

Möglichkeiten des Bewegungsmonitorings durch Fitnesstracker nach einer Hüftfraktur

Amelie Altenbuchner

Ein Forschungsprojekt zur Nutzbarkeit von Aktivitätstrackern in der Alterstraumatologie

Fitnesstracker werden in gesundheitswissenschaftlichen und medizinischen Studien immer häufiger erfolgreich eingesetzt (Henriksen et al. 2018). Die Möglichkeiten für die Forschung sind immens, jedoch sollten bei einem wissenschaftlichen Einsatz der konventionellen Produkte die Aspekte Güte der Erhebung, der Ethik und des Datenschutzes sowie des Datenmanagements besonders beachtet werden (Rat für Sozial- und Wirtschaftsdaten 2020). In der Verwendung der Fitnesstracker bei sehr alten, zumeist multimorbiden und fragilen Patient*innen kommt hinzu, dass diese Lifestyle-Produkte gar nicht für diese Zielgruppe entworfen wurden. Genau in dieser Gruppe sind jedoch die Faktoren (Im-)Mobilität und körperliche (In-)Aktivität von so hoher Bedeutung für Autonomie, Lebensqualität und Lebenszeit, dass sich die Übertragung der handelsüblichen *Aktivitäts-Tracking-Technologie* in diesen Kontext lohnt. Zudem ist die *Accelerometer-Technologie* in ihrer Entwicklung bereits weit vorangeschritten (vgl. Matthews et al. 2019: 11). Als Instrument für ein Bewegungsmonitoring erfassen Fitnesstracker Bewegung und reflektieren dadurch Mobilität. Sie ergänzen das Mobilitätsassessment, das durch Fragebögen oder Tests erfolgt. Da diese Testmethoden bei sehr alten Patient*innen häufig stark begrenzt sind, zum Beispiel aufgrund kognitiver Einschränkungen (vgl. Hager 2018a), bietet das Bewegungsmonitoring eine objektivere Möglichkeit der Einschätzung von Mobilität, als es Eindrücke von Pflegenden, Angehörigen oder Patient*innen selbst erlauben (Altenbuchner/Haug/Weber 2019: 143-144).

Anhand der Erkenntnisse, die im Forschungsprojekt *Nutzbarkeit von Aktivitäts-trackern in der Alterstraumatologie* gesammelt wurden, wird in diesem Beitrag aufgezeigt, inwieweit sich Fitnesstracker eignen, um die Mobilitätsentwicklung geriatrischer Patient*innen abzubilden. Es handelt sich um ein interdisziplinäres Forschungsprojekt, in dem in einem nach den Richtlinien der *Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie* (DGU) zertifizierten *Alterstraumazentrum* (ATZ-DGU) eine Beobachtungsstudie begonnen und im häuslichen Umfeld der Patient*innen fortgesetzt

wurde. Die Zielgruppe des Projekts sind Patient*innen, die nach der operativen Versorgung einer hüftnahen Fraktur den individuellen Rehabilitationsprozess aufnehmen.

Nach einer Einführung in die theoretische und empirische Ausgangslage für das Forschungsprojekt wird erläutert, warum sich die Fitnesstracker-Armbandlösung hervorragend für eine Beobachtung des Bewegungsverhaltens im häuslichen Umfeld eignet, auch wenn durch dieses Verfahren die tatsächlichen Schrittzahlen unterschätzt werden könnten. Hierbei stellt die Wahl der Variable der täglichen Schrittzahl eine sinnvolle Ergänzung zum regulären Mobilitätsassessment dar. Im Verlauf des Beitrags wird deutlich, dass methodische Einschränkungen aus forschungsethischen Gründen, insbesondere aufgrund der *Vulnerabilität* von geriatrischen Patient*innen, zum jetzigen Zeitpunkt in Kauf zu nehmen sind.

Die Nutzung des Lifestyle-Produkts *Fitnesstracker* in einem neuen Kontext, eine Form der »Technikgestaltung« (vgl. Banse/Hauser 2010: 18), ist gut geeignet, weil sie einem dringlichen Problem auf praxistaugliche, einfache und kostengünstige Art begegnet. Die Problembehandlung, die der Einsatz des Fitnesstrackers ermöglicht, betrifft sowohl ein Erkenntnisinteresse bezüglich des realen Bewegungsverhaltens der Zielgruppe von verunfallten über 80-jährigen Patient*innen als auch eine Möglichkeit zur Dokumentation des Mobilisierungsverlaufs im Rehabilitationsprozess.

Forschungsprojekte mit geriatrischen Patient*innen

In der ethischen, sozialen, kulturellen und technologischen Erforschung, Entwicklung und Evaluation technikgestützter Assistenzsysteme liegen hohe gesellschaftliche Erwartungen. Für ein angestrebtes »gutes Leben« im Alter wird an vielen Stellen, wie etwa Forschung, Politik und Entwicklung, ein hoher Aufwand betrieben. Die Übertragung der technischen Lösungen in das Alltagsleben der alternden und sehr alten Menschen ist jedoch immer noch verbesserungsfähig (vgl. Weber 2017). Über die Verhaltensweisen der Zielgruppe liegen nur wenige gesicherte Ergebnisse vor (Haltaufderheide/Hovemann/Vollmann 2020: 5). Diese Situation betrifft nicht nur technologiegetriebene Studien. Auch für eine evidenzbasierte medizinisch-pflegerische Versorgung geriatrischer Patient*innen treten methodische und ethische Herausforderungen auf, die den Forschungsprozess erschweren und maßgeblich zu einer Evidenzlücke beitragen, die es noch zu schließen gilt (vgl. Deutsche Akademie der Wissenschaften 2015; Hager 2018c). Ursachen hierfür liegen unter anderem in der Teilnahmebereitschaft von Proband*innen, entsprechender Fallzahlgrößen und fehlender Daten sowie in der Einwilligungsfähigkeit (Deutsche Akademie der Wissenschaften 2015: 55). Es besteht eine Evidenzlücke und darum muss häufig auf die Daten aus jüngeren Stichprobenzusammensetzungen zu-

rückgegriffen werden, obwohl sich physiologische und biologische Abläufe im Alter anders gestalten und lebensweltbedingte andere Versorgungsregeln gelten (Hager 2018c: 16).

Ein Beispiel ist die rasche Mobilisierung der geriatrischen Patient*innen nach der operativen Versorgung einer hüftnahen Fraktur. Obwohl bei jüngeren Personen erst nach mehreren Wochen eine Vollbelastung erlaubt ist, gilt es bei geriatrischen Patient*innen vorrangig eine Immobilität, auch vorübergehend, möglichst zu vermeiden (Hager/Krause 2018). Für diese Gruppe bedeutet eine Immobilität konkrete Risiken im akutstationären Setting zu haben, wie Thrombosen, Embolien, Pneumonien oder Dekubitus (Hagg-Grün/Nikolaus/Zeyfang 2013: 49-50) und schwerwiegende Konsequenzen in den Wochen und Monaten nach der Entlassung, wie ein erhöhtes Demenz- oder Mortalitätsrisiko (Barth/Doblhammer 2017: 223-232), aber auch ein Verlust der Selbstständigkeit und ein Umzug ins Pflegeheim, wo wiederum in der ersten Zeit ein erhöhtes Frakturrisiko besteht (Rapp et al. 2019: 12-14). Für geriatrische Traumapatient*innen ist die Mobilisierung das zentrale medizinische und pflegerische Anliegen; die Einschätzung des individuellen Ziels bei der Remobilisierung ist allerdings von starker Unsicherheit geprägt. Entscheidungen beruhen mit steigendem Lebensalter stärker auf subjektiven Einschätzungen und Erfahrungen als auf gesichertem Wissen. Das Bild, das die Beteiligten von den Patient*innen haben, beruht auch auf gesellschaftlichen Altersvorstellungen (vgl. Frommheld in diesem Band). Die Einschätzungen des medizinisch-pflegerischen Fachpersonals, der Patient*innen selbst, der Angehörigen, der Pflegekräfte, Physiotherapeut*innen und Ärzt*innen sind von gewissen verzerrten Überzeugungen geprägt, die zu unterschiedlichen Auslegungen und entsprechenden Therapieentscheidungen führen (vgl. Avers et al. 2011: 153; Hager 2018c: 16-19; Höpflinger 2014: 178). Diese Situation ist für alle Beteiligten wenig zufriedenstellend; darum fordert die Deutsche Akademie der Wissenschaften (2015) Möglichkeiten zu finden, solche Patient*innen in Forschungsdesigns einzubeziehen, die zu oft aufgrund von Alter und altersbedingten Gegebenheiten und Vorerkrankungen ausgeschlossen werden (ebd.: 55-57).

Ein Vorschlag, um dies voranzutreiben, ist die Erforschung der Möglichkeiten alltagstauglicher Geräte zum fortlaufenden Bewegungsmonitoring (Barth/Doblhammer 2017: 234-238). Ein sensorbasiertes Bewegungsmonitoring bietet die Möglichkeit einer individuellen und objektiven Beobachtung der Mobilisierung (Benzinger et al. 2014: 236), die für die Proband*innen ohne gesundheitliche Folgen, Einschränkungen oder besondere Anstrengungen gestaltet werden und pragmatisch in deren Lebenswirklichkeit zum Einsatz kommen kann (vgl. Deutsche Akademie der Wissenschaften 2015: 53). Ein Fitnesstrackerarmband erlaubt das Bewegungsverhalten nicht nur in einer laborartigen Umgebung zu erproben, wie es zum Beispiel bei Sensoren der Fall ist, die wie ein Weste am Körper getragen werden und mithilfe anderer angelegt werden müssen (vgl. Nicolai 2012: 58), son-

dern kann alltäglich von den Proband*innen getragen werden. Dadurch wird eine Exploration des tatsächlichen Verhaltens und das Erzeugen einer zweckdienlichen Datenlage möglich (vgl. Altenbuchner/Weber/Fuchs 2019: 150-152).

Ein weiterer Grund für die Schwierigkeit in der Generierung von Evidenz liegt in den Besonderheiten der Zielgruppe selbst. Wer sind alternde Patient*innen in einem sehr hohen Alter und weshalb bedarf es bei dieser Zielgruppe einer besonderen methodischen und forschungsethischen Herangehensweise? Eine kurze Antwort auf diese Fragen lautet: Geriatriische Patient*innen haben ein altersbedingtes erhöhtes Risiko für eine *Fragilität* und weisen darum eine erhöhte Vulnerabilität auf. Diese Faktoren führen einerseits zu einer Forschungslücke und machen die Erforschung dieser Zielgruppe andererseits umso dringlicher.

Eine Definition des Merkmals »alt« gestaltet sich als schwierig, da sich abgesehen von einer Einteilung des chronologischen Lebensalters der Lebensabschnitt »Alter« überaus heterogen gestalten kann (vgl. Avers et al. 2011; Weber 2017). In der Bundesrepublik Deutschland ist zurzeit knapp über ein Fünftel der Bevölkerung älter als 65 Jahre, was sich im Laufe der nächsten Jahrzehnte steigern wird (vgl. Statistisches Bundesamt 2020a). In der Geriatrie erfolgt die Altersbewertung unter Einbezug des Vorhandenseins einer altersentsprechenden Morbidität. In der Definition nach Sieber (2007) liegt der Fokus auf dem Alter, aber auch auf typischen Begleiterscheinungen des Alterns. Geriatriische Patient*innen sind solche, die ein chronologisches Alter von mindestens 65 Jahren, in aller Regel jedoch 70 Jahre, erreicht haben und zusätzlich eine »Multimorbidität« (Vorhandensein von mindestens zwei meist chronischen Krankheitsbildern oder Syndromen, vgl. Robert Koch-Institut 2021) aufweisen. Daneben sind auch all jene, die ein Lebensalter von mindestens 80 Jahren erreicht haben und eine alterstypische Vulnerabilität aufweisen, als geriatriische Patient*innen zu bezeichnen (Sieber 2007: 1190).

Das Zusammenspiel von alterstypischen Morbiditäten und der Alterskomponente kann anhand der Patient*innen mit hüftgelenknahen Frakturen verdeutlicht werden. Die Femurfraktur ist eine der häufigsten geriatriischen Frakturen (Örgel/Petri 2018: 63). In der Bundesrepublik Deutschland kommt es jährlich pro 100.000 Einwohner*innen zu 130 »Frakturen des Femurs« (Rapp et al. 2019: 11) mit den ICD-10-GM-2021-Diagnosen S72.0- bis S72.9 (Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) 2020). Von allen Personen mit dieser Diagnose sind 86 Prozent der Patient*innen über 65 Jahre alt. Die hüftnahe Fraktur ist somit eine typische Alterserscheinung. Die Altersgruppen in Abschnitten von fünf Jahren machen mit steigendem Alter einen größer werdenden prozentualen Anteil der hüftgelenknahen Frakturen aus. Die meisten dieser Frakturen kommen bei Personen zwischen 80 und 89 Jahren vor, danach nimmt die Zahl der Frakturen wieder ab (Statistisches Bundesamt 2020b). In den nächsten zwei bis drei Jahrzehnten wird die Anzahl der Patient*innen mit hüftnahen Frakturen um rund 70 Prozent anstei-

gen, bei über 80-Jährigen um 150 Prozent, und diese Verunfallten werden stationär und operativ behandelt werden müssen (Kretschmer et al. 2017).

Sowohl die Ursachen für als auch die Folgen von einer solchen Fraktur sind *Fragilität*, *Multimorbidität* und *Vulnerabilität*. Die Beziehung dieser Begriffe werden von verschiedenen Autor*innen als Teufelskreis dargestellt oder auch als das »Fragilitätssyndrom« bezeichnet (Brecht 2018: 57; Hagg-Grün/Nikolaus/Zeyfang 2013: 49; Zeyfang/Hagg-Grün/Nikolaus 2013: 63). Ein komplexes Zusammenspiel der *Ereignisabfolge der Fragilität*, welche nicht linear auftritt, sondern prozesshaft und individuell-unterschiedlich sowie soziokulturell unterschiedlich bedingt verlaufen kann (vgl. Becker 2014: 24; Wahl/Heyl 2015: 24-25), lässt sich verkürzt folgendermaßen beschreiben:

Physiologisches Altern bedeutet eine Veränderung der physiologischen Abläufe der Organsysteme, wie zum Beispiel eine verringerte Nervenleitgeschwindigkeit, geringeres Herzminutenvolumen oder verringerte maximale Sauerstoffaufnahme (Denkinger/Nikolaus 2013: 8). Diese Abläufe gehen nach und nach, auch bei sehr aktiven und fitten Personen, in Erkrankungen über und führen zu einer erhöhten Fragilität (Hager 2018b: 6, 2018d: 9-10; Höpflinger 2014: 177; Sieber 2007: 1190). *Frailty* (engl.) und die nicht vollends passenden Entsprechungen Gebrechlichkeit und Fragilität sind bekannte Begriffe der geriatrischen Medizin. Anzeichen der Fragilität sind Schwäche, Langsamkeit und ein schlechter Allgemeinzustand (Hager/Krause 2016: 48). *Frailty* gilt als geriatrisches Syndrom, zu dessen Operationalisierung Messinstrumente, Skalen, Diagnosekriterien und Biomarker existieren (ebd.). Gleichzeitig ist sie ein subjektives multifaktorielles Geschehen, das schwer quantitativ zu erfassen ist und dennoch eine sinnvolle und notwendige gesundheitswissenschaftliche und medizinische Variable darstellt (Körtner 2006: 108-109). Nach Sieber ist die Therapie der Erkrankungen geriatrischer Patient*innen unter besonderer Berücksichtigung ihrer Fragilität das »archetypische Handeln« der Geriatrie (Sieber 2007: 1193).

Durch das Altern, damit einhergehende Erkrankungen und das erhöhte Fragilitätsrisiko ist früher oder später auch eine Inaktivität zu beobachten. Diese führt zu einem Verlust der Selbstständigkeit, bis letztendlich eine Immobilität eintritt. Sie stellt die Kluft zwischen der persönlichen physischen Möglichkeit beziehungsweise Fähigkeit und den Umwelanforderungen dar (Barth/Doblhammer 2017: 211). Der Mangel an körperlichen, sozialen und kognitiven Aktivitäten ist ein Gesundheitsproblem, wenn sich der Funktionsstatus der physiologischen und mentalen Abläufe zusehends verschlechtert (Hager 2018d: 10). Zunehmende Immobilität führt als Folge der Fragilität zu Frakturen, etwa durch Stürze (vgl. Brecht 2018: 59.), aber auch durch krankheitsbedingte Brüche, etwa bei Osteoporose (vgl. Örgel/Petri 2018: 63). Die Folge solcher Frakturen sind weitere Einschränkungen. Nach einer hüftnahen Fraktur steigt das Risiko einer erhöhten Sterblichkeit, einer Behinderung, des Umzugs in ein Pflegeheim und der Sekundärfrakturen. Das Risiko eines

erneuten Bruchs in den ersten Monaten ist um das 2 bis 2,5-Fache höher als sonst (Rapp et al. 2019: 12). Der Anteil derer, die sich nach der Fraktur erholen, beträgt 40 bis 60 Prozent. Bis zu 60 Prozent der Patient*innen sind nach der Fraktur auf einen erhöhten Hilfebedarf angewiesen (ebd.: 13).

Im Zusammenspiel der Multimorbidität und Fragilität gilt für die Betroffenen eine erhöhte »alterstypische Vulnerabilität« (Sieber 2007: 1192-1193). Das bedeutet, dass eine gewisse Fragilität vorliegt, die durch den Zustand einer möglichen oder vorhandenen Schwäche und Einschränkung erzeugt wird, wobei sie nicht die Behinderung an sich bezeichnet, sondern ein erhöhtes Risiko, dass eine solche eintreten wird (ebd.). Um den methodischen und ethischen Besonderheiten gerecht zu werden, wurde eine prospektive Studie durchgeführt (Altenbuchner et al. 2018) und ein Ethikvotum eingeholt.

Die Zuverlässigkeit der Fitnesstracker in der Zielgruppe

In Anbetracht des Gangbilds der Zielgruppe muss davon ausgegangen werden, dass der Algorithmus des Fitnesstrackers bei geriatrischen Patient*innen rund 10 Prozent weniger Schritte speichert, als tatsächlich getätigt werden. Beim Gehen mit Hilfsmitteln ist ein noch stärkeres Unterschätzen möglich (vgl. Floegel et al. 2017).

In einer prospektiven Studie wurde zunächst der Fitnesstracker *Fitbit AltaHR* eingesetzt. Dieser wird am Handgelenk getragen und erfordert eine regelmäßige Akkuaufladung. Je nach Nutzungsintensität beträgt die maximale geschätzte Akkulaufzeit fünf bis sieben Tage (Fitbit Inc. 2019a), was für die Beobachtung auf der Station und unter Anbetracht der niedrigen Nutzungsintensität durch die Zielgruppe ausreichend ist. Nach den Erfahrungen dieser Untersuchung erfolgte in einer folgenden Längsschnittuntersuchung der Einsatz eines Fitnesstrackers der Marke *Garmin vívofit 3*. Dieser verfügt über eine langlebige Batterie, die ein Bewegungsmonitoring im häuslichen Umfeld ohne Akkuaufladung erlaubt. Allerdings erfordert das Gerät ein regelmäßiges Auslesen der Datenpunkte, da die Speicherkapazität für maximal vier Wochen ausreicht. Dadurch kam es zu regelmäßigen Besuchen bei den Proband*innen, anhand derer auch wichtige Erfahrungen für die Erforschung der Zielgruppe im häuslichen Umfeld gesammelt werden konnten, die an anderer Stelle veröffentlicht zu finden sind (vgl. Altenbuchner/Weber 2020). Im Forschungsprojekt wurde nicht primär die Genauigkeit der Fitnesstracker für die geriatrische Zielgruppe überprüft. Allerdings erfolgte im Rahmen einer Fallstudie ein Vergleich der aufgezeichneten Schrittzahlen der im Projekt eingesetzten Tracker. Die Ergebnisse werden im Folgenden vorgestellt. In Anbetracht der empirischen Datenlage wurde davon ausgegangen, dass die Geräte der Marken *Fitbit* und *Garmin* ausreichend akkurat sind.

Wenn handelsübliche Fitnesstracker als Forschungsinstrumente eingesetzt werden, sind die Geräte dieser Marken die am häufigsten verwendeten, wie ein systematisches Review der Fitnesstracker-Verwendung aus dem Jahr 2018 zeigt (Henriksen et al. 2018). Beide Geräte beinhalten einen 3-Achsen-Beschleunigungssensor (Fitbit Inc. 2019; Garmin Ltd. 2019). Entsprechend der Funktion, Bewegungen zu erkennen, hier in Form von Schritten, werden solche Sensoren auch *Accelerometer* oder *Motion-Sensor* genannt (Bieber 2014: 16). Die Information über Schritte fließt dann in einen von den Hersteller*innen programmierten Algorithmus ein, welcher die Art der Bewegung abschätzt, klassifiziert und erkennt (ebd.). Merkmale dieses Signals sind zum Beispiel Zeitintervalle, Frequenzen und statistische Merkmale sowie eine domänen- und nutzungsabhängige Kalibrierung. Diese Merkmale können unterschiedlich kombiniert werden, sodass für die jeweilige Zielbestimmung (hier: Gehen) eine möglichst exakte Aufzeichnung möglich ist (Bieber 2014: 28-35). Das bedeutet, der 3-Achsen-Sensor erfasst in der Regel Schritte, jedoch sind Voreinstellungen und Parameter von den Hersteller*innen für ein bestimmtes Ziel, in dem Fall für eine bestimmte Kund*innengruppe und nicht für geriatrische Patient*innen, programmiert (vgl. Bieber 2014: 28-35). Dadurch kann es dazu kommen, dass geringere Schrittzahlen gespeichert werden, als vom Sensor erkannt werden. Dieser Fehler lässt sich durch das Tragen des Sensors an der Ferse (z.B. an der Socke) oder an der Hüfte (Floegel et al. 2017), mittels eines Klipps, verringern.

Jedoch hat das Tragen am Handgelenk im Längsschnitt und in der häuslichen Umgebung mehrere Vorteile: Es gestaltet sich für die Patient*innen wie das Tragen einer Armbanduhr, durch die sie sich nicht gestört fühlen. Dies darf als wichtigste Erkenntnis der prospektiven Studie verstanden werden, in der die Fragestellungen untersucht wurden, wie handelsübliche Aktivitätstracker im stationären Setting eingesetzt werden können und ob sie von der Zielgruppe akzeptiert werden. Erst durch die Bereitschaft der Patient*innen, den Fitnesstracker zu tragen, und durch die Möglichkeit, das Armband ohne Probleme selbst anlegen zu können – anders als es zum Beispiel bei einem Tragen an der Socke der Fall gewesen wäre –, war es möglich, eine Langzeitstudie ›im Feld‹, also in der häuslichen Umgebung, durchzuführen.

In einem qualitativen Kurzinterview wurden den Proband*innen ($n=10$) im Rahmen der prospektiven Studie vor und nach dem Anlegen des Fitnesstrackers und einem zugehörigen Bewegungsmonitoring Fragen zu ihrer Einstellung zum Gerät und zum Tragekomfort gestellt. Das Hauptinteresse dabei galt zunächst der Bereitschaft der Zielgruppe, einen Fitnesstracker mit dem Ziel der Bewegungsmessung zu tragen; daneben sollte herausgefunden werden, ob die Durchführung der Messung aufseiten der Proband*innen so funktionieren kann, dass Messfehler klein gehalten werden. Es stellte sich heraus, dass insbesondere die Armbandlösung für die Patient*innen das entscheidende Kriterium für die Akzeptanz

des Fitnesstrackers war. Zwar kannte vor der Aufklärung der Patient*innen und Einholung der Einwilligung nur eine Person einen Fitnesstracker und dessen Funktionen, das Tragen eines solchen lehnte aber bis auf eine Person niemand ab. Bei einem zukünftigen Tragen wollen die Patient*innen aber besonders einen gesundheitlichen Nutzen davon haben. Diesbezügliche Aussagen finden sich in vergleichbaren Akzeptanzbefragungen. Der Nutzen der Fitnesstracker wird von den alternenden Befragten in einer möglichen Förderung von Gesundheitsverhalten gesehen (Preusse et al. 2017). Daneben verwiesen die Befragten der prospektiven Studie häufig auf die ihnen bekannten Notfallarmbänder, welche ebenfalls nicht als störend erlebt wurden. Nachts trugen die Patient*innen das Armband ebenfalls störungsfrei am Handgelenk. Die prospektive Studie ergab auch in einem Testlauf, dass es auf der Station möglich ist Fitnesstrackerarmbänder einzusetzen. Die dadurch beobachteten Schrittzahlen ließen bereits auf der Station eine Unterscheidung in mehrere Gruppen von Entwicklungsverläufen zu, wie im nächsten Unterkapitel beschrieben wird.

Die Tragbarkeit am Handgelenk, ergänzt durch die Wasserdichte, war das Hauptkriterium bei der Geräteauswahl, um durch den Tragekomfort und das leichte Gewicht eine Belastung zu vermeiden. Weitere relevante Faktoren waren die Art des Sensors (3-Achsen-Sensor), die Messgenauigkeit, die Akku- beziehungsweise Batterieleistung sowie der Preis und die Zugänglichkeit zu den Messgeräten (vgl. Henriksen et al. 2018). Voreinstellungen der Geräte, wie ein Vibrationsalarm bei längerer Ruhezeit, wurden zurückgesetzt oder ausgestellt, damit möglichst keine technisch-programmierten störenden oder motivierenden Faktoren auftreten konnten. Ein selbstständiges Datenauslesen war den Patient*innen nicht möglich, auch nicht durch die Unterstützung von Angehörigen, denn es lag ihnen keine Information über ihr Pseudonym und somit kein Zugang zum zugehörigen Online-Tool vor. Es wäre zwar möglich, die tägliche Schrittzahl abends vom Display abzulesen und zu notieren, jedoch darf das aufgrund des Aufwands und der Displaygröße von nur 10 mal 10 mm (0,39 x 0,39 Zoll) (Garmin 2019) als unwahrscheinlich eingestuft werden.

Ein systematisches Review der Validität und Reliabilität handelsüblicher Fitnesstracker ergab, dass die Schrittebeobachtung mit Trackern der Marke *Fitbit* höchst genau und exakt sowie im Vergleich zu weiteren Funktionen wie Kalorienverbrauch oder Herzfrequenzmessung am geeignetsten ist (Evenson et al. 2015: 17), um Mobilität zu messen. Die Schritte, die von den Sensoren der Marke *Fitbit* gezählt werden, stimmen in sehr hohem Maße mit denen eines Forschungspedometers überein ($r=0,91$) (Dominick et al. 2016). In einer anderen Studie wies der Sensor in der *Garmin vívofit 3* unter verschiedenen Bedingungen, nämlich auf dem Laufband, auf einer Teststrecke auf dem Boden sowie im 24-Stunden-Verlauf, eine sehr hohe Übereinstimmung mit einem Forschungspedometer auf ($r=0,90$) (An et al. 2017: 363). Allerdings waren die beteiligten Proband*innen stets ≤ 65 Jahre alt.

Eine systematische Übersichtsarbeit zur Validität und Reliabilität handelsüblicher Fitnesstracker für alternde Erwachsene stellt die Ergebnisse von 290 Proband*innen im Durchschnittsalter von 70,2 Jahren ($SD=4,8$) zusammen (Straiton et al. 2018). Die Fitnesstracker der Marke *Fitbit* weisen demnach eine hervorragende Intra-Klassen-Reliabilität (0,94) mit einem Referenzgerät auf. Auch hier wurde deutlich, dass die Algorithmen Schritte eher unterschätzen. Tedesco et al. (2019) schlagen nach einem Vergleich verschiedener handelsüblicher Fitnesstracker und Forschungsaccelerometer (hier: ActiGraph-Modelle) im Labor vor, dass die Modelle an der Hüfte getragen werden sollten. Weder die Fußgelenk- noch die Hüftlösung ist für das vorliegende Forschungsinteresse praktikabel, denn die Patient*innen sollen trotz körperlicher Einschränkungen den Sensor selbstständig und gefahrlos anlegen und abnehmen können. Diese Möglichkeit ist durch die Armbandlösung gegeben, die von den Marken *Fitbit* und *Garmin* angeboten wird.

In Rahmen des Forschungsprojekts wurde in einer Fallstudie die Schrittzahl verglichen, die von den beiden eingesetzten Geräten beobachtet wurde (Altenbuchner/Mücke/Haug 2020). Eine 80 Jahre alte, weibliche Probandin vollzog sechs Durchläufe auf einer Teststrecke von 50 Schritten. Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen dem *Fitbit*- und dem *Garmin*gerät sowie der tatsächlichen Schrittzahl, die über die Beobachtungsdokumentation festgestellt wurden. Im häuslichen Umfeld, in einer 33-tägigen durchgehenden Observation, korrelierten die Schrittzahlen der beiden Geräte stark positiv und signifikant [$r=0,776$, $p\leq 0,001$, *Bca-KI*-95 % (0,618; 0,874), $N=33$]. Jedoch zeichnete das *Fitbit*gerät durchgehend mehr Schritte auf. Es wurde von der Probandin an der dominanten Körperseite getragen, während das *Garmin*gerät an der nicht-dominanten Körperseite getragen wurde. Zu den Limitationen dieser Fallstudie zählt, dass es nicht möglich war, auf der Teststrecke die Armseiten der Geräte zu wechseln. Somit konnte der Einfluss der dominanten und nicht-dominanten Seite nicht geprüft werden. Dies liegt in der Konstitution der Probandin begründet. Sie fühlte sich nach der Durchführung der sechsmaligen Teststrecke physisch und mental stark erschöpft. Darum musste an dieser Stelle unterbrochen werden. Im häuslichen Umfeld hielt die Probandin die Armbänder an der entsprechenden Seite an.

Es wird deutlich, dass kontrollierte Bedingungen (Teststrecke) genaue Ergebnisse liefern, jedoch werden im Alltag und aufgrund der Gangart der Zielgruppe Schrittzahlen eher unterschätzt. Der große Unterschied zwischen einem für Forschungszwecke entwickeltem Accelerometer und einem Fitnesstracker liegt in der Kalibrierung, nicht im Sensor (vgl. Bieber 2014: 28-35). Auch im Forschungsaccelerometer sind bestimmte Kalibrierungen enthalten, die ursprünglich nicht für alle möglichen Zielgruppen vorgesehen sind.

Bei der algorithmischen Informationsverarbeitung können systematische und unsystematische Fehler auftreten. Gründe für systematische Fehler wären in diesem Kontext inkorrekte Einstellungen für Schrittlänge und Körpergröße, die Gang-

art und das Anbringen am falschen Arm. Dieser wäre der dominante Arm, mit dem in der Regel öfter Gegenstände getragen werden, wodurch das Mitschwingen erschwert ist. Gründe für unsystematische Fehler wären Übertragungsfehler der Daten und fehlerhaftes Auslesen, beispielsweise eines falschen Datums oder auch vieler Variationen der Schrittlängen durch unterschiedliche Geschwindigkeitsarten oder Steigungen (vgl. Fitbit Inc. 2019; Garmin Ltd. 2016; Rat für Sozial- und Wirtschaftsdaten 2020). Momentan bietet die Armbandlösung durch handelsübliche Geräte eine Lösung zur Beobachtung des Mobilitätsverhaltens der Zielgruppe, die als die zum jetzigen Zeitpunkt praktikabelste Lösung bezeichnet werden darf (vgl. Altenbuchner/Mücke/Haug 2020). In einem vorsichtigen Einsatz der Geräte, wie Tedesco et al. (2019) es ausdrücken, sollte die Möglichkeit des Auftretens systematischer Fehler in die Studienplanung einbezogen werden und im Datenmanagement und der -analyse beachtet werden. Durch eine akkurate Durchführung und Dokumentation des Datenmanagements ist es möglich unsystematische Fehler weitestgehend zu eliminieren (Altenbuchner/Mücke/Haug 2020).

Schrittzahl als Mobilitätsindikator

In diesem Abschnitt wird dargelegt, warum das sensorbasierte Bewegungsmonitoring in Form von täglichen Schrittzahlen durch das Fitnesstrackerarmband eine Erweiterung des geriatrischen Mobilitätsassessments durch Fragebatterien und Tests ermöglicht und welche neuen Erkenntnisse sich dadurch ergeben.¹

Im Rahmen der explorativen Datenanalyse wurden die Fragestellungen untersucht, wie sich die Schrittzahl nach der Operation einer hüftnahen Fraktur entwickelt sowie, ob und wie viele abgegrenzte Gruppen sich bilden lassen. Zur Beantwortung der Forschungsfragen erfolgt eine deskriptive Datenanalyse und eine k-means Clusteranalyse.

Es handelt sich um eine quantitative explorative längsschnittliche (zehn Wochen) Beobachtungsstudie im Lebensalltag der geriatrischen Patient*innen, die nach der operativen Versorgung einer hüftnahen Fraktur auf einer nach den Kriterien der DGU zertifizierten Alterstraumastation (ATZ-DGU) behandelt wurden (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie/AltersTraumaZentrum DGU 2020). Das zu beobachtende Verhalten bestand aus den täglichen Schrittzahlen der Patient*innen, die durch das technische Hilfsmittel Fitnesstracker registriert und gespeichert wurden. Für das Forschungsprojekt liegt ein positives Votum der Ethikkommission an der Universität Regensburg vor.

1 Die Veröffentlichung von Teilergebnissen des Bewegungsmonitorings erfolgte auf Tagungen (z.B. Altenbuchner/Haug/Weber 2019; Altenbuchner/Mücke/Haug 2020). Eine ausführliche Ergebnisdarlegung wird noch in einer Dissertationsschrift folgen.

Andere Autor*innen betonen bereits die Eignung einer sensorbasierten Beobachtung der Mobilität, weil fehlende Werte, die durch das Mobilitätsassessments entstehen, ausgeglichen werden können (Benzinger et al. 2014: 240-241). Anders als das Ausfüllen von Fragebögen bietet die Beobachtung am Körper eine individualisierte Datenlage (Fleiner et al. 2016: 1687), die das Bewegungsverhalten veränderungssensitiv abbildet (Nicolai 2012: 189). Auch bei Menschen mit demenziellen Erkrankungen ist das sensorbasierte Mobilitätsmonitoring möglich, wohingegen diese Personen Anweisungen für Mobilitätstests häufig nicht nachvollziehen und durchführen können (Fleiner et al. 2016: 1691-1693). Durch die Wahl der Kennzahl Schrittzahl, die bei handelsüblichen Geräten gut geeignet ist, um die körperliche Aktivität abzubilden (Dominick et al. 2016), wird die Messung der Rehabilitationsleistungen auch für Patient*innen nachvollziehbar und relevant, wie es in der Rehabilitationsliteratur gefordert wird (vgl. Benzing et al. 2014: 239; Weidemann-Wendt 2017). Die Schrittzahl bietet eine Größe, die von Patient*innen und Pflegenden sowie Angehörigen verstanden werden dürfte. Angehörige spielen in der Förderung der körperlichen Aktivität geriatrischer Patient*innen beziehungsweise alternder und sehr alter Menschen eine wichtige Rolle (Sauter et al. 2019). Entsprechend der Nachvollziehbarkeit der Schrittzahlen könnte zukünftig auch eine individuelle Handlungsanweisung, zum Beispiel durch die Hausärzt*innen, denkbar sein, wenn ein (individueller) Zielwert definiert wird (Altenbuchner/Haug/Weber 2019: 144-145).

Die sensorbasierte Beobachtung zeigte sich als geeignet, um die Mobilitätsentwicklungen abzubilden und Unterschiede in der Entwicklung aufzuzeigen. Der Vergleich der täglichen Schrittzahlen aus dem vorliegenden Projekt mit Ergebnissen ähnlicher Untersuchungen (Davenport et al. 2015; Ellingson et al. 2019; Fleig et al. 2016; Fleiner et al. 2016; Kiselev et al. 2019; O'Halloran et al. 2016) ergibt, dass die beobachteten Werte plausibel und nachvollziehbar sind.²

Fragen nach der Möglichkeit einer eindeutigen Gruppenbildung hinsichtlich der Schritte-Entwicklung sowie nach der Anzahl und den Merkmalen dieser Gruppen können folgendermaßen beantwortet werden: Es lassen sich klar abgrenzbare Gruppen bilden. Die statistischen Kennwerte im Rahmen der explorativen k-means Clusteranalyse erlauben im Zeitverlauf von Woche zu Woche eine eindeutige Unterscheidung zwischen zwei bis vier Clustergruppen. Im Gesamtzeitverlauf, unter Einbeziehung aller Wochen, können die Patient*innen in drei heterogene Clustergruppen gruppiert werden. Der Logik der k-means Clusteranalyse folgend, unterscheiden sich die durchschnittlichen Schrittzahlen zwischen den Clustern signifikant voneinander. Die mit den höchsten täglichen Schrittzahlen (γ -Cluster) gehen durchschnittlich den Faktor 1,96 Mal mehr als die mit den mittelhohen-/niedrigen Schrittzahlen ($\leftrightarrow$ -Cluster) und gehen 6,14 Mal mehr als die mit

2 Eine deskriptive Statistik der Schrittzahlen findet sich bei Altenbuchner/Haug/Weber (2021).

den niedrigen Schrittzahlen ($\leftarrow$ -Cluster), welche sich von denen mit den mittelhohen/-niedrigen Schrittzahlen um den Faktor 3,13 unterscheiden. Clusteranalysen sehen vor, die statistisch vorgefundenen Clustergruppen inhaltlich zu interpretieren und mit Namen zu versehen (Schendera 2010). Diese Interpretation erfolgte in Anbetracht der deskriptiven Merkmale der Patient*innen sowie unter Beachtung theoretischer und praktischer Versorgungs- und Mobilisierungsregeln (vgl. Denking/Nikolaus 2013; Hager/Krause 2018; Schlesselmann 2019; Weidemann-Wendt 2017). Dieses Vorgehen deckte die folgenden Gruppen auf: »Mobilisierte Patient*innen« ($\rightarrow$ -Cluster), »Zirkulierende Patient*innen« ($\leftrightarrow$ -Cluster) und »Gebrechliche Patient*innen« ($\leftarrow$ -Cluster).

Das Cluster »Gebrechliche Patient*innen« setzt sich aus den ältesten Patient*innen zusammen. Der Altersmedian liegt über dem Median der Gesamtstichprobe. Der Altersmedian der anderen Clustergruppen liegt darunter. Zwischen den Altersmedien der Clustergruppen besteht jedoch kein signifikanter Unterschied. Es ist keine signifikante Zugehörigkeit zu einer der drei Clustergruppen hinsichtlich einer diagnostizierten Demenz erkennbar. Die Verteilungen der geriatrischen Assessmentwerte, die den kognitiven Status, die Selbsthilfefähigkeit und Mobilität vor der Fraktur abbilden, spiegeln den Gesamtzustand vieler Patient*innen wider. Personen mit entsprechend hoher Schrittzahl sind beim Cluster »Mobilisierte Patient*innen« und mit niedrigen eher beim Cluster »Gebrechliche Patient*innen« zu finden. Jedoch konnte durch die Wahl der Kennzahl der täglichen Schrittzahl aufgedeckt werden, dass sich die Clustergruppe »Zirkulierende Patient*innen«, die sich hinsichtlich der Assessmentwerte und des Alters kaum vom Cluster »Mobilisierte Patient*innen« unterscheiden, durch eine uneindeutige Mobilitätsentwicklung von Woche zu Woche auszeichnen und einzelne immer wieder in die unteren Gruppen der Schrittzahlen rutschen. Diese Gruppe befindet sich in der oben beschriebenen Ereignisabfolge der Fragilität und sollte weiter hinsichtlich des Aktivitätsverhaltens beobachtet werden.

Die Verteilung der wöchentlichen Zuwachsraten unterscheidet sich in allen drei Clustergruppen nicht signifikant. Zwar starten die Gruppen mit sehr unterschiedlichen Ausgangswerten der täglichen Schrittzahlen und »Gebrechliche Patient*innen« können erst später als die anderen einen Zuwachs erreichen, jedoch ist der durchschnittliche Zuwachs sehr ähnlich. 75 Prozent der Patient*innen, die in Alters-Trauma-Zentren behandelt werden, sind eine Woche nach der Operation »gehfähig« (Sektion Alterstraumatologie DGU 2019: 22; 33-34). Ein Großteil dieser Gruppe kann gestützt (10 %) oder mit Hilfsmitteln wie Rollatoren (26 %), Gehbock (14 %) oder Gehwagen (24 %) gehen. Nur 1 Prozent kann selbstständig gehen. 22 Prozent haben noch keine Gehfähigkeit erreicht. Durch die tägliche Schrittzahl ist es möglich, der dichotomen Variable »Gehfähigkeit« einen metrischen Wert gegenüberzustellen.

Für Personen, die sich sehr gut erholen, darf angenommen werden, dass sich mit fortschreitender Rehabilitationszeit ihre körperliche Aktivität nicht nur in Schritten, sondern auch durch andere Aktivitäten, wie etwa Radfahren, ausgedrückt werden könnte. Darum besteht aufgrund der Wahl der Variable Schrittzahl die Möglichkeit eines Unterschätzens der Bewegung, denn Aktivitäten, die über Gehen, Laufen oder Ruhen hinausgehen, können von Fitnesstrackern nicht eindeutig erfasst werden (Garriguet/Tremblay/Colley 2015: 14). Für Personen, die eine vergleichsweise schlechte Erholung aufweisen, darf, begründet durch das Gangbild, angenommen werden, dass durch den Algorithmus des Geräts weniger Schritte gespeichert werden, als tatsächlich getätigt wurden. Der Fehler liegt in experimentellen Studien bei <10 Prozent der Schrittzahl (Floegel et al. 2017: 232). Dies trifft für die Proband*innen mit und ohne Einschränkungen der Gehfähigkeit zu. Es wäre also möglich, dass die Schritte sowohl bei hohem als auch bei geringem Rehabilitationserfolg geringfügig unterschätzt wurden. Da die Patient*innen im Laufe der Mobilisierung auf der Station, in der Rehabilitationseinrichtung und auch zu Hause mit Hilfsmitteln gehen, muss von einem Unterschätzen der tatsächlichen Schrittzahl ausgegangen werden – nicht aber von einem Überschätzen (Floegel et al. 2017; Straiton et al. 2018).

Die tägliche Schrittzahl eignete sich in einer anderen Studie sehr effektiv, um ein drohendes geriatrisches Frailty-Syndrom von Personen, die zu Hause leben, vorherzusagen (Schwenk et al. 2015). Durch eine regelmäßige pflegerische oder ärztliche Prüfung der Schrittzahl wäre vorstellbar, dass sich eine Art Frühwarnsystem für die drohende Immobilität etablieren lassen könnte.

Fazit

Sensorbasiertes Bewegungsmonitoring bietet eine Möglichkeit zum Echtzeit- und Verlaufsmonitoring und somit auch eine hohe Übertragbarkeit der Beobachtungsergebnisse auf den Alltagskontext (vgl. Rat für Sozial- und Wirtschaftsdaten 2020: 9).

Beim Einsatz von Fitnesstrackern ist zu beachten, dass sie keine wissenschaftlichen Forschungsinstrumente oder gar Medizinprodukte sind. Die kommerziellen Produkte werden entsprechend der Kriterien Design und Nutzer*innenfreundlichkeit entwickelt. Für die Forschungszielgruppe bieten sie zwar einen hohen Tragekomfort, jedoch ist zurzeit eine Steuerung des Geräts und ein Ablesen beziehungsweise Auslesen der Informationen schwer vorstellbar. Es ist davon auszugehen, dass in absehbarer Zeit von den Anbietern der Fitnesstracker auch Kalibrierungen für alternde und sehr alte Menschen implementiert werden, schließlich gilt es neue Nutzer*innen und Kund*innen zu gewinnen oder auch den Bedürfnissen derer ge-

recht zu werden, die bereits heute Fitnesstracker nutzen und mit fortschreitendem Alter weiterhin diese Technologie verwenden wollen.

Auch heute schon wäre es für Rehabilitand*innen oder pflegende Angehörige möglich, die Rehabilitationsentwicklung durch die Beobachtung der täglichen Schrittzahl selbstständig mitzuverfolgen. Andere Variablen, wie Bewegungszeit oder Geschwindigkeit oder Kalorienverbrauch und Herzfrequenz, würden hier ein weiterführendes Datenverständnis abverlangen (»Data Literacy«, vgl. Duttweiler/Passoth 2016: 16), denn die Visualisierung dieser Daten, wie sie auf den Online-Plattformen und Applikationen bereitgestellt wird, gibt ein verzerrtes Bild ab. Jedoch können sich die Beobachtenden im Rahmen eines privaten Monitorings fragen: Ist eine Steigerung, eine Verringerung oder eine Konstanz im Zeitverlauf zu beobachten? Stimmen diese Beobachtungen mit dem persönlichen, subjektiven Erleben überein? Passen diese Beobachtungen zum allgemeinen Gesundheitszustand? Wie lauten die individuellen beziehungsweise persönlichen (Rehabilitations-)Ziele? (Altenbuchner/Haug/Weber 2019: 143)

Abschließend soll ein mögliches Gefahrenpotenzial durch die Deutungsmacht der algorithmischen Datenverarbeitung beim Technikeinsatz im pflegerischen Bereich nicht unerwähnt bleiben. Höhmann/Schwarz (2017) stellen die Aussagen verschiedener kritischer Autor*innen zusammen, wie zum Beispiel Friesacher (2010: 302), der davor warnt, dass hierbei Patient*innen als »Datenträger« und Pflegende als »Vermessungstechniker« gesehen werden. Dadurch entstehen »Eigenlogiken und Sachgesetzmäßigkeiten technischer Lösungen«, die sich auf die Handlungen der Pflegenden und die Kommunikation mit den Patient*innen auswirken, wobei das technische Gerät zwischen den Akteur*innen steht und dadurch einen direkten persönlichen Kontakt erschwert; mitunter auch, weil die persönliche Verantwortung an die Technik abgegeben wird (Höhmann/Schwarz 2017: 155). Diesem Einwand ist entgegenzubringen, dass diese Logik auch in validierten Assessmentbatterien zu finden ist, welche wiederum oftmals gar nicht in Gänze angewendet werden können, obwohl eine Diagnostik für eine Behandlungsentscheidung erforderlich und aufgrund der Evidenzlücke in der geriatrischen Versorgung von vielen Unsicherheiten geprägt ist. Sensortechnologie erleichtert es, den Zustand der Patient*innen zu verstehen und ihren individuellen Anforderungen gerecht zu werden. Anstatt das Gefahrenpotenzial in den Gesetzmäßigkeiten der Technik, hier der Funktionsweise des 3-Achsen-Bewegungssensor, dem Algorithmus und der Interpretation der vorgefundenen Werte zu stark zu betonen, sollten sie als innovative Lösungsmöglichkeit gesehen werden, die zur Nachvollziehbarkeit der tatsächlichen Bewegungsfähigkeit beiträgt. Die Daten bergen auch die Forderung nach einer medizinischen und pflegerischen Interpretation und entsprechender Handlung. So konnten die täglichen Schrittzahlen des Clusters »Gebrechliche Patient*innen« aufdecken, dass diese eine vergleichbar hohe Rehabilitationsleistung wie die anderen Gruppenzugehörigen erbringen, die aber von einem weit niedrigeren Ausgangs-

punkt startet. Auch ›Zirkulierende Patient*innen‹ sind im Zeitverlauf der Beobachtung immer wieder in der Clustergruppe mit niedriger Schrittzahl angesiedelt. Hier wird ersichtlich, dass Personen aus beiden Clustern ohne ein Bewegungsmonitoring leicht unterschätzt werden könnten, wenn sie an einem unpassenden Tag eingeschätzt werden. Obwohl ›Gebrechliche Patient*innen‹ fragil sind und anhand ihrer Assessmentwerte als weitestgehend immobil gelten, konnte die Beobachtung dieser Immobilität eine quantitative Bedeutung zuweisen, die zeigt, was für diese Patient*innen noch möglich ist. Höhmann/Schwarz (2017: 158-159) argumentieren ebenfalls, dass es kontext- und situationsbedingt sinnvoll ist, »Gestaltungspotentiale zu erkennen und nutzbar zu machen«, wenn die Implementierung innovativer technischer Lösungen erforderlich ist.

Eignen sich also konventionelle Fitnesstracker als Forschungsinstrument und als Bewegungsmonitoringsystem bei geriatrischen Patient*innen? Für zukünftige Studien an dieser Zielgruppe kann diese Frage mit einem klaren ›Ja‹ beantwortet werden. Die Nutzung von Aktivitätstrackern in der Alterstraumatologie und in weiteren geriatrischen Teilgebieten, in denen Mobilität einen wichtigen Faktor darstellt, kann der Einsatz konventioneller Fitnesstracker empfohlen werden. Diese sollten mit einem 3-Achsen-Sensor ausgestattet sein, am Handgelenk getragen werden und einen gewissen Tragekomfort beinhalten. In der Durchführung sollten Möglichkeiten des Datenschutzes, zum Beispiel durch Pseudonymisierung und Datensparsamkeit, vollumfänglich beachtet werden. Unter Beachtung dieser Punkte können die Fitnesstracker nicht nur den Bedürfnissen der Zielgruppe und den einzelnen Proband*innen gerecht werden, sondern tragen in methodischer Hinsicht dazu bei, die drängende Forschungslücke zu dieser besonderen Zielgruppe weiter zu schließen.

Literatur

- Altenbuchner, Amelie/Haug, Sonja/Kretschmer, Rainer/Weber, Karsten (2018): »How to Measure Physical Motion and the Impact of Individualized Feedback in the Field of Rehabilitation of Geriatric Trauma Patients«, in: Günter Schreier/Dieter Hayn (Hg.), *Health Informatics Meets eHealth: Biomedical Meets eHealth – From Sensors to Decisions. Proceedings of the 12th eHealth Conference*, Amsterdam: IOS Press, S. 226-232.
- Altenbuchner, Amelie/Haug, Sonja/Weber, Karsten (2019): »Exploratory Analysis of Motion Tracking Data in the Rehabilitation Process of Geriatric Trauma Patients«, in: Dieter Hayn/Alphons Eggerth/Günter Schreier (Hg.), *dHealth 2019 – From eHealth to dHealth. Proceedings of the 13th Health Informatics Meets Digital Health Conference*, Amsterdam: IOS Press, S. 138-145.

- (2021): »Die ersten Schritte nach einer hüftnahen Fraktur. Sensorbasierte Bewegungsexploration bei geriatrischen Traumapatient/-innen«, in: *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, S. 1-6.
- Altenbuchner, Amelie/Mücke, Vanessa/Haug, Sonja (2020): »Comparing Monitoring Results of Two Motion Trackers for Geriatric Patients«, in: Günter Schreier/Dieter Hayn/Alphons Eggerth (Hg.), *dHealth 2020 – Biomedical Informatics for Health and Care. Proceedings of the 14th Health Informatics Meets Digital Health Conference*, Amsterdam: IOS Press, S. 77-84.
- Altenbuchner, Amelie/Weber, Karsten (2020): »Geriatric trauma patients as research subjects in a technology-driven research project. A preliminary field report«, in: Joschka Haltaufderheide/Johanna Hovemann/Jochen Vollmann et al. (Hg.), *Aging between Participation and Simulation*, Berlin, Boston: De Gruyter, S. 87-104.
- Altenbuchner, Amelie/Weber, Karsten/Fuchs, Dominik (2019): »Nützlichkeit & Nutzung – Technikakzeptanz und Technikbewertung von AAL«, in: Petra Friedrich/Dominik Fuchs (Hg.), *6. Ambient Medicine® Forum »Assistive Technik für selbstbestimmtes Wohnen«* (Band 6). 19.-20. Februar 2019, Tagungsband, Göttingen: Cuvillier Verlag, S. 149-156.
- An, Hyun-Sung/Jones, Gregory C./Kang, Seoung-Ki/Welk, Gregory J./Lee, Jung-Min (2017): »How valid are wearable physical activity trackers for measuring steps?«, in: *European journal of sport science* 17, S. 360-368.
- Avers, Dale/Brown, Marybeth/Chui, Kevin K./Wong, Rita A./Lusardi, Michelle (2011): »Editor's message: Use of the term »elderly««, in: *Journal of geriatric physical therapy* 34, S. 153-154.
- Banse, Gerhard/Hauser, Robert (2010): »Technik und Kultur – ein Überblick«, in: Armin Grunwald/Gerhard Banse (Hg.), *Technik und Kultur. Bedingungs- und Beeinflussungsverhältnisse*, Karlsruhe: KIT Scientific Publishing, S. 17-40.
- Barth, Alexander/Doblhammer, Gabriele (2017): »Physische Mobilität und Gesundheit im Alter«, in: Tilman Mayer (Hg.), *Die transformative Macht der Demografie*, Wiesbaden: Springer Fachmedien, S. 207-244.
- Becker, Stefanie (2014): »Gerontologie – eine interdisziplinäre Wissenschaft«, in: Stefanie Becker/Hermann Brandenburg (Hg.), *Lehrbuch Gerontologie. Gerontologisches Fachwissen für Pflege- und Sozialberufe – Eine interdisziplinäre Aufgabe*, Bern: Huber, S. 21-34.
- Benzing, Petra/Lindemann, Ulrich/Becker, Clemens/Aminian, Kamiar/Jamour, Michael/Flick, Simone E. (2014): »Geriatric rehabilitation after hip fracture. Role of body-fixed sensor measurements of physical activity«, in: *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie* 47, S. 236-242.
- Bieber, Gerald (2014): *Methodik zur mobilen Erfassung körperlicher Aktivität mittels Beschleunigungssensoren*. Dissertation, Rostock: Universität Rostock.

- Brecht, Meiken (2018): »Stürze«, in: Klaus Hager/Olaf Krause (Hg.), *ESSENTIALS Geriatrie*, München: Elsevier, S. 57-61.
- Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (2020): ICD-10-GM Version 2021. Kapitel XIX. Verletzungen, Vergiftungen und bestimmte andere Folgen äußerer Ursachen (S00-T98). Verletzungen der Hüfte und des Oberschenkels, <https://www.dimdi.de/static/de/klassifikationen/icd/icd-10-gm/ko-de-suche/htmlgm2021/block-s70-s79.htm> vom 10.03.2021.
- Davenport, Sarah J./Arnold, Meaghan/Hua, Carol/Schenck, Amie/Batten, Sarah/Taylor, Nicholas F. T. (2015): »Physical Activity Levels During Acute Inpatient Admission After Hip Fracture are Very Low«, in: *Physiotherapy research international* 20, S. 174-181.
- Denkinger, Michael/Nikolaus, Thorsten (2013): »Gesundes Altwerden«, in: Andrej Zeyfang/Ulrich Hagg-Grün/Thorsten Nikolaus (Hg.), *Basiswissen Medizin des Alterns und des alten Menschen*, Berlin, Heidelberg: Springer, S. 3-14.
- Deutsche Akademie der Wissenschaften (2015): *Medizinische Versorgung im Alter. Welche Evidenz brauchen wir?* (Schriftenreihe zur wissenschaftsbasierten Politikberatung), Halle (Saale): Nationale Akademie der Wissenschaften.
- Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie/AltersTraumaZentrum DGU (2020): *Kriterienkatalog. Version 1.3*, München: AVC.
- Dominick, Gregory M./Winfrey, Kyle N./Pohlig, Ryan T./Papavas, Mia A. (2016): »Physical Activity Assessment Between Consumer- and Research-Grade Accelerometers: A Comparative Study in Free-Living Conditions«, in: *JMIR mHealth and uHealth* 4, e110.
- Duttweiler, Stefanie/Passoth, Jan-Hendrik (2016): »Self-Tracking als Optimierungsprojekt?«, in: Stefanie Duttweiler/Robert Gugutzer/Jan-Hendrik Passoth et al. (Hg.), *Leben nach Zahlen. Self-Tracking als Optimierungsprojekt?*, Bielefeld: transcript, S. 9-42.
- Ellingson, Laura D./Lansing, Jeni E./DeShaw, Kathryn J./Peyer, Karissa L./Bai, Yang/Perez, Maria/Phillips, L. A./Welk, Gregory J. (2019): »Evaluating Motivational Interviewing and Habit Formation to Enhance the Effect of Activity Trackers on Healthy Adults' Activity Levels: Randomized Intervention«, in: *JMIR mHealth and uHealth* 7, e10988.
- Fitbit Inc. (2019): Wie zählt mein Fitbit-Gerät Schritte?, https://help.fitbit.com/articles/de/Help_article/1141#steps vom 01.11.2019.
- Fleig, Lena/McAllister, Megan M./Brasher, Penny/Cook, Wendy L./Guy, Pierre/Puyat, Joseph H./Khan, Karim M./McKay, Heather A./Ashe, Maureen C. (2016): »Sedentary Behavior and Physical Activity Patterns in Older Adults After Hip Fracture: A Call to Action«, in: *Journal of aging and physical activity* 24, S. 79-84.
- Fleiner, Tim/Haussermann, Peter/Mellone, Sabato/Zijlstra, Wiebren (2016): »Sensor-based assessment of mobility-related behavior in dementia: Feasibility and

- relevance in a hospital context«, in: *International psychogeriatrics* 28, S. 1687-1694.
- Floegel, Theresa A./Florez-Pregonero, Alberto/Hekler, Eric B./Buman, Matthew P. (2017): »Validation of Consumer-Based Hip and Wrist Activity Monitors in Older Adults With Varied Ambulatory Abilities«, in: *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences* 72, S. 229-236.
- Friesacher, Heiner (2010): »Pflege und Technik – eine kritische Analyse«, in: *Pflege & Gesellschaft* 15, S. 293-313.
- Garmin Ltd. (2016): Benutzerhandbuch vívofit 3, <https://www8.garmin.com/manuals/webhelp/vivofit3/DE-DE/GUID-946860A4-9C41-4B5E-9570-7413A45A3CF6-homepage.html> vom 04.05.2021.
- (2019): Mein Fitness Tracker zählt die Schritte nicht genau, https://support.garmin.com/de-DE/?faq=z1TfjCqajl8ZYZey72gg98&productID=567813&tab=topic_s vom 01.11.2019.
- Garriguet, Didier/Tremblay, Sylvain/Colley, Rachel C. (2015): Comparison of Physical Activity Adult Questionnaire results with accelerometer data, Canada, <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/82-003-x/2015007/article/14205-eng.pdf> vom 20.07.2020.
- Hager, Klaus (2018a): »Assessment – Messen in der Geriatrie«, in: Klaus Hager/Olaf Krause (Hg.), *ESSENTIALS Geriatrie*, München: Elsevier, S. 21-26.
- (2018b): »Immer älter, immer kränker?«, in: Klaus Hager/Olaf Krause (Hg.), *ESSENTIALS Geriatrie*, München: Elsevier, S. 5-8.
- (2018c): »Therapieren oder nicht?«, in: Klaus Hager/Olaf Krause (Hg.), *ESSENTIALS Geriatrie*, München: Elsevier, S. 15-19.
- (2018d): »Was ist im Alter anders?«, in: Klaus Hager/Olaf Krause (Hg.), *ESSENTIALS Geriatrie*, München: Elsevier, S. 9-13.
- Hager, Klaus/Krause, Olaf (2016): »Frailty. Neuer Begriff – Altes Problem«, in: *Der Allgemeinarzt* 38, S. 48-52.
- Hager, Klaus/Krause, Olaf (Hg.) (2018): *ESSENTIALS Geriatrie* (= Elsevier Essentials), München: Elsevier.
- Hagg-Grün, Ulrich/Nikolaus, Thorsten/Zeyfang, Andrej (2013): »Mobilität, Immobilität, Stürze und Folgen«, in: Andrej Zeyfang/Ulrich Hagg-Grün/Thorsten Nikolaus (Hg.), *Basiswissen Medizin des Alterns und des alten Menschen*, Berlin, Heidelberg: Springer, S. 39-53.
- Haltaufderheide, Joschka/Hovemann, Johanna/Vollmann, Jochen (2020): »The challenge ahead«, in: Joschka Haltaufderheide/Johanna Hovemann/Jochen Vollmann et al. (Hg.), *Aging between Participation and Simulation*, Berlin, Boston: De Gruyter, S. 1-10.
- Henriksen, André/Haugen Mikalsen, Martin/Woldaregay, Ashenafi Z./Muzny, Miroslav/Hartvigsen, Gunnar/Hopstock, Laila A./Grimsgaard, Sameline (2018): »Using Fitness Trackers and Smartwatches to Measure Physical Activity in Re-

- search: Analysis of Consumer Wrist-Worn Wearables«, in: *Journal of medical Internet research* 20, e110.
- Höhm, Ulrike/Schwarz, Laura (2017): »Kompetenzanforderungen an pflegerische Führungskräfte in technikbezogenen Innovationsprozessen«, in: Mario A. Pfannstiel/Sandra Krammer/Walter Swoboda (Hg.), *Digitale Transformation von Dienstleistungen im Gesundheitswesen III*, Wiesbaden: Springer Gabler, S. 151-171.
- Höpfinger, François (2014): »Demografisch-gesellschaftliche Wandlungen und soziale Folgen«, in: Stefanie Becker/Hermann Brandenburg (Hg.), *Lehrbuch Gerontologie. Gerontologisches Fachwissen für Pflege- und Sozialberufe – Eine interdisziplinäre Aufgabe*, Bern: Huber, S. 161-184.
- Kiselev, Jörn/Nuritdinow, Timur/Spira, Dominik/Buchmann, Nikolaus/Steinhagen-Thiessen, Elisabeth/Lederer, Christian/Daumer, Martin/Demuth, Ilja (2019): »Long-term gait measurements in daily life: Results from the Berlin Aging Study II (BASE-II)«, in: *PloS one* 14, e0225026.
- Körtner, Ulrich H. J. (2006): »Frailty. Medizinethische Überlegungen zur Gebrechlichkeit des alten Menschen«, in: *Ethik in der Medizin* 18, S. 108-119.
- Kretschmer, Rainer/Loher, Martin/Apfelbacher, Christian/Nerlich, Michael (2017): »Herausforderung Fragilitätsfrakturen – aus Sicht eines Alterstraumazentrums«, in: *Public Health Forum* 25, S. 7146.
- Matthews, Charles E./Berrigan, David/Fischer, Beate/Gomersall, Sjaan R./Hillreiner, Andrea/Kim, Youngwon/Leitzmann, Michael F./Saint-Maurice, Pedro/Olds, Timothy S./Welk, Gregory J. (2019): »Use of previous-day recalls of physical activity and sedentary behavior in epidemiologic studies: Results from four instruments«, in: *BMC public health* 19, S. 478.
- Nicolai, Simone E. (2012): *Sensorbasierte Messung und Bedeutung körperlicher Aktivität bei Patienten nach Hüftfraktur in der geriatrischen Rehabilitation*. Dissertation, Stuttgart: Universität Stuttgart.
- O'Halloran, Paul D./Shields, Nora/Blackstock, Felicity/Wintle, Elizabeth/Taylor, Nicholas F. (2016): »Motivational interviewing increases physical activity and self-efficacy in people living in the community after hip fracture: A randomized controlled trial«, in: *Clinical rehabilitation* 30, S. 1108-1119.
- Örgel, Marcus/Petri, Maximilian (2018): »Alterstraumatologie«, in: Klaus Hager/Olaf Krause (Hg.), *ESSENTIALS Geriatrie*, München: Elsevier, S. 63-68.
- Preusse, Kimberly C./Mitzner, Tracy L./Fausset, Cara B./Rogers, Wendy A. (2017): »Older Adults' Acceptance of Activity Trackers«, in: *Journal of applied gerontology* 36, S. 127-155.
- Rapp, Kilian/Büchle, Gisela/Dreinhöfer, Karsten/Bücking, Benjamin/Becker, Clemens/Benzinger, Petra (2019): »Epidemiologie von Hüftfrakturen: Systematisches Literaturreview deutscher Daten und ein Überblick über die internationale Literatur«, in: *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie* 52, S. 10-16.

- Rat für Sozial- und Wirtschaftsdaten (2020): Datenerhebung mit neuer Informationstechnologie – Empfehlungen zu Datenqualität und -management, Forschungsethik und Datenschutz. Berlin: RatSWD.
- Robert Koch-Institut (2021): Multimorbidität, https://www.rki.de/DE/Content/GesundAZ/G/Gesundheit_Alter/Gesundheit_Alter_node.html;jsessionid=803EDC1885D28534Fo6B6FB15DDCoB4B.internet111?cms_box=2&cms_current=Multimorbidit%C3%A4t&cms_lv2=13281366 vom 04.05.2021.
- Sauter, Alexandra/Curbach, Janina/Rueter, Jana/Lindacher, Verena/Loss, Julika (2019): »German senior citizens' capabilities for physical activity: A qualitative study«, in: *Health promotion international* 34, S. 1117–1129.
- Schlesselmann, Elke (Hg.) (2019): Bewegung und Mobilitätsförderung. Praxishandbuch für Pflege- und Gesundheitsberufe.
- Sieber, Cornel C. (2007): »Der ältere Patient – wer ist das?«, in: *Der Internist* 48, 1190–1194.
- Statistisches Bundesamt (2020a): Anteil der Bevölkerung ab 65 Jahren an der Gesamtbevölkerung in Deutschland von 1991 bis 2019, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/548267/umfrage/anteil-der-bevoelkerung-ab-65-jahren-und-aelter-in-deutschland/vom-04.05.2021>.
- (2020b): Gesundheit. Tiefgegliederte Diagnosedaten der Krankenhauspatientinnen und -patienten 2018, https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Krankenhaeuser/Publikationen/Downloads-Krankenhaeuser/tiefgegliederte-diagnosedaten-5231301187015.xlsx?__blob=publicationFile vom 08.03.2021.
- Tedesco, Salvatore/Sica, Marco/Ancillao, Andrea/Timmons, Suzanne/Barton, John/O'Flynn, Brendan (2019): »Accuracy of consumer-level and research-grade activity trackers in ambulatory settings in older adults«, in: *PloS one* 14, e0216891.
- Wahl, Hans-Werner/Heyl, Vera (2015): Gerontologie, Einführung und Geschichte (Grundriss Gerontologie, Band 1), Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.
- Weber, Karsten (2017): »Demografie, Technik, Ethik: Methoden der normativen Gestaltung technisch gestützter Pflege«, in: *Pflege & Gesellschaft* 22, S. 338–352.
- Weidemann-Wendt, Norma (2017): »Physiotherapeutische Arbeitsfelder in der Geriatrie«, in: Katja Richter/Christine Greiff/Norma Weidemann-Wendt (Hg.), *Der ältere Mensch in der Physiotherapie*, Berlin, Heidelberg: Springer, S. 157–211.
- Zeyfang, Andrej/Hagg-Grün, Ulrich/Nikolaus, Thorsten (Hg.) (2013): *Basiswissen Medizin des Alterns und des alten Menschen*, Berlin, Heidelberg: Springer.