

## **Pflege 4.0: Gestaltung einer Ambient-Assisted-Living-Umgebung auf Grundlage eines Smart Floors für die stationäre sowie häusliche Pflege**

Erik HARNAU, Tamer STOCK, Sonja SCHMICKER, Stefan WAßMANN

*Lehrstuhl für Arbeitswissenschaft und Arbeitsgestaltung,  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg  
Universitätsplatz 2, D-39106 Magdeburg*

**Kurzfassung:** Im Rahmen erkundender Forschungsarbeiten wurde ein erstes Konzept zur Gestaltung einer Ambient-Assisted-Living-Umgebung (AAL-Umgebung) für die stationäre und häusliche Pflege auf Grundlage eines Smart Floors erstellt. Der Smart Floor besteht aus unter dem Bodenbelag engmaschig verlegten, kapazitiven Sensoren, durch welche die exakte Position elektrisch leitfähiger Objekte, bspw. menschlicher Füße, ermittelt werden kann. Aus der zeitlichen Veränderung der Positionen werden in Echtzeit die Bewegungsrichtung und -geschwindigkeit abgeleitet. Auf Basis dieser Informationen können andere smarte Einrichtungsgegenstände angesteuert, (Warn-) Hinweise gegeben oder Notrufe an Dritte (z. B. beim Sturz) abgesetzt werden. Zur Realisierung dieser Funktionen mussten geeignete Schnittstellen zwischen den beteiligten Systemen gestaltet werden.

**Schlüsselwörter:** Ambient Assisted Living, Active Assisted Living, AAL, Smart Floor, Pflege 4.0

### **1. Motivation**

Der demografische Wandel sowie die zunehmende Überalterung der Bevölkerung wirken sich auf eine Branche im doppelten Maße negativ aus: die professionelle Pflege. Unabhängig ob stationäre oder häusliche Pflege, die Zahl der Pflegebedürftigen steigt stetig, während die der Fachkräfte sinkt. Dieser Missstand wird durch weitere Faktoren, wie Multimorbidität und dem Rückgang der informellen Pflege, zusätzlich verschärft (Buslei et al. 2018). Daraus ergibt sich ein besonderer Bedarf an technischen Hilfsmitteln, die zum einen die Eigenständigkeit der Pflegebedürftigen weitestmöglich aufrechterhalten und zum anderen die physischen und psychischen Belastungen der Pflegekräfte reduzieren (Biniok & Lettkemann 2017). Bei vielen der bereits am Markt befindlichen Technologien handelt es sich aktuell jedoch um autonome Insellösungen, die sich nur schwer in AAL-Systeme eingliedern lassen (Koczula et al. 2012).

### **2. Konzept**

Grundlegend für das umgesetzte Vorhaben ist der ego.-INKUBATOR „Arbeitswissenschaftliches Labor“ (AWI-Lab) an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (OVGU), Lehrstuhl für Arbeitswissenschaft und Arbeitsgestaltung. Dabei handelt es

sich um ein durch die EU und das Land gefördertes Projekt das darauf abzielt, die Anzahl akademischer Firmengründungen in Sachsen-Anhalt zu erhöhen. Sowohl Studierende als auch Mitarbeitende der Hochschulen des Landes sind dazu berechtigt, unter Nutzung der vorhandenen technischen Ausstattung und mithilfe des betreuenden Fachpersonals eigene Ideen in den dafür eingerichteten Laboren umzusetzen. Das zentrale Thema stellen hier die Arbeitswelten 4.0 mit der Unterstützung von Arbeitspersonen, u. a. in der professionellen stationären sowie ambulanten Pflege (als eines von drei abgebildeten Arbeitswelt-4.0-Szenarien), dar. Daher ist das Pflegelabor ein wesentlicher Bestandteil des eingerichteten AWI-Labs. Darin stehen verschiedene Technologien zur Verfügung, die Potential besitzen, dem Pflegepersonal sowohl physische als auch kognitive Unterstützung zu leisten. Der Technologieeinsatz wird in der Arbeitswelt 4.0 dementsprechend als „Werkzeugszenario“ zur sinnvollen Unterstützung der Arbeitsperson angesehen, dem das rein wirtschaftlich getriebene „Automatisierungsszenario“ der Industrie 4.0 zur Substitution menschlicher Arbeit gegenübersteht.

Im Rahmen einer explorativen Studie wurde in einer der im Pflegelabor vorhandenen Technologien ein besonders großes Potential erkannt, welches aktuell noch nicht in vollem Umfang genutzt werden kann: Der Smart Floor. Bei dem hier verwendeten Modell „SensFloor“ handelt es sich um eine von der Firma Future Shape entwickelte Sensorik. Die in einem „Underlay“ engmaschig eingearbeiteten kapazitiven Sensoren (siehe Abbildung 1) können ähnlich einer Trittschalldämmung unter nahezu allen gängigen Bodenbelägen (z. B. Parket, Linoleum, Fliesen, Teppich) nicht sichtbar verlegt werden. Es bedarf lediglich eines elektrischen Anschlusses. Die aufgenommenen Daten können daraufhin drahtlos übermittelt und ausgewertet werden. Bei den Daten handelt es sich um die Positionen elektrisch leitfähiger Objekte, bspw. menschlicher Füße, die sich auf der Bodenoberfläche befinden. Die Daten werden zunächst über Funk an einen Empfänger (Raspberry Pi) übertragen, der aus der zeitlichen Änderung der Positionen Bewegungsdaten berechnet oder bei großflächigem Sensorsignal einen Sturz detektiert. Über diverse Schnittstellen (WLAN, Ethernet, Bluetooth, HDMI, USB, Cloud oder potentialfreie Relais) können diese Informationen zur weiteren Auswertung an beliebige Endgeräte übertragen werden.



**Abbildung 1:** Unter dem Bodenbelag verlegter SensFloor. (Foto: FutureShape)

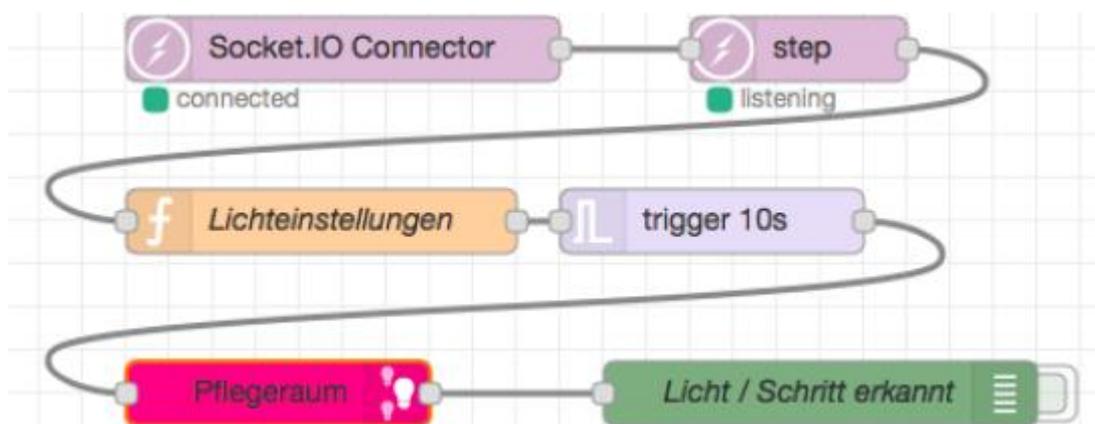
Zur Implementierung des Smart Floors in ein ganzheitliches AAL-System wurden exemplarisch zwei Funktionen ausgewählt, die im Rahmen der Arbeit technisch realisiert werden sollen. Dabei handelt es sich zum einen um eine tageszeit- und aktivitätsabhängige Lichtsteuerung und zum anderen um ein automatisches Notrufsystem bei Sturzsituationen. Zur Realisierung soll eine einheitliche Schnittstelle verwendet werden, über welche die verschiedenen Systeme vernetzt werden. Weitere Funktionen sollen anschließend nach demselben Prinzip implementiert werden können, so dass diese Lösung die Grundlage für ein ganzheitliches Konzept darstellt.

## 2.1 Auswahl eines Tools zur Schnittstellengestaltung

Allgemein gibt es zur Schnittstellengestaltung zwei Möglichkeiten: das eigenhändige programmieren einer Anwendung (Skript) oder die Nutzung vorprogrammierter Tools. Auf Grundlage der gegebenen Anforderungen konnte das grafische Entwicklungstool „Node-RED“ als geeignete Lösung identifiziert werden. Dabei handelt es sich um einen browserbasierten Editor, mit dem sich vorgefertigte oder selbst programmierte Bausteine verknüpfen lassen. Beziehungen lassen sich darin intuitiv durch das Verknüpfen grafischer Elemente herstellen. Da auch in einem ganzheitlichen AAL-System eine überschaubare Anzahl von technischen Geräten innerhalb eines Subsystems (i. d. R. eines Raumes) vernetzt werden, ist das eine geeignete Lösung um einen solchen Funktionsumfang zu realisieren. Exemplarisch sollen zwei Funktionsumfänge innerhalb des Pflegelabors im AWI-Lab technisch umgesetzt werden.

## 2.2 Intelligente Lichtsteuerung

Eine zu realisierende Funktion ist die tageszeit- und aktivitätsabhängige Lichtsteuerung. Sobald vom Smart Floor eine Aktivität im Raum detektiert wird, können direkt die Leuchtmittel (hier: Philips Hue) eingeschaltet werden. Je nach Uhrzeit sind hierfür verschiedene Szenarien programmierbar: ein gedimmtes Orientierungslicht für den Weg zum Bad bei nächtlichem Toilettengang (zur Risikoreduzierung, denn 25% der Stürze von Senioren erfolgen beim nächtlichen Toilettengang; Fiß & Meinke 2012), ein Sonnenaufgangsszenario zur Aufstehzeit mit langsam heller werdendem, orange-farbenem Licht oder Ein- und Ausschalten der Standardbeleuchtung beim Betreten und Verlassen des Raumes zu den aktiven Tageszeiten. Die Funktionsstruktur innerhalb von Node-RED ist in nachfolgender Abbildung 2 dargestellt. Die einzelnen Elemente werden als „Nodes“ bezeichnet, die untereinander zu einem „Flow“ verknüpft werden.



**Abbildung 2:** Aufbau der Lichtschaltung in Node-RED

In der ersten Zeile wird das Eingangssignal vom Smart Floor aufgenommen, in diesem Fall das Ereignis „step“ sobald ein Schritt detektiert wird. In der anschließenden Funktion zur „Lichteinstellung“ werden bei erkannter Aktivität tageszeitabhängig eine definierte Lichtfarbe und -intensität festgelegt, in denen die Leuchten einzuschalten sind. Zusätzlich zur Tageszeit könnten hier auch Informationen zur Jahreszeit (wechselnder Sonnenstand) oder Signale eines Lichtsensors zur vorhandenen Helligkeit verarbeitet werden. Dem ist eine weitere Funktion „trigger 10s“ angefügt,

welche ein Signal zum Ausschalten der Beleuchtung generiert, sobald über eine Dauer von 10 Sekunden keine Aktivität mehr stattgefunden hat.

Die generierten Informationen werden mittels dem Node „Pflegeraum“ über WLAN an die „Hue Bridge“ übertragen. Die Bridge kommuniziert über Zigbee, einem drahtlosen Netzwerk mit kurzer Reichweite, mit den einzelnen Leuchten und leitet das Signal zur Lichtsteuerung weiter. Für jeden Befehl wird automatisch eine Rückmeldung generiert, welche in „Licht / Schritt erkannt“ ausgelesen wird. So können auch eventuell auftretende Fehlermeldungen erkannt und berücksichtigt werden.

### 2.3 Automatisches Notrufsystem

Eine große Problematik zur Autonomie im Alter stellen unbemerkte Sturzsituationen dar, wenn die Person nicht mehr mobil genug ist, selbstständig aufzustehen und keine Möglichkeit hat, Kontakt zu Angehörigen oder Pflegekräften aufzunehmen. Zwar gibt es bereits technische Lösungen, die eine Kontaktaufnahme erleichtern sollen, jedoch sind diese meist nicht vollkommen zuverlässig. So sind Notfallarmbänder oder -schalter oftmals nicht greifbar, wenn ein Sturz passiert (bspw. beim Waschen), oder die Person ist bewusstlos und kann diese nicht betätigen. Ein passiv arbeitendes System wie der Smart Floor stellt daher einen großen Sicherheitsaspekt dar bei gleichzeitig weniger kritischem Eingriff in die Privatsphäre als dies bspw. bei Videoüberwachung der Fall ist.

Bei der Sturzerkennung handelt es sich um eine Grundfunktion des SensFloors von Future Shape. Wird von den kapazitiven Sensoren plötzlich ein großflächiges Signal an den Raspberry Pi übertragen, interpretiert dieser daraus einen vorgefallenen Sturz und überträgt die Information an Node-RED (siehe Abbildung 3). Tritt dieser Fall ein wird automatisch eine Nachricht generiert und über den Messengerdienst Telegram sowie als Email über Gmail an vorab definierte Empfänger versandt. Die Nachricht enthält Informationen über den erkannten Sturz, den dazugehörigen Sturzzeitpunkt sowie einen Kameralink. Über den Link erhält man einen gesicherten Zugriff auf eine IP-Kamera, welche nur in einer Sturzsituation aktiviert wird. So kann sich die benachrichtigte Person umgehend ein Bild über die Dringlichkeit der Situation verschaffen und angepasste Maßnahmen ergreifen.

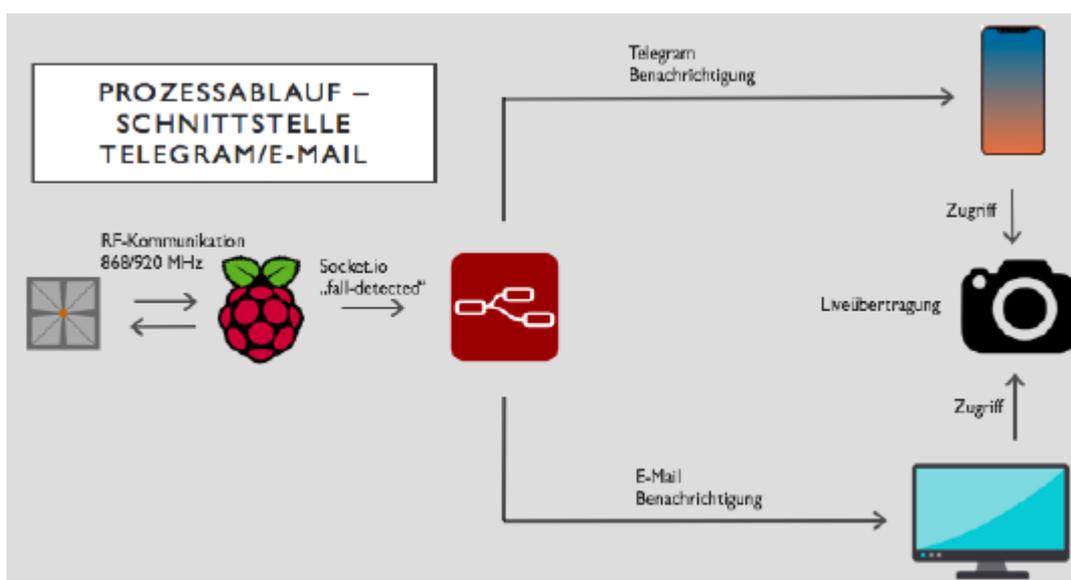


Abbildung 3: Prozessablauf bei detektiertem Sturz

### 3. Diskussion und Ausblick

Im Rahmen des im Pflegelabor technisch realisierten Funktionsumfangs hat sich unter Beweis gestellt, dass die Schnittstellengestaltung eine große Herausforderung für die Einrichtung ganzheitlicher AAL-Lösungen darstellt. Für viele Assistenzbedarfe gibt es bereits geeignete technische Lösungen, die in der Regel jedoch nur als isolierte Insellösungen existieren. Für die sinnvolle Verknüpfung fehlt oft ein einheitlicher Kommunikationsstandard. Daher werden zur Realisierung der Schnittstellen, je nach Komplexität der Anforderungen, unterschiedlich stark ausgeprägte Programmierkenntnisse benötigt, die in den entsprechenden Einrichtungen meist nicht vorhanden sind. Die Beschäftigung externer Dienstleister zur Einrichtung und Wartung solcher Lösungen stellt wiederum einen zusätzlichen Kostenfaktor dar, der von Pflegeeinrichtungen oftmals nicht aufgebracht werden kann.

Dem mit der Einrichtung eines solchen Systems verbundenem Aufwand stehen jedoch auch vielfältige positive Aspekte gegenüber. Dabei ist die zuverlässige und schnelle Sturzerkennung besonders hervorzuheben. Darüber hinaus besteht auch ein Potential zur Belastungsoptimierung von den i. d. R. chronisch unterbesetzten Nachtdiensten in der Alten- und Krankenpflege. So kann die Anzahl von Kontrollgängen gesenkt werden, während auf Aktivität im Raum direkt reagiert werden kann und die Nachtruhe der übrigen Patienten nicht unnötig gestört wird.

Allerdings bedarf es einer umfassenden Klärung der ethischen, sozialen und rechtlichen Fragen (ELSI). Die Überwachung durch einen Smart Floor bietet im Vergleich zur Videoüberwachung einen Vorteil unter den ethischen Aspekten, da weniger persönliche Daten entstehen, jedoch ist die Aufzeichnung jedes einzelnen Schrittes ebenfalls sensibel zu betrachten. Unter sozialen Gesichtspunkten sollte kritisch beurteilt werden, ob ein solches System den zwischenmenschlichen Kontakt zu den pflegebedürftigen Personen womöglich zusätzlich verringert, wenn die Notwendigkeit von Vor-Ort-Kommunikation sinkt. Technisch bleibt zu überprüfen, wie die bestehenden Datenschutzbestimmungen eingehalten werden und rechtlich muss in diesem Zusammenhang festgelegt werden, wer Zugriff auf die Daten erhält. Einen weiteren Aspekt stellt die Frage der Haftung bei nicht oder falsch erkannten Stürzen dar.

Abschließend lässt sich somit festhalten, dass sowohl pflegende als auch zu pflegende Personen in hohem Maße von AAL-Systemen mit der Systemkomponente Smart Floor profitieren können, gleichzeitig jedoch noch verschiedenste Hürden auf diesem Weg zu überwinden sind. Neben der unmittelbaren Gestaltung der Mensch-Technik-Interaktion gilt es auch arbeitsorganisatorische, arbeitsinhaltliche sowie prozessuale Veränderungen vorzunehmen, die im Kontext dieser „4.0 Werkzeugszenarien“ neu justiert werden müssen.

### 4. Literatur

- Biniok P, Lettkemann E (2017) Assistive Gesellschaft. Multidisziplinäre Erkundungen zur Sozialform „Assistenz“. Wiesbaden: Springer VS.
- Buslei H, Haan P, Kempfner D, Weinhardt F (2018) Arbeitskräfte und Arbeitsmarkt im demografischen Wandel. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.
- Fiß T, Meinke C (2012) Gefahren erkennen und vermeiden. Pharmazeutische Zeitung, 09/2012.
- Koczula G, Schulz C, Gövercin M. (2012) Die Rolle von technologiebasierten Assistenzsystemen bei der ganzheitlichen Versorgung pflegebedürftiger Patienten – Herausforderung einer flächendeckenden Implementierung. In: K. A. Shire & J. M. Leimeister (Hrsg.), Technologiegestützte Dienstleistungsinnovation in der Gesundheitswirtschaft. Wiesbaden: Springer Gabler.



Gesellschaft für  
Arbeitswissenschaft e.V.

## Digitale Arbeit, digitaler Wandel, digitaler Mensch?

66. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

TU Berlin  
Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme

HU Berlin  
Professur Ingenieurpsychologie

16. – 18. März 2020, Berlin

---

## GfA-Press

---

**Bericht zum 66. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 16. – 18. März 2020**

**TU Berlin, Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme  
HU Berlin, Professur Ingenieurpsychologie**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.  
Dortmund: GfA-Press, 2020  
ISBN 978-3-936804-27-0

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.  
Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**  
**Schriftleitung: Matthias Jäger**

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

**Screen design und Umsetzung**

© 2020 fröse multimedia, Frank Fröse

[office@internetkundenservice.de](mailto:office@internetkundenservice.de) · [www.internetkundenservice.de](http://www.internetkundenservice.de)