

# Alt schlägt Jung

## Bewegungsförderung für Ältere durch Serious Games

*Philipp Brauner, Christopher Rausch, Shirley Beul, Martina Ziefle\**

### Abstract

Der demographische Wandel stellt unsere Sozialsysteme vor die Herausforderung, mehr Ältere für längere Zeit adäquat zu versorgen. Ein Ansatz zur Senkung der durch Muskel-Skelett-Erkrankungen verursachten Kosten ist die computergestützte Bewegungsförderung und Rehabilitation. Um bei diesen computergestützten Verfahren die Komplianz sicher zu stellen, müssen diese nachhaltig motivierend gestalten sein, was sich durch die Integration dieser Verfahren in Spiele realisieren lässt. Wir haben in einem nutzerzentrierten, partizipativen Entwicklungsprozess ein Spiel zur Bewegungsförderung in einem virtuellen Obstgarten realisiert und den Einfluss von Nutzerfaktoren auf die Akzeptanz in einem Nutzertest mit unterschiedlichen Altersgruppen getestet. Das Spiel wurde generell sehr gut bewertet und es zeigt sich, dass gerade Ältere das Spiel gerne zur Bewegungsförderung nutzen würden. Durch die Interaktion mit dem Spiel verbesserten sich die subjektiven Schmerzwerte aller Teilnehmer der Studie, besonders deutlich ist dieser Effekt aber gerade bei den Älteren.

---

\* Dipl.-Inform. Philipp Brauner | brauner@comm.rwth-aachen.de

Christopher Rausch, M.Sc. | rausch@comm.rwth-aachen.de

Shirley Beul, M.A. | beul@comm.rwth-aachen.de

Prof. Dr. phil. Martina Ziefle | ziefle@comm.rwth-aachen.de

Human-Computer-Interaction Center | Theaterplatz 14 | 52062 Aachen  
RWTH Aachen University

## 1 Einleitung

Die alternde Gesellschaft, allen voran in Deutschland, weiten Teilen Europas, Nord Amerika und Japan, ist eine der großen Herausforderungen dieses Jahrhunderts. Der demographische Wandel führt dazu, dass immer weniger Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer für immer mehr ältere Menschen und ebenso für immer mehr Pflegebedürftige aufkommen müssen. In Deutschland wird sich bereits im Jahr 2030 der Anteil der Über-75-Jährigen im Vergleich zu heute verdoppelt haben. Nach der aktuellen Bevölkerungsvorausberechnung wird im Vergleich zu heute der Anteil der durch die Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer zu versorgenden Älteren im Jahr 2050 um etwa 75% steigen (Statistisches Bundesamt 2009). Schon heute zeichnet sich in den Ländern der OECD ab, dass sich das Wachstum der Gesundheitsausgaben pro Kopf verlangsamt oder gar fällt (OECD 2012) und somit für den Einzelnen weniger Geld für Pflege und Therapie zur Verfügung steht.

Um den steigenden Kosten im Gesundheitssystem bei gleichzeitig sinkenden Einnahmen zu begegnen, müssen neue, kostengünstige und durch alle im Gesundheitssystem beteiligten Stakeholder akzeptierte Ansätze identifiziert und genutzt werden.

In diesem Artikel stellen wir eine spielbasierte Umgebung zur Bewegungsförderung vor, die das Problem des Bluthochdrucks adressiert. Bluthochdruck ist einer der wesentlichen Risikofaktoren für das Auftreten von Herz-Kreislauf-Krankheiten. Nach einer Erhebung des Robert-Koch-Instituts (RKI) leiden derzeit 12,7% der Frauen und 18,1% der Männer an Bluthochdruck, wobei der Anteil bei beiden Geschlechtern mit zunehmenden Alter zunimmt (Ho et al. 1993, Neuhauser et al. 2013). Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) empfiehlt zur Verringerung des Bluthochdrucks und zur Minderung der damit verbundenen Krankheitsrisiken mindestens 150 min. leichten, bzw. 75 min. intensiveren, Sport in der Woche (World Health Organization 2010).

Viele Menschen sind bis ins hohe Alter sportlich aktiv und bewegen sich regelmäßig, zum Beispiel in Sportclubs und Fitnessstudios oder bei Aktivitäten außerhalb der eigenen Wohnung. Aus verschiedenen Gründen kommt dies jedoch nicht immer und nicht für jeden in Frage: Erstens muss für eine sportliche Aktivität außerhalb der Wohnung eine gewisse Hemmschwelle überwunden werden, wofür bei einigen Menschen schlicht die notwendige Motivation nicht ausreicht. Zweitens fürchten manche Menschen nach einer langen Zeit ohne sportliche Aktivität eine Stigmatisierung durch ihre geringe Fitness und ihre geringere motorische Koordinationsfähigkeit, was sich wiederum negativ auf die Motivation auswirkt. Drittens können einige Menschen aufgrund von körperlichen Einschränkungen nicht mehr ohne weiteres ihre Wohnung verlassen, beispielsweise weil sie auf externe Unterstützung von Pflegekräften oder Geräten

angewiesen sind. Ein Ansatz um auch diese Menschen zu mehr Bewegung zu motivieren bietet die computergestützte Bewegungsförderung in der häuslichen Umgebung der Nutzerinnen und Nutzer. Sie kann damit als eine wesentliche und kostengünstige Komponente für ein längeres und selbstbestimmtes Leben betrachtet werden.

Eine Herausforderung bei der Entwicklung derartiger Systeme ist, diese so zu gestalten, dass sie nicht nur medizinisch sinnvoll sind, sondern sie auch gerne und regelmäßig genutzt werden. Im Hinblick auf die empfundene Nützlichkeit und die Nachhaltigkeit des Nutzens solcher Systeme ist es entscheidend, dass technologische Entwicklungen sich an menschlichen Grundmotiven orientieren (Wilkowska 2010): die grundsätzliche Wertschätzung (Hertel 2012, Rosenstiel 2009), die Bezugnahme zu Spiel, Wettkampf und Spaß (Huizinga 1939) der Appell an die intrinsische Leistungsmotivation und die Möglichkeit, Leistung zu erbringen (Brunstein und Heckhausen 2006) und ein Verstärkungssystem, mit dem der Nutzer seine eigene Leistung erleben kann und belohnt weiß (Schwarzer und Jerusalem 1982). Gerade im Bereich der Bewegungsförderung sind solche Grundmotive gut umzusetzen. Eine Grundlage um dies zu erreichen bildet das Premack-Prinzip (Premack 1959): Wird menschliches Verhalten mit einer niedrigeren Auftretenswahrscheinlichkeit mit Verhalten mit einer hohen Auftretenswahrscheinlichkeit verknüpft, so wird dies die Auftretenswahrscheinlichkeit des vormals selten gezeigten Verhaltens erhöhen. Konkret lassen sich so die als unangenehm empfundenen und daher selten praktizierten Bewegungsübungen an angenehme und daher häufig durchgeführte Verhaltensweisen koppeln. Als Kopplungsgegenstück eignen sich Spiele, da Spielen als angenehm empfunden und gern und häufig praktiziert wird (Huizinga 1939).

Das Konzept der Kopplung eines Spiels mit einer weiteren rein ernsthaften Tätigkeit ist nicht neu. Bereits 1970 wird von Abt der Begriff „*Serious Games*“ erstmalig von Abt verwendet. Abt (Abt 1987) bezog ihn generell auf Spiele mit einem ernsthaften Hintergrund und – anders als in dem hier vorgestellten Projekt – nicht auf Computerspiele. Michael und Chen definieren ein Serious Game (oder deutsch: ernsthaftes Spiel) als „ein Spiel, in dem Lernen (in allen Formen) und nicht die Unterhaltung das Hauptziel darstellt“ (Michael und Chen 2006)<sup>1</sup>.

Im Kontext von Spielen zur Bewegungsförderung hat sich der Begriff „Exergame“ als Kombination und aus „Exercise“ (engl. „*Sport treiben*“) und „game“ (engl. „*Spiel*“) durchgesetzt. Darunter werden Spiele verstanden, die Körperbewegungen der Nutzerinnen und Nutzer als Eingabe zur Steuerung des Spiels nutzen (Sinclair, J. et al. 2007). Die hierfür notwendige Technologie ist seit 2006 mit der Einführung der Spielekonsole Wii von Nintendo auch im

---

1 engl. Original: „*A serious game is a game in which education (in its various forms) is the primary goal, rather than entertainment.*“

kommerziellen Umfeld verfügbar. Die Konsole zeichnet sich durch den mitgelieferten Controller aus, der durch integrierte Sensoren die Bewegungen der Nutzerinnen und Nutzer nachvollziehen kann. Inzwischen bieten auch die Spielekonsolen Xbox 360 von Microsoft und die Playstation 3 von Sony mit Microsoft Kinect bzw. Playstation Move optionale Eingabegeräte zur Steuerung von Exergames.

Inzwischen setzen viele kommerzielle Spieleentwickler und wissenschaftliche Forschungsprojekte den Microsoft-Kinect-Sensor ein. Dieser Sensor verfügt neben einer Kamera und einem 3d-Mikrofon über einen Tiefensensor, der über zusätzliche Software die Bewegungen von einer bis sechs Personen erkennen und in ein Skelettmodell überführen kann. Im kommerziellen Bereich wird dieser Sensor einerseits von Spielen wie *Kinect Sports* (Microsoft Corporation 2013) oder *Kung Fu High Impact* (Virtual Air Guitar Company Oy 2013) verwendet, bei denen der Spielspaß im Vordergrund steht und andererseits von Titeln wie Ubisofts *Your Shape* (Ubisoft 2012), bei dem lediglich Spielkomponenten als Anreize genutzt werden, ansonsten aber normale Fitnessübungen im Vordergrund stehen. Auf wissenschaftlicher Ebene existieren Anwendungen wie GrabApple (Gao und Mandryk 2011), das wie das hier untersuchte Spiel ebenfalls auf ein Gartenszenario setzt, allerdings nicht für Ältere konzipiert wurde, sondern zur Bewegungsförderung am Arbeitsplatz eingesetzt werden soll.

Damit ein computerbasiertes Spiel zu Bewegungsförderung für Ältere aktiv genutzt wird, muss es von den Nutzerinnen und Nutzern akzeptiert werden. Hierfür identifiziert das Technology Acceptance Model (TAM) von Davis (Davis 1989) wesentliche Einflussfaktoren: Bedeutend sind dem Modell nach die wahrgenommene Leichtigkeit der Bedienung und die empfundene Nützlichkeit der Anwendung. Werden diese beiden Größen von den Nutzerinnen und Nutzern als gering bewertet, wird das Produkt nicht akzeptiert und folglich auch kaum genutzt werden. Die Optimierung dieser beiden Parameter muss also ein wesentliches Ziel sein. In diesem Artikel werden wir daher die Entwicklung eines Serious Games zur Bewegungsförderung mit Hinblick auf die Akzeptanz darstellen. Die Nutzung virtueller Spielumgebungen bieten vielfältige Möglichkeiten, die Akzeptanz zusätzlich zu steigern. Einige Beispiele hierfür und eine anschließende Validierung werden ebenfalls in diesem Artikel vorgestellt.

## 2 Ältere Menschen als Nutzer technologischer Systeme

Gerade vor dem Hintergrund der alternden Gesellschaft ist es zentral, dass die technologische Entwicklung ihre Zielgruppe versteht, richtig adressiert und die spezifischen Anforderungen feinsinnig in das technologische Design umsetzen kann (Silver 2004), da nur dann eine nachhaltige Akzeptanz und Nutzung der

Technologie erreicht wird. Die Leistungsfähigkeit moderner Informations- und Kommunikationstechnologien, ihre flächendeckende Einsetzbarkeit und die Möglichkeit, viele auch altersgerechte Services und elektronische Unterstützungssysteme bereitzustellen, weisen Informations- und Kommunikationstechnologien eine herausragende Rolle bei der Bewältigung des demographischen Wandels zu. Gerade ältere Menschen könnten in besonderem Ausmaß von modernen Technologien profitieren, hinsichtlich Mobilität (Schaar und Ziefle 2010), Kontaktmöglichkeiten (Calero Valdez et al. 2012), Unterstützung im Alltag (Beul et al. 2012, Mynatt und Rogers 2001), bei der medizinischen Versorgung (Klack et al. 2011) als auch der (sozialen) Netzbildung (Mynatt und Rogers 2001).

Dennoch stoßen ältere Menschen oft auf erhebliche Probleme im Umgang mit bestehenden Technologien und erleben Zugangsschwierigkeiten, die ihrer alltäglichen und selbstverständlichen Nutzung entgegenstehen und die Akzeptanz erschweren. Die genannten Schwierigkeiten sind dadurch bedingt, dass „Alter“ und „Altern“ in der Entwicklung der Technologien nicht angemessen umgesetzt sind (Arning und Ziefle 2007, Baltes und Baltes 1993, Dethloff 2004).

Das Alternskonzept ist – insbesondere in westlichen Kulturen – insgesamt eher negativ, vornehmlich charakterisiert durch den alterskorrelierten Rückgang von Fähigkeiten (im Vergleich zu Jüngeren). Sie betreffen sowohl die subjektive Bewertung des vorhandenen Handlungspotentials beim alternden Menschen als auch das im Alter vorhandene Potential, Neues zu lernen (Ellis und Allaire 1999). Im Selbsterleben weisen ältere Menschen eine höhere Technikangst auf (Chua et al. 1999) und schreiben sich ein geringeres Technikverständnis (Arning und Ziefle 2007) zu. Bezeichnenderweise zeigen Ältere, wenn sie mit altersgerecht gestalteten Technologien umgehen, eine mit jüngeren Nutzern vergleichbare Leistung mit dem Gerät (Arning und Ziefle 2010).

Einen diametral entgegengesetzten Zugang leistet die Konzeptualisierung des Alters im Sinne von Weisheit (Baltes und Baltes 1993): Erfolgreiches Altern bestimmt sich durch die Minimierung von Verlusten und die Maximierung von Gewinnen und stellt eine fundamentale Pragmatik dar, die das über die Lebensspanne gesammelte Wissen und Erfahrungen verbindet und damit Älteren in die Lage versetzt, vertiefte Einsichten, ausgewogene Urteile sowie fundierte Ratschläge zu komplexen, unklaren und ungewissen Problemstellungen zu geben. Dies hat eine zentrale Bedeutung im Hinblick auf die Eigenständigkeit der Lebensführung, gerade bei der medizinischen Versorgung im häuslichen Umfeld. Die Nutzung von Technologien in häuslichen Umfeld muss nicht nur in besonderem Maße altersbedingte Restriktionen und Potentiale berücksichtigen (Gaul und Ziefle 2009), sondern darüber hinaus auch die von Nutzern empfundene Sorge um die Einhaltung ihrer (familiären) Intimität, des Schutzes der Persönlichkeit und der Vertrautheit in den eigenen vier Wänden (Lahlou 2008, Ziefle 2011).

In jüngsten Studien wurde gezeigt, dass ältere Nutzer die Einfachheit der Bedienung einer Technologie als zentral bewerten (Ziefle et al. 2012), jedoch die „wahrgenommene Nützlichkeit“ für Ältere eine ungleich wichtigere Rolle spielt. Sie entscheidet darüber, ob ein älterer Mensch sich mit einer Technologie überhaupt auseinandersetzen will (Wilkowska und Ziefle 2009). Neben funktionalen Komponenten wie der Einfachheit der Bedienung und der empfundenen Nützlichkeit der Technologie spielen jedoch weitere Faktoren eine wichtige Rolle, etwa hedonische Komponenten also der Spaß im Umgang mit der Technologie, die Attraktivität des Designs und die von der Technologie vermittelte Bedeutung und Selbstwert (Ziefle und Jakobs 2010).

### **3 Motivation zur Nutzung virtueller Umgebungen**

Die Bewegungsförderung in virtuelle Umgebungen soll keineswegs generell die Bewegung im Sportclub, Fitnessstudio oder in der freien Natur ersetzen. Sie soll vielmehr eine Alternative bieten, die auch im häuslichen Umfeld genutzt werden kann. Gedacht ist sie für Menschen, die nicht ohne externe Unterstützung durch Pflegekräfte oder Technik ihre Wohnung verlassen können, oder für Menschen, die nach längerer Zeit ohne sportliche Betätigungen erst ihre Motivation zur Bewegung außerhalb aufbauen müssen und durch die Spielumgebung lernen wollen, dass Bewegung auch wieder „Spaß“ machen kann. Die Bewegungsförderung in virtuellen Umgebungen bietet nichtsdestotrotz auch wesentliche Vorzüge, einerseits im Bereich der Gestaltungsmöglichkeiten der Umgebung, andererseits durch die Nutzung der Umgebung als Testlabor zur Erforschung menschlicher Motivation.

Die Gestaltungsmöglichkeiten in virtuellen Umgebungen sind mannigfaltig: Natürlich besteht die Möglichkeit die Sportübungen auf einem virtuell dargestellten Sportplatz durchzuführen. Durch das Austauschen von Grafiken und Geräuschen und durch das Anpassen der Spielmechanik und des Leveldesigns ist es jedoch auch ebenso leicht möglich, die Übungen in einer völlig anderen Umgebung stattfinden zu lassen. Etwa wie in diesem Artikel beschrieben in einem virtuellen Obstgarten, oder aber in einer Raumstation oder einem mittelalterlichen Turnier. Die vielfältigen Möglichkeiten und die leichte Anpassbarkeit ermöglicht es insbesondere auch, die Umgebung individuell an die Nutzerpräferenzen anzupassen und unterschiedlichen Nutzern verschiedene Umgebungen anbieten zu können. Ein weiteres Beispiel für die Vorzüge virtueller Umgebungen ist die Anpassbarkeit der Spielschwierigkeit an die Fähigkeiten der Nutzerinnen und Nutzer. So werden in dem hier vorgestellten Spiel die unterschiedlichen Körpergrößen der Nutzerinnen und Nutzer virtuell angeglichen, wodurch

der Schwierigkeitsgrad der durchzuführenden Übungen trotz unterschiedlicher Voraussetzungen konstant gehalten wird (siehe Abschnitt 4.4).

Die Nutzung der virtuellen Umgebung als Labor für die Forschung ergibt sich aus der Möglichkeit, die Bewegungen und Aktivitäten der Nutzerinnen und Nutzer detailliert aufzeichnen und anschließend analysieren zu können. Dies ermöglicht einerseits die Erstellung individueller Leistungsprofile und damit die Anzeige von individuellem Feedback, andererseits können die Leistungsdaten in wissenschaftlichen Studien mit zuvor erhobenen demographischen Daten und Persönlichkeitsmerkmalen korreliert werden. Hierdurch lässt sich dann ableiten, wie Spielumgebungen für unterschiedliche Spielertypen oder verschiedene Fitnesslevel gestaltet werden müssen und wie eine Umgebung gestaltet werden kann, um besonders schwach motivierte Personen zu erreichen.

## **4 Iterative und Partizipative Entwicklung eines Serious Games zur Bewegungsförderung**

Im Folgenden wird die nutzerzentrierte Entwicklung des Spielprototypen, die Wahl des Szenarios, sowie Überlegung hinsichtlich des angestrebten Realismusgrades vorgestellt.

### *4.1 Entwicklungsmodell*

Da Fehler und die notwendigen Korrekturen umso günstiger sind, je früher sie im Entwicklungsprozess aufgedeckt werden (Nielsen 1993), wurde der Prototyp anhand eines iterativen und partizipativen Vorgehensmodells entwickelt. Unter einem iterativen Vorgehensmodell versteht man einen zyklischen Prozess, bei dem das zu entwickelnde Produkt von einem sehr groben und unvollständigen Entwurf schrittweise entwickelt und regelmäßig evaluiert wird, um kontinuierlich Anregungen für die weitere Entwicklung zu erhalten. In einem partizipativen Entwicklungsmodell werden darüber hinaus die Evaluationen mit potentiellen Nutzerinnen und Nutzern des späteren Produkts durchgeführt und nicht nur mit den Entwicklern des Produkts oder mit anderen Experten. Durch die Integration echter Nutzerinnen und Nutzern können etwaige Schwierigkeiten in der Nutzbarkeit und der Akzeptanz einer Anwendung rechtzeitig aufgedeckt und frühzeitig korrigiert werden. Um dabei nicht nur die tatsächliche Nutzbarkeit für ältere Spieler sicherzustellen, sondern auch die geforderten Bewegungsabläufe medizinisch sinnvoll zu gestalten, flossen darüber hinaus Erkenntnisse aus Experteninterviews mit Spezialisten aus den Bereichen Physiotherapie und Sportmedizin in den Entwicklungsprozess ein.



## 4.2 *Szenario und Spielkonzept*

Ausgehend von der Anforderung eine spielbasierte Anwendung zur Bewegungsförderung zu entwickeln und zu testen, wurde zunächst ein geeignetes Spielszenario identifiziert. In (De Schutter und Vandenameele 2008) werden Anforderungen Älterer an Spiele identifiziert: Zentral sind demnach eine geeignete Kernaktivität, die Anbindung an Andere, Entwicklungsmöglichkeiten, sowie die Möglichkeit nicht nur für sich, sondern auch für andere etwas zu tun. Zunächst wurde eine geeignete Kernaktivität identifiziert, um die ein ansprechendes Spiel gestaltet werden sollte. In späteren Entwicklungsstufen wird die Anwendung um die weiteren Anforderungen Älterer ergänzt, beispielsweise die Anbindung weiterer Spielerinnen und Spieler. Als mögliche Kernaktivitäten eignen sich nach (De Schutter und Vandenameele 2008) Themen, die ohnehin gerne von den Älteren durchgeführt werden. Da viele Älteren gerne im Garten arbeiten, wird eine Gartenumgebung als Spielfeld gewählt, in der verschiedene Tätigkeiten spielerisch durchgeführt werden sollen. Diesen Ansatz wurde auch von anderen Spielprototypen für junge und ältere Spieler erfolgreich verfolgt (Gao und Mandryk 2011, Gerling et al. 2012).

Der Spielprototyp besteht derzeit aus drei Spielszenen bzw. Spiellevels, die sequentiell durchlaufen werden: Die ersten beiden Level dienen dem Verständnis des Spielkonzeptes und dem Erlernen der notwendigen Bewegungsgesten: Während der Spieler im ersten Level Äpfel von den Bäumen pflückt, besteht im zweiten Level die Aufgabe darin, Karotten aus dem Boden zu ziehen. Somit unterstützt der Prototyp in einem ersten Schritt zwei im Alltag häufig verwendete Bewegungsabläufe: Die Streckbewegung (Äpfel pflücken) und die Beugebewegung (Karotten ziehen). Im dritten und derzeit letzten Level muss der Spieler in zufälliger Reihenfolge sowohl Äpfel von den Bäumen pflücken, wie auch Karotten aus dem Boden ziehen. Natürlich sind zukünftig weitere Level mit weiteren zu trainierenden Bewegungen angedacht.

## 4.3 *Papierprototyp*

Nachdem das grobe Spielszenario definiert wurde, wurde das Spiel zunächst als Papierprototyp realisiert, um erstes Feedback von möglichen Nutzerinnen und Nutzern zu gewinnen. Die Methode der Papierprototypen bietet nach Snyder (Snyder 2003) die Vorzüge, dass frühzeitig und kostengünstig Feedback von den Nutzerinnen und Nutzern gesammelt werden kann und verschiedene Designalternativen gegenüber gestellt werden können. Die frühe Entwicklung von funktionsfähigen Softwareprototypen hingegen ist einerseits erheblich kostenintensiver, andererseits fällt die Kritik an fundamentalen Designfehlern häufig deutlich verhaltener aus, da Nutzerinnen und Nutzer den in die Entwicklung investierten Aufwand bei der Artikulation von Lob und Kritik berücksichtigen. In dem Proto-



typ des Spiels sehen die Nutzerinnen und Nutzer einen Apfelbaum, an dem eine gewisse Anzahl an Äpfeln hängen (vgl. Abbildung 1). Die Aufgabe der Nutzerinnen und Nutzer ist es nun, durch die Greifbewegungen Äpfel einzusammeln und durch die Bückbewegung in einem Obstkorb abzulegen.



Abbildung 1: Erster Papierprototyp des Spiels.

Der Papierprototyp wurde mit sieben Probanden beider Geschlechter im Alter zwischen 59 und 70 Jahren, sowie mit vier jüngeren Probanden (im Alter zwischen 20 und 25 Jahren) getestet. Generell wurde das Spielkonzept und dessen Aufbereitung als gut angesehen. Bereits in diesem Entwicklungsstadium wurden durch die Probanden Vorschläge unterbreitet, wie das Spiel nachhaltig interessant gestaltet werden kann, beispielsweise dadurch, dass in fortgeschrittenen Spielrunden Hindernisse und zusätzliche Aufgaben eingeführt werden.

#### 4.4 Funktionaler Prototyp

Der funktionale Prototyp des Spiels wurde in der Spiel- und Grafikengine „Unity“ ([www.unity3d.com](http://www.unity3d.com)) umgesetzt. Diese Engine bietet neben der Realisierung dreidimensionaler Spielwelten und einfachem Zugriff auf häufig genutzte Algorithmen (z.B. Kollisionserkennung für Spielobjekte) eine Entwicklungsumgebung, die das schnelle und relativ kostengünstige Erstellen von ersten funktionalen Prototypen ermöglicht. Ähnlich einem visuellen Editor für dreidimensionale Grafiken lassen sich in der Unity-Entwicklungsumgebung die verschiedenen Spielszenen aus einfachen 3d-Objekten und importierten 3d-Modellen zusammensetzen. Über eine Programmiersprache werden dann das Verhalten und Zusammenspiel der einzelnen Objekte festgelegt. Im Falle unseres Prototypen

konnten wir so das grundlegende Level-Design, die Positionierung der Bäume, des Ablagekorbes und der Spielfigur im visuellen Editor vornehmen um die Szenen dann per Programmcode mit Leben zu füllen.



Abbildung 2: Erster funktionaler Prototyp des Spiels „Obstsalat“.

Sowohl das gesamte Interaktionskonzept, als auch das generelle Design der Spielszenen ist dabei den im Vorfeld bestimmten Wünschen und Bedürfnissen der Nutzerinnen und Nutzer angepasst. So lässt sich der Prototyp beispielsweise ausschließlich mit Gesten steuern und verzichtet in diesem Entwicklungsstadium gänzlich auf klassische Bedienelemente wie Schaltflächen und Eingabefelder. Darüber hinaus wurde in Bezug auf das grafische Design darauf geachtet, möglichst einfache Texturen mit einem farblich hohen Sättigungsgrad zu verwenden. Das daraus resultierende, comic-anmutende Grafikdesign bietet hohe optische Kontraste und klare Objektkanten (vgl. Abbildung 2). Eine Darstellungsform, die auch Nutzern mit reduzierter Sehfähigkeit eine problemlose Interaktion mit dem System ermöglichen soll. Weiter wurde im Bereich des auditiven Feedback auf die Nutzung hochfrequenter Klanganteile verzichtet, da die Fähigkeit diese wahrzunehmen im Alter stark abnimmt (Hesse 2003). Da der Alterungsprozess und die daraus resultierenden Veränderungen von Mensch zu Mensch sehr unterschiedlich ausgeprägt sein können, kann das Spiel außerdem jederzeit pausiert werden. Für die Motivation des Spielers ist es wichtig, dass die zu absolvierenden körperlichen Übungen weder über- noch unterfordernd ausfallen. Durch die Pause-Funktion hat jeder Spieler die Möglichkeit das Spieltempo und damit die körperliche Belastung auf seine Fähigkeiten abzustimmen.

Als Spielfigur dient ein humanoides 3d-Modell, welches intern über ein Skelettmodell verfügt. Dieses Modell bietet 20 Stützpunkte, die mit den für die Bewegung wichtigsten Gelenken vergleichbar sind. Über eine Programmschnittstelle werden während des Spiels die Daten des über den Kinect-Sensor erkannten Spieler-Skeletts mit dem Skelettmodell der Spielfigur gekoppelt. Auf diese Weise sind die Bewegungen der Figur im Spiel identisch mit den Bewegungen des Spielers. Dies ermöglicht dem Spieler eine weitgehend intuitive Interaktion mit der virtuellen Spielwelt.

Berücksichtigt werden muss die unterschiedliche Körpergröße der Spieler. Um sicherzustellen, dass die Körpergröße der Nutzerinnen und Nutzer keinen Einfluss auf den Schwierigkeitsgrad des Spiels hat und alle Nutzer die gleichen Chancen auf einen Platz in der Bestenliste haben, werden die über den Kinect-Sensor empfangenen Positionen der Skelettstützpunkte auf das einheitliche Modell der Spielfigur normiert. Die zu Beginn des Spiels durchzuführende Bestätigungsgeste dient somit nicht zuletzt auch der Kalibration dieser Normierungsfunktion. Diese Technik wird in virtuellen Umgebungen häufig eingesetzt und ist insbesondere für das Greifen und Manipulieren von Objekten in 3d-Umgebungen geeignet (Poupyrev und Ichikawa 1999). Im Abschnitt 5.2.6 wird die Wirksamkeit dieser Normierung untersucht.

## 5 Evaluation

In einem letzten Schritt gilt es nun zu überprüfen, ob der entwickelte Prototyp von den Nutzern akzeptiert wird, ob die Spieldurchführung einfach umzusetzen ist und ob das Spiel den erhofften Spaß und Nutzen bringt. In mehrstufigen Nutzerstudien wurde die Usability und die Spieleleistung quantitativ überprüft und mit qualitativen Daten, die in Form offener und halb-standardisierter Interviews erhoben wurden, angereichert (Courage und Baxter 2005). In diesem Abschnitt werden der Ablauf des Experiments, die erhobenen Variablen und die Ergebnisse der Nutzerstudie vorgestellt.

### 5.1 Experiment und betrachtete Variablen

Zur Bewertung des ersten funktionalen Prototyps von „ObstSalat“ haben Versuchspersonen die ersten drei Level des Spiels gespielt, wobei vor und nach dem Experiment ein Fragebogen mit demographischen Angaben, psychometrischen Tests und der Bewertung des Spiels durch die Probanden ausgefüllt wurde (Pre/Post-Design). Die Versuchspersonen wurden durch persönliche Kontakte und durch Ansprache eines Arztes gewonnen. Zur Sicherung der ökologischen Validität der Erhebung, wurden Teile des Experiments in einer orthopädischen

Praxis durchgeführt. In Abbildung 3 sieht man eine Nutzerin bei der Interaktion mit dem Spielprototyp in einer Praxis für Orthopädie.



*Abbildung 3:* Nutzerin bei der Interaktion mit dem Spiel in einer Arztpraxis.

Zur Abschätzung ob das Spiel später akzeptiert und auch genutzt werden würde, wurde das Technology Acceptance Model (TAM) von Davis herangezogen (Davis 1989, Venkatesh et al. 2003). Nach diesem Modell sind wesentliche Indikatoren für die Akzeptanz eines Produkts die wahrgenommene Leichtigkeit der Bedienung und die empfundene Nützlichkeit der Anwendung.

Als unabhängige Variablen werden das Geschlecht, das Alter und die Kontrollüberzeugung im Umgang mit Technik (s.u.) erhoben. Als abhängige Variablen wurden u.a. die Bewertung des Spiels, der Spaß beim Spielen und die Einfachheit der Steuerung des Spiels erfasst. Darüber hinaus wurde die Geschwindigkeit beim Greifen von Objekten während des Spielens über eine Analyse der Logfiles erhoben. Zusätzlich wurde vor und nach dem Spiel der subjektive Schmerzlevel und das subjektive Anstrengungsniveau der Probanden erfasst.

Die im Folgenden dargestellten Ergebnisse geben lediglich einen Teil der durchgeführten Studie wieder. Eine tiefergehende Analyse, die sich beispielsweise auch unterschiedlichen Spielertypen widmet, findet sich in (Brauner et al. 2013).

## 5.2 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Untersuchung vorgestellt und mit statistischen Methoden darauf hin untersucht, ob sie zufälliger oder systematischer Natur sind. Hierzu stellt man in der empirischen Forschung einerseits die Mittelwerte und die Streuung der untersuchten Variablen und andererseits die Ergebnisse verschiedener statistischer Verfahren und Tests dar. Eine ausführliche Beschreibung über die Hintergründe zu den hier genutzten Auswertungsmethoden und wie die genannten Werte zu lesen sind findet sich in (Bortz und Döring 2006). Genannt werden im Folgenden die Mittelwerte einer Variable (häufig allgemein bezeichnet mit  $M$  oder über den Variablennamen  $Var$ ) und die Standardabweichung ( $SD$ ) als Maß der Streuung bzw. als Maß der Stabilität der gemessenen Variable. Ferner wird der Korrelationskoeffizient  $r$  genannt, der zwischen  $-1$  (starker negativer Zusammenhang),  $0$  und  $+1$  (starker positiver Zusammenhang) den Zusammenhang zwischen zwei Variablen beschreibt. Ergänzend werden mit uni- und multivariaten Varianzanalysen und dem  $\chi^2$ -Test (Chi-Quadrat) getestet, ob ein Faktor (z.B. die Zugehörigkeit zu einer Altersgruppe) statistisch bedeutsame (signifikante) Unterschiede hervorruft. Hierbei wird einerseits die für Fachexperten zur Überprüfung der Ergebnisse relevante Teststatistik (z.B.  $F(1,69)=18.978$ ) angegeben und andererseits ob es sich bei einem Unterschied um einen statistisch bedeutsamen (*sig.* für signifikant) oder statistisch unbedeutsamen Befund handelt (*n.s.* für nicht signifikant), der nicht auf die untersuchten Faktoren zurückführbar ist. Ausschlaggebend hierfür ist die Über- oder Unterschreitung des gewählten Signifikanzniveaus von bspw. 5%, also einer akzeptierten Fehlerwahrscheinlichkeit des Tests. Diese Fehlerwahrscheinlichkeit und die Über- oder Unterschreitung dieser Schwelle wird ebenfalls in der Teststatistik genannt (e.g.  $p=.550 > .05$ , *n.s.*). Die genannte Anzahl an Fällen (Versuchsteilnehmer) oder Anzahl der Freiheitsgrade bei den statistischen Tests kann über den Ergebnisteil variieren. Dies ist darauf zurückzuführen, dass einige Versuchsteilnehmer nicht alle Fragen beantwortet haben.

Die erhobenen Daten wurden mit bivariaten Korrelationen,  $\chi^2$ -Tests, Uni-Multivariatenvarianzanalysen (ANOVA/MANOVA) auf statistische Signifikanz hin untersucht, wobei ein Signifikanzniveau von  $\alpha=.05$  zugrunde gelegt wurde. Pillai- $F$  wurde für die Signifikanz des Omnibus  $F$ -Tests der MANOVAs verwendet. Im Folgenden wird zuerst die Stichprobe beschrieben, anschließend wird der Einfluss des Alters, des Geschlechts und der Technikexpertise analysiert.

### 5.2.1 Beschreibung der Stichprobe

An der Untersuchung nahmen insgesamt 71 Personen teil (35 Männer und 36 Frauen). Das Alter war gleichmäßig verteilt und reichte von 20 bis 86 Jahren.

Um den Einfluss des Alters betrachten zu können, wurden die Teilnehmer anhand ihres Alters in drei Versuchsgruppen eingeteilt: In der Gruppe *Jung* werden die 21 Probanden bis 30 Jahre zusammengefasst. Die Gruppe *Mittel* besteht aus den 29 Probanden zwischen 30 und 65 Jahren. Die Gruppe *Alt* versammelt die 21 Probanden mit einem Alter von 65 und mehr. Es besteht kein Zusammenhang zwischen Geschlecht und den Altersgruppen ( $\chi^2(2, n=71) = 2.914, p = .233 > .05$ ).

### 5.2.2 Generelle Bewertung des Spiels

Der Spielprototyp wird von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern sehr positiv bewertet. Alle Probanden (100%,  $n=70$ ) fanden das Spiel verständlich und hatten keine Schwierigkeiten den virtuellen Avatar im Spiel zu steuern. Ebenso geben 94% ( $n=66$ ) der Nutzer an, dass ihnen das Spielen Spaß gemacht hat. Gleichermaßen geben 78% der Probanden an, dass sie das Spiel gerne erneut spielen möchten (vgl. Abbildung 4).

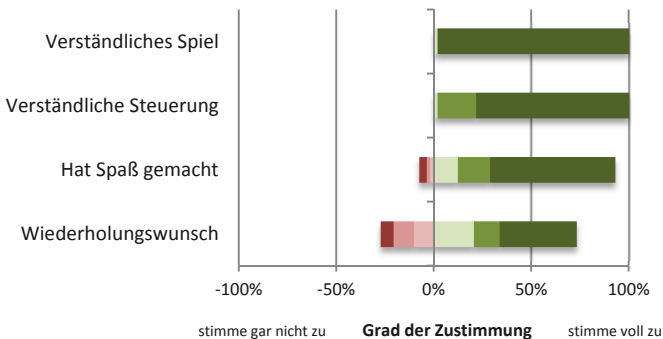


Abbildung 4: Generelle Bewertung des Spiels.

Ein Indikator für die Wirksamkeit des Spiels liefert die Betrachtung des subjektiven Schmerzempfindens und des subjektiven Anstrengungsniveaus der Studienteilnehmer, die jeweils vor und nach der Interaktion mit dem Spiel erfasst wurden. Im Durchschnitt über alle Versuchsteilnehmer sank der Schmerzlevel von 0.69 um 0.32 auf 0.37 Punkte (Skala von 0 bis 5) signifikant ( $F(1,66)=17.007, p=.000, <.05, sig.$ ). Der Schmerzlevel blieb mit 1.43 (vorher) und 1.41 (nachher) Punkten (Skala 0 bis 5) nahezu unverändert ( $F(1,69)=.004,$

$p=.950$ , *n.s.*). Die Veränderung von subjektiven Schmerz- und Anstrengungsniveau findet sich in Abbildung 5.

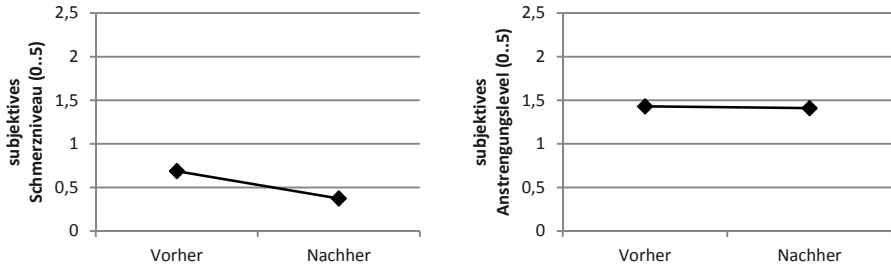


Abbildung 5: Veränderung des subjektiven Schmerzempfindens und der subjektiven Anstrengung vor und nach dem Spiel.

Um einen tieferen Einblick in die Faktoren zu bekommen, die für eine gute Bewertung des Spiels, einen hohen Wiederholungswunsch und eine hohe Spielleistung ausschlaggebend sind, wird in den folgenden Abschnitten der Einfluss des Geschlechts, des Alters und der Technikexpertise untersucht. Die generelle Bewertung des Spiels war außerordentlich positiv, daher werden nur abhängige Variablen betrachtet, die eine hinreichend große Varianz aufweisen.

### 5.2.3 Einfluss des Geschlechts

Das Spiel wurde von Männern wie Frauen gleichermaßen als sehr positiv bewertet ( $F(1,43) = .998$ ,  $p=.323 > .05$ , *n.s.*). Im 1. Level des Spiels unterschied sich die Geschwindigkeit von Männern und Frauen signifikant ( $F(1,69)=4.168$ ,  $p=.045 < .05$ , *sig.*), wobei Männer mit  $M=.18$  Objekten pro Sekunden ( $SD=.07$ ) schneller waren als die Frauen mit  $M=.14$  Objekten pro Sekunde ( $SD=.06$ ). Der Spielspaß ( $F(1,68)=1.131$ ,  $p=.291 > .05$ , *n.s.*), der Wiederholungswunsch ( $F(1,68)=.277$ ,  $p=.601 > .05$ , *n.s.*) und die Frage, ob die Nutzung des Spiels die Bewegungsmotivation fördert ( $F(1,67)=2.779$ ,  $p=.124 > .05$ , *n.s.*), ist unabhängig vom Geschlecht.



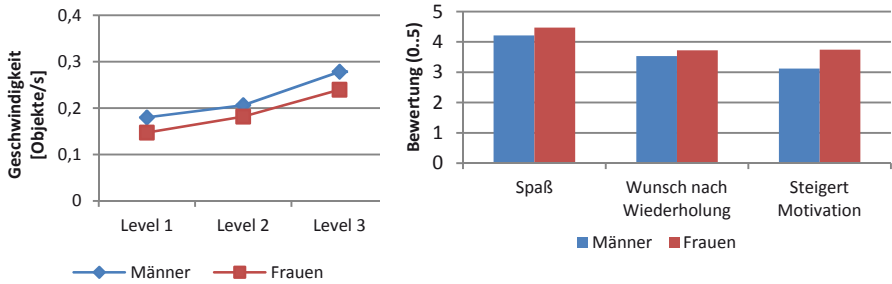


Abbildung 6: Geschwindigkeitsvergleich zwischen Männern und Frauen, Unterschiede in der Spielbewertung zwischen Männern und Frauen.

Das Geschlecht der Probanden hat keinen Einfluss auf die Entwicklung der subjektiven Schmerzen, da der subjektive Schmerzlevel vor und nach dem Spiel gleichermaßen bei Männern und Frauen sinkt ( $F(1,65)=.257, p=.614 > .05, n.s.$ ). Jedoch entwickelt sich das subjektive Anstrengungsniveau zwischen Männern und Frauen signifikant unterschiedlich ( $F(1,66)=4.532, p=.037 < .05, sig.$ ). Männer fühlen sich mit 1.66 Punkten nach dem Spiel angestregter als vor dem Spiel (1.20 Punkte), wohingegen die subjektive Anstrengung der Frauen von 1.66 Punkte auf 1.17 Punkte sinkt (vgl. Abbildung 7).

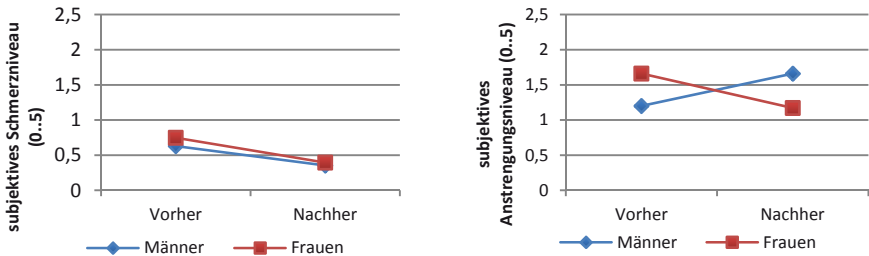


Abbildung 7: Subjektive Schmerzen (links) und Anstrengung (rechts) vor und nach dem Spielen.

### 5.2.4 Einfluss des Alters

Wie erwartet, beeinflusst das Alter der Probanden signifikant die Spielgeschwindigkeit ( $r(70)=.559, p<.001 < .05$ ): Jüngere Probanden spielten schneller als Probanden mit höherem Alter. Im arithmetischen Mittel griffen die Teilnehmer der jungen Gruppe  $M=0.30$  ( $SD=1.16$ ) die Spielobjekte (Äpfel oder Karotten) im dritten Level des Spiels, wohingegen die Versuchspersonen der alten Gruppe mit  $M=0.15$  ( $SD=.26$ ) Objekten pro Sekunde nur etwa halb so schnell waren. Die Versuchspersonen der mittleren Altersgruppe erreichten  $M=0.26$  ( $SD=.86$ ) Objekte pro Sekunde und lagen damit in ihrer Spielgeschwindigkeit zwischen den beiden Altersextremen. Die Differenz in den Geschwindigkeiten zwischen den Altersgruppen ist signifikant ( $F(2, 68)=12.886, p=.000 < .05, sig.$ ). Ein post-hoc-Test zeigt, dass die Geschwindigkeit der Gruppe der Älteren sich signifikant von beiden jüngeren Gruppen unterscheidet (vgl. Abbildung 8, links).

Die Bewertung des Spielspaß unterscheidet sich signifikant zwischen den drei Altersgruppen ( $F(2,67) = 3.14, p = .049 < .05, sig.$ ), wobei die Älteren mit  $M=4.8$  von 5.0 Punkten mehr Spaß am Spiel hatten als die mittelalte ( $M=4.3$ ) und die junge Gruppe ( $M=4.0$ ). Ebenso zeigt sich, dass die Älteren das Spiel eher erneut spielen möchten ( $M=4.4$ ) im Vergleich zu den beiden jüngeren Altersgruppen (mittelalt ( $M=3.6$ ) und jung ( $M=3.6$ ),  $F(2, 67) = 3.74, p = .029 < .05, sig.$ ). Im Hinblick auf die empfundene Spielschwierigkeit und die Frage, ob das Spiel die Bewegungsmotivation steigert ergaben sich keine signifikanten Unterschiede (n.s.).

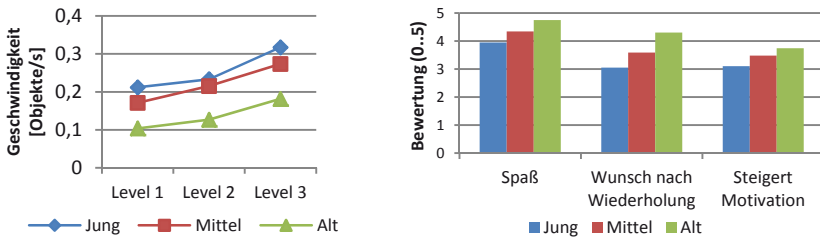


Abbildung 8: Vergleich von Geschwindigkeit (links) und Spielbewertung (rechts) in Abhängigkeit der Altersgruppe.

Das subjektive Schmerzniveau entwickelt sich über die drei Altersgruppen signifikant unterschiedlich ( $F(1,64)=3.859, p=.026<.05, sig.$ ). In allen drei Altersgruppen sinkt der subjektive Schmerzlevel. In der jungen Gruppe sinkt er von

0.43 um 0.07 auf 0.36 Punkte. In der mittleren Gruppe von 0.55 um 0.31 auf 0.24 Punkte. Beachtenswert ist, dass der Abfall der subjektiven Schmerzen bei der Gruppe der alten Spieler von 1.22 um 0.61 auf 0.61 Punkte am stärksten ist (vgl. Abbildung 9, links).

Die Entwicklung der subjektiven Anstrengung verläuft zwischen der jungen und der alten Altersgruppe diametral, auch wenn sich die Gruppen nicht signifikant unterscheiden ( $F(1,67)=.681, p=.076 >.05, n.s.$ ). Die subjektive Anstrengung der Alten nimmt von 1.4 um 0.6 auf 0.8 Punkte ab, wohingegen die Anstrengung der jungen Gruppe von 1.4 um 0.7 auf 2.1 Punkte zunimmt (vgl. Abbildung 9, rechts). Im Vergleich dazu verändert sich der Anstrengungslevel der mittleren Altersgruppe von 1.48 auf 1.34 Punkte kaum.

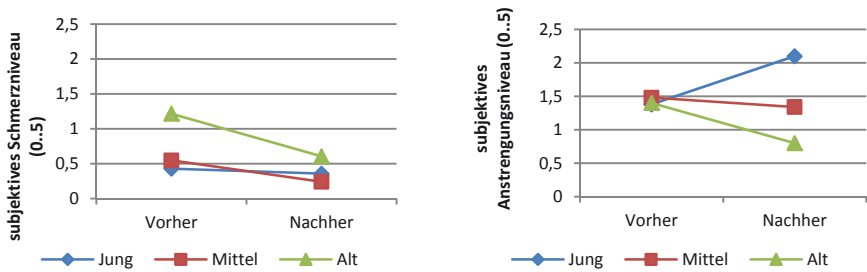


Abbildung 9: subjektiver Schmerz (links) und Anstrengung (rechts) vor und nach dem Spielen.

### 5.2.5 Einfluss der Technikexpertise

In vielen Studien hatte sich gezeigt, dass die Kontrollüberzeugung im Umgang mit Technik (KUT) (Beier 1999) – populärwissenschaftlich in etwa das Selbstvertrauen im Umgang mit Technik – einerseits stark mit der Technikexpertise korreliert ist und andererseits einen enormen Einfluss auf die Nutz- und Lernbarkeit technischer Geräte und Anwendungen hat (Arning und Ziefle 2007, Brauner et al. 2013, Brauner et al. 2010). Bislang war unklar, inwieweit das erlebte Selbstvertrauen sich auch in diesem spielerischen Kontext auswirkt. Es zeigt sich, dass die Kontrollüberzeugung im Umgang mit Technik auch hier einen signifikanten und deutlichen Einfluss auf die Geschwindigkeit im Spiel ( $F(1,69)=4.935, p=.030 <.05, sig.$ ) ausübt. Probanden mit hoher Kontrollüberzeugung mit Umgang mit Technik etwa konnten doppelt (!) so schnell die geforderten Objekte greifen, wie die Probanden mit niedriger Kontrollüberzeugung im Umgang mit Technik.

Interessant ist, dass sich die Bewertung des Spiels zwischen den Probanden mit hoher und niedriger Kontrollüberzeugung ebenfalls signifikant unterscheidet ( $F(1, 43) = 4.467, p=.040 < .05, sig.$ ), wobei die Nutzerinnen mit niedriger Kontrollüberzeugung das Spiel mit durchschnittlich 3.7 von maximal 5 Punkten besser bewerteten als die Gruppe mit hoher Kontrollüberzeugung (3.0 Punkte).

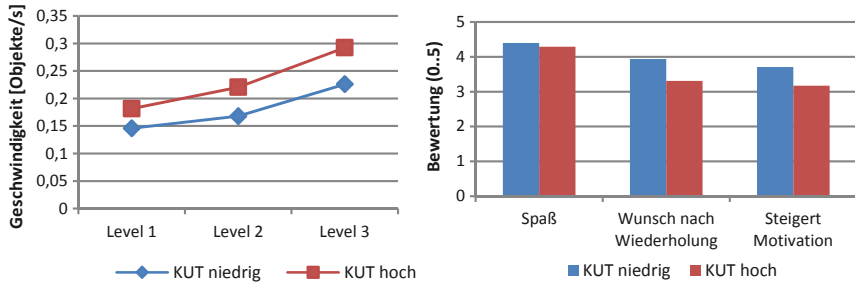


Abbildung 10: Spielgeschwindigkeit (links) und Spielbewertung (rechts) in Abhängigkeit der Kontrollüberzeugung im Umgang mit Technik.

### 5.2.6 Einfluss der Körpergröße

In Abschnitt 4.4 wird erläutert, dass das Spiel die unterschiedlichen Körpergrößen seiner Nutzerinnen und Nutzer normiert, um unabhängig von der Körpergröße eine konstante Schwierigkeit und damit möglichst auch eine konstante Bewertung des Spielspaßes und der Nützlichkeit zu gewährleisten. Diese Normierung hat die gewünschte Wirkung erzielt, da kein signifikanter Einfluss der Körpergröße auf die Geschwindigkeit im Spiel festgestellt wurde ( $r(70)=-.203, p=.092 > .05, n.s.$ ). Ebenso wirkt sich die Körpergröße nicht auf die Spielbewertung ( $r(70)=.166, p=.17 > .05, n.s.$ ) und den Wunsch eines wiederholten Spielens aus ( $r(70)=-.066, p=.587 > .05, n.s.$ ).

### 5.3 Qualitative Erhebung und Befunde

Parallel zu der oben beschriebenen Fragebogenstudie haben wir die Untersuchung um qualitative Komponenten angereichert, um – jenseits der rein quantifizierbaren Leistung – vertiefte Einsichten in das Erleben und Verhalten der Probanden während des Spiels zu erhalten. Zum einen wurden die Nutzerinnen und Nutzer bei der Interaktion mit dem Spiel beobachtet, zum anderen wurden vor und nach dem Spiel über halb-standardisierte Interviews ergänzende Einschätzungen der Probanden hinsichtlich Serious Games zur Bewegungsförderung abgefragt.

Aus den Beobachtungen und Interviews konnten wir ableiten, dass die im Spiel integrierte Pausenfunktion (aktiviert durch das horizontale Ausstrecken der

Arme) von einigen und hier insbesondere den älteren Probanden als „verwirrend“ empfunden wurde und kein einziges Mal intentional aktiviert wurde. Die Pausenfunktion war in das Spiel integriert worden, um es gerade den Älteren zu ermöglichen, das Spiel zwischenzeitlich anzuhalten und sich zu erholen, ohne dass der Punktestand vermindert wird. Auch hier zeigt sich die Nützlichkeit und Notwendigkeit der Abstimmung des Spieldesigns mit der Zielgruppe. Offenbar wird diese Funktion jedoch bei den maximal 2 bis 3 Minuten langen Spielzeiten als nicht notwendig erlebt.

Insgesamt wurde das Spiel, die Implementierung und die Möglichkeit, sich an der iterativen Produktentwicklung aktiv zu beteiligen als höchst positiv erlebt. Sowohl die jüngeren als vor allem die Älteren waren von der Idee und der Umsetzung begeistert und haben während des Spiels mit Verve und Begeisterung „Obst gepflückt“. Die hohe Zustimmung zur Frage, ob die Probanden das Spiel ein weiteres Mal spielen würden und auch jenseits des Experimentes daheim mit Freunden und Enkeln zu spielen, zeigt, wie sehr technische Entwicklungen, die gesundheitsförderliche Wirkung haben, dann akzeptiert und geschätzt werden, wenn sie im Sinne des Nutzers entwickelt wurden und Spiel und Spaß bringen.

## **6 Diskussion, Zusammenfassung und Ausblick**

In diesem Artikel wurde dargestellt, dass Serious Games ein geeigneter Ansatz sind, um den durch den demographischen Wandel verursachten explosionsartig wachsenden Kosten im Gesundheitssystem effektiv begegnen zu können. Hier-von ausgehend wurde mit einem iterativen Vorgehensmodell nutzerzentriert und partizipativ ein Serious Game zur Bewegungsförderung für Ältere entwickelt. In mehreren Schritten wurde ausgehend vom Konzept über Papierprototypen ein lauffähiger Softwareprototyp realisiert. In regelmäßigen Abschnitten wurden einerseits Fachexperten und andererseits potentielle Nutzerinnen und Nutzer in den Entwicklungsprozess einbezogen. Deren Anregungen und Kritik flossen stetig in Verbesserungen des Spielkonzepts, der Steuerung oder der graphischen Darstellung ein.

Der derzeitige Prototyp wurde in einer auf dem Technologieakzeptanzmodell von Davis (Davis 1989) aufbauenden Nutzerstudie mit 71 Personen unterschiedlichen Alters untersucht. Die Ergebnisse dieser ersten Bewertungsstudie sind vielversprechend. Wir konnten zeigen, dass die Nutzung des Prototyps allen Probanden Spaß gemacht hat und dass der Prototyp generell gut bewertet wurde. Unabhängig von Alter, Geschlecht und körperlicher Fitness stuften alle Probanden das Spiel, die Steuerung des virtuellen Avatars über den Bewegungssensor und das Greifen bzw. Bücken nach Obst als leicht verständlich ein. Ebenso gaben alle Probanden an, dass ihnen das Spiel Spaß gemacht hat. Insbesondere

wünschte sich die deutliche Mehrheit, das Spiel erneut zu spielen. Interessanterweise ist es gerade die ältere Gruppe, die diesem spielerischen Ansatz die beste Bewertung gibt, was auf drei maßgebliche Komponenten zurückgeführt werden kann: (1) Leistungsmotivation und Spaß am Spiel ist eine altersinvariante Eigenschaft, die bislang – durch das Ausscheiden am aktiven Arbeitsleben – bislang nicht systematisch unterstützt wird. Hier eröffnen sich große Potentiale, nicht nur durch die Unterstützung der körperlichen Fitness im Alter, sondern dadurch, dass intrinsische kognitive und emotionale Wettbewerbskomponenten, die das Spiel vermittelt, weiter aktiviert bleiben. (2) Die Möglichkeit, das Spiel intra- und intergenerational zu spielen, ist eine weitere Facette, die die Älteren wertschätzen. Auch wenn in dem hier vorgestellten Prototyp die Senioren das Spiel ohne Mitspieler gespielt haben, wurde mehrfach der Wunsch geäußert, das Spiel mit anderen Senioren und Enkelkindern kollaborativ zu spielen. Damit wird die Funktion des Prototyps – Steigerung der Bewegungsmotivation im Alter – um die Komponente lebenslanges Lernen und intergenerationale Kommunikation erweitert. (3) Umgang mit moderner Informations- und Kommunikationstechnologie. Das weitverbreitete Vorurteil, dass ältere Menschen kein Interesse und keine Begeisterung für moderne Technologien haben, überdies keine Freude an elektronisch vermittelten Systemen haben und Angst im Umgang mit Technik, konnte hier eindrucksvoll widerlegt werden. Damit wurde ein weiteres Mal gezeigt, dass Technologie, wenn sie mit der Zielgruppe entwickelt wird und jenseits funktionaler auch hedonische Komponenten umsetzt, ein großes Potential an Leistungsmotivation, Freude und Begeisterung freizusetzen in der Lage ist.

Ausgehend von den Ergebnissen dieser Nutzerstudie werden in der nächsten Entwicklungsiteration weitere Verbesserungen vorgenommen: Einerseits werden weitere Spiellevel mit ansteigendem Schwierigkeitsgrad integriert, um einen längeres und vielseitigeres Spielen zu ermöglichen. Andererseits werden wir das Spiel in dem Ambient Assisted Living Lab der RWTH Aachen University (Ziefle 2010) integrieren und prüfen, wie gut sich derartige Spiele tatsächlich in das häusliche Umfeld integrieren lassen und unter welchen Voraussetzungen das Spiel von den Nutzerinnen und Nutzern optimal genutzt wird.

Ferner werden weitere Studien zeigen müssen, ob es neben der reinen Bewegungsförderung noch weitere Einsatzbereiche für derartige Serious Games gibt. So lässt der starke Zusammenhang zwischen physischer Fitness und kognitiver Fähigkeiten vermuten, dass ein Spiel wie „ObstSalat“ als ein Baustein in der Therapie von Alzheimer oder Demenz eingesetzt werden kann (Heyn et al. 2004).

Eine positive Wirkung des Spiels auf das körperliche Wohlbefinden konnte bereits in der hier vorgestellten Studie gezeigt werden: Das subjektive Schmerzniveau der Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Studie nahm durch das Experiment ab – unabhängig von Geschlecht und Alter. Insbesondere ist festzustellen,

dass die Gruppe der Spieler über 65 Jahre die stärkste Verbesserung des körperlichen Wohlbefindens zeigt.

## Danksagungen

Die Autoren danken allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern der verschiedenen Prototyping-Sitzungen, sowie der Nutzerstudien. Ebenso möchten wir unseren besonderen Dank unseren engagierten Studierenden Tatjana Hamann, Janina Schellartz, Chen Tao, Ralf Philipsen, Nedim Süzen und Martin Moos aussprechen, die uns bei der Entwicklung, den Prototyping-Sitzungen oder den Nutzer-tests unterstützt haben. Ebenso danken wir Herrn Dr. Rausch, der uns seine Praxis für die Studie zur Verfügung stellte und uns maßgeblich bei der Gewinnung von Probanden unterstützt hat.

## Literaturverzeichnis

- Abt, C.C. (1987): *Serious Games*. Madison Books.
- Arning, K.; Ziefle, M. (2010): *Ask and You Will Receive*. In: *International Journal of Mobile Human Computer Interaction*. Bd. 2, Nr. 1, S. 21–47.
- Arning, K.; Ziefle, M. (2007): *Understanding age differences in PDA acceptance and performance*. In: *Computers in Human Behavior*. Bd. 23, Nr. 6, S. 2904–2927.
- Baltes, P.B.; Baltes, M.M. (1993): *Successful aging: Perspectives from the behavioral sciences*. Cambridge University Press.
- Beier, G. (1999): *Kontrollüberzeugungen im Umgang mit Technik [Locus of control when interacting with technology]*. In: *Report Psychologie*. Bd. 24, Nr. 9, S. 684–693.
- Beul, S. et al. (2012): *How to bring your doctor home. Designing a telemedical consultation service in an Ambient Assisted Living Environment*. In: Duffy, V. (Hrsg.): *Advances in Human Aspects of Healthcare*. CRC Press.
- Bortz, J.; Döring, N. (2006): *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. Heidelberg: Springer.
- Brauner, P. et al. (2013): *Human Factors in Supply Chain Management – Decision making in complex logistic scenarios*. In: Yamamoto, S. (Hrsg.): *Proceedings of the 15th HCI International 2013, Las Vegas, Nevada, USA, Part III, LNCS 8018*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 423–432.
- Brauner, P. et al. (2013): *Increase Physical Fitness and Create Health Awareness through Exergames and Gamification. The Role of Individual Factors, Motivation and Acceptance*. In: Holzinger, A. et al. (Hrsg.): *Proceedings of the SouthCHI 2013, Maribor, Slovenia, LNCS 7946*. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 349–362.
- Brauner, P. et al. (2010): *The effect of tangible artifacts, gender and subjective technical competence on teaching programming to seventh graders*. In: Hromkovic, J. et al. (Hrsg.): *Proceedings of the 4th International Conference on Informatics in*



- Secondary Schools – Evolution and Perspectives: Teaching Fundamentals Concepts of Informatics, Zurich, Switzerland (ISSEP 2010), LNCS 5941.* Berlin, Heidelberg: Springer, S. 61–71.
- Brunstein, J.; Heckhausen, H. (2006): *Leistungsmotivation*. In: Heckhausen, J.; Heckhausen, H. (Hrsg.): *Motivation und Handeln*. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 143–191.
- Calero Valdez, A. et al. (2012): *State of the (Net)work Address Developing criteria for applying social networking*. In: *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*. Bd. 41, S. 3459–3467.
- Chua, S.L. et al. (1999): *Computer anxiety and its correlates: a meta-analysis*. In: *Computers in Human Behavior*. Bd. 15, Nr. 5, S. 609–623.
- Courage, C., Baxter, K. (2005): *Understanding Your Users – A practical guide top user requirements*.
- Davis, F.D. (1989): *Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology*. In: *MIS Quarterly*. Bd. 13, Nr. 3, 319–340.
- Dethloff, C. (2004): *Akzeptanz und Nicht-Akzeptanz von technischen Produktinnovationen*. Pabst Science Publishers.
- Ellis, D.; Allaire, J.C. (1999): *Modeling computer interest in older adults: the role of age, education, computer knowledge, and computer anxiety*. In: *Human Factors*. Bd. 41, Nr. 3, S. 345–355.
- Gao, Y.; Mandryk, R.L. (2011): *GrabApple: The Design of a Casual Exergame*. In: *The International Conference on Entertainment Computing (ICEC '11)*. S. 35–46.
- Gaul, S.; Ziefle, M. (2009): *Smart Home Technologies: Insights into Generation-Specific Acceptance Motives*. In: *Technology*. Bd. 5889, S. 312–332.
- Gerling, K. et al. (2012): *Full-body motion-based game interaction for older adults*. In: *Proceedings of the 2012 ACM annual conference on Human Factors in Computing Systems – CHI '12*. S. 1873–1882.
- Hertel, G. et al. (2012): *Age Differences in Motivation and Stress at Work*. In: Schlick, C.M. et al. (Hrsg.): *Age-Differentiated Work Systems*. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 119–147.
- Hesse, G. (2003): *Altershörigkeit – Audiometrische Befunde zur Differenzierung peripherer und zentraler Anteile der Hörfähigkeit im Alter*. University of Witten/Herdecke, Germany 2003.
- Heyn, P. et al. (2004): *The effects of exercise training on elderly persons with cognitive impairment and dementia: A meta-analysis*. In: *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. Bd. 85, Nr. 10, S. 1694–1704.
- Ho, K.K.L. et al. (1993): *The Epidemiology of Heart Failure: The Framingham Study*. In: *Journal of the American College of Cardiology*. Bd. 22, Nr. 4, S. A6–A13.
- Huizinga, J. (1939): *Homo Ludens: vom Ursprung der Kultur im Spiel*. Pantheon.
- Klack, L. et al. (2011): *Integrated home monitoring and compliance optimization for patients with mechanical circulatory support devices*. In: *Annals of Biomedical Engineering*. Bd. 39, Nr. 12, S. 2911–2921.
- Lahlou, S. (2008): *Identity, social status, privacy and face-keeping in digital society*. In: *Social Science Information*. Bd. 47, Nr. 3, S. 299–330.
- Michael, D.; Chen, S. (2006): *Serious Games: Games That Educate, Train and Inform*. Thomson Course Technology.

- Microsoft Corporation (2013): *Kinect Sport*, <http://www.rare.net/games/kinect-sports> (abgerufen 13.4.2013).
- Mynatt, E.D.; Rogers, W.A. (2001): *Developing technology to support the functional independence of older adults*. In: *Ageing International*. Bd. 27, Nr. 1, S. 24–41.
- Neuhauser, H. et al. (2013): *Blood pressure in Germany 2008-2011: Results of the German Health Interview and Examination Survey for Adults (DEGS1)*. Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz. Bd. 56, Nr. 5-6, S. 795–801.
- Nielsen, J. (1993): *Usability Engineering*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- Poupyrev, I.; Ichikawa, T. (1999): *Manipulating Objects in Virtual Worlds: Categorization and Empirical Evaluation of Interaction Techniques*. In: *Journal of Visual Languages & Computing*. Bd. 10, Nr. 1, S. 19–35.
- Premack, D. (1959): *Toward empirical behavior laws: I. Positive reinforcement*. In: *Psychological Review*. Bd. 66, Nr. 4, S. 219.
- Rosenstiel, L. (2009): *Unerkannte Potenziale — ältere Beschäftigte aus der Sicht der Arbeits- und Organisationspsychologie*. In: Brauer, K. and Korge, G. (Hrsg.): *Perspektive 50plus? VS Verlag für Sozialwissenschaften*, S. 41–53.
- Schaar, A.K.; Ziefle, M. (2010): *Potential of e-Travel Assistants to Increase Older Adults' Mobility*. In: Leitner, G. et al. (Hrsg.): *HCI in Work & Learning, Life & Leisure, 6th Symposium of the Workgroup Human-Computer Interaction and Usability Engineering of the Austrian Computer Society, USAB 2010, LNCS 6389*. Berlin, Heidelberg: Springer, S.138–155.
- De Schutter, B.; Vandenabeele, V. (2008): *Meaningful Play in Elderly Life*. In: *58th annual conference of the International Communication Association "Communicating for Social Impact"*.
- Schwarzer, R.; Jerusalem, M. (1982): *Selbstwertdienliche Attributionen nach Leistungsrückmeldungen. [Self-serving attributions after performance feedback.]*. In: *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*. Bd. 14, Nr. 1, S. 47–57.
- Silver, M. (2004): *Exploring Interface Design: Proven Techniques for Creating Compelling & Usable Interfaces for Multimedia & the Web*. Delmar.
- Sinclair, J. et al. (2007): *Considerations for the design of exergames*. In: *Proceedings of the 5th international conference on Computer graphics and interactive techniques in Australia and Southeast Asia*. S. 289–295.
- Snyder, C. (2003): *Paper prototyping: the fast and easy way to design and refine user interfaces*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann, Elsevier Science.
- Statistisches Bundesamt (2009): *Bevölkerung Deutschlands bis 2060 – 12. koordinierte Bevölkerungsvoraberechnung*.
- Ubisoft (2012): *YOUR SHAPE 2012*, <http://www.ubi.com/DE/Games/Info.aspx?pid=10096> (abgerufen 13.4.2013).
- Venkatesh, V. et al. (2003): *User acceptance of information technology: Toward a unified view*. In: *MIS Quarterly*. Bd. 27, Nr. 3, S. 425–478.
- Virtual Air Guitar Company Oy (2013): *Kung Fu High Impact*, <http://www.kungfuhighimpact.com/home/> (abgerufen 13.4.2013).

- Wilkowska, W.; Ziefle, M. (2010): *User diversity as a challenge for the integration of medical technology into future home environments*. In: Ziefle, M. and Röcker, C. (Hrsg.): *Human-Centred Design of eHealth Technologies. Concepts, Methods and Applications*. Hershey, P.A., USA: IGI Global, S. 95–126.
- Wilkowska, W.; Ziefle, M. (2009): *Which Factors Form Older Adults' Acceptance of Mobile Information and Communication Technologies?* In: Holzinger, A. and Miesenberger, K. (Hrsg.): *5th Symposium of the Workgroup Human-Computer Interaction and Usability Engineering of the Austrian Computer Society, USAB 2009, Linz, Austria, November 9-10, 2009 Proceedings*. Heidelberg: Springer, S. 81–101.
- World Health Organization (2010): *Global Recommendations on Physical Activity for Health*. Switzerland.
- Ziefle, M. et al. (2010): *A Multi-Disciplinary Approach to Ambient Assisted Living*. In: *E-Health, Assistive Technologies and Applications for Assisted Living: Challenges and Solutions*. S. 76–93.
- Ziefle, M. et al. (2012): *How usage context shapes evaluation and adoption in different technologies*. In: *Advances in Usability Evaluation*. S. 2812-2821.
- Ziefle, M. et al. (2011): *Medical Technology in Smart Homes: Exploring the User's Perspective on Privacy, Intimacy and Trust*. In: *The 3rd IEEE International Workshop on Security Aspects of Process and Services Engineering (SAPSE'11). 35th Annual IEEE Computer Software and Applications Conference, July 18-22, 2011, Munich, Germany*. IEEE, S. 410-415.
- Ziefle, M.; Jakobs, E.-M. (2010): *New challenges in human computer interaction: Strategic directions and interdisciplinary trends*. In: *4th International Conference on Competitive Manufacturing Technologies*, University of Stellenbosch, South Africa, S. 389–398.
- OECD (2012): *Health at a Glance: Europe 2012*. OECD Publishing.