

**HTWG
UN**

Hochschule Konstanz
Fakultät Informatik

**Ubiquitous Computing
Laboratory**

Tagung
**Smart-Future-
Living-Bodensee**



**Freitag,
24.11.2017**

Die Veranstaltung wird gefördert durch die Internationale Bodenseehochschule (IBH), die HTWG Konstanz und die ZHAW.

 **Internationale
Bodensee
Hochschule**

**HTWG
UN**
Hochschule Konstanz
Fakultät Informatik

zhaw
Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften

Smart-Future-Living-Bodensee

HTWG Konstanz
Alfred-Wachtel-Straße 8
78462 Konstanz
Germany

Edited by
Simone Orcioni, Massimo Conti, Eva Rodriguez de Trujillo

Proceedings of international workshop "Smart-Future-Living-Bodensee"

All the papers in this book correspond to works presented during the workshop "Smart-Future-Living-Bodensee", held in Konstanz, Germany, on November 24, 2017. The view and opinions expressed in the papers are the author's personal ones.

Copies cannot be reproduced for commercial profit.

Copyright © 2018. HTWG Konstanz

Printed in Germany, 2018

ISBN 978-3-00-058960-7

Contents

Preface	5
Workshop Organization	6
Smart Home in Baden-Württemberg <i>Christoph Rathfelder</i>	7
Technologietransfermanagement im Themenfeld Smart Home & Living im Schwarzwald-Baar-Kreis <i>Bastian Inthasane</i>	9
iCare-Do-It-Yourself Architektur ambienter Assistenzsysteme als ChatBots für Selbstbauer <i>Andreas Judt, Michael Bächle, Stephan Daurer, Tobias Mettler</i>	11
Innovative Smart Home & Living-Geschäftsmodelle für Kooperationen auf Augenhöhe (InGeKoop) <i>Jürgen Jarosch, Carsten Schmidt, Cathrin Braun, Dietmar Becker</i>	15
Ergänzende Technologien in der Home-Technik Vom stationären zum mobilen Sicherheitsdispositiv <i>Martin Rosenberg, Jack Loonen, Franca Denise Burkhardt</i>	19
Non-invasive sleep analysis with intelligent sensors <i>Maksym Gaiduk, Ralf Seepold, Simone Orcioni, Massimo Conti, Natividad Martínez Madrid</i>	23
Das Living Lab für assistives Wohnen der Hochschule Kempten <i>Petra Friedrich, Dominik Fuchs, Bernhard Wolf</i>	27
Intelligentes Monitoring als Basis für verbesserten Komfort und Energieeinsparung Erfahrungen aus dem EU-Projekt CETIEB <i>Jürgen Frick, Manuela Reichert, Ahmet Dogan Duran, Harald Garrecht</i>	29
Lehrstunden aus der Implementierung von Smart Home / AAL Lösungen <i>Tobias Werner, Isabella Hämmerle</i>	33
The Living Room as a Place for Therapy <i>Petra Friedrich, Dominik Fuchs, Kai Hinderer, Bernhard Wolf</i>	37
AALivingLab@home – Aufbau einer natürlichen Testumgebung für AAL-Innovationen in der Ostschweiz <i>Cora Pauli, Sabina Misoch, Stephanie Lehmann</i>	41
A review of health monitoring systems using sensors on beds or cushion <i>Simone Orcioni, Massimo Conti, Natividad Martínez Madrid, Maksym Gaiduk, Ralf Seepold</i>	45
Index of authors	49

Preface

Die Hochschule Konstanz veranstaltet gemeinsam mit der Züricher Hochschule für Angewandte Wissenschaften eine Fachtagung mit dem Titel "Smart-Future-Living Bodensee" in Konstanz. Die Konferenz beschäftigt sich mit der Fragestellung, in wie weit die **neuesten Technologien** das zukünftige Leben in **Smart Homes** unterstützt und was zu tun ist, um den **Markt der breiten Öffentlichkeit** zu **erschließen**.

Eine maßgebliche Herausforderung der Zukunft, wie sie auch die Vereinten Nationen in ihrer Agenda 2030 beschreiben, kann nur durch die **gezielte Vernetzung diverser Fachrichtungen** gelingen. Insbesondere der **nachhaltigere Umgang** mit den uns **zur Verfügung stehenden Ressourcen** muss die Industriestaaten in den kommenden Jahrzehnten beschäftigen. Die Konferenz "Smart-Future-Living Bodensee" soll einen Beitrag hierzu leisten. Hierbei sollen renommierte Vertreter/innen aus der Industrie und der Wissenschaft, aber auch Nachwuchswissenschaftler/innen über die einschlägigen Disziplinen hinweg sich in dem Bereich austauschen. So soll der Grundstein für Strategien und Projekte gelegt werden, welche nicht nur grenzüberschreitend, sondern auch interdisziplinär für eine zukunftsweisende Forschungsarbeit im Bodenseeraum stehen.

Der Grundgedanke der Konferenz ist, dass jede Disziplin schon heute für sich gesehen über die notwendigen Technologien verfügt, um einen angemessenen Ressourcenverbrauch in unserem täglichen Leben zu realisieren und dabei die **Lebensqualität**, zum Beispiel auch mit Lösungsansätzen aus dem Assisted Living, zu erhöhen. **Ziel der Konferenz ist der Wissenstransfer über die Disziplinen und Grenzen hinweg**. So sollen die persönlichen Kontakte zu grenzüberschreitenden Folgeprojekten führen.

Zielgruppen

Die Tagung richtet sich an folgende Zielgruppen

- Industrie, Handwerk, Baugenossenschaften, Fachplaner
- Pflegedienstleister, Krankenkassen, Sozialverbände
- Öffentliche Verwaltung
- Clusterinitiativen und Vereine
- Forschung und Wissenschaft

Im Anschluss an die Veranstaltung wird ein Tagungsband erstellt.

The papers have been presented at Smart Futures Living-Bodensee, held in Konstanz, Germany, on November 24, 2017.

The workshop has been organized by International Bodensee Hochschule, Hochschule Konstanz, University of Applied Science, and ZHAW Zurich, University of Applied Sciences.

Workshop Organization

Program Committee

Prof. Dr. Ralf Seepold, (Department of Computer Science, HTWG)

Prof. Dr. Franz Baumgartner, (Zurich University of Applied Sciences ZHAW Switzerland, IEFESoE)

Prof. Dr. Natividad Martínez Madrid, (Department of Computer Science, Reutlingen University)

Prof. Dr. Simone Orcioni, (Universita Politecnica delle Marche)

Prof. Dr. Massimo Conti, (Universita Politecnica delle Marche)

Organization Committee

Maksym Gaiduk (Department of Computer Science, HTWG),

W. Daniel Scherz (Department of Computer Science, HTWG),

Eva Rodriguez de Trujillo (Department of Computer Science, HTWG),

Local Organization Web Site

<https://uc-lab.in.htwg-konstanz.de/smart-future-living-bodensee.html>

The workshop is organized by:

■ ■ ■ Internationale
■ ■ ■ Bodensee
■ ■ ■ Hochschule

H T
W
G

Hochschule Konstanz
University of Applied Sciences



Smart Home in Baden-Württemberg

Smart Home & Living Baden-Württemberg e.V.

Wilhelm-Schickard-Str. 10, 78052 Villingen-Schwenningen, www.shl-bw.de

Schwerpunkte

- Identifikation und **Vernetzung** der Schlüsselakteure in Baden-Württemberg
- **Zusammenarbeit und Kooperationen** mit regionalen Initiativen und Maßnahmen
- Entwicklung und Erprobung **neuer Geschäftsmodelle**
- **Zentraler Ansprechpartner** für die Politik im Themenfeld Smart Home & Living für gemeinsame Aktivitäten und Maßnahmen
- Information und **Aufklärung** potenzieller Nachfrager
- Abbau von Markthemmnissen und Markteintrittsbarrieren auf der Anbieterseite
- Aufzeigen **neuen Technologien** auf der Nachfragerseite

Wie kann ich mich engagieren?

Mitglied im Verein Smart Home & Living Baden-Württemberg e.V. können Unternehmen, Institutionen, Netzwerke, Verbände und Forschungseinrichtungen aus Baden-Württemberg werden.

Sprechen Sie uns gerne an!

www.shl-bw.de



Welchen Mehrwert bietet eine Mitgliedschaft?

Eine Mitgliedschaft im Verein Smart Home & Living BW e.V. bietet viele Vorteile, wie z. B.:

- Vernetzung mit Akteuren aus unterschiedlichen Branchen, Technologie- und Dienstleistungsfeldern
- Erleichterter Zugang zu Forschungsinstitutionen, Universitäten und sonstigen Einrichtungen des Landes
- Regelmäßiger Informations- und Erfahrungsaustausch (Presse, Homepage, Newsletter, Veranstaltungen, ...)
- Erhöhte Wahrnehmung bei den Entscheidungsträgern aus Wirtschaft, Politik und Verwaltung

Vision

„Schaffung eines **nachhaltigen Innovationsnetzwerkes** in dem die relevanten Akteure aus **Wirtschaft, Wissenschaft und Politik** gemeinsam das Themenfeld das **SH&L** im Land Baden-Württemberg vorantreiben.“

Wer ist schon dabei!

Derzeit hat der Verein 28 Mitglieder:



... und viele mehr!

Kontakt

Smart Home & Living Baden-Württemberg e.V.

Dr. Christoph Rathfelder
Wilhelm-Schickard-Str. 10
78052 Villingen-Schwenningen
E-Mail: info@shl-bw.de
Telefon: +49 7721 943 160



Technologietransfermanagement im Themenfeld Smart Home & Living im Schwarzwald-Baar-Kreis

Bastian Inthasane
Technologietransfermanager
Landratsamt Schwarzwald-Baar-Kreis
Am Hoptbühl 2, 78048 Villingen-Schwenningen
E-Mail: b.inthasane@LRASBK.de

Kurzfassung—Das Projekt Smart Home & Living ist ein Projekt zur Generierung neuer Geschäftsmodelle durch Vernetzung der Interessengruppen aus Wirtschaft, Forschung und Handwerk sowie Verbrauchern. Die Entwicklung der Geschäftsmodelle erfolgt über Workshops in denen zahlreiche Projektpartner aus verschiedenen Gewerken miteinander arbeiten. (Kurzfassung)

Keywords—Smart; Home; Technologie, Technik; Netzwerk; Geschäftsmodell; intelligent; wohnen (key words)

I. HINTERGRUND

Das Projekt Smart Home & Living ist im Sachgebiet Hilfe zur Pflege im Kreissozialamt des Landratsamtes Schwarzwald-Baar-Kreis angesiedelt. Das Landratsamt Schwarzwald-Baar-Kreis, das durch die Beratungsstellen Alter & Technik und die Pflegestützpunkte Nord & Süd die Nähe zum Bürger hat, und die Industrie- und Handelskammer Schwarzwald-Baar-Heuberg als Kooperationspartner, haben das Ziel Dienstleister, Architekten, Handwerker, Entwickler und Existenzgründer aus dem Bereich Smart Home und Endverbraucher besser miteinander zu vernetzen.

II. PFLEGESTÜTZPUNKT

Der Pflegestützpunkt bietet den Bürgern des Schwarzwald-Baar-Kreises eine neutrale und kostenfreie Beratung in Sachen Pflege. Angehörige und Betroffene können sich an die Mitarbeiter der Pflegestützpunkte wenden und sich eingehend beraten lassen. Die umfassende, unabhängige und neutrale Beratung der Pflegestützpunkte wird durch gesetzliche Regelungen gewährleistet (§7c Sozialgesetzbuch XI – Gesetzliche Pflegeversicherung). Die Beratungen beinhalten unter Anderem Informationsvermittlung rund um die Themen Pflege und Versorgung sowie deren Finanzierbarkeit. Außerdem erhalten Ratsuchende Informationen über gesetzliche Leistungen und Auskunft über regionale Betreuungsangebote und Hilfestellung bei der Inanspruchnahme der Leistungen.

III. ALTER & TECHNIK

Seit 2011 befindet sich die Beratungsstelle Alter & Technik im Landratsamt Schwarzwald-Baar-Kreis. Auch hier können sich Bürger und Interessierte unentgeltlich, neutral und

umfassend beraten lassen. Themen der Beratungen beinhalten technische Hilfsmittel mit denen ältere Menschen oder Menschen mit Behinderungen ein möglichst langes und selbstbestimmtes Leben im eigenen Heim führen können. Technische Hilfsmittel sollen außerdem Sicherheit und Komfort bieten. Des Weiteren bietet die Beratungsstelle Auskunft über die Planung des Wohnungsumbaus wie beispielsweise in Bezug auf Barrierefreiheit. Eine Musterwohnung (BEATE – Barrierefrei Wohnen, Erleben & Ausprobieren, Alltagshelfer, Technische Unterstützung, Einzelberatung) in Villingen-Schwenningen, die nach Terminvereinbarung mit einer Führung besichtigt werden kann, bietet den Interessierten einen umfassenden Überblick über Alltagshilfen und technische Hilfsmittel, die sich derzeit auf dem Markt befinden. Das Inventar der Musterwohnung reicht von einer einfachen Flaschenaufdrehhilfe bis über ein Hausnotrufsystem hin zu einem komplexen Herdabschaltssystem. Jede Beratung wird individuell gestaltet und auf die Bedarfe der ratsuchenden Person abgestimmt.

IV. PROJEKT SMART HOME & LIVING

Projekthinhalte:



Das Projekt Smart Home & Living – Entwicklung und Erprobung neuer Geschäftsmodelle ist im Sachgebiet Hilfe zur Pflege unter der Leitung von Herrn Jürgen Schweizer im Kreissozialamt des Landratsamtes Schwarzwald-Baar-Kreis

angesiedelt. Es handelt sich hierbei um ein zweijähriges Projekt und wird vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg gefördert. Projektleiter sind der Technologietransfermanager Herr Bastian Inthasane vom Landratsamt Schwarzwald-Baar-Kreis und Frau Anne Spreitzer, Projektleiterin Gesundheitswirtschaft | Tourismus, von der Industrie- und Handelskammer Schwarzwald-Baar-Heuberg.

A. Ziele des Projektes

Die detaillierte Wissensvermittlung im Bereich Smart Home & Living und Ambient Assisted Living ist eines der Hauptziele des zweijährigen Projektes. Die Wissensvermittlung richtet sich vor allem an Handwerker, Dienstleister und weitere Kooperationspartner. Die regionale Wirtschaft soll außerdem im Zuge des Projektes gestärkt werden. Dies soll mit einem zukünftigen Markt für einen breiten Kundenkreis erzielt werden. Die Entwicklung und Erprobung neuer Geschäftsmodelle ist ebenfalls Hauptbestandteil des Projektes. Dies geschieht mit Hilfe der Vernetzung der Interessengruppen

aus Wirtschaft, Forschung und Entwicklung sowie Verbraucher.

B. Maßnahmen des Projektes

In elf Monaten fanden bereits fünf Unternehmertreffen mit einhergehenden Ideen- und Kooperations-Workshops statt. Bei diesen waren jeweils Handwerker, Planer, Dienstleister, Forscher und Entwickler ebenso wie Akteure aus der Pflege und Wohnungsbaugesellschaften vertreten. Die Workshop-teilnehmer bestehen größtenteils aus wiederkehrenden Teilnehmern, insgesamt sind es bisher über 50 verschiedene Akteure. Bislang sind drei weitere Kooperations-Workshops geplant. Der nächste Workshop am 07.12.2017 behandelt gewerke- und branchenübergreifende Lösungen am Beispiel eines inklusiven, generationenübergreifenden Wohnprojektes. Für März 2018 ist ein weiterer Kooperations-Workshop geplant, bei welchem die Installation eines regionalen „Kümmerers“ für den Bereich Smart Home & Living das Ziel ist. Der letzte Kooperations-Workshop im Rahmen des Projektes wird voraussichtlich im Juli 2018 stattfinden.

iCare – Do-It-Yourself

Architektur ambierter Assistenzsysteme als ChatBots für Selbstbauer

Andreas Judt

Informatik

Duale Hochschule BW Ravensburg

Ravensburg, Germany

judt@dhbw-ravensburg.de

Michael Bächle

Wirtschaftsinformatik

Duale Hochschule BW Ravensburg

Ravensburg, Germany

baechle@dhbw-ravensburg.de

Stephan Daurer

Wirtschaftsinformatik

Duale Hochschule BW Ravensburg

Ravensburg, Germany

daurer@dhbw-ravensburg.de

Tobias Mettler

IDHEAP

Universität Lausanne

Lausanne, Schweiz

tobias.mettler@unil.ch

Abstract—Ambiente Assistenzsysteme können bereits für einfache Anwendungsfälle eine große Verbesserung bei der Betreuung von Menschen mit erhöhtem Hilfebedarf bewirken. Vielfach werden solche Systeme in einem kommerziellen Umfeld für einen unnötig hohen Preis vertrieben, der primär durch Garantie, Gewährleistung oder Zertifizierungsverfahren zustande kommt. Im Rahmen des Forschungsprojekts iCare wurde eine Architektur für eine Klasse von ChatBot-basierten ambienten Assistenzsystemen entwickelt, die durch ihre Einfachheit erlauben, dass sich pflegende Angehörige oder Einrichtungen diese Systeme selbst herstellen, konfigurieren und betreiben können. Ziel des Ansatzes ist es, mit einfachen ambienten Assistenzsystemen eine kostengünstige Unterstützung bei der Pflege von Menschen mit erhöhtem Hilfebedarf zu ermöglichen. Damit sollen Betroffene möglichst lange und selbstbestimmt im eigenen häuslichen Umfeld leben. Im Folgenden wird die iCareBot-Architektur anhand verschiedener Anwendungsbeispiele dargestellt.

Keywords—chat bots; iCare; assisted living; ambient systems, AAL, DIY, do-it-yourself

I. Einleitung

Ambiente Assistenzsysteme sollen Menschen mit erhöhtem Pflegebedarf möglichst lange ein selbständiges Leben in eigenen häuslichen Umfeld erlauben. Neben Applikationen zur Erleichterung der häuslichen Tätigkeiten unterstützen Ambiente Assistenzsysteme ein selbstbestimmtes Leben durch die Erkennung und Alarmierung von Notfällen. Im Rahmen des IBH Schwerpunktprojekts iCare [1][2][3] entstehen verschiedene ambiente Assistenzsysteme, die aufgrund ihrer Einfachheit kostengünstig sind und leicht montiert werden können.

II. Die iCareBot Architektur

Im Rahmen des Projekts iCare wurde eine ChatBot Architektur entwickelt, mit der professionelle Pflegende oder pflegende Angehörige ambiente Assistenzsysteme selbst herstellen und betreiben können.

Das Konzept basiert auf einem gängigen Single-Board-Computer (SBC). Für eine Inbetriebnahme eines SBC wird typischerweise eine Betriebssoftware heruntergeladen und installiert. Für die Inbetriebnahme wird ein SBC entweder wie ein Desktop-Computer – also mit Monitor, Tastatur und Maus – konfiguriert oder benötigt das Spezialwissen eines IT-Experten. In beiden Fällen ist die Kenntnis vom Umgang mit Betriebssystemen und Netzwerken unbedingt erforderlich. Im Rahmen des iCare Projekt stellten die Autoren fest, dass diese technische Hürde einer praxistauglichen Anwendung des Konzepts im Wege steht.

Die Akzeptanz ambierter Systeme erfordert sowohl eine einfache Bedienung als auch eine einfache Inbetriebnahme. Die Erfahrung aus dem Projekt zeigte, dass Pflegende bzw. pflegende Angehörige nicht über einen IT-Hintergrund verfügen. Allgemein kann aber davon ausgegangen werden, dass Menschen im Berufsleben ein Smartphone besitzen und soziale Netzwerke und Chats verwenden.

Die iCareBot Architektur wurde daher so entwickelt, dass professionelle Pflegende bzw. pflegende Angehörige ambiente Assistenzsysteme ausschließlich durch Chatten mit dem SBC nutzen. Für die konkrete technische Umsetzung wurde der Messenger-Dienst Telegram [4] gewählt, da er die Verwendung von Bots aktiv unterstützt und dafür keine Kosten anfallen.

Die Kommunikation eines iCareBots mit den Smartphones von professionellen Pflegenden bzw. pflegenden Angehörigen erfolgt ausschließlich in Richtung des Telegram Servers und ist verschlüsselt. Für den Betrieb sind daher keine Herausforderungen bei der Netzwerksicherheit, speziell durch den Zugriff von außen auf das ambiente Assistenzsystem zu

erwarten. Abbildung 1 zeigt die Kommunikation per Telegram zwischen iCareBot und Smartphones.



Abbildung 1: Kommunikation eines iCareBot mit Smartphones

III. CamBot

Der CamBot basiert auf einem SBC mit integrierter Kamera und analysiert Aktivität bzw. Inaktivität in einem Wohnraum mittels Bildanalyse. Abbildung 2 zeigt das fertige Gerät in einem unauffälligen Gehäuse.

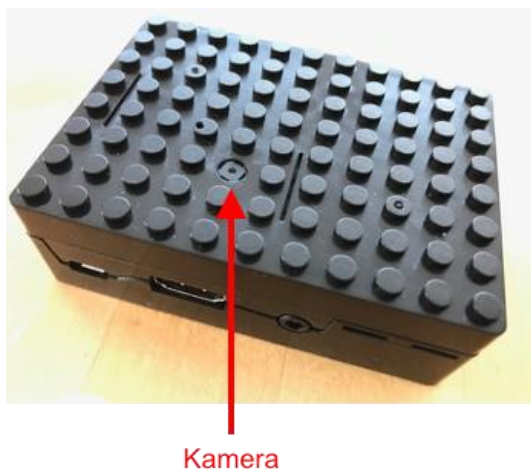


Abbildung 2: iCare CamBot

Als Anwendungsbeispiel sei hier der Tagesablauf eines Demenzpatienten in der eigenen Wohnung skizziert. Demente Menschen der Stufen 1 und 2 entwickeln einen enormen Bewegungsdrang bei Verlust des Zeitgefühls. Es kommt deshalb häufiger vor, dass sie nachts durch die Wohnung

umherwandern. Ebenso kann tagsüber ein medizinischer Notfall auftreten, in dem der Betroffene nicht mehr selbst Hilfe holen kann, wie etwa mit einem Notfallknopf. Eine dauerhafte persönliche Anwesenheit eines Pflegers oder pflegenden Angehörigen ist dabei oft aufgrund der finanziellen Lebensumstände nicht möglich oder im Falle von leicht dementen Patienten häufig auch nicht gewollt.

Der CamBot kann für mehrere Angehörige in einem Chat konfiguriert werden. In einem Notfall wird jeder Angehörige informiert. Ein Administrator konfiguriert den CamBot ebenfalls über den Telegram-Chat. Über eingestellte Ruhe- bzw. Aktivitätszeiten sowie die Empfindlichkeit der Bildanalyse kann der Bot an den Einsatzort und die Gewohnheiten der Betroffenen angepasst werden.

IV. ScanBot

Der ScanBot nutzt Bluetooth handelsübliche Bluetooth 4 Tags zur Anwesenheits- bzw. Abwesenheitserkennung von Personen in einer Wohnung bzw. Wohngemeinschaft. Gießt man die Tags im laufenden Betrieb in Plexiglas, können sie wie ein Knopf an der Kleidung von Menschen mit erhöhtem Hilfebedarf befestigt werden. Diese Knöpfe haben eine Batterielaufzeit von 1-2 Jahren bei einem Anschaffungspreis von ca. 15 Euro. Abbildung 3 zeigt die derzeitigen Bauteile eines ScanBots, die für ca. 75 € bei Online-Händlern erhältlich sind.



Abbildung 3: Bauteile des iCare ScanBot

Der ScanBot speichert in einer Positiv-Liste Tags, die anwesend sein müssen und ordnet sie Personen bzw. Kleidungsstücken zu. In einer Negativ-Liste kann ein Türalarm eingerichtet werden.

So kann beispielsweise in einer Wohngemeinschaft einfach sichergestellt werden, dass alle Bewohner anwesend sind. Sobald ein Bewohner das Haus verlässt, schlägt der Bot bei den Pflegern Alarm. Bei einer größeren Organisation kann der ScanBot über die Negativ-Liste als Türalarm verwendet werden. Hier geht eine Meldung an die Pflegepersonen, sobald

ein mit Tag ausgestatteter Bewohner die Einrichtung verlässt. Abbildung 4 zeigt den Chat mit einem ScanBot.

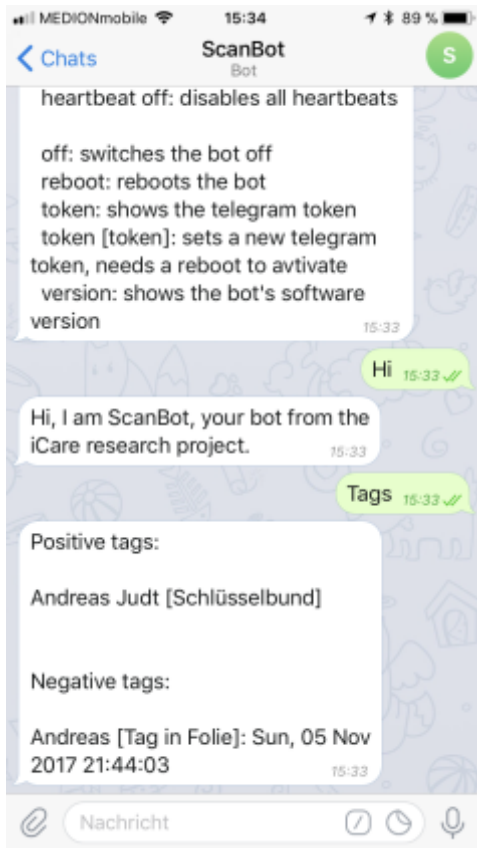


Abbildung 4: Chat mit einem iCare ScanBot

V. Nutzung durch Pfleger oder Angehörige

Um einen iCareBot in herzustellen, müssen Pfleger bzw. pflegende Angehörige folgende Schritte ausführen:

- die Bauteile erwerben
- den SBC montieren
- die Software von der Projektwebseite herunterladen und auf eine SD-Karte schreiben
- iCareBot in Betrieb nehmen und eigenen Chat sowie Anwender konfigurieren

Mit Hilfe eine IT-affinen Helfers können diese Bots auch ohne Expertenwissen in Betrieb genommen werden. Die Software zum Betrieb eines iCare Bots und weiterführende Unterlagen, wie beispielsweise eine Bauanleitung und Benutzerhandbuch, sind kostenfrei und vollumfänglich auf der Projektwebseite erhältlich. Derzeit bauen die Autoren ein Netzwerk von ehrenamtlichen Helfern auf, die bei der Herstellung von iCare Bots unterstützen können.

VI. Fazit und Ausblick

Mit der Architektur von iCareBots entstand eine Basistechnologie, mit der ambiente Assistenzsysteme mit verschiedenen Sensoren Notfälle bei Personen mit erhöhtem Hilfebedarf erkennen können und Pflegende bzw. pflegende Angehörige über ein soziales Netzwerk automatisch benachrichtigen. Es wurde gezeigt, dass einfache Systeme selbst hergestellt und betrieben werden können. Alle Bauteile sind frei auf dem Markt erhältlich, die erforderliche Software steht über die Projektwebseiten des IBH Schwerpunktprojekts iCare [2][3] kostenfrei zur Verfügung.

Im weiteren Verlauf des Projekts sollen neben den bestehenden Handbüchern auch Schulungsvideos für die Herstellung von iCareBots produziert werden. Weiterhin soll die Evaluation im Feld weiter ausgeweitet werden.

VII. Danksagung

Die Autoren bedanken sich herzlich bei der Internationalen Bodenseehochschule (IBH) für die Förderung und Unterstützung (IBH Projekt Nr. 406/16).

References

- [1] IBH Schwerpunktprojekt iCare, <http://www.bodenseehochschule.org/projects/2748/>.
- [2] iCare Projektwebseite der DHBW Ravensburg, <http://ravensburg.dhbw.de/icare>.
- [3] iCare Projektwebseite der Universität Lausanne, <http://unil.ch/icare>.
- [4] Telegram Messenger, <http://www.telegram.org>.

Innovative Smart Home & Living- Geschäftsmodelle für Kooperationen auf Augenhöhe (InGeKoop)

Dr. Jürgen Jarosch
Elektro Technologie Zentrum (etz)
Stuttgart, Deutschland

Cathrin Braun, M.Sc.
Elektro Technologie Zentrum (etz)
Stuttgart, Deutschland

Carsten Schmidt, M.Sc.
Fraunhofer IAO | Business Performance Management
Stuttgart, Deutschland

Dr. Dietmar Becker
Entwicklungszentrum Gut altwerden GmbH (EZ Gaw)
Sindelfingen, Deutschland

Abstract— Der Bereich Smart Home & Living in Baden-Württemberg wird für die nächsten Jahre als deutlicher Wachstumsmarkt mit einem Milliardenvolumen eingeschätzt. Ziel des Projektes „InGeKoop“ ist es, einen Beitrag zur Überwindung der offensichtlich bestehenden Schranken zwischen den zentralen Marktteilnehmern zu leisten – den Bauherren auf der Nachfragerseite und den Sozialdienstleistern und Handwerksunternehmen auf der Anbieterseite.

Keywords – Smart Home & Living; SH&L; Geschäftsmodelle; Sozialunternehmen; Bauherrengemeinschaften; Handwerksunternehmen

I. PROJEKTZIEL

Übergeordnetes Ziel des Projektes „InGeKoop“ ist es zwei unterschiedliche kooperative Geschäftsmodellkonzepte zu erarbeiten. Das erste Geschäftsmodellkonzept betrachtet die Kooperationen von Wohnbaugesellschaften, Sozialunternehmen und Handwerksunternehmen. Das zweite Geschäftsmodellkonzept konzentriert sich auf die Zusammenarbeit von Handwerks- und Sozialunternehmen mit der Zielgruppe Bauherrengemeinschaften.

Die Konzeption und Umsetzung des Projekts „InGeKoop“ mit einer Laufzeit von zwei Jahren liegt bei den Konsortialpartnern Elektro Technologie Zentrum (etz), Entwicklungszentrum Gut altwerden GmbH (EZ Gaw) und Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO). Das Projekt wird während dieser Zeit vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg gefördert.

II. ZWISCHENSTAND UND ERGEBNISSE DER BISHERIGEN PROJEKTBEARBEITUNG

Die im Projekt adressierten beiden Auftraggeber – Sozialunternehmen und Bauherrengemeinschaften – unterscheiden sich in ihren Anforderungen erheblich.

Mit Hilfe von vertiefenden Interviews wurden die Vorstellungen der unterschiedlichen Nutzergruppen im Hinblick auf konkrete Bauvorhaben erfasst. Bei Sozialunternehmen – Betreiber und mögliche Eigentümer von Immobilien – die vor allem von älter werdenden Menschen bewohnt werden, stehen als Entscheidungskriterien für Investitionen im Vordergrund die Nutzungsmöglichkeit über Jahrzehnte mit wechselnden Bewohnern, eine gute Usability aller Elemente durch Personen unterschiedlichen Alters und natürlich die Kosten sowohl der Erstellung als auch während des Betriebs der Immobilien. In den Bau einer Immobilie wird in der Regel ein Handwerksunternehmen für alle Elektroeinbauten eingebunden. Mit diesem soll dann auch möglichst ein langfristiger Servicevertrag abgeschlossen werden.

Zu Bauherrengemeinschaften schließen sich üblicherweise Interessenten zusammen, die ihre sehr persönlichen Vorstellungen in der eigenen Immobilie umsetzen möchten. Die Abstimmungen innerhalb der Gemeinschaft sind wichtig, Kosten treten in den Hintergrund. Die Beziehung zu Elektrohandwerksbetrieben kann sehr unterschiedlich sein – von der Beratung über den Einbau einzelner Komponenten bis zum Gesamteinbau ist alles denkbar. Auch hier steht die Individualität der Bauherren im Vordergrund.

Aufbauend auf diesen identifizierten Kundenbedürfnissen wurden drei Ausstattungsstufen („Basis-Sozialunternehmen“ und „Basis-Bauherrengemeinschaften“, „Erweitert“ und „Vollintegriert“) zur konkreten Umsetzung von Smart Home & Living-Lösungen skizziert.

- Ausstattungsstufe „BASIS-Bauherrengemeinschaften“
Diese Ausstattungsstufe dient als Einstiegsvariante für Bauherrengemeinschaften und berücksichtigt deren spezifische Anforderungen für ein geringes Budget.

- **Ausstattungsstufe „BASIS-Sozialunternehmen“**
Hier werden spezielle Anforderungen von Sozialunternehmen und deren Kunden/Bewohnern berücksichtigt (u.a. eingeschränkte Mobilität, Hilfsbedürftigkeit in Notsituationen). In der Ausstattungsstufe Basis sind SH&L-Lösungen eingeordnet, welche sich auch schon mit einem geringen Budget realisieren lassen, aber nicht so viele Individualisierungsmöglichkeiten für den Nutzer beinhalten.
- **Ausstattungsstufe „Erweitert“**
Die Ausstattungsstufe „Erweitert“ baut auf den beiden Basisvarianten auf. Es sind Funktionen eingeordnet, welche mit größeren finanziellen Mittel zu realisieren sind, dem Kunden aber auch einen höheren Individualisierungsgrad bieten.
- **Ausstattungsstufe „Vollintegriert“**
Diese Ausstattungsstufe integriert die verschiedensten SH&L-Lösungen auch herstellerübergreifend. Damit verbunden sind auch die größten Investitionen aber im Gegenzug erhält der Kunden vielfältige Möglichkeiten, Funktionen an seine individuellen Bedürfnisse und an die der weiteren Bewohner (z.B. Integration verschiedener Nutzerprofile) anzupassen.

Innerhalb dieser Ausstattungsstufen werden fünf Kategorien (Komfort, Sicherheit, Energieeffizienz, Autarkie/Selbstbestimmtes Leben, Gesundheit) und fünf Bereiche (Elektrotechnik, Heizung/Klima, Visualisierung, Multimedia, Räume) unterschieden, zu denen sich einzelne Smart Home & Living-Funktionen zuordnen lassen:

- **Komfort**
Unter Komfort sind Bequemlichkeiten und Annehmlichkeiten einzuordnen, die auf der Präsenz von technisch ausgereiften SH&L-Lösungen beruhen.
- **Sicherheit**
Zu Sicherheit zählen SH&L-Lösungen, welche den Nutzer dabei unterstützen, sich zusätzlich vor Gefahren und Risiken zu schützen.
- **Energieeffizienz**
Die Energieeffizienz ist ein Maß für den Verbrauch von Energie zur Erreichung eines bestimmten Nutzens. Hierzu zählen Funktionen, die zu einer Reduzierung des Energieeinsatzes bei-tragen können und diesen transparent darstellen.
- **Autarkie / Selbstbestimmtes Leben**
Autarkie ist im vorliegenden Kontext als Bereich mit zwei Facetten zu verstehen. Zum einen als Energieautarkie (Unabhängigkeit von externen Energielieferungen) und zum anderen als selbstbestimmtes/unabhängiges Leben (Minimale Abhängigkeit von anderen Personen, Abläufen oder Situationen).
- **Gesundheit**
Gesundheit beinhaltet nicht nur das Fehlen von Krankheiten und Gebrechen sondern auch das Wohlbefinden und die (Steigerung der) Lebensqualität durch den Einsatz von SH&L-Lösungen/Funktionen.

Teilweise werden einzelnen Funktionen innerhalb einer Kategorie zu mehreren Bereichen zu-geordnet, da verschiedene Sichtweisen auf die Funktion möglich sind. Die Ausstattungsstufen sind als ein Möglichkeitsraum inklusive umgangssprachlicher Nutzenbeschreibungen bzw. Darstellung der zu erwartenden Mehrwerte zu verstehen, aus dem die Kunden Teillösungen bis hin zu komplett vernetzten Gesamtlösungen (unter Berücksichtigung der technischen Voraussetzungen) auswählen können.

Aufbauend auf der Matrix zu den Ausstattungsstufen erfolgte die Erarbeitung verschiedener Dienstleistungen, welche durch die am Projekt beteiligten Partnern angeboten werden können. Durch diese Dienstleistungsangebote soll es den Unternehmen ermöglicht werden, weitere Umsätze zu generieren und im Idealfall weitere lukrative Geschäftsfelder für die Zukunft zu erschließen. Ebenso besteht mit diesen Dienstleistungen die Möglichkeit auch nach Abschluss des Bauprojektes mit den Kunden über einen langen Zeitraum in Kontakt zu bleiben und die Angebote im After-Sales-Bereich weiter auszudehnen. Es erfolgt eine Unterteilung der Dienstleistungen in „*technische Dienstleistungen*“, „*soziale Dienstleistungen*“ und „*weitere Dienstleistungen*“. Bei den „*weiteren Dienstleistungen*“ ist es eventuell nötig, dass weitere Partnerunternehmen aus anderen Branchen integriert werden müssen.

III. GESCHÄFTSMODELLKONZEPT I WOHNBAUGESELLSCHAFT – SOZIALUNTERNEHMEN – HANDWERKSUNTERNEHMEN (AKTUELLER STAND)

Weitere Projekt-Partner innerhalb dieses Geschäftsmodellkonzeptes sind das Sozialunternehmen Keppler-Stiftung als zentraler Auftraggeber, das Wohnbauunternehmen GSW Gesellschaft für Siedlungs- und Wohnungsbau Baden-Württemberg mbH für den Bau der Anlage zum Betreuten Wohnen sowie die Elektro-Breitling GmbH.

Als Grundlage für die erfolgreiche Zusammenarbeit war es notwendig eine Vertrauensbasis zu schaffen, da die bisherige Zusammenarbeit von Partnern aus den beteiligten Bereichen eher durch eine ausgeprägte Misstrauenskultur geprägt war. Unter Moderation des EZ Gaw wurde hierzu ein „*Code of Conduct*“ vereinbart, welcher folgende Punkte beinhaltet und für alle Beteiligten im weiteren Projektverlauf bindend ist:

- **Gemeinsamer Erfolg**
Die Vorgehensweise hat grundsätzlich den Erfolg aller Beteiligten im Blick, insbesondere auch den wirtschaftlichen Erfolg. Nach dem Motto: „An einem guten Geschäft muss jeder verdienen.“
- **Gegenseitiges Vertrauen**
Die wichtigste Voraussetzung für den Erfolg des neuen Vorgehens ist gegenseitiges Vertrauen im Projektteam.
- **Offene Kommunikation**
In Diskussionen trägt jeder seine Argumente offen und respektvoll vor. Entscheidungen werden ausdiskutiert, die Motivation transparent gemacht, auch für betriebswirtschaftliche Fragen.

- *Offenheit – freies Denken*
Innerhalb nachvollziehbarer Grenzen soll frei gedacht werden. Bisherige Herangehensweisen und Denkmuster dürfen und sollen hinterfragt werden.
- *Mehrwert für Endkunden*
Der Mehrwert des Endkunden ist handlungsleitend und wird darum von Beginn an mitgedacht.
- *Nachhaltigkeit der Lösungen*
Bei Überlegungen zu Geschäftsmodellen steht die Nachhaltigkeit im Fokus. Möglichkeiten der Refinanzierung und des nachhaltigen Betriebs werden unter unterschiedlichen Zeiträumen betrachtet.
- *Grenzen des Vorgehens*
Die Grenzen des Vorgehens werden im Einzelfall gemeinsam festgestellt. Das beinhaltet auch die Möglichkeit des Scheiterns.

Die Nagelprobe für diese Vereinbarung steht an, wenn miteinander über die Ausstattung einer konkreten Immobilie gearbeitet wird. In diesem Teilprojekt wird sehr schnell deutlich, dass sich eine Smart Home & Living-Ausstattung für Immobilien des Betreuten Wohnens sinnvoll nur über den Fokus auf die für alle Seiten – letztendlich vor allem für die Endnutzer – entstehenden Mehrwerte realisieren lässt.

IV. GESCHÄFTSMODELLKONZEPT 2 BAUHERRENGEMEINSCHAFT – SOZIALDIENSTLEISTER – HANDWERKSUNTERNEHMEN (AKTUELLER STAND)

Weitere Projekt-Partner innerhalb dieses Geschäftsmodellkonzeptes sind die Handwerksunternehmen Berner Elektrotechnik GmbH und Klaus Kaiser Elektrotechnik.

Ausgangspunkt stellte die Abgrenzung unterschiedlicher Bauherrengemeinschaftsmodelle an Hand folgender Kriterien dar:

- Projekttyp (Wohntyp)
- Größe
- Rechtsform
- Trägermodell

Die eigentliche Entwicklung der Geschäftsmodellkonzepte wurde methodisch über das Verfahren der morphologischen Analyse abgebildet. Der innerhalb dieses Verfahrens erstellte morphologische Kasten ist ein Werkzeug zur möglichst vollständigen Erfassung komplexer Problembereiche. Das Problem der Geschäftsmodellkonzeption wurde somit in seine elementare Bestandteile (Teilmodelle) zergliedert. Anschließend wurden Lösungen für diese Teilprobleme gesucht und miteinander verbunden. Um die Anforderungen und Wünsche der Bauherrengemeinschaften abzubilden, werden Workshops mit diesen durchgeführt. Im Zentrum dieser Workshops mit den Bauherrengemeinschaften steht die Erstellung eines Kundenprofils (Kundengewinne, Kundenaufgaben und Kundenprobleme) und der Versuch ein einzigartiges Nutzenversprechen für diese Gruppe zu erarbeiten. Auch die hier erarbeiteten Inhalte ergänzen und validieren die zuvor erfolgte theoretische Konzeption und des morphologischen Kastens.

Ergänzende Technologien in der Home-Technik

Vom stationären zum mobilen Sicherheitsdispositiv

Martin Rosenberg
NESTOR Intl. Corp. A
Appenzell, Schweiz
info@NESTOR-swiss.ch

Jack Loonen
NESTOR Intl. Corp. A
Appenzell, Schweiz
info@NESTOR-swiss.ch

Dr. Franca Denise Burkhardt

Abstract—Dieser Bericht umfasst die Präsentation der Produkte- und Dienstleistungspalette von NESTOR Intl. Corp. A, Kooperationspartner von Living Lab/AAL, und die den Dienstleistungen zugrundeliegenden Visionen und Ziele der Firma im Hinblick auf die Entwicklung und Förderung einer ganzheitlichen Altersversorgung im eigenen Zuhause. Der Schwerpunkt der Präsentation liegt auf der Herausforderung, die beiden teilweise gegensätzlichen Kundenbedürfnisse „Sicherheit/Betreuung“ und „Selbständigkeit/Mobilität“ durch Nutzung von technischen Systemen und vernetzten Dienstleistungsmodulen zu kombinieren.

Keywords; Independent living, unabhängig leben im Alter, Betreuung, Pflege, Sicherheit, Haustechnologie, Home-Technik, Mobile Sicherheitstechnik, virtuelles Alters- und Pflegeheim, virtuelle Betreuung, vernetzte Dienstleistungen

I. EINLEITUNG

Die demographische Entwicklung in Westeuropa und folglich auch in der Schweiz zeigt, dass traditionelle Altersversorgungssysteme überdenkt und in einen grösseren Zusammenhang eingebettet werden müssen. Dazu gehört ebenfalls der Einbezug von Arbeits- und Anstellungsveränderungen, da davon ausgegangen werden muss, dass zukünftige Generationen trotz vorangeschrittenem Alter noch berufstätig sein werden und somit auch bis zu einem hohen Grad unabhängig sein müssen. Berufliche und gesellschaftliche Integration im Alter rücken folglich ins Zentrum des Interesses und versuchen durch die gesamtheitliche Betrachtung von Bildung, Mobilität, Technologie und Gesundheit der bedeutenden, wenn auch heterogenen Gruppe von älteren Menschen gerecht zu werden.

Die Aufgabe, den zahlreichen individuellen, aber auch gesellschaftlichen Bedürfnissen rund um die Altersversorgung gerecht zu werden, muss aber nicht nur hinsichtlich der zukünftigen Herausforderungen, sondern auch im aktuellen gesellschaftlichen Kontext wahrgenommen werden. Viele stehen bereits heute vor einer schwierigen Aufgabe, wenn Eltern oder Grosseltern trotz gesundheitlicher Einschränkungen nicht auf die Selbständigkeit und Mobilität im Alltag verzichten wollen und daher einen Umzug ins Altersheim ablehnen. Diese Einstellung zeigt, dass viele ältere Menschen nicht einfach nur mehr die Betreuungsdienstleistung beziehen wollen, sondern eine gesamtheitliche Altersversorgung fordern, die ihren Ansprüchen nach Aktivität, Mobilität und Selbständigkeit gerecht wird.

II. VIRTUELLES ALTERS- UND PFLEGEHEIM

NESTOR Firmengründer und Verwaltungsratspräsident Martin Rosenberg hat sich der Anforderung nach Selbstständigkeit und Betreuung mit Hilfe eines eigens für diesen Zweck konzipierten technischen Systems in Kombination mit vernetzten Dienstleistungsmodulen angenommen. Sein Ansatz von „Independent Living“ stellt den älteren Menschen als anspruchsvollen Kunden und Nutzer ins Zentrum, welcher sein Zuhause nun so ausrüsten kann, dass er trotz allfälligen Einschränkungen aktiv, kommunikativ und sicher leben kann. Dabei wird der Kunde neben der herkömmlichen persönlichen Pflege- und Betreuungsdienstleistung mit einem auf ihn zugeschnittenen virtuellen Service unterstützt.

Um so lange wie möglich, komfortabel, sicher und unabhängig zu Hause leben zu können, wird in den Augen von NESTOR vorausgesetzt, dass Kommunikation, Sicherheit und Versorgung jederzeit sichergestellt werden können.

- Die Kommunikation mit der Umwelt ist ein Kernbestandteil der gesamtheitlichen Altersversorgung und ermöglicht die aktive Teilnahme in der Gesellschaft. Gleichermassen ist Kommunikation ein zentrales Sicherheitsdispositiv, welches den Ruf nach Selbständigkeit erst ermöglicht, ohne zu hohe Risiken zu generieren. In diesem Zusammenhang bedeutet Kommunikation folglich nicht nur, dass der Kunde die Möglichkeit bekommt, auf verschiedenen Kanälen mit seiner Umwelt interagieren zu können, sondern vor allem auch dass Angehörige sowie Pflege- und Betreuungspersonal jederzeit mit ihm in Kontakt treten können.
- Der Wunsch, zu Hause zu leben, wird gerade mit zunehmenden Alter auch vom Bedürfnis nach Stabilität, Vertrautheit und Sicherheit begleitet. Der Kundenanspruch, sich trotz der durch das Alter veränderten Lebenslage wohl und unabhängig fühlen zu können, wird von der Notwendigkeit begleitet, Risiken minimieren und Vorfälle frühzeitig erkennen zu können. Mit anderen Worten kann Selbständigkeit nur in Kombination mit mehr Sicherheitsvorkehrungen gewährt werden. Ein paar der wichtigsten Sicherheitsdispositive sind die Sicherstellung der

Kontaktaufnahme (Kommunikation), die frühzeitige Identifikation von gesundheitlichen Beeinträchtigungen (Kreislaufzusammenbruch, Sturz, etc.) und die Versorgung im Notfall. Diese Sicherheitsvorkehrungen gehen bisweilen mit technischen und operativen Kontrollen einher, die durch die betagten Kunden anfänglich auch als Überwachung wahrgenommen werden können. Umso wichtiger ist es, zusammen mit den Betreuungspersonen und Angehörigen ein Verständnis dafür zu schaffen, wie wichtig Sicherheitsdispositive für die Weiterführung der Selbständigkeit sind.

- Selbständigkeit bedeutet aber auch, eine Wahl zu haben. Aus diesem Grund bietet NESTOR ihren Kunden Zugang zu Produkten und Dienstleistungen aus der jeweiligen Region. Die betagten Personen können dann bequem von Zuhause aus auf die Angebote ihrer Wahl zurückgreifen und somit ihre Versorgung eigenständig sicherstellen.

Basierend auf diesen Überlegungen entstanden die drei Pfeiler von NESTOR bestehend aus der technischen Infrastruktur, dem Betreuungsangebot und dem Marktplatz.



Fig. 1. Drei Pfeiler von NESTOR

Der Marktplatz entspricht dem Grundsatz der Versorgung und umfasst alle Angebote und Dienstleistungen, die Dank der technischen Infrastruktur vom Kunden selbst ausgewählt und bezogen werden können. Das Betreuungsangebot umfasst unter anderem die Tagesplanung und -betreuung sowohl virtuell als auch physisch (im Zusammenspiel mit dem Marktplatz). An dieser Stelle soll nun aber auf die technische Infrastruktur genauer eingegangen werden, da diese das Herzstück von NESTOR und somit der gesamtheitlichen Altersversorgung im eigenen Zuhause darstellt.

III. STATIONÄRE HOME-TECHNIK

Die Haus- und Sensortechnik von NESTOR beruht auf dem System PAUL, entwickelt von CIBEK. PAUL ermöglicht es, den Kunden eine einfache und intuitive Benutzeroberfläche zu bieten und gleichermassen auf neuste Technologien im Hintergrund zurückzugreifen. Der visuell eher traditionelle Auftritt von PAUL ist daher bewusst gewählt und beruht auf der Überlegung, dass die aktuellen Nutzer und Kunden keiner stark IT-affinen Generation entspringen. Intuitive und einfache Bedienung hat somit ein anderes Gesicht als dies in vierzig oder fünfzig Jahren für die Y-Generation der Fall sein wird. Eine Benutzeroberfläche muss daher nicht nur alters- sondern auch generationengerecht sein. Um dies sicherstellen zu können, integriert NESTOR die betagten Nutzer in den stetigen

Verbesserungsprozess der Benutzeroberfläche, genauso wie die komplexen technischen Verbesserungen in Abstimmung mit institutionellen Kunden und Dienstleistern vorgenommen werden.



Fig. 2. PAUL

PAUL bietet eine Reihe von Möglichkeiten und wirkt als Bindeglied zu den Betreuungsangeboten und dem Marktplatz. So kann man mit einem einfachen Knopfdruck mit Angehörigen oder Fachpersonal telefonieren (Video-Telefonie) oder auf den Marktplatz (System PAUL-Amonia) zugreifen.



Fig. 3. PAUL-Amonia

PAUL ist ebenfalls für die verschiedenen Sicherheitsdispositive zuständig und kann bspw., sofern Bewegungsmelder bzw. -scanner installiert wurden, im Falle von Inaktivität einen Alarm auslösen und somit Angehörige und Fachpersonal aufbieten.

Das System PAUL mit Vollausstattung umfasst neben einem eigenen Server und dem Computer mit Touchscreen die Sicherheitsüberwachung, sprich die Sensoren zur Erkennung von Inaktivität oder Hilflosigkeit, und die komplette Haustechnik, also Aktoren, um den Strom zu steuern, automatische Türmechanismen sowie Außen- und Innenkameras.

Um diese technische Infrastruktur einer möglichst breiten Kundschaft anbieten zu können, sind die Installations- und Wartungskosten von PAUL sehr tief gehalten. Dies bedeutet aber auch, dass PAUL sich auf das Wesentliche, sprich auf die gesamtheitliche Altersversorgung im eigenen Zuhause beschränkt und nicht als Luxusprodukt der Wohntechnologie

betrachtet werden kann. Solche zusätzlichen Produkte können aber bei Bedarf durch Partnerfirmen abgedeckt werden.

Mehr Dienstleistung ist somit möglich, weniger aber auch. Je nach Kundenbedürfnis bedarf es keiner Vollausstattung von PAUL. Aus diesem Grund bietet NESTOR zwei Teilprodukte an:

- System PAULa: Diese leicht abgespeckte Version von PAUL bietet ausschliesslich das System, die Hardware (Tablet oder Computer), den Server und die Sicherheitsüberwachung.
- System PAULo: Dieses Einsteigerprodukt umfasst das System, die Hardware (Tablet oder Computer), aber bietet weder Sicherheitsüberwachung noch Haustechnik.

PAUL, PAULa und PAULo sind geeignet für den privaten Einsatz in der eigenen Wohnung oder im Haus, allerdings steht die Anerkennung als Pflege- und Ergänzungsleistungen noch aus, was eine vollständige Kostenübernahme durch den Kunden bedingt. Ebenfalls können alle drei Systeme in Institutionen mit und ohne altersgerechten Wohnungen sowie im Bereich des betreuten Wohnens eingesetzt werden.

IV. MOBILE SICHERHEITSTECHNIK

Selbständigkeit beschränkt sich allerdings nicht nur auf die eigenen vier Wände, sondern muss auch ausserhalb des Hauses oder der Wohnung gewährleistet werden. Um diese Anforderung zu erfüllen, braucht es ein Sicherheitsdispositiv, welches weniger an den Ort, sondern an den Kunden gebunden ist. NESTOR Smart Watch (SW-N1) mit SIM-Karte bietet diese Möglichkeit. Die Funktionen der Uhr werden mit dem Handy via App konfiguriert und stellen somit genau wie PAUL die Kommunikation mit Angehörigen oder Fachpersonal sicher. Diese können, genauso wie der Träger der Uhr selbst, die Vitalwerte (Puls, Blutdruck), die Körperposition (Sturz-Alarm) und somit den Gesundheitszustand der betagten Person einsehen und im Notfall eingreifen. Durch das GPS System ist auch sichergestellt, dass im Notfall die Person gefunden werden kann. Bei Bedarf kann sogar ein Aktionsradius für den Träger definiert werden – verlässt der Träger den definierten Radius, werden die Kontaktpersonen alarmiert. Weiter ist die Uhr in der Lage den Träger mittels Voice-Alarm daran zu erinnern, dass Medikamente eingenommen werden müssen oder die Batterie aufgeladen werden muss. Legt der Kunde entgegen der Abmachung die Uhr ab, kann ein Alarm an die Kontaktperson gesendet werden. Schlussendlich dient die Uhr als Telefon, Kontaktpersonen können angerufen und mit den betagten Personen kann selbst im Notfall über die automatische Anrufannahme der Uhr kommuniziert werden.



Fig. 4. Smart Watch SW-N1

Wie bereits erläutert, verbirgt sich hinter jedem Sicherheitsdispositiv ein Überwachungselement, welches aber bei frühzeitigem Erwerb stufenweise dem Gesundheitszustand angepasst werden kann. Auch hier empfiehlt sich ein ausführliches Gespräch vor dem Erwerb, um die Bedenken rund um die risikominimierende Kontrolle den Vorteilen einer hohen Selbständigkeit gegenüberzustellen.

Der Einsatz der Smart Watch ist für die Betreuung durch Angehörige genauso geeignet wie für die Betreuung durch Spitex oder Institutionen mit oder ohne Alterswohnungen. Ebenfalls könnte ein Einsatz in der Industrie bei Schichtarbeiten in Betracht gezogen werden (Arbeitssicherheit).

V. ERFAHRUNGEN UND SCHLUSSFOLGERUNG

NESTOR hat das Wohn- und Lebensmodell „Independent Living“ im Sinne eines ganzheitlichen Ansatzes aufgebaut, welcher den betagten Kunden und Nutzern die bestmögliche Kombination aus Sicherheit, Kommunikation und Versorgung anbietet. Dabei steht mit PAUL die Ausrüstung der Wohnungsumgebung und mit der Smart Watch die Mobilität des Individuums im Zentrum. Beide Technologien sind nicht nur dem höheren Alter der Kunden/Nutzer angepasst, sondern spiegeln auch die technischen Kompetenzen der aktuellen älteren Generation wieder.

Die technische Gewandtheit der zukünftigen Generationen wird sich unter anderem auch in der Weiterentwicklung der Benutzeroberfläche widerspiegeln. Für die jetzigen Nutzer ist das intuitive, einfache Äussere des Systems PAUL allerdings angemessen. NESTOR verfolgt aber in der Weiterentwicklung ihrer Produkte ein integratives Vorgehen und bindet die Nutzer bereits frühzeitig mit ein.

Neben der Benutzeroberfläche ist auch der Umgang mit technischen Sicherheitsdispositiven generationsspezifisch. Anders als die jüngeren Generationen stehen älteren Menschen der technischen Überwachung oft kritisch gegenüber, vor allem im Zusammenhang mit der geforderten Selbständigkeit. Das Gefühl der Überwachung kann einengend wirken, auch wenn die Technologie grundsätzlich mehr Freiheit ermöglicht. Deshalb ist eine offene Kommunikation auch betreffend möglichen Risiken, die mit der Selbständigkeit einhergehen, von grosser Bedeutung. NESTOR ist davon überzeugt, dass für eine ganzheitliche Altersversorgung im eigenen Zuhause Produkte und Dienstleistungen angeboten werden müssen, die Sicherheit und Betreuung auf der einen Seite und Selbständigkeit und Mobilität auf der anderen Seite optimal miteinander verbinden.

KOOPERATIONSPARTNER

NESTOR hat das Wohn- und Lebensmodell „Independent Living“ in Kooperation mit der Universität & Fachhochschule St. Gallen entwickelt. Wichtige Partner zur Verwirklichung des Projekts sind die Krankenkassen, der Bund, die Kantone und Gemeinden sowie Mitgliedern des Independent Living Netzwerks St. Gallen und fachspezifische Mitglieder des

Europäischen Ambient Assisted Living (AAL) Joint Programms, dessen Mitglied auch die Schweiz ist.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] G. Dickinson, A. Eisma, R. Syme, A. Gregor, P (2002). UTOPIA. Usable Technology for Older People: Inclusive and Appropriate. *Paper presented at A New Research Agenda for Older Adults*, BCS HCI, London.
- [2] Lim, CSC (2010). Designing inclusive ICT products for older users: taking into account the technology generation effect. *Journal of Engineering Design*. Vol 21. No. 2-3. PP. 189-206.
- [3] Marquie, JC, Jourdan-Boddaert, L, Huet, N (2002). Do older adults underestimate their actual computer knowledge? *In: Behaviour & Information Technology*. Vol 21. No 4. PP 273-280
- [4] Speck, P. (Hrsg.) (2010). *Employability – Herausforderungen für die strategische Personalentwicklung*. (4.Aufl.). Wiesbaden: Gabler.

Non-invasive sleep analysis with intelligent sensors

Maksym Gaiduk, Ralf Seepold
Ubiquitous Computing Laboratory
HTWG Konstanz
Konstanz, Germany
maksym.gaiduk@htwg-konstanz.de,
ralf.seepold@htwg-konstanz.de

Simone Orcioni, Massimo Conti
Dipartimento di Ingegneria
dell'Informazione
Università Politecnica delle Marche
Ancona, Italy
s.orcioni@staff.univpm.it,
m.conti@univpm.it

Natividad Martínez Madrid
Internet of Things Laboratory
Reutlingen University
Reutlingen, Germany
natividad.martinez@reutlingen-
university.de

Abstract — *Sleep study can be used for detection of sleep quality and in general bed behaviors. These results can be helpful for regulating sleep and recognizing different sleeping disorders of human. In comparison to the leading standard measuring system, which is Polysomnography (PSG), the system proposed in this work is a non-invasive sleep monitoring device. For continuous analysis or home use, the PSG or wearable Actigraphy devices tend to be uncomfortable. Besides, these methods not only decrease practicality due to the process of having to put them on, but they are also very expensive. The system proposed in this paper classifies respiration and body movement with only one type of sensor and also in a noninvasive way. The sensor used is a pressure sensor. This sensor is low cost and can be used for commercial purposes. The system was tested by carrying out an experiment that recorded the sleep process of a subject. These recordings showed excellent results in the classification of breathing rate and body movements.*

Keywords — *sleep study; pressure sensor; sleep; signal processing.*

I. INTRODUCTION

The average human spends about one third of his or her life sleeping [1]. Depending on how the sleep designated hours are expended, our daily routine can be either positively or negatively influenced. Studies show that the recommended sleep duration varies based on age group. The recommended sleep duration for an infant lies between fourteen to seventeen hours, whereas that of an adult lies between seven to nine hours, being about half the recommended sleep hours for an infant. However, the amount of sleep alone does not assure the possibility of a good quality rest [2]. In order to accurately evaluate the quality of sleep, it is a necessity to identify the sleep stages and their durations.

As a result thereof, sleep can be categorized into stages, which can be ascertained by the use of various electrophysiological signals recorded during sleep. The electrophysiological signals can be for example Electroencephalography (EEG), Electromyography (EMG) and Electrooculography (EOG), which enable the brain and muscle activity as well as the eye movements to be captured severally [3]. The recorded signals follow the method determined by

Rechtschaffen and Kales (R-K) [4] to identify which one of the six sleep stages the body is in.

Rapid Eye Movement (REM) and Non-Rapid Eye Movement (NREM) are the two main stages of sleep. 25% of the sleep occurs in the REM stage, while the remaining 75% occurs in the NREM stage [5]. REM, also known as the dream stage, is the stage where the muscles are shut down with the exception of the eye muscles, with the intention of preventing the physical manifestation of activities or movements being executed in the dream. The eye muscles during this phase are engaged in random movements under the lids, thus the name [6]. NREM comprises of four stages of sleep. The first NREM stage, known also as light sleep, is regarded as the transition between being awake and sleep. In other words, it entails the process of falling asleep. The person in this stage of sleep is still a bit conscious of his or her surrounding and can easily be awakened by sounds. This phase usually lasts between a period of 5-10 minutes [7]. When the second NREM stage is reached, the subject is really sleeping. The person not only becomes less conscious of his or her surrounding, but also breathing and heart rate become more regular and the body temperature drops. People spend approximately 50 percent of their total sleep in this stage [5]. Last but not least are the third and fourth sleep stages. The N3-4 is also called deep sleep. Starting in N3 the delta waves or extremely slow waves appear to be switching with some faster waves. In this stage our temperature decreases even more, heart rate and the blood pressure slow down. By N4 stage the brain only produces delta waves. When a subject wakes up in the stages N3-4, the first feelings can be groggy and disoriented [8].

Having a good night of sleep is important. Lifestyle as well as age influences our sleep pattern [12]. Furthermore, understanding a person's sleep behavior can significantly improve and change the quality of life. Nowadays there are many sleep laboratories where sleep can be analyzed with help of electrophysiological signals. Unfortunately, it is not possible to simulate the sleep environment in such a way that patients feel totally at home. This makes it therefore even more difficult to obtain valid results, that are high in accuracy. The aim of this project is to find an efficient way to collect information

about movement of a patient while he sleeps without any physical impairments such as wearable sensors. This information should aid the analysis of the quality of sleep.

II. STATE OF THE ART

In order to detect the sleep phase, different electrophysiological signals have been recorded during sleep. EEG, EOG and EMG are examples of electrophysiological signals that capture the brain and muscle activity. The conventional R-K method obtains data through the brain wave polygraph. This is a commonly used method that submits the subject under stress, thereby leading to the subject encountering even more difficulty in falling asleep. Therefore, a low-cost home diagnostic system that can be comfortable, practical, non-invasive, automatic and ensures reliable results is likely to be advantageous [13]. Not only respiration and heart rate, but also body movements are important in determining sleep behavior [14]. Besides that, monitoring body movement during sleep can aid the detection of apnea and myoclonic [15]. Polysomnography (PSG) [16] is widely used for measuring sleep patterns. PSG includes data such as EEG, that collects the brain activity. Electrocardiography (ECG) is a method that recognizes and measures the small electrical differences caused by the heart muscle on the skin, which results in the electrical activity of the heart over time. Whereas Electrooculography (EOG) recognizes and measures the standing potential that exists between the back and the front of the human eye. These measurements permit the determination of the sleep stage and the behavior of the eyes like REM and NREM. Muscle activity can be recorded through Electromyogram (EMG).

Apart from PSG, there are other methods used in monitoring sleep. Methods like actigraphy involve the use of time based worn motion sensors, that measure the body motion [18]. The normal actigraphy method entails that the data is read after a time period on a computer. New studies have shown a new way to work with wearable devices and read real time data [19]. The demand for the continuous wearing of the devices makes the patient uncomfortable, resulting in the practice of these methods being difficult for long term use. The demand for the continuous wearing of the devices makes the patient uncomfortable, resulting in the practice of these methods being difficult for long term use. Not only actigraphy but also PSG possesses some complex procedure. They are in general not long term monitoring devices and can only be put into service in designated environments like sleep laboratories. It also remains uncertain if the patient exhibits the same sleep pattern as exhibited in the laboratory while asleep at home. Combination of methods are also found in several research papers. A good example is the combination of actigraphy and respiratory data [20]. The newest sleep monitoring methods in comparison to PSG cannot provide all data as described by R-K Method, but provide enough to classify the sleep stages and diagnose sleeping disorders.

III. SYSTEM MODEL

Because of knowing that the system is used to detect movements in order to support sleep analysis, the system does not present a hazard to human health. Besides there is no discomfort, inconvenience, molestation and disturbance

incurred by the usage of this system. No skin breakage, no contact with mucosa or any internal body cavity beyond a natural or artificial body orifice. Listed above characteristics are some of those that characterize the definition of a non-invasive system [21].

The bed is part of the system. The bed consists of a mattress, bed frame, a slatted frame. The bed frame has an open structure in the test phase, so that changing the sensors and checking the system does not prove any difficulty.

The sensor used to detect the movement of the body is an inexpensive rugged force sensor. Besides this sensor is flat, flexible and the force range covers the range pressure of the lying body. Moreover, the sensor is capable of detecting the respiration movements. An array containing points of pressure detection is built with the sensors. The sensors are a part of the system and its only duty is to receive the data resulting from the body, as well as the respiratory movement. For this reason, a peripheral component is connected to each sensor so that the data can be read and sent to the main component. To control and synchronize the communication between the main component and the peripheral components, a bidirectional communication system is needed. This bidirectional communication ensures that the main component can send a message to the peripheral components requesting data. This data includes import information like physical position and sensor value. In addition, the peripheral component can send the information to the main component once requested. Furthermore, the sensor has as an already described interface that is adequate for qualitative force. For this reason, the peripheral component needs an analog input channel, so that the sensor value can be read. If some problem exists with the peripheral component, it should be able to send a signal or be able to draw attention somehow.

The last component to be described is the main component of the system. This component has the task of controlling the system, synchronizing the sensor values, saving the data and sending the data to be analyzed. The system proposed in this paper is an open embedded system. The main component has an integrated system with a microelectronic control used for performing complex tasks, but does not have a user interface. This is the primary definition of the main component. The main component is an open embedded system containing at least a microcontroller with 32-bit and multicore systems that permits the execution of more complex tasks.

Figure 1 shows the overview of the system. It also shows the concept of the layout described in this chapter. This figure is important because it gives an idea what the system will look like. The image clearly shows where the sensors are positioned as well as the position of the main components. Moreover, the peripheral component and the communication channel are only designed for demonstration purposes. Their functions are described in this chapter and the real implementation will follow these instructions and not the picture. The communication channel is demonstrated with 1-wire communication, but as long as the implementation follows the demand written in this chapter, a wireless communication as well as Bluetooth can also be into service.

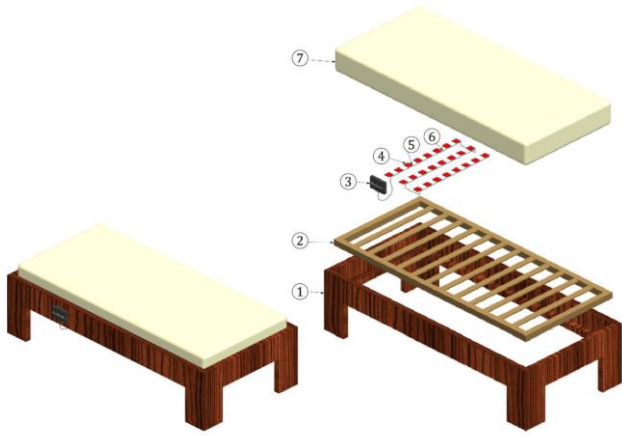


Fig. 1. System overview with components: 1) bed frame, 2) slatted frame, 3) main component (Intel Edison), 4) FSR-sensors, 5) peripheral component (Trinket Pro), 6) communication channel, 7) mattress.

IV. RESULTS

For the evaluating of system work results, experiment with sleep recording of a real person was planned and executed in line with this project. The system was fully mounted, including all components, presented on the Figure 1.

The test was done in the Ubiquitous Computing Laboratory. The candidate for the sleep study is a 31-year-old male. The candidate sleeps between 6-8 hours at night and takes a nap of about 20 min in the afternoon. This nap was recorded in order to be analyzed. While the candidate sleeps, he hasn't the habit of moving, which facilitated the analysis for breathing. Despite the fact that he carries out very little movement during sleep, at least three movements can be identified in the Figure 2 below. The first movement happened as he fell asleep. Between 15:44 and 15:45 the candidate scratched his nose. This shows that even a small gesture such as the raising the arms can be identified. The second movement was a very subtle movement, which was the moment he woke up between 16:59 and 16:00, the third movement shows the time the candidate got out of bed. Compared to the first and second movements where the body does not get up from bed, the last movement showed radical differences in value.

For collecting of significant amount of data, further experiments with several persons has been planned and will be executed in future.

Following it is possible to get an overview of recognition results, got by executing the first experiment with one test person.

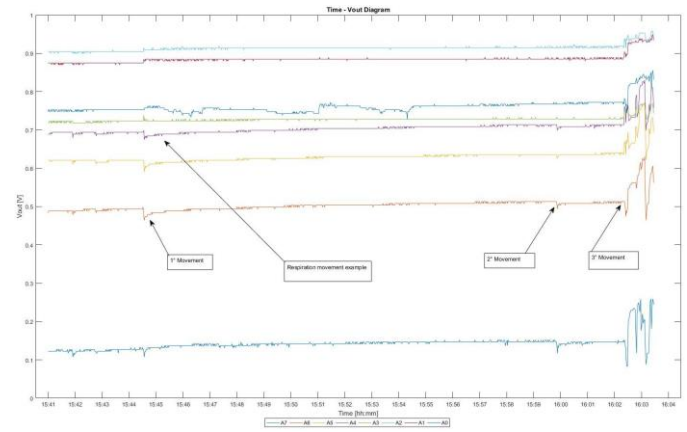


Fig. 2. Sleep record, obtained during the experiment.

The respiration can be recognized in different times and in different sensors. Previous research shows that depending on the subject's position, a particular sensor may be best at recording the subject's respiration movements than others. In this case the left end of the bed was the sensor A7, followed by the A6, A5, A4, A3, A2, A1 and A0 on the end of the bed. All sensors showed recordings of his breathing, but because the subject is lying on his back at the center of the bed, the best rates of breath are in the sensors, A4, A3, A2, A1. To calculate a breathing cycle, it was taken into consideration that an adult breathes between 11-15 times per minute and that inspiration time is shorter than the expiration time [22]. Figure 3 shows four consecutive breathing. By the continuous repetition of the respiration rate cycle, it is assumed that this is the respiration-movement pattern. However, this must be verified by a second device.

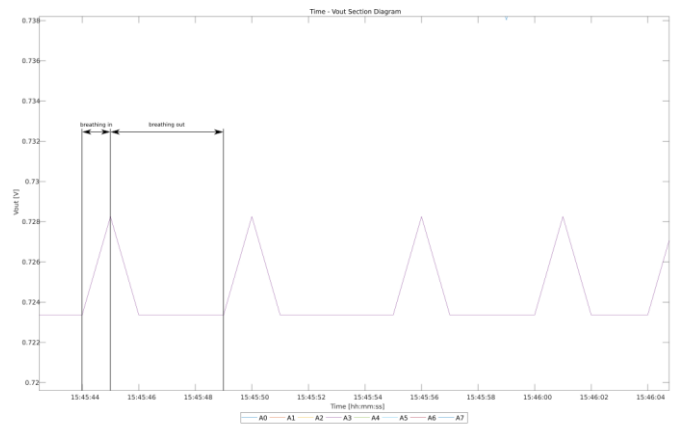


Fig. 3. Zoomed-in area from Figure 2 with example of presumably breathing.

V. CONCLUSIONS

The results of work of the proposed in this paper sensor grid for pressure and movement detection showed that different parameters for sleep phase analysis can be measured. For preparing this paper in addition to other mentioned papers some content from [17] has been used. In addition to that, it proved to be a system that neither come in contact with the

subject nor initiates any form of discomfort during sleep. It was demonstrated that the FSR sensor is very useful tool in obtaining body movements and respiration signals. This result indicates that the system is well suited for supporting sleep study by providing data concerning the following activities carried out during sleep: respiration rate and body movements. The integration of the sensors under the mattress gave a new perspective on how a system is implemented for sleep analysis. Sleep record has been obtained from one subject and compared using an algorithm. This confirms the extraction of respiration signals and body movements through the FSR sensor. Moreover, the system is completely scalable and can be transferred to any bed of the same kind. The designed system shows a promising result with successful validation. Besides the technology is low cost and can be implemented for commercial use.

Future work would include the comparison of results with other devices to prove the breath recognition. Furthermore a connection to the sleep stage classifier should be executed. This works with a sleep algorithm [3] that provides a sleep stage classification and a sleep quality analysis. A development of new version of system with FSR sensors should enable the monitoring of blood pressure and heart rate.

REFERENCES

- [1] GM. H. Kryger, T. Roth, W. C. Dement, Principles and Practice of Sleep Medicine, Saunders, ISBN 9780721676708, 2000.
- [2] M. Hirshkowitz, K. Whiton, S. M. Albert, C. Alessi, O. Bruni, L. DonCarlos, N. Hazen, J. Herman, E. S. Katz, L. Kheirandish-Gozal, D. N. Neubauer, A. E. O'Donnell, M. Ohayon, J. Peever, R. Rawding, R. C. Sachdeva, B. Setters, M. V. Vitiello, J. C. Ware, P., "National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: methodology and results summary," *Sleep Health*, pp. 40-43, 24 09 2014.
- [3] A. Klein, O. R. Velicu, R. Seepold, "Sleep stages classification using vital signals recordings," *Intelligent Solutions in Embedded Systems (WISES)*", pp. 47 - 50, INSPEC: 15655487, 2015.
- [4] A. Rechtschaffen, A. Kales, "A Manual of Standardized Terminology, Techniques and Scoring System for Sleep Stages of Human Subjects," U.S. Department of Health, Education, and Welfare, pp. 1-12, 1968.
- [5] Sleep Foundation, "What Happens When You Sleep?," [Online].
- [6] Sleep Foundation, "How Sleep Affects Brain Function," *healthination*, 2012. [Online].
- [7] VeryWell, "The Four Stages of Sleep (NREM and REM Sleep Cycles)," [Online]
- [8] National Institute of Neurological Disorders and Stroke, "Brain Basics: Understanding Sleep," [Online].
- [9] Gaiduk M., Kuhn I., Seepold R., Ortega J.A., Madrid N.M. A Sensor Grid for Pressure and Movement Detection Supporting Sleep Phase Analysis. In: Rojas I., Ortuño F. (eds) *Bioinformatics and Biomedical Engineering. IWBBIO 2017. Lecture Notes in Computer Science*, vol 10209. Springer, Cham, 2017.
- [10] J. Born, I. Wilhelm, "System consolidation of memory during sleep," *Psychological Research*, pp. 192-203, DOI 10.1007/s00426-011-0335-6, ISSN 1430-2772, 2012.
- [11] S. Orcioni, M. Conti, M. Gaiduk, R. Seepold, N. Martínez Madrid, "A review of health monitoring systems using sensors on beds or cushion", *Proceedings of international workshop "Smart Future Living Bodensee"*, Konstanz, tbp, 2017
- [12] Sleep Foudation, "Aging and Sleep," [Online]. Available: <https://sleepfoundation.org/sleeptopics/aging-and-sleep>.
- [13] K. Watanabe ; Fac. of Eng., Hosei Univ., Tokyo, Japan ; T. Manabe ; T. Yoshikawa, "Estimation of sleep stages based on heart rate fluctuation and body movement," pp. 2153 - 2156 vol. 3, ISBN: 4-907764-22-7, 4-6 08 2004.
- [14] A. Muzet, "Dynamics of body movements in normal sleep," *Sleep*, pp. 232-234, 1988 .
- [15] Y. Nishida, T. Hori, T. Sato, S. Hirai, "The surrounding sensor approach - application to sleep apnea syndrome diagnosis based on image processing," *Systems, Man, and Cybernetics, 1999. IEEE SMC '99 Conference Proceedings. 1999 IEEE International Conference on*, pp. 382 - 388 vol.6, ISBN: 0-7803-5731-0, 1999.
- [16] M. L. Blood, R. L. Sack, D. C. Percy, J. C. Pen, "A comparison of sleep detection by wrist actigraphy, behavioral response, and polysomnography," *Sleep*, vol. 20, no. 6, pp. 388-395, 1997.
- [17] R. Kuhn, "A sensor grid for pressure and movement detection supporting sleep phase analysis.", Bachelor Thesis, Konstanz, 2016
- [18] J. Hedner, G. Pillar, S. D. Pittman, D. Zou, L. Grote, D. P. White, "A novel adaptive wrist actigraphy algorithm for sleep-wake assessment in sleep apnea patients," *Sleep*, vol. 27, no. 8, pp. 1560-1566, 2004.
- [19] O.R. Velicu, N. Martínez Madrid, R. Seepold, "Experimental sleep phases monitoring," *IEEE EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics (BHI)*, pp. 625-628 , ISBN: 978-1-5090-2455-1, 2016.
- [20] X. Long, P. Fonseca, J. Foussier, R. Haakma ,R. Aarts, "Sleep and wake classification with actigraphy and respiratory effort using dynamic warping," *IEEE Journal of Biomedical and Health Information*, pp. 1272 - 1284, ISSN : 2168-2194, 04 10 2013.
- [21] Farlex Inc., "non-invasive," [Online]. Available: <http://encyclopedia.thefreedictionary.com/Non-invasive>.
- [22] Wikipedia, the free encyclopedia, "Atmung," [Online]. Available: <https://de.wikipedia.org/wiki/Atmung>.

Das Living Lab für assistives Wohnen der Hochschule Kempten

Petra Friedrich und Dominik Fuchs

Fakultät für Elektrotechnik
Hochschule für angewandte Wissenschaften Kempten
87435 Kempten, Germany
petra.friedrich@hs-kempten.de
dominik.fuchs@hs-kempten.de

Bernhard Wolf

Steinbeis-Transferzentrum Medizinische Elektronik und Lab on Chip-Systeme
80333 München, Germany

Abstract—In der AAL Forschungswohnung der Hochschule Kempten werden verschiedene Zukunftsthemen wie intelligenter Wohnraum, telematische Rehabilitation, Telemedizin sowie Handhabungs- und Pflegesysteme und smarte Haustechnik verknüpft und erlebbar gemacht. Sie dient als Basis für die inter- und transdisziplinäre Forschung und Lehre sowie dem Austausch mit Wohnungsbaugesellschaften, sozialen Einrichtungen, Pflegediensten wie auch der Politik und interessierten Öffentlichkeit. Konkrete technische Hilfen und Assistenzsysteme, angepasst an die unterschiedlichen Hilfsbedarfe der Nutzer, können erprobt werden. Dieser Beitrag beschreibt die technische Ausstattung und Möblierung im Zusammenhang einer altersgerechten Ausstattung sowie einige Anwendungsszenarien. Erste Ergebnisse anwendungs- und kontextbezogener Untersuchungen verschiedener Assistenzsysteme werden ebenfalls dargestellt.

Keywords—*Living Lab, AAL, Smart Home, Assistives Wohnen*

I. AAL

Seit jeher haben technologische Entwicklungen das tägliche Leben der Menschen erleichtert und Gesellschaften geprägt. Der demographische Wandel stellt eine neue Herausforderung dar, da die sich verändernden gesellschaftlichen Strukturen eine größtmögliche Autonomie der älter werdenden Gesellschaft erfordert. Informations- und Kommunikationstechnologien haben in den letzten Jahren sehr schnell Märkte und soziale Strukturen verändert, während Mobilitäts- und Assistenztechnologien dagegen noch eine sehr konservative Entwicklung zeigen. So besitzen Rollstühle, Rollatoren usw. im Wesentlichen noch immer gleiche Funktionalität und Aussehen wie vor fünfzig Jahren. Die allermeisten Bestandswohnungen jedoch sind nicht altersgerecht und nicht barrierefrei.

II. LIVING LAB

A. Die Forschungswohnung in Kempten

Für die Entwicklung und Etablierung weiterer AAL-Lösungen sowie die Verbreitung dieser Assistenzlösungen in der Bevölkerung wie auch bei den Pflegedienstleistern konzipierten und installierten wir in Kooperation mit der Fakultät für Soziales und Gesundheit ein Living Lab für Ambient Assisted Living in Kempten St. Mang. Kooperationspartner ist die Bau- und Siedlungsgenossenschaft eG, BSG Allgäu. Bei dieser Wohnung für ältere Menschen (ca. 52 qm, 2 Zimmer, Küche, Diele, Bad, Balkon; s. Abb. 1) wird auf folgende Aspekte ein besonderer Fokus gelegt:

- Erlebbarer Wohnung als Living Lab
- Verknüpfung verschiedener Zukunftsthemen wie des intelligenten Wohnraums, telematische Rehabilitation, Telemedizin sowie Handhabungs- und Pflegesysteme und smarte Haustechnik [1]
- direkte Nähe zu den Nutzern
- Erprobung innovativer Therapie- und Pflegekonzepte [2]
- Entwicklung von Quartierskonzepten

Die Wohnung wurde und wird nach dem aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik mit bereits verfügbaren und noch zu entwickelnden technischen Assistenzsystemen ausgestattet werden, um die anwendungsorientierten Fragestellungen zu Wohnen und Pflege 4.0 in Forschung und Lehre untersuchen zu können.

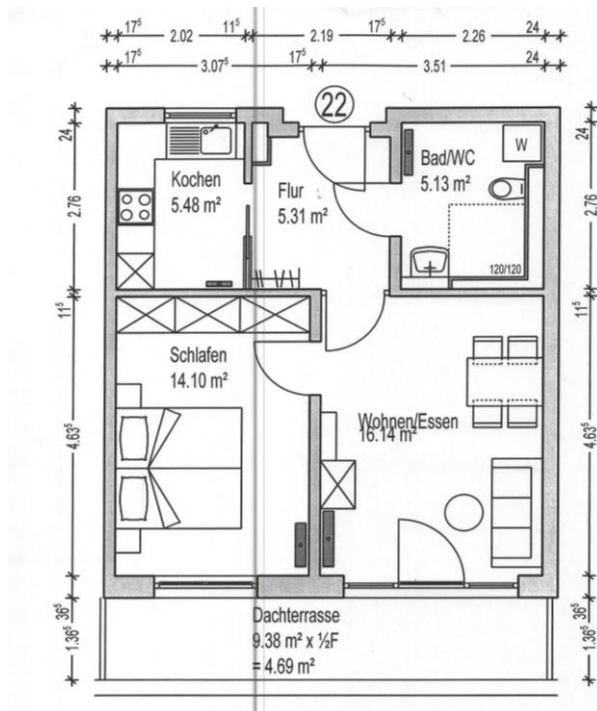


Abb. 1.: Grundriss der Forschungswohnung in Kempten.

Das AAL Living Lab dient als Basis für die inter- und transdisziplinäre Forschung und Lehre sowie dem interaktiven Austausch mit Wohnungsbaugesellschaften, sozialen Einrichtungen, Pflegediensten sowie der Politik und der interessierten Öffentlichkeit. Es werden konkrete technische Hilfen und Assistenzsysteme erprobt – aber auch gemäß dem nutzerzentrierten Designprozess entwickelt –, welche den verschiedenen Anwendungsszenarien entsprechend Krankheitsbildern und unterschiedlichen Hilfebedarfen der diversen Nutzergruppen angepasst werden.

Die Wohnung wird in der Lehre mehrerer Fakultäten (Soziales und Gesundheit, Elektrotechnik) den Praxisanteil erhöhen, als auch in der Forschung die Untersuchung vielseitiger AAL-spezifischer Fragestellungen seitens der Technik und die sozial- und gesundheitswirtschaftlichen Aspekte ermöglichen. Im Zuge dessen konnte die Wohnung bereits in verschiedene Lehrveranstaltungen integriert werden und es wurden ebenfalls schon einige Abschlussarbeiten in diesem konkreten Umfeld abgeschlossen.

B. Ausstattung und Forschungsvorhaben

Zur zielgerichteten Bearbeitung werden innerhalb der Forschungsthemen einzelne Forschungsvorhaben definiert und durchgeführt. Diese beziehen sich auf die konkrete Ausstattung der Wohnung und richten sich nach dem jeweiligen Umfang personeller und sachlicher Ressourcen.

III. IBH LIVING LAB, ACTIVE & ASSISTED LIVING

Basierend auf dem vorhandenen AAL Living Lab beteiligt sich die Hochschule Kempten als Forschungspartner bei einem Projektantrag im EU Programm *Interreg* in Kooperation mit der

Internationalen Bodenseehochschule (IBH). Hinter dem IBH Living Lab stehen 12 Forschungseinrichtungen, 10 Betreuungs- und Pflegeorganisationen und 12 Technologie- und Dienstleistungsanbieter aus der ganzen Bodenseeregion aus Österreich, Deutschland und der Schweiz [3].

Dieses Projekt will sich der Herausforderung stellen, die AAL-Technologien und die angeschlossenen humanen Hilfsdienste (Technik-Service-Kombinationen) in der Bodenseeregion grenzüberschreitend und im Einklang mit den länderspezifischen Versorgungssystemen und technischen Standards einer nachhaltigen Nutzung zuzuführen. Dazu wird das interdisziplinäre Forschungsnetzwerk die Benutzer-, Technik-, Netzwerk- und Marktbarrieren für AAL-Lösungen ermitteln und analysieren sowie gezielte Maßnahmen zum nachhaltigen Abbau der AAL-Barrieren entwickeln, vorbereiten und teilweise realisieren [3].

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] K.-U. Hinderer, P. Friedrich, O. Hobel und B. Wolf, "Telematic rehabilitation 2.0," in *2013 IEEE Third International Conference on Consumer Electronics - Berlin (ICCE-Berlin): 9 - 11 Sept. 2013, in Berlin, Germany*, Piscataway, NJ: IEEE, 2013, S. 8–12.
- [2] B. Wolf, C. Scholze und P. Friedrich, "Digitalisierung in der Pflege – Assistenzsysteme für Gesundheit und Generationen," in *Digitale Transformation von Dienstleistungen im Gesundheitswesen III: Impulse für die Pflegepraxis*, M. A. Pfannstiel, S. Krammer, and W. Swoboda, Eds., Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2017, S. 113–135.
- [3] U. Otto, H. Kaspar, I. Hämmerle und G. Kempfer, "IBH Living Lab AAL. Die Alltagsumgebung als grenzüberschreitendes Versuchslabor organisieren," Fulda, Sep. 2017.

Intelligentes Monitoring als Basis für verbesserten Komfort und Energieeinsparung

Erfahrungen aus dem EU-Projekt CETIEB

Jürgen Frick*, Manuela Reichert,
Ahmet Dogan Duran, Harald Garrecht
Materialprüfungsanstalt Universität Stuttgart
Pfaffenwaldring 32
70569 Stuttgart, Deutschland
*Juergen.Frick@mpa.uni-stuttgart.de

Abstract— Die Instandsetzung von Gebäuden auf einen energieeffizienten Standard führt zu dichteren Gebäudehüllen (Fenster, Dach, Wände, etc.) und beeinflusst durch einen verringerten Luftaustausch das Innenraumklima. Nach der Renovierung von Bestandsgebäuden sind die Bewohner nicht an die neue Situation adaptiert. Deshalb können die Luftaustauschraten zu niedrig werden, wenn keine künstliche Belüftung installiert wird, oder das System nicht optimal betrieben wird. Zielsetzung des Forschungsprojektes CETIEB war die Entwicklung von innovativen Methoden für eine bessere Überwachung von Innenräumen, sowie von aktiven und passiven Maßnahmen zu ihrer Verbesserung. Der Fokus lag auf kosteneffektiven Lösungen, um eine breite Anwendung der entwickelten Systeme sicherzustellen. Komfort- und gesundheitsbezogene Ergebnisse von verschiedenen Fallstudien in Gebäuden werden gegeben.

Keywords—Monitoring, Komfort, Energieeffizienz, CO₂, gesundheitliche Parameter, VOC

I. EINLEITUNG

Das EU-Forschungsprojekt CETIEB (www.cetieb.eu) [1] beschäftigte sich u.a. mit Komfort und Gesundheitsaspekten sowie energieeffizienten und kostengünstigen Lösungen für die Anwendung in Innenräumen [2]. Dafür wurden Sensoren und Plattformen für ein intelligentes drahtloses Monitoring von relevanten Parametern in Gebäuden entwickelt. Die Erfahrungen aus diesem Projekt werden im Folgenden anhand der Ergebnisse von verschiedenen Monitoring Untersuchungen erläutert.

II. ANWENDUNGSBEISPIELE

A. Eingeschränkter Komfort trotz Passivhausbauweise und moderner Lüftung

Die Richard-von-Weizsäcker-Schule in Öhringen verfügt über drei Gebäude. Das nördlichste Haus C ist als Niedrigenergiehaus konzipiert (vgl. Abb. 1), die anderen beiden (A und B) als Passivhäuser. Die Klimakontrolle in diesen letzteren beiden Häusern erfolgte während der Untersuchung ausschließlich über eine raumluftechnische Anlage, da die Fenster aus technischen Gründen nicht geöffnet werden konnten. Die Schüler

in der Schule klagten über Befindlichkeitsstörungen während des Unterrichts; dies waren u.a. Kopfschmerzen, schlechte Luft, zu kalte Zuluft aus der Belüftung, zu niedrige Raumtemperaturen im Winter (Klassenzimmer mit Nordexposition) bzw. zu hohe Temperaturen im Sommer/Herbst (Klassenzimmer mit Südexposition). Im Rahmen des Forschungsprojektes CETIEB wurde eine Monitoring Kampagne in zwei unterschiedlich exponierten Klassenräumen durchgeführt, um die Ursachen der dort aufgetretenen Befindlichkeitsstörungen weiter eingrenzen zu können (vgl. Abb. 1).



Abb. 1: Passivhausbauteile sowie Plan der Richard-von-Weizsäcker-Schule in Öhringen [3]. Die zwei untersuchten Räume sind rot umrandet.

Das Monitoring umfasste – neben Temperatur und relativer Feuchte – CO₂, Luftgeschwindigkeit und Bestrahlung mit ver-

schiedenen drahtlosen Sensorknoten. In Abb. 2 sind die Sensorpositionen und aktuelle Messwerte im südexponierten Raum A 2.06 dargestellt. Das obere Teilbild in Abb. 2 verdeutlicht, dass die CO₂-Messwerte während der Schulstunden eine Luftqualität von minimal mäßig zeigen (Kategorie IDA 3 [4]) und die Lüftung eine ausreichende Frischluftversorgung gewährleistet.

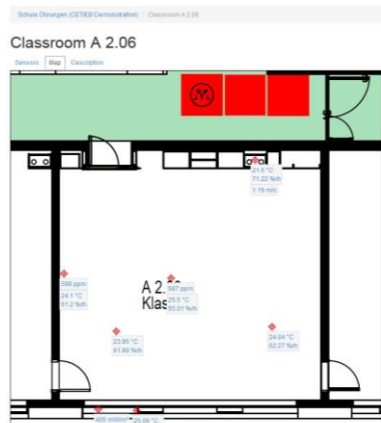
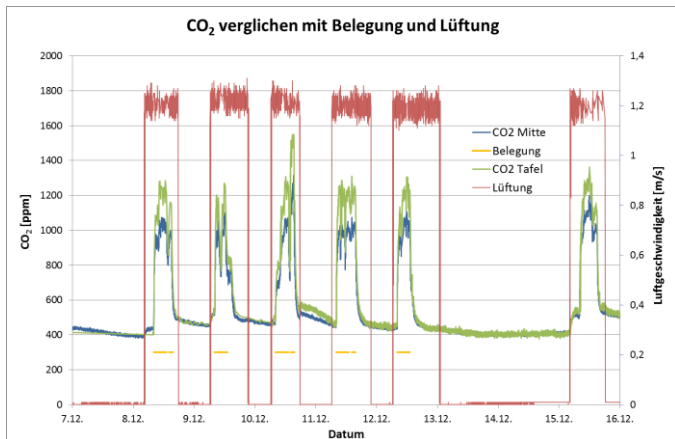


Abb. 2: Oben: Vergleich von CO₂-Messwerten mit der Luftgeschwindigkeit an der Lüftung und der Belegung im südexponierten Raum A 2.06. Links: Screenshot der grafischen Benutzeroberfläche des Datenservers [5] mit Sensorpositionen und aktuellen Messwerten.

Eine statistische Analyse für beide Räume, die im Rahmen einer Diplomarbeit erstellt wurde [6], bestätigt diese Annahme. Der Verlauf der gemessenen CO₂-Konzentration kann mit geeigneten Parametern gut simuliert werden (vgl. Abb. 3 [7, 6]). Im Vorfeld der Monitoring Kampagne wurde eine Raumluftuntersuchung auf flüchtige organische Verbindungen und Aldehyde in drei Räumen durchgeführt [8]. Die gemessenen Konzentrationen lagen weit unterhalb der Richt- und Grenzwerte. D.h. insgesamt ist die Belüftungssituation gut, so dass die Raumluftqualität als Ursache für die Befindlichkeitsstörungen ausscheidet.

Ein anderes Bild ergibt sich bei Betrachtung der gemessenen Temperatur und relativen Luftfeuchtigkeit. In Abb. 4 sind für zwei Perioden in April und September 2014 Temperatur und Luftfeuchtigkeit in den beiden Räumen dargestellt. Die rot gekennzeichneten Werte wurden in Raummitte gemessen und liegen für beide Perioden oft außerhalb der komfortablen Zone und teilweise außerhalb des akzeptablen Bereichs. Im Frühjahr werden sehr niedrige relative Luftfeuchtigkeiten von unter 30% gemessen. Dies liegt an der Lüftungsanlage, die keine aktive Befuchtung besitzt.

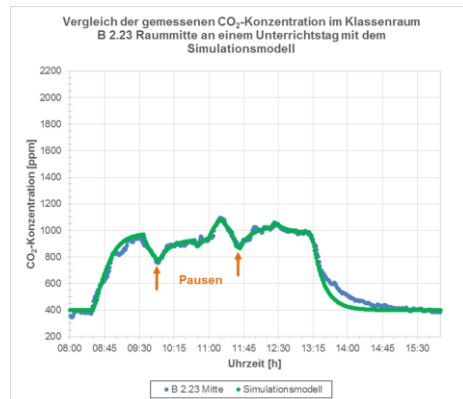
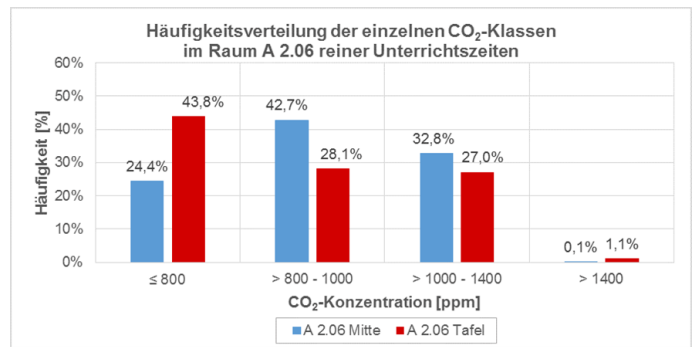


Abb. 3: Oben: Statistische Analyse der Raumluftklassen [4] unter der Annahme eines CO₂-Gehaltes in der Außenluft von etwa 400 ppm (vgl. Abb. 2, oben) [6]. Rechts: Vergleich der gemessenen CO₂-Konzentration mit einer Simulation [7] an einem Unterrichtstag für den Raum B 2.23 [6].

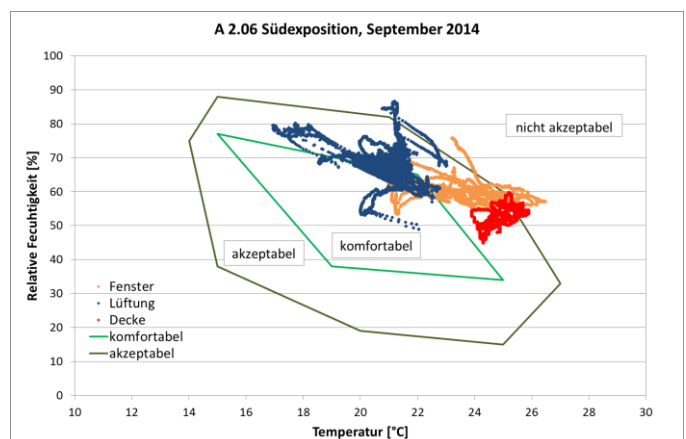
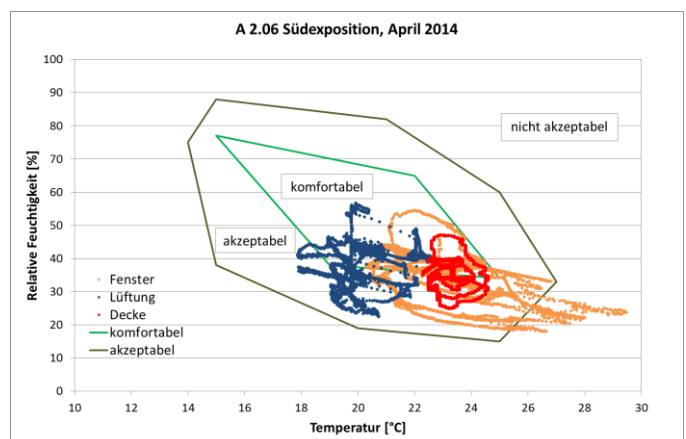


Abb. 4: Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit für zwei Perioden in April und September 2014 im Raum A 2.06 (südexponiert). Behaglichkeitsgrenzen [9] sind eingezeichnet.

In Raum B 2.23 wurde die Luftgeschwindigkeit im Bereich der Lüftung für verschiedene Höhen ermittelt (vgl. Abb. 5).

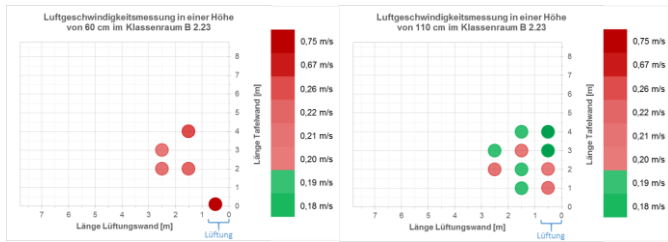


Abb. 5: Luftgeschwindigkeitsmessungen in Raum B 2.23 für zwei Höhen (60 und 110 cm) [6].

In Sitzhöhe (60 bis 110 cm) wurde der Grenzwert für geringe Luftgeschwindigkeit von 0,2 m/s [4] in großen Bereichen überschritten. Dies erklärt das Zugluftempfinden in den Klassenräumen und wurde durch die Ergebnisse einer Umfrage bestätigt (vgl. Abb. 6 [6]).

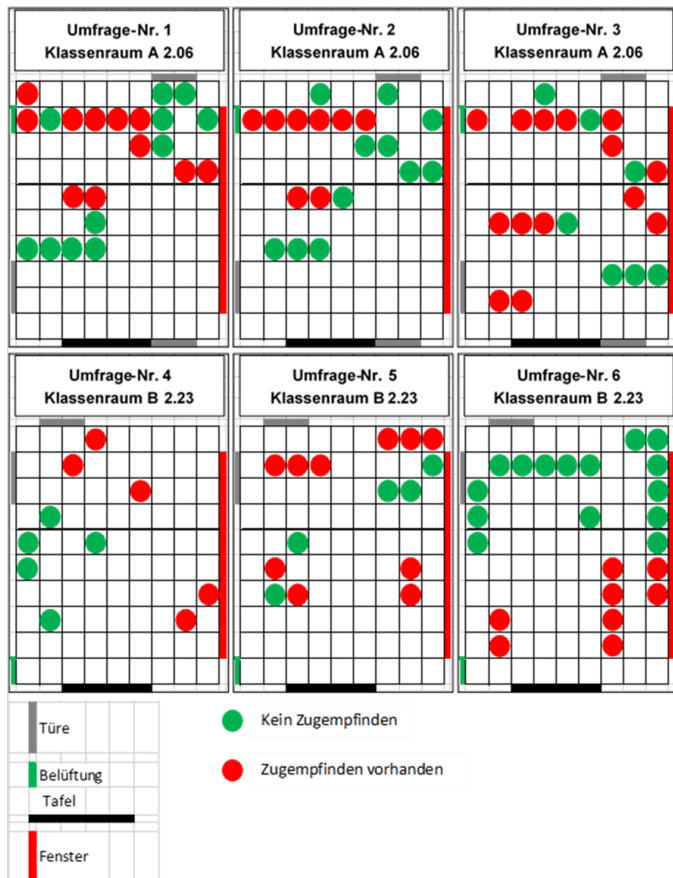


Abb. 6: Sitzpositionen der Schülerinnen und Schüler während mehrerer Umfragen mit Angabe des Zugempfindens in den beiden Klassenräumen [6].

Dem zuständigen Landratsamt und der Schulverwaltung wurde empfohlen, die Lüftungsanlage anzupassen. Analysen im Rahmen des EU-Projekts CETIEB zeigten, dass mit angepasster Steuerung und intelligenter Sensorik ein verbesserter thermischer Komfort erreicht werden kann, bei gleichzeitiger Energieeinsparung von bis zu 20% [2, 10].

B. Aktive Luftreinigung mittels Biofilter

Im Rahmen einer weiteren Monitoring Kampagne wurde die Reinigungswirkung eines im Projekt entwickelten Biofilters im Prüfungsamt der Universität Stuttgart in Stuttgart-Vaihingen untersucht. Das Monitoring umfasste u.a. Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit und CO₂. Vor und nach Installation des Biofilters wurde die Raumluft auf flüchtige organische Bestandteile untersucht. Ähnlich zur Richard-von-Weizsäcker-Schule lag die CO₂-Konzentration im Prüfungsamt minimal bei mäßiger Luftqualität. Abb. 7 zeigt Monitoring Daten im August 2014.

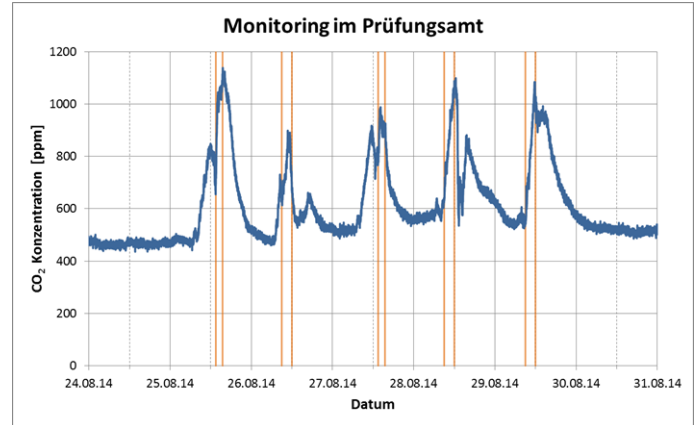


Abb. 7: CO₂-Messdaten im August 2014. Die Striche markieren Zeiten mit Publikumsverkehr.

Die maximalen CO₂-Konzentrationen treten erwartungsgemäß in Zeiten mit Publikumsverkehr auf. Die Lüftung mit offenen Fenstern während der Mittagspause ist gut erkennbar.

Der Biofilter wurde vom Projektpartner Jay Stuart (DWEcoCO Ltd., Irland) konzipiert und im Rahmen einer studentischen Abschlussarbeit entwickelt [11]. Die Bestückung mit ausgewählten Pflanzen erfolgte an der MPA Universität Stuttgart. Abb. 8 zeigt Funktionsprinzip und eine Aufnahme des fertigen Biofilters.

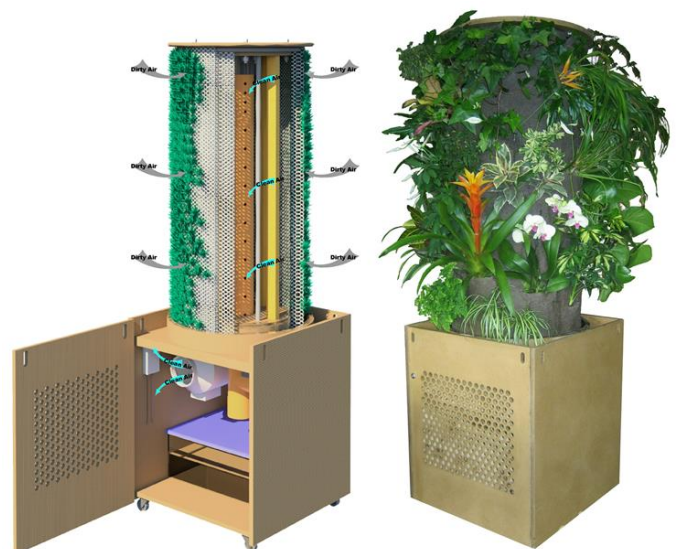


Abb. 8: Funktionsprinzip (links) und bepflanzter Biofilter (rechts).

Beruhend auf Arbeiten von [12, 13] (vgl. auch [14] für einen Überblick über aktuelle Arbeiten) ist die Funktionsweise wie folgt: Verschmutzte Raumluft wird mittels einer Pumpe durch die feuchte Wurzelzone der Pflanzen gezogen. Dabei werden flüchtige organische Substanzen (VOC – "Volatile organic compounds") abgebaut und die gesäuberte und befeuchtete Luft anschließend wieder in den Raum geblasen.

Im Prüfungsamt wurden insgesamt sechs Raumluftproben zu unterschiedlichen Zeitpunkten gezogen. Davon zwei vor Installation des Biofilters und vier nach Installation des Biofilters. Die Probennahme erfolgte immer kurz nach Arbeitsbeginn der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, so dass sich die Raumluft über Nacht ausgleichen konnte und immer annähernd identische Verhältnisse herrschten. Eine Lüftung mit offenen Fenstern erfolgte erst nach der Probennahme. In Abb. 9 sind die Ergebnisse der Analysen dargestellt.

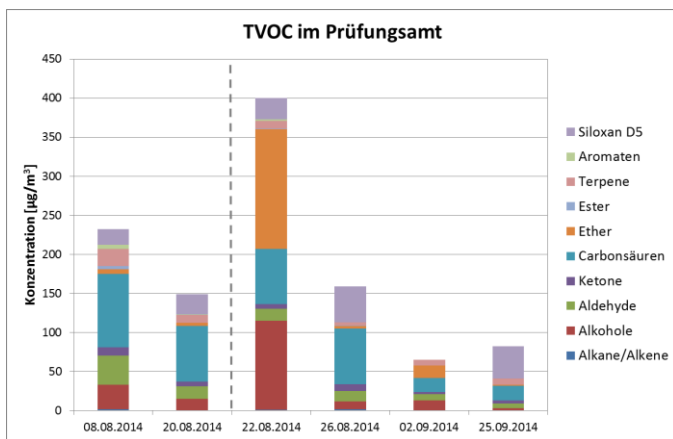


Abb. 9: Ergebnisse der Raumluftanalyse im Prüfungsamt der Universität Stuttgart (Stuttgart-Vaihingen) vor und nach Installation des Biofilters. Die graue Linie markiert den Zeitpunkt der Installation.

Nach Installation des Biofilters steigt zwar der Gehalt an VOC zuerst an, aber schon nach wenigen Tagen Betrieb fallen die Werte auf etwa 50% der Ausgangskonzentration. Der Anstieg kurz nach der Installation beruht vor allem auf der Freisetzung von Alkoholen und Ethern, während die Konzentration von Aldehyden und Carbonsäuren kontinuierlich abnimmt. Durch die Reinigungswirkung des Biofilters wird der Bedarf an Frischluft reduziert, so dass im Falle von künstlich belüfteten Räumen der Energieaufwand für die Klimatisierung gesenkt werden kann.

III. ZUSAMMENFASSUNG

Am Beispiel einer Kampagne in einer Schule wurde veranschaulicht, wie intelligentes Monitoring in Verbindung mit einer angepassten Klimasteuerung zur Verbesserung des thermischen und hygrischen Komforts beitragen kann. Zusätzlich zeigte der Einsatz eines Biofilters in einem Universitätsgebäude die Möglichkeiten der Verbesserung der Raumluft durch die Reduzierung flüchtiger organischer Substanzen, ein willkommener Beitrag im Hinblick auf gesundheitliche Aspekte.

DANKSAGUNG

Das Projekt CETIEB wurde mit Mitteln des 7. Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Union gefördert (Grant Agreement No. 285623). Wir danken dem Landratsamt Hohenlohekreis, Amt für Kreisschulen und Hochbau, der Schulverwaltung der Richard-von-Weizsäcker-Schule in Öhringen und dem Prüfungsamt der Universität Stuttgart für die Ermöglichung der beiden Fallstudien.

LITERATUR

- [1] CETIEB – "Cost-Effective Tools for Better Indoor Environment in Retrofitted Energy Efficient Buildings," FP7 EU-Projekt CETIEB, Grant Agreement No. 285623, Projektdauer: 01.10.2011 – 30.0.2014, www.cetieb.eu (Stand 28.03.2017), Final report: CETIEB -Final publishable summary, 2015. <http://cordis.europa.eu/docs/results/285/285623/final1-cetieb-finalreport-final-publishable-summary-text-incl-figures.pdf> (Stand: 21.11.2017).
- [2] G.M. Revel, M. Arnesano, F. Pietroni, J. Frick, M. Reichert, K. Schmitt, J. Huber, M. Ebermann, U. Battista, F. Alessi; "Cost-Effective Technologies to Control Indoor Air Quality and Comfort in Energy Efficient Building Retrofitting," *Environmental Engineering and Management Journal*, vol. 14, no. 7, pp. 1487-1494, Juli 2015.
- [3] V. Stegmaier, *Verschiedene Bilder und Pläne der Richard-von-Weizsäcker-Schule in Öhringen*, Landratsamt Hohenlohekreis, Amt für Kreisschulen und Hochbau, 2014.
- [4] DIN EN 13779:2007-09 Lüftung von Nichtwohngebäuden – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlage und Raumkühlsysteme; Deutsche Fassung EN 13779:2007
- [5] E. Price, M. Krüger, "D3.7 Provision of wireless sensor network middleware with system report," FP7 EU-Projekt CETIEB, Grant Agreement 285623, Deliverable D3.7, unveröffentlicht.
- [6] A. D Duran, „Einsatz drahtloser Monitoring Technologien zur Beurteilung der Behaglichkeit in hoch energieeffizienten Bauwerken am Beispiel der Richard-von-Weizsäcker Schule in Öhringen,“ Universität Stuttgart, Diplomarbeit, 2016.
- [7] Innenraum Mess- und Beratungsservice (Hrsg.), Wien: Simulationsprogramm zur Berechnung von CO2 Konzentrationen in Schulen - Version 2.2, http://raumluft.linux47.webhome.at/fileadmin/dokumente/co2_schulen.xls (Stand: 21.11.2017)
- [8] D. Hansen, „Bestimmung flüchtiger organischer Verbindungen in der Innenraumluft der Richard-von-Weizsäcker-Schule Öhringen,“ unveröffentlichter Untersuchungsbericht der MPA Universität Stuttgart, Nr. 902 7064 000 vom 12.03.2014.
- [9] F. P. Leusden, H. Freymark, „Darstellung der Raumbehaglichkeit für den einfachen praktischen Gebrauch,“ *Gesundheitsingenieur*, vol. 72, pp. 271-273, 1951.
- [10] L. Zampetti, "Development of a low-cost system for thermal comfort measurement and control," PhD-thesis, Università Politecnica delle Marche, Scuola di Dottorato di Ricerca in Scienze dell'Ingegneria Curriculum in Ingegneria Industriale, 30th November 2016.
- [11] M. Doyle, "A Plant Based Mobile Air Biofiltration System: The Design, Construction & Testing of a Low Environmental Impact Prototype," Dublin Institute of Technology, Bachelor thesis, 9th May 2014.
- [12] A. Darlington, M. Dixon, "The biofiltration of indoor air III: air flux temperature and removal of VOCs," *Proceedings of the 2000 USC-TRG Conference on Bio-filtration and Air Pollution Control*, Los Angeles, California, October 19–20, pp. 269–276, 2000.
- [13] A.B. Darlington, J.F. Dat, M.A. Dixon, "The Biofiltration of Indoor Air: Air Flux and Temperature Influences the Removal of Toluene, Ethylbenzene, and Xylene," *Environ. Sci. Technol.*, vol. 35, pp. 240-246, 2001.
- [14] G. Soreanu, M. Dixon, A. Darlington, "Botanical biofiltration of indoor gaseous pollutants – A mini-review," *Chemical Engineering Journal* vol. 229, pp. 585–594, 2013.

Lehrstunden aus der Implementierung

von Smart Home / AAL Lösungen

Tobias Werner

FH Vorarlberg

Forschungszentrum Nutzerzentrierte Technologien

Dornbirn, Österreich

tobias.werner@fhv.at

Isabella Hämmerle

FH Vorarlberg

Forschungszentrum Nutzerzentrierte Technologien

Dornbirn, Österreich

isabella.haemmerle@fhv.at

Abstract— In diesem Beitrag schildert das Forschungszentrum für nutzerzentrierte Technologien Erfahrungen bei der Ausstattung von Testhaushalten mit AAL-Lösungen. Es werden verschiedene Möglichkeiten aufgezeigt, wie die Infrastruktur aussehen kann, welche Komponenten für die Hausautomation ausgewählt wurden und einige umgesetzte Automationsszenarien erläutert. Erfahrungswerte bei der Implementierung und Wartung der Systeme werden beschrieben und dargelegt, welche Personengruppen bei der Implementierung und Wartung von AAL-Systemen involviert sind sowie die Wichtigkeit laufender Betreuung, funktionierender Kommunikation und Einplanung von Pufferzeiten hervorgehoben.

Keywords—AAL; Smart Home; IBH living lab;

I. EINLEITUNG

Das interdisziplinäre Forschungszentrum für Nutzerzentrierte Technologien (User Centered Technologies Research – UCT) beschäftigt sich seit Jahren mit der Verwendung von Smart Home Komponenten im AAL Bereich (z.B. ALADIN, GuidingLight, WestAAL, GREAT). Die Erfahrungswerte sollen hier zusammengefasst als Empfehlungen weitergegeben werden und dafür sorgen, dass Interessierte hoffentlich einen etwas weniger steinigen Weg gehen können.

II. INFRASTRUKTUR

Die in diversen Testwohnungen verwendete Infrastruktur bedeutet in diesem Fall jenen Teil der Ausstattung, die von den Nutzenden nicht wahrgenommen wird – Verbindungen, Middleware und Server.

A. Middleware

Darunter versteht sich eine Software, die unterschiedliche Systeme so miteinander koppelt, dass nach oben hin eine einheitliche Kommunikation möglich wird. Dadurch können im Smart-Home Kontext unterschiedlichste Technologien beziehungsweise Bussysteme kombiniert werden. Diese Software wird auf einem kleinen, in der Nähe befindlichen Rechner installiert, mit dem dann alle verwendeten Geräte kommunizieren. Die Verwendung einer solchen Struktur ist sehr zu empfehlen, da sie den Arbeitsaufwand enorm mindert.

B. Kabelgebundene Lösungen

Wo möglich, werden in den Wohnungen kabelgebundene Schnittstellen verwendet. Beim Neubau von AAL-gerechten Wohnräumen würden wir explizit empfehlen, solche Technologien vorzusehen. Diese sind einerseits herkömmliche Hausbussysteme wie DALI und KNX, um Lichter oder Jalousien zu steuern. Andererseits spielen auch Ethernetverbindungen eine immer größer werdende Rolle – für IP-gesteuerte Endgeräte oder die Kommunikation nach außen.

C. Kabellose Lösungen

In manchen Häusern oder Wohnungen ist der Einbau von verkabelten Lösungen allerdings mit überproportional großem Aufwand verbunden. In solchen Fällen (der Nachrüstung) ist es meist einfacher auf Funklösungen zurückzugreifen. Die Installation eines WLAN-Systems ist heutzutage unkompliziert und gelingt so gut wie überall. Die Hausautomation kann z.B. über EnOcean, ein sehr energiesparendes drahtloses Hausbussystem, umgesetzt werden.

III. HAUSAUTOMATION

In diesem Kapitel werden jene Komponenten beschrieben, die von den Testpersonen wirklich gesehen werden und auf sie einwirken.

A. Endgeräte

Einer der im UCT am längsten erforschten Bereiche ist die Wirkung von Licht auf den menschlichen Biorhythmus. Wir verwenden bestenfalls Leuchten, die in Helligkeit und Lichtfarbe frei eingestellt werden können. Die ideale Lichtstimmung zur jeweiligen Tageszeit beeinflusst den Tagesrhythmus nachgewiesenermaßen positiv [1].

Auch die Beschattung kann motorisiert werden, und somit einerseits die Testpersonen entlasten, andererseits zum Raumklima positiv beitragen. Selbiges gilt für die Heizung bei einer Regelung über Thermostat. Weiters gibt es über die Bussysteme die Möglichkeit Steckdosen zu steuern, was Komfort (z.B. bei Stehleuchten) und Sicherheit (z.B. Bügeleisen) mit sich bringt.

Als letztes seien hier noch RFID-basierte Türschlösser erwähnt: im Sinne der Barrierefreiheit kann es für ältere Perso-

nen von Vorteil sein, wenn sie nur einen RFID-Tag an ein Türschloss halten müssen und dieses dann automatisch entriegelt, anstatt mit einem herkömmlichen Schlüssel die Türe zu sperren.

B. Sensoren

Die für uns wichtigsten Sensoren sind PIR-Bewegungsmelder, die über die jeweilige Schnittstelle in möglichst hoher Abtastrate Bewegung in der Wohnung erfassen. Diese werden entweder verkabelt oder über Funk in möglichst vielen Räumen der entsprechenden Wohnung an der Decke montiert. Für die entsprechende Auslegung diverser Automatisierungen sind auch Lichtschranken an der Eingangstüre, die ein Eintreten beziehungsweise Verlassen signalisieren, hilfreich.

Öffnungszustand von Fenstern oder Balkontüren sowie die Luftqualität können ebenfalls überprüft werden. Diese Informationen geben dann Aufschluss über Raumklima und Lüftungsverhalten, können aber auch der Sicherheit dienen.

IV. AUTOMATIONSSZENARIEN

Die im vorigen Kapitel beschriebenen Sensoren und Akteure werden von uns auf verschiedene Art und Weise verwendet, die wichtigsten sind folgend aufgeführt.

A. Konventionelle Hausautomation

Licht beeinflusst unseren Biorhythmus und kann unseren Tagesablauf und unsere Stimmung positiv beeinflussen. Kaltweißes Licht am Morgen aktiviert und hilft in den Tag zu starten, warmweißes Licht am Abend beruhigt und bereitet das Einschlafen vor [2]. Leuchten mit hinterlegten Tageslichtkurven erzeugen zur richtigen Zeit die richtige Lichtstimmung und unterstützen dadurch unseren Biorhythmus.

Ein weiteres Szenario ist die zeitliche Steuerung der Jalousie - in der Nacht fährt die Jalousie automatisch nach unten und dunkelt so den Schlafbereich ab, am Morgen fährt sie wieder automatisch hoch, dann hilft das zusätzliche Tageslicht beim Aufwachen.

B. Monitoring & Benachrichtigungen

Die Bewegungsmelder dienen nicht nur zur direkten Aktivierung diverser Endgeräte – wir verwenden die Daten auch, um kritische Situationen zu erkennen und gegebenenfalls Benachrichtigen an Betreuungspersonal oder Angehörige zu schicken. Eingehend mit dieser Nachricht bekommen diese dann temporären Zugriff auf eine schematische Darstellung der Aktivitäten in der Wohnung.

Die geloggtten Bewegungsdaten können auch langfristige Veränderungen des Tagesablaufs nachweisen – so kann zum Beispiel eine Tag-Nacht-Umkehr erkannt werden oder, wenn sich die Aktivität der Testperson fortlaufend verringert.

V. APPS

Die Wahrscheinlichkeit, dass eine ältere Person ein Mobilgerät (Tablet oder Smartphone) besitzt und nutzt nimmt stetig zu [3]. Der Alltag und insbesondere die Kommunikation mit

anderen wird dadurch enorm erleichtert. Folgende Apps können dabei von Nutzen sein:

A. Skype

Ist eine der am meisten verbreiteten Anwendungen, die auf jeder größeren Plattform verwendet werden kann. Testpersonen können mit Familie, Freunden und Betreuenden Kontakt aufnehmen.

B. Browser

Das Internet bleibt ab einem gewissen Alter fast ungenutzt [4] – würde aber vieles vereinfachen. Reiseplanungen, beziehungsweise Fahrkartenkauf, Online-Shopping, oder Banking sind nur wenige Beispiele, die den Alltag erleichtern.

C. Mails

Viele offizielle Wege können mittlerweile über E-Mail abgewickelt werden. Selbstständiges Verfassen solcher Nachrichten ist daher ein wichtiger Bestandteil autonomen Lebens.

D. Fernbedienung

Ein großer Vorteil ansteuerbarer Geräte ist die Einbindung in Apps. Testpersonen mit eingeschränkter Mobilität können so mühelos Lichter ein- und ausschalten beziehungsweise die Jalousie auf die Wunschposition fahren.

Auch körperlich Unbeeinträchtigte profitieren davon – eine hochwertige Leuchte mit Dimm- und Farbfunktion lässt sich über herkömmliche Wandtaster nicht so genau einstellen, wie mit einer extra dafür ausgelegten Anwendung.

VI. LAUFENDE UNTERSTÜTZUNG

Als implementierende Institution ist man meist auch die erste Anlaufstelle, wenn etwas nicht funktioniert. Entsprechendes Knowhow in den geforderten Bereichen ist daher unumgänglich, wenn die Technologie akzeptiert und genutzt werden soll.

Bei der Installation und laufenden technischen Betreuung ist Kontakt mit den EndkundInnen unumgänglich. Soziale Kompetenzen und die Fähigkeit, Vertrauen und eine gewisse Beziehung aufzubauen, ist ein nicht zu unterschätzender Erfolgsfaktor. Schulungen des Personals hinsichtlich des Umgangs mit EndkundInnen, Geduld und möglichst eine konstante Ansprechperson sind daher empfehlenswert.

A. Mobilgeräte

Der Großteil der Mobilgeräte läuft auf Apple oder Android Betriebssystemen. Es reicht allerdings nicht, nur mit der neuesten Version davon vertraut zu sein, da gerade ältere Menschen nicht jedes Jahr ein neues Handy wollen – meistens ist da eine einmal gelernte Version „die Beste“. Laut netmarketshare.com liefen im Oktober 2017 immer noch 9% aller Mobilgeräte mit Android 4.4 – ein vier Jahre altes Betriebssystem [5]. Abwärtskompatibilität für eigene Entwicklungen ist daher auch von großer Wichtigkeit.

B. Haussteuerung

Die Personen mit Kontakt zu den Testpersonen sollten möglichst schnell eine Antwort auf eventuelle Probleme finden – wenn die Haussteuerung komplett ausfällt, birgt dies leider enormes Gefahrenpotenzial.

VII. KONTAKT

Beim Umbau einer Wohnung können sehr viele Partner eine Rolle spielen: neben den Testpersonen selbst können deren Angehörige betroffen sein, aber auch ein Case Manager beziehungsweise anderes Betreuungspersonal, das Gebäudemanagement einer Wohnanlage, Hausautomations-, Elektrofachkräfte, InstallateurInnen, viele Weitere und für Forschungsprojekte auch das entsprechende Forschungszentrum. Ein Termin, an dem mehr als zwei dieser Parteien Zeit haben ist schwer zu finden, eine Umsetzung solch eines Projekts zieht also sehr viel zeitlichen Aufwand mit sich. Es ist wichtig, dass die Testpersonen sich darüber im Klaren sind – es dauert, bis das Projekt wirklich ins Laufen kommt. Gerade im Anfangsstadium ist es daher sehr wichtig, den Kontakt ständig zu pflegen, um zu zeigen, dass die Testpersonen nicht vergessen wurden.

VIII. DISKUSSION

Die hier dargestellten Punkte sind nur ein sehr kleiner Ausschnitt aus unseren Erfahrungen. Auf die Auswertung von Da-

ten ist hier zum Beispiel noch kaum eingegangen worden. Auch aus Sicht des Projektmanagements gibt es noch weitere Punkte. Bei Interesse sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass der Autor und die Autorin für ausführlichere Informationen jederzeit kontaktiert werden können.

REFERENZEN

- [1] G. Kempter, T. Ulmer, M. Canazei, E. Pokriefke, E. Atz, H. Atz, U. Becker. „Ambient Light Guiding System for the Mobility Support of Elderly People – D2.2 – Applicable software components“ Internet: http://guidinglight.labs.fhv.at/fileadmin/images/guidinglight/D2.2_V04_Public_extended.pdf, 30.09.2013 [22. November 2017]
- [2] M.G. Figueiro. “A proposed 24 h lighting scheme for older adults”. *Lighting Research and Technology*, vol. 40, S-153-160, 1. Juni 2008
- [3] Statistisches Bundesamt. "Anteil der Internetnutzer, die auch mobiles Internet verwenden, nach Altersgruppen in Deutschland in den Jahren 2013 bis 2016." Internet: de.statista.com/statistik/daten/studie/197417/umfrage/mobile-internetnutzung-in-deutschland-in-den-altersgruppen/, Dezember 2016 [22. November 2017]
- [4] N. Charness, W.R. Boot. “Aging and Information Technology Use: Potential and Barriers.” *Current Directions in Psychological Science*, vol. 18, S. 253-258, 1. Oktober 2009
- [5] „Mobile/Tablet Operating System Market Share.“, Internet: www.netmarketshare.com Oktober 2017 [22. November 2017]

The Living Room as a Place for Therapy

Petra Friedrich and Dominik Fuchs

Faculty of Electrical Engineering
University of Applied Sciences
Kempten
87435 Kempten, Germany

petra.friedrich@hs-kempten.de
dominik.fuchs@hs-kempten.de

Kai Hinderer

medica Medizintechnik GmbH
88454 Hochdorf, Germany

Bernhard Wolf

Steinbeis-Transferzentrum
Medizinische Elektronik und Lab on
Chip-Systeme
80333 München, Germany

ABSTRACT— Demographic changes lead to an increased importance of telemedical assistance systems and telematically based therapeutic concepts during medical aftercare, for instance in the development of new training programs for neurological rehabilitation. The efficiency of long-term medical rehabilitation often depends on the commitment and compliance of the affected person. After the initial therapy phase in a rehabilitation center, the motivation to maintain the gained activity level in the domestic environment can decrease rapidly. Therefore, the technologies of medical technology and telemedicine can and should be combined for virtual coaching and medical rehabilitation that can be performed at home. In this article, four possibilities of telematic rehabilitation will be presented.

Keywords—Telemedicine, Rehabilitation, Neurology

I. TELEMATIC REHABILITATION

A. Telemedical Rehabilitation and Exercise Therapies

Retraining mobility is a central overarching concern of today's rehabilitation and training approaches. In a previous study, a daily 15-minute exercise program not only resulted in a significant improvement in quality of life, but also in increased life expectancy [1]. In this respect, the administered support of physical activity is a central concern of rehabilitative methods. As part of the Active and Assisted Living (AAL) work at the *Kempten University of Applied Sciences*, a telemedical exercise trainer has been developed as a home care product in a joint project with the Heinz Nixdorf Chair of Medical Electronics and the *medica Medizintechnik GmbH*. The goal is to facilitate daily exercise of the elderly with mobility impairments. Recorded exercise data such as calories burned and rotations per minute are transferred to the *COMES*^{®1} database [2]. This data is the basis for a real-time, on-screen animation on the TV

set, e.g., a cycling race. The therapist's assessed training results are returned to the user along with a training recommendation on the TV screen.

To determine areas for improvement of the implementation and the general acceptance of this multimedia supported training, a small usability test at the *Fachklinik Enzensberg* was carried out. Results of the investigation with five patients and five therapists were promising [3].

B. Dorsi Flex

The goal and motivation of this project, which was promoted by the Central Innovation Program for SMEs (*Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand; ZIM*) and realized with the company *medica Medizintechnik GmbH*, was to give people who suffer from weak foot dorsiflexion the opportunity to learn a normal gait again through an individually adapted training. In Germany, about 250,000 people suffer a stroke each year. In about two-thirds of the cases, a limitation of the motor and musculoskeletal system is followed by a weakness of dorsiflexion. Sustainable treatment with current therapies is extremely time-consuming, both for therapists and for those affected. Based on this fact, the project idea for *DorsiFlex* was developed: Offering both sides a simple, yet intelligent solution. A rehabilitation system has been created which pursues the goal of individual device-assisted therapy of symptomatic foot-muscle weakness at home or in physiotherapeutic practice. The technical realization comprises a motor-driven device which moves the foot of the patient in a pivoting movement in passive or assistive manner. An active training without motor support is also possible. Moreover, a telemedical interface and connection to *COMES*[®] could be realized, which enables remote patient care and the prescription of customized therapy units [4, 5].

¹COMES[®]: "Cognitive Medizinische Systeme" is a development of the Heinz Nixdorf-Lehrstuhl für Medizinische Elektronik of the Technische Universität München and is a registered trademark. (<http://www.comes-care.net/>)

II. AUDIO FEEDBACK IN NEUROLOGICAL REHABILITATION

A. BalThaSAR - Balance therapy with automated sonification for rehabilitation

This ZIM-project supports the development of an autonomous and intelligent rehabilitation system to assist neurologically impaired individuals in training their reactive balance and somatosensory system. This project is concerned with sonification (the use of non-speech audio to convey information) of the body position as feedback for balance training of neurologically damaged persons. People with age-related or disease-related movement disorders can use the therapeutic device to specifically train their coordination of movement and their sense of balance in a safe (fall-preventing) environment. Depending on the type of therapy program, the patient receives a visual or acoustic feedback on the balance exercises. The acoustic signals provide the patient with information about the center of gravity in a previously defined two-dimensional space. To generate the auditory feedback, a system of hardware and software components was first evaluated and compiled on an application-specific basis. This consists of the *TheraTrainer "coro"* of the company medica Medizintechnik and a program developed on the software *Python*, which converts the measured data into sound (see Fig. 1).

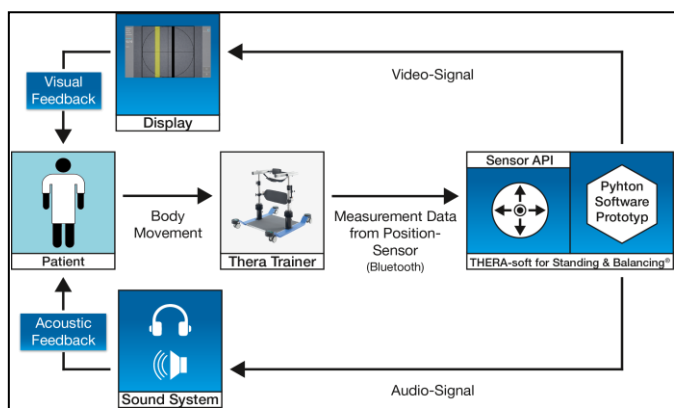


Fig. 1. The current hardware and software concept.

At the end of 2016 and in the first half of 2017, various sonification models and therapy modules for balance training were evaluated and optimized in test series with healthy participants [6]. This was followed in September of 2017 by clinical tests with stroke patients at the *Schön Klinik in Bad Aibling*, Germany, which showed that the approach is feasible and highly accepted by therapists and patients alike. In order to determine the effectiveness of balance training with acoustic feedback ("sonification") compared to existing therapies and especially visual feedback, larger randomized controlled trials will be required in the future. Currently, the research focus within the project lies on automation and dynamization of the training software and setup, so that the therapy automatically adapts to the patient's abilities in real-time. Furthermore, we are now developing audio feedback based on spatial hearing: Certain directional information can be intuitively

comprehended by the patient through the use of superordinate Head Related Transfer Functions (HRTFs). The project partners in addition to the Kempten University of Applied Sciences are the medica Medizintechnik GmbH, FEO Elektronik GmbH and Schön Klinik Bad Aibling (duration 7/15 - 2/18).

B. Music-based exercise

The demographic change and increasing numbers of cardiovascular, metabolic, and respiratory diseases as well as brain disorders and mobility limitations have a huge impact on medical aftercare and rehabilitation. Telemedical assistance systems and telematic supported innovative therapy concepts are gaining more and more importance, especially in the development of new training programs in neurological rehabilitation.

One of the main symptoms of Parkinson's disease besides tremor is slowed movement (bradykinesia) to the point of temporary, involuntary inability to move [7]. Especially during walking, this movement disorder can have serious consequences the person concerned is not able to lift his feet from the ground. This abrupt discontinuation of gait is called "freezing" and can result in falling. Studies have shown that particularly music therapy can enhance the movement pattern of Parkinson's patients due to the rhythmic stimulation [8]. This has a positive effect on the regularity of gait. As the training method, a cycling training was chosen. This has the advantage that an improvement of immobility and joint stillness can be achieved almost entirely without the risk of injury. Furthermore, music is specifically used not only as a rhythm target parameter but also as auditory feedback.

The training system consists of a movement trainer combined with a software, that has been implemented on a single-board computer and controls the playback of the music. In this way, the patient is helped to establish a steady pace of training, and training parameters such as duration and speed can be controlled and modulated [9].

III. ASSISTED MOBILITY

In close cooperation with the *Heinz Nixdorf Chair of Medical Electronics* of the *Technical University of Munich*, personalized mobility aids for people of all ages are developed. A lead project here is the *iMob* project, which is subtitled into "unlimited mobility at any age and at any time". *iMob* stands for intelligent mobility, and aims for a holistic mobility concept. This requires skills in mechatronics and applied robotics.

The aim of the *iMob* project is to develop a technical solution for older and disabled people in order to enable a self-determined and autonomous mobility. Mobility is the key component of an active lifestyle, especially for older people. It is an indispensable basic need and closely linked to the quality of life. If an older person can no longer walk independently, but drive a car with appropriate assistance systems, additional technologies will be needed. One of the main problems for old people are stairs and steps, especially with a wheelchair. Due to the disadvantages of the already existing technologies, our

research project dealt with a new type of wheelchair concept, which aims to maximize independence of those affected. By combining intelligent control with innovative mechanics, barriers such as stairs and steps can now be overcome without outside help with the autonomous stair-climbing wheelchair with a leg-based climbing mechanism (see Fig. 2). The compact design allows movements in limited spaces. Because of dynamic stabilization, the wheelchair moves on only one axis. Thereby, it has highly articulated driving behavior and a moderate size. The autonomous climbing system is based on a leg apparatus. It consists of two legs with lower and upper leg support. While climbing a stairway, the legs push the wheelchair on the next higher situated step. Afterwards the legs are pulled consecutively on to the next step as well. While descending, the opposite arrangement of actions occurs [10].



Fig. 2. The demonstrator model while climbing stairs; the legs are below the wheelchair and push it up.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank the *Heinz Nixdorf Stiftung*, the *University of Applied Sciences in Kempten*, the *Schön Klinik in Bad Aibling*, the *medica Medizintechnik GmbH* for their personal and technical support.

IV. REFERENCES

[1] C. P. Wen *et al.*, “Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: A prospective cohort study,” *The Lancet*, vol. 378, no. 9798, pp. 1244–1253, 2011.

- [2] B. Wolf and Splitter, T., Herzog, K., Clauss, J., Friedrich, P., Scholz, A., “COMES® – Cognitive Medizinische Systeme für Diagnose und Therapie,” in *e-Health 2014: Informations- und Kommunikationstechnologien im Gesundheitswesen*, F. Duesberg, Ed., 1st ed., Solingen: Medical Future Verl., 2013, pp. 254–262.
- [3] K.-U. Hinderer, P. Friedrich, O. Hobel, and B. Wolf, “Telematic rehabilitation 2.0,” in *2013 IEEE Third International Conference on Consumer Electronics - Berlin (ICCE-Berlin): 9 - 11 Sept. 2013, in Berlin, Germany*, IFA Fairground, Berlin, Germany, 2013, pp. 8–12.
- [4] K.-U. Hinderer, P. Eberle, P. Friedrich, and B. Wolf, “A concept for integration of rehabilitation in smart homes,” in *IEEE Fourth International Conference on Consumer Electronics - Berlin (ICCE-Berlin), 2014: 7 - 10 Sept. 2014, Berlin, Germany*, Berlin, Germany, 2014, pp. 7–8.
- [5] K.-U. Hinderer, P. Friedrich, and B. Wolf, “Home care: A telematic rehabilitation exerciser,” in *2012 IEEE International Conference on Consumer Electronics - Berlin (ICCE-Berlin 2012): Berlin, Germany, 3 - 5 September 2012*, Berlin, Germany, 2012, pp. 15–18.
- [6] D. Fuchs, M. Knauer, S. Jüngling, and P. Friedrich, “Evaluation of different sonification models for balance training,” Poster presentation at the 25th Anniversary Conference. Ghent, Belgium, Jul. 31 2017-Aug. 4 2017.
- [7] E. Ludwig, *Der große TRIAS-Ratgeber zur Parkinson-Krankheit: Alles über Behandlung und Medikamente ; wie Sie sich auf ein verändertes Leben einstellen ; mit vielen Sprech- und Bewegungsübungen für zu Hause*. Stuttgart: TRIAS, 2000.
- [8] M. H. Thaut, G. C. McIntosh, and V. Hoemberg, “Neurobiological foundations of neurologic music therapy: Rhythmic entrainment and the motor system,” (eng), *Frontiers in psychology*, vol. 5, p. 1185, 2014.
- [9] M. Knauer and P. Friedrich, “Audiofeedback in der telemedizinischen neurologischen Rehabilitation,” in *Fortschritte der Akustik - DAGA 2016: 42. Jahrestagung für Akustik, 14. bis 17. März 2016 in Aachen*, D. G. f. A. Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V, M. Vorländer, and J. Fels, Eds., 1st ed., Berlin: Deutsche Gesellsch. f. Akustik, 2016, p. 790.
- [10] M. Hinderer, P. Friedrich, and B. Wolf, “An autonomous stair-climbing wheelchair,” *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 94, pp. 219–225, 2017.

AALivingLab@home – Aufbau einer natürlichen Testumgebung für AAL-Innovationen in der Ostschweiz

Cora Pauli
Interdisziplinäres
Kompetenzzentrum Alter IKOA-
FHS
Fachhochschule St. Gallen
St. Gallen, Schweiz
cora.pauli@fhsg.ch

Prof. Dr. Sabina Misoch
Interdisziplinäres
Kompetenzzentrum Alter IKOA-
FHS
Fachhochschule St. Gallen
St. Gallen, Schweiz
sabina.misoch@fhsg.ch

Stephanie Lehmann
Interdisziplinäres
Kompetenzzentrum Alter IKOA-
FHS
Fachhochschule St. Gallen
St. Gallen, Schweiz
stephanie.lehmann@fhsg.ch

Abstract—Das Interdisziplinäre Kompetenzzentrum Alter der Fachhochschule St. Gallen hat in der Ostschweiz ein Living Lab bestehend aus Privathaushalten von Senioren/innen (65+) aufgebaut. Die Haushalte wurden vernetzt und es wurde während drei Monaten ein technisches Produkt aus dem Bereich Active & Assisted Living (AAL) getestet. Ziel des Projektes war es, eine technische Innovation nicht in einer künstlichen Labor-Umgebung zu testen sondern in der alltäglichen, häuslichen und realen Umgebung der Senioren/innen. Im Verlauf des Projektes wurden qualitative und quantitative Daten erhoben wie auch Protokolldaten gesammelt mit dem Ziel, den Bedarf nach technischer Unterstützung zu erfassen und grundsätzliche Prozesse der Technikaneignung und -akzeptanz zu erforschen. Das LivingLab@home soll in eine bleibende Struktur überführt werden. Das Projekt AALivingLab@home wird von der Gebert Rüf Stiftung finanziert.

Keywords— AAL, Alter, Living Lab, Technikakzeptanz

I. AUSGANGSLAGE

Hohe Bevölkerungsanteile älterer Menschen, abnehmende Ärztedichte und Versorgungsengpässe in ländlichen Regionen erfordern neue technische Innovationen zur Ermöglichung des längeren Verbleibs im häuslichen Umfeld [1]. Möglichst lange im vertrauten Wohnumfeld leben zu können entspricht auch dem Wunsch vieler Senioren/innen. Besonders geeignet sind hierfür digitale, vernetzte Assistenzsysteme, sogenannte Active & Assisted Living (AAL)-Innovationen. Technische Innovationen können jedoch nur bei vorhandener Akzeptanz und Umsetzbarkeit zielgerecht eingesetzt werden und Nutzeneffekte generieren, was die Erprobung solcher Produkte in einer realistischen Umgebung erfordert. Die niederschwellige Erprobung von technischen Geräten oder Dienstleistungen ermöglicht es, Berührungspunkte abzubauen, Produkte an tatsächliche Bedürfnisse anzupassen und Unterstützung vor Ort zu leisten, wo sie gebraucht wird [2].

II. LIVING LAB ANSATZ DES IKOA-FHS

Um AAL-Technologien entwickeln und testen zu können, benötigt man Labore. Das Konzept „Living Lab“ ist ein Gegenkonzept zu dem des herkömmlichen Labors. Es handelt sich um ein spezielles Forschungskonzept, bei dem man sich von der künstlichen und zeitlich begrenzten Situation des Labors abwendet und technische Assistenzsysteme oder Dienstleistungen unter natürlichen Bedingungen im realen Wohnumfeld der Nutzer/innen testet. Grundpfeiler des vom IKOA-FHS vertretenen Ansatzes sind die Partizipation älterer Endnutzer/innen und die Testung von AAL-Produkten direkt in der privaten Häuslichkeit der potentiellen Endnutzer/innen. In der Praxis zeigt sich zunehmend das Potenzial von Living Labs für erfolgreiche Innovationsentwicklungen [3],[4]. Das IKOA hat im Rahmen des Projekts AALivingLab@home in der Schweiz das erste Living Lab für die Testung von AAL-Technologien direkt in der privaten Häuslichkeit von Senior/innen aufgebaut.

III. PROJEKTBSCHREIBUNG AALIVINGLAB@HOME

Das Projekt AALivingLab@home wird von der Gebert Rüf Stiftung gefördert (Laufzeit Januar 2016 bis Dezember 2017) und hat den Anspruch, das längere selbstständige Leben älterer Menschen in ihrem gewohnten Wohnumfeld zu ermöglichen. Hierzu erweisen sich vernetzte Technologien des Active & Assisted Living (AAL) als wichtiges Element [1]. Das Ziel des Projektes besteht darin, die potenziellen Endnutzer/innen, also ältere Menschen, frühzeitig bei der Entwicklung solcher Technologien zu partizipieren, um die Entwicklungen an den realen Bedürfnissen des täglichen Lebens anzupassen und akzeptierte sowie nachhaltige Lösungen zu generieren. Zu diesem Zweck wurde ein Living Lab aus 20 privaten Ostschweizer Haushalten aufgebaut, welches als Innovationsentwicklungs- und Testumgebung in der natürlichen Lebenswelt dienen soll. Ein AAL-Produkt wird dabei direkt bei den Privatpersonen zuhause installiert und von diesen in ihrem Alltag getestet. Das Living Lab wird in Partnerschaft von Bevölkerung, Technik/Wirtschaft, Forschung

und Politik aufgebaut, da nur auf dieser breiten Basis die Entwicklung nachhaltiger Lösungen für ein selbstbestimmtes Altern im eigenen zu Hause möglich wird.

IV. PROJEKT- UND FORSCHUNGSZIELE

Folgende Ziele sollten im Rahmen dieses laufenden Projekts AALivingLab@home erreicht werden:

1. Eine vernetzte Living Lab-Struktur aus 20 Ostschweizer Haushalten (mind. eine Person im Haushalt im Alter von 65+) zur partizipativen Testung von AAL-Lösungen in natürlichen Wohnumgebungen wurde aufgebaut.
2. Sowohl der Aufbau des AALivingLab@home als auch das Konzept und die Infrastruktur für den langfristigen Betrieb des Living Labs stellen die Partizipation der primären Endnutzer/innen (ältere Personen) in den Mittelpunkt.
3. Ein auf breiter Expertise (Recherchen, Experteninterviews, Bedarfserhebung bei Endnutzer/innen) basierendes Konzept wurde für das AALivingLab@home entwickelt.
4. In den Haushalten wurde ein technisches Assistenzsystem aus dem AAL-Bereich installiert und getestet.
5. Die Protokoll Daten der vernetzten Haushalte wurden von der Fachhochschule St. Gallen laufend gesammelt und ausgewertet.
6. Die Testung wurde durch eine sozialwissenschaftliche Begleitforschung laufend ausgewertet.
7. Das AALivingLab@home vernetzte Industrie, Forschung, Politik und Endnutzer/innen.
8. Die Struktur des Living Labs ist nachhaltig angelegt und wird über das Projektende hinaus erhalten bleiben und als Basis für den Aufbau weiterer Living Labs dienen.

V. TESTPRODUKT

Getestet wurde ein Set von Sensoren, die mit einer Hauszentrale verbunden waren: ein Rauchmelder, ein Feuchtigkeitsmelder, ein Bewegungsmelder, der mit einer Lichtschnur verbunden war (bei Bewegung in Dunkelheit schaltete sich die Lichtschnur automatisch ein und nach einer vordefinierten Zeit wieder aus), ein Türöffnungssensor (am Kühlschrank), ein GPS-Tracker sowie ein Blutdruckmessgerät. Die Sensoren wurden an verschiedenen Orten in der Wohnung angebracht und waren via Funk mit der Hauszentrale verbunden. Die Hauszentrale übermittelte die Signale auf eine Internetplattform, auf welche die Fachhochschule Zugriff hatte. Die Sensoren blieben während eines Zeitraums von drei Monaten bei den Testpersonen zu Hause und wurden anschliessend vom Projektteam deinstalliert.

VI. DATENERHEBUNG – METHODISCHES VORGEHEN

Die Bedarfserhebung und die Begleitforschung wurde mittels qualitativen (leitfadengestützte Interviews, Tagebücher) und quantitativen Methoden (Testbatterie mit etablierten Tests)

durchgeführt und hatte explorativen Charakter. Es wurde keine Forschungshypothese generiert und getestet, sondern es sollte eine möglichst grosse inhaltliche Breite von Aussagen erhoben werden zu Bedarf, Nützlichkeit, Akzeptanz und Bedeutung von AAL-Technologien aus der Sicht der Endnutzer/innen. Für das Erfragen von noch unbekanntem Sachverhalten und um diese Sachverhalte möglichst offen und aus der Sicht der Erfragten zu ergründen, eignen sich explorative Methoden wie das leitfadengestützte Interview besonders gut [5]. Eine explorative Studie kann dazu dienen, in einem nächsten Schritt Hypothesen zu generieren um diese qualitativ oder quantitativ zu testen. Während der ersten Woche der Testung haben die Testpersonen zudem ein Nutzungstagebuch geführt. Das Tagebuch hatte die Funktion einer „cultural probe“ [6]. Die Teilnehmenden notierten im Tagesverlauf, wann sie das Produkt genutzt haben, warum sie es genutzt haben, was ihnen dabei aufgefallen ist, welche Probleme aufgetaucht sind und wie diese allenfalls gelöst wurden.

Die quantitative Methode eignet sich um grundlegende Parameter wie Wohlbefinden, Lebensqualität, Einstellung zur Technik, Benutzerfreundlichkeit, Attraktivität des Produktes mit Zahlen zu belegen. Von Interesse war hier vor allem, ob sich die Befindlichkeit im Laufe der Testung veränderte und wie Benutzerfreundlichkeit und Attraktivität des Produktes eingeschätzt wurden.

VII. ABLAUF DER DATENERHEBUNG

Sowohl die qualitativen als auch die quantitativen Datenerhebungen wurden an mehreren Zeitpunkten durchgeführt: vor, während und nach der eigentlichen Testung:

- *Vor der Testung:* Vor der Testung wurde mit den Teilnehmenden mittels eines leitfadengestützten Interviews eine generelle Bedarfserhebung durchgeführt. Erfragt wurden allfällige Bedarfe nach Unterstützung in verschiedenen Bereichen der alltäglichen Lebensführung. Vor der Testung wurde zudem der erste quantitative Fragebogen ausgehändigt.
- *Während der Testung:* Vier Wochen nach der Installation des Testprodukts wurden die Testung aus Sicht der Teilnehmenden evaluiert. Die Teilnehmenden wurden mittels eines leitfadengestützten Interviews zu ihren Erfahrungen mit dem Testprodukt befragt. Im Zentrum standen hier die Themen Bedienbarkeit, Nutzen und Akzeptanz. Zu diesem Zeitpunkt wurde auch die zweite quantitative Befragung durchgeführt.
- *Nach der Testung:* Nach Abschluss der Testung wurden die Teilnehmenden in einem kurzen telefonischen Interview um ein Fazit gebeten. Zum Abschluss wurde zudem der letzte quantitative Fragebogen verschickt.

Die Teilnehmenden wurden zu Beginn des Projekts über die Inhalte und Vorgehensweisen aufgeklärt und die vertrauliche Behandlung der Daten und deren anonymisierte Auswertung (Interviews, Fragebögen, technische Daten)

wurden den Teilnehmenden schriftlich zugesichert. Während des gesamten Zeitraums der Testung wurden die teilnehmenden Haushalte engmaschig durch Mitarbeiterinnen des IKOA unterstützt und betreut.

VIII. AUSWERTUNG DER DATEN

Im Anschluss an die Datenerhebungen wurden die qualitativen Interviews vollständig transkribiert. Zudem protokollierten die Forschenden nach den Interviews ihre subjektiven Eindrücke auf einem separaten Datenblatt, um wichtige Aspekte gesondert festzuhalten und das Interview zu reflektieren. Die quantitativen Daten (mittels paper-pencil erhoben) wurden codiert, manuell eingegeben und wurden mittels SPSS statistisch ausgewertet und analysiert. Die Forschenden tauschten sich während der Erhebungsphase regelmässig über die wichtigsten Erkenntnisse aus. Dies um die Frageleitfäden kontinuierlich anzupassen und ad-hoc Thesen zu bilden. In einem nächsten Schritt wurden die Interviews inhaltsanalytisch ausgewertet [7]; die Kategorien wurden induktiv und deduktiv gebildet. Die Codierung und Kategorienbildung wurden anhand von Intercoder-Reliabilitätsprüfungen überprüft [4].

IX. ZUSAMMENSETZUNG DER STICHPROBE

Von 28 interessierten Personen konnten 20 Senioren/innen für die Teilnahme am Living Lab rekrutiert werden. Fünf Personen haben sich dann aber gegen eine Teilnahme am Living Lab entschieden. Fünfzehn Personen haben ein Produkt aus dem Bereich des Active & Assisted Living getestet. Die Projektteilnehmer/innen waren im Durchschnitt 74 Jahre alt (Range von 66 bis 88 Jahren), sieben davon waren Frauen, acht waren Männer. Zwei Personen lebten alleine in einem Haushalt, und die Hälfte der Haushalte stammte aus einer ländlichen Region. Auch Menschen mit Migrationshintergrund sollten laut Antrag ausdrücklich mitberücksichtigt werden. Es zeigte sich jedoch, dass Personen mit Migrationshintergrund und aus tieferen Bildungsschichten schwierig zu erreichen und zu rekrutieren waren. Der Gesundheitszustand der Testpersonen war sehr gut, lediglich eine Seniorin war stärker geh- und sehbeeinträchtigt.

X. AKTUELLER PROJEKTSTAND

Die Datenerhebung ist abgeschlossen und die Auswertung hat begonnen. Erste Resultate liegen zu den Bereichen Rekrutierung, Bedarfserhebung und Evaluation vor.

Rekrutierung: Testpersonen, die vulnerabel und/oder benachteiligt sind (hinsichtlich Bildungsniveau, Migrationshintergrund, gesundheitlichen Beeinträchtigungen), sind sehr schwer zu rekrutieren. Menschen mit hohem

Bildungsniveau haben hingegen eine hohe Bereitschaft, an einem solchen Projekt teilzunehmen.

Bedarfserhebung: Erste Befunde zeigen, dass die zumeist noch sehr aktiven und gesunden Testpersonen für das alltägliche Leben wenig Bedarf nach der Art von Unterstützung haben, welche das getestete System bietet. Auch auf genereller Ebene betrachtet gab es wenig Bedarf nach Unterstützung im Alltag (z.B. in den Bereichen Kommunikation, Unterhaltung, soziale Kontakte, alltägliche Lebensführung etc.) Persönliche Sicherheit ist allerdings ein Thema, welches wiederholt genannt wurde (Schutz vor Einbruch etc.). Autofahren und Treppensteigen werden als zukünftige Problemfelder erkannt. Auch genannt wurde das Problem der extremen Vielfalt an Angeboten von technischen Produkten und digitalen Dienstleistungen generell und der fehlende Überblick über das Angebot technischer Assistenzsysteme für ältere Menschen.

Evaluation: Aus den im Laufe der Testung erhobenen Daten konnten verschiedene Verbesserungsvorschläge namentlich bezogen auf die Hauszentrale abgeleitet werden. Auch zu der Frage, welche Faktoren die Technikakzeptanz fördern oder hemmen konnten Erkenntnisse gewonnen werden. Als akzeptanzfördernd wurden genannt: klare Funktion, einfache Bedienung und Wartung, erkennbarer Mehrwert, kostengünstig in Anschaffung und Unterhalt, Zugang zu Service, wenig Fehlfunktionen. Als akzeptanzhemmend wurden genannt: kein subjektiver Bedarf vorhanden, Angst vor Neuem, Bedienung zu komplex und nicht nachvollziehbar, Fehlfunktionen, Gerät ist stigmatisierend, generell "zu viel" (zu viel Geräte etc.).

XI. LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Misoch, S. (2015a). AAL: Ambient Assisted Living – Unterstützung für ein gesundes Altern und Chancen für Medizin und Pflege. *Therapeutische Umschau* 72(9), 561-565.
- [2] Liedtke, C., Welfens, M. J., Rohn, H., & Nordmann, J. (2012). Living Lab: user-driven innovation for sustainability. *International Journal of sustainability in higher education*, 13, 106-118.
- [3] Kusiak, A. (2007). Innovation: the living laboratory perspective. *Computer Aided Design and Applications*, 4(6), 863-876.
- [4] Stählbröst, A. (2013). A living lab as a service: creating value for micro-enterprises through collaboration and innovation. *Technology Innovation Management Review*, 37-42.
- [5] Misoch, S. (2015b). *Qualitative Interviews*. Berlin: Walter de Gruyter GmbH.
- [6] Bernhaupt, R., Obrist, M., Weiss, A., Beck, E., & Tscheligi, M. (2008). Trends in the Living Room and Beyond: Results from ethnographic studies using creative and playful probing. *Computers in Entertainment*, 6 (1), Artikel 5, 1-23.
- [7] Mayring, P. (2008). *Qualitative Inhaltsanalyse* (10. Auflage). Weinheim und Basel: Beltz.

A review of health monitoring systems using sensors on bed or cushion

Simone Orcioni, Massimo Conti
Department of Information
Engineering
Università Politecnica delle Marche
Ancona, Italy
{s.orcioni, m.conti}@univpm.it

Natividad Martínez Madrid
School of Informatics
Reutlingen University
Reutlingen (Germany)
natividad.martinez@reutlingen-
university.de

Maksym Gaiduk, Ralf Seepold
Ubiquitous Computing Lab
HTWG Konstanz
Konstanz, Germany
{m.gaiduk,r.seepold}@htwg-
konstanz.de

Abstract— How technology can answer the challenge that currently population ageing is facing to the healthcare system? In this work, systems and devices related to “smart bed” and cushion, that are commercially available or matter of research works, are reviewed.

Keywords—*smart bed; smart cushion; population ageing; smart-care.*

I. INTRODUCTION

European people are living a longer and healthier life. The rapidly growing of the elderly population is also happening together a reduction in fertility rates that poses great challenge to the social protection systems in Europe [1].

Here we are most interest to the challenges that the population ageing is bringing up to the health care and long-term care programs in Europe. This is also a main focus of Horizon 2020 program, from the exact words of the Commissioner for Research, Innovation and Science, European Commission, Máire Geoghegan-Quinn: “Hundreds of millions of euros have been invested over recent years in health-related ageing research, neurodegenerative diseases, including Alzheimer’s, as well as in socioeconomic dimensions of ageing. The challenge-based approach of Horizon 2020 — the EU’s new programme for research and innovation — fits perfectly with the pressing need to address issues resulting from demographic change and ageing.” [1]. Then she concluded how it is important to “ensure the good quality of life and well-being of the elderly” [1].

While the prevision in [2] say that in 2015, in the whole Europe the over-60 population would be the 23.9% and will increase to 29.6% in 2030, from Fig. 1 we can see that in 2014 in Italy and Germany this percentage was just over the 30%.

Together to this world changing we witness the continuous progress of technology. Can these two facts combine to give some effective solutions for care? Does technology answer to the request for good quality of life and well-being of the elderly?

In this work, we will face these questions by making a review of commercial systems and components related to

“smart” bed and cushion. Then a review of recently research works on the same topic will follow.

Old-age dependency ratio, 2014 (*)
(%)

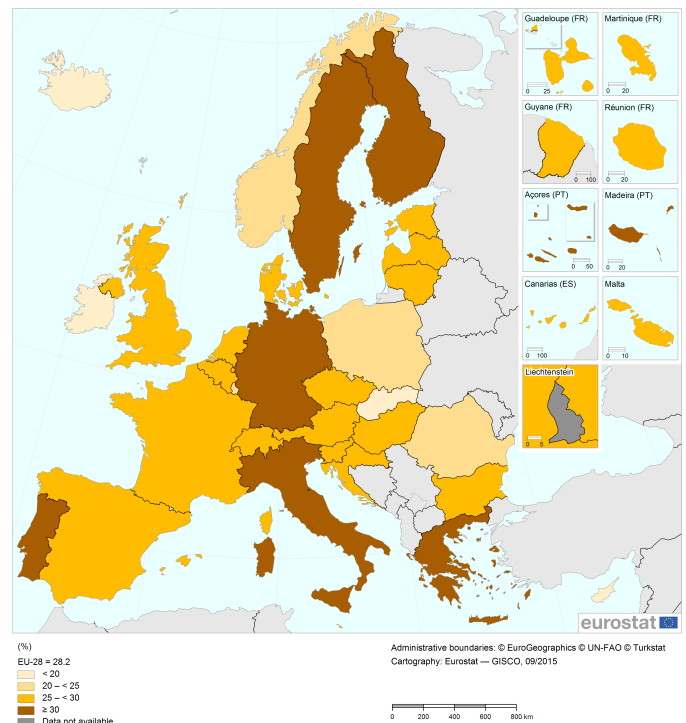


Fig. 1. Population ageing in Europe. SOURCE: [2].

II. COMMERCIAL DEVICES

A. Novel pliance-HS

The Novel pliance-HS system [3] provides a dynamic quantification of the sitting pressure points of patients in wheelchairs. The system helps in selecting the appropriate cushions and correct adjustments of the wheelchair to fit the individual patient. It functions with Bluetooth® wireless telemetry systems in a wide measurement range.

Connects up to 1024 sensors to a desktop, notebook or handheld Pocket PC. Collected data can be stored on the

internal flash memory or transmitted via Bluetooth® telemetry. Although its high spatial resolution and advanced characteristic it is not meant to be used for a daily use as an anti-decubitus system. Fig. 2 shows a picture of the sensors part of the system.



Fig. 2. Novel pliance-HS. SOURCE: [3].

B. EMFIT SafeBed

1) Emfit Safebed

The Emfit Safebed [4] is a bed occupancy monitoring system for fall and wandering prevention. It consists of a monitor device and an under-mattress bed sensor, operates as a fall or bed exit monitor and monitors the presence or absence of a person in bed by detecting all the person's movements and micro movements, such as those caused by a person's heart beating.

The bed sensor uses Emfit's patented, thinfilm ferroelectret technology (Electroactive Polymer) and it is installed under the mattress. The monitor has an audible notification with adjustable volume and a dry-contact output for connection to nurse call systems or personal emergency phones.

Fig. 3 shows the Emfit Safebed system.



Fig. 3. The Emfit Safebed. SOURCE: [4].

2) Safebed with sleep tracking.

Emfit Safebed QS [5] is a health and wellness tracker designed with seniors' additional safety needs in mind. It improves the safety of seniors and helps maintain their independence, enabling them to live on their own for a longer time. Like in Safebed, a highly durable sensor is simply installed underneath the mattress and paired with Wi-Fi. Safebed tracks sleep quality and quantity, heart and breathing

rates, and even heart rate variability. Changes in long-term trends can give very valuable information about health and wellbeing. It is provided in three different version, aimed respectively to improve the performances of sport amateurs or professionals, for assisted living & nursing homes, and as a clinical tool in sleep research studies. Fig. 4 shows an Emfit Safebed QS system.

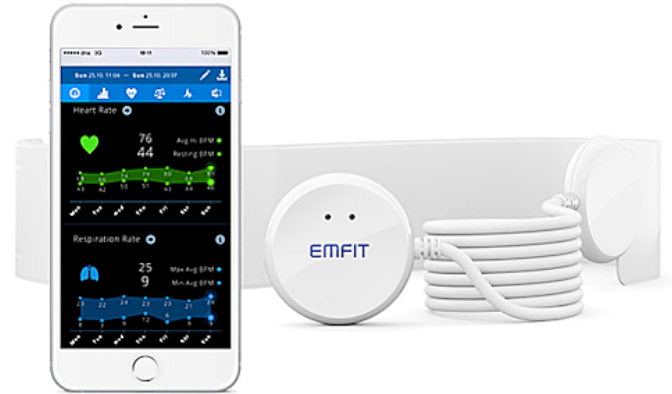


Fig. 4. Emfit Safebed QS. SOURCE: [5].

C. Murata Contactless Bed Sensor SCA11H

It is a device aimed to patient monitoring and elderly care in hospitals, assisted living and even at homes. The signal processing of heart and respiration rate and beat-to-beat time enables patient monitoring from bed occupancy to condition quality analysis.



Fig. 5. Murata Contactless Bed Sensor. SOURCE: [6].

The ballistocardiography (BCG) technology [6] allows to output vital signs and bed occupancy information such as: Heart rate, Respiration rate, Heart rate variability (correlates to stress level), Relative stroke volume (how much blood the heart pumps), Bed status indicator (is the bed empty, is patient in bed, is patient moving in bed).

The product is not meant for sale to the end user but is targeted for software solution- and service providers and OEM system integrators. Fig. 5 shows the Murata device.

D. Early sense

Early sense system [7] was designed with the aim to provide continuous patient monitoring by mean if the measurements of heart rate, respiratory rate and motion of a patient in bed. These data potentially allow the clinical team to manage fall prevention, patient health state and pressure ulcers prevention.

The system has been developed specifically for medical surgical, general care patients who are usually monitored by nurses once every four to six hours. Skilled nursing facilities are emerging as important centres of care and attention for elderly people. All data came from a sensing plate with an integrated piezo-electric sensor that is easily placed under the mattress. Utilizing a piezoelectric technology integrated into a membrane plate, the sensor detects mechanical vibrations of the heart cardio ballistic (motion) effect, respiratory and patient motion. The signal is sent to a bedside monitor.

The positioning of the sensing plate it is shown in Fig. 6, while Fig. 7 shows a detailed view of the sensing plate itself.

Table I summary the main features of the reviewed systems, highlighting the measured quantity and the type of sensor used for. In the last column are also summarized the main application topics of each device.



Fig. 6. Positioning of the Early sense sensing plate. SOURCE: [7].



Fig. 7. A Detail of the Early sense sensing plate. SOURCE: [7].

TABLE I. SUMMARY OF COMMERCIAL DEVICES.

Device	Quantity	Sensor	Application
Novel pliance-HS	pressure	capacitive transducer	Cushion selection; wheelchair personalization
Emfit safebed	pressure	quasi-piezoelectric thin film	Bed occupancy; sleep tracking
Murata bed sensor	Ballistocardiography (acceleration)	MEMS	HR, HRV, BR, RSV, measurements; bed occupancy
Early sense	Ballistocardiography (acceleration)	piezoelectric	HR, Motion; fall and pressure ulcers prevention

III. RESEARCH WORKS

The reviews papers are recent papers on smart bed and cushion published in international journal or conferences. They present sensors, systems and also methodology to improve system performances.

In Table II to each of the two research topics, smart bed or cushion, are assigned the corresponding references that are dealing with. We can see that there is an overwhelming presence of works about cushion among scientific literature, reflecting the fact that the commercial systems mainly are devoted to the smart bed.

Table III summarizes the results about the main aims of the research of each work. We can see that six works are devoted to sleep tracking, a topic still of interest especially regarding the correct matching between measurements and signal features extracted from measurements and the correct sleep phases. Always from Table III we can see that only one research work is devoted to bed fall detection, a topic currently covered by many commercial systems. Five works are devoted to the crucial problem for bedridden or wheelchair-bound people of pressure ulcers prevention. This is still an open and challenging topic. Six among the reviews papers are devoted to a topic that is gaining more and more attention that is the posture tracking. Finally, we can find five works generally devoted to the monitoring of vital signs.

TABLE II. SUMMARY OF DIFFERENT RESEARCH TOPICS OF RESEARCH WORKS LISTED IN REFERENCES.

Research topic	
Smart bed	Smart cushion
9, 11, 24, 27, 28, 29, 30, 31	8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24

TABLE III. MAIN AIMS OF RESEARCH WORKS LISTED IN REFERENCES.

Aim of the research	
sleep tracking	11, 27, 28, 29, 30, 31
fall detection	10
ulcers prevention	12, 14, 15, 18, 20
posture tracking	8, 13, 16, 19, 21, 23
monitoring vital signals	10, 21, 22, 27, 28

REFERENCES

- [1] European Commission, Population ageing in Europe, Facts, implications and policies, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014, doi:10.2777/60452.
- [2] European Union (EU). People in the EU – population projections. June 2015, <http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/>.
- [3] Novell, <http://www.novell.de/novelcontent/pliance/wheelchair>.
- [4] Emfit, <http://www.safetysystemsdistribution.co.uk/bed-exit-alarms/>
- [5] Emfit, <https://www.emfitqs.com/>
- [6] Murata, <https://www.murata.com/>
- [7] EarlySense, <https://www.earlysense.com/>
- [8] Wenyao Xu; Ming-Chun Huang; Navid Amini; Lei He; Majid Sarrafzadeh , eCushion: A Textile Pressure Sensor Array Design and Calibration for Sitting Posture Analysis, IEEE Sensors Journal , Year: 2013, Volume: 13, Issue: 10 . Pages: 3926 - 3934, DOI: 10.1109/JSEN.2013.2259589.
- [9] Lin Shu; Xiaoming Tao; David Dagan Feng , A New Approach for Readout of Resistive Sensor Arrays for Wearable Electronic Applications, IEEE Sensors Journal, Year: 2015, Volume: 15, Issue: 1, Pages: 442 - 452, DOI: 10.1109/JSEN.2014.2333518.
- [10] Lin Yang; Yanhong Ge; Wenfeng Li; Wenbi Rao; Weiming Shen , A home mobile healthcare system for wheelchair users , Proceedings of the 2014 IEEE 18th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD), Pages: 609 - 614, DOI: 10.1109/CSCWD.2014.6846914.
- [11] Yosuke Kurihara; Kajiro Watanabe, Suppression of Artifacts in Biomeasurement System by Pneumatic Filtering, IEEE Sensors Journal , Year: 2012, Volume: 12, Issue: 3 , Pages: 416 - 422, DOI: 10.1109/JSEN.2010.2073700.
- [12] Sandra Arias; Eladio Cardiel; Laura Garay; Blanca Tovar; Michele Pla; Pablo Rogeli , A pressure distribution measurement system for supporting areas of wheelchair users , 2013 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), Pages: 4751 - 4754, DOI: 10.1109/EMBC.2013.6610609.
- [13] Lishuang Xu; Gang Chen; Jiajun Wang; Ruimin Shen; Shen Zhao . A sensing cushion using simple pressure distribution sensors, 2012 IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems (MFI), Pages: 451 - 456, DOI: 10.1109/MFI.2012.6343048.
- [14] Daisuke Chugo; Kazuya Fujita; Yuki Sakaida; Sho Yokota; Hiroshi Hashimoto, A Depressurization Motion Assistance for a Seated Wheelchair User Using Pressure Distribution Estimation, 2012 5th International Conference on Human System Interactions, Pages: 75 - 80, DOI: 10.1109/HSI.2012.21.
- [15] Rui Dai; Sharon Eve Sonenblum; Stephen Sprigle, A robust wheelchair pressure relief monitoring system , 2012 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Pages: 6107 - 6110, DOI: 10.1109/EMBC.2012.6347387.
- [16] Guanqing Liang; Jiannong Cao; Xuefeng Liu, Smart cushion: A practical system for fine-grained sitting posture recognition , 2017 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops) , Pages: 419 - 424, DOI: 10.1109/PERCOMW.2017.7917599.
- [17] Luke Russell; Rafik Goubran; Felix Kwamena, Posture sensing using a low-cost temperature sensor array, 2017 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications (MeMeA), Pages: 443 - 447, DOI: 10.1109/MeMeA.2017.7985917.
- [18] Arshia A. Khan; Michael Reuter; Nam Phung; Syed S. Hafeez , Wireless solution to prevent decubitus ulcers: Preventive weight shifting guide, monitor, and tracker app for wheel chair users with spinal cord injuries (phase II), 2016 IEEE 18th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom), Pages: 1 - 6, DOI: 10.1109/HealthCom.2016.7749500.
- [19] Byeong-Gu Ahn; Tae-young Kim; Mangal Sain; Do-Un Jeong, Implemented of posture discriminate system through the seat weight distribution, 2015 IEEE Conference on Wireless Sensors (ICWiSe), Pages: 24 - 27, DOI: 10.1109/ICWiSe.2015.7380348.
- [20] Edward Sazonov; Robert Abele; Ashley Gerrity; Patrick May; Kenneth Spradling; Travis Kennamore; Yu-ying, Chen; Philip Klebine, Development of wheelchair cushion pressure monitoring system, 2014 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications (MeMeA), Pages: 1 - 5, DOI: 10.1109/MeMeA.2014.6860066.
- [21] Ying-Xun Lai; Hung-Yu Chang; Wei-Yi Lin; Wen-Chang Tsai; Yueh-Min Huang , Multifunctional pressure and oxygen sensing health monitor system for long-term computer users, 2013 1st International Conference on Orange Technologies (ICOT), Pages: 314 - 317, DOI: 10.1109/ICOT.2013.6521221.
- [22] Junrong Bao; Xiaoyun Shou; Hua Wang; Haiyan Yang , Study on Heartbeat Information Acquired from Pressure Cushion Based on Body Sensor Network , 2013 IEEE International Conference on Green Computing and Communications and IEEE Internet of Things and IEEE Cyber, Physical and Social Computing, Pages: 1103 - 1108, DOI: 10.1109/GreenCom-iThings-CPSCom.2013.190.
- [23] Masakazu Takahashi; Reiji Nanba, An analysis of elderly person's arising action from chair using cushion-type support tool, 2012 Proceedings of SICE Annual Conference (SICE), Pages: 623 - 628.
- [24] Hong Liua, Yuan-Fei Zhanga, Yi-Wei Liua, Ming-He Jin, Measurement errors in the scanning of resistive sensor arrays, Sensors and Actuators A, 163 (2010) 198–204.
- [25] Jaehong Lee , Hyukho Kwon , Jungmok Seo , Sera Shin , Ja Hoon Koo , Changhyun Pang , Seungbae Son , Jae Hyung Kim , Yong Hoon Jang , Dae Eun Kim , and Taeyoon Lee, Conductive Fiber-Based Ultrasensitive Textile Pressure Sensor for Wearable Electronics, Advanced Materials 2015, 27, 2433–2439.
- [26] Matteo Stoppa and Alessandro Chiolerio, Wearable Electronics and Smart Textiles: A Critical Review, Sensors 2014, 14, 11957-11992; doi:10.3390/s140711957.
- [27] Kajiro Watanabe, Takashi Watanabe, Harumi Watanabe, Hisanori Ando, Takayuki Ishikawa, and Keita Kobayashi, Noninvasive Measurement of Heartbeat, Respiration, Snoring and Body Movements of a Subject in Bed via a Pneumatic Method, IEEE Transaction on Biomedical Engineering, vol. 52, no. 12, December 2005.
- [28] N. Bu, N. Ueno, and O. Fukuda, “Monitoring of respiration and heart-beat during sleep using a flexible piezoelectric film sensor and empirical mode decomposition,” in Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. , 2007, pp. 1362–1366.
- [29] S. Tanaka, Y. Matsumoto, and K. Wakimoto, “Unconstrained and non-invasive measurement of heart-beat and respiration periods using a phonocardiographic sensor,” Med. Biomed. Eng. Comput., vol. 40, no. 2, pp. 246–252, 2002.
- [30] Gaiduk M., Kuhn I., Seepold R., Ortega J.A., Madrid N.M. (2017) A Sensor Grid for Pressure and Movement Detection Supporting Sleep Phase Analysis. In: Rojas I., Ortuño F. (eds) Bioinformatics and Biomedical Engineering. IWBBIO 2017. Lecture Notes in Computer Science, vol 10209. Springer, Cham.
- [31] Baran Pouyan, M., Nourani, M., Pompeo, M.: Sleep state classification using pressure sensor mats. In: 2015 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), pp. 1207–1210, 26 August 2015. ISSN 1094-687X.

Index

Becker, Dietmar, 15
Braun, Cathrin, 15
Burkhardt, Franca Denise, 19
Bächle, Michael, 11

Conti, Massimo, 23, 45

Daurer, Stephan, 11
Dogan Duran, Ahmet, 29

Frick, Jürgen, 29
Friedrich, Petra, 27, 37
Fuchs, Dominik, 27, 37

Gaiduk, Maksym, 23, 45
Garrecht, Harald, 29

Hinderer, Kai, 37
Hämmerle, Isabella, 33

Inthasane, Bastian, 9

Jarosch, Jürgen, 15
Judt, Andreas, 11

Lehmann, Stephanie, 41
Loonen, Jack, 19

Martínez Madrid, Natividad, 23, 45
Mettler, Tobias, 11
Misoeh, Sabina, 41

Orcioni, Simone, 23, 45

Pauli, Cora, 41

Rathfelder, Christoph, 7
Reichert, Manuela, 29
Rosenberg, Martin, 19

Schmidt, Carsten, 15
Seepold, Ralf, 23, 45

Werner, Tobias, 33
Wolf, HaraldBernhard, 27, 37

Proceedings of International Workshop
“Smart-Future-Living-Bodensee”

November 24, 2017

HTWG Konstanz

Konstanz, Germany

ISBN 978-3-00-058960-7

