

Aus dem CC15 – Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Die Akzeptanz diagnostischer Untersuchungsmethoden und
assistiver Technologien bei Demenz

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor rerum medicinalium (Dr. rer. medic.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Frau Herlind Megges

aus Bamberg

Datum der Promotion: 13.12.2019

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis	3
Zusammenfassung	4
Abstract	5
1. Einführung	7
1.1 Untersuchungsmethoden in der Demenzdiagnostik.....	8
1.2 Assistive Technologien bei Desorientierung	9
2. Ziele und Forschungsfragen	11
3. Methodik	12
3.1 Beschreibung der Stichproben	12
3.2 Beschreibung des Studiendesigns	13
3.2.1 Material der Nutzerstudien	14
3.2.2 Erhebungsinstrumente	15
3.2.3 Statistische Auswertung	16
4. Ergebnisse.....	17
4.1 Ergebnisse der Studie zur Akzeptanz der Demenzdiagnostik.....	17
4.2 Ergebnisse der Nutzerstudien	18
5. Diskussion	21
5.1 Diskussion der Ergebnisse aus der Studie zur Akzeptanz der Demenzdiagnostik	21
5.2 Diskussion der Ergebnisse aus den Nutzerstudien	22
5.3 Fazit	26
6. Literaturverzeichnis	27
7. Eidesstattliche Versicherung und Anteilserklärung	33
8. Druckexemplare der ausgewählten Publikationen	36
8.1 Akzeptanz der Demenzdiagnostik bei stationären, geriatrischen Patienten.....	36
8.2 Technology for home dementia care: A prototype locating system put to the test	47
8.3 User experience and clinical effectiveness with two wearable global positioning system devices in home dementia care	55
9. Lebenslauf	67
10. Komplette Publikationsliste	69
11. Danksagung	73

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Darstellung des Studiendesigns der durchgeführten Studien	14
Tabelle 2: Darstellung der Erhebungsinstrumente der durchgeführten Studien	16
Tabelle 3: Ergebnisse zur Benutzerfreundlichkeit in den Nutzerstudien	19

Abkürzungsverzeichnis

App	Applikation, Anwendung auf einem Smartphone
DCS	<i>Digital Care Support</i>
DemTect	Test zur Demenz-Detektion
EUROHIS-QOL	<i>European Health Interview Surveys-quality of life</i> , deutsch: Fragebogen zur Lebensqualität
FDG-PET	F18-Fluorodesoxyglucose Positronen-Emissions-Tomographie
GPS	<i>Global Positioning System</i> , deutsch: Globales Positionsbestimmungssystem
IDSS	<i>Integrative Decision Supportive System</i>
ISONORM	<i>International Organization for Standardization Norm</i> , deutsch: Internationale Organisation für Normung
MmD	Menschen mit Demenz
MMSE	<i>Mini-Mental-Status-Examination</i> , deutsch: Mini-Mental-Status-Test
MRT	Magnetresonanztomographie
TA-EG	Fragebogen zur Technikaffinität-Elektronische Geräte
VODINO	Validierung und Optimierung des individuellen Nutzens von Ortungssystemen bei Demenz
ZBI	<i>Zarit Burden Interview</i> , deutsch: Zarit Interview zur Belastung Pfleger

Gender-Hinweis

In dieser Dissertationsschrift wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Formen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichwohl für beiderlei Geschlecht.

Zusammenfassung

Hintergrund: Nach aktuellem Forschungsstand existieren kaum Daten zur Akzeptanz verschiedener Untersuchungsmethoden in der Demenzdiagnostik. Ebenso ist wenig über die Akzeptanz assistiver Technologien bei Demenz bekannt. Ortungssysteme, basierend auf *Global Positioning System* (GPS)-Technologie, gelten beispielsweise als vielversprechende Hilfen, aber bereits verfügbare Produkte werden noch selten genutzt. In dieser Arbeit wurden die Akzeptanz der Demenzdiagnostik sowie die Akzeptanz von Ortungssystemen im häuslichen Pflegealltag bei Demenz untersucht.

Methodik: Im Rahmen eines Subprojekts der Querschnittsstudie „*Integrative Decision Supportive System*“ (IDSS) wurde die Akzeptanz von Untersuchungsmethoden bei Demenzverdacht erforscht. Hierzu beantworteten 107 stationäre, geriatrische Patienten Fragebögen zur Zufriedenheit mit unterschiedlichen Untersuchungen. Die Akzeptanz assistiver Technologien wurde in zwei longitudinalen Nutzerstudien untersucht. In der „*Digital Care Support*“ (DCS)-Studie evaluierten 18 Angehörige von Menschen mit Demenz (MmD), den Prototyp eines Ortungssystems über vier Wochen im häuslichen Pflegealltag. Im zweiten Projekt „Validierung und Optimierung des individuellen Nutzens von Ortungssystemen bei Demenz“ (VODINO), testeten 20 Dyaden (MmD und pflegende Angehörige) zwei kommerziell erhältliche Ortungssysteme für jeweils vier Wochen. In beiden Nutzerstudien wurden die Benutzerfreundlichkeit, die Bewertung der Funktionen und der Eigenschaften erfasst, sowie ein möglicher Nutzen über klinische Skalen evaluiert.

Ergebnisse: Die Untersuchungen zur Akzeptanz diagnostischer Methoden in der IDSS-Studie zeigten, dass bildgebende Verfahren im Vergleich zu anderen Untersuchungsmethoden weniger gut angenommen wurden. Zudem waren kognitiv eher beeinträchtigte sowie affektiv eher ausgeglichene Patienten seltener zu einer Wiederholungsuntersuchung bildgebender Verfahren bereit. In den Nutzerstudien zur Akzeptanz assistiver Technologien bewerteten die Angehörigen in der DCS-Studie den Prototyp eines Ortungssystems insgesamt als durchschnittlich bis gut. Nach vier Wochen Nutzung war ein signifikanter Rückgang der Beurteilung der Benutzerfreundlichkeit zu verzeichnen. In der VODINO-Studie zeigte der Vergleich zweier Ortungssysteme eine signifikante Überlegenheit eines getesteten Produkts im Hinblick auf die Benutzerfreundlichkeit und verschiedene Eigenschaften. Insgesamt ließ

sich in beiden Studien kein klinischer Nutzen für die Studienteilnehmenden objektivieren.

Diskussion: Die hier beschriebenen Studienergebnisse zeigen eine durchschnittlich gute, aber auch verbesserungswürdige Akzeptanz, sowohl gegenüber den diagnostischen Untersuchungsmethoden als auch gegenüber den Ortungssystemen. Die geringere Akzeptanz bildgebender Verfahren von kognitiv eher beeinträchtigten Patienten in der IDSS-Studie veranschaulicht, dass diese Patientengruppe besonderer Betreuung während dieser Untersuchung benötigt. Der Rückgang der Benutzerfreundlichkeit in der DCS-Studie und der fehlende Nachweis des klinischen Nutzens in der DCS- und der VODINO-Studie verdeutlichen, dass die Akzeptanz von Ortungssystemen noch verbessert werden kann. Insbesondere weisen die Ergebnisse der VODINO-Studie durch den detaillierten Vergleich von zwei Produkten darauf hin, dass spezifische Produktmerkmale die Akzeptanz beeinflussen können. Optimierte Produkte könnten zu einem nachweisbaren Nutzen beitragen.

Abstract

Title: The acceptance of diagnostic methods and assistive technologies in dementia

Introduction: The acceptance of different diagnostic methods by patients with cognitive impairments remains unclear. Similarly, the acceptance of assistive technologies in the care of dementia is not yet firmly established. For example, the use of locating systems based on Global Positioning System (GPS)-technology by persons with dementia (PwDs) and caregivers (CGs) is infrequent, although many are available. This work investigated the acceptance of different diagnostic methods and of locating systems in dementia.

Methods: The acceptance of various methods in the diagnosis of dementia was evaluated in 107 geriatric hospital patients with suspected dementia within a subproject of the cross-sectional “Integrative Decision Supportive System” (IDSS)-study. The acceptance of assistive technologies was investigated in two longitudinal studies. In the first user study entitled “Digital Care Support” (DCS), 18 CGs of PwDs used a prototype locating system for four weeks. In the second user study entitled “Validation and Optimization of the individual benefits of locating systems in home dementia care” (VODINO), 20 dyads (PwDs and CGs) tested two similar commercial locating systems at home for four weeks each. In both user studies, ratings focused on usability and

product functions and features. Also, several scales assessed clinical effectiveness resulting from product use.

Results: The results of the IDSS-study showed that brain imaging was less accepted compared to other diagnostic methods. More cognitively impaired and less depressed patients were less willing to undergo a repeated brain imaging examination. In the DCS-study, ratings of usability and product functions and features were fair, but usability ratings significantly reduced after four weeks. The dyads of the VODINO-study rated the usability and several features of one product significantly better than the other.

However, in both user studies, clinical effectiveness was not found.

Discussion: Results of all the described studies illustrate an overall positive acceptance of diagnostic methods, as well as of locating systems, but that acceptance can nonetheless be improved. The lower acceptance of diagnostic imaging methods in the IDSS-study suggest the need of extended support during examinations. Decreased usability ratings in the DCS-study and the lack of clinical effectiveness in the DCS- and the VODINO-study, highlight that acceptance can be further improved. In particular, the detailed comparison of two locating systems in the VODINO-study indicate that product usability can be improved by optimizing specific product details. This might then translate to improved acceptance and therefore clinical effectiveness.

1. Einführung

Die Zahl der Menschen mit Demenz (MmD) weltweit und so auch in Deutschland wird in den nächsten Jahren weiter zunehmen [1]. Aktuell leben in Deutschland ca. 1.7 Millionen MmD und es ist davon auszugehen, dass diese Zahl bis 2050 auf ca. drei Millionen anwachsen wird [2]. Demenzerkrankungen können zahlreiche Ursachen haben, die häufigste ist die Alzheimer-Erkrankung mit ca. 60-80%, gefolgt von der gemischten Variante mit einem Anteil von bis zu 50%, der vaskulären Demenz und der Frontotemporalen Lobärdegeneration mit jeweils ca. 10%, sowie selteneren Formen wie der Lewy-Body-Demenz oder der Parkinson-Demenz mit ca. 6-8% [1]. Die ätiologische Zuordnung der kognitiven Beschwerden kann mit der Unterstützung verschiedener diagnostischer Untersuchungsmethoden erfolgen. Entsprechend der Diagnose variieren therapeutische Empfehlungen sowie Beratungskonzepte [3]. Demnach ist der Ausbau und die Implementierung diagnostischer Untersuchungsmethoden für die Zuordnung kognitiver Störungen bedeutsam [4]. Ebenso ist die Akzeptanz dieser Untersuchungsmethoden von Patienten im Rahmen der Demenzdiagnostik von großem Interesse, da Untersuchungsmethoden mit niedriger Akzeptanz häufiger abgelehnt werden. Eine höhere Akzeptanz könnte somit die Situation für Menschen mit kognitiven Schwierigkeiten, durch eine optimierte Diagnosestellung verbessern.

Neben der Bedeutung diagnostischer Untersuchungsmethoden bleiben unter dem Aspekt, dass medikamentös bisher noch kein Ansatz eine ausreichende Wirksamkeit belegen konnte [5, 6], nicht-medikamentöse Versorgungsangebote für MmD und deren Pflegende relevant. In den letzten Jahren sind daher vermehrt assistive Technologien dahingehend untersucht worden, ob sie für die Zielgruppe unterstützend sein können und von dieser akzeptiert werden [7, 8]. So wird der Techniknutzung für Ältere generell ein mögliches partizipatives und inkludierendes Potenzial zugeschrieben [9, 10]. Andererseits kann der Umgang mit Technologie für ältere Nutzer aufgrund möglicher sensorischer, auditiver oder kognitiver Einbußen erschwert sein [11]. Demnach sollten bei der Entwicklung und dem Einsatz von Technologien in diesem Bereich zahlreiche Faktoren besondere Berücksichtigung finden. Die Akzeptanz der assistiven Technologien durch die Nutzer ist dabei zunächst nicht der zu erwartende natürliche Zustand, sondern bedarf bestimmter sensibler Voraussetzungen. Diese Dissertation befasst sich mit der Akzeptanz von Untersuchungsmethoden in der

Demenzdiagnostik sowie der Akzeptanz assistiver Technologien in Form von Ortungssystemen.

1.1 Untersuchungsmethoden in der Demenzdiagnostik

Für eine exakte Einordnung kognitiver Schwierigkeiten sind unterschiedliche diagnostische Untersuchungsmethoden notwendig. Zunächst wird empfohlen, bei dem Verdacht auf kognitive Störungen eine ausführliche anamnestische, körperliche und ggf. neurologische Untersuchung durchzuführen [12]. In Kombination mit der Anwendung eines neuropsychologischen Testverfahrens sollen die subjektiven kognitiven Schwierigkeiten anschließend auf ihre Objektivierbarkeit hin überprüft werden. Nach diesen Untersuchungen kann in der Regel eine Diagnose des klinischen Syndroms gestellt werden. Da das Syndrom „Demenz“ bis zu 70 verschiedenen Ätiologien zugeordnet werden kann [4], werden weiterführende differentialdiagnostische Untersuchungen durchgeführt, um die Ursache des Syndroms so gut wie möglich zu bestimmen. Bei diesen Untersuchungen werden Biomarker durch laborchemische Blutuntersuchungen, ggf. eine Lumbalpunktion zur Bestimmung von Neurodegenerationsmarkern im Liquor [4] und bildgebende Verfahren erfasst. Im Bereich bildgebender Verfahren werden in der Routinediagnostik Magnetresonanztomographie (MRT) und Computertomographie (CT) angewendet, um zerebrale Schädigungen auszuschließen [12]. Nuklearmedizinische bildgebende Verfahren, wie die F18-Fluorodesoxyglucose (FDG) Positronen-Emissions-Tomographie (PET) und die Einzelphotonen-Emissionscomputertomographie (SPECT) werden hingegen nur selten eingesetzt, können aber unklare differentialdiagnostische Fälle klären [12]. Vorwiegend in der Forschung kommt Amyloid-sensitive PET-Bildgebung zur Quantifizierung des zerebralen Amyloids und Taus zum Einsatz. Insgesamt dienen die zahlreichen möglichen Untersuchungsmethoden einer verbesserten Differential- und Frühdiagnostik von kognitiven Störungen, kommen aber in ihrer Gesamtheit nur an spezialisierten Zentren zum Einsatz.

Die diagnostischen Möglichkeiten sind von hoher Relevanz. Nicht nur weil es je nach Diagnose der kognitiven Störung unterschiedliche Therapieempfehlungen gibt, sondern auch weil die Gewissheit über die Form der Erkrankung Aufschluss über erlebte Beschwerden geben kann [3]. Dies ist sowohl für die Menschen mit den Beschwerden als auch für deren Angehörige wichtig. Insbesondere in Krankenhäusern nimmt die Anzahl von Menschen mit kognitiven Störungen und unklarem

Demenzverdacht zu [13-15]. Um den Behandlungserfolg für diese Patientengruppe insgesamt zu erhöhen, kann ein Ausbau und die Anpassung diagnostischer Untersuchungsmethoden relevant sein. Dabei müssen spezifische Besonderheiten dieser vulnerablen Patientengruppe bedacht werden. So könnten bestimmte weiterführende Untersuchungen als belastend empfunden und abgelehnt werden.

Bisher wurde die Akzeptanz verschiedener Diagnostikuntersuchungen zur Abklärung kognitiver Störungen wenig erforscht. So liegen lediglich Daten zur theoretischen Akzeptanz gegenüber möglichen Screening-Untersuchungen zur Detektion der Demenz vom Alzheimer-Typ in der Routineversorgung vor [16]. Bei gesunden Älteren zeigte sich in der Theorie eine überwiegend positive Zustimmung [17, 18]. Dahingegen liegen nach aktuellem Forschungsstand noch keine Daten über praktische Erfahrungen von Patienten vor, welche die Untersuchungsmethoden in der Demenzdiagnostik durchlaufen haben.

Demnach war es das Ziel der hier beschriebenen Querschnittsstudie diese Forschungslücke teilweise zu schließen und Daten zur Akzeptanz von verschiedenen Untersuchungsmethoden im Demenzdiagnostikprozess zu präsentieren. Im Rahmen eines Subprojekts des vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) geförderten Projekts „*Integrative Decision Support System*“ (IDSS), „Prognose-Studie zu Vergleich und Interaktion von Modalitäten in der Früh- und Differentialdiagnostik von Demenzen bei stationären Patienten einer geriatrischen Klinik“, wurden stationäre, geriatrische Patienten hinsichtlich ihrer Zufriedenheit mit unterschiedlichen Untersuchungsmethoden befragt [19].

1.2 Assistive Technologien bei Desorientierung

Wenn die Diagnose Demenz gestellt wird, so ist dies für MmD und Angehörige eine weitreichende Veränderung [3]. Im Krankheitsverlauf von Demenzerkrankungen kommt es zu einer fortschreitenden Zunahme kognitiver Beeinträchtigungen, wie verminderten Gedächtnisleistungen, Orientierungsstörungen, Schwierigkeiten der Sprachfunktionen und der exekutiven Funktionen. Dies geht mit zunehmenden Einschränkungen alltagspraktischer Fertigkeiten einher [20]. Des Weiteren können Verhaltensauffälligkeiten, wie innere Unruhe, Depression und Gereiztheit auftreten [21]. Eine spezifische Verhaltensauffälligkeit, die insbesondere für die pflegenden Angehörigen eine starke Belastung darstellt, ist bei Demenz die sogenannte „Desorientierung“, „Hinlauftendenz“ oder auch das „Umherwandern“ („*wandering*

behavior“). Dabei ist nach Silverstein and Flaherty [22] das Umherwandern ein Bewegungsverhalten von MmD das zu selbstgefährdenden Situationen führen kann. Mögliche negative Folgen von Desorientierung sind ein erhöhtes Sturzrisiko, Weglaufen, Verletzung, Erschöpfung oder Tod [23]. Dieses Verhalten ist häufig ein Konglomerat aus verschiedenen Symptomen, wie Orientierungsstörungen, innerer Unruhe und verminderter Urteilsfähigkeit welches unvorhersehbar zu Situationen mit Desorientierung führen kann, wobei die Menschen in den meisten Fällen zu Fuß unterwegs sind und eher selten mit dem Auto oder der Bahn [24, 25].

Die Häufigkeit des Auftretens von Desorientierung im Krankheitsverlauf wird mit ca. 60% angegeben [26, 27]. Weiterhin zeigt sich, dass mit der Schwere der Erkrankung die Wahrscheinlichkeit des Umherwanderns zunimmt [28]. Außerdem zeigen MmD, die zu Umherwandern neigen, eine erhöhte Mortalität und Morbidität [29] und sind eher männlich [25]. Therapeutische Maßnahmen um Umherwandern zu begegnen sind vielfältig. So kann eine psychosoziale Therapie innere Unruhe lindern, aber deren Wirksamkeit gegen Umherwandern wurde bisher nicht eindeutig nachgewiesen [28, 30]. Andererseits gibt es Untersuchungen die zeigen, dass eine beruhigende Umgebung mit z.B. niedriger Beleuchtungsintensität und wenig Veränderung im Geräuschpegel Umherwandern vorbeugen können [31].

Das auch assistive Technologien in Form von Ortungssystemen, basierend auf *Global Positioning System* (GPS)-Technologie, eine Unterstützung bei Desorientierung sein können, wurde erstmals 1994 von McShane und Hope in der Literatur beschrieben [32]. Der Grundgedanke von Ortungssystemen ist dabei, dass MmD von Angehörigen geortet werden können. Aktuell ist die Technologie so weit entwickelt, dass Ortungssysteme in Form von Armbändern, Uhren, kleinen Kästchen, Schuhsohlen oder Halsketten von MmD getragen werden können [33, 34]. Der Angehörige kann den Aufenthaltsort mittels GPS-Signalen unter freiem Himmel, entweder am Personal Computer (PC) auf einer Webseite, oder über das Smartphone auf einer Applikation (App) aufrufen. In den letzten 24 Jahren sind viele Produkte zur Ortung im Bereich Demenz auf den Markt gekommen [35], wobei gegenwärtig kommerziell erhältliche Ortungssysteme noch wenig außerhalb von Forschung genutzt werden [36, 37]. Die Vielfalt der angebotenen Produkte unterscheidet sich im Wesentlichen hinsichtlich des Designs, der Funktionen und des dahinterstehenden Geschäftsmodells [38, 39]. Aktuelle Reviews fassen die Forschung zu Ortungssystemen der letzten Jahre

zusammen und schlussfolgern, dass das Forschungsfeld nach wie vor als Neuland gilt und es an methodischen Standards und Richtlinien sowie am Nachweis des klinischen Nutzens durch die Verwendung mangelt [40, 41]. Nutzerstudien zeigen einen technischen Verbesserungsbedarf auf, obwohl die untersuchten Technologien größtenteils angenommen wurden [33, 34, 42, 43].

Hier können die zwei im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Nutzerstudien erstmals neue Forschungsaspekte auf dem Gebiet beleuchten. So war es das übergeordnete Ziel der Längsschnittstudien im häuslichen Pflegealltag bei Demenz, die Akzeptanz und den möglichen Nutzen von unterschiedlichen Ortungssystemen zu untersuchen [44, 45].

Die erste Nutzerstudie fand im Rahmen des von der Investitionsbank des Landes Brandenburg (ILB) geförderten Projekts „*Digital Care Support*“ (DCS) statt. Der Prototyp des getesteten Ortungssystems entstand während einer iterativen Produktentwicklungsphase gemeinsam mit Experten auf dem Gebiet Demenz, der Zielgruppe und den Entwicklern des mittelständischen Softwareunternehmens webXells GmbH [46], unter der wissenschaftlichen Leitung der Charité Gedächtnissprechstunde. Anschließend wurde der Prototyp im Alltag von 18 Angehörigen von MmD, für vier Wochen getestet. Die zweite Nutzerstudie fand im Rahmen des von der Deutschen Alzheimer Gesellschaft e.V. geförderten Projekts „Validierung und Optimierung des individuellen Nutzens von Ortungssystemen bei Demenz“ (VODINO) statt. Zwei bereits verfügbare Ortungssysteme wurden mit 20 Dyaden (MmD und pflegende Angehörige) im häuslichen Pflegealltag für je vier Wochen evaluiert.

2. Ziele und Forschungsfragen

Die IDSS-Studie hatte zum Ziel die Akzeptanz von bestehenden Untersuchungsmethoden in der Demenzdiagnostik bei stationären, geriatrischen Patienten mit kognitiven Störungen zu untersuchen. Es wurden folgende Forschungsfragen gestellt:

- 1) Sind Patienten zu Wiederholungsuntersuchungen bereit?
- 2) Werden moderne und konventionelle Untersuchungen unterschiedlich akzeptiert?
- 3) Wird die Patientenzufriedenheit durch bereitgestellte Informationen beeinflusst?
- 4) Hat die körperliche Verfassung und der kognitive Zustand Einfluss auf die Zufriedenheit mit den Untersuchungen?

- 5) Wie wird die ärztliche Betreuung, die Organisation und der Ablauf bei der FDG-PET-Untersuchung beurteilt?

Das Ziel der longitudinalen Nutzerstudien war es die Akzeptanz von Ortungssystemen im häuslichen Pflegealltag bei Demenz zu erforschen. Zunächst wurde in der DCS-Studie die Forschungsfrage bearbeitet, inwieweit der Prototyp eines Ortungssystems von den potenziellen Nutzern im Alltag angenommen wird, mit dem Ziel die Bedürfnisse der Anwender besser zu verstehen. Folgende Forschungsfragen wurden untersucht:

- 1) Wie wird der Prototyp hinsichtlich seiner Benutzerfreundlichkeit bewertet?
- 2) Wie werden die Funktionen und die Eigenschaften des Prototyps bewertet?
- 3) Würden die Teilnehmenden den Prototyp kaufen?
- 4) Haben andere Merkmale der Nutzer, wie das Alter, der Demenzschweregrad oder die Belastung aufgrund der Pflege, einen Einfluss auf die Akzeptanz des Prototyps?

Anschließend wurden in der VODINO-Studie zwei sich prinzipiell ähnelnde, kommerziell erhältliche Ortungssysteme miteinander verglichen. Die Forschungsfragen der Studie waren:

- 1) Werden kommerzielle Ortungssysteme von der Nutzergruppe akzeptiert?
- 2) Sind die Produkte benutzerfreundlich und wie werden die Funktionen und die Designeigenschaften beurteilt?
- 3) Gibt es Unterschiede in der Akzeptanz bei den MmD und den Angehörigen?
- 4) Spielen andere Faktoren, wie das Alter, der Demenzschweregrad, die Technikaffinität oder die Lebensqualität, eine Rolle für die Akzeptanz der Ortungssysteme?
- 5) Gibt es einen Unterschied in der Produktzufriedenheit, wenn diese zu Hause oder am Studienzentrum beurteilt wird?
- 6) Kann durch die Verwendung von Ortungssystemen ein klinischer Nutzen nachgewiesen werden?

3. Methodik

3.1 Beschreibung der Stichproben

Die teilnehmenden, stationären Patienten der IDSS-Studie stammten aus zehn geriatrischen Kliniken in Berlin, dabei nahmen insgesamt 109 stationäre, geriatrische

Patienten teil, von denen 107 wenigstens eine diagnostische Untersuchungsmethode durchliefen. Alle Teilnehmenden wiesen zumindest eine leichte kognitive Störung oder den Verdacht auf eine Alzheimer-Demenz oder vaskuläre Demenz auf. Sie waren im Mittel 81.5 Jahre alt und 65.4% von ihnen waren weiblich. Die Teilnehmenden nahmen im Durchschnitt 8.8 Medikamente ein und zeigten verschiedene Begleiterkrankungen. Es lag ein positives Ethikvotum des Landes Berlin vor (13/234-EK12).

Für die Nutzerstudien wurden Patienten und Angehörige aus der Charité Gedächtnissprechstunde rekrutiert. An der DCS-Studie nahmen 18 Angehörige von MmD teil. Drei der MmD zeigten eine leichte kognitive Störung, sechs eine leichte und neun eine mittelschwere Demenzerkrankung (*Mini-Mental-Status-Examination* [47], MMSE; Mittelwert, $M=18.9$). Die Angehörigen waren zum Großteil Ehemänner ($n=10$). Des Weiteren nahmen sechs Ehefrauen und zwei pflegende Töchter teil. Im Mittel waren die pflegenden Angehörigen 66.9 Jahre alt, die MmD 71.9 Jahre. Die Ethikkommission der Charité genehmigte die Nutzerstudie (EA4/033/13).

Für die VODINO-Studie wurden insgesamt 20 Dyaden rekrutiert. Die Angehörigen waren zehn Ehemänner und neun Ehefrauen sowie ein Sohn. Bei 13 MmD wurde die Diagnose der Demenz vor drei Jahren oder mehr und bei sieben vor zwei Jahren oder weniger gestellt. Der Schweregrad der Demenz war bei 14 MmD leicht und bei sechs MmD mittelschwer (MMSE-Mittelwert, $M=18.0$). Das durchschnittliche Alter der MmD lag bei 72.1 und bei den Angehörigen bei 68.7 Jahren. Die Studie wurde von der Ethikkommission der Charité genehmigt (EA4/033/16).

3.2 Beschreibung des Studiendesigns

Die Patienten der IDSS-Studie unterzogen sich mehreren diagnostischen Untersuchungen. Zu Beginn wurde eine ausführliche Anamnese sowie körperliche und neurologische Untersuchung durchgeführt. Die Lumbalpunktion zur Analyse von Biomarkern für das Anzeigen von Neurodegeneration war freiwillig. Sowohl die neuropsychologische Testbatterie als auch die MRT- und FDG-PET-Untersuchung erfolgten innerhalb von 14 Tagen nach Einschluss.

Die Teilnehmenden der vierwöchigen DCS-Studie nutzten den zur Verfügung gestellten Prototyp eines Ortungssystems, von T1 (Baseline) bis zu T2 (Studienende), auf je einem Produkt für den Angehörigen und einem Produkt für den MmD. Bei der achtwöchigen VODINO-Studie wurde ein 2X2 Crossover-Studiendesign angewendet und zwei Ortungssysteme miteinander verglichen (Produkt A und B; Sequenz AB und

BA; zwei Studienteile; Studienteil 1: T1–T2.1; Studienteil 2: T2.2–T3). Einem Mixed-Methods-Design [48] folgend wurden zu allen Zeitpunkten in den Nutzerstudien sowohl quantitative als auch qualitative Erhebungen durchgeführt. Hierbei standen die quantitativen Analysen im Fokus dieser Arbeit.

Im Folgenden gibt Tabelle 1 einen Überblick zum Studiendesign der drei durchgeführten Studien.

Tabelle 1: Darstellung des Studiendesigns der durchgeführten Studien

Studie	Studientyp	Stichprobe	Methodik
„Integrative Decision Supportive System“ IDSS	Querschnittliche Fragebogen-erhebung	N=107 Stationäre, geriatrische Patienten	Standardisierte Befragung zur Akzeptanz von Untersuchungsmethoden
„Digital Care Support“ DCS	Vierwöchige longitudinale Nutzerstudie	N=18 Angehörige von MmD	Mixed-Methods-Design; Prä- und Postuntersuchung zur Benutzerfreundlichkeit; klinische Skalen
„Validierung und Optimierung des individuellen Nutzens von Ortungssystemen bei Demenz“ VODINO	Achtwöchige longitudinale Nutzerstudie	N=40; n=20 Angehörige, n=20 MmD	Mixed-Methods-Design; Crossover-Studiendesign; Prä- und Postuntersuchungen zur Benutzerfreundlichkeit; klinische Skalen

3.2.1 Material der Nutzerstudien

In der DCS-Studie erhielt der Angehörige entweder ein Samsung Galaxy Tab II Tablet PC (n=9) oder ein Samsung Galaxy Note II Smartphone (n=9). Die Produkte wurden so vorbereitet, dass die einzige App auf dem Startbildschirm die DCS-App war. Alle MmD erhielten ein voreingestelltes Samsung Galaxy xCover Smartphone (siehe Abbildung, S.50). Im Wesentlichen umfasste der Prototyp vier Haupt- und zwei Unterfunktionen:

- 1) Ortung des xCover des MmD und Standortanzeige in der DCS-App,
- 2) Anruf des Angehörigen auf dem xCover des MmD,
- 3) Alarm bzw. Anruf des MmD über das xCover bei dem Angehörigen,
- 4) Service-Hotline für den Angehörigen,
- 5) Zonen anlegen des gewohnten Umfelds des MmD,
- 6) Mitteilungen (Anruf oder SMS) erhalten, bei Verlassen oder Betreten des MmD der angelegten Zonen (entspricht der sogenannten *Geofencing* Funktion).

Um den Umgang mit dem Prototyp und seinen Funktionen zu erlernen, erhielten die Angehörigen eine Schulung von 30-60 Minuten.

Die getesteten Produkte A und B der VODINO-Studie waren zwei GPS-Uhren für MmD (siehe Tabelle, S.58) und ein vom Studienzentrum bereitgestelltes Smartphone THL T6C für den Angehörigen, mit je einer zugehörigen Android-App. Diese Produkte wurden gewählt, da eigene Vorarbeiten ergaben, dass die Uhr das von der Zielgruppe bevorzugte Ortungssystem ist [49] und eine Uhr als alltäglicher Gebrauchsgegenstand geeignet scheint [37, 44, 50]. Zudem waren es zum damaligen Zeitpunkt die einzigen frei verfügbaren Produkte auf dem deutschen Markt, mit sowohl einer Telefon- als auch einer Ortungsfunktion. Die Funktionen umfassten, dass durch das Drücken eines bestimmten Knopfes von Uhr A und des Knopfes von Uhr B ein Anruf zum Smartphone des Angehörigen initiiert oder ein eingehender Anruf angenommen wurde. Der Angehörige konnte den aktuellen Standort von Uhr A und die letzten Standorte von Uhr B, entsprechend einer Wegenachverfolgung, mit der jeweiligen App auf dem Smartphone einsehen.

Die Dyaden erhielten eine gemeinsame Schulung von 30-60 Minuten Dauer um den Umgang mit den Produkten zu erlernen, welche Grundätze der Kommunikation bei Demenz beinhaltete [51, 52].

3.2.2 Erhebungsinstrumente

Die Befragung zur Akzeptanz der Demenzdiagnostik in der IDSS-Studie führten Ärzte und Psychologen des Studienteams einmalig nach der jeweiligen Untersuchung am Untersuchungsort durch. Es fand eine Anpassung der Fragen an das Patientenkollektiv statt und die Fragen wurden teilweise vereinfacht.

Die Nutzerstudien DCS und VODINO erhoben sowohl quantitative Skalen zur Evaluation der Ortungssysteme als auch klinische Skalen zur Überprüfung eines möglichen Nutzens. Darüber hinaus sollten offene Fragen in halbstrukturierten Interviews nach der Nutzung im Alltag zusätzliche qualitative Aussagen zu den quantitativen Bewertungen erforschen (Mixed-Methods-Design). Hier wurde auch nach technischen Schwierigkeiten gefragt. Um die Nutzungserfahrung im häuslichen Pflegealltag besser einzuschätzen, sollten die Teilnehmenden beider Nutzerstudien einmal pro Woche Nutzertagebücher ausfüllen. Hierbei sollte die allgemeine Produktzufriedenheit (selbe Frage wie am Studienzentrum) sowie typische Nutzungssituationen und etwaige Probleme angegeben werden.

Die folgende Tabelle 2 fasst die Erhebungsinstrumente aller drei durchgeführten Studien zusammen.

Tabelle 2: Darstellung der Erhebungsinstrumente der durchgeführten Studien

Studie	Akzeptanz	Nutzennachweis	Kovariablen
IDSS	<p><u>Alle Untersuchungen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Fragebogen zur Patientenzufriedenheit ZUF-8 [53, 54], u.a. die Bereitschaft zu einer Wiederholungsuntersuchung <p><u>FDG-PET Untersuchung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Fragebogen mit Items zur Zufriedenheit, u.a. mit Organisation Ablauf [55] 	N.A.	<ul style="list-style-type: none"> - Medikamente - Begleit-erkrankungen - Test zur Demenz-Detektion (DemTect) [56] - Geriatrische Depressionsskala (GDS) [57]
DCS	<p><u>T1 und T2:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Benutzerfreundlichkeit auf der ISONORM 9241/10 Skala [58, 59] <p><u>T2: Fünf-stufige Likertskalen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Eigenschaften:</i> Schriftart, Schriftgröße, Schriftfarbe, Farbgestaltung, Icons, Beschriftungen - <i>Produktfunktionen:</i> Ortung, Anruf, Alarm, Service-Hotline, Zonen, Mitteilungen - Subjektive Nutzungshäufigkeit - Allgemeine Produktzufriedenheit <p><u>T2:</u> - Kauf- und Zahlungsbereitschaft (39.99€ bis 99.99€)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Technische Schwierigkeiten 	<p><u>T1 und T2:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Belastung der Angehörigen mit dem Zarit Burden Interview (ZBI) [60] - Selbstwirksamkeitsskala [61] - Hinlauftendenzereignisse in der Vergangenheit und während der Studie 	<p><u>T1:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - MMSE - Demenzschweregrad <p><u>T1 und T2:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Vier Variablen der Technikbereitschaftsskala (TBS) [62]
VODINO	<p><u>T1, T2.1, T2.2, T3:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Benutzerfreundlichkeit auf der ISONORM 9241/10 Skala [58, 59] <p><u>T2.1 und T3:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Technische Schwierigkeiten <p><u>T2.1 und T3: Fünf-stufige Likertskalen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Design-eigenschaften:</i> Farbe, Schrift, Größe, Gewicht, Knöpfe, Akkulaufzeit - <i>Produktfunktionen:</i> Telefon, Ortung - Subjektive Nutzungshäufigkeit der Ortungsfunktion von Angehörigen - Allgemeine Produktzufriedenheit 	<p><u>T1, T2, T3:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - ZBI [60] - Fragebogen zur Lebensqualität EUROHIS-QOL [63] - Hinlauftendenzereignisse in der Vergangenheit und während der Studie <p><u>Fünf-stufige Likertskalen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Orientierungsschwierigkeiten - Subjektive Sorge zu Desorientierung 	<p><u>T1:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - MMSE - Demenzschweregrad <p><u>T1, T2, T3:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Fragebogen zur Technikaffinität-Elektronische Geräte (TA-EG) [64]

Notiz. Fünf-stufige Likertskalen von 0=nicht gut bis 4=sehr gut und von 0=überhaupt nicht bis 4=sehr viel

3.2.3 Statistische Auswertung

In den Studien wurden die statistische Analysen mit den jeweils aktuellen *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS)-Versionen 22, 23 und 24 durchgeführt. In der IDSS-Studie wurden mittels Chi-Quadrat-Test Zusammenhänge der Variablen geprüft. Unabhängige t-Tests und Mann-Whitney-U-Tests, analysierten den Einfluss von 41 klinischen und kognitiven Parametern auf die Akzeptanz.

Um in der DCS- und der VODINO-Studie longitudinale Unterschiede zu erforschen, wurden unabhängige und abhängige t-Tests angewendet. In der DCS-Studie wurden zudem Chi-Quadrat-Tests durchgeführt. Aufgrund der nicht geltenden Unabhängigkeit zwischen MmD und Angehörigen innerhalb einer Dyade [65], wurden die Daten von MmD und Angehörigen in der VODINO-Studie mit abhängigen t-Tests analysiert. Unabhängige t-Tests wurden zum Vergleich der Produkte A und B durchgeführt. Darüber hinaus wurden die Daten der klinischen Skalen und Kovariablen der VODINO-Studie mit Spearmans Rangkorrelationskoeffizienten und einfaktoriellen Varianzanalysen zu wiederholten Messzeitpunkten getestet.

4. Ergebnisse

4.1 Ergebnisse der Studie zur Akzeptanz der Demenzdiagnostik

Die Anamnese und die neuropsychologische Testung wurde bei 107 Patienten durchgeführt, wobei 90 die Zufriedenheitsfragebögen für die Anamnese und 67 für die neuropsychologische Testung beantworteten. Eine MRT-Untersuchung erhielten 94 Patienten und 52 wurden zur Akzeptanz befragt. Von den 101 Patienten der FDG-PET-Untersuchung wurden 78 befragt. Die Lumbalpunktion wurde in wenigen (n=10) Fällen durchgeführt, wobei alle Angaben zur Akzeptanz der Untersuchung machten.

Die Lumbalpunktion erfolgte zwar selten, aber alle zehn Patienten würden erneut der Untersuchung zustimmen. Auch einer Wiederholung der Anamnese und der neuropsychologischen Testung stimmten nahezu alle Befragten zu. Die Akzeptanz zur Wiederholung der bildgebenden Verfahren war geringer: 14.1% lehnten eine erneute FDG-PET-Untersuchung und 19.6% eine erneute MRT-Untersuchung ab.

Alle Patienten der Lumbalpunktion fühlten sich gut informiert. Bei der Anamnese waren es 98.9% und bei der neuropsychologischen Testung 97.0%. Dahingegen fühlten sich 6.4% zur FDG-PET- und 13.5% zur MRT-Untersuchung nicht gut informiert. Es konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Bereitschaft zur Wiederholung der Untersuchungen und der Zufriedenheit mit den erhaltenen Informationen nachgewiesen werden.

Zudem zeigte sich kein Zusammenhang zwischen klinischen und kognitiven Parametern und der Ablehnung von Wiederholungsuntersuchungen, außer bei der MRT-Untersuchung. Hier ließ sich ein signifikanter Zusammenhang mit den Ergebnissen des DemTect nachweisen. So zeigten Patienten, die nicht bereit zu einer

Wiederholungsuntersuchung waren, niedrigere Werte, was mit einem Demenzverdacht einhergeht, im Vergleich zu denjenigen, die einer erneuten Untersuchung positiv gegenüberstanden ($Z=-2.68$; $P<.01$). Ebenso signifikant war der Zusammenhang, dass Patienten mit im Mittel unauffälligen Werten auf der geriatrischen Depressionsskala eine erneute MRT-Untersuchung eher ablehnten, verglichen mit denjenigen die eine leichte bis mittelschwere depressive Symptomatik zeigten ($Z=-2.02$; $P<.05$).

Die zusätzlichen Angaben zur Patientenzufriedenheit mit der FDG-PET-Untersuchung zeigten folgende Ergebnisse: 69.6% waren sehr und 28.0% weitgehend zufrieden sowie nur je 2.7% leicht und ziemlich unzufrieden. Darüber hinaus würde die Mehrheit die durchgeführte Untersuchung weiterempfehlen (84.6%). Die Zufriedenheit mit der ärztlichen Betreuung war ebenso überwiegend positiv. 90.5% empfanden die Ärzte als kompetent und 66.7% fühlten sich gut und 25.6% teilweise gut aufgeklärt. Der Großteil der Befragten war mit der Bedenkzeit nach der Aufklärung zufrieden (74.4%) und 17.9% stimmten dem eingeschränkt zu. Organisation und Ablauf der FDG-PET-Untersuchung wurden von 87.2% als gut bewertet und 93.4% empfanden die Mitarbeitenden seien ein gut eingespieltes Team.

4.2 Ergebnisse der Nutzerstudien

Aufgrund einer körperlichen Begleiterkrankung gab es in der DCS-Studie einen Dropout. Erlebte technische Schwierigkeiten und daraus resultierende Belastung führten in der VODINO-Studie zu zwei Dropouts nach vier Wochen zum Zeitpunkt T2.1. Zudem wurde von der VODINO-Studie eine Dyade mit einem MmD dessen MMSE-Wert mehr als zwei Standardabweichungen vom Mittelwert entfernt war, für die Berechnungen ausgeschlossen [66]. Die finalen Stichproben umfassten 17 Angehörige in der DCS- und 17 Dyaden ($n=17$ MmD, $n=17$ Angehörige) in der VODINO-Studie. Von den zuletzt genannten erhielten sieben Produkt A und zehn Produkt B zu T1 und *vice versa* zu T2.2. In der DCS-Studie berichteten drei Angehörige und in der VODINO-Studie zehn Angehörige sowie drei MmD von Hinlauff Tendenz in der Vergangenheit.

Die Ergebnisse zur Benutzerfreundlichkeit auf der ISONORM9241/10 Skala in der DCS- und der VODINO-Studie waren insgesamt durchschnittlich bis gut (siehe Tabelle 3). In der VODINO-Studie zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in den Prä- und Posterhebungen, weder bei den Dyaden, noch bei den Angehörigen und den MmD. Dahingegen zeigten die Werte in der DCS-Studie einen signifikanten Rückgang von T1 zu T2, $t(16)=2.34$, $P<.05$. Zudem war die Varianz zu T2 deutlich höher als zu T1.

Tabelle 3: Ergebnisse zur Benutzerfreundlichkeit in den Nutzerstudien

	T1 Baseline	T2/T2.1 Woche 4	T2.2 Woche 4	T3 Woche 8
Teilnehmende				
VODINO Sequenz AB				
MmD (n=7)	126 ± 37.3 [†]	116 ± 58.8	170 ± 15.3	168 ± 32.9
Angehörige (n=7)	165 ± 36.2 [†]	147 ± 20.9	179 ± 17.7	155 ± 39.8
VODINO Sequenz BA				
MmD (n=10)	170 ± 28.2	153 ± 48.8	117 ± 49.6	111 ± 67.0
Angehörige (n=10)	171 ± 28.8	176 ± 21.5	128 ± 36.7	123 ± 56.7
DCS				
Angehörige (n=17)	164 ± 28.7*	140 ± 46.5*	N.A.	N.A.

Notiz. Darstellung von Mittelwerten mit Standardabweichung (±).

Benutzerfreundlichkeit auf der ISONORM 9241/10 Skala mit Werten von 0-210; je höher, desto besser.

VODINO: Unabhängige t-Tests zwischen Mittelwerten der Dyaden zeigten, dass B zu jedem Zeitpunkt besser als A bewertet wurde; $P < .05$.

[†]Abhängige t-Tests für Effekte innerhalb der Dyade: MmD bewerteten A schlechter als Angehörige zu T1; $P < .01$.

*Unabhängige t-Tests: Angehörige bewerteten den Prototyp zu T2 schlechter als zu T1; $P < .05$.

Insgesamt wurden die Produktfunktionen und die Eigenschaften in beiden Nutzerstudien durchschnittlich bis gut bewertet. Die Ortungsfunktion erhielt jeweils bessere Werte als die Telefonfunktion.

Am schlechtesten wurde in der DCS-Studie die Alarmfunktion für MmD bewertet. Bei den Eigenschaften des Prototyps erlangte die Farbgestaltung den besten Mittelwert, gefolgt von den Beschriftungen, der Schriftart und den Icons. Die Schriftgröße und die Schriftfarbe wurden gleichermaßen am wenigsten gut bewertet.

In der VODINO-Studie zeigten unabhängige t-Tests eine signifikant bessere Bewertung der Telefonfunktion von Produkt B im Vergleich zu A durch die Dyaden zu T2.1, $t(32) = -2.63$, $P < .05$. Zudem konnten mehrere signifikante Unterschiede bei der Bewertung der Designeigenschaften festgestellt werden, wobei ebenso Produkt B stets bessere Werte als A erzielte. Insgesamt wurden die Designeigenschaften der GPS-Uhren von den Dyaden (n=36) für Produkt B durchschnittlich gut bewertet, wobei die Schrift, die Knöpfe und die Schwere am besten bewertet wurden, gefolgt von der Farbe, der Größe und dem Akku. Bei Produkt A zeigten sich schlechtere Werte, wobei die Farbe, die Schwere und die Größe besser und die Schrift, die Knöpfe und der Akku schlechter bewertet wurden. Im Einzelnen zeigten abhängige t-Tests, dass die Knöpfe von Produkt A von den MmD besser als von den Angehörigen bewertet wurden, zu T2.1, $t(6) = 2.71$, $P < .05$ und zu T3, $t(9) = 2.70$, $P < .05$. Alle unabhängigen t-Tests zur Überprüfung möglicher Unterschiede in der VODINO-Studie, je nachdem welches Produkt zuerst getestet wurde, erbrachten keine signifikanten Ergebnisse. Schließlich zeigten abhängige t-Tests, dass die Bewertung der Produktzufriedenheit mit den GPS-

Uhren zu mehreren Zeitpunkten am Studienzentrum signifikant höher war als zu Hause, wo eher Unzufriedenheit angegeben wurde.

Die subjektive Nutzungshäufigkeit wurde von den Angehörigen in beiden Nutzerstudien durchschnittlich eingeschätzt (DCS-Studie: T2: $M=2.3$; VODINO-Studie: T2.1: $M_A=3.0$, $M_B=2.6$; T3: $M_A=2.4$, $M_B=2.6$).

In der DCS-Studie waren die meisten Angehörigen bereit, den Prototyp zu kaufen ($n=13$). Es waren eher Männer als Frauen, welche diese Kaufbereitschaft zeigten, χ^2 , (1, $N=17$)= 7.46 , $P<.05$. Die Mehrheit wäre bereit, 39.99€ zu bezahlen ($n=8$), vier 59.99€, zwei 79.99€ und drei 99.99€. Fünf Angehörige beurteilten den Prototyp aufgrund technischer Mängel als unzuverlässig. Ein Angehöriger gab an, dass er seine Frau während der DCS-Studie dreimal mit Hilfe des Prototyps wiederfinden konnte.

Die 18 berichteten technischen Schwierigkeiten der Ortungssysteme in der VODINO-Studie umfassten vorwiegend Akkuladeprobleme und Probleme mit der App sowie der Telefonfunktion. Angehörige nannten mehr Schwierigkeiten als MmD (Angehörige: $n=7$ für A, $n=6$ für B; MmD: $n=2$ für A, $n=3$ für B). In der VODINO-Studie konnte Produkt A drei Dyaden bei Hinlaufftendenz helfen, wobei von einem Fall während des Einkaufens, einem auf einer gemeinsamen Wanderung und einem als der MmD unerwartet das zu Hause verließ, berichtet wurde. In zwei Fällen unterstützte die Telefonfunktion und in einem die Ortungsfunktion.

In beiden Nutzerstudien korrelierten zu keinem der Erhebungszeitpunkte die Benutzerfreundlichkeit oder die Bewertung der Funktionen und der Eigenschaften mit anderen relevanten Variablen. Zudem wurden keine signifikanten Unterschiede in den Skalen ZBI und Selbstwirksamkeit in der DCS-Studie sowie ZBI und EUROHIS-QOL in der VODINO-Studie über den Verlauf gefunden. Nur die Technikaffinität im TA-EG Fragebogen zeigte in der VODINO-Studie einen signifikanten Rückgang von T1 und T2.1 zu T3, bei den MmD, $F(2, 32)=16.03$, $P<.001$, ebenso wie bei den Angehörigen, $F(1.11, 17.73)=23.64$, $P<.001$. Darüber hinaus zeigten sich in der VODINO-Studie signifikante Unterschiede innerhalb der Dyade für die Variablen der subjektiven Sorge zu Desorientierung sowie der subjektiv eingeschätzten Orientierungsschwierigkeiten, zu allen drei Erhebungszeitpunkten und für den EUROHIS-QOL Fragebogen zur Baseline. In jedem Fall schätzten sich die MmD besser ein als die Angehörigen.

5. Diskussion

Die hier vorliegenden Studien erforschen die Akzeptanz von Untersuchungsmethoden in der Demenzdiagnostik bei stationären, geriatrischen Patienten sowie die Akzeptanz von dem Prototyp eines Ortungssystems und von zwei kommerziellen Ortungssystemen im häuslichen Pflegealltag bei Demenz. Insgesamt zeigt sich bei allen Studienteilnehmenden eine überwiegend positive Einstellung, sowohl gegenüber den diagnostischen Untersuchungsmethoden als auch gegenüber den Ortungssystemen. Auf der anderen Seite geben die Ergebnisse aller Studien auch Hinweise für eine mögliche Steigerung der Akzeptanz.

So waren die geriatrischen Patienten zwar mehrheitlich zufrieden mit allen Untersuchungsmethoden und größtenteils auch zu Wiederholungsuntersuchungen bereit, aber bildgebende Verfahren wurden weniger gut akzeptiert. Und obwohl die Nutzerstudien zeigen konnten, dass die Benutzerfreundlichkeit insgesamt durchschnittlich bis gut eingeschätzt wurde, lagen keine signifikanten Effekte auf klinische Parameter durch die Verwendung der Ortungssysteme vor.

5.1 Diskussion der Ergebnisse aus der Studie zur Akzeptanz der Demenzdiagnostik

In der IDSS-Studie wird erstmalig die Akzeptanz verschiedener Untersuchungsmethoden in der Demenzdiagnostik von geriatrischen Krankenhauspatienten untersucht. Es zeigt sich, dass nicht alle Untersuchungen gleich gut bewertet wurden. Die Lumbalpunktion wurde bezogen auf die Bereitschaft zu einer Wiederholungsuntersuchung am besten angenommen, wobei nur sehr wenige dieser Untersuchung überhaupt zustimmten. Dies weist insgesamt eher auf eine niedrigere Akzeptanz der Lumbalpunktion im Demenzdiagnostikprozess hin. Bildgebende Verfahren riefen die meiste Skepsis hervor, wobei die FDG-PET-Untersuchung besser angenommen wurde als die MRT-Untersuchung.

Mögliche Erklärungen für die geringere Akzeptanz sind zum einen der unterschiedliche Zeitaufwand (Lumbalpunktion: ca. 20 Minuten; Anamnese: ca. 45-60 Minuten; neuropsychologische Testung: ca. 90 Minuten; FDG-PET: ca. 90 Minuten mit einer Liegezeit von ca. 15 Minuten im Gerät; MRT: ca. 60 Minuten im Gerät) sowie der zusätzlich notwendige Transport zu MRT und FDG-PET, welcher je nach Lage der Klinik zum MRT ca. 30 Minuten und zum FDG-PET ca. 60-90 Minuten dauerte. Für MRT-Untersuchungen gibt es Forschung die zeigen konnte, dass die Enge der Röhre

bei Patienten Stress auslösen kann [67]. Eine weitere Erklärung ist der Wechsel der Räumlichkeiten und des Personals. So ist insbesondere für kognitiv eingeschränkte Personen eine vertraute Umgebung ein wichtiger Faktor für die Bereitschaft bei Interventionen kooperativ zu sein [14, 68].

Im Verlauf von Demenzerkrankungen steht die depressive Symptomatik eher zu Beginn im Vordergrund und die kognitive Symptomatik verschlechtert sich progredient [69]. So deutet das Ergebnis, dass kognitiv schlechtere und weniger depressive Patienten eine Wiederholung der MRT-Untersuchung eher ablehnten, darauf hin, dass in weiter fortgeschrittenen Demenzstadien MRT-Untersuchungen eher weniger akzeptiert werden. Zudem treten im späteren Verlauf von Demenzerkrankungen vermehrt Verhaltensauffälligkeiten auf, was auch mit mehr Ängsten und Unsicherheiten verbunden sein kann [21]. Verschiedene Maßnahmen, wie z.B. speziell geschultes Personal oder vertrauensschaffende und orientierungsfördernde, räumliche und organisatorische Anpassungen sind denkbar, um die Akzeptanz der bildgebenden Verfahren bei Patienten, insbesondere bei denjenigen mit kognitiven Störungen zu erhöhen. In diesem Sinne könnten Patienten mit kognitiven Einschränkungen auch von Bezugspflegepersonal zu externen Untersuchungen begleitet werden [68].

Die Limitationen der IDSS-Studie sind die geringe Fallzahl und die somit eingeschränkte statistische Aussagekraft. Zudem nahmen nicht alle Patienten an den jeweils möglichen Untersuchungsmethoden teil und nach erfolgter Untersuchung beantworteten nicht alle die Zufriedenheitsfragebögen. Daher sind die vorliegenden Daten nicht gleich verteilt und somit nicht gut vergleichbar. Des Weiteren sind die angewandten Fragebögen ohne qualitatives Nachforschen erfolgt, weshalb etwaige Gründe für weniger Akzeptanz schlechter erforscht werden konnten. Es waren außerdem kognitiv eingeschränkte Teilnehmende, deren Antworten möglicherweise nicht immer reflektiert waren. Zudem kann die Tatsache, dass der Untersucher auch derjenige war, welcher die Fragen zur Akzeptanz stellte, die Antworten der Patienten im Sinne der sozialen Erwünschtheit beeinflusst haben [70].

5.2 Diskussion der Ergebnisse aus den Nutzerstudien

Erstmals erforscht die DCS-Studie die Akzeptanz von einem Smartphone als Ortungssystem für MmD und die VODINO-Studie unter der Anwendung eines Crossover-Studiendesigns die Akzeptanz von kommerziellen GPS-Uhren im häuslichen Pflegealltag bei Demenz. Interessanterweise sank in beiden Studien die Beurteilung der

Benutzerfreundlichkeit nach der Nutzungsphase, in der DCS-Studie war dieser Effekt signifikant. In der VODINO-Studie zeigte sich zudem ein signifikanter Rückgang der subjektiv eingeschätzten Technikaffinität nach zwei Monaten. Eine mögliche Erklärung für die geringere Bewertung der verschiedenen Skalen in beiden Nutzerstudien, sind erlebte technische Schwierigkeiten im Umgang mit den Produkten. Daraus lässt sich konkludieren, dass das Potenzial für die Verbesserung der Benutzerfreundlichkeit vorhanden ist und potenzielle Nutzer im Umgang mit Ortungssystemen geschult werden sollten. Dieses Ergebnis passt auch zu bisherigen Forschungsergebnissen anderer Nutzerstudien [33]. Zudem berichten andere Autoren, dass technische Probleme mit Produkten, häufig mit einer schlechteren Produktbewertung einhergehen [36, 71]. Dies spricht für die Notwendigkeit Produkte zu optimieren. Sowohl der Prototyp als auch die kommerziellen Produkte wiesen mehrere Mängel auf, wie z.B. Ortungsungenauigkeit, Akkuladeprobleme, Zugangsprobleme zur App. Nichtsdestotrotz zeigte sich eine große Bereitschaft der DCS-Teilnehmenden den Prototyp zu kaufen. Hinzukommt, dass die Produktzufriedenheit in keiner der beiden Studien Zusammenhänge mit anderen Variablen, wie dem Alter, dem Demenzschweregrad, der Technikaffinität oder der Lebensqualität zeigte, was dafür spricht, dass eine verbesserte Akzeptanz durch eine verbesserte Produktqualität erreicht werden kann.

Die Ergebnisse der VODINO-Studie sind zudem besonders wertvoll, da durch den detaillierten Vergleich zweier ähnlicher Produkte solche Bedürfnisse der Nutzer definiert werden konnten, die für die Benutzerfreundlichkeit besonders relevant zu sein scheinen: möglichst wenige Knöpfe, eine klare Schrift mit sparsamen Text sowie eine Akkulaufzeit von mindestens 24 Stunden. So sind im Bereich der Nutzerforschung häufig die Details von hoher Relevanz [72]. Interessant ist auch das Ergebnis der VODINO-Studie, dass MmD die schwerer zu bedienenden Knöpfe von Produkt A bevorzugten, was darauf hindeutet, dass bestimmte Designelemente von MmD als stigmatisierend empfunden werden, obwohl sie als Bedienelement ggf. funktionaler sind [73, 74]. Auch in anderen Arbeiten wurde bereits auf die notwendige Erforschung dyadischer Unterschiede hingewiesen [37, 40, 44, 73].

Ebenso interessant ist der gefundene Unterschied zwischen der Produktzufriedenheit zu Hause und am Studienzentrum in der VODINO-Studie. Dieser Effekt könnte, ebenso wie in der IDSS-Studie, mit der sozialen Erwünschtheit erklärt werden, da Nutzer ihre Antworten Studienmitarbeitenden gegenüber positiver ausfallen

lassen, um nicht zu kritisch zu erscheinen [70]. Zukünftige Studien würden davon profitieren, wenn sie entweder durch papier- oder digitalbasierte Nutzertagebücher die Bewertung von Produkten standardmäßig im häuslichen Alltag etablieren würden [75].

Auch für einen angestrebten Nutznachweis kann die Sammlung von Daten im Alltag von hoher Relevanz sein. So konnten weder die DCS- noch die VODINO-Studie einen klinischen Nutzen zeigen. Ein solcher Nachweis ist aus wissenschaftlicher und aus wirtschaftlicher Perspektive für Finanzierungsgrundlagen essentiell und konnte bisher nicht ausreichend erbracht werden [76, 77]. Zudem gibt es bisher auch keine offiziellen Leitlinien zum Einsatz von Ortungssystemen im häuslichen Pflegealltag bei Demenz, was Professionellen die adäquate Beratung und Angehörigen die Auswahl der Systeme, erschwert. Im Rahmen des VODINO-Projekts wurde in diesem Zusammenhang ein Beratungsleitfaden entwickelt, welcher Professionellen helfen soll, den möglichen Bedarf zu ermitteln und eine entsprechende Empfehlung geben zu können [78].

Das Ergebnis der VODINO-Studie, dass MmD ihre Orientierungsschwierigkeiten und die subjektive Belastung für Hinlauftendenz sehr viel geringer einschätzten als Angehörige, deutet auf anosognostisches Verhalten hin. Diesen Differenzen bezüglich der Wahrnehmung von MmD und deren Angehörigen kann mit empathischer Gesprächsführung begegnet werden [51]. Insbesondere bei MmD kann so die Akzeptanz von Ortungssystemen gefördert werden. Analog hierzu zeigen die Ergebnisse der IDSS-Studie, dass die Akzeptanz von Untersuchungsmethoden durch einfühlsame und sensible Betreuung gefördert werden kann. Die Ergebnisse der IDSS- und der VODINO-Studie weisen somit darauf hin, dass die Kommunikation zwischen Professionellen und Patienten sowie Angehörigen eine wichtige Rolle spielen kann. Studien zeigen, dass die Gesprächsführung von medizinischem Fachpersonal auch in anderen Bereichen entscheidend für den Therapieverlauf ist [79]. Interventionen zur Förderung von kommunikativen Kompetenzen bei medizinischem Personal sind demnach von Bedeutung [80].

Die Limitationen in beiden Nutzerstudien sind die kleinen Stichproben und die Kürze der Studiendauer sowie die Anzahl der Dropouts. In diesem Zusammenhang muss erwähnt werden, dass die meisten bis zu diesem Zeitpunkt veröffentlichten Studien zu assistiven Technologien bei Demenz Stichprobengrößen von weniger als 20 Teilnehmenden haben [7]. Nichtsdestotrotz weisen die Dropouts und die berichteten

technischen Mängel, ebenso wie der Rückgang der Technikaffinität und der Benutzerfreundlichkeit darauf hin, dass Unzufriedenheit mit bestimmten Produktfunktionen und Eigenschaften relevant zu sein scheint und ggf. eine zusätzliche Belastung für Nutzer darstellen kann. Zudem muss betont werden, dass in der DCS-Studie die MmD nicht ausreichend in den Fokus genommen wurden, was auch von anderen Autoren als limitierend beschrieben wird [81]. Weiterhin liegen in beiden Nutzerstudien, aufgrund technischer Voraussetzungen bei den Industriepartnern, keine standardisierten Daten zur objektiven Nutzungshäufigkeit vor. Limitierend ist auch, dass die Bewertung der Produkte mit nicht-standardisierten Likertskalen erfolgte. Außerdem sind die Skalen zur Benutzerfreundlichkeit nicht für die Zielgruppe MmD konzipiert, was ebenso eine Limitation der IDSS-Studie ist.

Des Weiteren ist es für die Messung des klinischen Nutzens sowohl in der DCS- als auch in der VODINO-Studie limitierend, dass Hinlauffendenzverhalten in der Vergangenheit kein Einschlusskriterium war und die Teilnehmenden in etwa zu gleichen Teilen leicht und mittelschwer erkrankt waren, obwohl bekannt ist das Umherwandern eher in späteren Krankheitsstadien auftritt [28]. Dennoch kann es während des gesamten Krankheitsverlaufes dazu kommen [26]. Schließlich hätte das VODINO Crossover-Studiendesign eine Wash-out-Phase erfordert, um z.B. etwaige Lerneffekte zu verhindern. Allerdings wurden keine Unterschiede gefunden, egal welches Produkt zuerst evaluiert wurde, was rückschließen lässt, dass keine Lerneffekte die Nutzungserfahrung beeinflussten.

Den genannten Limitationen kann zukünftig proaktiv begegnet werden. So sollte es der Maßstab sein, optimierte Produkte, welche sich auch den unterschiedlichen und sich verändernden Bedürfnissen von MmD und Angehörigen anpassen, zu testen. Um einen möglichen Nutzen dieser Produkte nachweisen zu können, sollten sie in größeren randomisierten kontrollierten Studien mit nutzerzentriertem, dyadischem und Mixed-Methods-Design sowie mit standardisierten Endpunkten getestet werden [40, 81-84].

Die Stärken der beiden Nutzerstudien sind die Prä- und Posterhebungen zur Benutzerfreundlichkeit sowie die Entwicklung und Implementierung einer Schulung im Umgang mit den Ortungssystemen. Die VODINO-Studie zeichnet sich zudem durch das dyadische und das Crossover-Studiendesign aus. Außerdem wurde in beiden Studien die Telefonfunktion evaluiert, was wichtig ist, da diese Funktion insbesondere in frühen Krankheitsstadien relevant sein kann. Zudem wurden die selbstentwickelten

Likertskalen visualisiert, um sie für alle Teilnehmenden und besonders für die MmD besser verständlich zu gestalten.

5.3 Fazit

Zusammenfassend zeigt die IDSS-Studie erste wichtige Ergebnisse für die zukünftige Akzeptanz von Untersuchungsmethoden und somit auch für die adäquate Diagnostik und Behandlung von Patienten mit kognitiven Einschränkungen in Krankenhäusern. Schließlich geht es bei den Untersuchungen in der Demenzdiagnostik neben der Zufriedenheit der Patienten, vor allem um die diagnostische Genauigkeit und das Kosten-Nutzen-Verhältnis. So stehen bei der Weiterentwicklung diagnostischer Möglichkeiten, insbesondere in der Frühdiagnostik, kostengünstige und effiziente sowie einfach durchzuführende Verfahren hoch im Kurs. Dies sind bspw. Bluttests [85] oder neurovisuelle diagnostische Möglichkeiten [86].

Insgesamt präsentieren die DCS- und die VODINO-Studie ermutigende Ergebnisse, da die potenziellen Nutzer trotz der erlebten Schwierigkeiten an den Produkten interessiert waren und sie verhältnismäßig gut bewerteten. Auch andere Studien schlussfolgern, dass Ortungssysteme ein hohes Potenzial haben [81, 87] und ein möglicher positiver Effekt wird vor allem von Angehörigen betont [42]. Zudem können die Nutzerstudien mit ihren Erkenntnissen zum klinischen Nutzen als Pioniere auf diesem Forschungsgebiet betrachtet werden. Eine wichtige Ableitung aus den Ergebnissen ist auch die Notwendigkeit für verbesserte Produkte, um überhaupt einen Nutznachweis zu ermöglichen. Hier müssen sich Forscher in diesem Bereich auch als Brückenbauer zwischen MmD, deren Angehörigen und Entwicklern, Designern sowie Informatikern betrachten und der Notwendigkeit eines interdisziplinären Austauschs für optimierte Produkte nachkommen. Letztlich können alle Ableitungen aus den Ergebnissen dazu beitragen, dass Ortungssysteme zukünftig mehr akzeptiert und somit auch außerhalb von Forschung genutzt werden, womit sie einen unterstützenden Beitrag für MmD und ihre Angehörigen leisten würden.

Schließlich bedeutet dies, dass die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit wichtige Implikationen für eine Steigerung der Akzeptanz von Untersuchungsmethoden in der Demenzdiagnostik sowie von assistiven Technologien in Form von Ortungssystemen liefern. Die zukünftige Forschung in diesem Bereich hat das Potenzial zu einer Verbesserung der Diagnostik und der Therapie von Demenzerkrankungen beizutragen.

6. Literaturverzeichnis

- [1] Alzheimer's Association. 2018 Alzheimer's disease facts and figures. *Alzheimer's & Dementia*. 2018;14:367-429.
- [2] Bickel H. Die Häufigkeit von Demenzerkrankungen [The incidence of dementia]. *Informationsblätter*. Berlin: Deutsche Alzheimer Gesellschaft e.V.; 2018.
- [3] Deutsche Alzheimer Gesellschaft e.V. Empfehlungen zum Umgang mit Diagnose und Aufklärung bei Demenz [Recommendations for dealing with diagnosis and education in dementia]. Deutsche Alzheimer Gesellschaft e.V.; 2017.
- [4] Wiltfang J, Lewczuk P, Otto M. Biomarker bei Demenzen und anderen neurodegenerativen Erkrankungen [Biomarkers in dementia and other neurodegenerative diseases]. *Der Nervenarzt*. 2016;87:1305-9.
- [5] Cummings J, Lee, G, Mordsdorf, T, Ritter, A, Zhong, K. Alzheimer's disease drug development pipeline: 2017. *Alzheimer's & Dementia: Translational Research & Clinical Interventions*. 2017;3:367-84.
- [6] Cummings J, Lee G, Ritter A, Zhong K. Alzheimer's disease drug development pipeline: 2018. *Alzheimer's & Dementia: Translational Research & Clinical Interventions*. 2018;4:195-214.
- [7] Ienca M, Fabrice J, Elger B, Caon M, Pappagallo AS, Kressig RW, Wangmo T. Intelligent assistive technology for Alzheimer's disease and other dementias: A systematic review. *Journal of Alzheimer's Disease*. 2017;56:1301-40.
- [8] Wahl H-W, Kricheldorf C, Hedtke-Becker A. Technik für vulnerable ältere Menschen und ihre Angehörigen [Technology for vulnerable older adults and their relatives]. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*. 2018;51:1-2.
- [9] Topo P. Technology studies to meet the needs of people with dementia and their caregivers a literature review. *Journal of Applied Gerontology*. 2009;28:5-37.
- [10] Pelizäus-Hoffmeister H. Zur Bedeutung von Technik im Alltag Älterer: Theorie und Empirie aus soziologischer Perspektive [The Importance of Technology in Everyday Life of the elderly: Theory and Empiricism from a Sociological Perspective]: Springer-Verlag; 2013.
- [11] Czaja S, Charness, N, Fisk, AD, Hertzog, C, Nair, SN, Rogers, WA, Sharit, J. Factors predicting the use of technology: Findings from the center for research and education on aging and technology enhancement (CREATE). *Psychology and Aging*. 2006;21:333–52.
- [12] Deutsche Gesellschaft für Psychiatrie Psychotherapie und Nervenheilkunde (DGPPN), Deutsche Gesellschaft für Neurologie (DGN). S3-Leitlinie Demenzen [S3 Guidelines for dementia]. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin; 2017.
- [13] Statistische Ämter des Bundes und der Länder. Demographischer Wandel in Deutschland: Auswirkungen auf Krankenhausbehandlungen und Pflegebedürftige im Bund und in den Ländern [Demographic change in Germany: Effects on hospital treatment and care recipients]. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt; 2010.
- [14] Pinkert C, Holle B. Menschen mit Demenz im Akutkrankenhaus [People with dementia in acute hospitals]. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*. 2012;45:728-34.
- [15] Vogt B, Mai T, Feuchtinger J, Maucher H, Strohbücker B, Flechinger C, Alpers B, Roes M. Prävalenzen von Demenz in Universitätskliniken [Prevalence of dementia in university hospitals]. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*. 2018.
- [16] Boustani M, Perkins AJ, Monahan P, Fox C, Watson L, Hopkins J, Fultz B, Hui S, Unverzagt FW, Callahan CM, Hendrie HC. Measuring primary care patients' attitudes about dementia screening. *International Journal of Geriatric Psychiatry*. 2008;23:812-20.

- [17] Braun SR, Reiner K, Tegeler C, Bucholtz N, Boustani MA, Steinhagen-Thiessen E. Acceptance of and attitudes towards Alzheimer's disease screening in elderly German adults. *International Psychogeriatrics*. 2014;26:425-34.
- [18] Fowler NR, Perkins AJ, Turchan HA, Frame A, Monahan P, Gao S, Boustani MA. Older Primary Care Patients` Attitudes and Willingness to Screen for Dementia. *Journal of Aging Research*. 2015;2015:7.
- [19] Estrella M, Roberts, A, Mäurer, A, Fiebach, J, Buchert, R, Steinhagen-Thiessen, E, Peters, O, Megges, H. Akzeptanz der Demenzdiagnostik bei stationären, geriatrischen Patienten [Acceptance of dementia diagnostics by geriatric hospital patients]. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*. 2016;50:52-8.
- [20] Förstl H. Demenzen in Theorie und Praxis [Dementia in theory and practice]: Springer Berlin Heidelberg; 2013.
- [21] Savva GM, Zaccai J, Matthews FE, Davidson JE, McKeith I, Brayne C. Prevalence, correlates and course of behavioural and psychological symptoms of dementia in the population. *British Journal of Psychiatry*. 2009;194:212-9.
- [22] Silverstein NM, Flaherty G. Dementia and wandering behavior: Concern for the lost elder: Springer Publishing Company; 2006.
- [23] Algase DL. Wandering in dementia. *Annual Review of Nursing Research*. 1999;17:185-217.
- [24] Rowe MA, Glover JC. Antecedents, descriptions and consequences of wandering in cognitively-impaired adults and the Safe Return (SR) program. *American Journal of Alzheimer's Disease and Other Dementias*. 2001;16:344-52.
- [25] MacAndrew M, Schnitker L, Shepherd N, Beattie E. People with dementia getting lost in Australia: Dementia-related missing person reports in the media. *Australasian Journal on Ageing*. 2018.
- [26] Alzheimer's Association. Behaviors: How to respond when dementia causes unpredictable behaviors. 2015:1-13.
- [27] McShane R, Gedling, K., Keene, J., Fairburn, C., Jacoby, R., Hope, T. Getting lost in dementia: A longitudinal study of a behavioral symptom. *International Psychogeriatrics*. 1998;10:253-60.
- [28] Lai CKY, Arthur, D. G. Wandering behaviour in people with dementia. *Journal of Advanced Nursing*. 2003;44:173-82.
- [29] Cipriani G, Lucetti, C, Nuti, A, Danti, S. Wandering and dementia. *Psychogeriatrics*. 2014;14:135-42.
- [30] Hermans D, Htay UH, Cooley SJ. -Non-pharmacological interventions for wandering of people with dementia in the domestic setting. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2007.
- [31] Algase DL, Beattie ERA, Antonakos C, Beel-Bates CA, Yao L. Wandering and the Physical Environment. *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias*®. 2010;25:340-6.
- [32] McShane R, Hope T. Tracking patients who wander: Ethics and technology. *Lancet*. 1994;343:1274.
- [33] Oderud T, Landmark B, Eriksen S, Fossberg AB, Aketun S, Omland M, Hem KG, Ostensen E, Ausen D. Persons with dementia and their caregivers using GPS. *Studies in Health Technology and Informatics*. 2015;217:212-21.
- [34] Williamson B, Aplin T, de Jonge D, Goyne M. Tracking down a solution: Exploring the acceptability and value of wearable GPS devices for older persons, individuals with a disability and their support persons. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*. 2017;12:822-31.

- [35] Sauer A. 10 Lifesaving Location Devices for Dementia Patients. . alzheimers.net/8-8-14-location-devices-dementia/: Accessed April 06, 2018; 2018.
- [36] Bantry White E, Montgomery P, McShane R. Electronic tracking for people with dementia who get lost outside the home: A study of the experience of familial carers. *The British Journal of Occupational Therapy*. 2010;73:152-9.
- [37] Robinson L, Brittain K, Lindsay S, Jackson D, Olivier P. Keeping in touch everyday (KITE) project: Developing assistive technologies with people with dementia and their carers to promote independence. *International Psychogeriatrics*. 2009;21:494–502.
- [38] Burm C. Dementia and elderly GPS tracking devices. *Senior Living Blog*. aplaceformom.com/blog/4-29-15-dementia-and-elderly-gps-tracking-devices: Accessed April 05, 2018; 2017.
- [39] Birkelbach R. Demenzpatienten per GPS-Sensoren orten [Locating dementia patients via GPS sensors]. *Apotheken Umschau, Senioren Ratgeber*. Baierbrunn: Wort & Bild Verlag Konradshöhe GmbH & Co. KG 2017.
- [40] MacAndrew M, Brooks D, Beattie E. NonPharmacological interventions for managing wandering in the community: A narrative review of the evidence base. *Health and Social Care in the Community*. 2018.
- [41] Neubauer NA, Lapierre N, Ríos-Rincón A, Miguel-Cruz A, Rousseau J, Liu L. What do we know about technologies for dementia-related wandering? A scoping review: Examen de la portée : Que savons-nous à propos des technologies de gestion de l'errance liée à la démence? *Canadian Journal of Occupational Therapy*. 2018;85:196-208.
- [42] Pot A, Willemse B, Horjus S. A pilot study on the use of tracking technology: Feasibility, acceptability, and benefits for people in early stages of dementia and their informal caregivers. *Aging and Mental Health*. 2012;16:127-34.
- [43] Liu L, Miguel Cruz A, Ruptash T, Barnard S, Juzwishin D. Acceptance of Global Positioning System (GPS) technology among dementia clients and family caregivers. *J Technol Hum Serv*. 2017;35:99-119.
- [44] Megges H, Freiesleben SD, Jankowski N, Haas B, Peters O. Technology for home dementia care: A prototype locating system put to the test. *Alzheimer's & Dementia: Translational Research & Clinical Interventions*. 2017;3:332-8.
- [45] Megges H, Freiesleben, SD, Rösch, C, Knoll, N, Wessel, L, Peters, O. User experience and clinical effectiveness with two wearable global positioning system devices in home dementia care. *Alzheimer's & Dementia: Translational Research & Clinical Interventions*. 2018;4:636-44.
- [46] Megges H, Jankowski, N, Peters, O. Caregiver needs analysis for product development of an assistive technology system in dementia care. *23th Alzheimer Europe Conference*. St. Julian's, Malta 2013.
- [47] Folstein MF; Folstein S, McHugh P. "Mini-mental state": A practical method for grading the state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*. 1975;12:189–98.
- [48] Morse JM. Principles of mixed methods and multimethod research design. In: Tashakkori A, Teddlie, C, editors. *Handbook of mixed methods in social and behavioral research*. United States of America: Sage Publications, Inc.; 2003. p. 189-208.
- [49] Megges H, Freiesleben, SD, Lüdtke, V, Peters, O. Eine vergleichende Anforderungsanalyse zu Ortungssystemen bei Demenz mit Betroffenen, Angehörigen und Experten [A comparison of the needs and preferences of locating systems by persons with dementia, their primary caregivers and experts]. *Abstractband: Gerontologie und Geriatrie Jahreskongress 2016: Leben und Altern – Funktionalität und Qualität*. 2016;49.

- [50] Wan L, Müller C, Wulf V, Randall D. Addressing the subtleties in dementia care: Pre-study & evaluation of a GPS monitoring system. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Toronto: ACM; 2014. p. 3987-96.
- [51] Haberstroh J, Pantel J. Kommunikation bei Demenz: TANDEM Trainingsmanual [Communication in dementia: TANDEM training manual]. Heidelberg: Springer; 2011.
- [52] Feil N, de Klerk-Rubin V. The Validation Breakthrough: Simple Techniques for Communicating with People with Alzheimer's and Other Dementias. 3 ed. Baltimore: Health Professions Press; 2012.
- [53] Kriz D, Nübling R, Steffanowski A, Wittmann WW, Schmidt J. Patientenzufriedenheit in der stationären Rehabilitation: Psychometrische Reanalyse des ZUF-8 auf der Basis multizentrischer Stichproben verschiedener Indikation [Patient satisfaction in inpatient rehabilitation: Psychometric reanalysis of the ZUF-8 on the basis of multicenter samples]. Zeitschrift für medizinische Psychologie. 2008;17:67-79.
- [54] Schmidt J, Lamprecht F, Wittmann WW. Zufriedenheit mit der stationären Versorgung. Entwicklung eines Fragebogens und erste Validitätsuntersuchungen. [Satisfaction with inpatient care: Development of a questionnaire and first validity assessments]. PPM: Psychotherapie Psychosomatik Medizinische Psychologie. 1989;39:248-55.
- [55] Schmidt J, Nübling R, Kriz D. Patientenbefragung in Akutkrankenhäusern [Patient survey in acute hospitals]. GfQG Gesellschaft für Qualität im Gesundheitswesen GbR. 2013.
- [56] Kessler J, Calabrese P, Kalbe E, Berger F. DemTect. Ein neues Screening-Verfahren zur Unterstützung der Demenzdiagnostik [DemTect: a new dementia screening instrument]. Psycho. 2000;26:343-7.
- [57] Yesavage JA, Brink TL, Rose TL, Lum O, Huang V, Adey M, Leirer Ov. Development and validation of a geriatric depression screening scale: A preliminary report. Journal of Psychiatric Research. 1982;17:37-49.
- [58] Prümper J. Der Benutzungsfragebogen ISONORM 9241/10: Ergebnisse zur Reliabilität und Validität [The Usability Questionnaire ISO (International Organization for Standardization) NORM 9241/10: Results on reliability and validity]. In: Liskowsky R, Velichkovsky BM, Wünschmann W, editors. Software-Ergonomie '97. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag; 1997. p. 253-62.
- [59] Prümper J. Software-evaluation based upon ISO 9241 Part 10. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 1993. p. 255-65.
- [60] Bédard M, Molloy, DW, Squire, L, Dubois, S, Lever, JA, O'Donnell, M. The Zarit Burden Interview: A new short version and screening version. Gerontologist. 2001;41:652-7.
- [61] Schwarzer R, Jerusalem M. Generalized self-efficacy scale. In: Weinman J.; Wright, S. & Johnson, M., editor. Measures in health psychology: A user's portfolio Casual and control beliefs. Windsor, England: NFER-NELSON; 1995. p. 35-7.
- [62] Neyer FJ, Felber J, Gebhardt C. Entwicklung und Validierung einer Kurzsкала zur Erfassung von Technikbereitschaft [Development and validation of a brief measure of technology commitment]. Diagnostica. 2012;58:87-99.
- [63] Brähler E, Mühlhan H, Albani C, Schmidt S. Teststatistische Prüfung und Normierung der deutschen Versionen des EUROHIS-QOL Lebensqualität-Index und des WHO-5 Wohlbefindens-Index [Statistical testing and standardization of the German version of the EUROHIS-QOL quality of life index and the WHO-5 well-being index]. Diagnostica. 2007;53:83-96.

- [64] Karrer K, Glaser C, Clemens C, Bruder C. Technikaffinität erfassen—der Fragebogen TA-EG [Assesment of technological affinity-the TA-EG]. *Der Mensch im Mittelpunkt technischer Systeme*. 2009;8:196-201.
- [65] Kenny DA, Kashy DA, Cook WL. *The Analysis of Dyadic Data*. New York: Guilford Press; 2006.
- [66] Field A. *Discovering Statistics Using SPSS*. 3 ed. London: Sage 2009.
- [67] Enders J, Zimmermann E, Rief M, Martus P, Klingebiel R, Asbach P, Klessen C, Diederichs G, Bengner T, Teichgraber U, Hamm B, Dewey M. Reduction of claustrophobia during magnetic resonance imaging: methods and design of the "CLAUSTRO" randomized controlled trial. *BMC Med Imaging*. 2011;11:4.
- [68] Renteln-Kruse Wv, Neumann L, Klugmann B, Liebetrau A, Golgert S, Dapp U, Frilling B. Kognitiv beeinträchtigte geriatrische Patienten: Patientenmerkmale und Behandlungsergebnisse auf einer spezialisierten Station [Cognitively impaired geriatric patients: patient characteristics and treatment outcomes in a specialized ward]. *Deutsches Ärzteblatt International*. 2015;112.
- [69] Sütterlin S, Hoßmann I, Klingholz R. Demenz-Report: Wie sich die Regionen in Deutschland, Österreich und der Schweiz auf die Alterung der Gesellschaft vorbereiten können [Dementia Report: How the regions in Germany, Austria and Switzerland can prepare for the aging of society]: Berlin-Institut für Bevölkerung und Entwicklung; 2011.
- [70] Edwards AL. The social desirability variable in personality assessment and research. *Academic Medicine*. 1958;33:610-1.
- [71] Olsson A, Engström M, Lampic C, Skovdahl K. A passive positioning alarm used by persons with dementia and their spouses - a qualitative intervention study. *BMC Geriatrics*. 2013;13:11.
- [72] Garrett JJ. *The Elements of User Experience: User-Centered Design for the Web and Beyond*. 2 ed. Berkeley: Pearson Education; 2010.
- [73] Wood E, Ward G, Woolham J. The development of safer walking technology: a review. *Journal of Assistive Technologies*. 2015;9:100-15.
- [74] Chen Y-C, Leung C-Y. Exploring functions of the lost seeking devices for people with dementia. *Work*. 2012;41:3093-100.
- [75] Sarodnick F, Brau H. *Methoden der Usability Evaluation: Wissenschaftliche Grundlagen und praktische Anwendung [Methods of Usability Assessment: Scientific foundations and practical application]*. 1 ed. Bern: Huber; 2006.
- [76] Livingston G, Sommerlad A, Orgeta V, Costafreda SG, Huntley J, Ames D, Ballard C, Banerjee S, Burns A, Cohen-Mansfield J, Cooper C, Fox N, Gitlin LN, Howard R, Kales HC, Larson EB, Ritchie K, Rockwood K, Sampson EL, Samus Q, Schneider LS, Selbæk G, Teri L, Mukadam N. Dementia prevention, intervention, and care. *The Lancet*. 2017;390:1-62.
- [77] Meiland F, Innes A, Mountain G, Robinson L, van der Roest H, García-Casal JA, Gove D, Thyrian JR, Evans S, Dröes R-M, Kelly F, Kurz A, Casey D, Szcześniak D, Dening T, Craven MP, Span M, Felzmann H, Tsolaki M, Franco-Martin M. Technologies to support community-dwelling persons with dementia: A position paper on issues regarding development, usability, effectiveness and cost-effectiveness, deployment, and ethics. *JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies*. 2017;4:1-21.
- [78] Megges H, Rösch C, Freiesleben SD, Peters O. Validierung und Optimierung des individuellen Nutzens von Ortungssystemen in der häuslichen Pflege bei Demenz (VODINO Projekt), Abschlussbericht [Validation and Optimization of the Individual Benefits of Locating Systems in Home Dementia Care (VODINO Project), Report]. Forschungsförderung der Deutschen Alzheimer Gesellschaft eV 2014. Berlin: Charité – Universitätsmedizin Berlin; 2017.

- [79] Lundahl B, Moleni T, Burke BL, Butters R, Tollefson D, Butler C, Rollnick S. Motivational interviewing in medical care settings: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Patient Education and Counseling*. 2013;93:157-68.
- [80] Von Reibnitz C, Sonntag K, Strackbein D. *Patientenorientierte Beratung in der Pflege: Leitfäden und Fallbeispiele*: Springer-Verlag; 2016.
- [81] Olsson A, Engström M, Asenlöf P, Skovdahl K, Lampic C. Effects of tracking technology on daily life of persons with dementia: Three experimental single-case studies. *American Journal of Alzheimer's Disease and Other Dementias*. 2014;30:29-40.
- [82] Topfer LA. GPS locator devices for people with dementia. *CADTH Issues in Emerging Health Technologies*. Ottawa: Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health; 2016.
- [83] Patomella A-H, Lovarini M, Lindqvist E, Kottorp A, Nygård L. Technology use to improve everyday occupations in older persons with mild dementia or mild cognitive impairment: A scoping review. *British Journal of Occupational Therapy*. 2018;81:555–65.
- [84] Milne H, Pol, M., McCloughan, L., Hanley, J., Mead, G., Starr, J. The use of global positional satellite location in dementia: A feasibility study for a randomized controlled trial. *BMC Psychiatry*. 2014;14:1-13.
- [85] Nakamura A, Kaneko N, Villemagne VL, Kato T, Doecke J, Doré V, Fowler C, Li Q-X, Martins R, Rowe C. High performance plasma amyloid- β biomarkers for Alzheimer's disease. *Nature*. 2018;554:249.
- [86] O'Bryhim BE, Apte RS, Kung N, Coble D, Van Stavern GP. Association of preclinical Alzheimer disease with optical coherence tomographic angiography findings. *JAMA ophthalmology*. 2018;136:1242-8.
- [87] Perälä S, Mäkelä K, Salmenaho A, Latvala R. Technology for elderly with memory impairment and wandering risk. *E-Health Telecommunication Systems and Networks*. 2013;2:13-22.

7. Eidesstattliche Versicherung und Anteilserklärung

Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Herlind Megges, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: *Die Akzeptanz diagnostischer Untersuchungsmethoden und assistiver Technologien bei Demenz* selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) werden von mir verantwortet.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem Betreuer, angegeben sind. Für sämtliche im Rahmen der Dissertation entstandenen Publikationen wurden die Richtlinien des ICMJE (International Committee of Medical Journal Editors; www.icmje.org) zur Autorenschaft eingehalten. Ich erkläre ferner, dass mir die Satzung der Charité – Universitätsmedizin Berlin zur Sicherung Guter Wissenschaftlicher Praxis bekannt ist und ich mich zur Einhaltung dieser Satzung verpflichte.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§156,161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Datum

Unterschrift

Anteilerklärung an den erfolgten Publikationen

Publikation 1:

Estrella, M., Roberts, A., Mäurer, A., Fiebach, J., Buchert, R., Steinhagen-Thiessen, E., Peters, O., Megges, H. (2016). Akzeptanz der Demenzdiagnostik bei stationären, geriatrischen Patienten [Acceptance of dementia diagnostics by geriatric hospital patients]. Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie. 2016; 50: 52-8.

<https://doi.org/10.1007/s00391-016-1031-3>

Beitrag im Einzelnen:

Herlind Megges war innerhalb ihrer Arbeitsgruppe die wissenschaftliche Leitung für ein Subprojekt im Rahmen der IDSS Studie, in dem mit der Forschungsgruppe Geriatrie zusammengearbeitet wurde. Sie war hauptverantwortlich für die methodische Planung und die Auswahl der Skalen zur Patientenzufriedenheit mit den unterschiedlichen Untersuchungsmethoden im Rahmen der IDSS-Studie. Zudem führte sie organisatorische Aufgaben durch, um Patienten mittels Lumbalpunktion innerhalb ihrer Arbeitsgruppe untersuchen zu können. Gemeinsam mit der Erstautorin wurde die Forschungsfrage eingegrenzt und die Ergebnisse analysiert und diskutiert. Herlind Megges war maßgeblich am Verfassen des Artikels beteiligt.

Publikation 2:

Megges, H., Freiesleben, S.D., Jankowski, N., Haas, B., Peters, O. (2017). Technology for home dementia care: A prototype locating system put to the test. Alzheimer's & Dementia: Translational Research & Clinical Interventions. 2017; 3: 332-8.

<https://doi.org/10.1016/j.trci.2017.04.004>

Beitrag im Einzelnen:

Herlind Megges war die Projektleitung und somit die hauptverantwortliche Person bei der Planung und Durchführung der DCS-Studie. Sie verfasste den Ethikantrag und holte das Ethikvotum ein. Sie rekrutierte die 36 Studienteilnehmenden. Gemeinsam mit einer Kollegin führte Sie die 36 Studientermine mit Schulung, Fragebögen und Interviews durch (72% von Herlind Megges). Die Datenauswertung erfolgte zunächst eigenständig. Tiefgehende Analysen wurden unter der Leitung von Herlind Megges gemeinsam mit

einer Kollegin durchgeführt. Die ausführlichen Recherchen zum theoretischen Hintergrund sowie die Fertigstellung und Anfertigung von nationalen und internationalen Konferenzbeiträgen wurden eigenständig durchgeführt. Herlind Megges war die Hauptverfasserin des Artikels.

Publikation 3:

Megges, H., Freiesleben, S.D., Rösch, C., Wessel, L., Knoll, N., Peters, O. (2018). User experience and clinical effectiveness with two wearable global positioning system devices in home dementia care. *Alzheimer's & Dementia: Translational Research & Clinical Interventions*. 2018; 4: 636-44. <https://doi.org/10.1016/j.trci.2018.10.002>

Beitrag im Einzelnen:

Herlind Megges war die Projektleitung und somit die hauptverantwortliche Person bei der Planung und Durchführung der VODINO-Studie. Sie verfasste den Ethikantrag und holte das Ethikvotum ein. Sie rekrutierte die 40 Studienteilnehmenden. Gemeinsam mit einer Kollegin führte Sie die 58 Studientermine mit Schulung, Fragebögen und Interviews durch (75% von Herlind Megges). Die Datenauswertung erfolgte zunächst eigenständig. Tiefgehende Analysen wurden unter der Leitung von Herlind Megges gemeinsam mit zwei Kolleginnen durchgeführt. Die ausführlichen Recherchen zum theoretischen Hintergrund sowie die Fertigstellung und Anfertigung von nationalen und internationalen Konferenzbeiträgen wurden eigenständig durchgeführt. Herlind Megges war die Hauptverfasserin des Artikels.

Datum und Stempel

Unterschrift des betreuenden Hochschullehrers

Datum

Unterschrift der Doktorandin

8. Druckexemplare der ausgewählten Publikationen

8.1 Akzeptanz der Demenzdiagnostik bei stationären, geriatrischen Patienten

Estrella, M., Roberts, A., Mäurer, A., Fiebach, J., Buchert, R., Steinhagen-Thiessen, E., Peters, O., Megges, H. (2016). Akzeptanz der Demenzdiagnostik bei stationären, geriatrischen Patienten [Acceptance of dementia diagnostics by geriatric hospital patients]. Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie. 2016; 50: 52-8.

<https://doi.org/10.1007/s00391-016-1031-3>.

Impact Factor: ISI-Web Journal Citation Report 2017: 1.16.

Eine Genehmigung des Verlages zur weltweiten Online-Veröffentlichung dieses Artikels liegt nicht vor.

8.2 Technology for home dementia care: A prototype locating system put to the test

Megges, H., Freiesleben, S.D., Jankowski, N., Haas, B., Peters, O. (2017). Technology for home dementia care: A prototype locating system put to the test. *Alzheimer's & Dementia: Translational Research & Clinical Interventions*. 2017; 3: 332-8.

<https://doi.org/10.1016/j.trci.2017.04.004>.

Impact Factor: Scopus Journal Metrics: CiteScore: 2.85; Source Normalized Impact per Paper (SNIP): 0.997; SCImago Journal Rank (SJR): 1.108.*

* Hinweis zur Listung des Journals *Alzheimer's & Dementia: Translational Research & Clinical Interventions* im Institute for Scientific Information (ISI) Web of Knowledge: „It is expected that the journal *Alzheimer's & Dementia: Translational Research & Clinical Interventions* will be listed in the ISI Web of Knowledge Database within 2 years.” E-Mail Antwort des ELSEVIER Journal Managers Stacey Kauffman am 20.07.2018.

Eine Genehmigung des Verlages zur weltweiten Online-Veröffentlichung dieses Artikels liegt vor (Open Access).

Featured Article

Technology for home dementia care: A prototype locating system put to the test

Herlind Megges^{a,b,*}, Silka Dawn Freiesleben^a, Natalie Jankowski^{a,1}, Brigitte Haas^{a,b},
Oliver Peters^{a,b}

^aDepartment of Psychiatry, Charité-Universitätsmedizin Berlin, corporate member of Freie Universität Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin, and Berlin Institute of Health (BIH), Berlin, Germany

^bGerman Center for Neurodegenerative Diseases (DZNE), Berlin, Germany

Abstract

Introduction: The user experience of persons with dementia and their primary caregivers with locating systems is not firmly established.

Methods: Eighteen dyads used a prototype locating system during 4 weeks. Primary outcome measures were ratings of usability, and product functions and features. Secondary outcome measures were caregiver burden, perceived self-efficacy, frequency of use, and willingness to purchase the prototype. Changes in scores between baseline (T₁) and end of testing period (T₂) were compared by performing independent and dependent samples correlations and descriptive statistics.

Results: Seventeen dyads made up the final sample. Ratings of usability and product functions and features were fair, but usability ratings were significantly reduced after 4 weeks. Although the prototype was used infrequently by majority of the participants, most caregivers would be willing to purchase the prototype, with men more willing than women. No significant change in technological willingness, caregiver burden, or perceived self-efficacy was found between T₁ and T₂. Perceived self-efficacy significantly negatively correlated with willingness to purchase the prototype after 4 weeks.

Discussion: Results highlight the importance of including end users in the research and development phase of locating systems to improve the user experience in home dementia care. Necessary indications for further research are carrying out randomized controlled trials with larger, more representative samples and developing innovative software and hardware solutions.

© 2017 The Authors. Published by Elsevier Inc. on behalf of the Alzheimer's Association. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Keywords:

Assistive living technologies; Technology; Caregivers; Dementia; Locating systems; Tracking systems; User experience; Usability

1. Introduction

In 2015, the number of persons diagnosed with dementia (PwD) was estimated at almost 47 million worldwide [1]. By 2050, this number is projected to increase about 135 million owing primarily to aging populations [2]. Currently, most

care received by PwD is provided by informal, primary caregivers, such as family members, friends, or others [3]. Research to date has overwhelmingly shown that informal care places a high amount of mental, physical and financial stress, and burden on caregivers, including suffering from anxiety, depression, sleep disturbances, reduced immune function, and job loss [4]. Accordingly, investing in research to develop innovative, promising, as well as equitable care solutions for home and residential dementia care is considered an essential component of a global dementia care plan [2]. To this end, developing assistive living technologies that particularly aid PwD to maintain their ability to

The authors have declared that no conflict of interest exists.

¹Current Affiliation: Department of Rehabilitation Sciences, Humboldt University, Berlin, Germany.

*Corresponding author. Tel.: +49-30-450-540086; Fax: +49-30-450-540997.

E-mail address: herlind.megges@charite.de

<http://dx.doi.org/10.1016/j.trci.2017.04.004>

2352-8737/© 2017 The Authors. Published by Elsevier Inc. on behalf of the Alzheimer's Association. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

independently carry out activities of daily living is regarded as a key research area [5], with much research to date focusing on the use of tracking or locating systems.

By using global positioning system (GPS) technology, locating systems make it possible to address one of the first significant sources of stress and burden faced by PwD and caregivers alike in the early stages of dementia, namely disorientation or getting lost while outside the home environment alone [6]. This is done by determining the location of PwD in real time and by providing assistance with orientation to PwD and caregivers when needed. In recent years, research on the user experience of locating systems by PwD and caregivers has gained increasing attention [7,8], yet differences in the definition of user experience between studies make comparing results difficult.

At present, a large number of locating systems, such as watches, tracking pagers, or shoe soles, are commercially available [9]. However, their adoption and long-term use remains low outside research and clinical settings [10,11]. It has been described that methodological limitations such as relying on proxy evaluations of user experience by having caregivers or professionals answer in place of PwD help contribute to the observed underutilization of locating systems [12]. Furthermore, the importance of adequate knowledge on using locating systems was emphasized [13]. Other studies using GPS technology focused on research questions regarding mobility and cognitive impairment. Their results indicated life space parameters may contribute to monitor functional decline in dementia [14], and caregiver burden was closely correlated to challenging walking behavior of PwD [15,16].

Accordingly, the aim of the present study was to evaluate the user experience regarding a prototype locating system in home dementia care to better understand the needs and preferences of PwD and their caregivers. User experience within this study is defined based on the ISONORM 9241/210 [17]. As user experience is a multifaceted construct that comprises users' affective, cognitive, and behavioral attitudes toward a product [17–19], we set out to assess participants' responses to the following variables: usability, ratings of the prototype's functions and features, caregiver burden, perceived self-efficacy, subjective frequency of use, and willingness to purchase the prototype.

2. Methods

2.1. Sample

A total of 18 dyads of PwD and their primary caregivers participated in our user study. Recruitment was done following a convenience sampling technique from eligible patients and their primary caregivers of the Charité University Hospital's Memory Clinic. To ensure having a more representative user evaluation, PwD with different dementia severities were included. In total, three (16.7%) had a mild cognitive impairment, six (33.3%) had a mild disease severity, and

nine (50%) had a moderate disease severity based on their Mini-Mental State Examination (MMSE) scores obtained no longer than one month before inclusion, performed by an experienced neuropsychologist. Similarly, primary caregivers were made up of ten husbands (55.6%), six wives (33.3%), and two daughters (11.1%). Participants provided their written informed consent at baseline. Ethics approval was obtained by the Charité Ethics Board, number EA4/033/13.

2.2. Materials

2.2.1. Prototype locating system

The locating system used was a mobile application (app; webXells GmbH, Potsdam, Germany) featuring four main functions: locating, call, alarm, and service hotline, and two sub functions: zone mapping and zone sharing. As the name implies, the locating function allows to remotely locate PwD using GPS technology. In real time, a city map mapping the user's location is created (i.e., zone mapping). Caregivers are able to create individual habitual zones for PwD with the Geofencing function. Should the app locate a PwD as entering or leaving a habitual zone, a notification message can be sent to their caregiver (SMS; i.e., zone sharing). The call function allows users to come into telephone contact, whereas the alarm function allows PwD to call their caregiver when they need more urgent assistance, and the service hotline function enables users to obtain ongoing technological assistance. Our team selected this prototype as we have previously conducted a user study with an earlier version of the prototype with caregivers [20]. In short, the prototype was positively rated overall, suggesting its promising future research and development potential.

2.2.2. Additional products

To use the app, PwD received a Samsung Galaxy xCover smartphone with the prototype preinstalled. We recommended to wear the smartphone in an adjustable waistband, but depending on individual preferences, any other kind of wearing the device nearby and safely secured within clothing or handbag was optional. Caregivers received either a Samsung Galaxy Tab II tablet personal computer (PC; $n = 9$) or a Samsung Galaxy Note II smartphone ($n = 9$) with the prototype preinstalled. These products were selected as they feature a touch screen with a large display and are devoid of unnecessary functions. Fig. 1 shows the tablet PC and the smartphone, both with the installed prototype.

2.3. Study design

2.3.1. Baseline (T_1)

The entire testing period lasted for 4 weeks from baseline (T_1) to the end of the testing period (T_2). All questionnaires at T_1 and T_2 were completed by caregivers.



Fig. 1. Tablet PC for caregiver and smartphone for PwD, both with the installed prototype.

During the first meeting, caregivers completed a demographics questionnaire, the short version of the Zarit Burden Interview (ZBI) [21], and the General Self-Efficacy (GSE) scale [22]. The ZBI short version contains 12 questions, each scored on a five-point Likert scale ranging from 0 = never to 4 = nearly always. Total scores range from 0 to 48, where higher scores indicate higher subjective burden. The GSE scale was used to measure how caregivers perceive themselves when handling stressful situations. Questions follow a four-point Likert scale ranging from 1 = not true at all to 4 = exactly true. Total scores range from 1 to 40, with higher scores indicating higher perceived self-efficacy. The demographics questionnaire included questions on PwD's walking behavior, impairments in orientation, and the number of times caregivers had to search PwD outside the home environment. Two questions also assessed subjective technological experience, namely: (1) "How much experience do you have with the following products: cell phone without Internet, smartphone, tablet PC, and computer?" and (2) "How often do you use the following functions: SMS, e-mail, telephone, Internet, navigation system?" Each question used a four-point Likert scale ranging from 1 = none/never to 4 = a lot/very often, and total scores ranged from 9 to 36, with higher scores indicating a higher subjective technological experience. To measure technological commitment, four select questions of the German Technology Commitment Scale were used [23]. The questions specifically measured acceptance or openness toward technological products ($n = 3$) and perceived self-competence with regards to using such tools ($n = 1$) on five-point Likert scales ranging from 0 = not at all true to 4 = completely true. Final scores range from a possible 0 to 16, with higher scores indicating higher subjective technological commitment.

Dyads then participated in an interactive educational training session of 30 minutes during which they received their products and information on how to use them. Depending on preexisting technological experience, the training sessions lasted longer or were even shorter than 30 minutes. To verify whether the provided information was understood, caregivers completed these four tasks: (1) use the locating function to locate PwD; (2) use zone mapping function to map out the location of PwD; (3) use the call function to call PwD; and (4) call the service hotline. Afterward, caregivers completed the ISONORM 9241/10 questionnaire [24] to assess their usability rating of the prototype. This questionnaire measures seven areas of usability, including the following: (1) suitability for the task, (2) self-descriptiveness, (3) controllability, (4) conformity with user expectations, (5) error tolerance, (6) suitability for individualization, and (7) suitability for learning. Answers follow a seven-point Likert scale ranging from 1 = not at all satisfied to 7 = very satisfied, and the maximum number of points a person can obtain is 210. To examine whether dyads used the prototype on a regular basis, and to assess their ongoing experience, they received a user diary. Dyads were asked to specify a situation where they had used the prototype, describe any difficulties experienced, list the attitudes of the PwD toward the prototype, and report on how satisfied they were with the prototype overall on a scale ranging from 0 = not at all satisfied to 4 = very satisfied.

2.3.2. End of testing period (T_2)

Caregivers completed the ZBI, GSE, and ISONORM 9241/10 a second time to assess any possible changes from baseline. Furthermore, dyads completed a 40-minute semistructured interview to rate the prototype's

product functions and features. The product functions and the main product features (i.e., font style, font size, font color, overall colors displayed, icons used to represent product functions, and labels given to product functions), were rated on a five-point Likert scale ranging from 0 to 4, with higher numbers indicating more positive ratings (0 = very poor, 1 = poor, 2 = fair, 3 = good, 4 = very good). Furthermore, caregivers reported their subjective frequency of use of the prototype on a scale ranging from 0 = never used to 4 = used very often. In addition, participants commented on their quantitative ratings within the interview. To examine whether caregivers' ability to use the prototype had improved over the 4 weeks, the same four practical tasks at baseline were readministered. Finally, the caregivers were asked if they would purchase the prototype (0 = yes, 1 = no) and for the maximum amount of money they would spend for a system covering all individual needs. Possible answers covered the amounts of 39.99€, 59.99€, 79.99€, and 99.99€.

2.4. Statistical analysis

SPSS Statistics 23 was used to analyze data. T_1 and T_2 results were compared by performing independent samples t-tests, paired samples t-tests, Pearson's correlations, chi-square tests, and descriptive statistics.

3. Results

3.1. Participant characteristics

Before data analysis, data were inspected for outliers and were not detected. Of the 18 dyads included at T_1 , one dyad dropped out for reasons unrelated to study involvement (dropout rate: 5.6%). Unless otherwise specified, the reported results are from these 17 dyads. Participant characteristics at baseline are presented in Table 1.

As expected, MMSE scores correlated with baseline caregiver burden scores, $r = -0.53$, $P = .024$. No other significant findings between other demographic variables were found at baseline. Regarding PwD's walking behavior, the majority were able to walk outside alone at study inclusion ($n = 14$; 82.4%), but several were rated as displaying impairments with orientation, ranging from none ($n = 3$; 17.6%), mild ($n = 4$; 23.5%), moderate ($n = 7$; 41.2%), to severe ($n = 3$; 17.6%). Almost all caregivers never had to search PwD outside the home environment ($n = 15$; 88.2%), and only one caregiver (5.9%) had used a locating system in the past.

3.2. Primary outcome measures

3.2.1. Usability

The total usability rating of the prototype declined significantly from T_1 to T_2 , $t(16) = 2.34$, $P = .032$. The variation in range of scores is also larger at T_2 , indicating that

Table 1
Participant characteristics at baseline (T_1)

Characteristic	PwD ($n = 18$)	Caregivers ($n = 18$)
Gender ratio (male/female)	7/11	10/8
Age (years); range	71.94 \pm 5.01; 62–82	66.89 \pm 10.65; 41–78
MMSE score (out of 30)	18.89 \pm 7.49 (5–29)	
MCI (cutoff 28)	3	—
Mild (cutoff < 28 > 20)	7	—
Moderate (cutoff \leq 20)	8	—
Number of years diagnosed with dementia		
Two or less	6	—
Three or more	12	—
Educational attainment		
High school	—	5
College	—	2
University	—	11
Living with PwD	—	16
Technological experience (out of 36)	—	23.1 \pm 6.0 (9–32)
TCS (out of 16)	—	9.9 \pm 3.3 (5–16)
GSE (out of 40)	—	29.7 \pm 4.8 (19–36)
ZBI (out of 48)	—	13.4 \pm 7.2 (0–28)

Abbreviations: PwD, persons diagnosed with dementia; MMSE, Mini-Mental State Examination; MCI, mild cognitive impairment; Technological experience, higher scores indicate higher technological experience; TCS, Technology Commitment Scale—higher scores indicate higher technological commitment; GSE, General Self-Efficacy Scale—higher scores indicate higher perceived self-efficacy; ZBI, Zarit Burden Interview—higher scores indicate higher burden.

NOTE. Continuous variables are displayed as mean value \pm standard deviation, with minimum and maximum scores in parentheses.

caregivers' usability rating was more similar at T_1 and more widespread at T_2 . Results are displayed in Fig. 2. Concerning the seven usability subcategories, all scores decreased from T_1 to T_2 , with categories one (i.e., suitability

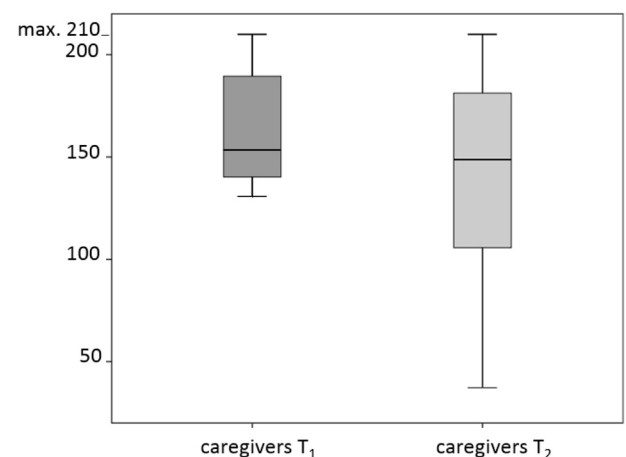


Fig. 2. Total usability evaluation of the prototype with the ISONORM 9241/10: scores ranging from 0 to 210; higher scores indicate better usability ratings. T_1 : $M = 163.5 \pm 28.7$; min/max = 130.75/210. T_2 : $M = 139.94 \pm 46.5$; min/max = 37.25/210. Continuous variables are displayed as mean value \pm standard deviation. Abbreviations: min, minimum; max, maximum; M, mean value.

for the task), three (i.e., controllability), four (i.e., conformity with user expectations), and six (i.e., suitability for individualization) significantly reducing, where $t(16) = 2.37, P = .031$; $t(16) = 2.27, P = .037$; $t(16) = 2.17, P = .045$; and $t(16) = 2.12, P = .05$, respectively. Usability rating at T_1 or T_2 did not correlate with any relevant variable at either time point.

3.2.2. Ratings of product functions and features

3.2.2.1. Product functions

Overall, the prototype was rated fairly with respect to product functions ($M = 2.4$; standard deviation [SD] = 0.9; min/max = 0/4). Of the functions to be rated, the locating function was rated most positively ($M = 2.8$; SD = 1.1; min/max = 0/4), followed by the zone mapping function ($M = 2.6$; SD = 1.2; min/max = 0/4), the service hotline function ($M = 2.4$; SD = 1.3; min/max = 0/4), the call function ($M = 2.3$; SD = 1.2; min/max = 0/4), and the zone sharing function ($M = 2.2$; SD = 1.5; min/max = 0/4). The alarm function was rated most negatively ($M = 2.0$; SD = 1.7; min/max = 0/4). No significant differences between function ratings were found. Comments made by participants identified three specific areas of dissatisfaction with the zone mapping function, namely the number of steps needed to take to map zones ($n = 3$; 17.6%), the complexity of these steps ($n = 3$; 17.6%), and the reliability of this function ($n = 4$; 23.5%). In addition, five caregivers (29.4%) explicitly stated the overall functioning of the prototype as unreliable due to technological problems. In general, they complained about the complex functions and lacking reliability. In detail, they criticized the not precisely working Geofencing. One caregiver mentioned that the prototype had helped them locate the PwD three times during the study.

3.2.2.2. Product features

Similarly, the prototype's product features were fairly rated ($M = 2.3$; SD = 0.9; min/max = 0/4). Of the features to be rated, the overall colors displayed received the best rating ($M = 2.9$; SD = 0.9; min/max = 1/4), followed by the labels given to the different product functions ($M = 2.7$; SD = 0.7; min/max = 2/4), the font style ($M = 2.6$; SD = 0.9; min/max = 1/4), and the icons used ($M = 2.5$; SD = 0.9; min/max = 1/4). The font size and font colors were rated equally least positively ($M = 2.1$; SD = 1.1; min/max = 0/4; min/max = 1/4, respectively). A significant difference was found between the overall colors displayed and the font colors, $t(16) = 3.25, P = .005$, as well as with font size, $t(16) = 2.64, P = .018$. Some participants ($n = 4$; 23.5%) would have preferred to wear the prototype integrated into a watch or another small device avoiding to stigmatize the PwD.

Ratings of the product functions or features did not correlate with any relevant variable at T_1 or T_2 , and dyads' overall weekly satisfaction ratings of the prototype furthermore show that it was fairly rated

each week ($M_{\text{range}} = 1.83\text{--}2.3$; $SD_{\text{range}} = 0.82\text{--}1.2$; min/max_{range} = 0/3), with no significant difference found between any given week. Further reports from the user diary revealed a list of difficult situations while using the prototype. One caregiver reported on removal of the smartphone from the waistband by the PwD. The locating device was temporarily lost and by this caused additional burden. In terms of the acceptance of the PwD to constantly wear the device, $n = 4$ (23.5%) reported overall positive and $n = 2$ (11.8%) negative attitudes. If the caregiver received a tablet PC or a smartphone did neither influence the primary outcome measures nor the time to complete tasks.

3.3. Secondary outcome measures

3.3.1. Caregiver burden and perceived self-efficacy

No significant difference in caregiver burden from T_1 ($M = 13.4$; SD = 7.2; min/max = 0/28) to T_2 ($M = 12.4$; SD = 7.6; min/max = 0/28) or in perceived self-efficacy from T_1 ($M = 29.7$; SD = 4.8; min/max = 19/36) to T_2 ($M = 28.3$; SD = 4.8; min/max = 18/38) was found.

3.3.2. Subjective frequency of use and time to complete tasks

Dyads believed to have used the prototype a moderate number of times during the testing period ($M = 2.3$; SD = 1.1; min/max = 1/4), and most mentioned having used it when going for a walk ($n = 8$; 47.1%), visiting family and friends ($n = 5$; 29.4%), and for grocery shopping ($n = 5$; 29.4%). Although the time required to complete the four practical tasks decreased from T_1 ($M = 5:24$ minutes; SD = 4:27; min/max = 1:17/19:24) to T_2 ($M = 3:45$ minutes; SD = 2:05; min/max = 0:37/9:15), no significant difference between both time points was found.

3.3.3. Willingness to purchase the prototype

Most caregivers ($n = 13$; 76.5%) mentioned being willing to purchase the prototype, and results of our chi-square test show that men were more willing than women, $\chi^2(1, N = 17) = 7.46, P = .029$. Concerning the pricing for a system that covers all needs, the largest proportion of participants chose 39.99€ ($n = 8$; 47%) as suitable. Followed by 23.5% ($n = 4$), who would pay up to 59.99€, 11.8% ($n = 2$) up to 79.99€, and 17.6% ($n = 3$) up to 99.99€. In addition, a significant negative correlation between perceived self-efficacy at T_2 and willingness to purchase the prototype was found, $r = -0.483, P = .049$.

4. Discussion

The present study reports on the user experience with a prototype locating system in home dementia care. As expected, baseline MMSE and caregiver burden scores

were significantly correlated. Regarding user experience, usability ratings show that the prototype was rated fairly at both time points, although surprisingly ratings significantly decreased over time. This indicates several experienced technical deficiencies affecting usability and underlines the importance of reliable systems (e.g., regarding GPS accuracy and Geofencing). Other studies already stated challenges concerning complex GPS-locating systems [25]. Reliability and user-friendliness are of highest importance, especially for the caregiver, but also for the PwD. In addition to this, our results show that potential users have to be trained. This indicates the need to develop training manuals and programs for users with few technological experience, also stated by other authors [13].

Furthermore, we found that four subcategories of usability (i.e., suitability for the task, controllability, conformity with user expectations, and suitability for individualization) significantly diminished after time. Focusing on these four areas of usability when developing locating systems may contribute toward improving usability scores, especially after users acquire more experience. This suggestion seems particularly relevant given that usability ratings were not significantly associated with any other variable, implying that the inherent characteristics of the prototype influenced usability ratings rather than the external characteristics of participants (e.g., caregiver burden, or technological experience and commitment). The fair ratings of the product's functions and features reported here are encouraging, considering that the locating system was merely a prototype. Although these results are largely descriptive, this type of information regarding usability is surprisingly limited in the available literature, which limits our knowledge on the needs and preferences of potential users. As expected, participants preferred the locating function, but no function was rated significantly better than another.

In any case, the fair ratings of the prototype are at odds with the finding that it was used infrequently by most of the participants. One way to interpret this discrepancy is that PwD and caregivers are open to the idea of receiving additional forms of support in home dementia care and accordingly rated the prototype fairly overall. Other studies suggest the high potential of assistive technologies in home dementia care similarly [25], in particular, the positive effects of locating systems for caregivers were mentioned [6]. Interestingly, we additionally found that most caregivers, men more than women, would be willing to purchase the prototype. Those who rate themselves as handling stressful situations well are more inclined to purchase a locating system. This is reflected by a significant negative correlation between self-efficacy at T₂ and willingness to purchase the prototype.

The statistical power of this study is limited by the small sample size. Furthermore, PwD were not directly in focus

of our research, which might be a methodological limitation [12]. Nevertheless, aiming to explore the dyad as an entity, we gathered some interesting insights on PwD indirectly. Because the assessment of the user experience of cognitively impaired is a challenge, we recommend to focus on qualitative methods, such as problem-centered interview [26] and participatory design approaches [27]. Including dyads in early development would additionally support recommendations with the aim to provide a person-centered approach for dementia care [28]. A further limitation of our study is the lack of data with respect to the frequency of use, which was caused by a technological limitation of the tested system. Also other small user studies have experienced challenges, leading to comparable limitations [6,25]. Finally, it can be speculated that the duration of our study was too short and PwD were not sufficiently impaired to investigate the usefulness of the tested system in depth.

In summary, our study could be seen rather as a pilot study in this very young research area, focusing on implications for further research obtainable from these findings. Thus, developing innovative software solutions for caregivers and hardware solutions for PwD is one relevant implication. In this context, future experiments should also focus on locating systems already available and evaluating their current quality. Nevertheless, the most important conclusion is the high relevance of carrying out randomized controlled trials with larger, more representative samples in a real environment. This recommendation was also stated by other authors [12,29]. Proposed suitable outcome measures in earlier studies were "time spent searching" and "days until long-term admission" [29] as well as caregivers' well-being and quality of life [15]. Because technological limitations often inhibit to investigate the usefulness of assistive technology, we recommend to focus on the usability, until these kinds of limitations have been overcome. In addition, future studies that include different stakeholders will likely help us gain more insights into how to better address the needs and preferences of PwD and caregivers to improve their user experience with locating systems. As this kind of research addresses many disciplines such as business, design, gerontology, neurology, and psychiatry, focusing on interdisciplinary research is required.

Taken together, our findings highlight the importance of including end users in the research and development phase of locating systems to improve user experience of locating systems in home dementia care.

Acknowledgments

This work was supported by the Investitionsbank des Landes Brandenburg (ILB), grant number 80153908 (ProVIEL-EFRE OP 18). ILB had no involvement in data collection, analysis, and interpretation or in article preparation and final submission.

RESEARCH IN CONTEXT

1. Systematic review: The authors reviewed the literature (e.g., PubMed) and meeting abstracts and presentations. Although a number of locating systems exist, their adoption in home dementia care remains low, and the inclusion of persons with dementia in user experience studies is limited. These relevant citations are appropriately cited.
2. Interpretation: Our findings highlight the importance of including persons with dementia and their primary caregivers in the research and development phase of locating systems to improve use experience in home dementia care.
3. Future directions: Recommendations to improve user experience are provided based on ratings of usability, and product functions and features. Future studies more heavily involving persons with dementia, as well as different stakeholders, are welcomed.

References

- [1] Winblad B, Amouyel P, Andrieu S, Ballard C, Brayne C, Brodaty H, et al. Defeating Alzheimer's disease and other dementias: a priority for European science and society. *Lancet Neurol* 2016;15:455–532.
- [2] Prince M, Guerchet M, Prina M. Policy brief for heads of government: the global impact of dementia 2013-2050. London: Alzheimer's Disease International; 2013.
- [3] Brodaty H, Donkin M. Family caregivers of people with dementia. *Dialogues Clin Neurosci* 2009;11:217–28.
- [4] Alzheimer's Association. 2015 Alzheimer's disease facts and figures. *Alzheimer's Dement* 2015;11:332.
- [5] Teipel S, Babiloni C, Hoey J, Kaye J, Kirste T, Burmeister OK. Information and communication technology solutions for outdoor navigation in dementia. *Alzheimer's Dement* 2016;12:695–707.
- [6] Pot AM, Willemsse BM, Horjus S. A pilot study on the use of tracking technology: feasibility, acceptability, and benefits for people in early stages of dementia and their informal caregivers. *Aging Ment Health* 2012;16:127–34.
- [7] Landau R, Werner S. Ethical aspects of using GPS for tracking people with dementia: recommendations for practice. *Int Psychogeriatr* 2012; 24:358–66.
- [8] Landau R, Werner S, Auslander GK, Shoval N, Heinik J. Attitudes of family and professional care-givers towards the use of GPS for tracking patients with dementia: an exploratory study. *Br J Soc Work* 2009;39:670–92.
- [9] C. Burm. Dementia and elderly GPS tracking devices: Sr Living Blog, 2015. Available at: aplaceformom.com/blog/4-29-15-dementia-and-elderly-gps-tracking-devices. Accessed August 31, 2016
- [10] Robinson L, Brittain K, Lindsay S, Jackson D, Olivier P. Keeping in touch everyday (KITE) project: developing assistive technologies with people with dementia and their carers to promote independence. *Int Psychogeriatr* 2009;21:494–502.
- [11] White EB, Montgomery P, McShane R. Electronic tracking for people with dementia who get lost outside the home: a study of the experience of familial carers. *Br J Occup Ther* 2010;73:152–9.
- [12] Olsson A, Engstrom M, Asenlof P, Skovdahl K, Lampic C. Effects of tracking technology on daily life of persons with dementia: three experimental single-case studies. *Am J Alzheimers Dis Other Demen* 2015;30:29–40.
- [13] Oderud T, Landmark B, Eriksen S, Fossberg AB, Aketun S, Omland M, et al. Persons with dementia and their caregivers using GPS. *Stud Health Technol Inform* 2015;217:212–21.
- [14] Tung JY, Rose RV, Gammada E, Lam I, Roy EA, Black SE, et al. Measuring life space in older adults with mild-to-moderate Alzheimer's disease using mobile phone GPS. *Gerontology* 2014; 60:154–62.
- [15] Werner S, Auslander GK, Shoval N, Gitlitz T, Landau R, Heinik J. Caregiving burden and out-of-home mobility of cognitively impaired care-recipients based on GPS tracking. *Int Psychogeriatr* 2012;24:10.
- [16] Shoval N, Auslander G, Freytag T, Landau R, Oswald F, Seidl U, et al. The use of advanced tracking technologies for the analysis of mobility in Alzheimer's disease and related cognitive diseases. *BMC Geriatr* 2008;8:1–12.
- [17] DIN EI. 9241-210 (2010): Ergonomie der Mensch-System-Interaktion-Teil 210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme [Ergonomics of human-system interaction—Part 210: human-centred design for interactive systems] Berlin: Beuth; 2011.
- [18] Forlizzi JF, Shannon The building blocks of experience: an early framework for interaction designers. Proceedings of the 3rd conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques. New York City, New York, USA: ACM; 2000. p. 419–423.
- [19] Law ER V, Vermeeren A, Kort J, Hassenzahl M. Towards a shared definition of user experience. CHI '08 Extended abstracts on human factors in computing systems. Florence, Italy: ACM; 2008. p. 2395–8.
- [20] Megges H, Jankowski N, Peters O. Caregiver needs analysis for development of an assistive technology system in dementia care. Proceedings of the 23rd Alzheimer Europe Conference. St. Julian's, Malta: Alzheimer Europe; 2013. p. 84–5.
- [21] Bedard M, Molloy DW, Squire L, Dubois S, Lever JA, O'Donnell M. The Zarit Burden Interview: a new short version and screening version. *Gerontologist* 2001;41:652–7.
- [22] Schwarzer R, Jerusalem M. Generalized self-efficacy scale. In: Weinman JW S, Johnson M, eds. Measures in health psychology: A user's portfolio Casual and control beliefs. Windsor, England: NFER-NELSON; 1995. p. 35–7.
- [23] Neyer FJ, Felber J, Gebhardt C. Entwicklung und Validierung einer Kurzskala zur Erfassung von Technikbereitschaft. [Development and validation of a brief measure of technology commitment]. *Diagnostica* 2012;58:87–99.
- [24] Prümper J. Der Benutzungsfragebogen ISONORM 9241/10: Ergebnisse zur Reliabilität und Validität [The Usability Questionnaire ISO (International Organization for Standardization) NORM 9241/10: results on reliability and validity]. In: Liskowsky R, Velichkovsky B, Wünschmann W, eds. Software-Ergonomie '97: Usability Engineering. Wiesbaden, Germany: Vieweg+Teubner Verlag; 1997:253–62.
- [25] Perälä S, Mäkelä K, Salmenaho A, Latvala R. Technology for elderly with memory impairment and wandering risk. *E-health Telecommun Syst Netw* 2013;2:13.
- [26] Witzel A, Reiter H. The problem-centred interview. London, England: Sage; 2012.
- [27] Lorenz K, Zach J, Joost G. Beispiele aus der Praxis: Anwendung partizipativer Methoden im Gesundheitskontext. [Examples from practice: participatory methods in the health care context]. Mensch Computer Workshopband: De Gruyter; 2015. p. 101–7.
- [28] Brooker D. Person-centred dementia care. Making services better. London: Jessica Kingsley Publishers; 2007.
- [29] Milne H, Pol M, McCloughan L, Hanley J, Mead G, Starr J. The use of global positional satellite location in dementia: a feasibility study for a randomized controlled trial. *BMC Psychiatry* 2014;14:160.

8.3 User experience and clinical effectiveness with two wearable global positioning system devices in home dementia care

Megges, H., Freiesleben, S.D., Rösch, C., Wessel, L., Knoll, N., Peters, O. (2018). User experience and clinical effectiveness with two wearable global positioning system devices in home dementia care. *Alzheimer's & Dementia: Translational Research & Clinical Interventions*. 2018; 4: 636-44. <https://doi.org/10.1016/j.trci.2018.10.002>.
Impact Factor: Scopus Journal Metrics: CiteScore: 2.85; Source Normalized Impact per Paper (SNIP): 0.997; SCImago Journal Rank (SJR): 1.108.*

* Hinweis zur Listung des Journals *Alzheimer's & Dementia: Translational Research & Clinical Interventions* im Institute for Scientific Information (ISI) Web of Knowledge: „It is expected that the journal *Alzheimer's & Dementia: Translational Research & Clinical Interventions* will be listed in the ISI Web of Knowledge Database within 2 years.” E-Mail Antwort des ELSEVIER Journal Managers Stacey Kauffman am 20.07.2018.

Eine Genehmigung des Verlages zur weltweiten Online-Veröffentlichung dieses Artikels liegt vor (Open Access).

Featured Article

User experience and clinical effectiveness with two wearable global positioning system devices in home dementia care

Herlind Megges^{a,b,c,*}, Silka Dawn Freiesleben^{a,b,c}, Christina Rösch^{a,b,c}, Nina Knoll^d,
Lauri Wessel^e, Oliver Peters^{a,b,c}

^aDepartment of Psychiatry, Charité – Universitätsmedizin Berlin, corporate member of Freie Universität Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin, and Berlin Institute of Health, Berlin, Germany

^bGerman Center for Neurodegenerative Diseases (DZNE), Berlin, Germany

^cMemory Clinic and Dementia Prevention Center, Experimental and Clinical Research Center (ECRC), Berlin, Germany

^dDivision Health Psychology, Department of Education and Psychology, Freie Universität Berlin, Berlin, Germany

^eFaculty 7, Business Studies and Economics, University of Bremen, Bremen, Germany

Abstract

Introduction: The user experience and clinical effectiveness with wearable global positioning system (GPS) devices for persons with dementia (PwDs) and caregivers (CGs) remain unclear although many are available.

Methods: Using a crossover design, 20 dyads tested two similar commercial GPS watches (products A and B) at home for 4 weeks each. Usability, product functions, design features and product satisfaction at home and the clinic were investigated. Caregiver burden and quality of life assessed clinical effectiveness.

Results: The final 17 dyads rated the usability, telephone function, overall design features, font, buttons, and battery life of B significantly better than A. PwDs rated the overall design features and buttons of A significantly better than CGs. Product satisfaction with both products was significantly lower at home. Clinical effectiveness was not found.

Discussion: User experience can be improved by optimizing specific product details. This might translate to clinical effectiveness. Social desirability bias may explain different product satisfaction ratings.

© 2018 The Authors. Published by Elsevier Inc. on behalf of the Alzheimer's Association. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Keywords:

Assistive technology; Caregiving; Clinical effectiveness; Dementia; GPS; Home dementia care; Locating systems; Monitoring; Product satisfaction; Tracking systems; Usability; User experience; Wandering; Wearables

1. Introduction

Assistive technologies intended to aid persons with dementia (PwDs) and their primary caregivers (CGs) can be seen as promising, potentially cost-effective tools that could help optimize the amount of care provided in informal care settings [1,2]. "Tracking" or locating systems are specific

assistive technologies that enable the location of PwDs through a global positioning system (GPS) technology. Accordingly, GPS devices aim to promote the safety of PwDs who exhibit wandering behaviors [3,4]. Therefore, these products can also reduce the stress and burden experienced by PwDs and CGs that is typically associated with wandering behaviors [5,6].

To date, studies on prototype and commercial GPS devices in dementia care have used different product types with similar functions and design features. Typically, products are small (e.g., pager sized or watch sized), discrete or nonvisible (e.g., worn around the waist, neck, wrist, or

Conflict of interest: None to report.

*Corresponding author. Tel.: +49-30-450-540086; Fax: +49-30-450-540997.

E-mail address: herlind.megges@charite.de

<https://doi.org/10.1016/j.trci.2018.10.002>

2352-8737/© 2018 The Authors. Published by Elsevier Inc. on behalf of the Alzheimer's Association. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

placed inside a pocket or shoe sole), have two to six main functions (e.g., location, telephone, geofencing, alarm, fall detection, and speed alert), no buttons (i.e., passive systems) or one to three buttons (i.e., active systems), and are lightweight [5–11]. These functions and features are in line with most expert recommendations [7,12].

However, research has also shown that assistive technologies for dementia care lack clear-cut quality standards regarding their design. Moreover, these technologies are rarely developed using techniques of user-centered design [13,14]. It is therefore likely that most products exhibit a suboptimal design, which impedes technology acceptance and long-term use [7,13]. This may partly explain why commercial GPS devices for dementia are rarely used outside clinical research settings [7,10,15], although many are commercially available [14,16]. Furthermore, most studies on GPS devices focus on feasibility, acceptability, and usability [5–10,17,18] without providing a more holistic understanding of end users' experience with such devices. In addition, it is unclear whether the use of such products results in clinical effectiveness [14,19,20]. As it stands, findings pertaining to the clinical effectiveness of assistive technologies are shockingly sparse [13,21,22]. For GPS devices, it is not clear whether they provide measurable aid in home dementia care beyond being accepted and feasible.

For these reasons, this study is based on the construct of user experience (UX), which is typically defined as “a person's perceptions and responses that result from the use or anticipated use of a product, system or service” [23]. In other words, it is a multidimensional construct that includes affective, cognitive, and behavioral dimensions that users exhibit before, during, and after product use [24,25]. The theoretical background of UX overlaps with key aspects of the technology acceptance model [26], as a recent review analyzed [27]. In short, this model states that perceived ease of use and usefulness of a product, as well as external factors (e.g., technological affinity) contribute to actual acceptance and use. In contrast, UX focuses more on specific product characteristics and their associations with outcomes, including satisfaction or acceptance, which are moderated by specific usage situations [28].

Therefore, the central aim of this study was to perform an in-depth comparison of the UX of PwDs and their informal CGs with two similar commercial GPS watches in home dementia care. To date, only three studies have compared more than one commercial GPS device, yet the product types differed [5,11,18]. Of these studies, one did not collect data from PwDs [11], one did not focus on UX [5], and the other focused on acceptability without describing the devices used [18]. A direct comparison of GPS watches is particularly warranted given that it has been recommended that products take the form of familiar, everyday objects (e.g., watch) to help ensure their adoption [7,10]. Furthermore, comparing commercial GPS products could

provide additional information on their possible effectiveness [14] and on functions and features that lead to a more favorable UX. In addition, we examined whether product satisfaction differs when reported at home versus a clinical setting. One could hypothesize that PwDs and CGs report a more positive product satisfaction in clinical settings based on a social desirability bias [29,30]. A second aim was to examine whether product use would result in clinical effectiveness for PwDs and CGs.

2. Methods

2.1. Sample

Twenty dyads ($n = 20$ PwDs, $n = 20$ CGs) were recruited following a convenience sampling technique from memory clinic patients in 2016. PwDs who could move about outside the home were included. Years since diagnosis and a Mini-Mental State Examination score assessed up to 1 month before baseline were available for all PwDs. All participants provided their written informed consent for participation in this UX study.

2.2. Materials

Two similar commercial GPS watches marketed for people with orientation impairments (hereafter products A and B) were selected (see Table 1). These were the only two GPS watches on the German market with a location and telephone function. In combination with products A and B CGs received a study-specific smartphone to prevent bias with two native Android applications preinstalled to be able to locate PwDs. By pressing one defined button of product A or the button of product B, a call is sent out to the smartphone and PwDs could accept an incoming call by pressing this button. With both smartphone applications, CGs could view the last recognized position of product A or positions of product B on an online map. To support product learning, we developed a 60-minute technological training session based on dementia communication guidelines [31,32]. This included hands-on exercises by having PwD practice calling and accepting a call from CG, and CG calling and locating PwD on a map.

2.3. Study design

Products A and B were compared using a 2×2 cross-over design (sequences AB|BA, two study periods, four assessment points). Each product was tested at home for 4 weeks. The first study period lasted from baseline at T1 to T2.1, and the second study period lasted from T2.2 to T3.

2.3.1. First study period

At T1, standard demographic data were measured. Also, CGs and PwDs were independently asked to report on a history of wandering events. Then, four secondary

Table 1
Product description of GPS watches for PwDs

	A	B
Product name	HIMATIC GPS Uhr Alpha [<i>HIMATIC GPS Alpha watch</i>]	ReSOS-2—Die Notfalluhr [<i>ReSOS-2—the emergency watch</i>]
Product picture		
Size	45.5 mm × 64.5 mm × 17.5 mm	43.0 mm × 43.0 mm × 19.0 mm
Weight	70 g	66 g
Main colors	Black and blue	Black and red
Buttons	Five (Ø: 0.5 mm)	One (1.8 mm × 0.5 mm)
Band type	Silicone strap	Silicone strap
Battery	Li-ion (3.7 V, 500 mAh)	Li-ion (850 mAh)
Charging method	DC 5 V USB charger cable	Charging station with USB cable
Software/application	Native Android App: HIMATIC GPS Uhr Alpha	Native Android and iOS App: ReSOS-2
Website	https://himaticmobile.de/personenortung.html	http://notfall-uhr.de/

Abbreviations: A, product A; B, product B; GPS, global positioning system; PwDs, persons with dementia; USB, Universal Serial Bus.

NOTE. Size noted as width by length by depth; websites last accessed on August 23, 2018; both watches have a SIM card that allows for two-way communication and GPS connection.

outcome measures assessed clinical effectiveness: CG burden (Zarit Burden Interview, range 0–48) [33], quality of life of PwDs and CGs (European Health Interview Surveys-quality of life, range 0–48) [34], orientation impairments, and subjective burden of getting lost (self-developed six-point Likert scales ranging from 0 = no impairments/not at all worried to 5 = very impaired/very worried, with CGs appraising PwDs). Higher scores represent more negative endpoints, except for the European Health Interview Surveys-quality of life. The covariate technological affinity was assessed for PwDs and CGs with the technological affinity scale for electronic products (TA-EG, range 19–95) [35]. Dyads then randomly received their first product and completed the technological training session. The primary outcome measure usability was then assessed with the International Standardization Organisation Norm (ISONORM) 9241/10 scale (range 0–210) [36,37]. This scale relies on principles of the International Standardization Organisation [38] and is recommended for UX studies [39]. The scale measures seven usability domains, including suitability for the task, self-descriptiveness, controllability, conformity with user expectations, error tolerance, suitability for individualization, and suitability for learning. For the TA-EG and ISONORM 9241/10 scales, higher scores represent more positive endpoints.

At T2.1, dyads returned to the clinic and first performed the same tasks as at T1 during the technological training session as a way to control product learning, followed by a re-assessment of usability with the ISONORM 9241/10 scale.

Thereafter, dyad members rated two further primary outcome measures, namely the main product functions (i.e., telephone and location) and design features (i.e., color, font, size, weight, buttons, and battery life) on five-point Likert scales ranging from 0 = not at all good to 4 = very good. Font ratings assessed the font's typeface, size, and color, and ratings of buttons measured amount, size, sound, haptic feedback, and color. Then, dyads jointly rated their overall product satisfaction using the same five-point Likert scale. In addition, the covariate subjective frequency of use of the location function was assessed by CGs on a five-point Likert scale ranging from 0 = not at all to 4 = very often. All custom items are displayed in [Supplementary Table 1](#). Also, secondary outcome measures and the TA-EG were readministered. Finally, participants were asked whether any wandering events and technical difficulties with the product had occurred.

2.3.2. Second study period

T2.2 directly followed T2.1. Here, dyads received their second product and completed the technological training session, followed by filling out the ISONORM 9241/10 scale. At T3, dyad members' UX with the second product was assessed following the same methodological procedure as at T2.1.

2.3.3. Home assessments

At the end of each week, dyads jointly rated their overall weekly product satisfaction with product A or B at home with the same question as at the clinic.

2.4. Statistical analysis

Data were analyzed using Statistical Package for the Social Sciences Statistics 24. Because of the nonindependence between PwDs and CGs within a dyad [40], PwDs and CGs data were analyzed with paired samples *t* tests for primary and secondary outcome measures. Independent samples *t* tests between products were additionally performed for primary outcome measures. Furthermore, secondary outcome measures and covariates were analyzed with Spearman's rank-order correlations and one-way repeated measures analysis of variances. Potential order effects between sequences AB and BA were examined with independent samples *t* tests.

3. Results

3.1. Participant characteristics

Baseline data were first inspected for outliers, and one dyad with a PwD Mini-Mental State Examination score more than 2 SDs (standard deviations) below the mean was excluded [41]. Two dyads dropped out at T2.1 (dropout rate 10%) stating product dissatisfaction because of technical difficulties, with no other significant differences compared with nondropouts, and both dyads received different products. In the final sample of 17 dyads ($n = 17$ PwDs, $n = 17$ CGs), seven received product A and 10 received product B at T1 and vice versa at T2.2. Ten CGs and three PwDs reported a history of wandering events. All participant characteristics are displayed in Table 2.

3.2. Primary outcome measures

Results of the ISONORM 9241/10 usability scale for both products were fair to good and are presented in Table 3 and Supplementary Fig. 1. Independent samples *t* tests showed that dyads rated product B better than A at all assessments. At T1, $t(32) = -2.11$, $P < .05$ ($M_A = 146$, $SD = 40.7$, $M_B = 171$, $SD = 27.7$); at T2.1, $t(32) = -2.29$, $P < .05$ ($M_A = 131$, $SD = 45.5$, $M_B = 164$, $SD = 38.6$); at T2.2, $t(32) = -4.32$, $P < .001$ ($M_A = 123$, $SD = 42.9$, $M_B = 175$, $SD = 16.6$); and at T3, $t(32) = -2.47$, $P < .05$ ($M_A = 117$, $SD = 60.7$, $M_B = 162$, $SD = 35.7$). To assess differences between PwD and CG ratings, paired samples *t* tests revealed only one significant result at T1 for sequence AB, where the ratings of PwDs were lower than those of CGs: $t(6) = -4.77$, $P < .01$. Paired samples *t* tests to test changes in usability scores over time revealed that neither the usability ratings of PwDs and CGs nor of dyads with either product differed after each study period.

Results concerning product function and design feature ratings are presented in Table 4 and Fig. 1. Independent samples *t* tests revealed a significant difference in dyads' rating of the telephone function at T2.1 between products, where $t(32) = -2.63$, $P < .05$ ($M_A = 2.1$, $SD = 1.0$, $M_B = 3.0$, $SD = 0.8$). For overall design features, dyads rated product

Table 2
Participant characteristics at baseline (T1)

Characteristics	PwDs ($n = 17$)	CGs ($n = 17$)
Age, mean \pm SD [range]	71.7 \pm 6.9 [56–80]	67.7 \pm 8.0 [51–77]
Gender ratio (% female)	8/9 (53)	9/8 (47)
Education		
High school, n (%)	7 (41)	7 (41)
College, n (%)	2 (12)	1 (6)
University, n (%)	8 (47)	9 (53)
MMSE score, mean \pm SD [range]	18.2 \pm 4.3 [12–25]	—
Mild dementia (20–25), n (%)	8 (47)	—
Moderate dementia (12–19), n (%)	9 (53)	—
Years since diagnosis		
>1, n (%)	1 (6)	—
1–2, n (%)	5 (29)	—
2–3, n (%)	4 (24)	—
3–4, n (%)	2 (12)	—
>5, n (%)	5 (29)	—
History of wandering events		
None, n (%)	14 (82)	7 (41)
1–3 times, n (%)	3 (18)	8 (47)
4–6 times, n (%)	0	2 (12)
>7 times, n (%)	0	0
TA-EG (19–95)	71.2 \pm 7.3 [58–85]	74.1 \pm 6.1 [63–83]

Abbreviations: CGs, caregivers; MMSE, Mini-Mental State Examination; PwDs, persons with dementia; SD, standard deviation; TA-EG, technological affinity scale for electronic products.

NOTE. Percentages rounded to the nearest whole number.

A worse than B at T3, where $t(32) = -3.18$, $P < .01$ ($M_A = 13.7$, $SD = 4.3$, $M_B = 18.4$, $SD = 4.4$) and CGs at T2.1, where $t(15) = -2.28$, $P < .05$, similar to PwDs at T3, where $t(15) = -2.56$, $P < .05$. Concerning individual design features, dyads rated the font and buttons of product A worse than those of B at T2.1, $t(32) = -2.24$, $P < .05$ ($M_A = 2.4$, $SD = 0.7$, $M_B = 3.1$, $SD = 0.9$) and $t(32) = -4.03$, $P < .001$ ($M_A = 1.9$, $SD = 1.2$, $M_B = 3.3$,

Table 3
ISONORM 9241/10 usability ratings over the course of the study

Sequence	Study period 1		Study period 2	
	T1	T2.1	T2.2	T3
AB ($n = 7$ dyads)*				
PwDs	126 \pm 37.3 [†]	116 \pm 58.8	170 \pm 15.3	168 \pm 32.9
CGs	165 \pm 36.2 [†]	147 \pm 20.9	179 \pm 17.7	155 \pm 39.8
BA ($n = 10$ dyads)*				
PwDs	170 \pm 28.2	153 \pm 48.8	117 \pm 49.6	111 \pm 67.0
CGs	171 \pm 28.8	176 \pm 21.5	128 \pm 36.7	123 \pm 56.7

Abbreviations: A, product A; B, product B; CGs, caregivers; PwDs, persons with dementia; ISONORM, International Standardization Organisation Norm; SD, standard deviation.

NOTE. Continuous variables are displayed as mean value \pm SD.

*Independent samples *t* tests for dyads: B rated better than A at all time points, P value $< .05$.

[†]Paired samples *t* tests for within-dyad effects: PwDs rated A worse than CGs, P value $< .01$.

$P < .05$), respectively. At T3, the font, $t(32) = -3.20$, $P < .01$ ($M_A = 2.6$, $SD = 1.0$, $M_B = 3.6$, $SD = 0.7$), buttons, $t(32) = -2.67$, $P < .05$ ($M_A = 2.2$, $SD = 1.5$, $M_B = 3.4$, $SD = 0.8$), and battery life, $t(32) = -3.12$, $P < .01$ ($M_A = 1.1$, $SD = 1.1$, $M_B = 2.4$, $SD = 1.3$) of product A were rated worse than those of B by dyads. Independent samples t tests for CGs at T2.1 revealed significant differences in the ratings of font, $t(15) = -2.70$, $P < .05$ and buttons, $t(15) = -3.76$, $P < .01$, and at T3 for buttons, $t(15) = -3.03$, $P < .01$, all in favor of product B. Likewise, ratings of PwDs at T2.1 were significantly different for buttons, $t(15) = -2.38$, $P < .05$, and at T3 for font, $t(15) = -2.71$, $P < .05$, size, $t(15) = -2.41$, $P < .05$, and battery life, $t(15) = -2.73$, $P < .05$. Furthermore, paired samples t tests showed that the overall design features of product A were rated worse by CGs than by PwDs at T2.1, where $t(6) = 2.44$, $P = .05$. For individual design features, PwDs rated the buttons of product A better than CGs at T2.1, $t(6) = 2.71$, $P < .05$ and at T3, $t(9) = 2.70$, $P < .05$. To test potential order effects based on receiving product A or B first, independent samples t tests were performed and yielded nonsignificant differences in primary outcome measures.

Finally, results of paired samples t tests for product satisfaction ratings at the clinic versus home revealed several significant differences, with consistently higher ratings at the clinic. Specifically, a significant difference was found for product A at T3, where $t(19) = -5.08$, $P < .001$ ($M_{\text{clinic}} = 2.2$, $SD = 1.0$, $M_{\text{home}} = 1.1$, $SD = 0.9$) and for product B at T2.1, $t(19) = -2.90$, $P < .01$ ($M_{\text{clinic}} = 2.8$,

$SD = 0.8$, $M_{\text{home}} = 2.1$, $SD = 1.0$) and at T3, $t(13) = -3.31$, $P < .01$ ($M_{\text{clinic}} = 2.3$, $SD = 1.4$, $M_{\text{home}} = 1.1$, $SD = 1.0$).

3.3. Secondary outcome measures and covariates

Secondary outcome measures and covariates obtained over the course of the study are presented in Table 5. At baseline, Spearman's rank-order correlations revealed that quality of life and subjective burden of getting lost significantly correlated ($r_s = 0.40$, $P < .05$), and that the latter significantly correlated with orientation impairments ($r_s = 0.73$, $P < .001$) and age ($r_s = -0.36$, $P < .05$). Furthermore, paired samples t tests for secondary outcome measures were performed to test any within-dyad effects between PwDs and CGs. Significant results were found for orientation impairments at T1, $t(16) = 4.01$, $P < .001$, T2.1, $t(16) = 3.85$, $P < .001$, and T3, $t(16) = 2.31$, $P < .05$, as well as for subjective burden of getting lost at T1, $t(16) = 12.26$, $P < .001$, T2.1, $t(16) = 4.82$, $P < .001$, and T3, $t(16) = 5.13$, $P < .001$. A significant difference was also found for the European Health Interview Surveys-quality of life at T1, $t(16) = -2.21$, $P < .001$. In all cases, PwDs rated themselves significantly better than CGs.

Examination of clinical effectiveness with one-way repeated measures analysis of variances revealed no significant changes over the study duration. For the covariate TA-EG, a significant main effect of time for PwDs, $F(2, 32) = 16.03$, $P < .001$ and for CGs, $F(1.11, 17.73) = 23.64$, $P < .001$ was found, where scores at T1

Table 4
Product function and design feature ratings over the course of the study

Variables	T2.1				T3			
	A (n = 7 dyads)		B (n = 10 dyads)		A (n = 10 dyads)		B (n = 7 dyads)	
	PwDs	CGs	PwDs	CGs	PwDs	CGs	PwDs	CGs
Product functions								
Telephone*	2.1 ± 0.9	2.1 ± 1.1	3.0 ± 0.8	2.9 ± 0.9	2.1 ± 1.0	2.7 ± 1.1	2.7 ± 1.1	2.9 ± 1.2
Location	—	2.9 ± 0.9	—	2.7 ± 1.2	—	2.7 ± 0.8	—	2.9 ± 0.7
Design features								
Overall ^{†,‡,§}	16.3 ± 4.2 [¶]	12.0 ± 4.3 [¶]	17.2 ± 4.2	16.4 ± 3.6	14.4 ± 3.7	12.9 ± 4.8	19.4 ± 4.4	17.4 ± 4.5
Color	3.0 ± 0.8	2.4 ± 1.3	2.8 ± 0.9	2.9 ± 0.9	2.6 ± 1.0	2.9 ± 0.7	3.0 ± 0.8	3.0 ± 0.8
Font ^{*,†,‡,§}	2.7 ± 0.5	2.1 ± 0.7	3.0 ± 1.1	3.1 ± 0.7	2.8 ± 0.8	2.4 ± 1.2	3.7 ± 0.5	3.4 ± 0.8
Size [§]	3.0 ± 1.2	2.3 ± 0.8	2.4 ± 1.2	2.5 ± 0.7	2.5 ± 1.1	2.3 ± 1.1	3.6 ± 0.5	2.4 ± 1.3
Weight	2.9 ± 0.7	2.4 ± 1.0	3.3 ± 0.8	2.9 ± 1.0	2.6 ± 1.2	2.8 ± 1.1	3.3 ± 1.1	3.0 ± 0.8
Buttons ^{*,†,‡,§,¶,**,††}	2.6 ± 0.5 ^{††}	1.1 ± 1.2 ^{††}	3.3 ± 0.7	3.2 ± 1.0	2.7 ± 1.3 ^{††}	1.6 ± 1.7 ^{††}	3.1 ± 1.1	3.6 ± 0.5
Battery life ^{†,§}	2.1 ± 1.2	1.6 ± 1.5	2.4 ± 1.1	1.8 ± 1.1	1.2 ± 1.1	0.9 ± 1.1	2.7 ± 1.1	2.0 ± 1.5

Abbreviations: CGs, caregivers; PwDs, persons with dementia; SD, standard deviation.

NOTE. Continuous variables are displayed as mean value ± SD (range 0–5); overall stands for mean of all design features (range 0–24).

*Independent samples t tests for dyads: B rated better than A at T2.1.

†Independent samples t tests for dyads: B rated better than A at T3.

‡Independent samples t tests for PwDs and CGs: B rated better than A by CGs at T2.1 (P value $< .01$ for buttons. All other P values $< .05$).

§Independent samples t tests for PwDs and CGs: B rated better than A by PwDs at T3.

¶Paired samples t tests for within-dyad effects: A rated better by PwDs than CGs.

#Independent samples t tests for PwDs and CGs: B rated better than A by CGs at T3.

**Independent samples t tests for PwDs and CGs: B rated better than A by PwDs at T2.1.

††Paired samples t tests for within-dyad effects: A rated better by PwDs than CGs.

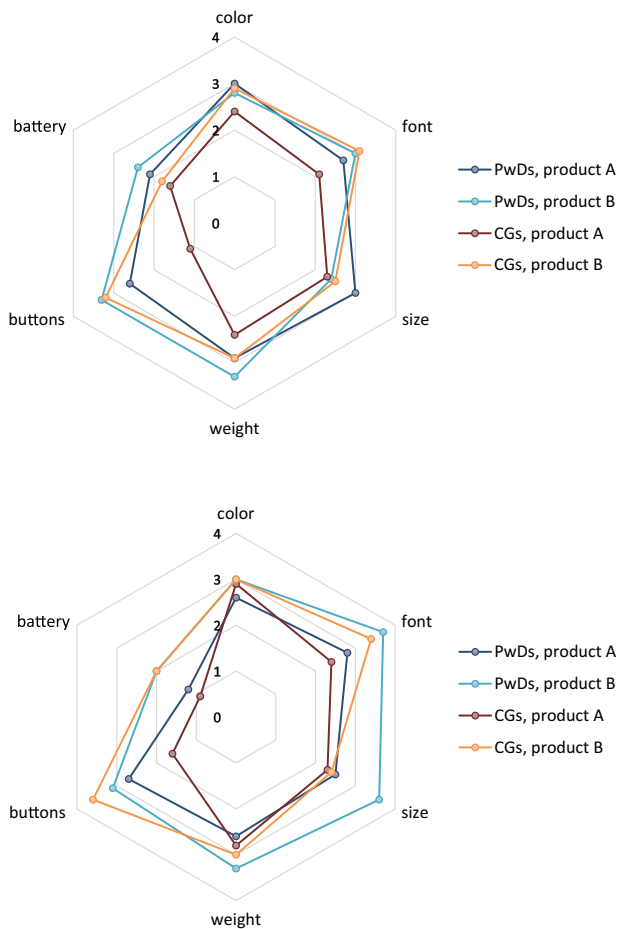


Fig. 1. Radar charts for design feature ratings at T2.1 (top) and T3 (bottom). Product A rated by seven dyads at T2.1 and by 10 dyads at T3, and vice-versa for product B. Abbreviations: CGs, caregivers; PwDs, persons with dementia.

and T2.1 were significantly higher than T3 scores. Finally, results of CGs' subjective frequency of use of the location function of product A or B showed that CGs used it a moderate

amount of times at T2.1 ($M_A = 3.0$, $SD = 1.4$, $M_B = 2.6$, $SD = 1.1$) and T3 ($M_A = 2.4$, $SD = 0.8$, $M_B = 2.6$, $SD = 1.6$).

Over the course of the study, product A was able to assist in locating PwD in three wandering events (i.e., lost during shopping outing, lost during hiking, and lost during walk out of home). In two cases, the telephone function assisted and in the third case the PwD was located with the location function. Regarding technical difficulties, nine cases were reported for each product (i.e., problems with the charging cable or dock, the software, and the telephone function). Of these 18 cases, CGs reported more difficulties than PwDs (i.e., CGs: $n = 7$ for A, $n = 6$ for B; PwDs: $n = 2$ for A, $n = 3$ for B).

4. Discussion

The present study reports on the UX with and the clinical effectiveness resulting from the use of two similar commercial GPS watches used for a period of 4 weeks each in home dementia care. Although the selected products were similar, usability ratings by dyads of product B were significantly better than ratings of product A throughout the study. Differences in ratings of usability and design features within dyads are in line with previous studies, which have suggested that the needs and preferences of PwDs and CGs with GPS devices need to be taken into consideration as they may differ [7,8,42,43]. Also, the finding that usability ratings with both products decreased after 4 weeks of use, but not significantly, seems to imply that users' expectations could not be fully met, but that they were not entirely dissatisfied. The finding that end users' subjective technological affinity significantly decreased at the end of the study may be indirectly associated with decreased usability ratings. Indeed, it is possible that dissatisfaction with either product left users to rate themselves as being less technologically savvy. Furthermore, technical difficulties may have also contributed to the decrease in

Table 5
Secondary outcome measures and covariates over the course of the study, PwDs ($n = 17$) and CGs ($n = 17$)

Variables	T1	T2.1	T3
ZBI (0-48), CGs	14.5 ± 6.4 [3-25]	16.3 ± 9.2 [2-41]	17.2 ± 8.5 [5-36]
EUROHIS-QOL (0-48)			
PwDs	10.2 ± 6.6 [1-27] [†]	11.9 ± 9.1 [2-33]	10.3 ± 8.5 [0-34]
CGs	14.7 ± 5.7 [6-23] [†]	14.4 ± 6.6 [5-26]	14.6 ± 6.2 [6-28]
TA-EG (19-95)*			
PwDs	71.2 ± 7.3 [58-85]	72.2 ± 10.0 [46-87]	58.7 ± 7 [43-71]
CGs	74.1 ± 6.1 [63-83]	74.7 ± 7.0 [58-82]	56.7 ± 10.7 [38-75]
Orientation impairments (0-5)			
PwDs	1.4 ± 1.3 [0-5] [†]	1.5 ± 0.9 [0-3] [†]	1.9 ± 1.1 [0-5] [†]
CGs	3.0 ± 1.1 [1-4] [†]	3.1 ± 1.5 [0-5] [†]	2.7 ± 1.5 [0-5] [†]
Subjective burden of getting lost (0-5)			
PwDs	0.5 ± 0.8 [0-3] [†]	1.1 ± 1.5 [0-5] [†]	1.1 ± 1.4 [0-4] [†]
CGs	3.6 ± 1.0 [1-5] [†]	3.4 ± 1.2 [1-5] [†]	3.5 ± 1.2 [1-5] [†]

Abbreviations: CGs, caregivers; EUROHIS-QOL, European Health Interview Surveys-quality of life; PwDs, persons with dementia; SD, standard deviation; TA-EG, technological affinity scale for electronic products; ZBI, Zarit Burden Interview.

NOTE. Continuous variables are displayed as mean value ± SD, with minimum and maximum scores in brackets.

*One-way repeated measures analysis of variances: PwDs and CGs ratings at T1 and T2.1 higher than at T3, P value < .001.

[†]Paired samples t tests for within-dyad effects: CGs ratings higher than PwDs (P value < .05 for orientation impairments at T3. All other P values < .001).

ratings of usability and technological affinity, and are often cited as factors for low product acceptance and use [15,44].

Regarding product functions, we expected CG to prefer the location function of product B since the last visited positions of PwD could be viewed. However, it is possible that users viewed this extra information as nice-to-have, but not essential or too infringing on their personal privacy. Ethical considerations regarding privacy constraints, data protection, autonomy, and personal dignity need to be taken into account when it comes to product development and use [45,46]. The finding that dyads preferred product B's telephone function could be associated with end users' more favorable ratings of the buttons of product B. On the other hand, at all assessments, PwDs preferred the buttons of product A compared with CGs. This may speak to the need to design discrete wearable devices to avoid stigmatization of PwDs [42,47]. Dyads' better ratings of product B's font might be best explained by the concept of "less is more."

It is important to note that product functions and design features were assessed with non-standardized self-developed Likert scales. Currently, no standardized measures exist to assess these variables, except for parts of the QUEST 2.0 questionnaire [48]. However, this scale focuses on satisfaction with assistive technologies. Also, the use of the ISONORM 9241/10 scale with PwDs is debatable, as the psychometric properties of this scale have not been evaluated with PwDs.

Encouragingly, we did not find any order effects. Thus, receiving product A or B first did not significantly influence ratings of the second product received. The comparison of product satisfaction at home versus the clinic showed that users may bias their answers in clinical settings to avoid appearing too critical [30]. Note, however, that only one question assessed product satisfaction, and dyads jointly rated this variable. Future studies may benefit from the implementation of standardized home assessments with digital or paper-based user diaries [39].

Clinical effectiveness was not found. The short study duration and the small sample size might explain this finding. Nevertheless, this assessment is an overarching goal in research on assistive technologies, with too little information currently available [19,21]. In practice, no established guidelines on GPS devices exist, which makes it difficult for end users to select and for clinicians to recommend any GPS technology. Nonetheless, recommendations that support the decision-making process for professionals in an ethically responsible manner [45] and that define who will more likely benefit from such technologies [47] exist. Also, the results on differences between PwD and CG ratings of orientation impairments and burden of getting lost could be associated with anosognosia in PwDs and needs to be addressed sensitively.

A central limitation is the small sample size and the two dropouts after 4 weeks. It should be noted that most studies on intelligent assistive technologies have a sample size of less than 20 participants [13]. Nonetheless, the two dropouts, as well as the reported technical difficulties and the decrease

in participants' technological affinity suggest that low product satisfaction and adoption are real concerns and may add an additional burden on end users. Also, the selected products were not specifically designed for PwDs and CGs, but rather for a heterogeneous population, which is typical for most commercial GPS devices. Proactive ways to address these issues include designing products that are adaptive to the changing needs of specific end users and that are tested in large, randomized controlled studies that follow a user-centered design [8,20,43]. We also did not focus on the cost of either product, although this has been found to influence product acceptability [49]. Furthermore, history of wandering behavior, which frequently occurs in later disease stages [50], but that can happen at any disease stage [51], was not an inclusion criterion. Indeed, most CGs reported PwDs as having a history of wandering behavior. Another limitation was the lack of objective data on users' frequency of use. Finally, the crossover design did not include a washout period to avoid having carryover effects (e.g., learning effects) confound outcome measures. However, no order effects were detected, which indicates that potential learning effects did not influence UX.

Study strengths include the dyadic design, pre-assessments and post-assessments, and the development and implementation of a technological training session. Furthermore, the assessment of the telephone function was deemed important as devices featuring this function are less passive, making them likely better suited for PwDs in earlier disease stages. Two of three PwDs who wandered were located by using the telephone function. Also, self-developed Likert scales were visualized to make them easier to understand. Overall, the detailed UX findings highlight the need to perform in-depth and dyadic analyses.

In conclusion, the results presented here support specific design recommendations for GPS watches in home dementia care. Specifically, devices should contain few buttons, display a clear font with parsimonious text, and have a battery life of at least 24 hours. Indeed, "for any kind of product or service, it's the little things that count" [52]. In spite of the mentioned limitations, this study provides a starting point for research on UX and clinical effectiveness with wearable GPS devices. Future studies using a randomized mixed-method dyadic approach with standardized and validated outcome measures are needed [43,53].

Acknowledgments

The authors would like to thank the research participants with dementia and their caregivers for participating in this study.

Funding: The German Alzheimer's Association (Deutsche Alzheimer Gesellschaft e.V. Selbsthilfe Demenz, DAIZG) supported this work (Research grant 2014). The German Alzheimer's Association was not involved in data collection, analysis, or in manuscript preparation and final submission. We acknowledge support from the German Research

Foundation (DFG) and the Open Access Publication Fund of Charité - Universitätsmedizin Berlin.

Ethics approval: The Charité Ethics Board number EA4/033/16 approved of the study (clinicaltrials.gov identifier: NCT02893800).

Author contributions: H.M., S.D.F., and O.P. were involved in study design. H.M. and C. R. were involved in data collection. H.M., S.D.F., and C.R. performed data analyses. All authors critically reviewed and edited the article.

Supplementary data

Supplementary data to this article can be found online at doi.org/10.1016/j.trci.2018.10.002.

RESEARCH IN CONTEXT

1. Systematic review: The authors reviewed all relevant publications on the user experience and clinical effectiveness with wearable global positioning system (GPS) devices for persons with dementia (PwDs) and caregivers (CGs) using PubMed, meeting abstracts, and presentations. This is the first user experience study comparing two commercial GPS watches in home dementia care with data from PwDs and CGs, and reporting on clinical effectiveness resulting from product use.
2. Interpretation: Our results support specific design recommendations for GPS watches in home dementia care. Namely, devices should contain few buttons, display a clear font with limited text, and have a battery life of at least 24 hours. Addressing these recommendations may contribute to measurable clinical effectiveness.
3. Future directions: Given the number of commercially available GPS watches and their low use in home dementia care, our results highlight the importance of optimizing products. Future studies with a randomized mixed-method dyadic approach and with standardized and validated outcome measures are warranted.

References

- [1] Van der Roest HG, Wenborn J, Pastink C, Dröes RM, Orrell M. Assistive technology for memory support in dementia. *Cochrane Database Syst Rev* 2017;6:1–27.
- [2] Samus QM, Lyketsos CG, Black BS, Bovenkamp D, Buckley M, Callahan C, et al. Home is where the future is: The BrightFocus Foundation consensus panel on dementia care. *Alzheimers Dement* 2017; 14:104–14.
- [3] McShane R, Gedling K, Kenward B, Kenward R, Hope T, Jacoby R. The feasibility of electronic tracking devices in dementia: a telephone survey and case series. *Int J Geriatr Psychiatry* 1998;13:556–63.
- [4] Miskelly F. A novel system of electronic tagging in patients with dementia and wandering. *Age Ageing* 2004;33:304–6.
- [5] Oderud T, Landmark B, Eriksen S, Fossberg AB, Aketun S, Omland M, et al. Persons with dementia and their caregivers using GPS. *Stud Health Technol Inform* 2015;217:212–21.
- [6] Pot AM, Willemsse BM, Horjus S. A pilot study on the use of tracking technology: feasibility, acceptability, and benefits for people in early stages of dementia and their informal caregivers. *Aging Ment Health* 2012;16:127–34.
- [7] Robinson L, Brittain K, Lindsay S, Jackson D, Olivier P. Keeping in touch everyday (KITE) project: developing assistive technologies with people with dementia and their carers to promote independence. *Int Psychogeriatr* 2009;21:494–502.
- [8] Megges H, Freiesleben SD, Jankowski N, Haas B, Peters O. Technology for home dementia care: A prototype locating system put to the test. *Alzheimers Dement* 2017;3:332–8.
- [9] Olsson A, Engström M, Asenlöf P, Skovdahl K, Lampic C. Effects of tracking technology on daily life of persons with dementia: Three experimental single-case studies. *Am J Alzheimers Dis Other Dement* 2014;30:29–40.
- [10] Wan L, Müller C, Wulf V, Randall D. Addressing the subtleties in dementia care: pre-study & evaluation of a GPS monitoring system, Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems. Toronto: ACM; 2014. p. 3987–96.
- [11] Williamson B, Aplin T, de Jonge D, Goynne M. Tracking down a solution: exploring the acceptability and value of wearable GPS devices for older persons, individuals with a disability and their support persons. *Disabil Rehabil Assist Technol* 2017;12:822–31.
- [12] Asghar I, Cang S, Yu H. Usability evaluation of assistive technologies through qualitative research focusing on people with mild dementia. *Comput Hum Behav* 2018;79:192–201.
- [13] Ienca M, Fabrice J, Elger B, Caon M, Pappagallo AS, Kressig RW, et al. Intelligent assistive technology for Alzheimer's disease and other dementias: A systematic review. *J Alzheimers Dis* 2017; 56:1301–40.
- [14] Neubauer NA, Lapierre N, Ríos-Rincón A, Miguel-Cruz A, Rousseau J, Liu L. What do we know about technologies for dementia-related wandering? A scoping review: Examen de la portée: que savons-nous à propos des technologies de gestion de l'errance liée à la démence? *Can J Occup Ther* 2018;85:196–208.
- [15] Bantry White E, Montgomery P, McShane R. Electronic tracking for people with dementia who get lost outside the home: a study of the experience of familial carers. *Br J Occup Ther* 2010;73:152–9.
- [16] Sauer A. 10 Lifesaving Location Devices for Dementia Patients US: [alzheimers.net](https://www.alzheimers.net/8-8-14-location-devices-dementia/), 2018. Available at: <https://www.alzheimers.net/8-8-14-location-devices-dementia/>. Accessed September 14, 2018.
- [17] Dale Ø. Usability and usefulness of GPS based localization technology used in dementia care. In: International conference on computers for handicapped persons. Vienna: Springer; 2010. p. 300–7.
- [18] Liu L, Miguel Cruz A, Ruptash T, Barnard S, Juzwishin D. Acceptance of global positioning system (GPS) technology among dementia clients and family caregivers. *J Technol Hum Serv* 2017; 35:99–119.
- [19] Meiland F, Innes A, Mountain G, Robinson L, van der Roest H, García-Casal JA, et al. Technologies to support community-dwelling persons with dementia: a position paper on issues regarding development, usability, effectiveness and cost-effectiveness, deployment, and ethics. *JMIR Rehabil Assist Technol* 2017;4:1–21.
- [20] Topfer LA. GPS locator devices for people with dementia. CADTH issues in emerging health technologies. Ottawa: Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health; 2016. p. 1–14.

- [21] Livingston G, Sommerlad A, Orgeta V, Costafreda SG, Huntley J, Ames D, et al. Dementia prevention, intervention, and care. *Lancet* 2017;390:1–62.
- [22] Brims L, Oliver K. Effectiveness of assistive technology in improving the safety of people with dementia: a systematic review and meta-analysis. *Aging Ment Health* 2018:1–10.
- [23] ISO9241-210. Ergonomics of human-system interaction—Part 210: human-centred design for interactive systems. Geneva, CH: International Organization for Standardization ISO; 2010.
- [24] Forlizzi J, Ford S. The building blocks of experience: an early framework for interaction designers. In: *Proceedings of the 3rd conference on designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques*. New York: ACM; 2000. p. 419–23.
- [25] Law E, Roto V, Vermeeren APOS, Kort J, Hassenzahl M. Towards a shared definition of user experience. *Extended abstracts on human factors in computing systems*. Florence: ACM; 2008. p. 2395–8.
- [26] Davis FD, Bagozzi RP, Warshaw PR. User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. *Manage Sci* 1989;35:982–1003.
- [27] Hornbæk K, Hertzum M. Technology acceptance and user experience: A review of the experiential component in HCI. *ACM Trans Comput-Hum Interact* 2017;24:33.
- [28] Hassenzahl M. The thing and I: Understanding the relationship between user and product. In: Mark A, Blythe AFM, Overbeeke K, Wright PC, eds. *Funology: From Usability to Enjoyment*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers; 2003. p. 31–42.
- [29] Natesan D, Walker M, Clark S. Cognitive bias in usability testing. *Proc Int Symp Hum Factors Ergon Healthc* 2016;5:86–8.
- [30] Edwards AL. The social desirability variable in personality assessment and research. *Acad Med* 1958;33:610–1.
- [31] Haberstroh J, Pantel J. Kommunikation bei Demenz: TANDEM Trainings manual. [Communication in dementia: TANDEM training manual]. Heidelberg: Springer; 2011.
- [32] Feil N, de Klerk-Rubin V. *The Validation Breakthrough: Simple Techniques for Communicating With People With Alzheimer's and Other Dementias*. 3 ed. Baltimore: Health Professions Press; 2012.
- [33] Bédard M, Molloy DW, Squire L, Dubois S, Lever JA, O'Donnell M. The Zarit Burden Interview: A new short version and screening version. *Gerontologist* 2001;41:652–7.
- [34] Brähler E, Mühlan H, Albani C, Schmidt S. Teststatistische Prüfung und Normierung der deutschen Versionen des EUROHIS-QOL Lebensqualität-Index und des WHO-5 Wohlbefindens-Index [Statistical testing and standardization of the German version of the EUROHIS-QOL quality of life index and the WHO-5 well-being index]. *Diagnostica* 2007;53:83–96.
- [35] Karrer K, Glaser C, Clemens C, Bruder C. Technikaffinität erfassender Fragebogen TA-EG [Assessment of technological affinity-the TA-EG]. *Mensch Mittelpunkt Technischer Systeme* 2009; 8:196–201.
- [36] Prümper J. Der Benutzungsfragebogen ISONORM 9241/10: Ergebnisse zur Reliabilität und Validität [The Usability Questionnaire ISO (International Organization for Standardization) NORM 9241/10: results on reliability and validity]. In: Liskowsky R, Velichkovsky B, Wünschmann W, eds. *Software-Ergonomie '97*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag; 1997. p. 253–62.
- [37] Prümper J. *Software-evaluation based upon ISO 9241 Part 10*. Berlin, Heidelberg: Springer; 1993. p. 255–65.
- [38] ISO9241-110. Ergonomics of human-system interaction—Part 110: dialogue principles [Revision of ISO 9241-10:1996 Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)—Part 10: dialogue principles]. Geneva, CH: International Standard Organization ISO; 2006.
- [39] Sarodnick F, Brau H. *Methoden der Usability Evaluation: Wissenschaftliche Grundlagen und praktische Anwendung [Methods of usability assessment: scientific foundations and practical application]*. 1 ed. Bern: Huber; 2006.
- [40] Kenny DA, Kashy DA, Cook WL. *The analysis of dyadic data*. New York: Guilford Press; 2006.
- [41] Field A. *Discovering statistics using SPSS*. 3 ed. London: Sage; 2009.
- [42] Wood E, Ward G, Woolham J. The development of safer walking technology: a review. *J Assist Technol* 2015;9:100–15.
- [43] MacAndrew M, Brooks D, Beattie E. Nonpharmacological interventions for managing wandering in the community: A narrative review of the evidence base. *Health Soc Care Community* 2018:1–14. <https://doi.org/10.1111/hsc.12590>.
- [44] Olsson A, Engström M, Lampic C, Skovdahl K. A passive positioning alarm used by persons with dementia and their spouses—a qualitative intervention study. *BMC Geriatr* 2013;13:11.
- [45] Bantry-White E. Supporting ethical use of electronic monitoring for people living with dementia: social work's role in assessment, decision-making, and review. *J Gerontol Soc Work* 2018; 61:261–79.
- [46] Robillard JM, Cleland I, Hoey J, Nugent C. Ethical adoption: A new imperative in the development of technology for dementia. *Alzheimers Dement* 2018;14:1104–13.
- [47] Chen Y-C, Leung C-Y. Exploring functions of the lost seeking devices for people with dementia. *Work* 2012;41:3093–100.
- [48] Demers L, Weiss-Lambrou R, Ska B. The Quebec user evaluation of satisfaction with assistive technology (QUEST 2.0): an overview and recent progress. *Technol Disabil* 2002;14:101–5.
- [49] Peek STM, Wouters EJM, van Hoof J, Luijckx KG, Boeije HR, Vrijhoef HJM. Factors influencing acceptance of technology for aging in place: A systematic review. *Int J Med Inf* 2014; 83:235–48.
- [50] Lai CKY, Arthur DG. Wandering behaviour in people with dementia. *J Adv Nurs* 2003;44:173–82.
- [51] Association As. *Behaviors: How to Respond When Dementia Causes Unpredictable Behaviors*. Chicago: Alzheimer's Association; 2015. p. 1–13.
- [52] Garrett JJ. *The elements of User Experience: User-Centered Design for the Web and Beyond*. 2 ed. Berkeley: Pearson Education; 2010.
- [53] Patomella A-H, Lovarini M, Lindqvist E, Kottorp A, Nygård L. Technology use to improve everyday occupations in older persons with mild dementia or mild cognitive impairment: A scoping review. *Br J Occup Ther* 2018;0. 0308022618771533.

Supplementary material

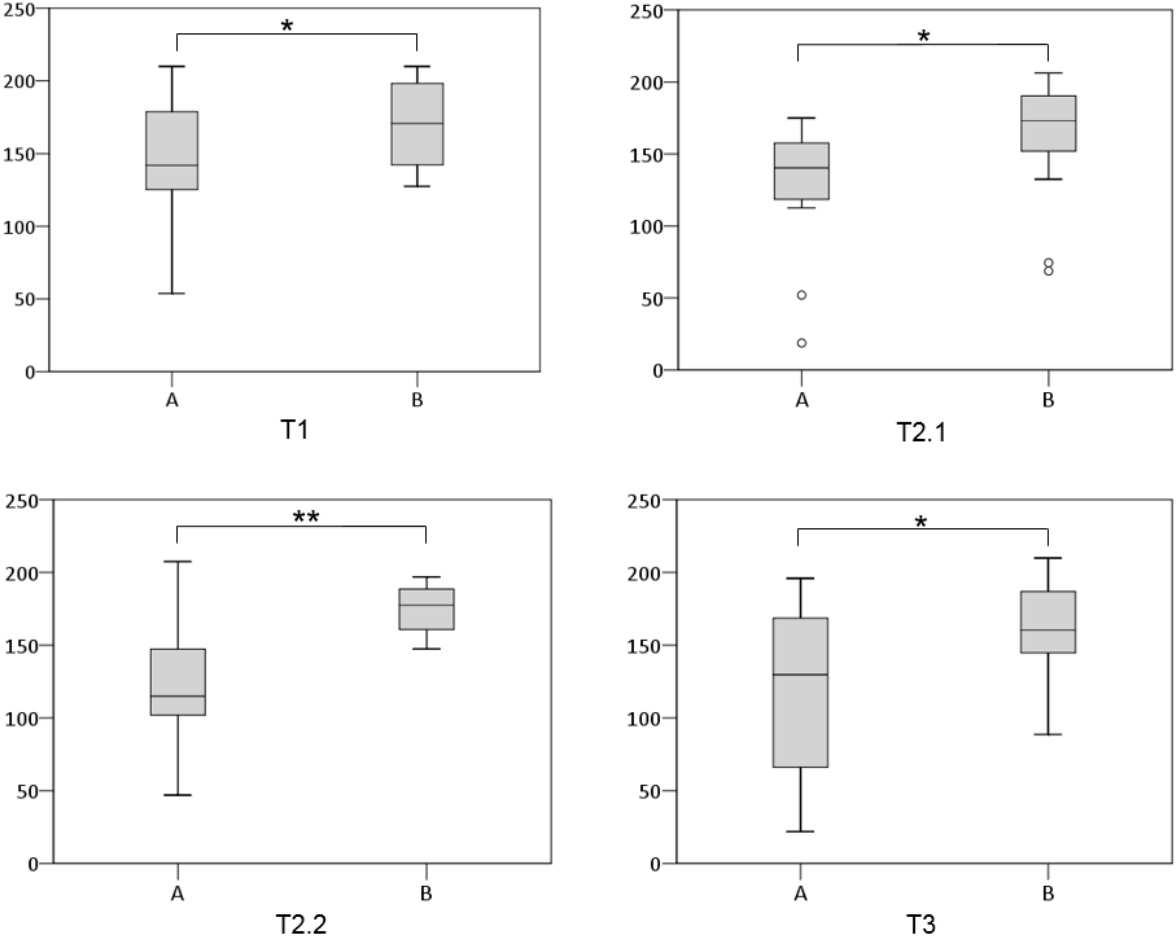
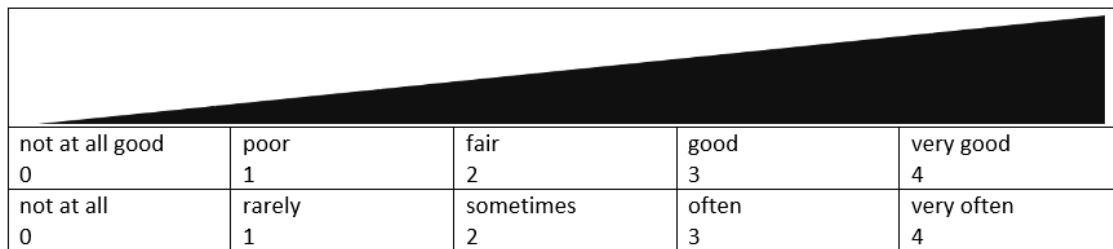


Fig. 1. ISONORM 9241/10 usability ratings by dyads over the course of the study, N = 34; ** $p < .001$ and * $p < .05$, B rated better than A by sample at all time points.

Table 1. Visualization of questions at T2.1 and T3



Product functions (asked separately):

How much did you like the: (1) telephone; (2) location function?

Design features (asked separately):

How much did you like the: (1) color; (2) font; (3) size; (4) weight; (5) buttons; (6) battery life of the product?

How satisfied were you with the product overall?

How often did you use the product overall?

NOTE. The location function was assessed by caregivers only.

9. Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

10. Komplette Publikationsliste

Publikationen in peer-reviewed Journals

Megges, H., Freiesleben, S.D., Rösch, C., Wessel, L., Knoll, N., Peters, O. (2018). User experience and clinical effectiveness with two wearable global positioning system devices in home dementia care. *Alzheimer's & Dementia: Translational Research & Clinical Interventions*. 2018; 4: 636-44. [doi:10.1016/j.trci.2018.10.002](https://doi.org/10.1016/j.trci.2018.10.002). Impact Factor: Scopus Journal Metrics: CiteScore: 2.85; Source Normalized Impact per Paper (SNIP): 0.997; SCImago Journal Rank (SJR): 1.108.*

Wessel, L., Davidson, E., Barquet, A., Rothe, H., Peters, O., **Megges, H.** (2018). Enacting Smartness: A Practice-based Inquiry into Family Service Systems. *Information Systems Journal Special Issue "Smart Service Systems"* (submitted, in revision). Impact Factor: VHB Jourqual Ranking 3.0 "A".

Megges, H., Freiesleben, S.D., Jankowski, N., Haas, B., Peters, O. (2017). Technology for home dementia care: A prototype locating system put to the test. *Alzheimer's & Dementia: Translational Research & Clinical Interventions*. 2017; 3: 332-8. [doi:10.1016/j.trci.2017.04.004](https://doi.org/10.1016/j.trci.2017.04.004). Impact Factor: Scopus Journal Metrics: CiteScore: 2.85; Source Normalized Impact per Paper (SNIP): 0.997; SCImago Journal Rank (SJR): 1.108.*

Estrella, M., Roberts, A., Mäurer, A., Fiebach, J., Buchert, R., Steinhagen-Thiessen, E., Peters, O., **Megges, H.** (2016). Akzeptanz der Demenzdiagnostik bei stationären, geriatrischen Patienten [Acceptance of dementia diagnostics by geriatric hospital patients]. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*. 2016; 50: 52-8. [doi:10.1007/s00391-016-1031-3](https://doi.org/10.1007/s00391-016-1031-3). Impact Factor: ISI-Web Journal Citation Report 2017: 1.16.

* Hinweis zur Listung des Journals *Alzheimer's & Dementia: Translational Research & Clinical Interventions* im Institute for Scientific Information (ISI) Web of Knowledge: „It is expected that the journal *Alzheimer's & Dementia: Translational Research & Clinical Interventions* will be listed in the ISI Web of Knowledge Database within 2 years.“ E-Mail Antwort des ELSEVIER Journal Managers Stacey Kauffman am 20.07.2018.

Kongressbeiträge

Megges, H., Freiesleben, S.D., Rösch, C., Peters, O. (2018). Ortungssysteme auf dem Prüfstand - Ergebnisse des Projekts „Validierung und Optimierung des individuellen Nutzens von Ortungssystemen bei Demenz – VODINO“. Vortrag. 10. Kongress der Deutschen Alzheimer Gesellschaft e.V., Weimar, 10/2018.

Megges, H., Freiesleben, S.D., Rösch, C., Wessel, L., Peters, O. (2018). Kleinigkeiten machen den Unterschied: Eine Nutzerstudie mit GPS-Geräten in der häuslichen Pflege bei Demenz. Poster. Gerontologie und Geriatrie Jahreskongress, Köln, 09/2018.

Freiesleben, S.D., **Megges, H.**, Rösch, C., Wessel, L., Peters, O. (2018). Fokusgruppeninterviews mit Fachkräften zu assistiven Technologien in der Demenzversorgung: Erste quantitative Ergebnisse. Vortrag. Gerontologie und Geriatrie Jahreskongress, Köln, 09/2018.

Rösch, C., **Megges, H.**, Freiesleben, S.D., Peters, O. (2018). Dyadische Interaktionen beeinflussen die Nutzererfahrung mit GPS-Geräten in der häuslichen Pflege bei Demenz. Vortrag. Gerontologie und Geriatrie Jahreskongress, Köln, 09/2018.

- Rösch, C., **Megges, H.**, Freiesleben, S.D., Peters, O. (2018). How relationship dynamics between persons with dementia and caregivers regarding subjective technological affinity with locating systems play out over time. Poster. Alzheimer's Association International Conference. Chicago, 07/2018. Veröffentlicht in: *Alzheimer's and Dementia* 14(7):P188. [doi:10.1016/j.jalz.2018.06.2021](https://doi.org/10.1016/j.jalz.2018.06.2021). Impact Factor: ISI-Web Journal Citation Report 2017: 12.74.
- Freiesleben, S.D., **Megges, H.**, Rösch, C., Peters, O. (2018). User experience study with two locating systems in home dementia care. Vortrag. Alzheimer's Association International Conference, Chicago, 07/2018. Veröffentlicht in: *Alzheimer's and Dementia* 14(7):P189. [doi:10.1016/j.jalz.2018.06.2024](https://doi.org/10.1016/j.jalz.2018.06.2024). Impact Factor: ISI-Web Journal Citation Report 2017: 12.74.
- Megges, H.**, Freiesleben, S.D., Lüdtke, V., Rösch, C., Peters, O. (2017). A longitudinal user study testing two locating systems in home dementia care. Vortrag. Alzheimer's Association International Conference, London, 07/2017. Veröffentlicht in: *Alzheimer's and Dementia* 13(7):P165-P166. [doi:10.1016/j.jalz.2017.06.2614](https://doi.org/10.1016/j.jalz.2017.06.2614). Impact Factor: ISI-Web Journal Citation Report 2017: 12.74.
- Barquet, A., Wessel, L., Rothe, H., Peters, O., **Megges, H.** (2017). Technology enabled service systems: A study on value co-creation processes by persons with dementia and family caregivers. Vortrag. 10. Strategisches Kompetenzmanagement Symposium, Berlin, 09/ 2017.
- Wessel, L., Berthod, O., Gersch, M., Peters, O., Jankowski, N., **Megges, H.** (2017). Technology frames and sociomaterial practices as micro-foundations of institutional logics: a study of how persons with dementia and their primary caregivers used app-based locating systems. Vortrag. Research Seminar Microfoundations, Vrije Universiteit Amsterdam, Niederlande, 04/2017.
- Freiesleben, S.D., **Megges, H.**, Lüdtke, V., Peters, O. (2016). Pilot study on the validation and optimization of the individual benefits of locating systems in dementia care: The VODINO project. Poster. 26th Alzheimer Europe Conference, Kopenhagen, 11/2016.
- Megges, H.**, Freiesleben, S.D., Lüdtke, V., Peters, O. (2016). Validierung und Optimierung des individuellen Nutzens von Ortungssystemen bei Demenz – VODINO. Vortrag. 9. Kongress der Deutschen Alzheimer Gesellschaft e.V., Saarbrücken, 09/2016.
- Megges, H.**, Freiesleben, S.D., Lüdtke, V., Peters, O. (2016). Eine vergleichende Anforderungsanalyse zu Ortungssystemen bei Demenz mit Betroffenen, Angehörigen und Experten. Vortrag. Gerontologie und Geriatrie Jahreskongress, Stuttgart, 09/2016.
- Megges, H.**, Grewe, T., Freiesleben, S.D., Peters, O. (2016). Validation and optimization of the individual benefits of tracking systems in dementia care – VODINO – First results. Poster. Kongress der Schweizerischen Gesellschaft für Gerontologie, Freiburg, 01/2016.
- Megges, H.**, Grewe, T., Peters, O. (2015). VODINO – Validierung und Optimierung des individuellen Nutzens von Ortungssystemen bei Demenz. Vortrag. Mensch und Computer, Stuttgart, 09/2015. Veröffentlicht in: Weisbecker, A., Burmester, M., Schmidt, A. (Hrsg.), *Mensch und Computer 2015 – Workshopband*. Berlin: De Gruyter Oldenbourg, 109-115.

- Schipke C., Fuentes M., **Megges H.**, Heppner F, Peters O. (2015). Levels of astrocyte derived proteins increase in the cerebrospinal fluid of Alzheimer's disease patients and inversely correlate with cognitive performance. Poster. 60. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Neuropathologie und Neuroanatomie, Berlin, 08/ 2015.
- Megges, H.**, Peters, O. (2014) Wo bist du? Nutzereinbindung in die Entwicklung technischer Assistenzen bei Demenz. Vortrag. 10. World Usability Day, Berlin, 11/2014.
- Megges, H.**, Jankowski, N., Geissler, L., Fasold, U.-G., Peters, O. (2014) Ein technisches Assistenzsystem auf dem Prüfstand – Ergebnisse einer Nutzerstudie mit pflegenden Angehörigen. Vortrag. 7. Deutscher Ambient Assisted Living (AAL) Kongress. BMBF, VDE e.V., AAL Association, & VDE/VDE/IT (Eds.), Wohnen – Pflege – Teilhabe - Besser leben durch Technik, AAL 2014, Berlin, 01/2014.
- Megges, H.**, Jankowski, N., Peters, O. (2013). Technische Assistenzsysteme auf dem Prüfstand – Iterative Produktentwicklung mit pflegenden Angehörigen. Vortrag. 9. World Usability Day, Berlin, 09/2013.
- Megges, H.**, Jankowski, N., Peters, O. (2013). Caregiver needs analysis for product development of an assistive technology system in dementia care. Vortrag. 23th Alzheimer Europe Conference, St. Julian's, Malta, 10/2013.
- Megges, H.**, Geissler, L., Fasold, U.-G., Peters, O. (2013). Nutzerpartizipation in der Produktentwicklung eines technischen Assistenzsystems für Pflegende von Demenzkranken. Vortrag. 6. Deutscher Ambient Assisted Living (AAL) Kongress. BMBF, VDE e.V., AAL Association, & VDE/VDE/IT (Eds.), Lebensqualität im Wandel von Demografie und Technik, AAL 2013, Berlin, 01/2013.

Publikationen im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit

- Megges, H.**, Peters, O. (2018). Ortungssysteme müssen nutzerfreundlicher werden. Alzheimer Info. 01/2018. Zeitschrift der deutschen Alzheimer Gesellschaft e.V.. Berlin.
- Megges, H.**, Rösch, C., Freiesleben, S.D., Peters, O. (2017). Validierung und Optimierung des individuellen Nutzens von Ortungssystemen in der häuslichen Pflege bei Demenz (VODINO Projekt). Forschungsförderung der deutschen Alzheimer Gesellschaft 2014. Projektbericht in Kurz- und Langfassung. Online verfügbar: <https://www.deutsche-alzheimer.de/die-krankheit/forschung/forschungsfoerderung-der-dalzq.html> [letzter Aufruf am 07.09.2018].
- Megges, H.**, Peters, O. (2017). Was bietet eine Gedächtnissprechstunde? Newsletter Ehrenamtlicher Besuchsdienst. Nachbarschaftsheim Schöneberg. Berlin.
- Megges, H.**, Peters, O. (2017). Wie arbeitet eine Gedächtnissprechstunde? Alzheimer Info. 02/2017. Zeitschrift der deutschen Alzheimer Gesellschaft e.V.. Berlin.
- Diesing, D., **Megges, H.**, Peters, O. (2017). Familiäre Alzheimer Demenz mit frühem Beginn. 08/2017: Besondere Formen der Demenz. Vereinszeitschrift „Mitteilungen“ der Alzheimer-Gesellschaft Berlin e.V.. Schwerpunktthema „Seltene Demenzformen“.

Vorträge im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit

- „Verdacht auf Demenz –was kann man tun? Diagnostik, Therapie, Beratung und aktueller wissenschaftlicher Stand“ am 21.11.2018, Nachbarschaftshaus Friedenau, Berlin.
- „Prävention von Demenzen“ am 24.10.2018, Auftaktsveranstaltung der Vortragsreihe 2018/2019 der Alzheimer Gesellschaft im Landkreis Gifhorn e.V., Helios Klinikum, Gifhorn.
- „Soziale Rehabilitation für Menschen mit Demenz in verschiedenen Stadien der Erkrankung“ am 30.11.2017 und „Algorithmus der Führung des Patienten mit kognitiven Störungen und Demenz im deutschen Gesundheitswesen“ am 29.11.2017, Belarus, Vitebsk. Veranstaltungen gefördert durch das Internationale Bildungs- und Begegnungswerk (IBB) Minsk sowie des Vereins Berliner Bürger Danken e.V..
- „Verdacht auf Demenz –was kann man tun?“ am 13.09.2017, Nachbarschaftshaus Friedenau, Berlin.
- „Nutzenbewertung technischer Assistenzsysteme für Ältere“ am 23.01.2016, Berliner Psychiatrie Tage, Die Zukunft des Alterns, Berlin.
- „Erfolgreich kommunizieren. Wie funktioniert Kommunikation und wie kann ich meine Kommunikation verbessern? Welche professionellen Kommunikationsstrategien gibt es im Alltag und bei Menschen mit Demenz.“ Seminar am 29.8.2015, Nachbarschaftshaus Friedenau, Ausbildung Ehrenamtlicher Besuchsdienst, Berlin.
- „Technische Hilfen für Menschen mit Demenz“ am 29.04.2014, Informations- und Netzwerkveranstaltung zur BMBF-Bekanntmachung "Pflegeinnovationen für Menschen mit Demenz".
- „Demenz - neuester wissenschaftlicher Stand“ am 04.04.2014, Miteinander Leben Berlin. Messe: Reha | Pflege | Mobilität, Berlin.

Sonstige Beiträge im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit

- Interview für Heilberufe Zeitschrift: Springer Medizin. 2018. Ortungssysteme fördern die Selbstständigkeit. Heilberufe, 70, 32-33. [doi:10.1007/s00058-018-3625-1](https://doi.org/10.1007/s00058-018-3625-1).
- Interview für Zeitungsbeitrag im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit zur Langen Nacht der Wissenschaften 2017 am Campus Berlin Buch: „Eine Nacht, die klüger macht“ von Maria Neuendorff, 22.06.2017. MOZ-Tageszeitung. Online verfügbar: <https://www.moz.de/artikel-ansicht/dg/0/1/1583382/> [letzter Aufruf am 07.09.2018].
- Interview für Video- und Zeitungsbeitrag zum Thema Reminiszenztherapie: „Ostalgie-Therapie gegen Demenz“ und „Reminders of East Germany's communist past serve as memory therapy for senior patients“ von Kirsten Grieshaber Associated Press. 30.05.2017. Online verfügbar: <https://www.csmonitor.com/World/Europe/2017/0530/Reminders-of-East-Germany-s-communist-past-serve-as-memory-therapy-for-senior-patients> und <https://www.youtube.com/watch?v=ljbq36Xm7jc> [letzter Aufruf am 07.09.2018].

11. Danksagung

Der größte Dank gilt den Menschen mit Demenz und ihren Angehörigen, mit denen ich bisher zusammenarbeiten durfte. Ohne die Bereitschaft dieser Menschen sich an Forschung zu beteiligen, wäre diese Promotion nicht möglich gewesen.

Besonders möchte ich mich bei meinem Betreuer Herrn Prof. Dr. Oliver Peters bedanken. Er hat mich inhaltlich für das Thema begeistern können, unterstützte mich in jeglicher Hinsicht und motivierte mich stets mit der notwendigen Kritik.

Des Weiteren möchte ich allen aktuellen und ehemaligen Kollegen aus dem Team der Charité Gedächtnissprechstunde für die sehr gute und immer unterstützende Arbeitsatmosphäre danken.

Zudem möchte ich allen Beteiligten der durchgeführten Projekte danken, das heißt den Fördergebern sowie wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Partnern.

Ein besonderer Dank gilt Frau Silka Dawn Freiesleben, Frau Natalie Jankowski, Frau Christina Rösch, Frau Dr. Sarah Pomp, Frau Dr. Carola Schipke sowie Herrn Prof. Dr. Lauri Wessel (in alphabetischer Reihenfolge).

Mein Dank geht auch an meine Eltern, meinen Bruder, meine Großeltern und alle meine Freunde. Von ihnen konnte ich lernen mich stets selbst zu hinterfragen, den Verlauf der Zeit als Geschenk zu verstehen und das Altern mit all seinen Veränderungen zu schätzen.

Zuletzt nenne ich den wichtigsten Dank, an meinen Mann Dirk Pollmann. Mit viel Vertrauen, Rad und Freude an meiner Seite sorgt er immer für den schönsten Ausgleich in meinem Leben.