

Interaktive Systeme für die persönliche Gesundheit

Susanne Boll · Wilko Heuten
Benjamin Poppinga · Heiko Müller
Jutta Fortmann · Janko Timmermann
Jochen Meyer

Einführung

In der Zukunft werden interaktive Systeme dazu befähigen, die eigene persönliche Gesundheit zu pflegen, das Gesundheitsverhalten zum positiven Lebensstil zu ändern und neue Gewohnheiten ins tägliche Leben zu integrieren. Der persönliche Lebensstil hat großen Einfluss auf die individuelle Gesundheit und kann enorm dazu beitragen, die Risiken beispielsweise einer Herz-Kreislauf-Erkrankung zu senken. Der Lebensstil hat natürlicherweise etwas mit dem Verhalten im Alltag zu tun: gesund essen, sich richtig bewegen, sozial interagieren, ausreichend schlafen, Stress bewältigen und viele weitere Aktivitäten bestimmen die persönliche Gesundheit. Der Trend hin zur alltäglichen und persönlichen Verantwortung des Einzelnen und die Verfügbarkeit mobiler und tragbarer Technologie stellen wesentliche Herausforderungen an die Entwicklung allgegenwärtiger und alltagsdurchdringender Interaktion.

Benötigt werden Bedienkonzepte, die verschiedene Stufen der Aufmerksamkeit betrachten und sowohl beiläufige und unaufdringliche als auch explizite Interaktionen erlauben. Dazu gehören neben den üblichen visuellen Darstellungen auch die Entwicklung und Gestaltung von neuen Bedienkonzepten, die taktile wie auch akustische Informationsdarstellungen nutzen. Konkrete Hinweise zur Unterstützung einer aktuellen Handlung sollten multimodal und unter Berücksichtigung der körperlichen, sensorischen und kognitiven Fähigkeiten von Nutzern als auch der Situation und Umgebung gegeben werden. Interaktive Systeme für die persönliche Gesundheit müssen nicht nur ein passendes Interaktionsdesign bieten, sondern auch

ihre Alltagstauglichkeit, also ihre Effektivität und Effizienz unter realen Bedingungen beweisen.

Aufgabe des hier vorgestellten Forschungsgebietes ist die Entwicklung *Interaktiver Systeme für die persönliche Gesundheit* unter Einbeziehung aktueller Erkenntnisse aus der medizinischen Domäne und insbesondere auch Motivationstheorie, der Forschung zu Prävention und die Untersuchung der Alltagstauglichkeit und Effektivität dieser Systeme im täglichen Leben über einen längeren Zeitraum hinweg. Nachfolgende Systeme zeigen Beispiele interaktiver Systeme zur Motivation und zur Erhaltung eines gesünderen Lebensstils mit interaktiven multimodalen Systemen und geben Einblicke in unsere aktuellen Forschungs- und verwandte Arbeiten in diesem Feld.

Interaktive Systeme zur Motivation eines gesunden Lebensstils

Interaktive Systeme können im täglichen Leben die Aufgabe übernehmen, ein Verhalten zu motivieren. Beispiele sind regelmäßiges Trinken aber auch regelmäßige Bewegungsaktivität im Bürokontext. Die nachfolgenden Beispiele *WaterJewel* und *MoveLamp* zeigen, wie dies in tragbaren und umgebenden interaktiven Systemen umgesetzt werden kann. Ebenso können interaktive Systeme in ganz konkreten Aktivitäten unterstützend wirken,

DOI 10.1007/s00287-014-0801-9
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014

Susanne Boll · Benjamin Poppinga · Jutta Fortmann
Universität Oldenburg,
Oldenburg
E-Mail: susanne.boll@informatik.uni-oldenburg.de

Wilko Heuten · Heiko Müller · Janko Timmermann
Jochen Meyer
OFFIS-Institut für Informatik,
Oldenburg

Zusammenfassung

In der heutigen Zeit sind sogenannte Volkskrankheiten, korrekt verhaltensbedingte Krankheiten wie Herzkrankungen, Schlaganfall oder Diabetes zur Haupttodesursache weltweit geworden. Hier scheint es naheliegend, zu untersuchen, inwieweit mobile und tragbare Systeme intelligente und hilfreiche Gesundheitsbegleiter sein können. Dieser Artikel stellt Forschungsansätze in verschiedenen Lebensbereichen vor, in denen interaktive Systeme zur Motivation eines gesunden Lebensstils eingesetzt werden können. Wir zeigen Herausforderungen auf, die diese Systeme an die Mensch-Maschine Interaktion stellen und stellen Methoden zur Entwicklung solcher Systeme vor.

wie das *HeartBeat* System das Lauftraining von Rehabilitationspatienten unterstützt.

WaterJewel: Ein ambientes Licht-Armband erinnert im Alltag an regelmäßiges Trinken

Ein regelmäßiges Trinkverhalten ist für einen gesunden Lebensstil wichtig. Mit *WaterJewel* (s. Abb. 1) wurde als ein Licht-Armband für den Alltag entwickelt, welches das Bewusstsein für das eigene

Trinkverhalten steigert, und unaufdringlich ans Trinken erinnert. *WaterJewel* wurde entlang des nutzerzentrierten Designprozesses entwickelt und stellt eine erste Realisierung unserer Vision eines interaktiven Licht-Displays in Form eines ästhetischen Schmuckstückes dar [3]. Dabei wurde besonderer Wert auf ein ästhetisches und unaufdringliches Design gelegt, welches essenziell für die Akzeptanz einer tragbaren Alltagstechnologie ist. Insbesondere das Anzeigekonzept von *WaterJewel* wurde auf Basis von Design-Strategien für persönliche, gesundheitsunterstützende Technologien konzipiert [1]. Acht getrunzene Gläser Wasser werden durch acht in Reihe angeordnete LEDs repräsentiert. Auf Knopfdruck leuchtet eine entsprechende Anzahl dieser LEDs auf und zeigt die bisher getrunzene Tagesmenge an. Die Zeit, die seit der letzten Trinkeingabe vergangen ist, wird durch Farbe über eine weitere LED angezeigt, welche ständig leuchtet. Durch dieses ambiente Display ist sich der Nutzer seines Trinkverhaltens ständig bewusst und wird indirekt erinnert, regelmäßig zu trinken [4].

MoveLamp: Ein ambientes Licht-Display steigert die Bewegungsaktivität im Büro

MoveLamp (s. Abb. 2) ist ein ambientes Licht-Display zur Förderung von körperlicher Aktivität im Büroalltag. Über ein in der Hosentasche getragenes

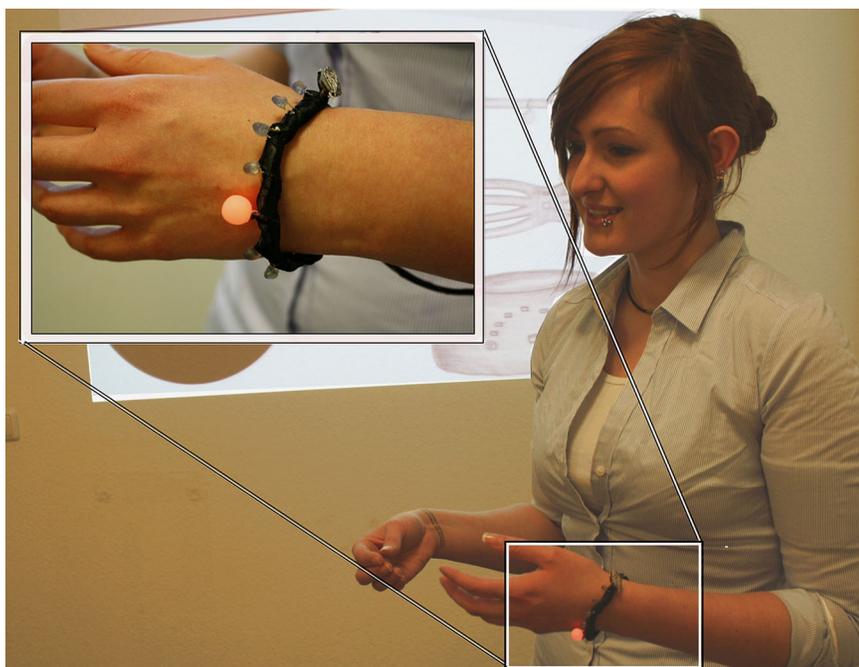


Abb. 1 Das tragbare interaktive Armband *WaterJewel* hilft über verschiedene Lichtmuster ein regelmäßiges Trinkverhalten zu erreichen

Abstract

Today, non-communicable behaviour-related diseases such as cardiac illnesses, stroke or diabetes have advanced to become the main cause for deaths worldwide. Logically, it seems to be a good idea to investigate how mobile and wearable systems can be intelligent and helpful companions to maintain a healthy lifestyle. In this article, we present our research approach for various situations of daily life in which interactive systems for the motivation of healthy lifestyles can be used. We report the challenges that these systems pose to human machine interaction and present methods for the development of such systems.

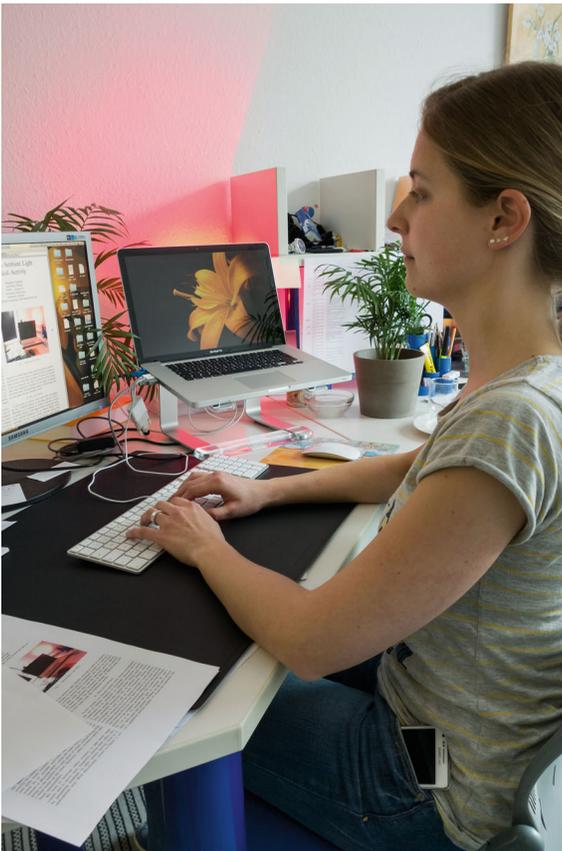


Abb. 2 Die MoveLamp (am Rande des Sichtfeldes) zeigt mangelnde Bewegung an und motiviert zur Steigerung der Bewegungsaktivität

Pedometer wird die Bewegungsaktivität des Nutzers erfasst. Die Dauer der Inaktivität sowie die kürzlich getätigte Anzahl an Schritten werden aggregiert und über ein abstraktes Licht-Display dargestellt, wel-



Abb. 3 Für Patienten mit Herz-Kreislaufkrankungen unterstützen die Vibrationsmuster von HeartBeat ein Training im optimalen Pulsbereich, ohne dauerhaft, wie im Bild dargestellt, das Lauftraining durch Blickkontakt oder akustische Signale zu stören

ches im peripheren Sichtfeld des Nutzers platziert ist. Leuchtet das Display bspw. rot, so ist der Nutzer in den letzten zwei Stunden oder länger nicht gelaufen. Das nutzerzentrierte Design von *MoveLamp* basiert auf Designstrategien für Technologien zur Verhaltensänderung [1]. Insbesondere die Anforderungen unaufdringlich, abstrakt und ästhetisch finden sich in dem ambienten Licht-Display wieder. Die gewählte Darstellungsform eines Farbwertes aus dem Verlauf rot-grün stellt gemäß einer vorangegangenen Nutzerstudie den optimalen Kompromiss zwischen gefühlter Ablenkung von der Hauptaufgabe und Wahrnehmung des Lichts dar. Eine Feldstudie zeigte, dass Bürotätige mit einer *MoveLamp* sowohl insgesamt mehr Schritte machten, als sich auch häufiger bewegen [2].

HeartBeat: Taktile Darstellung von Herzfrequenzzonen

Körperliche Aktivität ist wichtig für einen gesunden Lebensstil. Jedoch ist nicht nur die Aktivität selbst relevant, sondern auch die Intensität, mit der die Aktivität ausgeübt wird. Die Intensität spiegelt sich in der Höhe der Herzfrequenz wider, die daher laufend überwacht werden sollte. Dies kann mittels Pulsuhren geschehen, die die Herzfrequenz messen und darstellen. Diese Uhren müssen jedoch häufig abgelesen werden und lenken daher von der eigentlichen Aktivität ab (s. Abb. 3). Hier

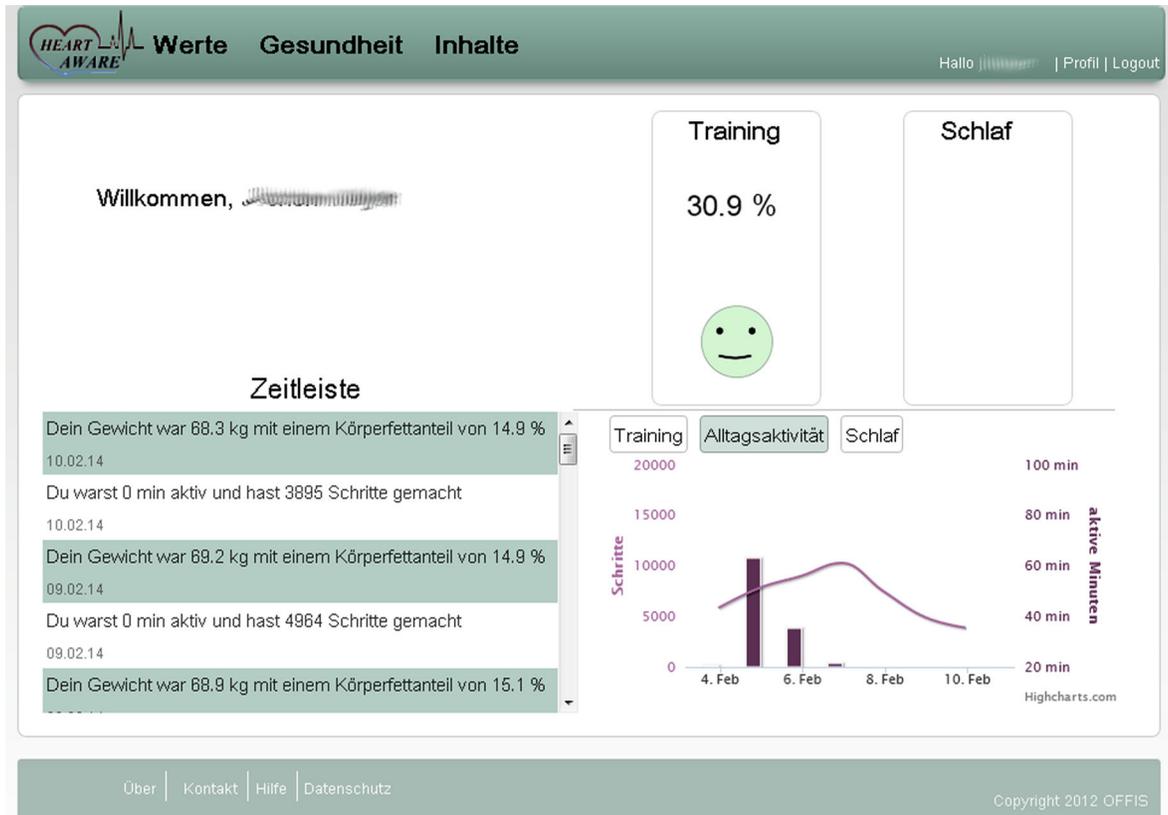


Abb. 4 Das HeartAware-System gibt einen Überblick über die eigene Alltagsaktivität und integriert dabei verschiedene Datenquellen

setzen die Arbeiten *HapticPulse* [10] und *Heart-Beat* an, indem die nötigen Informationen durch Vibrationsmuster vermittelt werden. Die Vibrationsmuster wurden mithilfe von Nutzern in Studien ermittelt. Es zeigte sich, dass eine Aufteilung des Herzfrequenzbereichs in einen Optimalbereich und jeweils zwei Warn- und Überschreitungsbereiche sinnvoll ist. Jeder dieser Bereiche wird durch ein individuelles Vibrationsmuster auf der Pulsuhr repräsentiert. Der Nutzer kann so ohne visuelle Kontrolle seinen Puls im gewünschten Bereich halten.

Interaktive Systeme zur Reflexion über das eigene Gesundheitsverhalten

Reflexion kann eine andere Form der Unterstützung zum eigenen Gesundheitsverhalten sein. Hier verspricht eine Vielzahl von Sensoren und tragbaren Systemen eine Beobachtung. Dabei verfolgen Geräte wie Schrittzähler oder GPS Empfänger nur einzelne Elemente, während Endnutzer eher an einer übersichtlichen

und allgemeinen Einschätzung der eigenen Aktivität interessiert sind. Das System *HeartAware* gibt Einblicke in die alltagstaugliche Erfassung und Visualisierung der eigenen, körperlichen Aktivitäten.

HeartAware: Alltagsnahe Beobachtung der eigenen Aktivität

Mobile Geräte wie z.B. vernetzte Schrittzähler oder Sportuhren erlauben eine alltagstaugliche Beobachtung der eigenen körperlichen Aktivität. Die Systeme sind jedoch voneinander unabhängig, sodass es schwer ist, einen schnellen Überblick über sein Aktivitätsspensum zu bekommen. Zudem werden Alltagsaktivitäten wie Fahrradfahren durch diese Geräte nicht korrekt gemessen. Im *HeartAware*-System (s. Abb. 4) fusionieren wir daher diese und weitere Datenquellen [6]. So können wir nicht nur die Genauigkeit und Aussagekraft der Daten erhöhen. Die Hinterlegung etablierter Verhaltensrichtlinien ermöglicht es auch, dem Nutzer auf einen Blick zu zeigen, wie weit er die

Empfehlungen für ein aktives und gesundes Leben erfüllt.

FastFood: Intelligente Erfassung des Ernährungsverhaltens

Auch gesunde Ernährung ist ein zentraler Bestandteil eines gesunden Lebens. Es gibt heute keine Ansätze für ein alltagstaugliches sensorbasiertes Monitoring der Nahrungsaufnahme. Daher sind elektronische Ernährungstagebücher heute das wichtigste Werkzeug [5]. Diese Systeme müssen dabei gut verständlich, einfach und schnell zu bedienen sein. Gleichzeitig müssen die erfassten Informationen aussagekräftig und möglichst präzise sein. Datenbankbasierte Tagebücher suggerieren eine hohe Genauigkeit, aber das Auffinden der Lebensmittel ist aufwendig und die Mengenabschätzung ist schwer. Fototagebücher sind einfach zu erstellen, das Fotografieren stört aber die Tischkultur. Wir schlagen daher einen „Quick-Pick“-Ansatz vor [7], bei dem die Speisen in Kategorien wie Gemüse, Fleisch oder Milchprodukt festgehalten werden und die Menge durch Portionen definiert wird (s. Abb. 5). Zur Auswertung wird eine Ernährungspyramide zugrunde gelegt. In der Evaluation zeigte sich, dass das System schnell verstanden wird, im Alltag praktikabel ist, und gleichzeitig gute Auswertungen ermöglicht.

Methoden

Nicht zuletzt stellt sich für die Entwicklung interaktiver Systeme und deren Evaluation die Frage, inwieweit die „klassischen“ Methoden hier Anwendung finden. Aktuelle Arbeiten etwa von Consolvo weisen darauf hin, dass das Design und auch die Evaluation insbesondere im Gesundheitsbereich und der Verhaltensänderung andere Heuristiken und Ansätze bedarf [1].

Participatory Design: Nutzerbeteiligung an Funktion, Design und täglicher Ästhetik

Im Rahmen von interaktiven Systemen spielen Alltags-tauglichkeit und Akzeptanz eine große Rolle. Daher ist ein partizipatives Design empfehlenswert, das die Nutzenden einbezieht nicht nur in die Frage der Funktion des interaktiven Systems, sondern auch seiner Ästhetik und Tragbarkeit. So wurden beispielsweise die Entwürfe für das zuvor vorgestellte *WaterJewel* von aktuellen Trends in

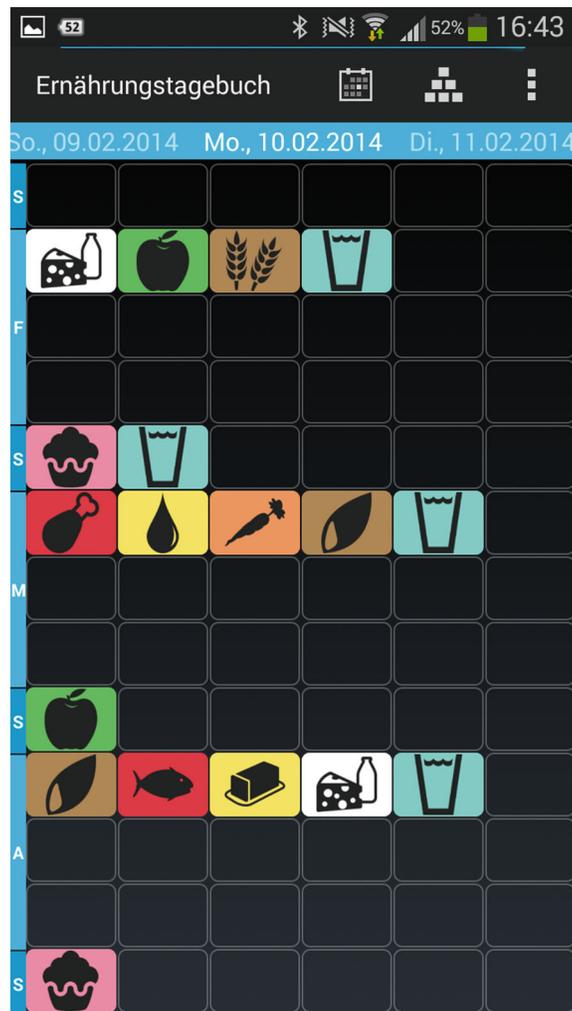


Abb. 5 Ein interaktives Ernährungstagebuch, das Eingaben zum Ernährungsverhalten einfach und schnell in Anlehnung an die Ernährungspyramide erlaubt

Schmuck-Design und durch ein Brainstorming mit Nutzenden inspiriert.

Virtual Observation: Unaufdringliche Beobachtung in mobilen Nutzungsstudien

Um die Wünsche und Bedürfnisse der Nutzer zu verstehen, ist eine eingehende Beobachtung im Feld unumgänglich. Gerade im gesundheitlichen Umfeld dringt man mit gewöhnlichen Beobachtungsmethoden jedoch schnell in persönliche Bereiche vor. Dies wird als störend empfunden und kann die Validität der Beobachtungen einschränken. Interaktive Systeme auf Mobiltelefonen verfügen jedoch über Sensoren, deren Daten sich auch als Beobachtungsmethode einsetzen lassen. In unse-

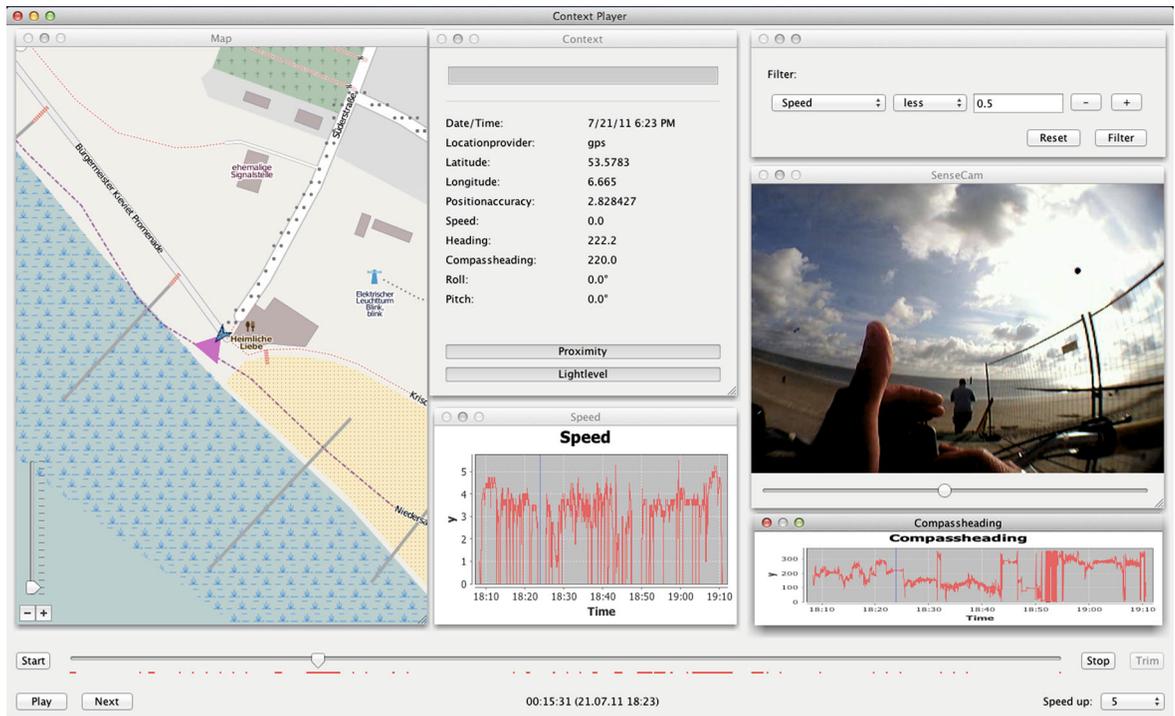


Abb. 6 Mit dem Context Player werden die in der Feldstudie aufgezeichneten Sensordaten aufbereitet und visualisiert. Die Darstellung dient Studienteilnehmern als Hilfe, um sich an wichtige Ereignisse und Details zu erinnern

ren Forschungsarbeiten untersuchen wir, wie die Sensordaten aufbereitet werden müssen, um einen maximalen Situationsbezug und Wert für den Beobachter zu erschaffen. Statistische Verfahren und Data-Mining resultieren hauptsächlich in quantitatives Wissen. Die Visualisierung der Daten (s. Abb. 6) und Weiterverwendung in studienabschließenden Interviews ergeben hingegen wertvolles qualitatives Feedback.

Self-Reporting Methods

Um qualitatives Feedback nicht nur im Anschluss an die Studie, sondern auch während der eigentlichen Benutzung des Systems zu erfassen, werden Beobachtungsmethoden zur Selbsteinschätzung eingesetzt. Ein bekanntes Beispiel für so eine Methode ist ein Tagebuch. Moderne Mobiltelefone erlauben auch hier die Eingaben direkt auf dem Display zu erledigen oder sogar in das interaktive Erlebnis zu integrieren. Leider werden solche Einschätzungen häufig vergessen oder aufgeschoben [8]. Eine verspätete oder nicht durchgeführte Selbsteinschätzung reduziert deren Brisanz und Inhalt, was sich negativ auf die Qualität der Erhebung auswirkt. In unseren Forschungsarbeiten untersuchen wir,

welche Situationen besonders geeignet sind, um eine solche Selbsteinschätzung abzugeben. Die Idee ist, dass ein Mobiltelefon über die Sensorik selbst eine geeignete Situation erkennt und den Benutzer aktiv auffordert, nun eine Selbsteinschätzung vorzunehmen [9].

Zusammenfassung und Ausblick

Zukünftig werden uns interaktive Systeme helfen, die persönliche Gesundheit zu fördern und zu erhalten. Eine Voraussetzung für solche Systeme ist es, dass sie alltagsdurchdringend und alltagstauglich gestaltet sind, denn gesundes oder ungesundes Verhalten findet nicht nur zu Hause oder im Büro, sondern an jedem Ort und zu jeder Zeit statt. Feedback und Reflexionsmechanismen müssen sich über einen langen Zeitraum an den Menschen anpassen, wenn das Ziel einer Verhaltensveränderung unterstützt werden soll. Aus diesem Grund sind passende Bedienkonzepte für tragbare und umgebende interaktive Systeme notwendig, um situationsgerecht bei alltäglichen Aktivitäten Feedback über das Gesundheitsverhalten zu geben oder zu einem gesünderen Lebensstil zu motivieren. Besondere Herausforderungen ergeben sich

bei einer Evaluation, um den Nutzen auch unter Alltagsbedingungen zu bewerten. Zukünftige Fragestellungen in der Entwicklung von interaktiven Systemen für die persönliche Gesundheit liegen in der verstärkten Betrachtung psychologischer Modelle und in dem gewinnbringenden Einsatz neuer praxistauglicher Technologien, die z. B. durch die Integration von Sensorik und Aktuatorik in der Kleidung, in Haushaltsgegenständen oder in tragbaren Schmuckstücken und Brillen entstehen.

Literatur

1. Consolvo S, McDonald DW, Landay JA (2009) Theory-driven design strategies for technologies that support behavior change in everyday life. In: Proc. CHI '09. ACM, pp 405–414
2. Fortmann J, Stratmann TC, Boll S, Poppinga B, Heuten W (2013) Make me move at work! An ambient light display to increase physical activity. In: Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth). 7th International Conference, pp 274–277
3. Fortmann J, Müller H, Heuten W, Boll S (2013) Illumee: Aesthetic light bracelet as a wearable information display for everyday life. Proceedings of the 2013 ACM conference on Pervasive and ubiquitous computing adjunct publication. UbiComp '13
4. Fortmann J, Cobus V, Heuten W, Boll S (2014) WaterJewel: be aware of your daily servings of water with an LED-illuminated bracelet. In: Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth '14)
5. Glanz K, Murphy S, Moylan D, Evensen D, Curb JD (2006) Improving Dietary Self-monitoring and Adherence With Hand-held Computers: A Pilot Study. *Am J Health Promot* 20(3):165–170
6. Meyer J, Cakir-Turgut E, Heuten W (2012) Life Logging for the Heart: Assessing Health with Low Cost Consumer Devices. In: SenseCam Symposium, Oxford
7. Meyer J, Cakir-Turgut E, Feith T, Boll S (2013) Fast Food: A quick-pick approach for a nutrition diary. In: Workshop on Interactive Systems in Healthcare, Washington, 2013
8. Möller A, Kranz M, Schmid B, Roalter L, Diewald S (2013) Investigating self-reporting behavior in long-term studies. In: Proc of CHI, pp 2931–2940
9. Poppinga B, Heuten W, Boll S (2014) Sensor-Based Identification of Opportune Moments for Triggering Notifications. *Pervasive Comp Mag* 13(1):22–29
10. Timmermann J, Poppinga B, Boll S, Heuten W (2012) Hapticpulse—Reveal your Heart Rate in Physical Activities. *Haptic and Audio Interaction Design*. Springer