

# Evaluation der Interaktion mit einer AR-basierten Smartphone-App

Michael Domhardt, Radomir Dinic, Thomas Stütz, Simon Ginzinger

Studiengang MultiMediaTechnology, Fachhochschule Salzburg

## Zusammenfassung

Menschen wie Diabetiker oder Herzpatienten mit verordneter Ernährungstherapie sind auf die exakte Portionsgrößenbestimmung ihrer Mahlzeiten angewiesen. Bisherige Ansätze, dies mittels digitaler Bildverarbeitung zu vereinfachen, erwiesen sich als wenig benutzbar. In diesem Beitrag wird die Interaktion mit einer AR-basierten Smartphone-App untersucht. Dazu wurden zwei touchbasierte AR-Interaktionskonzepte (3-Punkt und Mesh) implementiert und im Rahmen eines Nutzertests (n = 28) verglichen. Interaktionsprobleme verhinderten in 3 % der AR-Messungen ein Ergebnis. Eine Analyse dieser Probleme ermöglichte das Ableiten von Verbesserungsvorschlägen für die Benutzungsschnittstelle der Smartphone-App.

## 1 Einleitung

Mobile Anwendungen können zu einem gesunden Lebensstil der Nutzer beitragen. Eine Vielzahl an Fitness- und Gesundheitsanwendungen ist in den App-Stores von Apple<sup>1</sup>, Google<sup>2</sup> und Microsoft<sup>3</sup> erhältlich. Eine Herausforderung bei der Entwicklung dieser Anwendungen war bisher die Erfassung und Analyse des Ernährungsverhaltens sowie die Bestimmung konkreter Nährwerte, wie sie von Diabetikern oder anderen Patienten mit ärztlich verordneter Ernährungstherapie benötigt werden. Etablierte Anwendungen setzen dabei oft auf die manuelle Abschätzung des Volumens der einzelnen Bestandteile einer Mahlzeit und die aufwändige Suche nach dem entsprechenden Lebensmittel in langen Tabellen durch den Nutzer. Die meisten Menschen haben allerdings Probleme beim manuellen Schätzen der Portionsgröße einer Mahlzeit (Schap et al. 2011). Durch Nutzung des Smartphones als technisches Hilfsmittel bei der Portionsgrößenbestimmung lässt sich dieses Problem umgehen (Six et al. 2010).

---

<sup>1</sup> <https://itunes.apple.com/us/genre/ios-health-fitness/id6013>

<sup>2</sup> [https://play.google.com/store/apps/category/HEALTH\\_AND\\_FITNESS](https://play.google.com/store/apps/category/HEALTH_AND_FITNESS)

<sup>3</sup> <http://www.windowsphone.com/en-us/store/top-rated-apps/health-fitness/healthandfitness>

Aktuelle Ansätze nutzen die Kamera des Smartphones, um das Essen zu fotografieren (z. B. Daugherty et al. 2012, Kitamura et al. 2010). Einige Anwendungen versuchen zudem einzelne Schritte des Prozesses der Nährwertermittlung zu automatisieren. So erleichtert das System „FoodLog<sup>4</sup>“ von Kitamura et al. (2010) und Aizawa et al. (2013) die Auswahl des korrekten Lebensmittels, indem es basierend auf einem aufgenommenen Foto optisch ähnliche Lebensmittel vorschlägt. Die Abschätzung des Volumens bleibt bei FoodLog Aufgabe des Nutzers. Die Identifikation des Lebensmittels auf Basis digitaler Bildverarbeitung ist auch Bestandteil der Arbeiten von Joutou und Yanai (2009) sowie Matsuda und Yanai (2012). Das im Rahmen des TADA-Projekts<sup>5</sup> (technology assisted dietary assessment) entwickelte System benötigt ein einzelnes Foto der Mahlzeit und einen Referenzmarker als Größenreferenz, um die Nährwertangaben zu ermitteln (Chae et al. 2011, Woo et al. 2010, Zhu et al. 2010). Der Ansatz von Daugherty et al. (2012), Chen et al. (2012) und Jia et al. (2012) basiert ebenfalls auf einem einzelnen Foto und nutzt den Teller als Referenzmarker sowie ein vordefiniertes 3D-Modell der Lebensmittel zur Volumenbestimmung. Dieses System setzt einen Teller mit bekannten Abmessungen voraus und ist dadurch in seiner Benutzbarkeit beschränkt. Das Projekt „GoCarb“ adressiert die Bedürfnisse von Diabetikern (Anthimopoulos et al. 2013, Dehais et al. 2013) und verwendet zwei Bilder und einen Referenzmarker für eine größenkorrekte 3D-Rekonstruktion des Volumens der Mahlzeit. Der Ansatz nutzt ausschließlich Methoden der digitalen Bildverarbeitung zur Aufteilung einer Mahlzeit in einzelne Lebensmittel, zur Erkennung der Lebensmittel (Anthimopoulos et al. 2013) und zur 3D-Rekonstruktion des Volumens (Dehais et al. 2013). Der Ansatz von Kong und Tan (2012) benötigt drei Fotos vom Lebensmittel, die aus verschiedenen Winkeln aufgenommen wurden, um mittels digitaler Bildverarbeitung das Volumen zu bestimmen. Zur Verringerung der Fehlerrate wurden von Xu et al. (2013) zusätzliche Kontextinformationen verwendet, wie z. B. Daten aus einer vorangestellten Aufteilung und Klassifikation der Lebensmittel einer Mahlzeit.

Die meisten vorgestellten Ansätze zur Volumenabschätzung von Lebensmitteln nutzen anspruchsvolle Bildverarbeitungsverfahren. Während in einigen Studien vielversprechende Teilergebnisse bei der digitalen Bildverarbeitung erzielt wurden (Dehais et al. 2013, Xu et al. 2013), verhindern mehrere Probleme den erfolgreichen Einsatz in alltäglichen Anwendungsfällen. Ein Problem sind die benötigten Zeiten für die digitale Bildverarbeitung. Dehais et al. (2013) berichten von einer Verarbeitungsdauer von 15 Sekunden auf einem Desktop-Computer. Zur automatisierten Verarbeitung der aufgenommenen Bilder müssen neben einem Marker als Größenreferenz zusätzlich oft Umgebungsbedingungen wie Beleuchtung oder Kontrast berücksichtigt werden, was sich im Alltag als sehr schwierig erweisen dürfte.

Zur Lösung der Schwierigkeiten der bisherigen Studien wurde eine Smartphone-App zur Unterstützung von Patienten entwickelt, welche den Ansatz der erweiterten Realität (AR, Augmented Reality) zur Bestimmung des Volumens von Lebensmitteln nutzt. Die hier vorgestellte Studie umfasst die Untersuchung der Interaktion mit dieser AR-basierten Smartphone-App bei der Volumenbestimmung von Lebensmitteln.

---

<sup>4</sup> <https://play.google.com/store/apps/details?id=jp.co.foolog.cal>

<sup>5</sup> <http://www.tadaproject.com>

## 2 Die mobile AR-App zur Volumenbestimmung

Die eingesetzte Smartphone-App wurde mit dem Unity-Framework<sup>6</sup> (Interface inkl. 3D-Objekte und Interaktionskonzept) und der Vuforia-Plattform von Qualcomm<sup>7</sup> (digitale Bildverarbeitung) entwickelt. Zur Durchführung der Studie wurde eine angepasste Version der App erstellt, die zwei unterschiedliche AR-Verfahren enthält, mit deren Hilfe die dreidimensionale Form des Lebensmittels auf dem Teller und damit auch das Volumen bestimmt wird. Dazu positioniert der Nutzer bei beiden AR-Verfahren das Smartphone so, dass der Teller mit dem Lebensmittel von der Kamera erfasst wird. Ein im Kamerabild befindlicher Marker ermöglicht eine automatische Kalibrierung des Bildes, so dass unabhängig von den Kameraeigenschaften des verwendeten Mobiltelefons die Maßstabstreue gewährleistet ist. Das Kamerabild wird in Echtzeit dargestellt und fungiert als grafische Benutzungsschnittstelle. Mittels Toucheingaben kann der Benutzer das entsprechende Lebensmittel auswählen und am Livebild dessen Form nachbilden.

Zum Erstellen der dreidimensionalen Form stehen den beiden implementierten AR-Verfahren entsprechend zwei unterschiedliche Interaktionsmöglichkeiten zur Verfügung: das Erstellen einer Kuppel mittels 3-Punkt-Eingabe (3-Punkt, Abbildung 1 links) und das Erzeugen eines beliebigen Volumens mittels Nachbildens (Mesh, Abbildung 1 rechts).

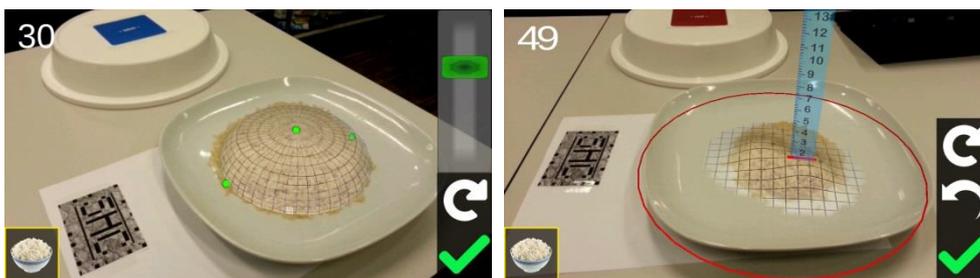


Abbildung 1: Screenshot der AR-Anwendung mit 3-Punkt-Eingabe (links) und Mesh-Eingabe (rechts)

Bei der 3-Punkt-Eingabe wird das Volumen durch das Festlegen von drei Punkten einer Kuppel bestimmt. Der Nutzer tippt im Kamerabild auf die Außenränder der Portion, um den Durchmesser und die Höhe der Kuppel festzulegen (grüne Kreise in Abbildung 1 links). Auch nach dem Festlegen der Punkte ist die Form über die grünen Buttons veränderbar. Die Konvexität der Kuppel wird über den grünen Schieberegler am rechten Rand eingestellt. Das auf diese Weise erstellte Volumenobjekt lässt sich per Drag-and-drop verschieben. In der unteren rechten Ecke der grafischen Benutzungsschnittstelle befinden sich zwei Schaltflächen zum vollständigen Zurücksetzen und zum Bestätigen einer Messung.

<sup>6</sup> <http://unity3D.com>

<sup>7</sup> <http://www.qualcomm.com/solutions/augmented-reality>

Das zweite AR-Interaktionskonzept besteht im Nachbilden des Essens mit dem Finger. Dabei hebt sich ein Gitter (Mesh) aus der Tellerfläche und grenzt mit dieser ein Volumen ab. Je länger der Finger auf dem Display bleibt, desto höher hebt sich das Mesh über den Teller. Das Lineal markiert maßstabsgetreu den höchsten Punkt des gezeichneten Volumens (blaue Skala in Abbildung 1 rechts). Die untere rechte Ecke des Interfaces enthält Schaltflächen für das komplette und schrittweise Zurücksetzen sowie zum Bestätigen der Eingabe.

Bei beiden Interaktionsmöglichkeiten war zu Evaluationszwecken ein Countdown in der linken oberen Ecke vorhanden, der die restliche Zeit für die Interaktion in Sekunden anzeigte. Die zulässige maximale Interaktionsdauer wurde für die Evaluation auf eine Minute festgelegt. Nach Ablauf dieser Zeit oder bei Bestätigung einer Messung durch den Nutzer wurde automatisch ein Screenshot erzeugt und ein Eintrag im Logfile angelegt. Eine auffällige visuelle Rückmeldung wurde automatisch aktiviert, sobald der Referenzmarker durch Bewegungen des Smartphones aus dem Kamerabild verschwand. In der linken unteren Ecke wurde das entsprechende Lebensmittel angezeigt. Die Lebensmittelauswahl wurde für die Studie auf Reis beschränkt.

### 3 Methodisches Vorgehen

Um die Interaktion mit den verschiedenen AR-Verfahren zu untersuchen, wurde eine empirische Laborstudie geplant und durchgeführt. Der Begriff der Benutzbarkeit wurde durch quantitative Maße zur Effektivität und Effizienz sowie eine qualitative Einschätzung zur Nutzerinteraktion operationalisiert. Anhand der Effektivität wurden die beiden AR-Verfahren mit zwei etablierten Methoden zur Volumenbestimmung verglichen.

Der Versuch wurde als Within-Subject-Design konzipiert (Coolican 2009), wobei jeder Versuchsteilnehmer das Volumen von drei unterschiedlichen Portionen Reis mit den beiden AR- und zwei Referenzverfahren bestimmen musste. Die drei Portionen wurden anstatt mit Zahlen farblich markiert (rot, grün, blau), um das Implizieren einer Reihenfolge zu vermeiden und dennoch eine Unterscheidbarkeit zu ermöglichen. Eine zusätzliche vierte Portion (grau markiert) wurde für Trainingszwecke mit der AR-Anwendung vorbereitet. Die Portionen wurden bei jeder Schätzung abgedeckt, so dass jeweils nur eine einzelne Portion sichtbar war. Auf diese Weise wurde ein direkter Vergleich der Portionen verhindert.

In einer Vorstudie wurde mit identischer Softwareumgebung (Unity-Framework und Vuforia-Plattform, vgl. Abschnitt 2) die Genauigkeit einer AR-basierten Längenmessung untersucht (Stütz et al. 2014b). Den beiden AR-Verfahren wurde die freie Schätzung des Volumens und die Schätzung mit Hilfe eines Referenzobjektes (eigene Faust) als etablierte Verfahren zur Volumenbestimmung gegenübergestellt, denn Byrd-Bredbenner und Schwartz (2004) hatten gezeigt, dass sich die Genauigkeit beim Abschätzen von Portionsgrößen verbessert, wenn die Portion mental mit Objekten bekannter Größe verglichen wird. Die Genauigkeit der AR-Verfahren wurde in Stütz et al. (2014a) untersucht. Dabei wurde eine signifikant bessere Genauigkeit der 3-Punkt-Messung als bestes AR-Verfahren gegenüber dem freien Schätzen als bestes manuelles Verfahren nachgewiesen.

Die Versuchsteilnehmer wurden unter den Studierenden der Institution angeworben. Die Teilnahme erfolgte auf freiwilliger Basis ohne Versuchspersonenvergütung.

Ein Versuchsdurchgang mit einem Probanden war in zwei Schritte unterteilt, in denen ein Smartphone<sup>8</sup> mit der in Abschnitt 2 beschriebenen App zur Volumenbestimmung zum Einsatz kam. Der Proband durfte mit jedem der beiden implementierten AR-Verfahren eine Übungsmessung der grau markierten Portion vornehmen, um sich mit dem jeweiligen Interaktionskonzept vertraut zu machen. Anschließend war mit Hilfe des Smartphones das Volumen der einzelnen Portionen zu bestimmen. Die Abfolge der Portionen und der AR-Verfahren entsprach einem ausgeglichenen Versuchsplan, wodurch der Einfluss von Reihenfolgeeffekten minimiert wurde (Sauro und Lewis 2012). Das Volumen der Faust des Probanden wurde am Ende des Versuchs über die Verdrängung von Wasser in einem Messbecher ermittelt.

Die Versuchsergebnisse umfassten den Grad der Aufgabenerfüllung zur Operationalisierung der Effektivität. Die Effizienz wurde anhand der Interaktionsdauer bestimmt. Die qualitativen Daten zur Benutzbarkeit beinhalteten neben der Auswertung der Screenshots Antworten auf zwei Fragen zur Interaktion mit der Anwendung. Eine offene Frage umfasste hierbei das Verbesserungspotenzial der App; eine geschlossene Frage beschäftigte sich mit dem Störpotenzial des notwendigen Referenzmarkers.

Die Antworten auf diese Fragen wurden vom Versuchsleiter protokolliert. Die Protokollierung der Messungen mit der AR-Anwendung erfolgte automatisch. Bei der Bestätigung jeder AR-Messung wurde automatisch ein Screenshots gespeichert.

Als Versuchsumgebung (Abbildung 2) diente ein automatisch temperierter Raum mit geschlossenen Jalousien sowie künstliche Beleuchtung, um konstante Versuchsbedingungen zu garantieren. Die Portionen wurden auf einem langen Tisch in einer Reihe aufgebaut. Um zwischen den Portionen zu wechseln, saßen Proband und Versuchsleiter jeweils auf einem Bürostuhl mit Rollen. Auf diese Weise mussten die Portionen nicht bewegt werden, wodurch die Form des Volumens unverändert blieb.



Abbildung 2: Versuchsaufbau mit farblich markierten Portionen und Bürostühlen für den Probanden (schwarz) und den Versuchsleiter (grau)

Die Studie wurde innerhalb eines Tages durchgeführt. Im Rahmen der Analyse der qualitativen Daten nach Mayring (2010) wurden die Antworten der Probanden inhaltlich kategorisiert

---

<sup>8</sup> Samsung Galaxy S III mit Android 4.3

und gezählt. Die Screenshots der AR-Messungen wurden auf Interaktionsprobleme analysiert. Dazu zählt zum Beispiel, ob überhaupt ein Volumen per Touchinteraktion erzeugt wurde oder ob der Marker nicht erfasst wurde. Auf Basis dieser Analyse wurden Vorschläge zur Verbesserung der App abgeleitet.

## 4 Ergebnisse

Vier Frauen und 24 Männer im Durchschnittsalter von  $24,6 \pm 2,9$  Jahren nahmen an der Studie teil (s. Abbildung 3 links). Durch die Volumenermittlung von 28 Probanden bei drei verschiedenen Portionen waren maximal 84 Messungen je Verfahren möglich. Durch Fehleingaben von fünf Probanden wurden beim Einsatz der AR-Anwendung keine Volumina ermittelt. Die verbliebenen Messungen der betroffenen Probanden wurden daraufhin ebenfalls aus dem Datensatz entfernt ( $n_{\text{frei}} = 84$ ,  $n_{\text{Faust}} = 84$ ,  $n_{\text{3-Punkt}} = 69$ ,  $n_{\text{Mesh}} = 69$ ). Der höheren Genauigkeit der beiden AR-Verfahren (vgl. Abschnitt 2) steht ein Datenausfall von 3,0 % gegenüber (5 von 168 Messungen). Der Vergleich der Interaktionsdauer der beiden AR-Verfahren (s. Abbildung 3 rechts) ergab keinen signifikanten Unterschied (Wilcoxon-Vorzeichen-Rangsummentest:  $p = 0.28$ ,  $Z = -1.09$ ).

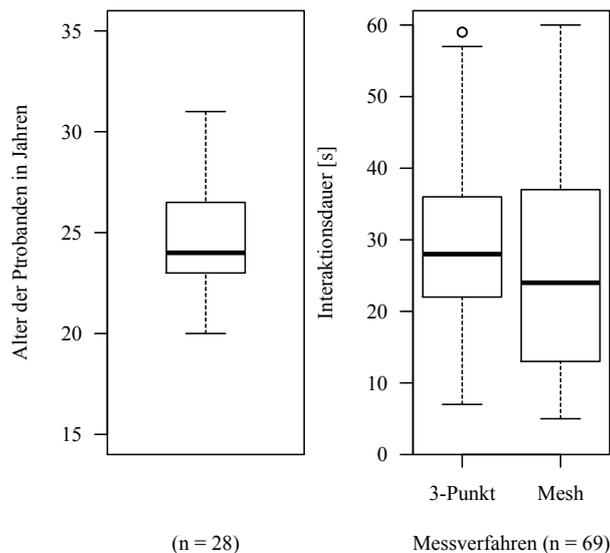


Abbildung 3: Altersverteilung der Stichprobe und Interaktionsdauer

Die Analyse der qualitativen Daten resultierte in 56 Einzelnennungen zur AR-Benutzungs-schnittstelle, welche anhand der Inhaltsanalyse 13 Kategorien zugeordnet werden konnten. Davon betrafen drei Kategorien allgemeine Probleme beider AR-Verfahren. Es wurde angemerkt, dass der interagierende Finger das Display verdeckte und die Buttons nicht

intuitiv verständlich waren. Zudem fehlten den Probanden auditive Rückmeldungen für kritische Systemzustände (z. B. nicht erfasster Referenzmarker).

Das 3-Punkt-Verfahren wurde in zehn von elf Nennungen vor dem Mesh-Verfahren bevorzugt. Kritik gab es zur Beschränkung auf Lebensmittel, die sich kuppelförmig portionieren lassen. Der Button zum Verschieben der Kuppel wurde als zu klein kritisiert.

Das Mesh-Verfahren stuften 16 Probanden als zu empfindlich ein. Eine kurze Berührung führte zu einer großen Volumenzunahme, wodurch kleine Portionen schwer zu messen waren. Ebenso wurde das schrittweise Zurücksetzen der Eingaben per Schaltfläche als ungenügend beurteilt.

Anhand der Screenshots konnten Interaktionsprobleme identifiziert werden. Beim Versuch einen Button zu betätigen, wurde bei 23 von 84 Messungen mit dem Mesh-Verfahren das Volumen versehentlich vergrößert (Abbildung 4 A). Bei 5 von insgesamt 168 AR-Messungen kam es zur versehentlichen Bestätigung der Messung, ohne ein Volumen zu erstellen (Abbildung 4 B). In zwei Fällen wurde nach Ablauf der vorgegebenen Interaktionszeit kein Volumen verzeichnet (Abbildung 4 C). In sieben Fällen wurde die Messung ohne erfassten Marker bestätigt, obwohl ein Volumen erstellt wurde (Abbildung 4 D).

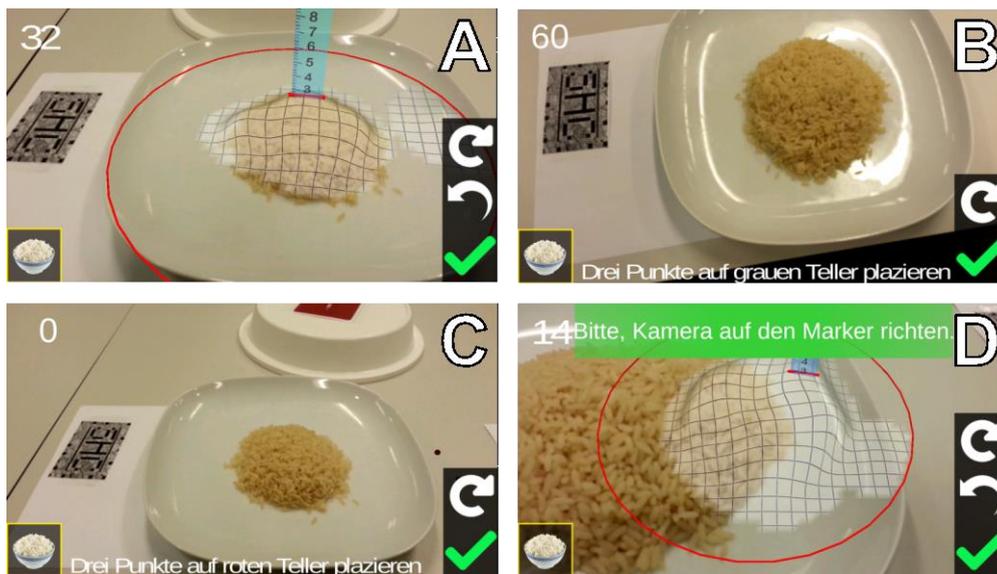


Abbildung 4: Interaktionsprobleme mit den unterschiedlichen Interaktionskonzepten der beiden AR-Verfahren

Die aus der Analyse resultierenden Verbesserungsvorschläge umfassen die Überarbeitung der Buttons und die Implementierung multimodaler Rückmeldungen. In leisen Umgebungen ist z. B. die Nutzung des Vibrationsalarms des Smartphones zur Signalisierung kritischer Systemzustände denkbar. Anstelle des dargestellten Countdowns wird in der finalen Version das ermittelte Volumen bzw. der errechnete Nährwert der Portion dargestellt. Das Verschie-

ben der Kuppel wird beim 3-Punkt-Verfahren so realisiert, dass die gesamte Kuppel als Schaltfläche fungiert. Das Mesh-Verfahren lässt sich durch eine Softwareanpassung unempfindlicher gestalten. Durch ein konsistentes Interaktionskonzept zur Vergrößerung und Verkleinerung des Volumens kann beim Mesh-Verfahren auf beide Buttons zum Zurücksetzen verzichtet werden. Im Umfeld des Buttons zum Bestätigen einer Messung ist ein nicht interaktiver Bereich vorzusehen.

## 5 Fazit und Ausblick

Anhand der durchgeführten Studie konnte gezeigt werden, dass die AR-basierte Smartphone-App zur Volumenbestimmung von Reis verwendbar ist. Lediglich drei Prozent der Messungen haben nicht funktioniert. Dies war auf Interaktionsprobleme mit der Benutzungsschnittstelle zurückzuführen, deren Ursachen anhand einer Analyse identifiziert werden konnten.

Die Implementierung der AR-Verfahren erwies sich im Gegensatz zu vielen der vorgestellten Ansätze als benutzbar. Ein herkömmliches Android-Smartphone reicht aus, um direkt nach der Bestätigung der Eingabe das Ergebnis zu erhalten. Die Interaktion war bei 75 % der Probanden in weniger als 40 Sekunden erfolgreich abgeschlossen. Der notwendige Marker zur Größenreferenz kann in Zukunft durch einen Alltagsgegenstand (z. B. eine Kreditkarte oder Geldschein) ersetzt werden. Besondere Anforderungen an die Umgebungsbedingungen (z. B. Farbe des Lebensmittels oder des Tisches) werden nicht gestellt. Die beobachtete Ausfallrate sollte sich durch eine überarbeitete Benutzungsschnittstelle reduzieren lassen, da konkrete Hinweise für die Verbesserung bereits ermittelt werden konnten.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Interaktionskonzepte einer AR-basierten Smartphone-App einen hohen Einfluss auf die Benutzbarkeit haben. Technische Leistungsparameter wie Genauigkeit und Rechenzeit der digitalen Bildverarbeitung sind lediglich grundlegende Funktionsvoraussetzungen, die sich mit dem heutigen Stand der Technik auf herkömmlichen Smartphones realisieren lassen. Diese Technologie hat ein großes Potenzial, durch die teilautomatisierte Erfassung und Analyse der Nährwerte von Lebensmitteln ein gesundes und bewusstes Ernährungsverhalten des Nutzes zu fördern.

Nachdem die technische Realisierung von AR-basierten Smartphone-Apps keine Hürde mehr darstellt, sollten sich zukünftige Studien stärker auf den Alltagseinsatz dieser Technologie konzentrieren. Eine entsprechend konzipierte Folgestudie ermöglicht den Vergleich der Gebrauchstauglichkeit zwischen den vorgestellten AR-Verfahren und den in der Einleitung beschriebenen Ansätzen. Mit einer repräsentativen Stichprobe können dabei neben der zielgruppenspezifischen Anpassung des Interaktionskonzeptes auch Fragen zum Einfluss der Technikaffinität auf die Gebrauchstauglichkeit und Akzeptanz beantwortet werden.

### Literatur

Aizawa, K., Maruyama, Y., Li, H., Morikawa, C. (2013). Food Balance Estimation by Using Personal Dietary Tendencies in a Multimedia Food Log. *Transactions on Multimedia*, 15(8), 2176-2185.

- Anthimopoulos, M., Dehais, J., Diem, P., Mougiakakou, S. (2013). Segmentation and recognition of multi-food meal images for carbohydrate counting. In: Nikita, K.S. und Fotiadis, D.I. (Hrsg.). 13th International Conference on Bioinformatics and Bioengineering. Piscataway: IEEE, S. 1-4.
- Byrd-Bredbenner, C., Schwartz, J. (2004). The effect of practical portion size measurement aids on the accuracy of portion size estimates made by young adults. *Journal of human nutrition and dietetics*, 17(4), 351-357.
- Chae, J., Woo, I., Kim, S., Maciejewski, R., Zhu, F., Delp, E.J., Boushey, C.J., Ebert, D.S. (2011). Volume Estimation Using Food Specific Shape Templates in Mobile Image-Based Dietary Assessment. *Proceedings of SPIE*, (7873).
- Chen, H.-C., Jia, W., Li, Z., Sun, Y.-N., Sun, M. (2012). 3D/2D model-to-image registration for quantitative dietary assessment. In: Obeid, I. und Silage, D. (Hrsg.). 38th Annual Northeast Bioengineering Conference, S. 95-96.
- Coolican, H. (2009). *Research Methods and Statistics in Psychology*. 5. Auflage. London: Hodder Education.
- Daugherty, L.B., Schap, E.T., Ettienne-Gittens, R., Zhu, M.F., Bosch, M., Delp, J.E., Ebert, S.D., Kerr, A.D., Boushey, J.C. (2012). Novel Technologies for Assessing Dietary Intake: Evaluating the Usability of a Mobile Telephone Food Record Among Adults and Adolescents. *Journal of Medical Internet Research*, 14(2), e58.
- Dehais, J., Shevchik, S., Diem, P., Mougiakakou, S.G. (2013). Food volume computation for self dietary assessment applications. In: Nikita, K.S. und Fotiadis, D.I. (Hrsg.). 13th International Conference on Bioinformatics and Bioengineering. Piscataway: IEEE, S. 1-4.
- Jia, W., Yue, Y., Fernstrom, J.D., Zhang, Z., Yang, Y., Sun, M. (2012). 3D localization of circular feature in 2D image and application to food volume estimation. In: Khoo, M.C.K., Cauwenberghs, G., Weiland, J.D. und Chien, S. (Hrsg.). Annual International Conference of Engineering in Medicine and Biology Society. Piscataway: IEEE, S. 4545-4548.
- Joutou, T., Yanai, K. (2009). A food image recognition system with Multiple Kernel Learning. In: Bayoumi, M., Farag, A. und Eldesouki, A. (Hrsg.). 16th International Conference on Image Processing. Piscataway: IEEE, S. 285-288.
- Kitamura, K., Silva, C. de, Yamasaki, T., Aizawa, K. (2010). Image processing based approach to food balance analysis for personal food logging. In: International Conference on Multimedia and Expo. Piscataway: IEEE, S. 625-630.
- Kong, F., Tan, J. (2012). DietCam: Automatic dietary assessment with mobile camera phones. *Pervasive and Mobile Computing*, 8(1), 147-163.
- Matsuda, Y., Yanai, K. (2012). Multiple-food recognition considering co-occurrence employing manifold ranking. In: Eklundh, J.-O., Ohta, Y. und Tanimoto, S. (Hrsg.). 21st International Conference on Pattern Recognition. Piscataway: IEEE, S. 2017-2020.
- Mayring, P. (2010). *Qualitative Inhaltsanalyse – Grundlagen und Techniken*. 11. Auflage. Weinheim: Beltz.
- Sauro, J., Lewis, J.R. (2012). *Quantifying the User Experience: Practical Statistics for User Research*. Amsterdam: Morgan Kaufmann.
- Schap, T.E., Six, B.L., Delp, E.J., Ebert, D.S., Kerr, D.A., Boushey, C.J. (2011). Adolescents in the United States can identify familiar foods at the time of consumption and when prompted with an image 14 h postprandial, but poorly estimate portions. *Public Health Nutrition*, 14(7), 1184-1191.
- Six, B.L., Schap, T.E., Zhu, F.M., Mariappan, A., Bosch, M., Delp, E.J., Ebert, D.S., Kerr, D.A., Boushey, C.J. (2010). Evidence-based development of a mobile telephone food record. *Journal of the American Dietetic Association*, 110(1), 74-79.

- Stütz, T., Dinic, R., Domhardt, M., Ginzinger, S. (2014a). Can mobile augmented reality systems assist in portion estimation? A User Study. (eingereicht). In: Klinker, G. und Navab, N. (Hrsg.). International Symposium on Mixed and Augmented Reality. Piscataway: IEEE.
- Stütz, T., Dinic, R., Oostingh, G.J., Ginzinger, S. (2014b). EatAR: Mobile Augmented Reality Assisted Nutrition Assessment. 8. Forschungsforum der Österreichischen Fachhochschulen.
- Woo, I., Otsmo, K., Kim, S., Ebert, D.S., Delp, E.J., Boushey, C.J. (2010). Automatic portion estimation and visual refinement in mobile dietary assessment. Proceedings of SPIE, 7533.
- Xu, C., He, Y., Khannan, N., Parra, A., Boushey, C., Delp, E. (2013). Image-based Food Volume Estimation. In: Aizawa, K., Funatomi, T. und Yamakata, Y. (Hrsg.). 5th International Workshop on Multimedia for Cooking & Eating Activities. New York: ACM, S. 75-80.
- Zhu, F., Bosch, M., Woo, I., Kim, S.Y., Boushey, C.J., Ebert, D.S., Delp, E.J. (2010). The Use of Mobile Devices in Aiding Dietary Assessment and Evaluation. Selected Topics in Signal Processing, 4(4), 756-766.

### **Kontaktinformationen**

Simon Ginzinger, Fachhochschule Salzburg GmbH, MMT MultiMediaTechnology, Urstein Sued 1, 5412 Puch/Salzburg, Austria, [Simon.Ginzinger@fh-salzburg.ac.at](mailto:Simon.Ginzinger@fh-salzburg.ac.at)

### **Danksagung**

Die Autoren bedanken sich bei den StudentInnen, die an der Studie teilgenommen haben. Diese Arbeit wurde von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft, Projektnummer 839076 (SmartHealthCheck), gefördert.