Ausbildung und das Training [RBS13]. SAR-Bilder unterscheiden sich teilweise erheblich von den natürlichen, optischen Bildern, weil durch die aktive Natur des Sensortyps spezifische Effekte entstehen, die eine Ausbildung und ein kontinuierliches Training erforderlich machen [RBS13]. Durch motivationssteigernde Konzepte, wie etwa Serious Games oder Computersimulationen, können sich die Ausbildung und das Lernen am Arbeitsplatz erleichtern lassen. Eine Ausprägung eines solchen Serious Game ist die Nutzung von Kartendaten zum Training der Ortskenntnis oder der Charakteristika von Infrastrukturen in der Kartenansicht. Ein Beispiel für ein Serious Game zum Training der Ortskenntnis ist in Abbildung 1 zu sehen.

---

<sup>1</sup> Fraunhofer IOSB, Karlsruhe, alexander.streicher@iosb.fraunhofer.de

<sup>2</sup> Hochschule Karlsruhe - Technik und Wirtschaft, le.eva90@gmail.com

## CITY 2 CHALLENGE



Richtig! Hier liegt die Karl-Wilhelm-Straße. Zum Fortsetzen klicken.

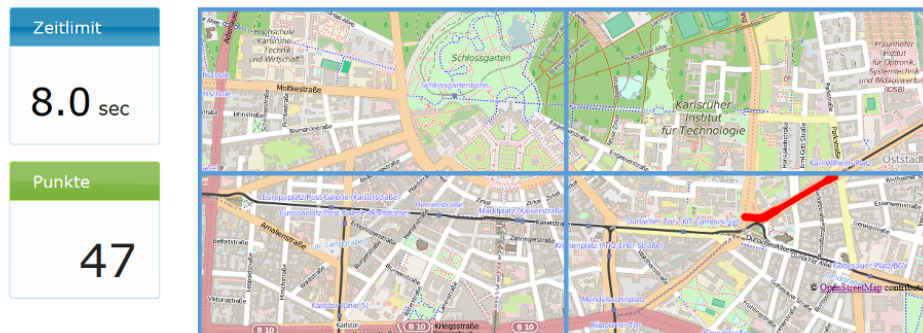


Abb. 1: Bildschirmabzug des implementierten kartenbasierten Lernspiels

## 2 Verwandte Arbeiten

Zwar existieren für den Bereich der Luftbildauswertung digitale Lernsysteme [Ro07], allerdings gibt es für diese Anwendungsdomäne bislang keine digitalen Lernspiele und keine Untersuchungen zur Nutzungsakzeptanz von Serious Games für die Luftbildauswertung. Ein Beispiel für Lernspiele mit SAR-Bildern ist die Web-Seite *Natural Resources Canada*, die Informationen und Quiz-Spiele zu SAR-Bildern für die Wissensvermittlung bietet [Ca15]. Kartenbasierte Spiele für die Wissensvermittlung sind zumeist Geographiespiele, die beispielsweise Länder, Städte, Regionen oder Flüsse abfragen. Ein Beispiel ist das *Unilink Bus Game* [YCG10], das an der Universität von Southampton in England entwickelt wurde. Es soll insbesondere internationalen Studierenden helfen, sich mit dem dortigen Bussystem vertraut zu machen, und sich auf dem Campus zu orientieren [YCG10]. Lucke [Luc11] zeigt, dass Studierende durch ein solches Spiel mehr motiviert und aktiviert werden, als durch klassische Einführungsveranstaltungen. Der TAM-Transfer auf Serious Game wurde von Yusoff et al. vorangetrieben [Yu09, YCG10]. Sie schlagen eine eigene Methode für den TAM-Transfer sowie ein eigenes TAM-Modell für Serious Games vor, das speziell die Eingangsvariablen *Transfer of Learnt Skills*, *Learner Control*, *Situated and Authentic Learning* und den *Reward* berücksichtigt [YCG10]. Nach Yusoff et al. kann damit die Nutzungsabsicht, das Serious Game zu spielen, vorhergesagt werden [YCG10].

## 3 Transfer von TAM auf kartenbasierte Lernspiele

Das Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung und Untersuchung eines kartenbasierten Lernspiels mit einem hohen wahrgenommenen Nutzen und einer hohen wahrgenommenen Bedienbarkeit. Dazu wurde das Technologieakzeptanzmodell (TAM) auf die Entwicklung von kartenbasierten Lernspielen angewendet. Die für einen positiven Einfluss auf den wahrgenommenen Nutzen und die wahrgenommene Bedienbarkeit wichtigen TAM-Variablen wurden in die Entwicklung einbezogen.

### 3.1 TAM, TAM2, TAM3, UTAUT

Davis [Da85] entwickelte das TAM, um vorherzusagen, inwieweit Informationstechnologien von Personen akzeptiert werden und aus welchen Gründen die Technologie genutzt wird. Das Modell basiert auf den sozialpsychologischen Modellen *Theory of Reasoned Action* [HHG03] und *Theory of Planned Behaviour* [Aj11], die Aussagen über den Zusammenhang zwischen der Einstellung und dem Verhalten einer Person treffen. Um die Nutzungsabsicht zu prognostizieren ist das TAM eines der bekanntesten Modelle im Bereich der Wirtschaftsinformatik, welches bereits in vielen Anwendungsfällen verwendet wurde, z.B. in der Medizin [AC09], für das *Word Wide Web* [Le00], oder für die Wissensvermittlung [PLC07]. Davis beschreibt zwei maßgebliche Faktoren, die letztendlich die Nutzung einer Technologie beeinflussen [Da85]: der wahrgenommene Nutzen (*Perceived Usefulness*, PU) und die wahrgenommene Bedienbarkeit (*Perceived Ease of Use*, PEoU).

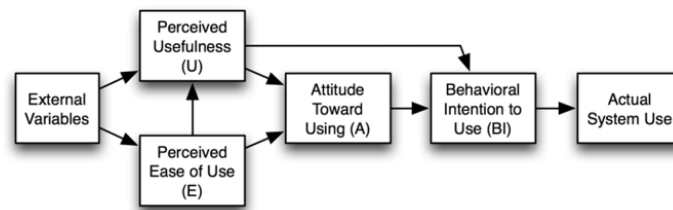


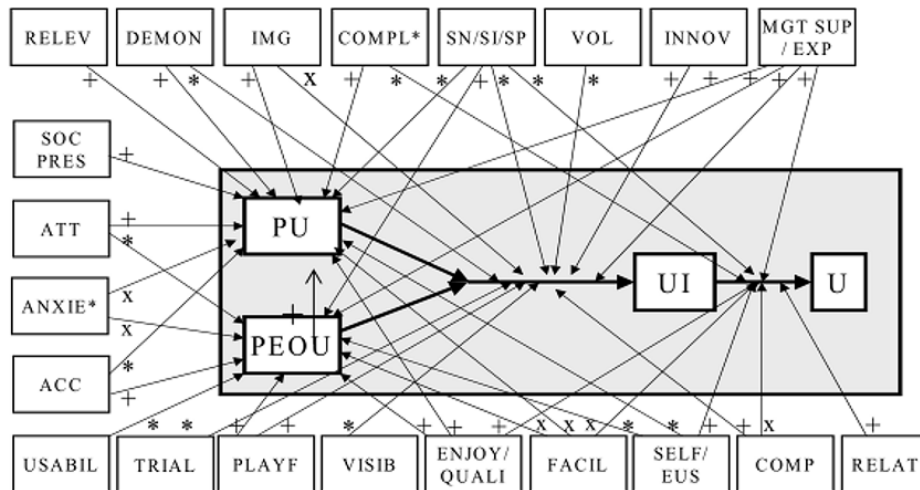
Abb. 2: Technologieakzeptanzmodell nach Davis [Da85]

Diese Zusammenhänge sind in Abbildung 2 skizziert. Der wahrgenommene Nutzen ist als Maß dessen zu interpretieren, wie eine Person die Verbesserung ihrer Leistung durch den Gebrauch der Technologie einschätzt. Bei der wahrgenommenen Bedienbarkeit handelt es sich um das Ausmaß des Aufwandes, den eine Person glaubt aufbringen zu müssen, um die Technologie zu nutzen. Diese beiden Größen nehmen Einfluss auf die Einstellung der Person, die sie gegenüber der Technologie bzw. ihrer Verwendung hat. Im weiteren Verlauf erweiterten Davis et al. [DBW89] das TAM um die Nutzungsabsicht (*Intention to Use*), die durch die Einstellung der Person gegenüber der Technologie bedingt wird. Aus der Nutzungsabsicht kann schließlich die tatsächliche Nutzung der Technologie abgeleitet werden [DBW89]. Einige Studien zeigen, dass die wahrgenommene Benutzbarkeit einen weitaus geringeren Einfluss auf die tatsächliche Nutzung hat als der wahrgenommene Nutzen [Ho01]. Wird der wahrgenommene Nutzen, den die Person durch die Verwendung der Informationstechnologie hat als unbedeutend eingeschätzt, spielt die wahrgenommene Benutzbarkeit nahezu keine Rolle mehr [Ho01]. Andere Studien hingegen kommen zu dem Schluss, dass die wahrgenommene Benutzbarkeit die wichtigere Determinante ist [Sh07]. Die Art der Technologie ist deshalb zu unterscheiden. Handelt es sich bei der Technologie beispielsweise um eine Software, die man nutzt um ein bestimmtes Resultat zu erzielen, oder aber um ein Spiel, welches vor allem unterhalten soll, von dem man also nicht direkt einen Nutzen erwartet. Die Einstellung einer Person gegenüber der Technologie erwies sich außerdem nicht als einziger Auslöser für die Nutzungsabsicht. Der wahrgenommene Nutzen bedingt die Nutzungsabsicht nicht nur über die Einstellung einer Person, sondern

in einigen Fällen beeinflusst er die Absicht die Technologie zu nutzen auch direkt [Sh07]. Da der wahrgenommene Nutzen als wesentlicher Faktor für die Nutzung einer Informationstechnologie festgestellt wurde, entwickelten Davis und Venkatesh das TAM2 [Ve03b]. Neben anderen kognitiven Determinanten spielt beim TAM2 die subjektive Norm eine große Rolle, die eine Bewertung durch andere Personen beschreibt. In Fällen besonders starker Bindung zu einer Gruppe kann die Nutzungsabsicht einer Person sogar vollständig durch die Meinung anderer Personen bestimmt sein, und die eigene Einstellung für die Vorhersage der Nutzung kann außer Acht gelassen werden. Venkatesh ermittelte zudem die Faktoren für die wahrgenommene Bedienbarkeit [Ve03b]. Er teilt die Determinanten in Anker und Angleichungen auf. Die Anker stehen für die Grundüberzeugung einer Person. Hierzu gehören die Selbstwirksamkeit (*Computer Self-Efficacy*), die Wahrnehmung externer Kontrolle bzw. unterstützender Ressourcen (*Perception of External Control*), die Computerangst (*Computer Anxiety*) und die Spontanität während der Computernutzung (*Computer Playfulness*). Diese Überzeugungen können nicht ohne Weiteres übergangen oder verändert werden. Erst wenn die Person mit der Technologie in Kontakt kommt und diese nutzt, werden die Grundüberzeugungen der Person durch die neu gewonnenen Informationen über die Technologie mit der Zeit angepasst bzw. angeglichen (*Adjustment*). Venkatesh und Bala [VB08] führten schließlich die Determinanten für den wahrgenommenen Nutzen und die Determinanten für die wahrgenommene Bedienbarkeit zum TAM3 zusammen [VB08]. Venkatesh et al. [Ve03a] entwickelten TAM3 weiter zur *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology* (UTAUT). Darin werden alle wesentlichen Faktoren der acht anerkanntesten Akzeptanzmodelle berücksichtigt und zusammengefasst. Die Verwendung einer Technologie ist auch hier abhängig von der Nutzungsabsicht, die wiederum von mehreren Faktoren bestimmt wird. Als die vier bedeutsamsten Determinanten werden in diesem Modell der erwartete Nutzen, der erwartete Aufwand, der soziale Einfluss, sowie die erleichternde Bedienung genannt. Persönlichkeitsmerkmale nehmen Einfluss auf die jeweiligen Variablen, wie etwa das Geschlecht, das Alter, die Erfahrung im Umgang mit Technologien und die Freiwilligkeit der Nutzung.

### 3.2 TAM Transfer auf kartenbasierte Lernspiele

In den meisten Fällen wird nicht das ursprüngliche TAM [Da85], sondern eine dem konkreten Anwendungsfall angepasste Form angewendet. Für verschiedene Anwendungen bzw. verschiedene Informationstechnologien sind jeweils unterschiedliche externe Variablen von Bedeutung (Abbildung 3). Die von Davis [Da85] beschriebenen wichtigsten Variablen wurden in dieser Arbeit genutzt; die Transfermethode orientiert sich an dem „Conceptual Framework“ von Yusoff et al. [Yu09, YCG10]. Die folgende Auflistung zeigt die Anwendung auf kartenbasierte Lernspiele; weitere Details in [Le15]. Alle beschriebenen Variablen mit ihrer jeweiligen Übertragung können sich positiv auf den wahrgenommenen Nutzen und die wahrgenommene Bedienbarkeit auswirken.



ACC: Accessibility, ANXIE: Anxiety, ATT: Attitude, COMP: Compatibility, COMPL: Complexity, DEMON: Result Demonstrability, ENJOY: Perceived Enjoyment, EUS: End User Support, EXP: Experience, FACIL: Facilitating Conditions, IMG: Image, RELEV: Job Relevance, MGT SUP: Managerial Support, PLAYF: Playfulness, INNOV: Personal Innovativeness, RELAT: Relative Advantage, SELF: Self-Efficacy, SI/SN/SP: Social Influence, Subjective Norms, and Social Pressure, SOC PRES: Social Presence, TRIAL: Trialability, USABIL: Usability, VISIB: Visibility, VOL: Voluntariness

\*: mixed, +: significant, x: insignificant relationship

Abb. 3: Bezug zwischen den externen Variablen und den Kernvariablen des TAM [LKL03]

**Anwendbarkeit** Bei Nutzung von zuverlässigem Kartenmaterials kann das Gelernte direkt auf die Realität übertragen werden.

**Feedback (DEMON)** Zu jeder Frage erfolgt unmittelbare Rückmeldung zur Lösung. Fehler werden farblich gekennzeichnet. Unabhängig von einer falschen Lösung wird dem Nutzer immer die richtige Lösung zum Rundenende angezeigt. Zum Abschluss des Spiels wird eine kurze Zusammenfassung zum Gesamtergebnis angezeigt. Eine Statistikfunktion erlaubt den Nutzern individuelle Fazits zur Performanz zu ziehen.

**Kontrolle** Schwierigkeitsgrad, Ortauswahl, Zoomstufe, Zeitlimit/ Lerngeschwindigkeit, Neustart/ Pause/ Abbruch.

**Belohnung** In jeder Runde wird der Spieler mit Punkten belohnt. Das Punktesystem berücksichtigt mehrere Variablen, wie etwa den gewählten Schwierigkeitsgrad, die benötigte Zeit, sowie die Anzahl der benötigten Versuche. Auf diese Weise soll ein Anreiz gesetzt werden weiter zu spielen und sich stetig zu verbessern.

**Wettkampf (PLAYF + SOC PRES + SN/SI/SP)** Neben der Spielestatistik kann über die Bestenliste (High-Score Liste) auch die Performanz anderer Spieler betrachtet werden, was den Wettkampfcharakter steigert.

**Entertainment (ENJOY)** Neben den Unterhaltungsaspekten des eigentlichen Spiel-Designs, der Belohnung- und Wettkampfkomponten, werden zudem individuell zur Performanz passende, aufheiternde Rückmeldungen gegeben, z.B. „Auch ein blindes Huhn findet mal ein Korn“, oder „Hast Du geübt?“.

**Komplexität** Das Spielprinzip und die Oberfläche sind intuitiv nutzbar gestaltet und benötigen keine tiefergehende Einführung. Anleitende Hilfetexte geben den Weg durch das Spiel vor.

**Jobrelevanz** Die Abfrage von Straßen in einem bestimmten Gebiet kann für das ein oder andere Berufsfeld (Taxifahrer, Kuriere etc.) interessant sein. Speziell Bildauswerter können hier z.B. die Ortskenntnis oder die Charakteristika von Infrastrukturen in der Kartenansicht trainieren.

**Kompatibilität (COMP)** Das Web-basierte Browser-Spiel funktioniert unter den aktuellen Versionen gängiger Internet-Browser; zudem ist es auf PCs und Tablets-PCs lauffähig.

**Erreichbarkeit (ACC)** Das Spiel ist kostenlos jederzeit nutzbar. Zur Nutzung ist keine Installation nötig und auch sonst ist der initiale Aufwand sehr gering. Eine Anmeldung ist über OpenID oder OAuth möglich, z.B. mit dem eigenen Facebook-Konto.

**Usability (USABIL)** Das Spiel ist übersichtlich gestaltet. Die Karte nimmt den größten Teil des Spielfeldes ein. Ansonsten sind die Buttons und Anzeigen angemessen groß, jedoch nicht durch überflüssige Bilder oder Animationen überladen.

**Unterstützung (EUS)** Benötigt der Spieler Unterstützung oder möchte mehr über die zur Verfügung stehenden Funktionen erfahren, kann er über die Hilfe-Seite alles Wichtige zum Spiel nachlesen.

## 4 Kartenbasiertes Lernspiel

Auf Basis des Technologieakzeptanzmodells (TAM) und des TAM-Transfers auf kartenbasierte Lernspiele wurde das OpenStreetMap-Spiel *LearnYouACity*<sup>3</sup> um die zuvor beschriebenen Merkmale erweitert.

Realisiert wurde das Web-basierte Lernspiel mittels einer Client-Server-Architektur (Abbildung 4). Ein Bildschirmabzug einer Spielszene ist in Abbildung 1 zu sehen. Serverseitig wurde *Node.js* mit dem Web-Application Framework *Express.js* und der Authentifizierung-Middleware *Passport*<sup>4</sup> (für z.B. OpenID, OAuth) genutzt. Der Client setzt mit Hilfe des Frameworks *brite.js* das MVC-Konzept um. Mit Hilfe von *OpenLayers*<sup>5</sup> und der *Overpass*<sup>6</sup> API können die Geodaten von OpenStreetMap in das Spiel eingebunden werden. Zur Speicherung der Sitzungsdaten wird die MySQL-Datenbank eingesetzt. Der Server hat

<sup>3</sup> LearnYouACity Spiel, <http://learnyouacity.herokuapp.com> und <https://github.com/raboof/learnyouacity>

<sup>4</sup> Passport ist eine Authentifizierungsbibliothek für Node.js, [www.passportjs.org](http://www.passportjs.org)

<sup>5</sup> OpenLayers ist eine JavaScript-Bibliothek zur Darstellung dynamischer Web-Karten, [www.openlayers.org](http://www.openlayers.org)

<sup>6</sup> Die Overpass API erlaubt das Filtern von OpenStreetMap.org Kartendaten, [www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org)

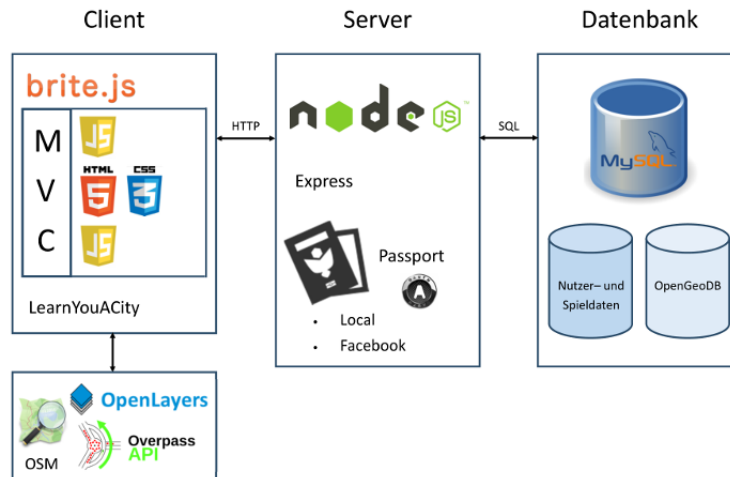


Abb. 4: Client-Server Architektur für das implementierte kartenbasierte Lernspiel

drei Hauptaufgaben: Auslieferung von Webseiten an einen Webbrowser; Speicherung und Bereitstellung von Datensätzen; Benutzerzuordnung und Sitzungsmanagement mit Hilfe von Passport.

Die Summe über die Rundenpunkte über zehn Runden eines Spiels ergibt die Gesamtpunktzahl eines Spiels, die in der Bestenliste aufgeführt wird. In die Bestenliste werden somit nur beendete Spiele aufgenommen. In die Berechnung der Rundenpunkte fließen mehrere Variablen ein. Die Formel für die Berechnung ist wie folgt:

$$Punkte = \sum_{i=1}^{10} \left| \frac{Schwierigkeitsgrad_i \cdot 20}{1 + (Zeitlimit - Restzeit_i) \cdot Versuche_i^{1,2}} \right|$$

Der Wert des Schwierigkeitsgrades entspricht der Rastergröße, also der Bildschirmaufteilung in gleich große Kacheln, z.B.  $1 \times 2 = 2$ ,  $2 \times 2 = 4$ ,  $3 \times 3 = 9$  usw. Je höher der Schwierigkeitsgrad gewählt wurde, desto mehr Punkte können erreicht werden. Der Faktor 20 wird eingesetzt, um die Spieler durch höhere Punktzahlen stärker zu motivieren. Weiterhin spielt die benötigte Zeit und die benötigten Versuche, um die Frage zu lösen, bei der Punkteberechnung eine Rolle. Je schneller ein Spieler die gegebene Frage löst, desto mehr Punkte können erreicht werden. Die Anzahl der benötigten Versuche wird schwach exponentiell gewichtet (Potenzierung mit dem Wert 1.2), um einfaches Raten mit vielen Versuchen nicht zu belohnen. Zur Nulldivisionsvermeidung wird im Nenner 1 addiert.

Ein weiteres Ziel der Implementierung war, das Spiel so umzusetzen, dass verschiedene Ausprägungen mit überlagerten Bildmaterialien zur Verfügung stehen. Dabei sollen unterschiedliche Bildarten benutzt werden können, wie beispielsweise optische Bilder, Infrarotbilder oder Radarbilder (z.B. SAR). Um beispielsweise SAR-Bilder über die eigentliche Karte des Spielfeldes zu legen (Abbildung 5), müssen die SAR-Bilder zunächst in Ka-

cheln zerteilt werden, um mit OpenLayers eingebunden werden zu können. Bis auf den Austausch des Bildmaterials bleiben die anderen Spielabläufe unbeeinflusst.

## CITY 2 CHALLENGE



**Richtig! Hier liegt der Rathenauplatz. Zum Fortsetzen klicken.**

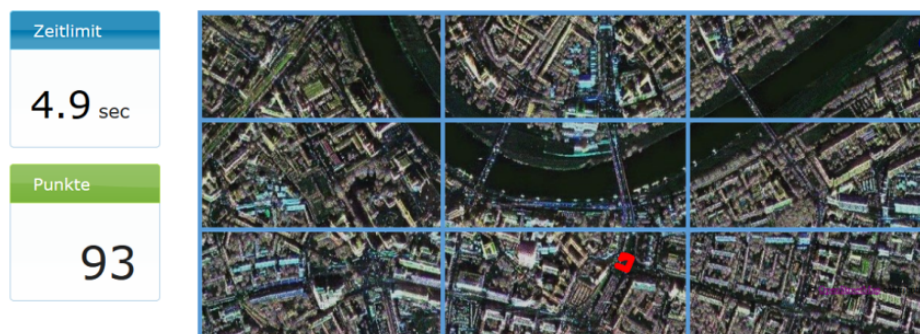


Abb. 5: Überlagerung des Lernspiels mit einem Radarbild (SAR Sensor)

## 5 Evaluation

Es wurde eine Evaluation mit 33 Versuchspersonen durchgeführt. Die Durchführung fand sowohl am PC als auch an mobilen Endgeräten (Tablet-PC) statt (Abbildung 6). Es wurden Evaluationsfragen zu den, dem TAM-Transfer Konzept folgend, neu hinzugefügten Merkmalen entwickelt. Folgende Fragen zur Akzeptanz und Nutzung wurden den Versuchspersonen gestellt:

1. Nutzen die Spieler nur die Orte aus der Vorauswahl?
2. Nutzen die Spieler die Möglichkeit das Zeitlimit zu verändern?
3. Nutzen die Spieler die Möglichkeit den Schwierigkeitsgrad vor jeder Frage neu festzulegen?
4. Lassen sich die Spieler ihre Statistik anzeigen?
5. Lassen sich die Spieler die Bestenliste anzeigen?
6. Werden längere Straßen von den Spielern schneller gefunden als kurze?
7. Benötigen die Spieler weniger Versuche, um längere Straßen zu finden als kurze?

Insgesamt haben sich während der Evaluationsphase 33 Personen angemeldet;  $n=25$  davon beendeten mindestens ein Spiel erfolgreich. Die Spannweite der erreichten Punkte reichte von 13 bis 615. Begonnen wurden 164 Spiele, wovon 50 abgebrochen wurden. Durchschnittlich wurden bei den beendeten Spielen 222 Punkte erreicht. Die Mehrzahl der Versuchspersonen entschied sich, das Spiel mit Fragen zu ihrem Heimatort zu spielen. Nur einzelne Spieler haben die Suche nach anderen Orten genutzt. Es zeigte sich





Abb. 6: Evaluierung des kartenbasierten Lernspiels mit Versuchspersonen

eine Korrelation zwischen der Anzahl begonnener Spiele und der Anzeigehäufigkeit der Spielübersicht.

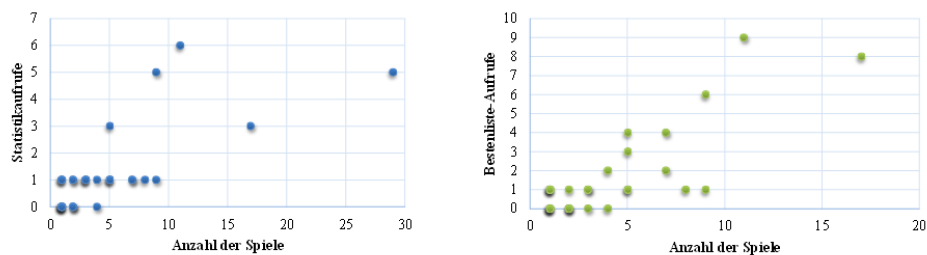


Abb. 7: Anzahl der Spiele im Verhältnis zur Anzahl der Statistikaufrufe (links) bzw. zur Anzahl der Bestenliste-Aufrufe (rechts)

Weiterhin zeigte sich auch eine Korrelation zwischen begonnenen Spielen und der Anzeigehäufigkeit der Bestenliste (Abbildung 7). 66 % der Spieler, die mindestens ein Spiel spielten, ließen sich mindestens einmal die Bestenliste aller Spieler anzeigen. 69 % der Spieler, die mindestens ein Spiel spielten, ließen sich mindestens einmal ihre Statistik anzeigen. Je mehr Spiele von einem Spieler gestartet wurden, desto öfter wurden auch jeweils die eigene Statistik und vor allem die Bestenliste aufgerufen. Die Statistik und auch die Bestenliste wurden demnach von den Spielern gut angenommen. Je öfter die Statistik oder die Bestenliste von einem Spieler aufgerufen wurde, desto mehr Spiele hatte er begonnen. Daraus lässt sich schließen, dass der Spieler durch die eigene Verbesserung, sowie auch durch die soziale Komponente der Bestenliste, motiviert werden konnte weiterzuspielen. Bei dieser Evaluationsdurchführung mit Freunden und Verwandten ist außerdem davon auszugehen, dass die Spieler in der Bestenliste sich gegenseitig kannten und möglicherweise auch dadurch motiviert wurden (Auswirkung von Gruppeneffekten auf die Nutzungsakzeptanz, siehe Abschnitt 3.1). In Bezug auf die Zeit lässt sich keine Korrelation zur Länge der Straße feststellen (der Korrelationskoeffizient nach Pearson ist  $-0,078$ ). Für mehr als die Hälfte (55 %) der Fragen wurde der niedrigste Schwierigkeitsgrad von den Versuchspersonen ausgewählt; zu 21 % wurde der mittlere, und zu 24 % wurde der höchste Schwierigkeitsgrad ausgewählt. In 71 % der Spiele wurde der Schwierigkeitsgrad

während eines Spiels nicht geändert. Hier stellt sich demnach die Frage, ob es überhaupt notwendig ist, diese Auswahlmöglichkeit vor jeder Runde bereitzustellen, oder ob die wiederholte Schwierigkeitsgradauswahl nicht sogar den Spielfluss stört, etwa durch negative Auswirkungen auf den „Magic Circle“ [Hu08]. Weitere Details zur Evaluation und zur Diskussion der TAM-Variablen sind in der Arbeit von E. Lehmann [Le15] zu finden.

## 6 Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein kartenbasiertes Lernspiel mit großer Nutzungsakzeptanz für die Bildauswertung entwickelt, indem ausgewählte Variablen des Technologieakzeptanzmodells (TAM) auf diesen Lernspieltypus übertragen wurden. Diese Variablen haben laut TAM einen positiven Einfluss auf den wahrgenommenen Nutzen und die wahrgenommene Bedienbarkeit und begünstigen somit die Einstellung gegenüber dem System und damit auch die Nutzung. Die Evaluation mit Versuchspersonen hat gezeigt, dass einige Funktionen von den Testspielern sehr gut angenommen wurden und die Erwartungen aus der TAM-Anwendung erfüllten [Le15]. Dazu gehören die Anzeige der eigenen Spielübersicht und die Anzeige der Bestenliste: je öfter ein Spieler sich diese Funktion hat anzeigen lassen, desto mehr eigene Spiele wurden begonnen. Daraus lässt sich schließen, dass die Spielübersicht sowie die Bestenliste den Ehrgeiz des Spielers wecken und er somit stärker motiviert wird. Weiterhin wurde festgestellt, dass die Möglichkeit, das Zeitlimit zu verändern oder den Schwierigkeitsgrad neu anzupassen, nur wenig genutzt wurde.

## Danksagung

Das zugrundeliegende Projekt zu diesem Beitrag wurde unter dem Förderkennzeichen E/E810/DC026/9F129 finanziert durch das Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr. Die Autoren sind verantwortlich für den Inhalt dieses Beitrags.

## Literaturverzeichnis

- [AC09] Aggelidis, Vassilios P.; Chatzoglou, Prodromos D.: Using a modified technology acceptance model in hospitals. *Int. Journal of Medical Informatics*, 78(2):115–126, 2009.
- [Aj11] Ajzen, Icek: The theory of planned behaviour: Reactions and reflections. *Psychology & Health*, 26(9):1113–1127, 2011.
- [Ca15] Canada.ca: , Tutorial: Image interpretation quiz, 2015.
- [Da85] Davis, F D: A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results. Dissertation, 1985.
- [DBW89] Davis, Fred D.; Bagozzi, Richard P.; Warshaw, Paul R.: User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Management Science*, 35, 1989.

- [HHG03] Hale, Jerold L; Householder, Brian J; Greene, Kathryn L: , Theory of reasoned action, 2003.
- [Ho01] Hong, Weiyin; Y L Thong, James; Wong, Wai-Man; Tam, Kar-Yan: Determinants of user acceptance of digital libraries: An empirical examination of individual differences and systems characteristics. *Journal of Management Information Systems*, 18(3):97, 2001.
- [Hu08] Huizinga, J: *Homo ludens: proeve eener bepaling van het spel-element der cultuur*. Amsterdam University Press, 2008.
- [Le00] Lederer, Albert L.; Maupin, Donna J.; Sena, Mark P.; Zhuang, Youlong: The technology acceptance model and the World Wide Web. *Decision Support Systems*, 29(3), 2000.
- [Le15] Lehmann, Eva: *Entwicklung und Akzeptanzanalyse eines kartenbasierten Lernspiels*. Bachelor thesis, Hochschule Karlsruhe-Technik und Wirtschaft; Fraunhofer IOSB, 2015.
- [LKL03] Lee, Younghwa; Kozar, Kenneth A.; Larsen, Kai R.T.: The Technology Acceptance Model: Past, Present, and Future. *Communications of the Association for Information Systems*, 12(50):752–780, 2003.
- [Luc11] *Design eines pervasiven Lernspiels für Studienanfänger*, 2011.
- [PLC07] Park, Namkee; Lee, Kwan Min; Cheong, Pauline Hope: University instructors' acceptance of electronic courseware: An application of the technology acceptance model. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 13(1):163–186, 2007.
- [RBS13] Roller, Wolfgang; Berger, Anton; Szentes, Daniel: Technology based training for radar image interpreters. In: 2013 6th International Conference on Recent Advances in Space Technologies (RAST). IEEE, S. 1173–1177, 2013.
- [Ro07] Roller, Wolfgang; Bargel, Bela-andreas; Henning, Peter; Reinert, Frank: *Methoden und Konzepte zur situationsangepassten Ausbildung und Assistenz*. Fernausbildungskongress der Bundeswehr 2007, 1:1–28, 2007.
- [SDR11] Streicher, Alexander; Dambier, Natalie; Roller, Wolfgang: Semantic Search for Context-Aware Learning. *International Conference on Next Generation Web Services Practices*, S. 346–351, 2011.
- [Sh07] Sharp, Jason H: Development, Extension, and Application: A Review of the Technology Acceptance Model. *Information Systems Education Journal*, 5(9):1–11, 2007.
- [VB08] Venkatesh, Viswanath; Bala, Hillol: Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision Sciences*, 39(2):273–315, 2008.
- [Ve03a] Venkatesh, Viswanath; Morris, Michael G; Davis, Gordon B; Davis, Fred D: A Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. *MIS Quarterly*, 27(3):425–478, 2003.
- [Ve03b] Venkatesh, Viswanath; Morris, Michael G; Davis, Gordon B; Davis, Fred D: User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 2003.
- [YCG10] Yusoff, Amri; Crowder, Richard; Gilbert, Lester: Validation of Serious Games Attributes Using the Technology Acceptance Model. 2010 Second International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications, S. 45–51, 2010.
- [Yu09] Yusoff, Amri; Crowder, Richard; Gilbert, Lester; Wills, Gary: A conceptual framework for serious games. In: *Proceedings - 2009 9th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2009*. IEEE, S. 21–23, 2009.