

# **Die körperliche Aktivität im Kontext von gesundem Altern in Deutschland**

Kumulative Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde (Dr. rer. nat.)

Fachbereich 11 Human- und Gesundheitswissenschaften

vorgelegt von Imke Stalling

**Betreuerin:** Prof. Dr. Karin Bammann, Institut für Public Health und  
Pflegeforschung, Universität Bremen

**Erstgutachter:** Prof. Dr. Hajo Zeeb, Leibniz-Institut für  
Präventionsforschung und Epidemiologie – BIPS, Universität Bremen

**Zweitgutachter:** PD Dr. Tilman Brand, Leibniz-Institut für  
Präventionsforschung und Epidemiologie – BIPS, Universität Bremen

**Datum des Kolloquiums:** 31.01.2025

# Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis .....	I
Abbildungsverzeichnis.....	II
Abkürzungsverzeichnis.....	III
Zusammenfassung .....	IV
Abstract.....	V
1 Einleitung .....	1
2 Gesundheitsförderung und körperliche Aktivität im Alter.....	3
2.1 Definition von gesundem Altern und körperlicher Aktivität .....	3
2.2 Modelle des Alterns und deren Relevanz für die Bewegungsforschung .....	4
2.3 Körperliche Aktivität und ihre Rolle im Erhalt der physischen, kognitiven und psychosozialen Gesundheit .....	7
2.4 Sozioökonomischer Status und Geschlecht .....	8
3 Zielsetzung und Forschungsfragen.....	11
4 Methodisches Vorgehen .....	13
4.1 Datengrundlage .....	13
4.2 Messungen.....	14
4.2.1 Körperliche Aktivität .....	14
4.2.2 Gesundheitsindikatoren .....	15
4.2.3 Sozioökonomischer Status.....	16
4.3 Statistische Analyse .....	16
5 Zusammenfassung der Ergebnisse .....	17
5.1 Körperliche Aktivität und sozioökonomischer Status.....	17
5.2 Zeitverwendung und Gesundheit .....	18
5.3 Körperliche Aktivität, Gesundheit und Geschlecht .....	19

6	Diskussion .....	22
6.1	Beantwortung der Fragestellung .....	22
6.1.1	Körperliche Aktivität und sozioökonomischer Status .....	22
6.1.2	Zeitverwendung und Gesundheit .....	24
6.1.3	Körperliche Aktivität, Gesundheit und Geschlecht .....	26
6.1.4	Die Rolle der körperlichen Aktivität im Kontext von gesundem Altern..	29
6.2	Limitationen und Stärken .....	29
7	Fazit und Ausblick.....	31
8	Kopien der einbezogenen Publikationen und Darstellung des Eigenanteils .....	32
9	Literaturverzeichnis .....	63
	Anhang.....	i
	A Einverständnis der Koautor:innen.....	i
	B Eidesstattliche Erklärung.....	vii
	C Einverständniserklärung zur elektronischen Überprüfung der Arbeit auf Plagiate ..	viii

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Ergebnisse der binären logistischen Regression, nach Alter adjustiert .....	21
Tabelle 2: Darstellung des Eigenanteils der einbezogenen Publikationen .....	32

## **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Modell der Determinanten der Gesundheit nach Dahlgren & Whitehead, 1991 (24); Bildquelle: Hurrelmann & Richter, 2022 (26) .....	4
--	---

## **Abkürzungsverzeichnis**

BMI	Body Mass Index
CPM	Counts pro Minute
DEGS	Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland
METs	Metabolisches Äquivalent
MVPA	Moderate bis intensive körperliche Aktivität
WHO	Weltgesundheitsorganisation

## **Zusammenfassung**

Der fortschreitende demographische Wandel führt zu einer Vielzahl an neuen Herausforderungen für die Gesellschaft, so auch in Deutschland. Durch den damit zusammenhängenden Anstieg der Anzahl älterer Erwachsener müssen Veränderungen im Gesundheitswesen und dem Sozialsystem stattfinden. Der Erhalt einer guten Gesundheit, sowohl physisch als auch psychisch, ist nicht nur positiv für das Individuum, sondern auch für die Gesellschaft. Dadurch ist eine zentrale Aufgabe im Kontext des demographischen Wandels ein gesundes Altern zu ermöglichen. Häufig resultieren gesundheitliche Probleme im Alter aus chronischen Erkrankungen. Durch gesundheitsbewusstes Verhalten und Präventionsmaßnahmen können viele davon nicht nur vorgebeugt oder verzögert, sondern die Lebensqualität erhöht sowie Mobilität, Selbstständigkeit und Gesundheit bewahrt werden. Daher stand im Fokus dieser Arbeit die Rolle der körperlichen Aktivität im Kontext von gesundem Altern in Deutschland, mit besonderem Augenmerk auf dem sozioökonomischen Status, der Zeitverwendung sowie dem Geschlecht. Zur Beantwortung wurden drei Publikationen herangezogen, die in internationalen wissenschaftlichen Fachzeitschriften veröffentlicht wurden. Als Basis der Analysen dienten Daten aus der Pilot- und der clusterrandomisierten Studie des Projekts OUTDOOR ACTIVE. Neben Fragebogendaten wurden auch objektiv erhobene Daten aus einer Bewegungsmessung mit Akzelerometern sowie einer körperlichen Untersuchung herangezogen. Die Ergebnisse zeigten einen negativen Zusammenhang zwischen sozioökonomischem Status und selbstberichteter körperlicher Aktivität bei beiden Geschlechtern sowie einen positiven Zusammenhang mit objektiv gemessener körperlicher Aktivität bei den Männern. Zudem konnten Geschlechtsunterschiede hinsichtlich der verwendeten Zeit für verschiedene Aktivitätsdomänen gefunden werden. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass mehr Zeit für Freizeitaktivitäten und aktive Mobilität sowie eine höhere objektiv gemessene körperliche Aktivität mit einem verringerten Risiko für verschiedene gesundheitliche Einschränkungen zusammenhängen. Der gefundene Geschlechtsunterschied hinsichtlich der körperlichen Funktionsfähigkeit konnte zu einem großen Teil durch Gesundheitsindikatoren und chronische Erkrankungen erklärt werden. Die Ergebnisse stärken die Evidenzlage bezüglich körperlicher Aktivität und gesundem Altern in Deutschland. Sie liefern zudem Erkenntnisse, die bei der Entwicklung von Präventions- und Gesundheitsförderungsmaßnahmen für ältere Erwachsene berücksichtigt werden sollten.

## **Abstract**

The ongoing demographic change is leading to a number of new societal challenges, including Germany. The associated increase in the number of older adults means that changes need to be made to the healthcare and social systems. Maintaining good health, both physically and mentally, is not only positive for the individual, but also for society. In the context of demographic change, a focal point is therefore to enable healthy ageing. Health problems in older adults often result from chronic illnesses. Health-conscious behaviour and preventive measures can not only prevent or delay many of these illnesses, but also improve quality of life and maintain mobility, independence and health. This study therefore focussed on physical activity in the context of healthy ageing in Germany, with a particular focus on socioeconomic status, time use and gender. Three scientific papers published in international peer-reviewed journals were used to explore this topic. Data from the pilot and cluster-randomised study of the OUTDOOR ACTIVE project served as the basis for the analyses. In addition to questionnaire data, objectively collected data from accelerometer measurement and a physical examination were used. The results showed a negative association between socioeconomic status and self-reported physical activity in both genders, and a positive association with objectively measured physical activity in men. In addition, gender differences were found in the time spent on different active domains. The results indicate that more time spent on leisure activities and active transport as well as higher objectively measured physical activity are associated with a reduced risk for several health impairments. Gender differences found in physical functioning were largely explained by health indicators and chronic diseases. The results strengthen the evidence on physical activity and healthy ageing in Germany. The also provide implications for the development of prevention and health promotion interventions for older adults.



# 1 Einleitung

Der fortschreitende demographische Wandel in den westlichen Industrienationen, der insbesondere durch die gestiegene Lebenserwartung und das anhaltende Geburtendefizit geprägt ist, führt zu einer Vielzahl an neuen Herausforderungen für die Gesellschaft, so auch in Deutschland (1). Der damit zusammenhängende Anstieg der Anzahl älterer Erwachsener bedingt ein Umdenken im Gesundheitswesen und dem Sozialsystem (2). Der Erhalt einer guten Gesundheit, sowohl physisch als auch psychisch, ist nicht nur positiv für das Individuum, sondern auch für die Gesellschaft (2). Dadurch ist eine zentrale Aufgabe im Kontext des demographischen Wandels, Strategien und Konzepte zu entwickeln, die ein gesundes Altern ermöglichen (3). In diesem Zusammenhang rückt die Frage in den Mittelpunkt, wie die physische und psychische Gesundheit älterer Erwachsener langfristig aufrechterhalten werden kann.

Möglichst lange gesund und selbstständig leben zu können ist nicht nur für ältere Menschen persönlich wichtig, sondern reduziert auch die Belastungen des Gesundheitssystems, da aktuell in Deutschland jede fünfte Person über 66 Jahre alt ist und dieser Prozess in den nächsten Jahren voraussichtlich noch schneller voranschreiten wird (4). Häufig resultieren gesundheitliche Probleme im Alter aus chronischen Erkrankungen, u.a. Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes mellitus, Krebserkrankungen oder Arthrose (2). Das Risiko davon betroffen zu sein, nimmt mit steigendem Alter zu (2). Bereits jetzt sind chronische Erkrankungen in Europa für etwa 70 bis 80 % der Ausgaben im Gesundheitssystem verantwortlich, mit steigender Tendenz (5). Grund hierfür ist der zunehmende Bedarf an Arztbesuchen, Krankenhausaufenthalten sowie vermehrte Pflegebedürftigkeit (1, 6). Da mit steigendem Alter nicht nur das Risiko zunimmt, von einer einzelnen chronischen Erkrankung, sondern von mehreren betroffen zu sein (Multimorbidität), hat dies auch Auswirkungen auf die Komplexität der medizinischen Versorgung (7).

Wie bereits beschrieben, hat der demographische Wandel auch finanzielle Folgen für das Gesundheits- und Sozialversicherungssystem. Die Kosten steigen bei einem gleichzeitigen Rückgang der Beitragszahler, da immer weniger Menschen im erwerbsfähigen Alter sind. Dieses Ungleichgewicht zwischen Einnahmen und Ausgaben stellt die Systeme vor große Herausforderungen und bedarf dringend neuer Reformen (8). Ein wichtiger Schritt

dabei ist, das Gesundheitssystem an die Bedürfnisse der alternden Gesellschaft anzupassen, nicht nur im Hinblick auf medizinische und pflegerische Versorgung, sondern vor allem auch die Präventions- und Gesundheitsförderungsmaßnahmen (1).

Durch gesundheitsbewusstes Verhalten und Präventionsmaßnahmen, wie Programme zur Förderung der körperlichen Aktivität, gesunder Ernährung oder sozialer Teilhabe, können zahlreiche Erkrankungen nicht nur vorgebeugt oder verzögert, sondern die Lebensqualität erhöht sowie Mobilität, Selbstständigkeit und Gesundheit bewahrt werden (9–11). Insbesondere regelmäßige körperliche Aktivität kann das Risiko für zahlreiche nicht-übertragbare Erkrankungen reduzieren und somit zu einem gesunden Altern beitragen (11–14). Der Erfolg von Interventionen zur Förderung der körperlichen Aktivität bei Erwachsenen ist jedoch heterogen (15–17). Zubala et al. (18) konnten in ihrer Übersichtsarbeit zeigen, dass Programme, die auf die Bedürfnisse von älteren Erwachsenen zugeschnitten waren, am effektivsten die körperliche Aktivität steigern konnten.

## **2 Gesundheitsförderung und körperliche Aktivität im Alter**

### **2.1 Definition von gesundem Altern und körperlicher Aktivität**

Das Konzept des „gesunden Alterns“ ist komplex und beinhaltet zahlreiche Dimensionen und Aspekte, wie einleitend deutlich wurde. Bisher fehlt jedoch eine einheitliche Definition (19). Eine, auf die sich zahlreiche Forschende beziehen, ist die der Weltgesundheitsorganisation (WHO). Sie beschreibt gesundes Altern als den „Prozess der Entwicklung und Aufrechterhaltung der funktionalen Fähigkeit, die Wohlbefinden im Alter ermöglicht“ (2). Hierbei wird der Alterungsprozess als dynamisch angesehen und es wird betont, dass dieser durch jeden Einzelnen sowie die äußeren Begebenheiten aktiv beeinflusst werden kann (2, 20). Dies bedeutet, dass gesundes Altern nicht ein stabiler Zustand ist, sondern sich kontinuierlich ändert und von verschiedenen Lebensphasen und vielen Faktoren abhängt. Dazu zählen persönliche Eigenschaften, wie z.B. Resilienz und die Bereitschaft zur Veränderung, genauso wie die zur Verfügung stehenden Ressourcen, u.a. finanzielle Mittel oder der Zugang zu medizinischer Versorgung (21). Des Weiteren spielen auch kontext-spezifische Faktoren eine wichtige Rolle im Alterungsprozess, darunter fallen kulturelle Aspekte und politische Rahmenbedingungen. Gesellschaften, in denen ältere Menschen aktiv integriert werden und deren Teilhabe gefördert wird, leisten ebenfalls einen wichtigen Beitrag zum gesunden Altern (22, 23). Die Bedeutung dieser Determinanten kann ebenfalls mit Hilfe des Dahlgren-Whitehead-Modells zu den Determinanten der Gesundheit (Abbildung 1) veranschaulicht werden (24). Diese ganzheitliche Sichtweise zeigt deutlich, dass Gesundheit zunächst durch feste, unveränderbare Faktoren, wie Alter, Geschlecht und Erbanlagen, beeinflusst wird (innerer Kreis). Veränderbare Determinanten lassen sich auf den weiteren Schichten des Modells finden, die direkt und indirekt Einfluss auf die Gesundheit und somit auf das gesunde Altern nehmen (24). Dabei ist wichtig zu beachten, dass die einzelnen Bereiche voneinander nicht klar abgrenzbar sind, sondern sich gegenseitig beeinflussen (25).

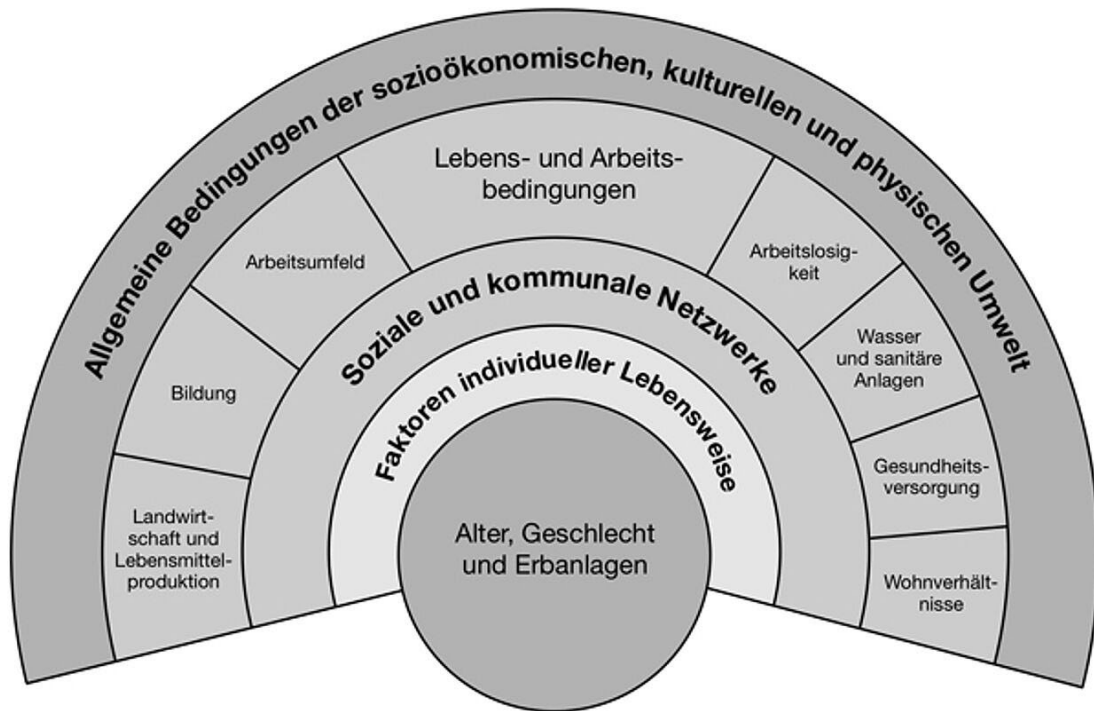


Abbildung 1: Modell der Determinanten der Gesundheit nach Dahlgren & Whitehead, 1991 (24); Bildquelle: Hurrelmann & Richter, 2022 (26)

Die zweite Schicht im Modell, die „Faktoren individueller Lebensweise“, umfassen das Gesundheitsverhalten und können direkten Einfluss auf die Gesundheit nehmen. Als ein wichtiger Baustein von gesundem Altern gehört auch regelmäßige körperliche Aktivität dazu (21, 27).

## 2.2 Modelle des Alterns und deren Relevanz für die Bewegungsforschung

Bei der Betrachtung der Definitionen von gesundem Altern wird deutlich, dass der Alterungsprozess ein komplexer Vorgang ist, der von zahlreichen Determinanten bestimmt wird (22). Daher ist es von großer Notwendigkeit sich in diesem Zusammenhang bestehende theoretische Modelle des Alterns genauer anzuschauen. Diese helfen nicht nur dabei, den Alterungsprozess besser verstehen und nachvollziehen zu können, sondern können auch insbesondere in der Bewegungsforschung nützlich sein, um für diese Lebensphase passende Interventionen zu entwickeln (28).

Aus biologischer Sicht wird primär davon ausgegangen, dass Altern durch den Abbau physiologischer und kognitiver Funktionen gekennzeichnet ist (29, 30). In der Psychologie, Soziologie und Public Health wird die Lebensphase „Alter“ häufig am Renteneintritt festgemacht (31) und es wird versucht zu verstehen, wie Menschen altern. In diesem Zusammenhang sind in den vergangenen Jahrzehnten zahlreiche Modelle des Alterns entstanden, die bis heute, wenn auch vorrangig in der Forschung, genutzt werden. Dabei sind drei Theorien immer wieder in der Literatur zu finden: die Disengagementtheorie nach Cumming und Henry (1961) (32, 33), die Aktivitätstheorie nach Havighurst (1961) (34) sowie die Kontinuitätstheorie nach Atchley (1989) (35). Diese werden auch häufig als Modelle des „erfolgreichen Alterns“ beschrieben.

Die Disengagementtheorie wurde von Cumming und Henry (32, 33) im Zuge der Kansas-City-Studie postuliert. Die Studie wurde in den 1950er und 1960er Jahren in Kansas City (USA) durchgeführt und befasste sich mit sozialen Aspekten des Alterns (36). Aus ihren Ergebnissen formulierten Cumming und Henry verschiedene Hypothesen, die schlussendlich in der Disengagementtheorie mündeten. Diese sieht als zentralen Punkt den Rückzug älterer Menschen aus der Gesellschaft und somit das Aufgeben zahlreicher Alltagsaktivitäten. Dabei beginnt mit dem Renteneintritt ein gänzlich neuer und von dem Erwerbsleben unabhängiger Lebensabschnitt, der der Vorbereitung auf den Tod dient (31). Der beschriebene Rückzug geschieht sowohl aufgrund extrinsischer Aspekte, indem ältere Menschen durch den gesellschaftlichen Druck soziale Rollen abgeben, als auch durch intrinsische Motivation (31, 32). Diese wird in der Theorie als ein natürlicher Prozess angesehen, da ältere Menschen sich durch die reduzierten Aufgaben und sozialen Beziehungen mehr auf das Wesentliche besinnen können (28). Das bedeutet auch, dass körperliche Aktivität immer weiter abnimmt und keine Rolle mehr im Leben spielt.

Im Gegensatz zur Disengagementtheorie sieht die Aktivitätstheorie nach Havighurst (34) den Rollenverlust im Alter nicht als etwas intrinsisch motiviertes an, sondern schreibt ihn lediglich der Gesellschaft zu, die durch ihre strukturellen Gegebenheiten ältere Menschen ausschließt. Wie der Name vermuten lässt, geht die Theorie davon aus, dass erfolgreiches Altern durch Aktivität und dadurch eine erhöhte Lebenszufriedenheit zu erreichen ist. Werden Rollen, Verpflichtungen oder Aktivitäten aufgrund von Berentung oder gesund-

heitlichen Einschränkungen aufgegeben, müssten diese durch ebenso erfüllende Alternativen ersetzt werden (28, 37). Daher wird körperliche Aktivität weiterhin als einen wichtigen Teil des Lebens angesehen und ausgeführt.

Die beiden Theorien wurden in den letzten Jahrzehnten mehrfach empirisch überprüft, wobei die Disengagementtheorie vielfach widerlegt wurde. Für die Aktivitätstheorie hingegen gibt es einige positive empirische Befunde, dennoch wird auch diese Theorie stark kritisiert. Insbesondere das Ersetzen von Aktivitäten steht hierbei im Mittelpunkt (37).

Die Kontinuitätstheorie, die durch Atchley (35) Ende der 1980er Jahre geprägt wurde, verbindet die Disengagement- und Aktivitätstheorie miteinander. Im Zentrum steht das Bedürfnis die innere und äußere Kontinuität aufrecht zu erhalten. Die innere Kontinuität umfasst dabei beispielsweise die Persönlichkeit, Werte und Eigenschaften eines Individuums. Die externe Kontinuität bezieht sich auf soziale Kontakte und Rollen sowie die räumliche Umgebung, mit der eine Person interagiert (28). Inwieweit ein älterer Mensch mit seinem Leben zufrieden ist, hängt davon ab, ob die aktuellen Aktivitäten mit den vorherigen Erfahrungen und der vorherigen Selbstwahrnehmung übereinstimmen (38). Hat körperliche Aktivität also im Verlauf des Lebens bereits eine wichtige Rolle eingenommen, so kann davon ausgegangen werden, dass dies auch weiterhin ausgeführt wird (38).

Kritisiert werden die drei Theorien dahingehend, dass sie alle von „normal“ alternden Menschen ausgehen, deren Altersphase mit dem Renteneintritt beginnt und nicht von stark einschränkenden Erkrankungen oder Behinderungen gekennzeichnet ist (31, 38). Dennoch kann das Verständnis über diese Theorien des erfolgreichen Alterns dabei helfen, verschiedene Ansichten auf das Altern einzunehmen und somit unterschiedliche Herangehensweisen für die Konzipierung von Präventionsprogrammen für ältere Menschen einzunehmen (28, 38). Im Rahmen dieser Arbeit wird die Kontinuitätstheorie als Basis genommen, da sie, im Gegensatz zu den beiden anderen beschriebenen Theorien, anerkennt, dass der Alterungsprozess für jede Person individuell verläuft und stark vom bisherigen Leben und den persönlichen Eigenschaften geprägt ist.

## **2.3 Körperliche Aktivität und ihre Rolle im Erhalt der physischen, kognitiven und psychosozialen Gesundheit**

Körperliche Aktivität wird definiert als jegliche Bewegung der Skelettmuskulatur, die über den normalen Energieverbrauch hinausgeht (39). Es wird differenziert zwischen strukturierter und unstrukturierter körperlicher Aktivität. Zu strukturierten Aktivitäten gehört Freizeitsport, wie Fußball oder Tanzen, der sich wiederholt und geplant ist und mit dem ein gewisses Ziel verfolgt wird, wie z.B. die Verbesserung der körperlichen Fitness (39). Unstrukturierte Aktivitäten umfassen alle Bewegungen im Alltag (39), wie Haus- oder Gartenarbeiten, arbeitsbezogene körperliche Betätigung oder Fahrradfahren als Transport. Die WHO empfiehlt mindestens 150 Minuten moderate körperliche Aktivität pro Woche für Erwachsene, dazu zählen sowohl strukturierte als auch unstrukturierte Aktivitäten (9). Für ältere Erwachsene ab 65 Jahren empfiehlt die WHO zusätzlich an mindestens zwei Tagen pro Woche Kraftübungen durchzuführen (9).

Der Einfluss von körperlicher Aktivität auf die physische Gesundheit wurde umfassend erforscht. Regelmäßige Bewegung reduziert das Risiko für zahlreiche nicht-übertragbare chronische Erkrankungen, wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Osteoporose, Schlaganfall, Diabetes mellitus Typ 2 sowie verschiedene Krebserkrankungen (11–14). Eine der bedeutendsten Funktionen von regelmäßiger körperlicher Aktivität im Alter ist die Prävention von Muskelabbau und somit auch Vorbeugung von Gebrechlichkeit (40). Während des Alterungsprozesses nimmt die Muskelmasse ab, wodurch das Risiko für Stürze und Verletzungen steigt und die Mobilität abnimmt (41). Um dem entgegenzuwirken ist insbesondere Kraft- und Ausdauertraining notwendig, welches ebenfalls positive Auswirkungen auf die Knochengesundheit hat (42). Durch regelmäßige Übungen mit Gewichten wird die Knochendichte gefördert und Osteoporose vorgebeugt, was insbesondere für ältere Frauen von Bedeutung ist, da ihr Erkrankungsrisiko Männern gegenüber deutlich erhöht ist (43). Der Erhalt von Muskelmasse, Kraft, Ganggeschwindigkeit sowie Gleichgewicht durch körperliche Aktivität (44) trägt außerdem zur körperlichen Funktionsfähigkeit bei, welche ein weiterer wichtiger Baustein gesunden Alterns ist und dazu beiträgt selbstständig zu bleiben und den Einzug in ein Pflegeheim hinauszuzögern (45, 46).

Neben den positiven Effekten auf die Muskulatur und die Knochengesundheit kann regelmäßige körperliche Aktivität dabei helfen, das Körpergewicht zu regulieren (47). Ein gesundes Körpergewicht trägt erheblich dazu bei, das Risiko für zahlreiche Erkrankungen zu reduzieren. Dazu gehören unter anderem Diabetes mellitus Typ 2 und Herz-Kreislauf-Erkrankungen (47).

Körperliche Aktivität hat jedoch nicht nur positive Auswirkungen auf die physische Gesundheit, sondern auch auf die kognitive Gesundheit. In einer großangelegten systematischen Übersichtsarbeit und Metaanalyse wurde herausgefunden, dass körperliche Aktivität mit einem verringerten Risiko für Demenz zusammenhängt (48). Dies konnte in Langzeitstudien mit Follow-up-Zeiten von über 20 Jahren gezeigt werden (48). Die zugrundeliegenden Mechanismen für diesen Zusammenhang scheinen unter anderem in der erhöhten Durchblutung und der kardiorespiratorischen Fitness sowie dadurch entstehende verbesserte Neuroplastizität und weniger Entzündungen im Nervengewebe zu liegen (49).

Des Weiteren hat körperliche Aktivität positive Auswirkungen auf die psychosoziale Gesundheit. So konnten in einer Metaanalyse von 2016 (50) antidepressive Effekte von körperlicher Aktivität gefunden werden, auch bei schweren Depressionen. Neben der Verbesserung von bestehenden depressiven Erkrankungen kann körperliche Aktivität auch das Risiko, im Laufe seines Lebens an einer Depression zu erkranken, deutlich senken, unabhängig vom Alter (51). Die sozialen Aspekte körperlicher Aktivität sind ebenfalls wichtig zu betrachten, wenn es um die Effekte auf die Gesundheit geht. Werden sportliche Aktivitäten in Sportvereinen oder -gruppen durchgeführt, können neue soziale Kontakte geknüpft und aufrechterhalten werden (52). Infolgedessen wird das Wohlbefinden gesteigert, die soziale Integration gestärkt und ein Zugehörigkeitsgefühl aufgebaut (53). Dies kann wiederum dazu beitragen, die psychische Gesundheit zu verbessern und Erkrankungen und Isolation vorzubeugen, was insbesondere im Alter eine wichtige Rolle spielt (54, 55).

## **2.4 Sozioökonomischer Status und Geschlecht**

Empirische Befunde zeigen einen erheblichen Einfluss von sozioökonomischem Status und Geschlecht auf Gesundheit und körperliche Aktivität. In den vergangenen Jahrzehnten konnten zahlreiche Studien die hohe Bedeutung des sozioökonomischen Status für



die Gesundheit herausstellen. Personen, die einer niedrigeren sozialen Schicht angehören, haben ein erhöhtes Risiko für einen schlechten subjektiven Gesundheitszustand, die Entwicklung nicht-übertragbarer Erkrankungen, haben eine höhere Mortalität sowie einen schlechteren Zugang zur Gesundheitsversorgung (56–58). Zudem gilt es gemeinhin als gesichert, dass Erwachsene mit einem höheren sozioökonomischen Status körperlich aktiver sind (59–61). In einer Übersichtsarbeit wurde gezeigt, dass ein positiver Zusammenhang zwischen sozioökonomischem Status und der gesamten körperlichen Aktivität sowie Freizeitaktivitäten besteht (60). Hinsichtlich arbeitsbezogener körperlicher Aktivität deuten die Ergebnisse jedoch darauf hin, dass ein niedriger sozioökonomischer Status mit einer höheren Aktivität assoziiert ist (59, 60). Bisher ist die Evidenzlage zu einem möglichen Zusammenhang bei älteren Erwachsenen jedoch gering und die existierenden Studien kommen zu widersprüchlichen Ergebnissen (62). Ein weiteres Problem stellt dabei die nicht einheitliche Messung des sozioökonomischen Status dar. Häufig werden nur einzelne Dimensionen, wie Einkommen oder Bildung, statt eines Indexes verwendet, wodurch die Vergleichbarkeit der Ergebnisse erschwert wird (60, 63–65).

Wie in Kapitel 2.1 kurz dargelegt und im Modell von Dahlgren und Whitehead (24) ersichtlich (Abb. 1), spielt das Geschlecht ebenfalls eine entscheidende Rolle in Bezug auf Gesundheit. Die aktuelle Lebenserwartung bei Geburt beträgt in Deutschland für Jungen 78,2 Jahre und für Mädchen 83,0 Jahre (66). Betrachtet man ältere Erwachsene haben 65-jährige Männer noch eine durchschnittliche Lebenserwartung von 17,5 Jahren, gleichaltrige Frauen hingegen 20,8 Jahre (66). Diese Differenzen werden, neben biologischen Ursachen, zu großen Teilen auf unterschiedliche gesundheitsrelevante Verhaltensweisen zurückgeführt (67). Dazu gehören eine erhöhte Prävalenz in Bezug auf Rauchen, Konsum von Alkohol und weiteren Suchtmitteln sowie risikoreicheres Verhalten im Straßenverkehr und Verwicklung in Gewalttaten (68–70). Damit geht ein erhöhtes Risiko für nicht-übertragbare Erkrankungen einher (1), die weltweit die führende Todesursache darstellen (71). Zwar haben Frauen eine höhere Lebenserwartung als Männer, sie leben jedoch auch länger mit gesundheitlichen Einschränkungen (72). Im Vergleich zu Männern im selben Alter verbringen 50-jährige Frauen mehr Jahre ihres verbleibenden Lebens mit physischen und psychischen Einschränkungen (73).

Geschlechtsspezifische Unterschiede lassen sich auch in Bezug auf körperliche Aktivität erkennen. Verschiedene Studien kommen zu dem Ergebnis, dass Männer durchschnittlich ein höheres Aktivitätslevel aufweisen als Frauen (10, 74, 75). So erreichen laut der Studie *Gesundheit in Deutschland aktuell* (GEDA 2019/2020) 44,8 % der Frauen und 51,2 % der Männer im Erwachsenenalter die Empfehlungen der WHO (76). Bei älteren Erwachsenen ab 65 Jahren sinken diese Anteile jedoch auf 33,3 % bei den Frauen und 42,6 % bei den Männern (76). Unterschiede gibt es ebenfalls hinsichtlich der Art der körperlichen Aktivität. Laut Albrecht et al. (77) bevorzugen ältere Frauen bezogen auf Freizeitaktivitäten Gymnastik, Wandern bzw. Laufen sowie Training im Fitnessstudio. Bei älteren Männern steht das Fitnessstudio an erster Stelle, gefolgt von Ballsport und Gymnastik (77). Insgesamt sind ältere Frauen hauptsächlich im Haushalt körperlich aktiv, wohingegen Männer ihre körperliche Aktivität durch Freizeit- und arbeitsbezogene Aktivitäten erfüllen (78). Diese unterschiedlichen Muster in Alltag und Lebensstil werden auf Geschlechterrollen bei Haus- und Gartenarbeiten, körperlichen Berufen sowie Freizeitgestaltung zurückgeführt (79, 80).

### **3 Zielsetzung und Forschungsfragen**

Die Komplexität von gesundem Altern und die große Bedeutung für die Gesellschaft im Kontext des demographischen Wandels wurden eingangs kurz dargelegt. Angesichts des bestehenden Bedarfs an weiteren empirischen Befunden, welche Faktoren zum gesunden Altern beitragen, beschäftigt sich das vorliegende kumulative Promotionsprojekt mit der Rolle der körperlichen Aktivität bei älteren Erwachsenen im Hinblick auf gesundes Altern in Deutschland.

Wie bereits beschrieben, stellt der sozioökonomischen Status einen wichtigen Faktor für gesundes Altern dar. Genauere Kenntnisse darüber, inwieweit sich die körperliche Aktivität älterer Erwachsener nach Sozialstatus unterscheidet, ist sowohl für die Planung von konkreten Interventionen wichtig als auch für politische Entscheidungen (81, 82). Aufgrund der bisher wenigen empirischen Befunde diesbezüglich, bedarf es weiterer Analysen, insbesondere mit deutschen Studienpopulationen.

Hinzu kommt, dass in Studien zur körperlichen Aktivität bei Älteren hauptsächlich die gesamte körperliche Aktivität oder das Aktivitätslevel im Fokus steht. Der Ansatz, dass die aufgewendete Zeit für verschiedene Aktivitätsdomänen, wie Freizeit, Arbeit, Transport und Haus- bzw. Gartenarbeit, untersucht und in Zusammenhang mit Gesundheit gesetzt wird, ist in den letzten Jahren immer häufiger Fokus der Forschung gewesen (83–85). Für ältere Erwachsene gibt es bislang allerdings nur wenige Studien dazu. Dabei kann diese Vorgehensweise helfen, Aktivitätsmuster zu erkennen und damit passgenauere Empfehlungen für körperliche Aktivität zu entwickeln.

Dass das Geschlecht eine zentrale Determinante für Gesundheit darstellt, wurde in Kapitel 2.4 bereits dargestellt. Die Ursachen der geschlechtsspezifischen Unterschiede wurden zwar bereits gut erforscht (86), allerdings gibt es weiterhin Forschungslücken hinsichtlich des Zusammenhangs von Geschlecht und verschiedenen Aspekten der Gesundheit, wie beispielsweise der körperlichen Funktionsfähigkeit (87). Eine umfassende Analyse, welche Faktoren mögliche Geschlechtsunterschiede erklären können und wie viel körperliche Aktivität dazu beiträgt, fehlt nach bestem Wissen der Autorin bisher.

Vor diesem Hintergrund werden im Speziellen die folgenden drei Forschungsfragen verfolgt:

1. Unterscheidet sich das Ausmaß der körperlichen Aktivität älterer Erwachsener nach sozioökonomischem Status und Geschlecht?
2. Besteht ein Zusammenhang zwischen der aufgewendeten Zeit für verschiedene Aktivitätsdomänen und der Gesundheit älterer Frauen und Männer?
3. Welche Faktoren erklären die Geschlechtsunterschiede hinsichtlich Gesundheit älterer Erwachsener und welche Rolle spielt die körperliche Aktivität?

Die Beantwortung dieser Fragstellungen erfolgt anhand von drei Publikationen, die in internationalen Peer-Review-Fachzeitschriften veröffentlicht wurden. Dabei wird die erste Forschungsfrage in Publikation I, die zweite in Publikation II und die dritte in Publikation II und III bearbeitet. Im Verlauf dieser Arbeit wird zunächst das methodische Vorgehen der drei Publikationen beschrieben, bevor die Ergebnisse, gegliedert nach den Forschungsfragen, zusammenfassend dargestellt werden. Eine ausführliche Diskussion unter Einbezug der bestehenden Literatur erfolgt anschließend.

## 4 Methodisches Vorgehen

### 4.1 Datengrundlage

Für die Analysen dienten Erhebungen aus dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projektes OUTDOOR ACTIVE, welches Teil des Präventionsnetzwerkes AEQUIPA war (88), als Datengrundlage. Ziel des Präventionsnetzwerkes war es, körperliche Aktivität älterer Erwachsener zu fördern, indem bisherige Herausforderungen von bevölkerungsbezogener Bewegungsförderung adressiert wurden. Dies umfasste 1) maßgeschneiderte Interventionen, 2) Förderung der community readiness und Partizipation, 3) Stärkung intersektoraler Zusammenarbeit, 4) die Nutzung technologischer Geräte sowie 5) die Evaluation von Ungleichheiten durch Interventionen (88). Das Teilprojekt OUTDOOR ACTIVE befasste sich in diesem Zusammenhang mit der Förderung von körperlicher Aktivität im Freien bei 65- bis 75-Jährigen. Hierzu wurde mit Hilfe eines partizipatorischen Ansatzes ein gemeindebasiertes Bewegungsförderungsprogramm entwickelt (89). OUTDOOR ACTIVE bestand aus zwei Projektphasen: dem Pilotprojekt (02/2015-01/2018) und der clusterrandomisierten Studie (02/2018-12/2022), die beide in verschiedenen Ortsteilen Bremens durchgeführt wurden. Das Pilotprojekt fand im Stadtteil Hemelingen, mit den Ortsteilen Hastedt, Sebaldsbrück, Hemelingen, Arbergen und Mahndorf statt. Für die clusterrandomisierte Studie wurden über eine einfache Zufallsstichprobe die acht Ortsteile Lehe, Gete, Lehesterdeich, Burg-Grambke, Neustadt, Ostertor, Blumenthal und Ohlenhof ausgewählt. Für die Teilnahme mussten die folgenden Einschlusskriterien erfüllt sein: 1) zwischen 65 und 75 Jahre alt sein, 2) nicht institutionalisiert sein sowie 3) den Hauptwohnsitz in einem der Studienortsteile haben.

Die Datenerhebung im Rahmen der Studie bestand aus einer Baseline- und einer Follow-up-Erhebung. Für die Analysen des Promotionsprojektes werden ausschließlich Daten der Baseline-Erhebung verwendet. In beiden Projektphasen bestand die Baseline-Erhebung aus 1) einem Fragebogen zu intra- und interpersonellen Faktoren sowie Umweltfaktoren der körperlichen Aktivität, 2) einer Gesundheitsuntersuchung mit einer kurzen körperlichen Untersuchung und einem Fitnessstest sowie 3) einer siebentägigen Bewegungs-

messung anhand eines Akzelerometers. Für die Analysen von Publikation I und III wurden die Daten des Pilotprojektes und der clusterrandomisierten Studie gepoolt. In der zweiten Publikation wurden ausschließlich die Daten des Pilotprojektes verwendet.

## 4.2 Messungen

### 4.2.1 Körperliche Aktivität

Körperliche Aktivität wurde sowohl mit Hilfe von Selbstangaben als auch objektiv erhoben. Die Teilnehmenden haben einen Fragebogen zum Selbstauffüllen erhalten, der Fragen zu inter-, intrapersonellen und Umgebungsfaktoren enthalten hat. Darunter waren verschiedene Fragen zur Erfassung der körperlichen Aktivität. Es wurden die Freizeitaktivitäten erhoben, indem die Teilnehmenden gebeten wurden, alle Aktivitäten körperlicher Aktivität, die sie zur Zeit des Ausfüllens ausübten, anzugeben. Hierbei wurden sowohl organisierte (über Sportvereine, Sportclubs oder Sportgruppen) als auch nicht-organisierte Aktivitäten berücksichtigt. Zusätzlich gaben die Teilnehmenden an, wie viele Stunden pro Woche sie die jeweiligen Aktivitäten ausübten. Die Ergebnisse dieser Frage wurden in der ersten und zweiten Publikation verwendet. Für Publikation I wurden alle angegebenen Aktivitäten summiert, sodass die gesamte körperliche Aktivität in Stunden pro Woche verwendet werden konnte. Des Weiteren wurde für jede Aktivität ein Aktivitätslevel in Form von metabolischen Äquivalenten (METs) nach Ainsworth et al. (90) berechnet, wobei moderate bis intensive körperliche Aktivität (MVPA) ab  $\geq 3$  METs vorliegt. Für Publikation II wurde das sogenannte SLOTH-Modell (91) zur Zeitverwendung genutzt, um körperliche Aktivität in den aktiven Bereichen Freizeit, Arbeit, aktive Mobilität sowie häusliche Aktivitäten (Haus- und Gartenarbeit) zu analysieren. Die Angaben zu den organisierten und nicht-organisierten Aktivitäten wurden für die Dimensionen Freizeit und häusliche Aktivitäten verwendet. Fahrradfahren wurde ausgeschlossen, da hier eine Überschneidung mit der aktiven Mobilität möglich war. Diese wurde über eine separate Frage erhoben, die an den NEWS-Fragebogen (Neighbourhood Environment and Walkability Scale) (92) angelehnt war. Die Teilnehmenden wurden gebeten in einer Liste von 12 Alltagszielen (z.B. Supermarkt, Hausarzt, Sporteinrichtung) das Transportmittel anzugeben, welches normalerweise für die Strecke verwendet wird, sowie die Zeit für den Hinweg in Minuten. Um die tägliche Zeit für die aktive Mobilität zu ermitteln,

wurde die Häufigkeit, wie oft ein Ziel pro Woche besucht wird, geschätzt, auf einen Tag heruntergerechnet und mit der Minutenangabe multipliziert. Da nur die aktive Mobilität für die Fragestellung von Bedeutung war, wurden lediglich Wege mit dem Fahrrad oder zu Fuß berücksichtigt. Die aktive Mobilität wurde ebenfalls in Publikation III verwendet.

Für die objektive Erhebung körperlicher Aktivität fand eine Bewegungsmessung mit einem ActiGraph GT3x-BT<sub>w</sub> (ActiGraph LLC, Pensacola, FL, USA) statt. Dieser misst Beschleunigung auf drei Achsen (93). Die Teilnehmenden wurden gebeten, den Akzelerometer über sieben Tage, möglichst 24 Stunden, am nicht-dominanten Handgelenk zu tragen. Die sogenannten Counts pro Minute (CPM) werden von der ActiLife Software (Version 6.13.3 ActiGraph LLC, Pensacola, FL, USA) ausgegeben und stellen einheitenlose Bewegungsdaten dar (94). Für die Analysen in den drei Publikationen wurden die durchschnittlichen CPM pro Tag berechnet.

#### **4.2.2 Gesundheitsindikatoren**

Gesundheit wurde über verschiedene Variablen abgebildet. Der subjektive Gesundheitszustand, körperliche Funktionsfähigkeit und Schmerzen wurden über Fragen aus dem SF-36 erhoben (95). Um chronische Erkrankungen zu erfragen wurde ein modifiziertes Item aus der *Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland* (DEGS) verwendet (96). Die Erkrankungen Arthrose, Blasenschwäche, Depression, Diabetes mellitus, Herzerkrankungen, Osteoporose, Rheuma sowie Schwerhörigkeit wurden in die Analyse einbezogen. Mit Hilfe von selbsterstellten Fragen wurden die tägliche Medikamenteneinnahme sowie Kurzatmigkeit erhoben. Im Rahmen der Gesundheitsuntersuchung wurden Körpergröße mit dem mobilen Stadiometer Seca 217 (Seca GmbH & Co. KG, Hamburg, Deutschland) und Körpergewicht mit der Personenwaage Kern MPC 250 K 100M (Kern & Sohn GmbH, Balingen, Deutschland) gemessen. Aus den beiden Werten wurde der Body Mass Index (BMI) ermittelt und nach der Klassifizierung der WHO (47) in Unter- ( $< 18.5 \text{ kg/m}^2$ ), Normal- ( $18.5 \text{ kg/m}^2 - 24.9 \text{ kg/m}^2$ ), Übergewicht ( $25 \text{ kg/m}^2 - 29.9 \text{ kg/m}^2$ ) und Adipositas ( $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ ) eingeteilt. Im Rahmen der dritten Publikation wurde zudem als Lebensstil-Variable der Alkoholkonsum in die Analysen eingeschlossen. Für die Erhebung wurde eine selbsterstellte Frage zur Häufigkeit des Alkoholkonsums pro Woche verwendet.

### 4.2.3 Sozioökonomischer Status

Der sozioökonomische Status wurde in allen drei Publikationen verwendet und steht in der ersten Publikation im Fokus. Hierfür wurde ein additiver Sozialschichtindex angelehnt an Helmert et al. (97) und Winkler und Stolzenberg (98) berechnet. Es wurden die Dimensionen Bildung, Beruf und Einkommen herangezogen. Für die Bildung wurden der Schul- und Ausbildungsabschluss mit Hilfe von modifizierten Fragen aus der DEGS erhoben (96). Anschließend wurden aus den Angaben die Schul- und Ausbildungsjahre errechnet und zu Bildungsjahren summiert, die wiederum in den Index eingeflossen sind. Zur Erfassung des Berufes gaben die Teilnehmenden ihre gesamte Berufsbiographie an, inklusive genauer Berufsbezeichnung sowie die entsprechenden Jahre. Für den Sozialschichtindex wurde der am längsten ausgeübte Beruf nach der *Standard International Occupational Prestige Scale* (SIOPS) basierend auf Helmert et al. (97) klassifiziert. Das Nettohaushaltseinkommen wurde ebenfalls mit einer adaptierten Frage aus der DEGS (96) erhoben. Um den additiven Sozialschichtindex zu berechnen, wurden die drei Variablen zu Prozentzahlen skaliert, fehlende Werte über SPSS imputiert und anschließend mit gleicher Gewichtung aufsummiert und durch drei geteilt. Der Index wurde in Quintile eingeteilt, um Kategorien zu erstellen.

### 4.3 Statistische Analyse

Für die deskriptiven Analysen wurden in allen Publikationen absolute und relative Häufigkeiten sowie Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet. Die Ergebnisse wurden stratifiziert nach Geschlecht und in Publikation II zusätzlich nach Altersgruppe (unter und über 70 Jahre) dargestellt. Zur Überprüfung von statistisch signifikanten Unterschieden wurden in Publikation I Kruskal-Wallis-Tests, in Publikation II Mann-Whitney-U-Tests und in Publikation III T-Tests sowie Chi-Quadrat-Tests durchgeführt. Weiterhin wurden zur Beantwortung der Fragestellungen lineare Regressionen (Publikationen I und III) und binäre logistische Regressionen (Publikation II) berechnet. Alle Analysen wurden mit SPSS 22.0 (IBM Corp. Armonk, USA) durchgeführt.



## **5 Zusammenfassung der Ergebnisse**

### **5.1 Körperliche Aktivität und sozioökonomischer Status**

In die Analyse zur Untersuchung, ob sich die Menge der körperlichen Aktivität älterer Erwachsener nach sozioökonomischen Status und Geschlecht unterscheidet, wurden Daten von 1.507 Teilnehmenden (52,5 % Frauen) zwischen 65 und 75 Jahren aus der Pilot- und clusterrandomisierten Studie einbezogen (99). Im Hinblick auf die selbstberichtete körperliche Aktivität zeigte sich eine geringere körperliche Aktivität mit steigendem sozioökonomischem Status. Dies war sowohl bei den Stunden pro Woche, der Zeit in MVPA als auch den durchschnittlichen METs pro Woche zu sehen. Die Ergebnisse waren unabhängig vom Geschlecht. Die Betrachtung der einzelnen Aktivitäten zeigte ebenfalls, dass die Zeit für Hausarbeit, Gartenarbeit, Fahrradfahren und Zufußgehen mit steigendem sozioökonomischem Status abnimmt. Lediglich die Zeit für Sport wies ein anderes Muster auf. Hier gaben Frauen mit einem niedrigen und Männer mit einem hohen sozioökonomischen Status die wenigsten Stunden pro Woche an. Bei der objektiv gemessenen körperlichen Aktivität hingegen konnte ein anderes Muster erkannt werden. Frauen waren insgesamt körperlich aktiver als Männer. Frauen, die einen niedrigen sozioökonomischen Status aufwiesen, hatten die niedrigste und Frauen mit einem mittleren sozioökonomischen Status die höchste körperliche Aktivität. Bei den Männern zeigten sich die niedrigsten Werte an körperlicher Aktivität in der zweitniedrigsten Gruppe des sozioökonomischen Status und die höchste körperliche Aktivität bei einem hohen sozioökonomischen Status. Die Ergebnisse der linearen Regressionen zeigten einen statistisch signifikant negativen Zusammenhang zwischen selbstberichteter körperlicher Aktivität und sozioökonomischem Status bei Frauen und Männern. Objektiv gemessene körperliche Aktivität zeigte einen statistisch signifikant positiven Zusammenhang mit dem sozioökonomischen Status bei Männern, jedoch nicht bei Frauen. Kruskal-Wallis-Tests bestätigten einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen des sozioökonomischen Status bei allen Variablen, außer für die objektiv gemessene körperliche Aktivität bei Frauen.

Die Ergebnisse dieser Studie konnten einen Beitrag leisten zur bestehenden Forschungslücke zum Zusammenhang von sozioökonomischen Status und körperliche Aktivität bei

älteren Erwachsenen. Zudem wurden diesbezüglich Geschlechtsunterschiede deutlich. Des Weiteren konnten Informationen zu selbstberichteter und objektiv gemessener körperlicher Aktivität gesammelt werden, die gezeigt haben, dass die beiden Messmethoden zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Diese Erkenntnisse können bei der Entwicklung von Interventionen zur Bewegungsförderung für unterschiedliche sozioökonomische Gruppen helfen und dazu beitragen, genaue, valide und reliable subjektive und objektive Messmethoden für körperliche Aktivität bei älteren Menschen zu entwickeln.

## **5.2 Zeitverwendung und Gesundheit**

Um zu untersuchen, ob ein Zusammenhang zwischen der aufgewendeten Zeit für verschiedene Aktivitätsdomänen und der Gesundheit von älteren Erwachsenen besteht, wurden die Daten von 913 Teilnehmenden (50,9 % Frauen) der Pilotstudie in die Analyse eingeschlossen (100). Die objektiv gemessene körperlicher Aktivität ist bei den Frauen höher als bei den Männern. Von den aktiven Domänen des SLOTH-Modells wurde die meiste Zeit mit häuslichen Aktivitäten verbracht, unabhängig vom Geschlecht. An zweiter Stelle standen Freizeitaktivitäten und anschließend aktive Mobilität. Bei der tatsächlich erbrachten Zeit in der jeweiligen Domäne wurden Geschlechtsunterschiede deutlich. Männer verbrachten statistisch signifikant mehr Zeit mit Freizeitaktivitäten, wohingegen Frauen statistisch signifikant mehr Zeit mit aktiver Mobilität und Hausarbeit verbrachten. Anhand von binären logistischen Regressionen wurden Zusammenhänge von verschiedenen Gesundheitsindikatoren mit der Zeit in Aktivitätsdomänen sowie mit objektiv gemessener körperlicher Aktivität untersucht. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass je mehr Zeit für Freizeitaktivitäten aufgewendet wird, das Risiko für einen schlechten subjektiven Gesundheitszustand sowie für Einschränkungen in der körperlichen Funktionsfähigkeit sinkt. Zudem zeigen die Analysen ein vermindertes Risiko für Übergewicht und Adipositas sowie für Einschränkungen mehr als einen Kilometer zu gehen. Eine höhere objektiv gemessene körperliche Aktivität scheint die Wahrscheinlichkeit für einen guten subjektiven Gesundheitszustand zu erhöhen und das Risiko für Einschränkungen in der körperlichen Funktionsfähigkeit sowie für Übergewicht und Adipositas zu reduzieren. Es konnten keine statistisch signifikanten Zusammenhänge zwischen häuslichen Aktivitäten und den Gesundheitsindikatoren gefunden werden.

Die Ergebnisse dieser Studie geben Einblicke in die aufgewendete Zeit für verschiedene Aktivitätsdomänen sowie die gesamte körperliche Aktivität von älteren Erwachsenen. Zudem wurden Zusammenhänge mit Gesundheitsindikatoren untersucht. Die Erkenntnisse geben wichtige Implikationen für die Entwicklung von Bewegungsprogrammen und Richtlinien zu körperlicher Aktivität. Zukünftige Forschung sollten die gefundenen Zusammenhänge in Längsschnittstudien näher untersuchen.

### **5.3 Körperliche Aktivität, Gesundheit und Geschlecht**

Für die Analyse, welche Faktoren die Geschlechtsunterschiede hinsichtlich Gesundheit älterer Erwachsener erklären und welche Rolle körperliche Aktivität spielt, wurden die Daten von 2.141 Teilnehmenden (52,1 % Frauen) aus der Pilot- und clusterrandomisierten Studie einbezogen (101). Dabei zeigte sich, dass Männer weniger Einschränkungen aufweisen als Frauen. Ein höherer Score und somit eine bessere körperlicher Funktionsfähigkeit hing statistisch signifikant mit einem höheren sozioökonomischen Status, in einer Partnerschaft zu sein und täglich Alkohol zu trinken zusammen. Zudem deuten die Ergebnisse darauf hin, dass eine höhere Gesamtmenge an körperlicher Aktivität sowie mehr Zeit pro Woche mit aktiver Mobilität zu verbringen mit einer besseren körperlichen Funktionsfähigkeit einhergehen. Eine schlechte soziale Unterstützung, alleine leben, alle Gesundheitsindikatoren (schlechter subjektiver Gesundheitszustand, Übergewicht oder Adipositas, Schmerzen, Kurzatmigkeit) sowie alle chronischen Erkrankungen hingen statistisch signifikant negativ mit der körperlichen Funktionsfähigkeit zusammen. Die genannten Faktoren konnten den Zusammenhang von Geschlecht und körperlicher Funktionsfähigkeit zu 51 % erklären. Dabei waren die Gesundheitsindikatoren sowie das Vorhandensein von chronischen Erkrankungen die einflussreichsten Faktoren.

Um genauer untersuchen zu können, welche Rolle körperliche Aktivität bei den Geschlechtsunterschieden in der Gesundheit älterer Erwachsener spielt, wurde die Tabelle 5 aus Publikation II (100) nach Geschlecht stratifiziert neu berechnet (Tabelle 1). Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass Frauen, die mehr Zeit mit Freizeitaktivitäten verbringen, ein verringertes Risiko für Einschränkungen bei moderaten Aktivitäten, beim Bücken, Beugen und Knien sowie bei mehr als einem Kilometer zu gehen aufweisen. Bei den

Männern scheinen Freizeitaktivitäten mit einem verringerten Risiko für einen schlechten subjektiven Gesundheitszustand und für Einschränkungen bei moderaten Aktivitäten sowie beim Bücken, Beugen und Knien zusammenzuhängen. Frauen, die mehr Zeit mit aktiver Mobilität in der Woche verbringen, gaben statistisch signifikant seltener an, Einschränkungen bei mehr als einem Kilometer zu gehen zu haben und waren seltener adipös. Eine erhöhte objektiv gemessene körperliche Aktivität scheint bei Frauen das Risiko für einen schlechten subjektiven Gesundheitszustand sowie Einschränkungen bei moderaten Aktivitäten zu verringern. Bei den Männern zeigte sich ein verringertes Risiko für Einschränkungen beim Gehen von mehr als einem Kilometer und bei beiden Geschlechtern zudem für bücken, beugen und knien, Übergewicht sowie Adipositas. Die Ergebnisse zeigten keine statistisch signifikanten Zusammenhänge zwischen den Gesundheitsindikatoren und Arbeit sowie häuslichen Aktivitäten.

In der Studie konnten Geschlechtsunterschiede hinsichtlich der körperlichen Funktionsfähigkeit älterer Erwachsener gefunden werden. Frauen wiesen mehr Einschränkungen auf als Männer. Die Ergebnisse zeigten, dass Gesundheitsindikatoren und chronische Erkrankungen die größte Rolle bei dem Unterschied spielten. Die Erkenntnisse können zukünftigen tiefergehenden Längsschnittstudien zugutekommen.

Tabelle 1: Ergebnisse der binären logistischen Regression, nach Alter adjustiert

	Schlechter subjektiver Gesundheitszustand	Einschränkungen bei moderaten Aktivitäten	Einschränkungen beim Bücken, Beugen, Knien	Einschränkungen bei mehr als 1 km gehen	Übergewicht	Adipositas
Frauen						
	OR (95%-KI)	OR (95%- KI)	OR (95%- KI)	OR (95%- KI)	OR (95%- KI)	OR (95%- KI)
Freizeitaktivitäten (Std/Woche)	0,96 (0,88 - 1,04)	<b>0,88 (0,81 - 0,95)</b>	<b>0,93 (0,87 - 0,99)</b>	<b>0,87 (0,79 - 0,95)</b>	0,98 (0,92 - 1,04)	0,95 (0,88 - 1,03)
Arbeit (Ja/Nein)	0,60 (0,34 - 1,06)	0,75 (0,46 - 1,22)	0,73 (0,45 - 1,19)	0,61 (0,36 - 1,03)	0,73 (0,44 - 1,21)	0,66 (0,38 - 1,14)
Aktive Mobilität (Std/Woche)	0,88 (0,67 - 1,15)	1,07 (0,85 - 1,34)	0,86 (0,68 - 1,08)	<b>0,74 (0,57 - 0,97)</b>	0,81 (0,65 - 1,02)	<b>0,75 (0,58 - 0,97)</b>
Häusliche Aktivitäten (Std/Woche)	0,99 (0,96 - 1,02)	0,99 (0,97 - 1,02)	1,00 (0,97 - 1,02)	0,99 (0,97 - 1,02)	0,99 (0,97 - 1,01)	0,99 (0,97 - 1,02)
Gesamte körperliche Aktivität <sup>1</sup> (CPM)	<b>0,37 (0,18 - 0,74)</b>	<b>0,56 (0,32 - 0,99)</b>	<b>0,42 (0,24 - 0,75)</b>	0,80 (0,44 - 1,45)	<b>0,42 (0,24 - 0,73)</b>	<b>0,40 (0,21 - 0,75)</b>
Männer						
	OR (95%- KI)	OR (95%- KI)	OR (95%- KI)	OR (95%- KI)	OR (95%- KI)	OR (95%- KI)
Freizeitaktivitäten (Std/Woche)	<b>0,86 (0,76 - 0,98)</b>	<b>0,87 (0,79 - 0,97)</b>	<b>0,92 (0,85 - 0,98)</b>	0,91 (0,82 - 1,01)	0,95 (0,89 - 1,02)	0,97 (0,90 - 1,05)
Arbeit (Ja/Nein)	0,50 (0,24 - 1,01)	1,07 (0,58 - 1,98)	1,15 (0,69 - 1,91)	0,90 (0,47 - 1,73)	0,63 (0,35 - 1,12)	0,84 (0,46 - 1,55)
Aktive Mobilität (Std/Woche)	1,09 (0,83 - 1,44)	1,11 (0,86 - 1,43)	0,96 (0,76 - 1,20)	0,87 (0,63 - 1,20)	0,83 (0,66 - 1,04)	0,76 (0,56 - 1,02)
Häusliche Aktivitäten (Std/Woche)	0,99 (0,95 - 1,03)	0,97 (0,94 - 1,01)	1,02 (0,99 - 1,05)	0,99 (0,95 - 1,03)	0,99 (0,96 - 1,02)	0,96 (0,92 - 1,00)
Gesamte körperliche Aktivität <sup>1</sup> (CPM)	0,35 (0,12 - 1,01)	0,52 (0,21 - 1,31)	<b>0,31 (0,14 - 0,67)</b>	<b>0,26 (0,09 - 0,75)</b>	<b>0,34 (0,15 - 0,78)</b>	<b>0,28 (0,11 - 0,71)</b>

<sup>1</sup> Nur Teilnehmende mit Akzelerometerdaten von mindestens 20 Std/Tag wurden eingeschlossen (n=570)

OR: Odds Ratio; KI: Konfidenzintervall; CPM: Counts pro Minute

Statistisch signifikante Ergebnisse sind fett gedruckt

## **6 Diskussion**

Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Rolle der körperlichen Aktivität im Kontext von gesundem Altern anhand von Daten einer deutschen Population untersucht. Hierfür wurden drei Fragestellungen bearbeitet, die sich mit dem sozioökonomischen Status, der Zeitverwendung für verschiedene Aktivitätsdomänen sowie Geschlechtsunterschieden im Zusammenhang mit Gesundheit und körperlicher Aktivität älterer Erwachsener beschäftigt haben. Im Folgenden wird die übergeordnete Fragestellung dieser Arbeit beantwortet unter Einbezug der beschriebenen Ergebnisse aus den drei Publikationen sowie den Limitationen und Stärken.

### **6.1 Beantwortung der Fragestellung**

#### **6.1.1 Körperliche Aktivität und sozioökonomischer Status**

Die Ergebnisse von Publikation I zeigten einen Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und sozioökonomischem Status. Selbstberichtete körperliche Aktivität wies sowohl bei Männern als auch Frauen einen statistisch signifikant negativen Zusammenhang mit sozioökonomischem Status auf. Bei der objektiv gemessenen körperlichen Aktivität hingegen wurde ein statistisch signifikant positiver Zusammenhang bei den Männern gefunden. Die Frauen der Stichprobe, die insgesamt aktiver waren als die Männer, zeigten kein klares Muster.

Die bestehende Literatur zum Zusammenhang von sozioökonomischem Status und körperlicher Aktivität bei älteren Erwachsenen widerspricht sich hinsichtlich der Ergebnisse. Bezüglich der selbstberichteten körperlichen Aktivität zeigten einige Studien keinerlei signifikante Zusammenhänge (62, 102) oder positive Zusammenhänge mit einzelnen Dimensionen vom sozioökonomischen Status, wie Bildung oder Einkommen (63, 103). Die Ergebnisse einer groß angelegten iranischen Studie (104) hingegen stimmen mit denen der vorliegenden Arbeit überein. Die durchschnittlichen METs der selbstberichteten körperlichen Aktivität sanken mit steigendem sozioökonomischem Status (104). Mehrere Studien berichteten, dass Teilnehmende mit einem niedrigen sozioökonomischen Status höhere Level an körperlicher Aktivität und Zufußgehen aufwiesen und konnten dies hauptsächlich auf arbeitsbezogene Aktivitäten zurückführen (105–107). Die Ergebnisse

der vorliegenden Arbeit zeigten ebenfalls, dass aktive Mobilität mit steigendem sozioökonomischem Status abnahm. Allerdings umfassten die beschriebenen Studien nicht nur ältere Erwachsene, sondern ebenfalls viele Teilnehmende im erwerbsfähigen Alter. Da der Großteil der Teilnehmenden von OUTDOOR ACTIVE bereits berentet war und eine Sensitivitätsanalyse zeigte, dass der Ausschluss Erwerbstätiger keine Veränderungen in den Ergebnissen herbeiführte, sind arbeitsbezogene Aktivitäten nicht der Grund für die hohe aktive Mobilität in den unteren sozioökonomischen Schichten. Neben der aktiven Mobilität verbrachten Teilnehmende mit einem niedrigen sozioökonomischen Status auch mehr Zeit mit Haus- und Gartenarbeit als diejenigen mit einem hohen sozioökonomischen Status. Dieses Muster konnte auch bereits in anderen Studien gezeigt werden (102, 108). Unabhängig vom sozioökonomischen Status verbrachten Frauen mehr Zeit mit Hausarbeit und Männer mit Gartenarbeit, was darauf schließen lässt, dass die typischen Geschlechterrollen weiterhin bestehen (80). Bezüglich der Menge an Sport ergab sich kein klares Muster. Dies widerspricht früherer Forschung, die herausgefunden hat, dass ältere Erwachsene mit einem höheren sozioökonomischen Status mehr Sport treiben (109, 110). Die Ursachen für die unterschiedlichen Ergebnisse konnten nicht herausgefunden werden und es bedarf weiter Forschung, inwiefern sportliche Aktivitäten und sozioökonomischer Status bei älteren Erwachsenen zusammenhängen.

Im Gegensatz zu den Selbstangaben zeigten die Ergebnisse bezüglich objektiv gemessener körperlicher Aktivität einen statistisch signifikant positiven Zusammenhang mit dem sozioökonomischen Status bei älteren Männern. In der Literatur gibt es diesbezüglich einerseits ähnliche (63), aber andererseits auch gegensätzliche Ergebnisse (103, 111). Diese Diskrepanzen können möglicherweise auf die unterschiedlichen Messungen mit Akzelerometern zurückzuführen sein. Kleinke et al. (63) haben die Akzelerometer an der Hüfte platziert. In OUTDOOR ACTIVE wurden sie hingegen am nicht-dominanten Handgelenk getragen, wodurch Bewegungen des Oberkörpers erfasst werden können (10). Da jedoch in den beiden anderen Studien von Gubelmann et al. (103) sowie Ramires et al. (111) die Akzelerometer ebenfalls am Handgelenk getragen wurden könnten die unterschiedlichen Ergebnisse auch auf die verschiedenen Stichproben zurückzuführen sein oder auf die Messung des sozioökonomischen Status.

In der Forschung fehlt es an einem einheitlichen Ansatz zur Messung des sozioökonomischen Status (112). Häufig werden nur einzelne sozioökonomische Variablen, wie Einkommen oder Bildung verwendet anstatt eines Index (60, 63–65). In einer Übersichtsarbeit konnte jedoch herausgefunden werden, dass die Verwendung von Einzelvariablen weniger konsistente Ergebnisse bezüglich dem Zusammenhang mit körperlicher Aktivität zur Folge hatte als die Nutzung eines Index für den sozioökonomischen Status (60).

Die Diskrepanzen zwischen selbstberichteter und objektiv gemessener körperlicher Aktivität führt ebenfalls zur Frage nach der besten Erhebungsmethode. Selbstangaben zu körperlicher Aktivität in Fragebögen können häufig zu falschen Antworten führen. Dies kann aufgrund von sozialer Erwünschtheit (113, 114), schlecht gewählte Fragen (115, 116), Recall Bias oder auch eine verschlechterte kognitive Funktion von älteren Teilnehmenden (117). Zwar gelten objektive Methoden, wie Akzelerometermessungen, als valider als Selbstangaben (118), dennoch muss berücksichtigt werden, dass die beiden Methoden unterschiedliche Aspekte von körperlicher Aktivität abbilden können und nicht geklärt ist, wie stark sie sich in den Messungen tatsächlich unterscheiden (119). Daher sollten subjektive und objektive Messungen körperlicher Aktivität als komplementäre Methoden verstanden werden (120).

### **6.1.2 Zeitverwendung und Gesundheit**

Die Analysen im Rahmen von Publikation II ergaben Geschlechtsunterschiede hinsichtlich der gesamten körperlichen Aktivität sowie der verwendeten Zeit für verschiedene Aktivitätsdomänen. Des Weiteren konnten statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen der Zeitverwendung und verschiedenen Gesundheitsindikatoren gefunden werden.

Die Ergebnisse zeigten, dass Frauen bezogen auf die Akzelerometerdaten körperlich aktiver waren als die Männer. Dies ist widersprüchlich zu früheren Studien, die objektive Messungen verwendeten, bei denen Männer aktiver waren als Frauen (10, 111). In OUTDOOR ACTIVE gaben die Frauen mehr als doppelt so viel Zeit für Hausarbeit an als Männer. Da das am Handgelenk getragene Akzelerometer die Bewegungen im Oberkörper ebenfalls abbildet und dies bei der Hausarbeit einen großen Teil ausmacht, könnte hiermit der Unterschied erklärt werden. Zusätzlich verbringen Frauen mehr Zeit mit aktiver Mobilität.



In Bezug auf die Freizeitaktivitäten berichteten Männer mehr Zeit pro Tag damit zu verbringen als Frauen. Dies entspricht auch den Ergebnissen anderer Studien (121, 122). Es wird davon ausgegangen, dass dies an dem unterschiedlichen zeitlichen Aufwand für häusliche Aktivitäten liegt (122). Die Ergebnisse deuten zudem darauf hin, dass mehr Zeit für Freizeitaktivitäten mit einem besseren subjektiven Gesundheitszustand und weniger Einschränkungen in der körperlichen Funktionsfähigkeit zusammenhängt. Beides konnte auch in früheren Studien gezeigt werden (85, 123–125). Diese Erkenntnisse unterstreichen die Wichtigkeit von Freizeitaktivitäten für die Gesundheit älterer Erwachsener.

Die Teilnehmenden berichteten nur wenig Zeit für aktive Mobilität. Andere Studien gaben fast drei Mal so viel Minuten pro Tag für aktive Mobilität an (80, 126). Die großen Unterschiede könnten einerseits aufgrund der verschiedenen Erhebungsinstrumente entstanden sein. Wir haben lediglich Alltagsziele abgefragt, wohingegen die anderen Studien jegliche Wege berücksichtigt haben. Außerdem wurden die genannten Studien in Australien durchgeführt. Aufgrund der unterschiedlichen Infrastruktur, bei der in der Regel längere Wege zurückgelegt werden müssen, könnten ebenfalls die höheren Zeiten für aktive Mobilität entstanden sein. Die vorliegenden Ergebnisse deuten darauf hin, dass aktive Mobilität mit einem geringeren Risiko für Übergewicht und Adipositas sowie für Einschränkungen beim Gehen von einem Kilometer. Der Vergleich mit anderen Studien ist schwierig, da die meisten Studien zur Zeitverwendung nicht zwischen aktiver und inaktiver Mobilität differenzieren oder sie als generelle körperliche Aktivität (127) oder Pendeln definieren (85). Foley et al. (128) konnten jedoch herausfinden, dass aktive Mobilität mit einer höheren Zeit für Gesundheitsverhalten zusammenhängt. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass aktive Mobilität eine gute und in den Alltag leicht zu integrierende Möglichkeit für ältere Erwachsene ist, um ihre Gesundheit zu fördern.

Wie bereits beschrieben zeigte der angegebene Zeitaufwand für häusliche Aktivitäten Geschlechtsunterschiede. Dass Frauen diesbezüglich mehr Zeit verbringen, zeigten auch andere Studien (80, 121, 126, 129). Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigten keinen Zusammenhang zwischen der verwendeten Zeit für häusliche Aktivitäten und Gesundheitsindikatoren, was auch in früherer Forschung der Fall war bezüglich Übergewicht (108) und subjektivem Gesundheitszustand (130). Im Gegensatz dazu fanden Adjei und

Brand (129) in ihrer Studie einen positiven Zusammenhang zwischen der Zeit für häusliche Aktivitäten und einer guten subjektiven Gesundheit. Die Diskrepanz bezüglich der Ergebnisse könnte auf verschiedene Faktoren zurückzuführen sein. Einerseits aufgrund der Erhebungsmethoden sein, da in der genannten Studie Tagebücher zur Zeitverwendung geführt wurden (129), wohingegen wir die Zeit für Aktivitäten retrospektiv abgefragt haben und somit ein Recall Bias nicht auszuschließen ist. Des Weiteren unterscheiden sich die Studien hinsichtlich der Länder (Deutschland vs. Italien, Spanien, Vereinigtes Königreich, Frankreich, Niederlande, Vereinigte Staaten von Amerika und Deutschland) sowie der Erhebungsjahre (2015-2019 vs. 1998-2003), sodass kulturelle Unterschiede und eine Veränderung der Zeitverwendung denkbar wären.

### **6.1.3 Körperliche Aktivität, Gesundheit und Geschlecht**

Die Analyse im Rahmen von Publikation III zeigten Geschlechtsunterschiede bezüglich der körperlichen Funktionsfähigkeit, wobei Männer weniger Einschränkungen aufwiesen als Frauen. Zudem ergaben die linearen Regressionen einen statistisch signifikant positiven Zusammenhang zwischen objektiv gemessener körperlicher Aktivität und der körperlichen Funktionsfähigkeit, unabhängig vom Geschlecht. Die wiederholte, nun nach Geschlecht stratifizierte Analyse von Tabelle 5 aus Publikation II zeigte wenige Unterschiede hinsichtlich des Zusammenhangs von verwendeter Zeit für Aktivitätsdomänen und verschiedenen Gesundheitsindikatoren bei Frauen und Männern.

Die Ergebnisse, dass Frauen statistisch signifikant mehr Einschränkungen in ihrer körperlichen Funktionsfähigkeit berichten als Männer, entsprechen auch denen früherer Studien (131–135). Die Geschlechtsunterschiede konnten zu 51 % durch soziale Faktoren (sozioökonomischer Status, niedrige soziale Unterstützung, in einer Partnerschaft leben, alleine leben), Lebensstilfaktoren (körperliche Aktivität, aktive Mobilität, täglicher Alkoholkonsum), Gesundheitsindikatoren (schlechter subjektiver Gesundheitszustand, Übergewicht oder Adipositas, Schmerzen, Kurzatmigkeit) sowie chronische Erkrankungen (Arthrose, Blasenschwäche, Depression, Diabetes mellitus, Herzerkrankungen, Osteoporose, Rheuma, Schwerhörigkeit) erklärt werden. Dabei spielten Gesundheitsindikatoren, gefolgt von chronischen Erkrankungen die größte Rolle. Ähnliche Ergebnisse lassen sich auch in anderen Studien beobachten. So haben Kuh et al. (133) herausgefunden,

dass die Frauen ihrer Stichprobe einen schlechteren allgemeinen Gesundheitszustand hatten, der zu Schwäche und infolgedessen zu einer schlechteren körperlichen Funktionsfähigkeit führt. Obwohl die Teilnehmenden 53 Jahre alt waren und somit jünger als die von OUTDOOR ACTIVE, lassen sich die Ergebnisse auch auf ältere Erwachsene übertragen, da Muskelmasse und Kraft bereits im mittleren Erwachsenenalter abnehmen (136, 137). Weiterhin konnte gezeigt werden, dass sowohl Schmerzen als auch ein höherer BMI mit einer schlechteren körperlichen Funktionsfähigkeit zusammenhängen (132). Die hohe Bedeutung von chronischen Erkrankungen für die körperliche Funktionsfähigkeit ist in der Forschung gut belegt (132, 138, 139). Insbesondere chronische Erkrankungen, die zu Behinderungen führen können, wie Parkinson, Arthritis, Nierensteine sowie frühere Schlaganfälle, haben in der Studie von Koukouli et al. (140) statistisch signifikant mehr Probleme und funktionelle Einschränkungen vorhergesagt. Da Frauen häufiger von zu Behinderungen führenden und nicht-tödlichen Erkrankungen betroffen sind, wie Arthritis oder Depressionen, die wiederum Einschränkungen in der körperlichen Funktionsfähigkeit nach sich ziehen können (141, 142), könnte dies den Geschlechtsunterschied erklären.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass körperliche Aktivität nur einen kleinen Teil von dem Zusammenhang zwischen Geschlecht und körperlicher Funktionsfähigkeit erklärt. Es darf jedoch nicht außer Acht gelassen werden, dass körperliche Aktivität direkten Einfluss auf die einbezogenen Gesundheitsindikatoren hat und das Risiko für chronische Erkrankungen reduzieren kann (12–14). Damit hat körperliche Aktivität wiederum indirekt Einfluss auf die körperliche Funktionsfähigkeit.

Gesundheitsbezogene Geschlechtsunterschiede im Zusammenhang mit körperlicher Aktivität konnten auch in Tabelle 1 in gesehen werden, wenn auch nur gering. Bei den Frauen zeigte sich mit steigenden wöchentlichen Stunden für aktive Mobilität ein verringertes Risiko für Einschränkungen beim Gehen von mehr als einem Kilometer sowie für Adipositas. Die Frauen verbrachten mehr Zeit mit aktiver Mobilität als Männer. Wie bereits in Kapitel 6.1.2. beschrieben, unterscheiden die meisten Studien nicht nach aktiver und inaktiver Mobilität, sodass ein Vergleich erschwert wird. Des Weiteren deuten die Ergebnisse darauf hin, dass das Risiko für verschiedene gesundheitliche Einschränkungen und Erkrankungen durch höhere objektiv gemessene körperliche Aktivität bei Frauen

weniger gesenkt wird als bei Männern. Obwohl bei Frauen ein höheres Aktivitätslevel gemessen werden konnte als bei den Männern, könnte die unterschiedliche Zeitverwendung, insbesondere häusliche Aktivitäten, zu den Diskrepanzen geführt haben. Des Weiteren lassen die objektiv gemessenen Daten keine Aussagen über die Intensität, sondern nur über die Menge der körperlichen Aktivität zu. Es ist daher möglich, dass Frauen zwar mehr körperlich aktiv sind, die Männer jedoch intensivere körperliche Aktivität leisten, wodurch die Risiken stärker gesenkt werden (143, 144). Hier bedarf es tiefergehende Forschung, um zu untersuchen, wie die Geschlechtsunterschiede zustande kommen und ob diese auch bei Längsschnittstudien zu sehen sind.

Es sind noch weitere Ursachen möglich, weshalb sich Frauen und Männer hinsichtlich der Gesundheit, insbesondere der körperlichen Funktionsfähigkeit unterscheiden. Ein wichtiger Aspekt, der in der Literatur diskutiert wird, sind biologische Faktoren. Es wurde herausgefunden, dass die Menopause zu einem Rückgang der Muskelmasse und dadurch zu einer geringeren Muskelkraft führen kann (137). Des Weiteren muss ein möglicher Geschlechtsunterschied im Antwortverhalten in Betracht gezogen werden. Es wird davon ausgegangen, dass Frauen eher dazu neigen, gesundheitliche Einschränkungen zu beichten als Männer, da sie häufiger Störungen ihrer körperlichen Funktionsfähigkeit wahrnehmen (69). Zudem wird angenommen, dass Männer häufig Schmerzen und Erkrankungen außer Acht lassen, aufgrund von sozialer Konditionierung (69). Allerdings fanden frühere Studien auch mit Hilfe von objektiven Messungen, wie z.B. Fitnesstests, dass Frauen mehr Einschränkungen in ihrer körperlichen Funktionsfähigkeit aufweisen als Männer (145, 146). Wenn die körperliche Funktionsfähigkeit älterer Erwachsener untersucht wird, muss berücksichtigt werden, dass trotz berichteter Einschränkungen, der Zustand auch wieder verbessert werden kann, da Gesundheit ein dynamischer Prozess ist (147).

Ein letzter wichtiger Punkt stellt die unterschiedliche Definition und Messung von körperlicher Funktionsfähigkeit dar. Am häufigsten werden Einschränkungen in (instrumentellen) Aktivitäten des täglichen Lebens gemessen, verschiedene Fitnesstests angewendet oder, wie es in OUTDOOR ACTIVE getan wurde, die Skala für körperliche Funktionsfähigkeit des SF-36 verwendet (101). Zwar überschneiden sich die Instrumente, dennoch können sie zu unterschiedlichen Ergebnissen führen.

#### **6.1.4 Die Rolle der körperlichen Aktivität im Kontext von gesundem Altern**

Die Ergebnisse der drei Publikationen konnten die Bedeutung von körperlicher Aktivität für gesundes Altern nochmals unterstreichen. Die vorliegende Dissertation konnte zudem die bestehende Evidenz zu älteren Erwachsenen in Deutschland und dem Zusammenhang von Gesundheit und körperlicher Aktivität sowie deren Determinanten stärken.

Auch wenn die Kontinuitätstheorie nach Atchley (35) besagt, dass Menschen dazu neigen, Rollen und Aktivitäten aus dem bisherigen Erwachsenenalter fortzuführen, wenn sie älter werden, kann das Integrieren neuer Aktivitäten das gesunde Altern unterstützen. Es wurde herausgefunden, dass auch wenn Erwachsene erst im mittleren bis höheren Lebensalter mit regelmäßiger körperlicher Aktivität beginnen, sich dies positiv auf die Gesundheit und die Mortalität auswirken kann (148). Dies zeigt, dass Interventionen zur Bewegungsförderung in jedem Alter von hoher Bedeutung sind. Für die passgenaue Planung einer entsprechenden Intervention sowie für Empfehlungen zur Häufigkeit und Intensität müssen daher die Determinanten körperlicher Aktivität bei älteren Erwachsenen bekannt sein. Des Weiteren ist es auch entscheidend, in welchen Dimensionen körperlicher Aktivität die Zielgruppe die meiste Zeit am Tag verbringt, um möglichst alltagsnahe und leicht umzusetzende Veränderungen herbeiführen zu können. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass aktive Mobilität positiv mit der Gesundheit zusammenhängt, sodass diesbezüglich Maßnahmen entwickelt werden könnten. Unter Berücksichtigung der Kontinuitätstheorie ist es bei der Entwicklung von Interventionen wichtig, dass beachtet wird, welche Aktivitäten zu der jeweiligen Person passen und was im bisherigen Lebensverlauf bereits gemacht wurde. Die Ergebnisse zeigen zudem, dass bei Maßnahmen zur körperlichen Aktivität der sozioökonomische Status berücksichtigt werden und eine geschlechtsspezifische Ausrichtung stattfinden sollte. Dies könnte dabei helfen, dass Verhaltensweisen zur Förderung der körperlichen Aktivität eher aufrechterhalten werden und somit dem gesunden Altern zugutekommen können.

## **6.2 Limitationen und Stärken**

Die Ergebnisse müssen unter Berücksichtigung einiger Limitationen interpretiert werden. Zunächst handelt es sich ausschließlich um Querschnittdaten. Somit ist es nicht möglich

eine Aussage zur Kausalität zu machen. Dennoch können die statistisch signifikanten Zusammenhänge erste Hinweise liefern und als Grundlage für weiterführende Längsschnittstudien verwendet werden. Des Weiteren fand das Projekt OUTDOOR ACTIVE ausschließlich in Bremen mit 65- bis 75-Jährigen aus randomisiert ausgewählten Ortsteilen statt. Die Übertragbarkeit der Erkenntnisse ist daher mit Vorsicht zu betrachten, da die Stichprobe nicht repräsentativ für ältere Erwachsene in ganz Deutschland gesehen werden kann. Die Verwendung eines Fragebogens kann, wie bereits beschrieben, zu verschiedenen Verzerrungen führen, wir haben jedoch mehrere Items aus validierten Fragebögen genutzt (92, 149). Zudem ist nicht auszuschließen, dass insbesondere in Bezug auf die Zeitverwendung Verzerrungen entstanden sind. So wurde im Fragebogen nicht genau beschrieben, welche Tätigkeiten zur Hausarbeit zählen. Daher könnte es sein, dass einige Teilnehmende auch Kochen dazu gezählt haben, während andere es nur auf Putzen beschränkt haben. Da die Aktivität Fahrradfahren aufgrund von möglichen Überschneidungen zwischen Freizeitaktivitäten und aktiver Mobilität ausgeschlossen wurde, kann dies zu einer Unterschätzung der Zeit für Freizeitaktivitäten geführt haben.

Positiv hervorzuheben ist, dass die eingeschlossenen Publikationen sowohl subjektive als auch objektive Daten für körperliche Aktivität verwendet haben. Akzelerometer stellen eine reliable Messmethode bei älteren Erwachsenen dar (150), die durch Selbstangaben mit wertvollen Informationen ergänzt werden können, trotz der Gefahr von Falschangaben. Zudem konnte auf eine umfangreiche Datenbasis des Projekts OUTDOOR ACTIVE zurückgegriffen werden, sodass möglichst viele Faktoren in den Analysen berücksichtigt werden konnten.

## 7 Fazit und Ausblick

Die vorliegende kumulative Dissertation beschäftigte sich mit der Rolle der körperlichen Aktivität im Kontext von gesundem Altern in Deutschland. Ein genaueres Augenmerk wurde dabei auf den sozioökonomischen Status, die Zeitverwendung für Aktivitätsdomänen sowie die Bedeutung des Geschlechts gelegt. Die Thematik wurde in drei Publikationen bearbeitet, die in internationalen wissenschaftlichen Fachzeitschriften veröffentlicht wurden.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass körperliche Aktivität das Risiko für verschiedene gesundheitliche Einschränkungen und Erkrankungen senken kann. Diesbezüglich zeigten sich jedoch Unterschiede zwischen den verschiedenen Aktivitätsdomänen und, wenn auch nur gering, zwischen Frauen und Männern. Es konnte ebenfalls gezeigt werden, dass der sozioökonomische Status eine große Bedeutung für die körperliche Aktivität und somit für gesundes Altern hat, auch wenn diesbezüglich weitere Forschung notwendig ist, um die genauen Zusammenhänge zu untersuchen. Für die Entwicklung von Bewegungsförderungsmaßnahmen sind diese Erkenntnisse wichtig, um älteren Erwachsenen eine möglichst passgenaue und leicht umsetzbare Intervention zu bieten, z.B. Förderung der aktiven Mobilität. Die Ursachen für die Geschlechtsunterschiede hinsichtlich der körperlichen Funktionsfähigkeit konnten zwar nicht abschließend gefunden werden, jedoch zeigen die Ergebnisse, dass ein schlechter subjektiver Gesundheitszustand, Übergewicht oder Adipositas, Schmerzen, Kurzatmigkeit sowie das Vorhandensein chronischer Erkrankungen einen großen Teil erklären können. Zur Förderung von gesundem Altern sollten diese Ergebnisse berücksichtigt werden. Insbesondere, da Frauen von stärkeren Einschränkungen betroffen sind als Männer, sollten geschlechtsspezifische Maßnahmen entwickelt werden.

Für gesicherte Erkenntnisse bezüglich dieser Thematik bedarf es weiterer Studien sowie einheitliche Definitionen und Messmethoden von körperlicher Funktionsfähigkeit und sozioökonomischem Status. Zudem sollte der Trend, dass körperliche Aktivität objektiv gemessen wird, weiterverfolgt werden und für möglichst umfangreiche Informationen mit Selbstangaben angereichert werden.

## 8 Kopien der einbezogenen Publikationen und Darstellung des Eigenanteils

Nachfolgend sind die einbezogenen Publikationen abgedruckt, sortiert nach der Verwendung in dieser Arbeit. Des Weiteren wird in Tabelle 2 der geleistete Eigenanteil dargestellt. Dieser wird in den folgenden drei Abstufungen beschrieben:

- **Vollständig:** Der entsprechende Arbeitsschritt wurde eigenständig durchgeführt, jedoch im Austausch mit den Koautor:innen.
- **Überwiegend:** Der Großteil des Arbeitsschritts wurde eigenständig durchgeführt.
- **Gleichwertig:** Der Arbeitsschritt wurde im selben Maße von der Doktorandin und den Koautor:innen durchgeführt.

Tabelle 2: Darstellung des Eigenanteils der einbezogenen Publikationen

	<b>Publikation I</b>	<b>Publikation II</b>	<b>Publikation III</b>
Theoretische Konzeption	überwiegend	überwiegend	überwiegend
Literaturrecherche	vollständig	vollständig	vollständig
Studienplanung <sup>a</sup>	-	-	-
Datenerhebung <sup>a</sup>	-	-	-
Datenauswertung	vollständig	vollständig	vollständig
Diskussion und Interpretation	vollständig	vollständig	vollständig
Manuskripterstellung	vollständig	vollständig	vollständig
Revision	überwiegend	überwiegend	überwiegend

<sup>a</sup> Die Erhebungsdaten des Projekts OUTDOOR ACTIVE bilden die Grundlage für die einbezogenen Publikationen. Die Doktorandin war an der Studiendurchführung maßgeblich beteiligt.

**Publikation I:** Stalling I, Albrecht BM, Foettinger L, Recke C, Bammann K. Associations between socioeconomic status and physical activity among older adults: cross-sectional results from the OUTDOOR ACTIVE study. *BMC Geriatr* 2022; 22(1):396.

**Publikation II:** Stalling I, Albrecht BM, Doerwald F, Bammann K. Time allocation to active domains, physical activity, and health indicators in older adults: cross-sectional results from the OUTDOOR ACTIVE study. *BMC Public Health* 2020; 20(1):1580.

**Publikation III:** Stalling I, Gruber M, Bammann K. Sex differences in physical functioning among older adults: cross-sectional results from the OUTDOOR ACTIVE study. *BMC Public Health* 2024; 24(1):1766.




RESEARCH ARTICLE

Open Access

# Time allocation to active domains, physical activity, and health indicators in older adults: cross-sectional results from the OUTDOOR ACTIVE study



Imke Stalling\* , Birte Marie Albrecht, Friederike Doerwald and Karin Bammann

## Abstract

**Background:** Physical activity (PA) is one of the key determinants of healthy ageing. Research showed that time allocation plays an important role in PA. Therefore, an understanding of the time use of older adults is crucial for developing PA programs. The aim of this study was to examine the associations of time allocation and objectively measured PA, and several health indicators in older adults.

**Methods:** In this cross-sectional study all 915 participants of the OUTDOOR ACTIVE study were included. The participants were 65 to 75 years old and resided in a subdistrict of Bremen, Germany (50.9% female). The active domains were derived from the SLOTH model (leisure activities, occupation, active transport, home-based activities). PA was objectively measured with accelerometers over seven consecutive days. Binary logistic regressions were used to test the associations of total PA and time spent in the domains with several health indicators (self-rated health, overweight, obesity, activities of daily living (ADL)).

**Results:** Participants over the age of 70 years were significantly less physically active than those under 70 years and women were significantly more physically active than men. Regardless of age and sex, most time was spent on home-based activities (women:  $118.5 \pm 87.8$  min/day; men:  $80.2 \pm 69.4$  min/day). Both PA and time spent on leisure activities were associated with a lower risk of bad self-rated health (0.36; 95%-CL: 0.20, 0.65 for PA; 0.93; 95%-CL: 0.87, 0.99 for leisure activities) and less limitations in ADL. PA and active transport seemed to lower the risk of overweight (0.39; 95%-CL: 0.25, 0.62 for PA; 0.80; 95%-CL: 0.69, 0.93 for active transport) and obesity (0.36; 95%-CL: 0.21, 0.60 for PA; 0.77; 95%-CL: 0.64, 0.92 for active transport). Having an occupation was associated with a lower risk of bad self-rated health (0.60; 95%-CL: 0.40, 0.92).

**Conclusions:** The results of this study provide insights in the time allocation to active domains and total PA of older adults, as well as the associations with health indicators. These findings have important implications for the development of PA programs and guidelines. Future research should examine the associations further in longitudinal studies.

**Keywords:** Time use, Physical activity, Older adults, SLOTH model, Accelerometer

\* Correspondence: [stalling@uni-bremen.de](mailto:stalling@uni-bremen.de)

Institute for Public Health and Nursing Sciences (IPP), University of Bremen,  
Grazer Straße 2a, 28359 Bremen, Germany



© The Author(s). 2020 **Open Access** This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated in a credit line to the data.

## Background

One of the key determinants of healthy ageing is regular physical activity [1]. It is not only positively associated with increased quality of life and independent living, but also with decreased risks of numerous non-communicable diseases [2–4]. The World Health Organization recommends at least 150 min of moderate physical activity (PA) per week for adults, including leisure-time activities, active transportation, household chores, and occupational PA [2]. However, the prevalence of people meeting this recommendation declines with age [3]. In Germany, only 18.0% of the 60- to 69-year-olds and only 13.6% of the 70- to 79-year-olds are physically active for at least 150 min per week [5]. Accelerometers have become the preferred method of measuring total PA [6–8]. A different approach is to assess time allocation, which helps identifying daily routines and thus might be easier to translate into PA recommendations than focusing on total PA. Previous studies have associated time spent on health-related behaviours with various health indicators, including PA [9, 10]. Research suggests that time spent on leisure, home-based, occupational, and transport-related PA are associated with self-rated health and body mass index (BMI) [11]. Only a few time use studies investigating associations with health indicators have focused on older adults [9, 12, 13] and have rarely examined age differences within the group of older adults. Leisure time PA has several beneficial effects on health of older adults. A meta-analysis showed leisure time PA having the most benefits for mental health when compared to total PA and PA in other life domains [14]. Furthermore, it lowers the risk for all-cause, cardiovascular disease-related, and cancer-related mortality, even in older adults, who did not increase leisure time PA until late adulthood [15]. Higher levels of leisure time PA earlier in life are positively associated with better physical functioning in older age [16]. Being physically active at work has positive effects on health [11, 17, 18], however these associations are not sufficiently researched for older adults. Most research on this age group includes the effects of retirement rather than occupation and the results regarding health are contrasting, as the review by van der Heide et al. showed [19]. A similar research situation exists in regards to transport-related PA. Active transport was found to be positively associated with better self-rated health, a lower risk for obesity as well as more overall healthy behaviours for adults [11, 20], not specifically older adults. Research on the associations of home-based activities and health indicators for this age group show inconsistent results, especially regarding self-reported health and overweight [12, 21, 22]. After retirement, the time that was previously spent at work needs to be newly allocated. Research showed that, compared to working adults, older retired people dedicate more of their time to household chores, passive as well as active leisure activities, and sleep.

However, PA through leisure activities remains the domain the least time is spent on each day, pre- and post-retirement [23, 24]. This could be due to increasing sedentary time and passive leisure activities, such as watching TV, with higher age [25], which might go at the expense of time spent on active leisure time. One study by Espinel et al. [26] distinguished time allocated to self-reported sedentary, light, and moderate to vigorous PA (MVPA) in non-working adults over 65 years. The reported activities were categorised into the different PA-levels using METs. Most of time spent in MVPA was caused by household chores, with women devoting more time to them than men. Men spent more time doing leisure activities. Only 25.0% of participants met sufficient MVPA-levels through leisure activities. The study did not find any associations with age or the socioeconomic status [26]. Eibich [27], contrastingly, found that time spent on leisure activities, active and inactive, increases by 1 h per day after retirement. He also found that time spent on repairs and gardening, as well as household chores increases and concludes that most retirees invest their new found time in an active lifestyle [27]. Taking together the literature, the existing evidence suggests that most older adults invest more time into household chores as well as leisure activities and has indicated some gender differences. However, past studies on time use of older adults have often assessed PA with self-report measures. Moreover, apart from gender, little is known about how other demographic variables might affect time use. One important variable in this context might be occupational status past retirement age. Past research has shown that retirees may have more leisure time than those still working, and might invest that time in health promoting behaviours, such as physical activity [28]. In addition, there might be age differences within the group of older adults regarding time use, though this has been insufficiently studied.

Since research on time allocation and its relation with health indicators regarding older adults is scarce, the aim of this cross-sectional study is to examine the associations between time spent in active life domains, objectively measured PA, and health indicators in older adults in Germany. Specifically, we focus on the differences between two age groups (under and over 70 years) and sex. We furthermore explore differences in time allocation between working and non-working older adults. In this context, active domains comprise active leisure activities (e.g. sports, recreational walking, playing with children), occupation, active transport via bike or on foot and home-based activities (e.g. household chores, gardening).

Knowledge about time allocation of older adults to active domains and their associations with health indicators provides important background information for the development of future PA programs and guidelines.

## Methods

### Study design and population

The OUTDOOR ACTIVE study is part of the regional prevention network AEQUIPA (Physical activity and health equity: primary prevention for healthy ageing) [29]. Research goals of OUTDOOR ACTIVE are to assess prevalence of PA in older adults, explore barriers and drivers for being physically active, and to develop and implement a community-based outdoor PA promotion program [30]. First baseline data were collected between October 2015 and August 2016 using 1) a self-administered paper-pencil questionnaire regarding intrapersonal, interpersonal, and environmental determinants of PA, 2) a short physical examination (anthropometry and blood pressure) followed by a fitness test (modified public domain Senior Fitness Test [31] and handgrip strength test), and 3) accelerometry to objectively measure PA over the course of seven consecutive days. Eligibility criteria included being between 65 and 75 years old, being non-institutionalised, and living in the district Hemelingen in the city of Bremen, in the North-West of Germany. Address data were provided by the registry office in Bremen in August 2015. All eligible individuals initially received a letter and were later contacted by phone, in cases where the number could be obtained through one of the available registers. In total, 4304 individuals were registered in the study region. Of these, 615 people were excluded because of acute health problems ( $n = 242$ ), language barriers ( $n = 22$ ), moving out of the study region ( $n = 295$ ), or death ( $n = 56$ ). Out of the remaining eligible 3689 individuals, 720 were never reached, 2052 refused participation, and 915 individuals took part in the OUTDOOR ACTIVE study (response rate: 24.8%). All participants provided written informed consent and the study was approved by the ethics committee of the University of Bremen in September 2015. In the present study, all 915 OUTDOOR ACTIVE participants were included. For analyses with accelerometer data, 570 participants, who wore the accelerometer for at least 20 h a day, were included. The subjective and objective PA measurements do not assess the same kind of PA and should not be used interchangeably. We decided to use both because they can complement each other and offer a richness of information [32, 33]. Therefore, we can analyse the associations of health indicators with domain-specific PA as well as objective total PA, and get broader insights into the topic.

### Measures

#### Accelerometer-assessed physical activity

To measure PA objectively, ActiGraph GT3x-BT<sub>w</sub> accelerometers were handed to the participants following the fitness test. They were asked to wear them on seven consecutive days, ideally for 24 h straight, on their non-

dominant wrist. The epoch length was set to 30 Hz. The participants were given short instructions on when to take them off (e.g. when using the sauna) and how to put them back on. Members of the project group collected the accelerometers after 1 week at the participants' homes, cleaned them, and downloaded the data with ActiLife (Version 6.13.3 ActiGraph LLC, Pensacola, FL, USA). After preparing the data in ActiLife for statistical analyses, it was then transferred to the SPSS database. Average daily counts per minute (vector magnitudes) were included in the analyses as a continuous variable. PA was not further classified, because of the lack of established cut-offs for older adults [34] and to avoid loss of information [35]. Non-wear time was defined as 90 consecutive minutes with zero counts [36].

#### Assessment of the SLOTH model domains

We employed the time budget SLOTH model, which groups the time spent into the five domains sleep, leisure, occupation, transport, and home-based activities [37]. For this study, we only investigated active activities (see Table 1). Active activities and time spent in these domains were assessed by self-administered questionnaire that was part of the baseline survey. The questions referred to current activities but included no specific time frame. Sleep was considered a passive activity and was therefore not included in the analyses.

For assessment of active leisure, we asked participants to report all currently performed organised (e.g. sports club, sports group, or a gym) as well as non-organised activities. The reported hours per week for the individual activities were added up, excluding riding a bike, since this activity could also be interpreted as a mode of transport. All paid and unpaid work including volunteer work was included in the occupation domain. Time spent on carrying out the occupation was not asked and could

**Table 1** SLOTH domains and their passive and active activities

Domains	Type	Activities
Sleep	Passive	Sleep
	Active	–
Leisure	Passive	Watching TV, reading etc.
	Active	Sports, active recreational activities, playing with children etc.
Occupation	Passive	–
	Active	All paid and unpaid work including volunteer work
Transport	Passive	Public transport, car, motor bike etc.
	Active	Cycling, walking
Home-based	Passive	–
	Active	Household chores, gardening, repairs around the house

therefore not be included in the analyses. Time spent in active transport was assessed with a question based on the public domain Neighbourhood Environment and Walkability Scale (NEWS) [38] using 12 common destinations. The usual mode of transport as well as the minutes spent on the trips were assessed. To calculate the average daily time spent in active transport, the frequency for each destination was estimated (see additional file 1). For the analyses only transport via bike and on foot were used. Home-based activities, which comprise housework and gardening, were assessed with the same question as leisure activities (i.e., hours per week engaging in the activities). To reduce the number of outliers, the maximum possible time for housework and gardening was set to 40 h per week and for the rest of the active SLOTH dimensions to 20 h per week.

#### **Assessment of health indicators**

Self-rated health and activities of daily living (ADL) were assessed via questions from the public domain SF-36 v1.0 questionnaire [39, 40]. BMI was calculated using body weight (in kg) and height (in m), both measured during the short physical examination with a Kern MPC 250 K 100 M personal floor scale (Kern & Sohn GmbH, Ballingen, Germany) and a Seca 217 mobile Stadiometer (Seca GmbH & Co. KG, Hamburg, Germany), respectively. The classification by the WHO [41] was used for the distinction between normal weight, overweight, and obesity.

#### **Sociodemographic information**

Participant's age, sex, marital status, educational status, net household income, and occupational status were assessed by a self-administered questionnaire. To assign each participant a socio-economic status (SES), an additive social class index was calculated using educational years (school years and training years combined), net household income (OECD), and the Standard International Occupational Prestige Scale based on Helmert et al. [42]. Missing values were imputed using multiple imputation in SPSS 22 (IBM Corp. Armonk, NY) with five imputations, and the mean value as the final data. The SES was categorized into quintiles.

#### **Statistical analyses**

For the descriptive analyses absolute and relative frequencies were calculated for education level, marital status, socio-economic status, self-reported health, and occupational status. Means and standard deviations were calculated for age, total PA (Counts per minute, from here on CPM), and time spent in the active dimensions of the SLOTH model per day in minutes. The descriptive analyses were done separately for men and women, as well as for the two age groups (under and over 70

years). Each result is shown for the total study sample and separately for those participants, who actually perform these activities. Furthermore, the percentage of people engaging in these activities is shown. To test for significant differences between groups, Mann-Whitney-U-tests were conducted since none of the variables were normally distributed. Binary logistic regressions were used to test if total PA and the time spent in the active SLOTH model domains are significantly associated with several health outcomes (self-rated health, overweight, obesity, ADL). For analyses including objective PA data only participants, who wore the accelerometer for at least 20 h on average per day, were taken into account. All statistical analyses were conducted with SPSS 22.0 (IBM Corp. Armonk, NY).

#### **Results**

Table 2 shows descriptive characteristics of the study population. 50.9% of the participants were female and the mean age was  $69.9 \pm 3.1$  years. 82.1% of the participants had lower secondary education, 59.8% belonged to middle class. 58.0% of the female and 82.2% of the male participants were married, and about half of them had a paid occupation or did volunteer work. The majority of participants (78.8%) rated their health as at least good with decreasing percentage in higher age groups. The mean daily total PA shows a difference between men and women and a decline with higher age. Women over the age of 70 years were overall significantly less physically active than those younger than 70 years ( $1700.4 \pm 432.4$  CPM vs.  $1840.0 \pm 466.7$  CPM,  $z = -2.6$ ,  $p < .01$ ). The difference in men was also statistically significant, with older men being less physically active than their younger counterparts ( $1366.5 \pm 316.2$  CPM vs.  $1475.1 \pm 352.8$  CPM,  $z = -2.9$ ,  $p < .01$ ). Women were significantly more physically active than men ( $1770.4 \pm 454.6$  CPM vs.  $1426.1 \pm 340.5$  CPM,  $z = -9.4$ ,  $p < .001$ ).

Table 3 reports the average time spent in the active domains of the SLOTH model stratified by age and sex in minutes per day. Disregarding occupation, where no time data is available, most time is spent on home-based activities (women:  $118.5 \pm 87.8$  min/day; men:  $80.2 \pm 69.4$  min/day), followed by active leisure time (women:  $35.9 \pm 34.0$  min/day; men:  $41.9 \pm 36.8$  min/day), and time in active transport (women:  $14.4 \pm 8.5$  min/day; men:  $12.5 \pm 9.4$  min/day). This pattern is consistent in all gender and age groups. The largest difference by age was found for home-based activities in women, where women  $\geq 70$  years spent roughly 20 min more time than younger women. There were sex differences in the amount of time spent in the investigated domains. Men spent statistically significantly more time on leisure activities than women ( $41.9 \pm 36.8$  vs.  $35.9 \pm 34.0$  min/day,  $z = -2.3$ ,  $p = .02$ ). Women allocated statistically significantly more time to active

**Table 2** Characteristics of the study population

	Women			Men		
	Total (n = 465) n (%)	< 70 yrs. (n = 210)	≥70 yrs. (n = 255)	Total (n = 448) n (%)	< 70 yrs. (n = 227)	≥70 yrs. (n = 221)
Education						
Lower secondary education	374 (85.0)	162 (81.8)	210 (87.6)	332 (79.0)	151 (70.5)	181 (87.9)
Upper secondary education	56 (12.7)	31 (15.7)	25 (10.4)	77 (18.3)	56 (26.2)	21 (10.2)
No degree	10 (2.2)	5 (2.5)	5 (2.1)	11 (2.6)	7 (3.2)	4 (2.0)
Socioeconomic status						
Lower class	108 (24.6)	43 (21.9)	64 (26.6)	67 (15.9)	32 (15.0)	35 (16.9)
Middle class	264 (60.1)	112 (57.1)	151 (62.7)	250 (59.4)	122 (57.0)	128 (61.8)
Upper class	67 (15.3)	41 (20.9)	26 (10.8)	104 (24.7)	60 (28.0)	44 (21.3)
Marital status						
Married	251 (58.0)	118 (59.9)	133 (56.4)	347 (82.2)	179 (83.3)	168 (81.2)
Divorced	63 (14.5)	35 (17.8)	28 (11.9)	35 (8.3)	19 (8.8)	16 (7.7)
Widowed	99 (22.9)	33 (16.8)	66 (28.0)	20 (4.7)	4 (1.9)	16 (7.7)
Unwed/single	20 (4.6)	11 (5.6)	9 (3.8)	20 (4.7)	13 (6.0)	7 (3.4)
Occupational status						
Volunteer work only	162 (38.3)	76 (40.0)	86 (38.4)	114 (28.6)	58 (28.0)	56 (29.3)
Paid occupation only	37 (8.8)	26 (13.7)	11 (4.9)	67 (16.8)	42 (20.3)	25 (13.1)
Paid occupation + volunteer work	14 (3.3)	11 (5.8)	3 (1.3)	18 (4.5)	10 (4.8)	8 (4.2)
No occupation	201 (47.5)	77 (40.5)	124 (55.4)	199 (50.0)	97 (46.9)	102 (53.4)
Self-reported health status						
Less good or bad	103 (23.6)	39 (19.8)	64 (27.0)	78 (18.6)	37 (17.1)	41 (20.1)
Good	258 (59.2)	117 (59.4)	139 (58.6)	244 (58.1)	126 (58.3)	118 (57.8)
Very good or excellent	75 (17.2)	41 (20.9)	34 (14.4)	98 (23.4)	53 (24.6)	45 (22.0)
	Mean (SD)			Mean (SD)		
Age (years)	70.0 (3.1)	67.0 (1.4)	72.43 (1.7)	69.8 (3.1)	67.2 (1.5)	72.5 (1.9)
Total PA (CPM)	1770.4 (454.6)	1840.0 (466.7)	1700.4 (432.4)	1426.1 (340.5)	1475.1 (352.8)	1366.5 (316.2)

CPM Counts per minute

transport ( $14.4 \pm 8.5$  vs.  $12.5 \pm 9.4$  min/day,  $z = -3.8$ ,  $p = <.01$ ), home-based activities ( $118.5 \pm 87.8$  vs.  $80.2 \pm 69.4$  min/day,  $z = -7.1$ ,  $p = <.001$ ), and housework ( $91.2 \pm 69.5$  vs.  $44.1 \pm 37.5$  min/day,  $z = -11.4$ ,  $p = <.001$ ) per day.

Table 4 shows the average time spent in the active SLOTH domains stratified by occupation status and sex. Regardless of the occupation status and gender, most time is spent on home-based activities (women with no occupation:  $118.3 \pm 89.3$  min/day; with an occupation:  $116.5 \pm 86.1$  min/day; men with no occupation:  $83.2 \pm 68.3$  min/day; with an occupation:  $67.7 \pm 75.8$  min/day). Participants with a paid occupation spent less time on each domain than those without an occupation. The only exception can be observed in women regarding housework, where employed women devoted more time to housework activities than unemployed women ( $101.5 \pm 76.2$  min/day vs.  $90.0 \pm 69.2$  min/day). However, none of the differences by occupation status were statistically significant, regardless of sex.

Table 5 presents the results of the binary logistic regressions for the associations of health indicators with time allocation and total PA adjusted for age and sex. The results indicate that more time spent on leisure activities reduces the risk of bad self-rated health (OR: 0.93; 95%-CL: 0.87, 0.99) and limitations in activities of daily living, such as moderate activities (OR: 0.88; 95%-CL: 0.83, 0.94), bending, kneeling, and stooping (OR: 0.93; 95%-CL: 0.89, 0.97) as well as walking more than 1 km (OR: 0.90; 95%-CL: 0.84, 0.96). Participants without an occupation were more likely to rate their health as not good (OR: 0.60; 95%-CL: 0.40, 0.92) compared to those with a post-retirement occupation. More time spent in active transport seemed to lower the risk of having limitations when walking more than 1 km (OR: 0.79; 95%-CL: 0.65, 0.96), being overweight (OR: 0.80; 95%-CL: 0.69, 0.93), or obese (OR: 0.77; 95%-CL: 0.64, 0.92). The results indicated that higher total PA

**Table 3** Time allocation to active SLOTH domains in minutes per day by age and sex

	Women			Men		
	Total (n = 465) Mean (SD)	< 70 yrs. (n = 210)	≥70 yrs. (n = 255)	Total (n = 448) Mean (SD)	< 70 yrs. (n = 227)	≥70 yrs. (n = 221)
<b>Leisure, only active</b>						
Total	21.1 (31.4)	22.8 (29.4)	19.6 (33.0)	20.9 (33.4)	24.6 (36.8)	17.2 (29.2)
Participation rate %	58.7	62.9	55.3	50.0	55.9	43.9
Performers only	35.9 (34.0)	36.2 (29.8)	35.5 (37.5)	41.9 (36.8)	43.9 (39.6)	39.2 (32.9)
<b>Occupation, including volunteer work</b>						
Total	a			a		
Participation rate %	56.8	63.3	51.4	55.6	57.3	53.9
Performers only	a			a		
<b>Transport, only active</b>						
Total	11.9 (9.5)	11.3 (8.4)	12.4 (10.2)	10.5 (9.7)	10.6 (10.1)	10.4 (9.3)
Participation rate %	84.6	85.7	80.8	83.9	86.3	81.5
Performers only	14.4 (8.5)	13.2 (7.6)	15.4 (9.1)	12.5 (9.4)	12.2 (9.9)	12.7 (8.8)
<b>Home-based activities</b>						
Total	101.4 (91.3)	93.4 (79.8)	108.0 (99.4)	69.5 (70.2)	70.1 (70.5)	68.8 (70.0)
Participation rate %	85.6	86.7	84.7	86.6	88.1	85.1
Performers only	118.5 (87.8)	107.5 (76.1)	127.5 (95.8)	80.2 (69.4)	79.5 (69.9)	80.9 (69.1)
<b>Housework</b>						
Total	76.5 (72.0)	72.2 (63.7)	80.1 (78.1)	35.4 (37.9)	37.4 (37.8)	33.4 (38.0)
Participation rate %	83.9	85.7	82.4	80.4	82.8	77.8
Performers only	91.2 (69.5)	84.2 (60.9)	97.2 (75.7)	44.1 (37.5)	45.1 (37.1)	42.9 (38.1)
<b>Gardening</b>						
Total	24.9 (39.4)	21.1 (32.9)	28.0 (43.8)	34.0 (48.8)	32.7 (49.2)	35.4 (48.6)
Participation rate %	62.2	61.4	62.8	72.3	70.0	74.7
Performers only	40.0 (43.4)	34.4 (36.2)	44.6 (48.1)	47.1 (51.8)	46.7 (52.9)	47.4 (50.9)

<sup>a</sup>Data not available

SD Standard deviation

increases the likelihood for a better self-rated health (OR: 0.36; 95%-CL: 0.20, 0.65) and decreases the risk of having limitations regarding moderate activities (OR: 0.55; 95%-CL: 0.34, 0.89), as well as bending, kneeling, and stooping (OR: 0.38; 95%-CL: 0.24, 0.60). The risk of being overweight (OR: 0.39; 95%-CL: 0.25, 0.62) or obese (OR: 0.36; 95%-CL: 0.21, 0.60) also decreased with increased total PA. Time spent in home-based activities did not seem to be associated with any of the health outcomes.

## Discussion

This study investigated age and sex specific differences in time use in three active domains (leisure, transport, home-based) and examined associations between time allocation in these domains and objectively measured PA with different health outcomes (self-rated health, BMI, ADL). Furthermore, we explored differences in time allocation between working

and non-working older adults. Results showed age and sex differences in total PA as well as in time use in the active domains. Participants with a paid occupation spent less time in almost every active domain than participants without an occupation. Furthermore, the results showed several associations between active domains and health indicators. While total PA was associated with all investigated health indicators, time spent in the different SLOTH domains showed a more distinctive pattern, with leisure activities and active transport being most influential. Time spent in active leisure time was associated with better self-rated health and having no limitations in ADL. Time spent on active transport was associated with having no limitations when walking more than 1 kilometer and being normal weight. Having an occupation was only associated with better self-rated health. Home-based activities showed no significant associations with any of the investigated health indicators.

**Table 4** Time allocation to active SLOTH domains in minutes per day by occupation status and sex

	Women		Men	
	No occupation (n = 360) Mean (SD)	Occupation <sup>a</sup> (n = 52)	No occupation (n = 312) Mean (SD)	Occupation <sup>a</sup> (n = 85)
<b>Leisure, only active</b>				
Total	23.0 (33.2)	19.8 (27.3)	22.8 (35.7)	19.8 (27.9)
Participation rate %	61.4	67.3	52.6	56.5
Performers only	37.4 (35.4)	29.4 (28.8)	43.3 (39.2)	35.0 (29.0)
<b>Transport, only active</b>				
Total	13.1 (9.4)	10.2 (8.3)	11.7 (10.1)	9.3 (8.0)
Participation rate %	89.7	78.9	91.0	87.1
Performers only	14.6 (8.7)	12.9 (7.3)	12.9 (9.9)	10.7 (7.7)
<b>Home-based activities</b>				
Total	107.2 (91.8)	105.3 (88.8)	77.1 (69.2)	61.3 (74.8)
Participation rate %	90.6	90.4	92.6	90.6
Performers only	118.3 (89.3)	116.5 (86.1)	83.2 (68.3)	67.7 (75.8)
Housework				
Total	80.3 (71.1)	87.9 (78.9)	39.7 (38.8)	31.8 (37.1)
Participation rate %	89.2	86.5	86.9	81.2
Performers only	90.0 (69.2)	101.5 (76.2)	45.7 (38.1)	39.1 (37.5)
Gardening				
Total	26.9 (40.7)	17.5 (21.7)	37.4 (46.6)	29.6 (60.4)
Participation rate %	64.7	69.2	79.2	67.1
Performers only	41.5 (44.2)	25.2 (22.4)	47.2 (47.7)	44.1 (69.4)

<sup>a</sup>only paid occupation  
SD Standard deviation

Our results regarding total PA are in line with previous research. Total PA is linked to better self-rated health [43, 44], overweight and obesity [45], and physical functioning [46, 47]. Our study showed a statically significant higher objectively measured PA in women compared to men. These results are in contrast to several other studies objectively measuring PA in older adults. The systematic review by Sun et al. [3], for instance,

found older men to be more physically active than older women. These differences could arise from differences in PA measurements. In this study the accelerometer was worn on the non-dominant wrist, since it tends to have a higher compliance compared to hip placement [48]. However, most studies use PA monitors on the hip, which results in differences in the measured movements, especially regarding the upper body [3]. Since the

**Table 5** Results of binary logistic regression on predicting health indicators, adjusted for age and sex

	Bad self-rated health	Limitations when doing moderate activities (ADL)	Limitations when bending, kneeling, stooping (ADL)	Limitations when walking > 1 km (ADL)	Overweight	Obesity
	OR (95%-CL)	OR (95%-CL)	OR (95%-CL)	OR (95%-CL)	OR (95%-CL)	OR (95%-CL)
Leisure, only active (hrs/week)	<b>0.93 (0.87, 0.99)</b>	<b>0.88 (0.83, 0.94)</b>	<b>0.93 (0.89, 0.97)</b>	<b>0.90 (0.84, 0.96)</b>	0.96 (0.92, 1.00)	0.96 (0.91, 1.01)
Occupation (yes/no)	<b>0.60 (0.40, 0.92)</b>	0.90 (0.63, 1.30)	0.90 (0.65, 1.25)	0.77 (0.52, 1.13)	0.76 (0.53, 1.08)	0.80 (0.54, 1.17)
Transport, only active (hrs/week)	0.96 (0.79, 1.16)	1.07 (0.91, 1.25)	0.94 (0.81, 1.09)	<b>0.79 (0.65, 0.96)</b>	<b>0.80 (0.69, 0.93)</b>	<b>0.77 (0.64, 0.92)</b>
Home-based activities (hrs/week)	0.99 (0.97, 1.01)	0.99 (0.98, 1.01)	1.00 (0.99, 1.02)	0.99 (0.97, 1.01)	0.99 (0.97, 1.00)	0.98 (0.96, 1.00)
Total PA <sup>a</sup> (CPM)	<b>0.36 (0.20, 0.65)</b>	<b>0.55 (0.34, 0.89)</b>	<b>0.38 (0.24, 0.60)</b>	0.61 (0.36, 1.02)	<b>0.39 (0.25, 0.62)</b>	<b>0.36 (0.21, 0.60)</b>

<sup>a</sup>Only participants with at least 20 h/day of accelerometer data included (n = 570)  
ADL Activities of daily living, CL Confidence limits, CPM Counts per minute, OR Odds ratio  
Statistically significant results in bold

women in our sample devote a lot of time to housework, which includes lots of upper body movements, it is possible that the higher amount of PA stems from this. Moreover, our study showed that participants older than 70 years were significantly less physically active than those under 70 years. Yet, they spent more time in several active SLOTH domains with increasing age. One reason could be the decreasing proportion of people having a paid occupation or doing volunteer work as they get older (women: 63.3% compared to 51.4%, men: 57.3% compared to 53.9%), which leads them to allocate their time differently. Another possibility is that with increasing age, more time might be required to perform certain tasks, because of the ageing-related decline in health [49]. Both men and women in the older age group (age 70+ years) more often reported less good or bad health than the younger ones. Since our data only provides information about the time allocation to active domains and cannot provide information about the intensity, we can only speculate that although the time spent in the SLOTH domains increases with higher age, the intensity might decrease. Spinney et al. [50], for example, found decreasing rates of older Canadians meeting PA recommendations with increasing age, when looking at the active domains.

In our study, women reported spending 35.9 and men 41.9 min per day in active leisure. In line with our results, a systematic review [24] reported average leisure time of 0.5 to 1 h per day, with men devoting more time to it than women. Krantz-Kent and Stewart [51] found similar results in their American study. Our findings further indicated that time spent in active leisure is associated with better self-rated health, which is supported by the studies by Abu-Omar and Rotten [11], as well as Kaleta and colleagues [52]. Both of these studies, however, did not focus on older adults specifically. Time doing leisure activities was also associated with lower risks of having limitations in ADL, which is in accordance with previous research [16, 53]. The results emphasize the importance of active leisure for health.

Since we did not assess time spent on occupational PA, we have compared the time spent in the remaining domains between employed and unemployed participants. The results indicated that women and men without an occupation spent more time in each domain than the participants with an occupation. The only exception is working women, who spent more time doing housework than their non-working counterparts. A study by Flood and Moen [54] also found that employment is negatively associated with time being physically active. Having an occupation was associated with better self-rated health in our study. Research on health effects of occupation in older adults is scarce, as often is the focus rather on the effects of retirement. A systematic review on

retirement found contrasting results in the literature, with retirement having positive as well as adverse effects on health [19]. One possible explanation are diverging definitions of occupation and retirement, for example if doing unpaid volunteer work counts as having an occupation.

Our participants only spent a short time (Women: 14.4 min/day; Men: 12.5 min/day) in active transport. Sprod and colleagues [23, 55] reported almost three times more minutes per day being spent on active travel. These differences could be a result of us only using everyday destinations, whereas Sprod et al. included every destination. Another explanation could be the difference in infrastructure between the study countries (Australia vs. Germany), that leads to the participants having to cover longer routes. Time spent in active transport was associated with a lower risk of overweight and obesity. Additionally, it was associated with a lower risk of having limitations in walking more than 1 km. In this context, limited mobility could be a barrier to PA and using active transport. We therefore performed a sensitivity analysis excluding participants who rely on mobility aids. The results do not change by much although they are statistically significant anymore (before: OR: 0.79, 95%-CI: 0.65, 0.96; sensitivity analysis: OR: 0.86, 95%-CI: 0.70, 1.05). Furthermore, possible reverse causation should be taken into account, since the data only stems from a cross-sectional study. A comparison with existing research is difficult, since other time use studies often do not distinguish between active and inactive transport or define it as total PA [54] or commuting [11]. A study by Foley et al. [20] could, however, associate time in active transport with spending more time on healthy behaviours. In summary, participation in active transport offers a good opportunity for older adults as health promoting behaviour.

Our results show sex differences in time allocation regarding home-based activities. The sex differences are in line with previous research [12, 23, 55], with women spending more time on household chores than men. Gauthier and Smeeding [24] reported the same findings for overall home-based activities in nine different countries, but, contrasting our results, saw a decrease with age in women devoting time to housework and an age-related increase in men. We found no associations of home-based activities and health outcomes, which is supported by previous research, supporting the lack of associations of household chores and overweight [22] or health status [21]. Contrastingly, Adjei and Brand [12] found that older adults who spent more time doing home-based activities are more likely to report good health. These differences could stem from different measurements of home-based activities, including time-use diaries for one, 2 or 7 days with 24 h of data [12].



The study has a few limitations that need to be addressed. The questionnaire used in the OUTDOOR ACTIVE study was not initially designed for time use analyses, thus some domains of the SLOTH model were not fully assessed. Furthermore, we have not performed any type of reproducibility of the questionnaire. However, several components from validated questionnaires were used in our study [38–40]. Moreover, the assessment of housework and gardening might be biased, since it was not clarified which tasks account to these domains. It is, for example, unknown whether the participants included cooking to housework or only referred to cleaning. Moreover, the activity “riding a bike” was excluded from the leisure domain, since it is possible that participants included time spent on riding a bike for transport in their answer. This could lead to underestimated time in this domain. Since the participants had to estimate their weekly time spent in leisure and household activities, recall bias and reporting errors could be an issue. The use of a proper time use diary could reduce these risks. Additionally, they would deliver data for full 24-h days. However, the results of the present study are still a good indicator for the time allocation to active domains in older adults. The assessment of transport only included everyday destinations, leaving out travelling to work, social events, or other obligations, which could lead to an underestimation of time allocation. Another limitation of this study is the cross-sectional design. Therefore, no statements regarding causation can be made and associations because of possible reverse causation (e.g. between PA and self-rated health, between occupation and self-rated health, or between active transport and limitations when walking more than 1 km) cannot be determined. Thus, future research should look at time allocation and PA, and its effect on health outcomes in a longitudinal study.

One strength of this study is the representativeness of the sample for the population of Bremen-Hemelingen, when comparing social demographic factors. Furthermore, the PA data was assessed objectively using accelerometers, which is a reliable measurement for PA in older adults [6]. Furthermore, the SLOTH model is a well-known and fitting time budget model to analyse time allocation regarding PA [56].

This study provided insights in time allocation of older adults to active domains and PA, which are important information for developing PA programs and guidelines. Additionally, associations of time use and several health indicators were presented. These findings can help to develop new PA guidelines, which mostly incorporate overall PA in minutes and intensity but do not take the different life domains into consideration. If guidelines also include domains, specific PA promotion programs could be designed accordingly. Additionally, the

knowledge of the associations between health indicators and PA in different domains can help practitioners in tackling health problems. For example, overweight and obesity prevention programs could incorporate the promotion of active transport, which might be easier for some participants to realise than starting and following an exercise programme.

## Conclusions

The findings of this study have shown differences by age, sex, and occupational status in time allocation to active domains of daily living as well as in objectively measured PA in older adults. Furthermore, time use was associated with several health outcomes. Healthy ageing, and in this context also active ageing, is an important public health goal. This study provides information on how older adults structure their day, which active domain they devote most time to, and which health indicators are associated with active domains, which has important implications for the development of PA programs. It shows that PA is beneficial for healthy ageing and that active domains should be integrated in PA promotion and the development of PA guidelines. For example, active transport could be used for obesity prevention, and the increase of leisure activities for reducing limitations in ADL. However, further research and longitudinal studies are needed to understand the specific links between time allocation to active domains and health indicators to increase active living as a part of healthy ageing.

## Supplementary information

**Supplementary information** accompanies this paper at <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09708-z>.

**Additional file 1.** Estimated number of visits per week to common destinations. To calculate time in active transport, we estimated the number of visits per week to the common destinations, that were used in the questionnaire.

## Abbreviations

ADL: Activities of Daily Living; BMI: Body Mass Index; CPM: Counts per minute; MVPA: Moderate to vigorous physical activity; PA: Physical activity; SES: Socioeconomic status; SLOTH model: Sleep, Leisure activities, Occupation, Transport, Home-based activities

## Acknowledgements

The authors would like to thank all participants of the OUTDOOR ACTIVE study.

## Authors' contributions

IS performed statistical analyses and drafted the manuscript. KB contributed to the conception and design of the study as well as statistical analyses. KB, BMA and FD critically revised and reviewed the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

## Funding

The OUTDOOR ACTIVE study is funded by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF). The funder had no role in the design of the study, data collection, or analysis, interpretation of data and in writing the manuscript. Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

**Availability of data and materials**

The datasets used and/or analysed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

**Ethics approval and consent to participate**

The OUTDOOR ACTIVE study was approved by the ethics committee of the University of Bremen. All participants provided written informed consent.

**Consent for publication**

Not applicable.

**Competing interests**

The authors declare that they have no competing interests.

Received: 1 July 2020 Accepted: 15 October 2020

Published online: 20 October 2020

**References**

- Peel NM, McClure RJ, Bartlett HP. Behavioral determinants of healthy aging. *Am J Prev Med.* 2005;28(3):298–304.
- World Health Organization. Global recommendations on physical activity for health. Geneva: World Health Organization; 2010.
- Sun F, Norman IJ, White AE. Physical activity in older people: a systematic review. *BMC Public Health.* 2013;13:449.
- Lear SA, Hu W, Rangarajan S, Gasevic D, Leong D, Iqbal R, et al. The effect of physical activity on mortality and cardiovascular disease in 130 000 people from 17 high-income, middle-income, and low-income countries: the PURE study. *Lancet.* 2017;390(10113):2643–54.
- Krug S, Jordan S, Mensink G, Müters S, Finger J, Lampert T. Physical activity: results of the German health interview and examination survey for adults (DEGS1). *Bundesgesundheitsbl.* 2013;56(5–6):765–71.
- Garatachea N, Torres-Luque G, González-Gallego J. Physical activity and energy expenditure measurements using accelerometers in older adults. *Nutr Hosp.* 2010;25(2):224–30.
- Hallal PC, Andersen LB, Bull FC, Guthold R, Haskell W, Ekelund U. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *Lancet.* 2012;380(9838):247–57.
- Hills AP, Mokhtar N, Byrne NM. Assessment of physical activity and energy expenditure: an overview of objective measures. *Front Nutr.* 2014;1:5.
- Dumuid D, Lewis LK, Olds TS, Maher C, Bondarenko C, Norton L. Relationships between older adults' use of time and cardio-respiratory fitness, obesity and cardio-metabolic risk: a compositional isotemporal substitution analysis. *Maturitas.* 2018;110:104–10.
- Bauman A, Bittman M, Gershuny J. A short history of time use research; implications for public health. *BMC Public Health.* 2019;19(2):607.
- Abu-Omar K, Rutten A. Relation of leisure time, occupational, domestic, and commuting physical activity to health indicators in Europe. *Prev Med.* 2008;47(3):319–23.
- Adjei NK, Brand T. Investigating the associations between productive housework activities, sleep hours and self-reported health among elderly men and women in western industrialised countries. *BMC Public Health.* 2018;18(1):110.
- Adjei NK, Brand T, Zeeb H. Gender inequality in self-reported health among the elderly in contemporary welfare countries: a cross-country analysis of time use activities, socioeconomic positions and family characteristics. *PLoS One.* 2017;12(9):e0184676.
- White RL, Babic MJ, Parker PD, Lubans DR, Astell-Burt T, Lonsdale C. Domain-specific physical activity and mental health: a meta-analysis. *Am J Prev Med.* 2017;52(5):653–66.
- Saint-Maurice PF, Coughlan D, Kelly SP, Keadle SK, Cook MB, Carlson SA, et al. Association of Leisure-Time Physical Activity across the adult life course with all-cause and cause-specific mortality. *JAMA Netw Open.* 2019;2(3):e190355.
- Kulmala J, Ngandu T, Pajala S, Lehtisalo J, Levälähti E, Antikainen R, et al. Leisure-time and occupational physical activity in early and late adulthood in relation to later life physical functioning. *J Phys Act Health.* 2016;13(10):1079–87.
- Hu G, Qiao Q, Silventoinen K, Eriksson JG, Jousilahti P, Lindstrom J, et al. Occupational, commuting, and leisure-time physical activity in relation to risk for type 2 diabetes in middle-aged Finnish men and women. *Diabetologia.* 2003;46(3):322–9.
- Hu G, Sarti C, Jousilahti P, Silventoinen K, Barengo NC, Tuomilehto J. Leisure time, occupational, and commuting physical activity and the risk of stroke. *Stroke.* 2005;36(9):1994–9.
- van der Heide I, van Rijn RM, Robroek SJW, Burdorf A, Proper KI. Is retirement good for your health? A systematic review of longitudinal studies. *BMC Public Health.* 2013;13:1180.
- Foley L, Dumuid D, Atkin AJ, Olds T, Ogilvie D. Patterns of health behaviour associated with active travel: a compositional data analysis. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2018;15(1):26.
- Wen X, Liang Y, Zhu J, Wu T. The effects of housework on the health of retired older adults: a preliminary investigation from the Tongji-Dongfeng cohort study, China. *PLoS ONE.* 2013;8(3):e57232.
- Lawlor DA, Taylor M, Bedford C, Ebrahim S. Is housework good for health? Levels of physical activity and factors associated with activity in elderly women. Results from the British Women's heart and health study. *J Epidemiol Community Health.* 2002;56(6):473–8.
- Sprod J, Olds T, Brown W, Burton N, van Uffelen J, Ferrar K, et al. Changes in use of time across retirement: a longitudinal study. *Maturitas.* 2017;100:70–6.
- Gauthier AH, Smeeding TM. Time use at older ages:cross-National Differences. *Res Aging.* 2003;25(3):247–74.
- Rhodes RE, Mark RS, Temmel CP. Adult sedentary behavior: a systematic review. *Am J Prev Med.* 2012;42(3):e3–e28.
- Espinell PT, Chau JY, van der Ploeg HP, Merom D. Older adults' time in sedentary, light and moderate intensity activities and correlates: application of Australian time use survey. *J Sci Med Sport.* 2015;18(2):161–6.
- Eibich P. Understanding the effect of retirement on health: mechanisms and heterogeneity. *J Health Econ.* 2015;43:1–12.
- Celidoni M, Rebba V. Healthier lifestyles after retirement in Europe? Evidence from SHARE. *Eur J Health Econ.* 2017;18(7):805–30.
- Forberger S, Bammann K, Bauer J, Boll S, Bolte G, Brand T, et al. How to Tackle Key Challenges in the Promotion of Physical Activity among Older Adults (65+): The AEQUIPA Network Approach. *Int J Environ Res Public Health.* 2017;14(4):379.
- Bammann K, Drell C, Lübs LL, Stalling I. Cluster-randomised trial on participatory community-based outdoor physical activity promotion programs in adults aged 65–75 years in Germany: protocol of the OUTDOOR ACTIVE intervention trial. *BMC Public Health.* 2018;18(1):1197.
- Rikli RE, Jones CJ. Senior fitness test manual. 2nd ed. Human Kinetics: Leeds; 2013. p. 186.
- Troiano RP, McClain JJ, Brychta RJ, Chen KY. Evolution of accelerometer methods for physical activity research. *Br J Sports Med.* 2014;48(13):1019–23.
- Skender S, Ose J, Chang-Claude J, Paskow M, Brühmann B, Siegel EM, et al. Accelerometry and physical activity questionnaires - a systematic review. *BMC Public Health.* 2016;16:515.
- Kowalski K, Rhodes R, Naylor P-J, Tuokko H, MacDonald S. Direct and indirect measurement of physical activity in older adults: a systematic review of the literature. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2012;9:148.
- Zhao LP, Kolonel LN. Efficiency loss from categorizing quantitative exposures into qualitative exposures in case-control studies. *Am J Epidemiol.* 1992;136(4):464–74.
- Choi L, Liu Z, Matthews CE, Buchowski MS. Validation of accelerometer wear and nonwear time classification algorithm. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(2):357–64.
- Cawley J. An economic framework for understanding physical activity and eating behaviors. *Am J Prev Med.* 2004;27(3 Suppl):117–25.
- Saelens BE, Sallis JF, Black JB, Chen D. Neighborhood-based differences in physical activity: an environment scale evaluation. *Am J Public Health.* 2003;93(9):1552–8.
- Jenkinson C, Wright L, Coulter A. Criterion validity and reliability of the SF-36 in a population sample. *Qual Life Res.* 1994;3(1):7–12.
- Tarlov AR, Ware JE Jr, Greenfield S, Nelson EC, Perrin E, Zubkoff M. The medical outcomes study: an application of methods for monitoring the results of medical care. *JAMA.* 1989;262(7):925–30.
- World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic, Report of a WHO consultation. Geneva: World Health Organization; 2000. Report No: 0512–3054 (Print).
- Helmert U, Bammann K, Voges W, Müller R. Müssen Arme früher sterben?: Soziale Ungleichheit und Gesundheit in Deutschland. Juventa Verlag GmbH: Weinheim; 2000. p. 320.
- Sperlich S, Beller J, Epping J, Tetzlaff J, Geyer S. Trends in self-rated health among the elderly population in Germany from 1995 to 2015 - the

- influence of temporal change in leisure time physical activity. *BMC Public Health*. 2020;20(1):113.
44. Abu-Omar K, Rütten A, Robine JM. Self-rated health and physical activity in the European Union. *Soz Präventivmed*. 2004;49(4):235–42.
  45. Riebe D, Blissmer BJ, Greaney ML, Garber CE, Lees FD, Clark PG. The relationship between obesity, physical activity, and physical function in older adults. *J Aging Health*. 2009;21(8):1159–78.
  46. Yorston LC, Kolt GS, Rosenkranz RR. Physical activity and physical function in older adults: the 45 and up study. *J Am Geriatr Soc*. 2012;60(4):719–25.
  47. Edholm P, Nilsson A, Kadi F. Physical function in older adults: impacts of past and present physical activity behaviors. *Scand J Med Sci Sports*. 2019; 29(3):415–21.
  48. Fairclough S, Noonan R, Rowlands A, van Hees V, Knowles Z, Boddy L. Wear compliance and activity in children wearing wrist and hip-mounted accelerometers. *Med Sci Sports Exerc*. 2015;48:245–53.
  49. Jiménez-Jiménez FJ, Calleja M, Alonso-Navarro H, Rubio L, Navacerrada F, Pilo-de-la-Fuente B, et al. Influence of age and gender in motor performance in healthy subjects. *J Neurol Sci*. 2011;302(1–2):72–80.
  50. Spinney JE, Millward H. Active living among older Canadians: a time-use perspective over 3 decades. *J Aging Phys Act*. 2014;22(1):103–13.
  51. Krantz-Kent R, Stewart J. How do older Americans spend their time? *Monthly Labor Review*. 2007;130(5):8–26.
  52. Kaleta D, Makowiec-Dabrowska T, Dziańkowska-Zaborszczyk E, Jegier A. Physical activity and self-perceived health status. *Int J Occup Med Environ Health*. 2006;19(1):61–9.
  53. Holstila A, Mänty M, Rahkonen O, Lahelma E, Lahti J. Changes in leisure-time physical activity and physical and mental health functioning: a follow-up study. *Scand J Med Sci Sports*. 2017;27(12):1785–92.
  54. Flood SM, Moen P. Healthy time use in the encore years: do work, resources, relations, and gender matter? *J Health Soc Behav*. 2015;56(1):74–97.
  55. Sprod JA, Olds TS, Burton NW, Brown WJ, van Uffelen JG, Ferrar KE, et al. Patterns and correlates of time use and energy expenditure in older Australian workers: a descriptive study. *Maturitas*. 2016;90:64–71.
  56. Pratt M, Macera CA, Sallis JF, O'Donnell M, Frank LD. Economic interventions to promote physical activity: application of the SLOTH model. *Am J Prev Med*. 2004;27(3 Suppl):136–45.

## Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

**Ready to submit your research? Choose BMC and benefit from:**

- fast, convenient online submission
- thorough peer review by experienced researchers in your field
- rapid publication on acceptance
- support for research data, including large and complex data types
- gold Open Access which fosters wider collaboration and increased citations
- maximum visibility for your research: over 100M website views per year

**At BMC, research is always in progress.**

Learn more [biomedcentral.com/submissions](https://biomedcentral.com/submissions)



RESEARCH

Open Access



# Associations between socioeconomic status and physical activity among older adults: cross-sectional results from the OUTDOOR ACTIVE study

Imke Stalling<sup>\*</sup> , Birte Marie Albrecht, Linda Foettinger, Carina Recke and Karin Bammann

## Abstract

**Background:** Regular physical activity (PA) is an important strategy for healthy ageing. Socioeconomic status was found to be a key determinant of PA, however, evidence on associations between socioeconomic status and PA among older adults is limited. The aim of this study was to contribute to research on the associations of socioeconomic status and PA among older adults by including self-reported and objectively measured PA data. Furthermore, we examined the self-reported PA data more closely by looking at the activities separately.

**Methods:** Cross-sectional data of 1507 participants (52.5% female) of the OUTDOOR ACTIVE study between 65 and 75 years, residing in Bremen, Germany, were included in the analyses. Self-reported PA was assessed via questionnaire and comprised all organised and non-organised activities. For analyses, mean hours per week of total and moderate to vigorous PA, and mean metabolic equivalents per week were used. Objectively measured PA was assessed using accelerometers over seven consecutive days. Socioeconomic status was included as an additive social class index containing education, income, and occupation. To test for associations between PA and socioeconomic status, linear regressions were carried out.

**Results:** Self-reported PA showed significant negative associations with socioeconomic status for both men and women. Objectively measured PA was positively associated with socioeconomic status, which was significant in men but not in women. When examining physical activities separately, time spent on housework, gardening, biking, and walking decreased with increasing socioeconomic status. Women in the second SES quintile and men in the third quintile reported the most, and women in the first quintile and men in the fifth quintile the least hours per week spent on exercise.

**Conclusions:** The results of this study contributed to the existing research gap on the associations of socioeconomic status and PA among older adults. Moreover, we provided information on both self-reported and objectively measured PA, and showed the discrepancies in the two methods' results. These findings can help to develop PA promotion interventions targeting specific socioeconomic status groups and to develop accurate, valid, and reliable self-reported and objective measurements of PA for older adults.

**Keywords:** Physical activity, Socioeconomic status, Social class, Older adults, Elderly, Accelerometer

\*Correspondence: [stalling@uni-bremen.de](mailto:stalling@uni-bremen.de)

Institute for Public Health and Nursing Research (IPP), University of Bremen,  
Grazer Straße 2a, 28359 Bremen, Germany



© The Author(s) 2022. **Open Access** This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated in a credit line to the data.

## Background

The progressing demographic change and the associated increasing proportion of older adults present the society with new challenges regarding healthy ageing [1]. One important strategy is regular physical activity (PA) [2], which improves quality of life, and lowers the risk of numerous non-communicable diseases, disabilities and mortality [3, 4]. Adults are recommended to engage in moderate PA of at least 150 min per week, according to the World Health Organization (WHO) [4]. However, the prevalence of people reaching this amount of PA decreases with age [5], with 18.0% of the 60- to 69-year-olds and only 13.6% of the 70- to 79-year-olds in Germany [6].

Several determinants of PA among older adults have been identified in past research, such as age, gender, self-reported health, and environmental factors [7, 8]. While this line of research also suggests socioeconomic status (SES) as a key factor of PA (9–11), the evidence on associations between SES and PA among older adults is limited [9, 10]. Knowledge on the possible associations between SES and PA is, however, important, since participation and compliance in health promotion interventions are highly influenced by socioeconomic factors [11, 12]. The existing evidence shows contradictory findings, such as a systematic review by Koeneman et al. [13] found out. While several studies suggest that higher SES is associated with lower levels of physical inactivity as well as higher levels of leisure-time PA (LTPA), and overall PA among older adults [9, 10, 14], others found opposite results [13, 15]. Several non-significant associations and negative associations between PA and education, income, and employment status were found in a systematic review [13]. Similar results were reported by Moschny et al. [15], who found no associations between education and time spent on sporting activities for women and men, and negative associations for older men regarding time spent on domestic activities. One possible explanation for these contradictory findings is the inconsistent assessment of PA and that most studies use self-administered questionnaires for measuring PA [8–10, 13–15]. Additionally, a unified approach to measure SES is missing [16], which leads to research often including single socioeconomic factors instead of SES [10, 17–19].

Addressing this research gap, the aim of this study is to contribute to research on the associations of SES and PA among older adults, using an additive social class index comprising income, education, and occupation. We examine the self-reported PA data more closely by looking at the activities separately. Furthermore, we strengthen the evidence on PA by also using objectively measured accelerometer data to investigate if any differences exist.

## Methods

### Study design and sample

This cross-sectional analysis stems from the OUTDOOR ACTIVE study, which is a subproject of AEQUIPA (Physical activity and health equity: primary prevention for healthy ageing), a prevention network in north-western Germany [20]. The main research goals of OUTDOOR ACTIVE focus on assessing PA in older adults and investigating barriers and drivers for being physically active. Furthermore, a community-based outdoor PA promotion program is being developed using participatory methods and is subsequently implemented [21]. The study consists of two parts: a pilot study (February 2015 to January 2018) and a cluster-randomized controlled trial (c-RCT; February 2018 to March 2022). In both parts, a baseline and follow-up survey were carried out. They comprised a short physical examination, followed by a fitness test [22], as well as seven-day accelerometry to objectively measure PA. Furthermore, participants were given a self-administered paper-pencil questionnaire including intrapersonal, interpersonal, and environmental determinants of PA [21, 23].

Eligible for participation were all inhabitants of defined subdistricts of Bremen (pilot study: Arbergen, Hastedt, Hemelingen, Mahndorf, Sebaldsbrueck; c-RCT: Blumenthal, Burg-Grambke, Gete, Lehe, Lehesterdeich, Neustadt, Ohlenhof, Ostertor), who were between 65 and 75 years old, and not institutionalised. Address data were provided by the registry office in Bremen. All potential participants were initially contacted by post and later by phone. In total, 11,079 individuals were eligible for study participation. Of these, 1113 people were excluded (acute health problems  $n=461$ ; language barriers  $n=77$ ; moving out of the study region  $n=450$ ; deceased  $n=125$ ). A further 3425 individuals were never reached and 4247 refused participation. One hundred fifty-one persons of the subdistrict Lehesterdeich were never contacted, since the survey period for that region ended and the sample size had already been exceeded at that point. Effectively, 2143 participated in at least one part of either the pilot study or the c-RCT, of which the 1507 participants, who partook in the accelerometer measurement, were included in the present study.

All participants provided written informed consent and both study parts were approved by the ethics committee of the University of Bremen.

### Measures

#### Accelerometer-assessed physical activity

PA was measured objectively using the ActiGraph GT3x-BT<sub>w</sub> (ActiGraph LLC, Pensacola, FL, USA) accelerometers. These devices measure accelerations and decelerations of the body in three axes [24]. Sampling

frequency was set to 30 Hz, count data were downloaded with ActiLife (Version 6.13.3 ActiGraph LLC, Pensacola, FL, USA), and prepared for statistical analyses. Participants were asked to wear them on their non-dominant wrist for 7 days consecutively, ideally for 24 h straight. Counts, which are provided by the ActiLife software, are unitless calibrated and band-pass filtered accelerometer data [25]. Vector magnitudes were calculated from the count data of the three axes and integrated to 1 minute [26]. Non-wear time was defined as 90 consecutive minutes with zero counts [27]. One day runs from 0:00 h to 24:00 h and from the maximum of 1440 min per day, average daily counts per minute (CPM, calculated from the vector magnitudes) were included in the analyses. Average daily CPM reflect the total amount of PA. The use of this measure is validated against the doubly labelled water method [28].

### **Self-reported physical activity**

Self-reported PA was assessed using the baseline self-administered questionnaire. Participants reported all currently performed organised (e.g., sports club, sports group, or gym) as well as non-organised activities, including household chores or gardening, and stated the hours per week for the individual activities (free-text).

PA levels for each activity were categorized using the metabolic equivalents (METs) according to the Compendium of physical activity by Ainsworth et al. [29], with moderate to vigorous PA (MVPA) being  $\geq 3$  METs.

### **Sociodemographic information**

Information on age, sex, and marital status, were assessed using the self-administered questionnaire. Self-reported health status was assessed using a question from the SF-36 [30].

Each participant was assigned a SES by calculating an additive social class index based on Helmert et al. [31], and Winkler and Stolzenberg [32] including education, income, and occupation. For education, self-reported data on school qualification and professional degree were assessed using adapted questions from the German health interview and examination survey for adults (DEGS) [33]. Based on the answers school years and training years were calculated and summed up to educational years as educational status. Net household income was also assessed using an adapted question from DEGS [33], with categories ranging from “less than 500€” to “more than 4000€”. For occupation, the participants were asked for their occupational history by stating each occupation they have ever carried out and the years. For the SES additive index, the occupation that was carried out the longest was classified by the Standard International Occupational Prestige Scale based on

Helmert et al. [31]. To calculate the additive index, the variables were scaled to percent, with possible values from 0 to 100%. Missing values were imputed in SPSS 22 (IBM Corp. Armonk, NY) by aggregating five iterations of multiple imputation (method of chained equations imputation using linear regressions [34]) into their mean values. The three components education, income, and occupation were summed up (using equal weights) to the SES index and divided by three. The SES index was categorized into quintiles [23], with the first quintile representing the lowest SES category and the fifth quintile the highest SES category. The number of missing values can be found in Additional file 1.

### **Statistical analyses**

Descriptive analyses contain absolute and relative frequencies for marital status, SES, occupational status, and self-reported health status. Means and standard deviations were calculated for age, self-reported PA (hours per week of total PA, hours per week spent in MVPA, METs per week), total objective PA (CPM), as well as self-reported time spent on physical activities. The activities were categorized into housework, gardening, biking, walking, and exercise to reflect the most important daily domains of PA.

To test for associations between PA and SES, linear regressions were carried out with self-reported PA variables and objectively measured PA as dependent variables. SES was included as a continuous variable. Analyses were adjusted for age and self-reported health and unstandardized coefficient B is being reported. Kruskal-Wallis-Tests were carried out to test for significant differences between the SES quintiles; *p*-values are being reported. All analyses were done separately for women and men, and analyses regarding PA were additionally stratified by SES.

All statistical analyses were conducted with SPSS 22.0 (IBM Corp. Armonk, NY).

### **Results**

The characteristics of the study population ( $n=1507$ ) are displayed in Table 1. 52.5% of the participants were female and the majority was married, with 56.3% of women and 80.1% of men. The majority (60.7%) of women and men pertained to the second, third, or fourth SES quintile. 21.0% of women and 12.8% of men belong to the first SES quintile, whereas 18.3% of women and 26.5% of men have a higher SES. 13.7% of women and 18.2% of men have a paid occupation. Most participants (women: 83.3%; men: 87.2%) reported their health status as at least good. The mean age of the study population was  $69.5 \pm 2.8$  years.

**Table 1** Characteristics of the study population

	Women (n = 791) Mean (SD)	Men (n = 716) Mean (SD)
Age (years)	69.6 (2.9)	69.5 (2.8)
	n (%)	n (%)
Marital status		
Married	427 (56.3)	546 (80.1)
Divorced	142 (18.7)	69 (10.1)
Widowed	124 (16.3)	26 (3.6)
Unwed/single	66 (8.7)	41 (6.0)
Self-reported health status		
Less good or bad	127 (16.7)	88 (12.8)
Good	443 (58.3)	392 (57.1)
Very good or excellent	190 (25.0)	207 (30.1)
Occupational status		
Paid occupation	108 (13.7)	130 (18.2)
No occupation	683 (86.3)	586 (81.8)
Socioeconomic status		
1st SES quintile (lowest)	161 (21.0)	88 (12.8)
2nd SES quintile	173 (22.6)	107 (15.5)
3rd SES quintile	150 (19.6)	145 (21.0)
4th SES quintile	142 (18.5)	167 (24.2)
5th SES quintile (highest)	140 (18.3)	183 (26.5)

SD Standard deviation

Table 2 shows the mean self-reported and objectively assessed PA indicators stratified by sex and SES. Regardless of sex, the self-reported mean hours per week of total PA and MVPA, as well as the mean METs per week decrease with increasing SES. In the lowest quintile, women stated the highest amount of PA ( $13.27 \pm 14.49$  h/week) and MVPA ( $6.61 \pm 7.36$  h/week), whereas women in the fifth SES quintile reported the lowest ( $4.76 \pm 6.73$  h/week of PA and  $3.14 \pm 4.26$  h/week of MVPA). This can also be observed for METs/week, as women with a lower SES reported activities with the highest amount of METs ( $49.63 \pm 53.81$  METs/week) and women with a higher SES the lowest amount ( $20.88 \pm 28.12$  METs/week). Similar results are seen among the men, with the most hours per week of PA and MVPA in the lowest quintile ( $13.73 \pm 15.82$  h/week and  $9.23 \pm 11.55$  h/week, respectively), and the lowest time in the highest quintile ( $5.44 \pm 7.23$  h/week of PA;  $4.39 \pm 5.52$  h/week of MVPA). With regards to the PA levels of the self-reported activities, men in the first SES quintile stated the highest amount of METs per week ( $56.71 \pm 66.29$ ) and in the fifth quintile the lowest ( $25.56 \pm 32.31$  METs/week). This observed pattern is not applying to objectively measured PA. The highest mean CPM among women, however, were seen among the third quintile ( $1885.91 \pm 636.76$

CPM) and the lowest among women in first quintile ( $1801.83 \pm 472.15$  CPM). Men in the second SES quintile showed the lowest CPM ( $1449.01 \pm 433.45$  CPM) and in the fifth quintile the highest ( $1624.98 \pm 435.61$  CPM).

Linear regressions showed significant negative associations between SES and all self-reported PA indicators for women and men. Significant positive associations were seen between objectively measured PA and SES for men (B: 2.73, 95% CL: 0.31, 5.14), but not for women (B: -0.72, 95% CL: - 3.56, 2.12).

Kruskal-Wallis-Tests showed significant differences between SES quintiles for all variables, except for objectively-measured PA in women.

Table 3 presents the time per week spent on physical activities for women and men, stratified by SES, to take a closer look at the composition of the self-reported PA variables. The results indicate that, regardless of sex, the time spent on housework, gardening, biking, and walking decreases with increasing SES. Solely exercise did not show a consistent pattern, with women in the second SES quintile and men in the third quintile reporting the most hours per week (women:  $3.57 \pm 4.16$  h/week, men:  $3.75 \pm 4.60$  h/week). The lowest amount of time for exercise was reported by women in the first SES quintile ( $2.69 \pm 4.50$  h/week) and men in the fifth SES quintile ( $3.04 \pm 3.86$  h/week).

Kruskal-Wallis-Tests showed significant differences between the SES quintiles, for women and men, for all physical activities ( $p < 0.01$ ) except exercise ( $p: 0.57$  for women;  $p: 0.26$  for men).

### Discussion

In the present study, associations between SES and PA among older adults were investigated, using self-reported and objective PA measurements. Moreover, we examined the time spent on self-reported physical activities separately. Results showed decreasing mean hours per week of self-reported total PA and MVPA as well as mean METs per week with increasing SES, and significant differences between SES quintiles, regardless of sex. Objectively measured PA showed a different pattern with women in the first SES quintile having the lowest and in the third quintile the highest CPM. Men in the second SES quintile showed the lowest and in the fifth SES quintile the highest CPM. Linear regressions showed significant positive associations between objectively measured PA and SES for men, but not for women. Self-reported hours per week spent on housework, gardening as well as biking and walking for transport decreased with increasing SES, in both women and men, and were significantly different between SES quintiles. Self-reported time on exercise, however, did not show a consistent pattern.

**Table 2** Physical activity indicators by socioeconomic status stratified by sex; descriptive statistics and linear regression

	1st SES quintile (n = 164) Mean (SD)	2nd SES quin- tile (n = 176)	3rd SES quin- tile (n = 150)	4th SES quin- tile (n = 142)	5th SES quin- tile (n = 141)	Linear regressionB for SES per- cent(95% CL) adj. For age	adj. For age and health status	Kruskal-Wallis- Test p-value
<b>Women</b>								
<b>Questionnaire</b>								
PA,hrs/week	13.27 (14.49)	12.17 (13.83)	9.82 (12.19)	7.99 (12.23)	4.76 (6.73)	<b>-0.22(-0.29, -0.15)</b>	<b>-0.22(-0.29, -0.17)</b>	<b>&lt; 0.01</b>
MVPA, hrs/week	6.61 (7.36)	6.14 (7.33)	5.55 (6.53)	4.87 (7.24)	3.14 (4.26)	<b>-0.09(-0.12, -0.05)</b>	<b>-0.09(-0.13, -0.05)</b>	<b>&lt; 0.01</b>
METs/week	49.63 (53.81)	47.22 (53.26)	39.21 (46.91)	31.92 (47.05)	20.88 (28.12)	<b>-0.76(-1.02, -0.50)</b>	<b>-0.76(-1.04, -0.49)</b>	<b>&lt; 0.01</b>
<b>Accelerometer</b>								
Total PA (CPM)	1801.83 (472.15)	1845.52 (459.66)	1885.91 (636.76)	1814.07 (458.57)	1823.30 (457.93)	0.39(-2.38, 3.17)	-0.72(-3.56, 2.12)	0.89
	1st SES quintile(n = 88) Mean (SD)	2nd SES quin- tile (n = 107)	3rd SES quin- tile (n = 145)	4th SES quin- tile (n = 167)	5th SES quin- tile (n = 183)	Linear regressionB for SES per- cent(95% CL) adj. For age	adj. For age and health status	Kruskal-Wallis- Test p-value
<b>Men</b>								
<b>Questionnaire</b>								
PA,hrs/week	13.73 (15.82)	11.90 (12.46)	10.46 (10.75)	7.25 (9.54)	5.44 (7.23)	<b>-0.23(-0.29, -0.17)</b>	<b>-0.23(-0.29, -0.17)</b>	<b>&lt; 0.01</b>
MVPA, hrs/week	9.23 (11.55)	8.42 (8.33)	7.90 (7.95)	5.50 (7.32)	4.39 (5.52)	<b>-0.15(-0.19, -0.10)</b>	<b>-0.15(-0.19, -0.10)</b>	<b>&lt; 0.01</b>
METs/week	56.71 (66.29)	49.23 (49.66)	46.36 (47.89)	31.77 (40.99)	25.56 (32.31)	<b>-0.88(-1.14, -0.62)</b>	<b>-0.90(-1.16, -0.63)</b>	<b>&lt; 0.01</b>
<b>Accelerometer</b>								
Total PA (CPM)	1497.38 (423.85)	1449.01 (433.45)	1537.84 (412.83)	1459.62 (397.57)	1624.98 (435.61)	<b>3.54(1.16, 5.92)</b>	<b>2.73(0.31, 5.14)</b>	<b>&lt; 0.01</b>

SD Standard deviation, PA Physical activity, MVPA Moderate to vigorous physical activity, Metabolic equivalents, CPM Counts per minute, CL Confidence limits  
Statistically significant results ( $p < .05$ ) in bold,.

Our results indicate that self-reported time in PA and MVPA as well as mean METs are significantly negatively associated with SES. Existing research regarding this association is contradictory. Most studies investigating the associations of PA and SES among older adults could either find no significant associations between socio-economic factors and self-reported PA [13, 15], or they reported positive associations between education and household income with moderate and high PA, respectively [17, 35]. An Iranian study by Kazemi Karyani et al. [36] found similar results to ours, with the mean METs of self-reported activities decreasing with increasing SES. Multiple studies [37–39] reported higher levels of total PA and of walking for transport in participants with low SES, mainly through high occupational PA. Our results also showed participants in lower SES quintiles spending more time on walking and biking for transport than those in higher SES quintiles. In contrast to our study, the aforementioned studies did not solely focus on older adults, leading to higher rates of participants having an occupation. In our sample only 13.7% of women and

18.2% of men stated to have a paid occupation and a sensitivity analysis showed no differences in results (data not shown). Therefore, occupational PA is not an explanation as to why participants with lower SES showed higher levels of self-reported PA, MVPA, and METs as well as more time in active transport. A possible reason for a higher time in active transport among lower SES participants could be that lower SES groups are less likely to be able to afford a car and are more dependent on active transport modes.

In our study, participants with a lower SES spent more time doing housework and gardening than those with a higher SES. This is in line with previous research. Domestic activities are less frequently performed by older adults with a higher education [15] or higher occupational status [40]. A reason could be that a higher education often leads to higher income, resulting in being more likely to pay for help doing household chores or gardening. Regardless of SES, women tend to spend more time doing housework and men spend more time on gardening, as our previous research has shown [23].



**Table 3** Time spent on self-reported physical activities by socioeconomic status stratified by sex

	Women					Men					Kruskal-Wallis-Test	p-value
	1st SES quintile (n = 161)	2nd SES quintile (n = 173)	3rd SES quintile (n = 150)	4th SES quintile (n = 142)	5th SES quintile (n = 140)	1st SES quintile (n = 88)	2nd SES quintile (n = 107)	3rd SES quintile (n = 145)	4th SES quintile (n = 167)	5th SES quintile (n = 183)		
	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)		
Housework, hrs/week	5.45 (7.82)	4.83 (8.61)	3.62 (6.38)	2.19 (5.31)	0.94 (2.89)	2.97 (4.31)	2.53 (4.18)	1.92 (3.67)	1.16 (2.56)	0.84 (2.33)	<0.01	<0.01
Gardening, hrs/week	1.80 (3.71)	1.15 (2.81)	1.07 (2.76)	0.99 (3.15)	0.27 (1.17)	3.47 (7.30)	2.35 (3.93)	1.98 (3.75)	0.93 (2.88)	0.50 (1.71)	<0.01	<0.01
Biking, hrs/week	1.64 (3.08)	1.44 (3.11)	1.20 (2.56)	0.75 (2.50)	0.34 (1.34)	2.25 (3.85)	1.96 (3.43)	1.65 (2.76)	1.08 (2.45)	0.73 (2.30)	<0.01	<0.01
Walking, hrs/week	1.69 (2.71)	1.19 (2.47)	1.04 (2.10)	0.50 (1.52)	0.21 (0.81)	1.92 (3.65)	1.55 (3.73)	1.17 (2.06)	0.74 (2.06)	0.34 (1.15)	<0.01	<0.01
Exercise, hrs/week	2.69 (4.50)	3.57 (4.16)	2.89 (3.56)	3.56 (5.56)	3.00 (3.05)	3.13 (5.19)	3.51 (5.29)	3.75 (4.60)	3.34 (4.82)	3.04 (3.86)	0.57	0.26

SD standard deviation

Statistically significant results ( $p < .05$ ) in bold

Time spent on exercise did not show a consistent pattern regarding SES. This is in contrast to previous studies, which reported higher aerobic PA in participants with middle and high SES [14]. Higher SES groups are also more involved in moderate exercise compared to lower SES groups, which were more associated with habitual PA [41]. These findings could be explained with research showing participants with lower SES to report generally more barriers for being physically active than those with higher SES [42, 43]. Since our results do not replicate these findings, further research is needed to investigate the underlying reasons.

Objectively measured PA was positively associated with SES, which was significant in men, but not in women. A recent German study found similar results, with education being positively associated with moderate PA in older women and men, and with overall PA in men [17]. Gubelmann et al. [35], however, found contradictory results that less educated participants were more likely to be regularly active and highly educated participants concentrated their PA on weekends. Since they also included middle-aged adults and discovered a positive association between employment and high PA levels, occupational PA could be a reason for these differing results. Furthermore, they showed that higher income was associated with higher overall PA. Contrasting to our results, one study found lower SES groups spending more time in accelerometer assessed MVPA than higher SES groups [44]. The authors explained this mainly with high levels of active transport in their sample. The differing results could stem from differences in PA measurement and data analyses. In our study, accelerometers were worn on the non-dominant wrist, since it seems to have a higher compliance [45, 46] and can measure upper body movements better [5]. Gubelmann et al. [35] and Ramirez et al. [44] also used wrist-placements for their studies. Kleinke et al. [17], however, placed the accelerometer on the hip.

Notably, our results showed discrepancies between self-reported and objectively measured PA. One possible explanation could be misreporting of PA in questionnaires. Research showed underreporting of MVPA among men and educated participants [47]. Dyrstad et al. [48] found sex differences in reporting MVPA with men stating higher values than women, and differences in education with lower educated participants reporting more time spent on daily PA. Misreporting could be a result of social desirability [48, 49], inadequate questionnaires [50, 51], recall bias, or decreasing cognitive function in older adults [52]. Generally, objective PA measurements, such as accelerometers, are more valid than self-reported PA [53]. Since both methods assess different aspects of PA and it is not entirely clear yet to which degree they differ in measuring PA [54], objective and self-reported PA should be seen as

complementary information rather than using them interchangeably [55]. These results indicating that participants with a lower SES tend to misreport PA, are an important finding for health research and the development of PA promotion interventions regarding their focal point.

The study has some limitations that need to be addressed. Due to the cross-sectional design, conclusions regarding causation cannot be made. Longitudinal analyses need to be conducted to examine the precise associations of SES and PA among older adults. Furthermore, the questionnaire used in the OUTDOOR ACTIVE study was not a validated PA questionnaire, but rather based on existing questionnaires. This could lead to inaccurate assessments of PA. However, to date there is no unified approach on how PA among older adults should be measured, regardless of self-reported or objective measurements. These methodical differences complicate the comparisons between studies.

One strength of this study is the use of a SES index instead of using single socioeconomic dimensions. Research has shown that using only individual aspects of SES resulted in less consistent evidence regarding associations with PA compared to using an SES index [10]. Moreover, we included both self-reported and accelerometer assessed data on PA for older adults and investigated self-reported activities separately, which is scarce in existing studies, and helps to strengthen the evidence on this topic.

## Conclusion

The study found SES differences in self-reported weekly total PA and MVPA as well as mean METs per week, with participants in lower SES groups being more active. Objectively measured PA showed a different pattern with positive associations between objectively measured PA and SES, which was significant for men, but not for women. Self-reported hours per week spent on housework, gardening as well as biking and walking for transport decreased with increasing SES, in both women and men. Self-reported time on exercise, however, did not show a consistent pattern. The evidence for several determinants of PA among older adults is still insufficient. However, only few studies used objective PA measurements to assess the associations between PA and SES among older adults, which is why our results are an important contribution to strengthen the evidence on this topic. Unified approaches on measuring PA and SES of older adults, and longitudinal research are needed to understand the specific associations between the two complex constructs. This would, on the one hand, help to develop PA promotion interventions targeting specific SES groups, and on the other hand, help to develop accurate, valid, and reliable self-reported and objective measurements of PA for older adults.

## Abbreviations

CPM: Counts per minute; METs: Metabolic equivalents; MVPA: Moderate to vigorous physical activity; PA: Physical activity; SES: Socioeconomic status.

## Supplementary Information

The online version contains supplementary material available at <https://doi.org/10.1186/s12877-022-03075-7>.

**Additional file 1.** Missing data of used variables. We have listed the number of missing data for each variable used in this study.

## Acknowledgements

The authors would like to thank all participants of the OUTDOOR ACTIVE study.

## Authors' contributions

IS performed statistical analyses and drafted the manuscript. KB contributed to the conception and design of the study as well as statistical analyses. KB critically revised and reviewed the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

## Funding

Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL. The OUTDOOR ACTIVE study is funded by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF; grant numbers 01EL1422B and 01EL1822B). The funder had no role in the design of the study, data collection, or analysis, interpretation of data and in writing the manuscript. Open Access funding enabled and organized by the DEAL agreement.

## Availability of data and materials

The datasets used and/or analysed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

## Declarations

### Ethics approval and consent to participate

The OUTDOOR ACTIVE study was approved by the ethics committee of the University of Bremen. We confirm that all methods were performed in accordance with relevant guidelines and regulations under ethical approval. All participants provided written informed consent.

### Consent for publication

Not applicable.

### Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Received: 10 September 2021 Accepted: 11 April 2022

Published online: 06 May 2022

## References

- World Health Organization. World report on ageing and health. Geneva: World Health Organization; 2015.
- Peel NM, McClure RJ, Bartlett HP. Behavioral determinants of healthy aging. *Am J Prev Med*. 2005;28:298–304. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2004.12.002>.
- Lear SA, Hu W, Rangarajan S, Gasevic D, Leong D, Iqbal R, et al. The effect of physical activity on mortality and cardiovascular disease in 130 000 people from 17 high-income, middle-income, and low-income countries: the PURE study. *Lancet*. 2017;390:2643–54. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(17\)31634-3](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(17)31634-3).
- World Health Organization. WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. Geneva: World Health Organization; 2020.
- Sun F, Norman IJ, While AE. Physical activity in older people: a systematic review. *BMC Public Health*. 2013;13:449. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-449>.
- Krug S, Jordan S, Mensink G, Müters S, Finger J, Lampert T. Physical activity: results of the German health interview and examination survey for adults (DEGS1). *Bundesgesundheitsbl*. 2013;56:765–71.
- Bauman AE, Reis RS, Sallis JF, Wells JC, Loos RJF, Martin BW. Correlates of physical activity: why are some people physically active and others not? *Lancet*. 2012;380:258–71. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60735-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60735-1).
- Trost SG, Owen N, Bauman AE, Sallis JF, Brown W. Correlates of adults' participation in physical activity: review and update. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34:1996–2001.
- Stalsberg R, Pedersen AV. Are differences in physical activity across socioeconomic groups associated with choice of physical activity variables to report? *Int J Environ Res Public Health*. 2018. <https://doi.org/10.3390/ijerph15050922>.
- O'Donoghue G, Kennedy A, Puggina A, Aleksovskaja K, Buck C, Burns C, et al. Socio-economic determinants of physical activity across the life course: a "DEterminants of Diet and physical ACTivity" (DEDIPAC) umbrella literature review. *PLoS One*. 2018;13:e0190737. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190737>.
- Chinn DJ, White M, Howel D, Harland JOE, Drinkwater CK. Factors associated with non-participation in a physical activity promotion trial. *Public Health*. 2006;120:309–19. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2005.11.003>.
- Lakerveld J, Ijzelenberg W, van Tulder MW, Hellemans IM, Rauwerda JA, van Rossum AC, et al. Motives for (not) participating in a lifestyle intervention trial. *BMC Med Res Methodol*. 2008;8:17. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-8-17>.
- Koeneman MA, Verheijden MW, Chinapaw MJM, Hopman-Rock M. Determinants of physical activity and exercise in healthy older adults: a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2011;8:142. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-8-142>.
- Manz K, Mensink GBM, Jordan S, Schienkiewitz A, Krug S, Finger JD. Predictors of physical activity among older adults in Germany: a nationwide cohort study. *BMJ Open*. 2018;8:e021940. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-021940>.
- Moschny A, Platen P, Klaassen-Mielke R, Trampisch U, Hinrichs T. Physical activity patterns in older men and women in Germany: a cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2011;11:559. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-11-559>.
- Braveman PA, Cubbin C, Egerter S, Chideya S, Marchi KS, Metzler M, et al. Socioeconomic status in health research: one size does not fit all. *JAMA*. 2005;294:2879–88. <https://doi.org/10.1001/jama.294.22.2879>.
- Kleinke F, Penndorf P, Ulbricht S, Dörr M, Hoffmann W, van den Berg N. Levels of and determinants for physical activity and physical inactivity in a group of healthy elderly people in Germany: baseline results of the MOVING-study. *PLoS One*. 2020;15:e0237495. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237495>.
- Azagba S, Sharaf MF. Physical inactivity among older Canadian adults. *J Phys Act Health*. 2014;11:99–108. <https://doi.org/10.1123/jpah.2011-0305>.
- Lee Y-S, Levy SS. Gender and income associations in physical activity and blood pressure among older adults. *J Phys Act Health*. 2011;8:1–9. <https://doi.org/10.1123/jpah.8.1.1>.
- Forberger S, Bammann K, Bauer J, Boll S, Bolte G, Brand T, et al. How to tackle key challenges in the promotion of physical activity among older adults (65+): the AEQUIPA network approach. *Int J Environ Res Public Health*. 2017. <https://doi.org/10.3390/ijerph14040379>.
- Bammann K, Drell C, Lübs LL, Stalling I. Cluster-randomised trial on participatory community-based outdoor physical activity promotion programs in adults aged 65–75 years in Germany: protocol of the OUTDOOR ACTIVE intervention trial. *BMC Public Health*. 2018;18:1197. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-6124-z>.
- Stalling I, Albrecht BM, Doerwald F, Bammann K. Time allocation to active domains, physical activity, and health indicators in older adults: cross-sectional results from the OUTDOOR ACTIVE study. *BMC Public Health*. 2020;20:1580. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09708-z>.
- Stalling I, Albrecht BM, Doerwald F, Bammann K. Time allocation to active domains, physical activity, and health indicators in older adults: cross-sectional results from the OUTDOOR ACTIVE study. *BMC Public Health*. 2020;20:1580. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09708-z>.

24. Ndahimana D, Kim E-K. Measurement methods for physical activity and energy expenditure: a review. *Clin Nutr Res*. 2017;6:68–80. <https://doi.org/10.7762/cnr.2017.6.2.68>.
25. ActiGraph. What are counts? 2018. <https://actigraphcorp.my.site.com/support/s/article/What-are-counts>. Accessed 15 Dec 2021.
26. ActiGraph. What is VM (Vector Magnitude)? 2020. <https://actigraphcorp.my.site.com/support/s/article/What-is-VM-Vector-Magnitude>. Accessed 15 Dec 2021.
27. Choi L, Liu Z, Matthews CE, Buchowski MS. Validation of accelerometer wear and nonwear time classification algorithm. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43:357–64. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181ed61a3>.
28. Ekelund U, Sjöström M, Yngve A, Poortvliet E, Nilsson A, Froberg K, et al. Physical activity assessed by activity monitor and doubly labeled water in children. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33:275–81. <https://doi.org/10.1097/00005768-200102000-00017>.
29. Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett DR, Tudor-Locke C, et al. 2011 compendium of physical activities: a second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43:1575–81. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31821e1e12>.
30. Ware JE, Sherbourne CD. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care*. 1992;30:473–83.
31. Helmer U, Bammann K, Voges W, Müller R. Must the poor die earlier?: social inequality and health in Germany. Weinheim: Juventa Verlag GmbH; 2000.
32. Winkler JSH. Social Status Scaling in the German National Health Interview and Examination Survey. *Gesundheitswesen*. 1999;61(Special issue2):178–83.
33. Robert Koch-Institut. Health questionnaire 65+. German health interview and examination survey for adults; 2009.
34. Azur MJ, Stuart EA, Frangakis C, Leaf PJ. Multiple imputation by chained equations: what is it and how does it work? *Int J Methods Psychiatr Res*. 2011;20:40–9. <https://doi.org/10.1002/mpr.329>.
35. Gubelmann C, Vollenweider P, Marques-Vidal P. Of weekend warriors and couch potatoes: socio-economic determinants of physical activity in Swiss middle-aged adults. *Prev Med*. 2017;105:350–5. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2017.10.016>.
36. Kazemi Karyani A, Karmi Matin B, Soltani S, Rezaei S, Soofi M, Salimi Y, et al. Socioeconomic gradient in physical activity: findings from the PERSIAN cohort study. *BMC Public Health*. 2019;19:1312. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-7715-z>.
37. Omorou AY, Coste J, Escalon H, Vuillemin A. Patterns of physical activity and sedentary behaviour in the general population in France: cluster analysis with personal and socioeconomic correlates. *J Public Health (Oxf)*. 2016;38:483–92. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdv080>.
38. Vu THL, Bui TTQ, Nguyen TKN, van Hoang M. Adverse influence of multilevel socioeconomic status on physical activity: results from a national survey in Vietnam. *BMC Public Health*. 2020;20:561. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-08695-5>.
39. Rachele JN, Kavanagh AM, Badland H, Giles-Corti B, Washington S, Turrell G. Associations between individual socioeconomic position, neighbourhood disadvantage and transport mode: baseline results from the HABI-TAT multilevel study. *J Epidemiol Community Health*. 2015;69:1217–23. <https://doi.org/10.1136/jech-2015-205620>.
40. Lawlor DA, Taylor M, Bedford C, Ebrahim S. Is housework good for health? Levels of physical activity and factors associated with activity in elderly women. Results from the British Women's heart and health study. *J Epidemiol Community Health*. 2002;56:473–8. <https://doi.org/10.1136/jech.56.6.473>.
41. Meyer K, Rezny L, Breuer C, Lamprecht M, Stamm HP. Physical activity of adults aged 50 years and older in Switzerland. *Soz Präventivmed*. 2005;50:218–29. <https://doi.org/10.1007/s00038-005-4093-3>.
42. Moreno-Llamas A, García-Mayor J, La Cruz-Sánchez E, de. Physical activity barriers according to social stratification in Europe. *Int J Public Health*. 2020;65:1477–84. <https://doi.org/10.1007/s00038-020-01488-y>.
43. Gray PM, Murphy MH, Gallagher AM, Simpson EE. Motives and barriers to physical activity among older adults of different socioeconomic status. *J Aging Phys Act*. 2016;24:419–29. <https://doi.org/10.1123/japa.2015-0045>.
44. Ramirez VV, Wehrmeister FC, Böhm AW, Galliano L, Ekelund U, Brage S, et al. Physical activity levels objectively measured among older adults: a population-based study in a southern city of Brazil. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2017;14:13. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0465-3>.
45. Troiano RP, McClain JJ, Brychta RJ, Chen KY. Evolution of accelerometer methods for physical activity research. *Br J Sports Med*. 2014;48:1019–23. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093546>.
46. Fairclough SJ, Noonan R, Rowlands AV, van Hees V, Knowles Z, Boddy LM. Wear compliance and activity in children wearing wrist- and hip-mounted accelerometers. *Med Sci Sports Exerc*. 2016;48:245–53. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000771>.
47. Buszkiewicz J, Rose C, Gupta S, Ko LK, Mou J, Moudon AV, et al. A cross-sectional analysis of physical activity and weight misreporting in diverse populations: the Seattle obesity study III. *Obes Sci Pract*. 2020;6:615–27. <https://doi.org/10.1002/osp4.449>.
48. Dyrstad SM, Hansen BH, Holme IM, Anderssen SA. Comparison of self-reported versus accelerometer-measured physical activity. *Med Sci Sports Exerc*. 2014;46:99–106. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182a0595f>.
49. Rzewnicki R, Vanden Auweele Y, de Bourdeaudhuij I. Addressing overreporting on the international physical activity questionnaire (IPAQ) telephone survey with a population sample. *Public Health Nutr*. 2003;6:299–305. <https://doi.org/10.1079/PHN2002427>.
50. Sabia S, van Hees VT, Shipley MJ, Trenell MI, Hagger-Johnson G, Elbaz A, et al. Association between questionnaire- and accelerometer-assessed physical activity: the role of sociodemographic factors. *Am J Epidemiol*. 2014;179:781–90. <https://doi.org/10.1093/aje/kwt330>.
51. Forsén L, Loland NW, Vuillemin A, Chinapaw MJM, van Poppel MNM, Mokkink LB, et al. Self-administered physical activity questionnaires for the elderly: a systematic review of measurement properties. *Sports Med*. 2010;40:601–23. <https://doi.org/10.2165/11531350-000000000-00000>.
52. Herbolsheimer F, Riepe MW, Peter R. Cognitive function and the agreement between self-reported and accelerometer-assessed physical activity. *BMC Geriatr*. 2018;18:56. <https://doi.org/10.1186/s12877-018-0747-x>.
53. Kowalski K, Rhodes R, Naylor P-J, Tuokko H, MacDonald S. Direct and indirect measurement of physical activity in older adults: a systematic review of the literature. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2012;9:148. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-9-148>.
54. Prince SA, Adamo KB, Hamel ME, Hardt J, Connor Gorber S, Tremblay M. A comparison of direct versus self-report measures for assessing physical activity in adults: a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2008;5:56. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-5-56>.
55. Colley RC, Butler G, Garriguet D, Prince SA, Roberts KC. Comparison of self-reported and accelerometer-measured physical activity in Canadian adults. *Health Rep*. 2018;29:3–15.

## Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Ready to submit your research? Choose BMC and benefit from:

- fast, convenient online submission
- thorough peer review by experienced researchers in your field
- rapid publication on acceptance
- support for research data, including large and complex data types
- gold Open Access which fosters wider collaboration and increased citations
- maximum visibility for your research: over 100M website views per year

At BMC, research is always in progress.

Learn more [biomedcentral.com/submissions](https://biomedcentral.com/submissions)



RESEARCH

Open Access



# Sex differences in physical functioning among older adults: cross-sectional results from the OUTDOOR ACTIVE study

Imke Stalling<sup>1\*</sup>, Martin Gruber<sup>1</sup> and Karin Bammann<sup>1</sup>

## Abstract

**Background** Maintaining good functional ability is a key component of healthy ageing and a basic requirement for carrying out activities of daily living, staying independent, and delaying admission to a nursing home. Even though women have a higher life expectancy and slower age-related muscle mass loss than men, they often show a higher prevalence of limitations in physical functioning. However, the reasons behind these sex differences are still unclear. Therefore, the aims of this study were to investigate sex differences among older adults regarding physical functioning and to study which factors are explaining these sex differences.

**Methods** Cross-sectional data from participants of the OUTDOOR ACTIVE study residing in Bremen, Germany, aged 65 to 75 years, were included in the analyses. Physical functioning was assessed via a self-administered questionnaire using the SF-36 10-item Physical Functioning Scale. Social, lifestyle, and health-related factors were also assessed using the questionnaire. Physical activity was measured objectively using wrist-worn accelerometers over seven consecutive days. Descriptive analyses with absolute and relative frequencies, means and standard deviations, as well as T-tests and chi-square tests were carried out. To test for associations between sex, physical functioning, and several individual factors, linear regressions were performed.

**Results** Data of 2 141 participants (52.1% female) were included in the study. Women and men showed statistically significant differences in physical functioning, with men perceiving fewer limitations than women. On average, women had a physical functioning score of  $81.4 \pm 19.3$  and men  $86.7 \pm 17.0$ . Linear regression showed a statistically significant negative association between physical functioning score and sex ( $\beta$ : -0.15, 95% CL: -0.19, -0.10). The association remained statistically significant when adding individual factors to the model. All factors together were only able to explain 51% of the physical functioning-sex association with health indicators and the presence of chronic diseases being the most influential factors.

**Conclusions** We found sex differences in physical functioning, with older women having more limitations than older men. The results showed that health-related factors and chronic diseases played the biggest roles in the different physical functioning scores of women and men. These findings contribute to future longitudinal, more in-depth research.

\*Correspondence:  
Imke Stalling  
stalling@uni-bremen.de

Full list of author information is available at the end of the article



© The Author(s) 2024. **Open Access** This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated in a credit line to the data.

**Trial registration** German Clinical Trials Register DRKS00015117 (Date of registration 17-07-2018).

**Keywords** Physical functional performance, Aged, Sex differences, Healthy ageing

## Background

Maintaining functional ability into higher age is a key component of healthy ageing and has profound consequences on the individual, societal, and economic levels [1, 2]. Good physical functioning is a basic requirement for carrying out activities of daily living (ADL), staying independent, and delaying admission to a nursing home [3]. These are important goals not only for older adults but also for the health system [4].

Physical functioning declines with age, which in most cases leads to frailty and disability [5]. Furthermore, low physical functioning is associated with decreased quality of life [6], an increased risk of hospitalisation [7, 8] and mortality [9, 10]. It is believed, that the decrease of muscle mass, which usually starts during midlife, plays an important role in diminishing physical functioning [11]. The extent to which other factors influence the decline of physical functioning has not been fully investigated, but previous cross-sectional studies have found associations between physical functioning and social support [12], socioeconomic status [13], nutrition [14], and body mass index (BMI) [15]. Longitudinal research has also found physical functioning to be affected by BMI [16], as well as social isolation [17] and physical activity [18].

Even though women have a higher life expectancy, lower risks of several non-communicable diseases, and slower age-related muscle mass loss than men [19–21], they often show a higher prevalence of limitations in physical functioning. Hansen et al. [22] for example, found in their sample of 60 to 70-year-old Danes, that 16.8% of men and 20.4% of women displayed limitations in at least two out of three activities. Furthermore, women experience a faster decline in physical functioning and live longer with disabilities [23, 24]. Sex differences regarding limitations in physical functioning are already present among younger adults and broaden with increasing age [25]. Sialino et al. found in their Dutch study an average difference in the physical functioning score (possible 0 to 100 points) of 6 points at the age of 45 and 12 points at age 80, with women scoring lower points than men [25]. However, the reasons behind women having a higher prevalence of limitations in physical functioning are still unclear [11]. First studies have found work and family characteristics [24] as explanations for sex differences in physical functioning among working Japanese adults. Since health behaviours, biological factors, and reporting behaviour (i.e., willingness to report symptoms, recollection of minor health problems) are associated with sex differences in overall health [26–28],

they are being discussed as potential explanations for sex differences in physical functioning [11, 25, 29].

Understanding the influences of physical functioning in women and men can help designing health-related interventions to maintain physical ability. Since women tend to get older and live alone for a longer period, it is important to investigate the reasons behind the physical functioning differences. Therefore, the study aims to (a) investigate sex differences among older adults regarding physical functioning and (b) to study whether social, lifestyle, and health-related factors are predicting these sex differences.

## Methods

### Study design and sample

This cross-sectional study is based on the OUTDOOR ACTIVE project, which was part of the prevention research network AEQUIPA in north-western Germany [30]. The project aimed to assess physical activity (PA) among older adults between 65 and 75 years and identify drivers and barriers of PA. Additionally, a community-based physical activity program for older adults was developed using participatory methods. The OUTDOOR ACTIVE study was divided into a pilot study (02/2015 to 01/2018) and a registered cluster-randomized controlled trial (c-RCT) (02/2018–12/2022) [31].

### Participants and recruitment

Eligibility criteria included living in pre-defined sub-districts of Bremen (pilot study: Arbergen, Hastedt, Hemelingen, Mahndorf, Sebaldsbrueck; c-RCT: Blumenthal, Burg-Grambke, Gete, Lehe, Lehesterdeich, Neustadt, Ohlenhof, Ostertor), being between 65 and 75 years old, and not being institutionalised. Exclusion criteria were moving out of the study region, language barriers, acute health problems (i.e., every illness or injury that prevented participation), and death. Address data were obtained from the Registration Office Bremen, which is authorized for scientific research. Initially, all potential participants ( $n=10\ 928$ ) were sent an invitation letter and later contacted by phone. Of these, 3 425 individuals were never reached, 4 247 refused participation, and 1 115 were excluded.

The ethics committee of the University of Bremen approved both study parts and all participants provided written informed consent.

### Measures

Both the pilot study and the c-RCT consisted of a baseline survey and a follow-up survey, which comprised a

self-administered paper-pencil questionnaire, a short physical examination followed by a fitness test, and seven-day accelerometry to objectively measure PA [31, 32]. All assessments were carried out by trained members of the study team, usually a research assistant and a student assistant. To ensure the assessments were done as standardized as possible and therefore minimizing the risks of potential biases, a survey manual was developed and handed to each member of the study team in addition to the training. Additionally, regular quality checks during the survey were carried out.

### Social factors

Information on age, sex, marital status, and having a partner were assessed using a self-administered questionnaire. For socioeconomic status (SES), an additive social class index was calculated, consisting of education, income, and occupation (for more details see [32]), with a possible maximum of 100 points. Social support was assessed using the Oslo Social Support Scale [33] and calculating a score (3–14 points), with higher results indicating better social support. Using a modified question from the German Health Interview and Examination Survey [34] participants were asked if they lived alone and, if not, to state their household size (“How many people live in your household?”, response categories: “I live alone”, “We are \_ people in the household”).

### Physical functioning

Physical functioning was assessed via a self-administered paper-pencil questionnaire using the 10-item Physical Functioning Scale (items 3a-3j) from the MOS 36-Item Short Form Health Survey (Version 1.0) (SF-36) [35]. Participants were asked if they had any limitations regarding ten different activities. Possible answers were *limited a lot*, *limited a little*, and *not limited at all*. A score was calculated with a possible range of 0 to 100 points. Higher scores indicate better physical functioning.

### Health-related factors

Self-rated health status and bodily pains in the past four weeks were assessed using questions from the SF-36 (items 1 and 7) [35]. A modified question from the German Health Interview and Examination Survey [34] on chronic diseases was used (“Do you have one or more long-term, chronic diseases?”). A list of chronic diseases was provided, where participants checked the ones they had. Using a self-developed question, participants were asked if they take medications daily (“Do you take medications daily?”) with the response categories “No” and “Yes, namely” followed by an open text field. Shortness of breath during light PA was assessed using a self-developed question (“Are you short of breath during light exertion, e.g. during short walks, light gardening or after

*climbing a few steps?”), with the response categories “Yes” and “No”.*

During the short physical examination body weight and height were measured using a Kern MPC 250K100M personal floor scale (Kern & Sohn GmbH, Balingen, Germany) and a Seca 217 mobile stadiometer (Seca GmbH & Co. KG, Hamburg, Germany), respectively. Subsequently, body mass index (BMI) was calculated by dividing body weight (in kg) by the squared height (in m). The classification of underweight (<18.5 kg/m<sup>2</sup>), normal weight (18.5 kg/m<sup>2</sup>-24.9 kg/m<sup>2</sup>), overweight (25 kg/m<sup>2</sup>-29.9 kg/m<sup>2</sup>), and obesity (≥30 kg/m<sup>2</sup>) by the World Health Organization was used [36].

The consumption of alcohol was assessed using a self-developed question on food frequency (“How often do you eat or drink the following foods?”) with six response categories (“never”, “once a month or less”, “two to three times a month”, “once a week”, “several times a week”, “(almost) daily”). In the questionnaire, more food items were included, but for this analysis, only alcohol as a potential health-compromising behaviour was included. For the analyses, response categories of “never” to “several times a week” were scored as 0 and “(almost) daily” as 1.

### Physical activity

Physical activity was measured objectively and via self-report. For objective measurement, the ActiGraph GT3x-BT<sub>w</sub> (ActiGraph LLC, Pensacola, FL, USA) accelerometers were used. Acceleration and deceleration of the body are measured in three axes [37]. Sampling frequency was set to 30 Hz, data were downloaded and processed using ActiLife (Version 6.13.3 ActiGraph LLC, Pensacola, FL, USA). Participants were asked to wear the devices for seven consecutive days on their non-dominant wrist, if possible, for 24 h. Vector magnitude counts were calculated from the data of the three axes and non-wear time was defined as 90 consecutive minutes with zero counts [38]. Average daily counts per minute (CPM) reflect the total amount of PA and were included in the analyses. Active transport was assessed using a question based on the Neighbourhood Environment and Walkability Scale (NEWS) [39] using 12 common destinations. Participants stated their usual mode of transportation and the minutes spent on one trip (for further details see [40]). Transport via bike or on foot was combined for active transport for the present study.

### Statistical analyses

The statistical analyses only comprise data from the baseline survey. Descriptive analyses with absolute and relative frequencies were carried out for sex, marital status, having a partner, SES, self-rated health, BMI, items of the physical functioning score, and the categories of physical

functioning. Means and standard deviations were calculated for age and physical functioning score. T-tests and chi-square tests were carried out to test for statistically significant differences between women and men regarding the physical functioning score and physical functioning items.

To test whether the association between sex and physical functioning can be explained by other individual factors, we standardized the data using the SAS procedure PROC STDIZE (SAS Institute, Cary (NC), USA), where  $z_i$  is the standardized value of  $x_i$  given  $(x_i - \bar{x})/s$  with  $\bar{x}$  being the variables' mean and  $s$  the standard deviation. Then, the following approach was pursued: Firstly, we grouped the individual factors into the following groups: vertical social factors, horizontal social factors, lifestyle factors, health indicators and (presence of) chronic diseases. Secondly, we performed ordinary least squares (OLS) regressions (complete case analyses) with physical functioning as dependent and the individual factors and age as independent variables to check whether the variable has an association with physical functioning. Thirdly, for each group of individual factors with at

least one statistically significant association with physical functioning, we performed an OLS regression (complete cases) with physical functioning as dependent and the statistically significant individual factors of that group and sex and age as independent variables to check if and to what extent the association between sex and physical functioning can be explained by including these individual factors. For the latter, we (a) performed an OLS regression with physical functioning as dependent and sex as independent variable and saved the residuals, and (b) performed OLS regressions (complete cases) with the calculated residuals as dependent and the individual factors of each group and age as the independent variables. For this last step, we reported the explained variance of the residuals  $R^2$ . For all other OLS regressions we reported the standardized beta  $\beta$  with 95%-confidence limits. The number of missing data for each individual factor is being displayed in Additional file 1. A sensitivity analysis excluding participants with missing data was conducted. To check violations of regression model assumptions, studentized residuals were calculated for each of the models. Except for the standardization of variables, all statistical analyses were conducted with SPSS 22.0 (IBM Corp. Armonk (NY), USA). The threshold for statistical significance was set at  $p < 0.05$ .

**Table 1** Characteristics of the study population

	All survey participants (n = 2 141)	
	Women (n = 1 115)	Men (n = 1 026)
	Mean (SD)	
Age (years)	69.8 (3.0)	69.8 (3.0)
	n (%)	
Marital status		
Married	590 (55.3)	766 (78.0)
Divorced	192 (18.0)	101 (10.3)
Widowed	190 (17.8)	47 (4.8)
Single/unwed	94 (8.8)	68 (6.9)
Having a partner <sup>§</sup>	663 (63.7)	840 (87.7)
Socioeconomic status (SES)		
1st quintile (lowest)	256 (23.7)	160 (16.1)
2nd quintile	249 (23.1)	164 (16.5)
3rd quintile	206 (19.1)	206 (20.8)
4th quintile	190 (17.6)	226 (22.8)
5th quintile (highest)	178 (16.5)	235 (23.7)
Self-rated health		
Less good or bad	196 (18.4)	159 (16.2)
Good	620 (58.2)	546 (55.6)
Very good or excellent	250 (23.5)	277 (28.2)
Body mass index (BMI) <sup>§</sup>		
Underweight	9 (1.0)	0 (0.0)
Normal weight	372 (41.6)	214 (27.0)
Overweight	329 (36.8)	402 (50.7)
Obesity	184 (20.6)	177 (22.3)

SD: Standard deviation

<sup>§</sup> Every participant, who has stated that they have a partner is in this category, regardless of marital status.

<sup>§</sup> Classification of BMI: underweight:  $< 18.5 \text{ kg/m}^2$ , normal weight:  $18.5 \text{ kg/m}^2$ – $24.9 \text{ kg/m}^2$ , overweight:  $25 \text{ kg/m}^2$ – $29.9 \text{ kg/m}^2$ , obesity:  $\geq 30 \text{ kg/m}^2$

## Results

The characteristics of the 2 141 participants of both the pilot study and the c-RCT are displayed in Table 1. 52.1% of the participants were female and the mean age was  $69.8 \pm 3.0$  years. The majority was married and had a partner. Women were mostly in the lower SES quintiles, while most of the men pertained to the higher SES quintiles. Both women and men mostly rated their health as good. Most participants were either overweight or obese.

Detailed information on physical functioning is shown in Table 2. Women and men showed statistically significant differences in nine out of ten physical functioning items, with men perceiving fewer limitations than women. Only the item *bathing or dressing oneself* showed no significant differences. The majority of the participants had no limitations when walking one hundred metres, bathing or dressing oneself, climbing one flight of stairs, and walking several hundred metres. *Vigorous activities* was the item where most participants showed limitations. Most limitations were reported regarding carrying out vigorous activities. The distribution of physical functioning categories showed statistically significant sex differences, with men having higher scores than women.

Figure 1 shows the cumulative percent of participants reaching the different physical functioning scores. For example, 90.3% of women and 94.3% of men scored at least 50 points in physical functioning, while 35.3% of



**Table 2** Differences in physical functioning between women and men

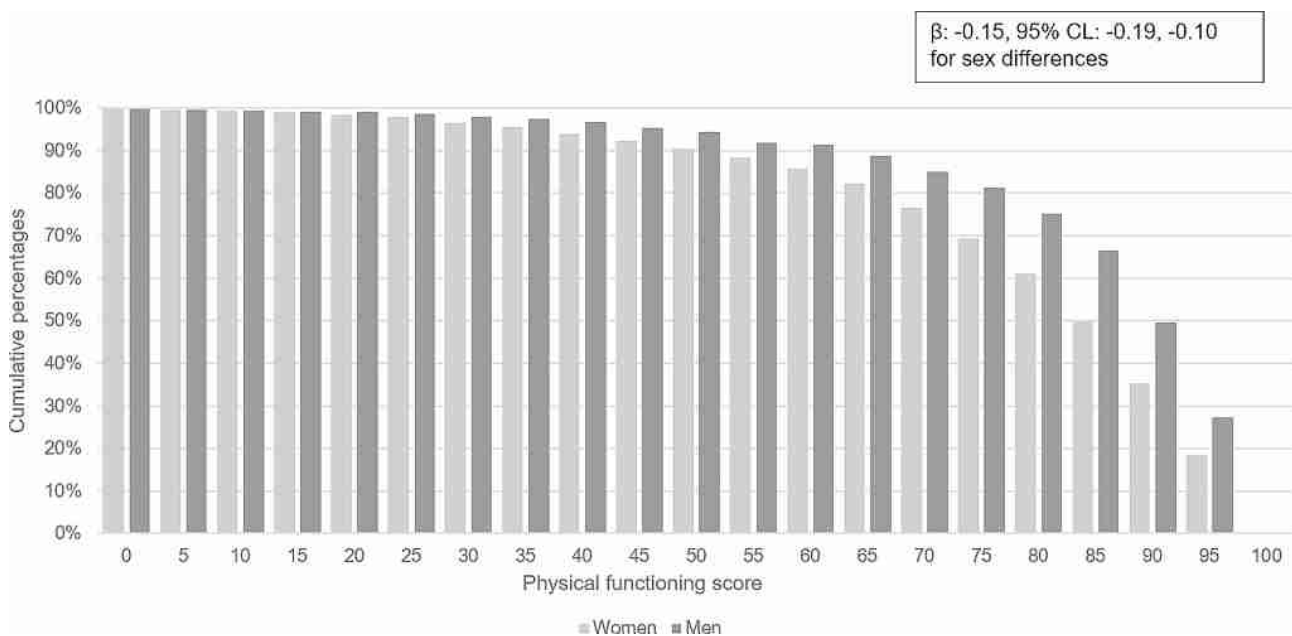
	Women (n = 1 115)	Men (n = 1 026)	Test of significance
Physical functioning score <sup>§</sup>	81.4 (19.3)	Mean (SD) 86.7 (17.0)	t 6.4***
		n (%)	χ <sup>2</sup>
No limitations regarding...			
...vigorous activities	231 (22.1)	299 (31.1)	23.0***
...moderate activities	698 (66.3)	768 (80.1)	48.3***
...lifting or carrying groceries	639 (60.7)	820 (85.1)	150.6***
...climbing several flights of stairs	621 (59.2)	697 (72.8)	42.7***
...climbing one flight of stairs	910 (87.9)	874 (91.5)	7.1*
...bending, kneeling, or stooping	537 (50.9)	554 (57.5)	15.2**
...walking more than one kilometre	771 (73.6)	776 (80.3)	13.3**
...walking several hundred metres	888 (84.6)	867 (90.1)	14.5**
...walking one hundred metres	948 (90.2)	900 (94.1)	10.7**
...bathing or dressing self	958 (91.2)	882 (92.0)	0.5

<sup>§</sup>Scores range from 0=highest physical impairment to 100=no physical impairment

\* p-value < 0.05

\*\* p-value < 0.01

\*\*\* p-value < 0.001



**Fig. 1** Sex differences in physical functioning score, cumulative percentages

women and 49.6% of men scored at least 90 points. Linear regression showed a statistically significant negative association between physical functioning score and sex ( $\beta$ : -0.15, 95% CL: -0.19, -0.10).

Table 3 shows the results of the analyses which individual factors were able to predict the sex-physical functioning association. Linear regression results showed that a higher physical functioning score was statistically significantly positively associated with having a higher SES, having a partner, higher total amount of PA, higher amount of active transport per week, and drinking alcohol daily. Statistically significant negative associations

with physical functioning were seen for poor social support, living alone, all health indicators, and all chronic diseases. The association between sex and physical functioning remained statistically significant when adding SES, horizontal social factors (i.e., poor social support, having a partner, living alone), lifestyle factors, health indicators, and chronic diseases. All factors together were only able to predict 51% of the physical functioning-sex association, with health indicators ( $R^2$ : 0.46) and the presence of chronic diseases ( $R^2$ : 0.22) being the most influential factors.

**Table 3** Explanatory factors for the sex-physical functioning association, linear regression, age-adjusted,  $n=2\ 141$ 

	Women $n=1\ 115$	Men $n=1\ 026$	Individual factors <sup>§</sup> on physical functioning $\beta$ (95% CL)	Sex on physical functioning $\beta$ (95% CL)	$R^2$ for sex – physical functioning residuals
<i>Vertical social factors</i>					
Socioeconomic status (Mean, (SD))	58.1 (12.9)	62.1 (13.5)	0.23 (0.19, 0.28)***	-0.11 (-0.16, -0.07)***	0.06
<i>Horizontal social factors</i>					
Poor social support	8.8%	11.6%	-0.13 (-0.18, -0.08)***	-0.14 (-0.19, -0.09)***	0.04
Having a partner	63.7%	87.7%	0.08 (0.04, 0.13)***		
Living alone	39.7%	18.1%	-0.07 (-0.11, -0.02)**		
<i>Lifestyle factors</i>					
Physical activity (Average VM CPM (SD))	1830.8 (501.2)	1516.0 (424.7)	0.12 (0.07, 0.16)***	-0.22 (-0.25, -0.15)***	0.06
Active transport (Average min/week (SD))	75.8 (56.7)	66.6 (57.3)	0.05 (0.00, 0.09)*		
Daily alcohol consumption	7.0%	17.3%	0.10 (0.05, 0.14)***		
<i>Health indicators</i>					
Poor self-rated health	18.4%	16.2%	-0.59 (-0.64, -0.57)***	-0.12 (-0.14, -0.07)***	0.46
Overweight or obesity	57.4%	73.0%	-0.17 (-0.20, -0.11)***		
Bodily pain (last 4 weeks)	73.3%	67.6%	-0.32 (-0.36, -0.28)***		
Shortness of breath	21.2%	14.7%	-0.50 (-0.55, -0.47)***		
<i>Chronic diseases</i>					
Arthrosis, arthritis	42.6%	21.7%	-0.31 (-0.35, -0.26)***	-0.10 (-0.14, -0.06)***	0.22
Incontinence	15.1%	11.8%	-0.16 (-0.20, -0.11)***		
Depression	5.1%	3.1%	-0.14 (-0.18, -0.10)***		
Diabetes mellitus	6.8%	11.3%	-0.14 (-0.18, -0.09)***		
Heart diseases	7.3%	18.4%	-0.17 (-0.22, -0.13)***		
Osteoporosis	10.7%	2.0%	-0.16 (-0.21, -0.12)***		
Rheumatism	6.1%	3.3%	-0.23 (-0.28, -0.19)***		
Hearing impairment	9.8%	14.1%	-0.08 (-0.13, -0.04)***		
All variables	-	-	-	-0.10 (-0.14, -0.05)***	0.51

COPD: Chronic obstructive pulmonary disease

VM CPM: Vector Magnitude counts per minute

 $\beta$ : Standardized Beta

CL: Confidence level

<sup>§</sup> Only variables that were significantly associated with physical functioning and sex were included. The following variables were not included: number of children, frequency of seeing family, member in a sports club, daily medication intake, allergies, COPD, cancer, Parkinson's disease\*  $p$ -value < 0.05\*\*  $p$ -value < 0.01\*\*\*  $p$ -value < 0.001

## Discussion

This study investigated sex differences among older adults regarding physical functioning and whether social, lifestyle, and health-related factors predicted these. Results showed sex differences regarding physical functioning, with men perceiving fewer limitations than women. The statistically significant negative associations between physical functioning and sex remained after adding vertical social factors, horizontal social factors, lifestyle factors, health indicators, and chronic diseases, both individually and all together in a model. The physical functioning-sex association depended mostly on

health indicators ( $R^2$ : 0.46), followed by chronic diseases ( $R^2$ : 0.22).

Our results regarding sex differences in physical functioning are in line with previous research, which found women to perceive more limitations and therefore a lower physical functioning score than men [24, 25, 41, 42]. Sialino et al. found a difference in physical functioning scores of 6.55 points on average [25] and von Bonsdorff et al. [43] found a mean difference of 6.67 points, with women having lower scores. While our results showed a slightly smaller difference of 5.3 points, the findings strengthen the evidence of sex differences

regarding physical functioning, especially for German older adults.

We found SES to be statistically significantly positively associated with physical functioning and negatively with sex. However, SES predicted only little of the association between sex and physical functioning ( $R^2$ : 0.06). Previous research found contrasting results. While Hansen et al. [44] found a statistically significant negative association between social class and physical functioning, they found no differences regarding this association between men and women. Their study sample, however, consisted of middle-aged adults between 50 and 60 years and they measured physical functioning objectively with a physical performance test. Park et al. [27], on the other hand, found SES to have an impact on the sex differences in physical functioning among older adults, although they defined physical functioning as having limitations in ADL (i.e., basic needs such as eating, getting dressed, hygiene [45]) and instrumental ADL (IADL, i.e., shopping, doing housework, financial tasks [46]). Pajak et al. [47] also found SES to be statistically significantly positively associated with physical functioning in their study of the 45 to 65-year-old Polish population. They also used the Physical Functioning Scale from SF-36 and showed that the social gradient regarding physical functioning was larger in women than in men.

Our results indicated that health indicators have one of the highest influences on sex differences in physical functioning. Though the sex difference remained statistically significant, health indicators decreased the association most. These findings are in line with previous research. Kuh et al. [41] found women to have poorer overall health, which leads to weakness and therefore worse physical functioning. Although that study only included participants aged 53 years and were therefore younger than our study sample, these findings can be applied to older women as well, since muscle mass and strength tend to start declining around midlife [11, 48]. Further, previous research showed bodily pain to be an important determinant of physical functioning. In the study by Sialino et al. [25], the intensity of bodily pain was reported as more severe among women and was associated with decreased physical functioning. They further found BMI to be negatively associated with physical functioning, however, a higher BMI was more prevalent among men. These findings could also be observed in our results, indicating that overweight and obesity should be considered when trying to improve physical functioning among older adults, especially men.

When looking at chronic diseases, the association between sex and physical functioning decreased but remained statistically significant. Sialino and colleagues [25] found chronic diseases to be one of the strongest determinants associated with physical functioning.

Additionally, previous studies have shown that physical functioning decreases with an increasing number of chronic diseases [49, 50]. Especially chronic diseases, that can lead to disabilities, predicted significantly more problems and functional limitations, such as Parkinson's disease, arthritis, past stroke, and kidney stones in the study by Koukouli et al. [12]. While some evidence suggests that men display higher prevalences of chronic diseases [51], previous research found that women more often suffer from disabling and non-lethal diseases, such as arthritis or depression, which can lead to limitations in physical functioning [52, 53].

In our study, lifestyle factors and horizontal social factors, such as poor social support, having a partner, and living alone, did not explain sex differences regarding physical functioning. Previous studies have shown higher physical activity to be related to better physical functioning among older adults [42, 54]. While in the study by Mosallanez and colleagues [42] women were less physically active and showed lower levels of physical functioning than men, our results differed with women being more physically active, but still showing lower physical functioning scores. A factor explaining these differences might be that we used objective measures of PA and the Swedish study used subjective measures. In our study, accelerometers were worn on the non-dominant wrist, which can detect more upper body movement than other placements, like the hip [55]. In a previous publication, we found that the women devoted more time than the men in our study sample to household activities, which include a lot of upper body movements [40]. This could lead to higher PA levels of women. Furthermore, when interpreting the subjective measures used in the Swedish study misreporting of PA in questionnaires has to be taken into account. Dyrstad et al. [56] found that men tend to report higher PA levels than women.

Câmara et al. [57] found associations between social interactions and better physical performance while living alone was associated with worse physical functioning in men but not in women. Previous research has shown that loneliness is a risk factor for frailty [58] and disability [59], which both result in lower physical functioning. Our results also indicated that living alone is associated with worse physical functioning.

Other possible explanations for sex differences in physical functioning have been discussed in the literature. One main topic is biological causes for different physical functioning among older adults. It is assumed that menopause can lead to loss of muscle mass, which in turn can lead to lower muscle strength compared to men [48]. Another possible explanation is a difference in response behaviour. There have been discussions that women tend to report more disability and limitations than men because they perceive their physical functioning to be

dysfunctional more frequently [60]. Additionally, it is assumed that men are more likely to neglect pain and disease, because of social conditioning [60]. However, previous studies have found women's physical functioning to also be more limited than men's when using objective measures, such as fitness tests [61, 62]. Furthermore, when discussing physical functioning of older adults, it is important to take into account, that physical functioning seems to be a dynamic process that can be improved even when limitations have been reported [63].

When comparing research on physical functioning, the different understandings of what this term includes and how it is being measured pose a problem. The most common measures are assessing limitations in ADL or IADL [27, 64–66], conducting various fitness tests [11, 54, 57, 61, 62], or, as we did in our study, using the SF-36 physical functioning scale [18, 24, 25, 67, 68]. While there is some overlap in the assessment of the different measures, they could come to varying conclusions.

This study has some strengths and limitations that need to be discussed. Firstly, the analyses were only implemented cross-sectionally; therefore, no statements regarding causation can be made. Furthermore, we do not have any information on the mentioned biological factors, such as menopause and the resulting loss of muscle mass, which could be the main factors for sex differences in physical functioning. Since most of the variables used were self-reported data, the results have to be interpreted with caution. Social desirability, over- and underreporting could potentially distort the results and should be taken into account. A selection bias is possible, since participants could choose in which parts of the study they wanted to partake in. Furthermore, the data used in this study stem from older adults residing in Bremen, Germany, which is why the results cannot be generalized for all older adults. However, the findings give an indication which factors play a role in sex differences regarding physical functioning. The strength of this study is that we included a wide range of different possible factors. In many studies that investigated physical functioning, sex differences were found, but they were not further explored. The studies that investigated sex differences mostly focused on one specific dimension, such as social factors, but only very few included a variety of possible factors.

## Conclusion

This study found sex differences regarding physical functioning among older adults, with women having more limitations than men. The results showed that health factors, such as poor self-rated health, overweight or obesity, pains, and shortness of breath as well as chronic diseases can predict sex differences regarding physical functioning of older adults. Longitudinal research and a

more distinct definition of physical functioning and its measures are needed to get a better understanding of sex differences in physical functioning.

## Abbreviations

ADL	Activities of daily living
BMI	Body mass index
c-RCT	Cluster-randomized controlled trial
CL	Confidence limits
COPD	Chronic obstructive pulmonary disease
IADL	Instrumental activities of daily living
PA	Physical activity
SES	Socioeconomic status

## Supplementary Information

The online version contains supplementary material available at <https://doi.org/10.1186/s12889-024-19218-x>.

Supplementary Material 1

## Acknowledgements

The authors would like to thank all participants of the OUTDOOR ACTIVE study.

## Author contributions

IS performed statistical analyses and drafted the manuscript. KB contributed to the conception and design of the study as well as statistical analyses. KB and MG critically revised and reviewed the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

## Funding

Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL. The OUTDOOR ACTIVE study is funded by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF; grant numbers 01EL1422B and 01EL1822B). The funder had no role in the design of the study, data collection, or analysis, interpretation of data and in writing the manuscript. Open Access funding enabled and organized by the DEAL agreement.

Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

## Data availability

The datasets used and/or analysed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

## Declarations

### Ethics approval and consent to participate

The OUTDOOR ACTIVE study (German Clinical Trials Register DRKS00015117) was approved by the ethics committee of the University of Bremen (protocol codes No: 2018-06 and 2015–0910). We confirm that all methods were performed in accordance with relevant guidelines and regulations under ethical approval. All participants provided written informed consent.

### Consent for publication

Not applicable.

### Competing interests

The authors declare no competing interests.

### Author details

<sup>1</sup>Institute of Public Health and Nursing Research (IPP), University of Bremen, Grazer Straße 2a, 28359 Bremen, Germany

Received: 11 March 2024 / Accepted: 20 June 2024

Published online: 02 July 2024

## References

- Guralnik JM, LaCroix AZ, Abbott RD, Berkman LF, Satterfield S, Evans DA, et al. Maintaining mobility in late life. I. demographic characteristics and chronic conditions. *Am J Epidemiol*. 1993;137(8):845–57.
- Ayis S, Gooberman-Hill R, Bowling A, Ebrahim S. Predicting catastrophic decline in mobility among older people. *Age Ageing*. 2006;35(4):382–7.
- Luppa M, Luck T, Weyerer S, König H-H, Brähler E, Riedel-Heller SG. Prediction of institutionalization in the elderly. A systematic review. *Age Ageing*. 2010;39(1):31–8.
- Rechel B, Grundy E, Robine J-M, Cylus J, Mackenbach JP, Knai C, et al. Ageing in the European union. *Lancet*. 2013;381(9874):1312–22.
- Rudnicka E, Napierała P, Podfigurna A, Męczekalski B, Smolarczyk R, Grymowicz M. The world health organization (WHO) approach to healthy ageing. *Maturitas*. 2020;139:6–11.
- Bjerk M, Brovold T, Skelton DA, Bergland A. Associations between health-related quality of life, physical function and fear of falling in older fallers receiving home care. *BMC Geriatr*. 2018;18(1):253.
- Fisher S, Ottenbacher KJ, Goodwin JS, Graham JE, Ostir GV. Short physical performance battery in hospitalized older adults. *Ageing Clin Exp Res*. 2009;21(6):445–52.
- Penninx BW, Ferrucci L, Leveille SG, Rantanen T, Pahor M, Guralnik JM. Lower extremity performance in nondisabled older persons as a predictor of subsequent hospitalization. *J Gerontol Biol Sci Med Sci*. 2000;55(11):M691–7.
- Minneci C, Mello AM, Mossello E, Baldasseroni S, Macchi L, Cipolletti S, et al. Comparative study of four physical performance measures as predictors of death, incident disability, and falls in unselected older persons: the insufficienza Cardiaca Negli Anziani Residenti a Dicomano Study. *J Am Geriatr Soc*. 2015;63(1):136–41.
- Veronese N, Stubbs B, Fontana L, Trevisan C, Bolzetta F, Rui M, et al. A comparison of objective physical performance tests and future mortality in the elderly people. *J Gerontol Biol Sci Med Sci*. 2017;72(3):362–8.
- Okabe T, Suzuki M, Goto H, Iso N, Cho K, Hirata K et al. Sex differences in age-related physical changes among Community-Dwelling adults. *J Clin Med* 2021; 10(20).
- Koukoulis S, Vlachonikolis IG, Philalithis A. Socio-demographic factors and self-reported functional status: the significance of social support. *BMC Health Serv Res*. 2002;2(1):20.
- Noppert GA, Brown CS, Chanti-Ketterl M, Hall KS, Newby LK, Cohen HJ, et al. The impact of multiple dimensions of socioeconomic status on physical functioning across the life course. *Gerontol Geriatr Med*. 2018;4:2333721418794021.
- Jyväkorpi SK, Urtamo A, Pitkälä KH, Strandberg TE, Nutrition. Daily walking and resilience are Associated with physical function in the oldest old men. *J Nutr Health Aging*. 2018;22(10):1176–82.
- Kostadinovic M, Nikolic D, Petronic I, Cirovic D, Grajic M, Santric Milicevic M. Sociodemographic predictors of physical functioning in the elderly: a national health survey. *Int J Environ Res Public Health* 2018; 16(1).
- Hu Y, Malyutina S, Pikhart H, Peasey A, Holmes MV, Hubacek J, et al. The relationship between body Mass Index and 10-Year trajectories of physical functioning in middle-aged and older russians: prospective results of the Russian HAPIEE study. *J Nutr Health Aging*. 2017;21(4):381–8.
- Imamura K, Kamide N, Ando M, Sato H, Sakamoto M, Shiba Y. Social isolation is associated with future decline of physical performance in community-dwelling older adults: a 1-year longitudinal study. *Ageing Clin Exp Res*. 2022;34(6):1391–8.
- Peeters G, Beard JR, Deeg DJH, Tooth LR, Brown WJ, Dobson AJ. Longitudinal associations between lifestyle, socio-economic position and physical functioning in women at different life stages. *Eur J Ageing*. 2019;16(2):167–79.
- Robert Koch-Institut. [Health in Germany. Federal Health Monitoring.] Gemeinsam getragen von RKI und Destatis. Berlin. 2015 [cited 2023 Sep 14]. Available from: [https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/GesInDtd/gesundheit\\_in\\_deutschland\\_2015.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/GesInDtd/gesundheit_in_deutschland_2015.pdf?__blob=publicationFile).
- Gallagher D, Visser M, de Meersman RE, Sepúlveda D, Baumgartner RN, Pierson RN, et al. Appendicular skeletal muscle mass: effects of age, gender, and ethnicity. *J Appl Physiol*. 1997;83(1):229–39.
- Mitchell WK, Williams J, Atherton P, Larvin M, Lund J, Narici M. Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. *Front Physiol*. 2012;3:260.
- Hansen J, Hansen H, Nilsson C, Ekholm O, Molsted S. Association between educational level and self-reported musculoskeletal pain and physical functioning in Danes 60–70 years old from 2010 to 2017: a longitudinal analysis of trends over time on data from the Danish health and morbidity survey. *BMJ Open*. 2023;13(11):e073523.
- Dugan SA, Gabriel KP, Lange-Maia BS, Karvonen-Gutierrez C. Physical activity and physical function: moving and aging. *Obstet Gynecol Clin North Am*. 2018;45(4):723–36.
- Sekine M, Chandola T, Martikainen P, Marmot M, Kagamimori S. Sex differences in physical and mental functioning of Japanese civil servants: Explanations from work and family characteristics. *Soc Sci Med*. 2010; 71(12):2091–9. Available from: URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0277953610006957>.
- Sialino LD, Picavet HSJ, Wijnhoven HAH, Luyen A, Verschuren WMM, Visser M, et al. Exploring the difference between men and women in physical functioning: how do sociodemographic, lifestyle- and health-related determinants contribute? *BMC Geriatr*. 2022;22(1):610.
- Verbrugge LM. Gender and health: an update on hypotheses and evidence. *J Health Soc Behav*. 1985;26(3):156.
- Park S-M, Jang S-N, Kim D-H. Gender differences as factors in successful ageing: a focus on socioeconomic status. *J Biosoc Sci*. 2010;42(1):99–111.
- Avis NE, Colvin A, Bromberger JT, Hess R, Matthews KA, Ory M, et al. Change in health-related quality of life over the menopausal transition in a multi-ethnic cohort of middle-aged women: study of women's Health across the Nation. *Menopause*. 2009;16(5):860–9.
- Louie GH, Ward MM. Sex disparities in self-reported physical functioning: true differences, reporting bias, or incomplete adjustment for confounding? *J Am Geriatr Soc*. 2010;58(6):1117–22.
- Forberger S, Bammann K, Bauer J, Boll S, Bolte G, Brand T et al. How to Tackle Key challenges in the Promotion of Physical Activity among older adults (65+): the AEQUIPA Network Approach. *Int J Environ Res Public Health* 2017; 14(4).
- Bammann K, Drell C, Lübs LL, Stalling I. Cluster-randomised trial on participatory community-based outdoor physical activity promotion programs in adults aged 65–75 years in Germany: protocol of the OUTDOOR ACTIVE intervention trial. *BMC Public Health*. 2018;18(1):1197.
- Stalling I, Albrecht BM, Foettinger L, Recke C, Bammann K. Associations between socioeconomic status and physical activity among older adults: cross-sectional results from the OUTDOOR ACTIVE study. *BMC Geriatr*. 2022;22(1):396.
- Dalgard OS, Dowrick C, Lehtinen V, Vazquez-Barquero JL, Casey P, Wilkinson G, et al. Negative life events, social support and gender difference in depression: a multinational community survey with data from the ODIN study. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol*. 2006;41(6):444–51.
- Robert Koch-Institut. [Health questionnaire 65+ years. German Health Interview and Examination Survey]; 2009. [cited 2022 Feb 23].
- Ware JE, Sherbourne CD. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. conceptual framework and item selection. *Med Care*. 1992;30(6):473–83.
- World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation; 2000.
- Ndahimana D, Kim E-K. Measurement methods for physical activity and energy expenditure: a review. *Clin Nutr Res*. 2017;6(2):68–80.
- Choi L, Liu Z, Matthews CE, Buchowski MS. Validation of accelerometer wear and nonwear time classification algorithm. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(2):357–64.
- Saelens BE, Sallis JF, Black JB, Chen D. Neighborhood-based differences in physical activity: an environment scale evaluation. *Am J Public Health*. 2003;93(9):1552–8.
- Stalling I, Albrecht BM, Doerwald F, Bammann K. Time allocation to active domains, physical activity, and health indicators in older adults: cross-sectional results from the OUTDOOR ACTIVE study. *BMC Public Health*. 2020;20(1):1580.
- Kuh D, Bassey EJ, Butterworth S, Hardy R, Wadsworth MEJ. Grip strength, postural control, and functional leg power in a representative cohort of British men and women: associations with physical activity, health status, and socioeconomic conditions. *J Gerontol Biol Sci Med Sci*. 2005;60(2):224–31.
- Mosallanezhad Z, Hörder H, Salavati M, Nilsson-Wikmar L, Frändin K. Physical activity and physical functioning in Swedish and Iranian 75-year-olds - a comparison. *Arch Gerontol Geriatr*. 2012;55(2):422–30.
- von Bonsdorff MB, Rantanen T, Sipilä S, Salonen MK, Kajantie E, Osmond C, et al. Birth size and childhood growth as determinants of physical functioning in older age: the Helsinki Birth Cohort Study. *Am J Epidemiol*. 2011;174(12):1336–44.

44. Hansen ÅM, Andersen LL, Skotte J, Christensen U, Mortensen OS, Molbo D, et al. Social class differences in physical functions in middle-aged men and women. *J Aging Health*. 2014;26(1):88–105.
45. Katz S, Ford AB, Moskowitz RW, Jackson BA, Jaffe MW. Studies of illness in the aged: the Index of ADL: a standardized measure of biological and psychosocial function. *JAMA*. 1963;185:914–9.
46. Lawton MP, Brody EM. Assessment of Older people: self-maintaining and instrumental activities of Daily Living. *Gerontologist*. 1969;9(3 Part 1):179–86.
47. Pająk A, Polak M, Kozela M, Doryńska A, Bobak M. Trajectories in physical functioning at older age in relation to childhood and adulthood SES and social mobility: a population-based cohort study. *Front Public Health*. 2023;11:1228920.
48. Dannekiold-Samsøe B, Bartels EM, Bülow PM, Lund H, Stockmarr A, Holm CC, et al. Isokinetic and isometric muscle strength in a healthy population with special reference to age and gender. *Acta Physiol*. 2009;197(Suppl 673):1–68.
49. Stenholm S, Westerlund H, Salo P, Hyde M, Pentti J, Head J, et al. Age-related trajectories of physical functioning in work and retirement: the role of sociodemographic factors, lifestyle and disease. *J Epidemiol Community Health*. 2014;68(6):503–9.
50. Bleijenberg N, Zuithoff NPA, Smith AK, de Wit NJ, Schuurmans MJ. Disability in the Individual ADL, IADL, and mobility among older adults: a prospective cohort study. *J Nutr Health Aging*. 2017;21(8):897–903.
51. Heidemann C, Scheidt-Nave C, Beyer A-K, Baumert J, Thamm R, Maier B et al. Gesundheitliche Lage von Erwachsenen in Deutschland – Ergebnisse zu ausgewählten Indikatoren der Studie GEDA 2019/2020-EHIS; 2021.
52. Avedano MMJ. Changes in Physical Health among older europeans. In: Boersch-Supan A, Alcser KH, editors. *Health, ageing and retirement in Europe: first results from the survey of health, ageing and retirement in Europe (2004–2007): starting the longitudinal dimension*. Mannheim: MEA; 2008. pp. 118–24.
53. Crimmins EM, Kim JK, Solé-Auró A. Gender differences in health: results from SHARE, ELSA and HRS. *Eur J Public Health*. 2011;21(1):81–91.
54. Veen J, Edholm P, Rodriguez-Zamora L, Folkesson M, Kadi F, Nilsson A. Adherence to the physical activity guideline beyond the recommended minimum weekly amount: impacts on indicators of physical function in older adults. *Front Public Health*. 2023;11:1197025.
55. Sun F, Norman IJ, While AE. Physical activity in older people: a systematic review. *BMC Public Health*. 2013;13:449.
56. Dyrstad SM, Hansen BH, Holme IM, Anderssen SA. Comparison of self-reported versus accelerometer-measured physical activity. *Med Sci Sports Exerc*. 2014;46(1):99–106.
57. Câmara SMA, Falvey JR, Orwig D, Gruber-Baldini AL, Auais M, Feng Z et al. Associations between living alone, social interactions, and physical performance differ by sex: results from the Baltimore Hip studies. *J Am Geriatr Soc* 2023.
58. Gale CR, Westbury L, Cooper C. Social isolation and loneliness as risk factors for the progression of frailty: the English Longitudinal Study of Ageing. *Age Ageing*. 2018;47(3):392–7.
59. Cabello M, Caballero FF, Chatterji S, Cieza A, Ayuso-Mateos JL. Risk factors for incidence and persistence of disability in chronic major depression and alcohol use disorders: longitudinal analyses of a population-based study. *Health Qual Life Outcomes*. 2014;12:186.
60. Mauvais-Jarvis F, Bairey Merz N, Barnes PJ, Brinton RD, Carrero J-J, DeMeo DL et al. Sex and gender: modifiers of health, disease, and medicine. *Lancet*. 2020; 396(10250):565–82. Available from: URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32828189/>.
61. Wiley E, Noguchi KS, Moncion K, Stratford PW, Tang A. Sex differences in functional capacity in older adults with stroke: an Analysis of Data from the National Health and Aging trends Study. *Phys Ther* 2022; 102(8).
62. Xu F, Cohen SA, Greaney ML, Earp JE, Delmonico MJ. Longitudinal sex-specific physical function trends by Age, Race/Ethnicity, and Weight Status. *J Am Geriatr Soc*. 2020;68(10):2270–8.
63. Ylitalo KR, Karvonen-Gutierrez CA, Fitzgerald N, Zheng H, Sternfeld B, El Khoudary SR et al. Relationship of race-ethnicity, body mass index, and economic strain with longitudinal self-report of physical functioning: the Study of Women's Health Across the Nation. *Ann Epidemiol*. 2013; 23(7):401–8. Available from: URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1047279713000987>.
64. Toyama M, Fuller HR, Owino J. Longitudinal Implications of Social Integration for age and gender differences in late-life physical functioning. *Int J Aging Hum Dev*. 2022;94(2):169–92.
65. Lai ETC, Ho HC, Ho SC, Woo J, Socioeconomic, Status. Physical functioning and mortality: results from a Cohort Study of older adults in Hong Kong. *J Am Med Dir Assoc*. 2022;23(5):858–e8645.
66. Yang L, Konttinen H, Martikainen P, Silventoinen K. Socioeconomic status and physical functioning: a longitudinal study of older Chinese people. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*. 2018;73(7):1315–29.
67. Ylitalo KR, Karvonen-Gutierrez CA, Sternfeld B, Pettee Gabriel K. Association of Physical Activity and physical functioning phenotypes with fall risk among women. *J Aging Health*. 2021;33(5–6):409–17.
68. van Dyck D, Cardon G, Deforche B, de Bourdeaudhuij I. The contribution of former work-related activity levels to predict physical activity and sedentary time during early retirement: moderating role of educational level and physical functioning. *PLoS ONE*. 2015;10(3):e0122522.

## Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

## 9 Literaturverzeichnis

1. RKI. Gesundheit in Deutschland.: Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Gemeinsam getragen vom RKI und Destatis. Berlin; 2015.
2. World Health Organization. World report on ageing and health. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
3. Rossini PM, Marra C. Demographic Changes and the Challenge for a Healthy Ageing. *Stud Health Technol Inform* 2014; 203:23–31.
4. Statistisches Bundesamt. Mitten im demografischen Wandel; 2023 [letzter Zugriff am 24.03.2024]. Verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Demografischer-Wandel/demografie-mitten-im-wandel.html>.
5. European Commission. European Commission Report on the Impact of Demographic Change; 2020 [letzter Zugriff am 25.08.2024]. Verfügbar unter: [https://commission.europa.eu/document/download/d1fbb2d5-c966-4252-8d1b-63f7c5a90035\\_en?filename=demography\\_report\\_2020.pdf&pre-fLang=de](https://commission.europa.eu/document/download/d1fbb2d5-c966-4252-8d1b-63f7c5a90035_en?filename=demography_report_2020.pdf&pre-fLang=de).
6. Spitzer S, Reiter C. Demographic change, healthcare, and long-term care. In: Renner A-T, Plank L, Getzner M, editors. *Handbook of social infrastructure: Conceptual and empirical research perspectives*. Cheltenham, Northampton, MA: Edward Elgar Publishing Limited; 2024. p. 57–85.
7. Fuchs J, Busch M, Lange C, Scheidt-Nave C. Prevalence and patterns of morbidity among adults in Germany. Results of the German telephone health interview survey German Health Update (GEDA) 2009. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz* 2012; 55(4):576–86.
8. Ehrentraut O, Moog S, Sulzer L. Demografie und Staatsfinanzen. In: Budliger H, editor. *Demografischer Wandel und Wirtschaft*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH; 2021. p. 113–29 (Demografie und Wirtschaft).
9. World Health Organization. *Global Recommendations on Physical Activity for Health*. Geneva; 2010. *Global Recommendations on Physical Activity for Health*.
10. Sun F, Norman IJ, While AE. Physical activity in older people: a systematic review. *BMC Public Health* 2013; 13:449.
11. Lear SA, Hu W, Rangarajan S, Gasevic D, Leong D, Iqbal R et al. The effect of physical activity on mortality and cardiovascular disease in 130 000 people from 17 high-income, middle-income, and low-income countries: the PURE study. *Lancet* 2017; 390(10113):2643–54.
12. McTiernan A, Friedenreich CM, Katzmarzyk PT, Powell KE, Macko R, Buchner D et al. Physical Activity in Cancer Prevention and Survival: A Systematic Review. *Med Sci Sports Exerc* 2019; 51(6):1252–61.

13. Lee I-M, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet* 2012; 380(9838):219–29.
14. World Health Organization. WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. Geneva; 2020.
15. Ashworth NL, Chad KE, Harrison EL, Reeder BA, Marshall SC. Home versus center based physical activity programs in older adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2005; 2005(1):CD004017.
16. Richards J, Hillsdon M, Thorogood M, Foster C. Face-to-face interventions for promoting physical activity. *Cochrane Database Syst Rev* 2013; (9):CD010392.
17. Chase J-AD. Interventions to Increase Physical Activity Among Older Adults: A Meta-Analysis. *The Gerontologist* 2015; 55(4):706–18.
18. Zubala A, MacGillivray S, Frost H, Kroll T, Skelton DA, Gavine A et al. Promotion of physical activity interventions for community dwelling older adults: A systematic review of reviews. *PLoS One* 2017; 12(7):e0180902.
19. Sowa A, Tobiasz-Adamczyk B, Topór-Mądry R, Poscia A, La Milia DI. Predictors of healthy ageing: public health policy targets. *BMC Health Serv Res* 2016; 16 Suppl 5:289.
20. World Health Organization. Decade of Healthy Ageing: Baseline Report. Summary. Geneva; 2021.
21. Abud T, Kounidas G, Martin KR, Werth M, Cooper K, Myint PK. Determinants of healthy ageing: a systematic review of contemporary literature. *Aging Clin Exp Res* 2022; 34(6):1215–23.
22. Menassa M, Stronks K, Khatmi F, Roa Díaz ZM, Espinola OP, Gamba M et al. Concepts and definitions of healthy ageing: a systematic review and synthesis of theoretical models. *EClinicalMedicine* 2023; 56:101821.
23. Zhao IY, Ho M-H, Tyrovolas S, Deng SY, Montayre J, Molassiotis A. Constructing the concept of healthy ageing and examining its association with loneliness in older adults. *BMC Geriatr* 2023; 23(1):325.
24. Dahlgren G, Whitehead M. Policies and strategies to promote social equity in health. Background document to WHO - Strategy paper for Europe. Institute for Futures Studies, Arbetsrapport 1991; 14.
25. Dahlgren G, Whitehead M. The Dahlgren-Whitehead model of health determinants: 30 years on and still chasing rainbows. *Public Health* 2021; 199:20–4.
26. Hurrelmann K, Richter M. Determinanten der Gesundheit. In: Leitbegriffe der Gesundheitsförderung und Prävention. Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA); 2023 [letzter Zugriff am 13.10.2024]. Verfügbar unter: <https://leitbegriffe.bzga.de/alphabetisches-verzeichnis/determinanten-der-gesundheit/>.



27. Peel NM, McClure RJ, Bartlett HP. Behavioral determinants of healthy aging. *Am J Prev Med* 2005; 28(3):298–304.
28. Thiele G. Entwicklungen und Perspektiven ausgewählter Alter(n)stheorien. In: Bleck C, van Rießen A, editors. *Soziale Arbeit mit alten Menschen: Ein Studienbuch zu Hintergründen, Theorien, Prinzipien und Methoden*. Wiesbaden, Heidelberg: Springer VS; 2022. p. 171–86.
29. Chmielewski PP. Human ageing as a dynamic, emergent and malleable process: from disease-oriented to health-oriented approaches. *Biogerontology* 2020; 21(1):125–30.
30. Cosco TD, Howse K, Brayne C. Healthy ageing, resilience and wellbeing. *Epidemiol Psychiatr Sci* 2017; 26(6):579–83.
31. Hahmann J. Diskriminierung aufgrund des Alters. In: Scherr A, Reinhardt AC, Mafaalani Ae, editors. *Handbuch Diskriminierung. 2., erweiterte und aktualisierte Auflage*. Wiesbaden, Heidelberg: Springer VS; 2023. p. 653–67 (Springer reference).
32. Cumming E, Dean LR, Newell DS, McCaffrey I. Disengagement - A Tentative Theory of Aging. *Sociometry* 1960; 23(1):23–35.
33. Cumming E, Henry WE. *Growing Old: The Process of Disengagement*. New York: Basic Books; 1961.
34. Havighurst RJ. Successful Aging. *The Gerontologist* 1961; 1(1):8–13.
35. Atchley RC. A continuity theory of normal aging. *The Gerontologist* 1989; 29(2):183–90.
36. Marshall VW. Sociology, psychology, and the theoretical legacy of the Kansas City studies. *The Gerontologist* 1994; 34(6):768–74.
37. Rupprecht R. Psychologische Theorien zum Alternsprozess. In: Oswald WD, Gatterer G, Fleischmann UM, editors. *Gerontopsychologie: Grundlagen und klinische Aspekte zur Psychologie des Alterns. 2., aktualisierte und erw. Aufl.* Wien: Springer; 2008. p. 13–25.
38. Diggs J. The Continuity Theory of Aging. In: Loue S, editor. *Encyclopedia of aging and public health*. New York, NY: Springer; 2008. p. 233–5 (Springer reference).
39. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep* 1985; 100(2):126–31.
40. Steffl M, Bohannon RW, Sontakova L, Tufano JJ, Shiells K, Holmerova I. Relationship between sarcopenia and physical activity in older people: a systematic review and meta-analysis. *Clin Interv Aging* 2017; 12:835–45.
41. Moayyeri A. The Association Between Physical Activity and Osteoporotic Fractures: A Review of the Evidence and Implications for Future Research. *Annals of Epidemiology* 2008; 18(11):827–35.
42. Warburton DE, Charlesworth S, Ivey A, Nettlefold L, Bredin SS. A systematic review of the evidence for Canada's Physical Activity Guidelines for Adults. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2010; 7:39.

43. Sipilä S, Törmäkangas T, Sillanpää E, Aukee P, Kujala UM, Kovanen V et al. Muscle and bone mass in middle-aged women: role of menopausal status and physical activity. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2020; 11(3):698–709.
44. Ylitalo KR, Karvonen-Gutierrez CA, Sternfeld B, Pettee Gabriel K. Association of Physical Activity and Physical Functioning Phenotypes With Fall Risk Among Women. *J Aging Health* 2021; 33(5-6):409–17.
45. Ayis S, Gooberman-Hill R, Bowling A, Ebrahim S. Predicting catastrophic decline in mobility among older people. *Age Ageing* 2006; 35(4):382–7.
46. Luppä M, Luck T, Weyerer S, König H-H, Brähler E, Riedel-Heller SG. Prediction of institutionalization in the elderly. A systematic review. *Age Ageing* 2010; 39(1):31–8.
47. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation; 2000.
48. Iso-Markku P, Kujala UM, Knittle K, Polet J, Vuoksimaa E, Waller K. Physical activity as a protective factor for dementia and Alzheimer’s disease: systematic review, meta-analysis and quality assessment of cohort and case-control studies. *Br J Sports Med* 2022; 56(12):701–9.
49. Huuha AM, Norevik CS, Moreira JBN, Kobro-Flatmoen A, Scrimgeour N, Kivipelto M et al. Can exercise training teach us how to treat Alzheimer’s disease? *Ageing Research Reviews* 2022; 75:101559.
50. Schuch FB, Vancampfort D, Richards J, Rosenbaum S, Ward PB, Stubbs B. Exercise as a treatment for depression: A meta-analysis adjusting for publication bias. *J Psychiatr Res* 2016; 77:42–51.
51. Schuch FB, Vancampfort D, Firth J, Rosenbaum S, Ward PB, Silva ES et al. Physical Activity and Incident Depression: A Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies. *Am J Psychiatry* 2018; 175(7):631–48.
52. Lindsay-Smith G, O’Sullivan G, Eime R, Harvey J, van Uffelen JGZ. A mixed methods case study exploring the impact of membership of a multi-activity, multicentre community group on social wellbeing of older adults. *BMC Geriatr* 2018; 18(1):226.
53. Heckel L, Eime R, Karg A, McDonald H, Yeomans C, O’Boyle I. A systematic review of the wellbeing benefits of being active through leisure and fitness centres. *Leisure Studies* 2024; 43(4):545–61.
54. Sebastião E, Mirda D. Group-based physical activity as a means to reduce social isolation and loneliness among older adults. *Aging Clin Exp Res* 2021; 33(7):2003–6.
55. Schrempft S, Jackowska M, Hamer M, Steptoe A. Associations between social isolation, loneliness, and objective physical activity in older men and women. *BMC Public Health* 2019; 19(1):74.
56. Stringhini S, Carmeli C, Jokela M, Avendaño M, McCrory C, d’Errico A et al. Socioeconomic status, non-communicable disease risk factors, and walking speed in older adults: multi-cohort population based study. *BMJ* 2018; 360:k1046.

57. Singh-Manoux A, Fayosse A, Sabia S, Tabak A, Shipley M, Dugravot A et al. Clinical, socio-economic, and behavioural factors at age 50 years and risk of cardiometabolic multimorbidity and mortality: A cohort study. *PLoS Med* 2018; 15(5):e1002571.
58. Kivimäki M, Batty GD, Pentti J, Shipley MJ, Sipilä PN, Nyberg ST et al. Association between socioeconomic status and the development of mental and physical health conditions in adulthood: a multi-cohort study. *Lancet Public Health* 2020; 5(3):e140-e149.
59. Stalsberg R, Pedersen AV. Are Differences in Physical Activity across Socioeconomic Groups Associated with Choice of Physical Activity Variables to Report? *Int J Environ Res Public Health* 2018; 15(5).
60. O'Donoghue G, Kennedy A, Puggina A, Aleksovska K, Buck C, Burns C et al. Socio-economic determinants of physical activity across the life course: A "DEterminants of DIet and Physical ACTivity" (DEDIPAC) umbrella literature review. *PLoS One* 2018; 13(1):e0190737.
61. Chinn DJ, White M, Harland J, Drinkwater C, Raybould S. Barriers to physical activity and socioeconomic position: implications for health promotion. *J Epidemiol Community Health* 1999; 53(3):191–2.
62. Koeneman MA, Verheijden MW, Chinapaw MJM, Hopman-Rock M. Determinants of physical activity and exercise in healthy older adults: A systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2011; 8(1):142.
63. Kleinke F, Penndorf P, Ulbricht S, Dörr M, Hoffmann W, van den Berg N. Levels of and determinants for physical activity and physical inactivity in a group of healthy elderly people in Germany: Baseline results of the MOVING-study. *PLoS One* 2020; 15(8):e0237495.
64. Lee Y-S, Levy SS. Gender and income associations in physical activity and blood pressure among older adults. *J Phys Act Health* 2011; 8(1):1–9.
65. Azagba S, Sharaf MF. Physical inactivity among older Canadian adults. *J Phys Act Health* 2014; 11(1):99–108.
66. Statistisches Bundesamt. Entwicklung der Lebenserwartung in Deutschland; 2024 [letzter Zugriff am 13.10.2024]. Verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Sterbefaelle-Lebenserwartung/sterbetafel.html>.
67. Kolip P, Lange C. Geschlechterunterschiede in Lebenserwartung, Morbidität und Mortalität. In: Kolip P, Hurrelmann K, editors. *Handbuch Geschlecht und Gesundheit: Männer und Frauen im Vergleich*. 2., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Bern, München: hogrefe; Ciando; 2016. p. 136–51 (Ciando library).
68. Luy M. Ursachen der Geschlechterdifferenz in der Lebenserwartung. *Swiss Med Forum* 2011; 11(35).
69. Mauvais-Jarvis F, Bairey Merz N, Barnes PJ, Brinton RD, Carrero J-J, DeMeo DL et al. Sex and gender: modifiers of health, disease, and medicine. *Lancet* 2020; 396(10250):565–82.
70. Wiedemann A, Wegner-Siegmund C, Luy M. Ursachen und Trends der Geschlechterdifferenz in der Lebenserwartung in Deutschland. *Z Allg Med* 2015 [cited 2024 Oct 14]; 91:494–8.

71. World Health Organization. Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013–2020. Geneva, Switzerland; 2013 [letzter Zugriff am 12.10.2024]. Verfügbar unter: <https://iris.who.int/handle/10665/94384>.
72. Freedman VA, Wolf DA, Spillman BC. Disability-Free Life Expectancy Over 30 Years: A Growing Female Disadvantage in the US Population. *Am J Public Health* 2016; 106(6):1079–85.
73. Klar MK, Geyer S, Safieddine B, Tetzlaff F, Tetzlaff J, Sperlich S. Trends in healthy life expectancy between 2002 and 2018 in Germany - Compression or expansion of health-related quality of life (HRQOL)? *SSM Popul Health* 2021; 13:100758.
74. Krug S, Jordan S, Mensink G, Müters S, Finger J, Lampert T. [Physical activity: Results of the German Health Interview and Examination Survey for Adults (DEGS1)]. *Bundesgesundheitsbl* 2013; 56:765–71.
75. Trost SG, Owen N, Bauman AE, Sallis JF, Brown W. Correlates of adults' participation in physical activity: review and update. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34(12):1996–2001.
76. Richter A, Schienkiewitz A, Starker A, Krug S, Domanska O, Kuhnert R et al. Health-promoting behaviour among adults in Germany - Results from GEDA 2019/2020-EHIS. *J Health Monit* 2021; 6(3):26–44.
77. Albrecht BM, Stalling I, Recke C, Doerwald F, Bammann K. Associations between older adults' physical fitness level and their engagement in different types of physical activity: cross-sectional results from the OUTDOOR ACTIVE study. *BMJ Open* 2023; 13(3):e068105.
78. Bertuol C, Tozetto AVB, Oliveira SN de, Del Duca GF. Sex differences in the association between educational level and specific domains of physical activity: a Brazilian cross-national survey. *Can J Public Health* 2022; 113(3):474–83.
79. Adjei NK, Brand T, Zeeb H. Gender inequality in self-reported health among the elderly in contemporary welfare countries: A cross-country analysis of time use activities, socioeconomic positions and family characteristics. *PLoS One* 2017; 12(9):e0184676.
80. Sprod J, Olds T, Brown W, Burton N, van Uffelen J, Ferrar K et al. Changes in use of time across retirement: A longitudinal study. *Maturitas* 2017; 100:70–6.
81. Chinn DJ, White M, Howel D, Harland JOE, Drinkwater CK. Factors associated with non-participation in a physical activity promotion trial. *Public Health* 2006; 120(4):309–19.
82. Lakerveld J, Ijzelenberg W, van Tulder MW, Hellemans IM, Rauwerda JA, van Rossum AC et al. Motives for (not) participating in a lifestyle intervention trial. *BMC Med Res Methodol* 2008; 8:17.
83. Dumuid D, Lewis LK, Olds TS, Maher C, Bondarenko C, Norton L. Relationships between older adults' use of time and cardio-respiratory fitness, obesity and cardio-metabolic risk: A compositional isotemporal substitution analysis. *Maturitas* 2018; 110:104–10.

84. Bauman A, Bittman M, Gershuny J. A short history of time use research; implications for public health. *BMC Public Health* 2019; 19(Suppl 2):607.
85. Abu-Omar K, Rütten A. Relation of leisure time, occupational, domestic, and commuting physical activity to health indicators in Europe. *Prev Med* 2008; 47(3):319–23.
86. Gómez-Costilla P, García-Prieto C, Somarriba-Arechavala N. Aging and Gender Health Gap: A Multilevel Analysis for 17 European Countries. *Soc Indic Res* 2022; 160(2-3):1051–69.
87. Nepomuceno MR, Di Lego V, Turra CM. Gender disparities in health at older ages and their consequences for well-being in Latin America and the Caribbean. *Vienna Yearbook of Population Research* 2021; 19:191–214.
88. Forberger S, Bammann K, Bauer J, Boll S, Bolte G, Brand T et al. How to Tackle Key Challenges in the Promotion of Physical Activity among Older Adults (65+): The AEQUIPA Network Approach. *Int J Environ Res Public Health* 2017; 14(4).
89. Bammann K, Drell C, Lübs LL, Stalling I. Cluster-randomised trial on participatory community-based outdoor physical activity promotion programs in adults aged 65-75 years in Germany: protocol of the OUTDOOR ACTIVE intervention trial. *BMC Public Health* 2018; 18(1):1197.
90. Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett DR, Tudor-Locke C et al. 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc* 2011; 43(8):1575–81.
91. Cawley J. An economic framework for understanding physical activity and eating behaviors. *Am J Prev Med* 2004; 27(3 Suppl):117–25.
92. Saelens BE, Sallis JF, Black JB, Chen D. Neighborhood-based differences in physical activity: an environment scale evaluation. *Am J Public Health* 2003; 93(9):1552–8.
93. Ndahimana D, Kim E-K. Measurement Methods for Physical Activity and Energy Expenditure: a Review. *Clin Nutr Res* 2017; 6(2):68–80.
94. ActiGraph. What are counts?; 2018 [letzter Zugriff am 19.09.2024]. Verfügbar unter: <https://actigraphcorp.my.site.com/support/s/article/What-are-counts>.
95. Ware JE, Sherbourne CD. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care* 1992; 30(6):473–83.
96. Robert Koch-Institut. [Health questionnaire 65+ years: German Health Interview and Examination Survey]; 2009 [cited 2022 Feb 23].
97. Helmert U, Bammann K, Voges W, Müller R. Müssen Arme früher sterben?: Soziale Ungleichheit und Gesundheit in Deutschland. Weinheim: Juventa Verlag GmbH; 2000.
98. Winkler J, Stolzenberg H. Der Sozialschichtindex im Bundes-Gesundheitssurvey. *Gesundheitswesen* 1999; (61(Sonderheft 2)):178–83.

99. Stalling I, Albrecht BM, Foettinger L, Recke C, Bammann K. Associations between socioeconomic status and physical activity among older adults: cross-sectional results from the OUTDOOR ACTIVE study. *BMC Geriatr* 2022; 22(1):396.
100. Stalling I, Albrecht BM, Doerwald F, Bammann K. Time allocation to active domains, physical activity, and health indicators in older adults: cross-sectional results from the OUTDOOR ACTIVE study. *BMC Public Health* 2020; 20(1):1580.
101. Stalling I, Gruber M, Bammann K. Sex differences in physical functioning among older adults: cross-sectional results from the OUTDOOR ACTIVE study. *BMC Public Health* 2024; 24(1):1766.
102. Moschny A, Platen P, Klaassen-Mielke R, Trampisch U, Hinrichs T. Physical activity patterns in older men and women in Germany: a cross-sectional study. *BMC Public Health* 2011; 11:559.
103. Gubelmann C, Vollenweider P, Marques-Vidal P. Of weekend warriors and couch potatoes: Socio-economic determinants of physical activity in Swiss middle-aged adults. *Prev Med* 2017; 105:350–5.
104. Kazemi Karyani A, Karmi Matin B, Soltani S, Rezaei S, Soofi M, Salimi Y et al. Socioeconomic gradient in physical activity: findings from the PERSIAN cohort study. *BMC Public Health* 2019; 19(1):1312.
105. Omorou AY, Coste J, Escalon H, Vuillemin A. Patterns of physical activity and sedentary behaviour in the general population in France: cluster analysis with personal and socioeconomic correlates. *J Public Health (Oxf)* 2016; 38(3):483–92.
106. Vu THL, Bui TTQ, Nguyen TKN, van Hoang M. Adverse influence of multilevel socioeconomic status on physical activity: results from a national survey in Vietnam. *BMC Public Health* 2020; 20(1):561.
107. Rachele JN, Kavanagh AM, Badland H, Giles-Corti B, Washington S, Turrell G. Associations between individual socioeconomic position, neighbourhood disadvantage and transport mode: baseline results from the HABITAT multilevel study. *J Epidemiol Community Health* 2015; 69(12):1217–23.
108. Lawlor DA, Taylor M, Bedford C, Ebrahim S. Is housework good for health? Levels of physical activity and factors associated with activity in elderly women. Results from the British Women's Heart and Health Study. *J Epidemiol Community Health* 2002; 56(6):473–8.
109. Manz K, Mensink GBM, Jordan S, Schienkiewitz A, Krug S, Finger JD. Predictors of physical activity among older adults in Germany: a nationwide cohort study. *BMJ Open* 2018; 8(5):e021940.
110. Meyer K, Rezny L, Breuer C, Lamprecht M, Stamm HP. Physical activity of adults aged 50 years and older in Switzerland. *Soz Präventivmed* 2005; 50(4):218–29.
111. Ramires VV, Wehrmeister FC, Böhm AW, Galliano L, Ekelund U, Brage S et al. Physical activity levels objectively measured among older adults: a population-based study in a Southern city of Brazil. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2017; 14(1):13.

112. Braveman PA, Cubbin C, Egerter S, Chideya S, Marchi KS, Metzler M et al. Socioeconomic status in health research: one size does not fit all. *JAMA* 2005; 294(22):2879–88.
113. Dyrstad SM, Hansen BH, Holme IM, Anderssen SA. Comparison of self-reported versus accelerometer-measured physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 2014; 46(1):99–106.
114. Rzewnicki R, Vanden Auweele Y, Bourdeaudhuij I de. Addressing overreporting on the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) telephone survey with a population sample. *Public Health Nutr* 2003; 6(3):299–305.
115. Sabia S, van Hees VT, Shipley MJ, Trenell MI, Hagger-Johnson G, Elbaz A et al. Association between questionnaire- and accelerometer-assessed physical activity: the role of sociodemographic factors. *Am J Epidemiol* 2014; 179(6):781–90.
116. Forsén L, Loland NW, Vuillemin A, Chinapaw MJM, van Poppel MNM, Mokkink LB et al. Self-administered physical activity questionnaires for the elderly: a systematic review of measurement properties. *Sports Med* 2010; 40(7):601–23.
117. Herbolzheimer F, Riepe MW, Peter R. Cognitive function and the agreement between self-reported and accelerometer-assessed physical activity. *BMC Geriatr* 2018; 18(1):56.
118. Kowalski K, Rhodes R, Naylor P-J, Tuokko H, MacDonald S. Direct and indirect measurement of physical activity in older adults: a systematic review of the literature. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2012; 9(1):148.
119. Prince SA, Adamo KB, Hamel ME, Hardt J, Connor Gorber S, Tremblay M. A comparison of direct versus self-report measures for assessing physical activity in adults: a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2008; 5:56.
120. Colley RC, Butler G, Garriguet D, Prince SA, Roberts KC. Comparison of self-reported and accelerometer-measured physical activity in Canadian adults. *Health Rep* 2018; 29(12):3–15.
121. Gauthier AH, Smeeding TM. Time Use at Older Ages. *Res Aging* 2003; 25(3):247–74.
122. Kan M-Y, Zhou M, Negraia DV, Kolpashnikova K, Hertog E, Yoda S et al. How do Older Adults Spend Their Time? Gender Gaps and Educational Gradients in Time Use in East Asian and Western Countries. *Population Ageing* 2021; 14(4):537–62.
123. Kaleta D, Makowiec-Dabrowska T, Dziankowska-Zaborszczyk E, Jegier A. Physical activity and self-perceived health status. *Int J Occup Med Environ Health* 2006; 19(1):61–9.
124. Kulmala J, Ngandu T, Pajala S, Lehtisalo J, Levälähti E, Antikainen R et al. Leisure-Time and Occupational Physical Activity in Early and Late Adulthood in Relation to Later Life Physical Functioning. *J Phys Act Health* 2016; 13(10):1079–87.
125. Holstila A, Mänty M, Rahkonen O, Lahelma E, Lahti J. Changes in leisure-time physical activity and physical and mental health functioning: a follow-up study. *Scand J Med Sci Sports* 2017; 27(12):1785–92.

126. Sprod JA, Olds TS, Burton NW, Brown WJ, van Uffelen JG, Ferrar KE et al. Patterns and correlates of time use and energy expenditure in older Australian workers: A descriptive study. *Maturitas* 2016; 90:64–71.
127. Flood SM, Moen P. Healthy time use in the encore years: do work, resources, relations, and gender matter? *J Health Soc Behav* 2015; 56(1):74–97.
128. Foley L, Dumuid D, Atkin AJ, Olds T, Ogilvie D. Patterns of health behaviour associated with active travel: a compositional data analysis. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2018; 15(1):26.
129. Adjei NK, Brand T. Investigating the associations between productive housework activities, sleep hours and self-reported health among elderly men and women in western industrialised countries. *BMC Public Health* 2018; 18(1):110.
130. Wen X, Liang Y, Zhu J, Wu T. The effects of housework on the health of retired older adults: a preliminary investigation from the Tongji-Dongfeng cohort study, China. *PLoS One* 2013; 8(3):e57232.
131. Sekine M, Chandola T, Martikainen P, Marmot M, Kagamimori S. Sex differences in physical and mental functioning of Japanese civil servants: Explanations from work and family characteristics. *Soc Sci Med* 2010; 71(12):2091–9.
132. Sialino LD, Picavet HSJ, Wijnhoven HAH, Luyen A, Verschuren WMM, Visser M et al. Exploring the difference between men and women in physical functioning: How do sociodemographic, lifestyle- and health-related determinants contribute? *BMC Geriatr* 2022; 22(1):610.
133. Kuh D, Bassey EJ, Butterworth S, Hardy R, Wadsworth MEJ. Grip strength, postural control, and functional leg power in a representative cohort of British men and women: associations with physical activity, health status, and socioeconomic conditions. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2005; 60(2):224–31.
134. Mosallanezhad Z, Hörder H, Salavati M, Nilsson-Wikmar L, Frändin K. Physical activity and physical functioning in Swedish and Iranian 75-year-olds - a comparison. *Arch Gerontol Geriatr* 2012; 55(2):422–30.
135. Bonsdorff MB von, Rantanen T, Sipilä S, Salonen MK, Kajantie E, Osmond C et al. Birth size and childhood growth as determinants of physical functioning in older age: the Helsinki Birth Cohort Study. *Am J Epidemiol* 2011; 174(12):1336–44.
136. Okabe T, Suzuki M, Goto H, Iso N, Cho K, Hirata K et al. Sex Differences in Age-Related Physical Changes among Community-Dwelling Adults. *J Clin Med* 2021; 10(20).
137. Danneskiold-Samsøe B, Bartels EM, Bülow PM, Lund H, Stockmarr A, Holm CC et al. Isokinetic and isometric muscle strength in a healthy population with special reference to age and gender. *Acta Physiol* 2009; 197 Suppl 673:1–68.
138. Stenholm S, Westerlund H, Salo P, Hyde M, Pentti J, Head J et al. Age-related trajectories of physical functioning in work and retirement: the role of sociodemographic factors, lifestyle and disease. *J Epidemiol Community Health* 2014; 68(6):503–9.



139. Bleijenberg N, Zuithoff NPA, Smith AK, Wit NJ de, Schuurmans MJ. Disability in the Individual ADL, IADL, and Mobility among Older Adults: A Prospective Cohort Study. *J Nutr Health Aging* 2017; 21(8):897–903.
140. Koukoulis S, Vlachonikolis IG, Philalithis A. Socio-demographic factors and self-reported functional status: the significance of social support. *BMC Health Serv Res* 2002; 2(1):20.
141. Avedano M MJ. Changes in Physical Health Among Older Europeans. In: Boersch-Supan A, Alcser KH, editors. *Health, ageing and retirement in Europe: First results from the survey of health, ageing and retirement in Europe (2004-2007) : starting the longitudinal dimension*. Mannheim: MEA; 2008. p. 118–24.
142. Crimmins EM, Kim JK, Solé-Auró A. Gender differences in health: results from SHARE, ELSA and HRS. *Eur J Public Health* 2011; 21(1):81–91.
143. Wang Y, Nie J, Ferrari G, Rey-Lopez JP, Rezende LFM. Association of Physical Activity Intensity With Mortality: A National Cohort Study of 403 681 US Adults. *JAMA Intern Med* 2021; 181(2):203–11.
144. Warburton DER, Nicol CW, Bredin SSD. Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne* 2006; 174(6):801–9.
145. Wiley E, Noguchi KS, Moncion K, Stratford PW, Tang A. Sex Differences in Functional Capacity in Older Adults With Stroke: An Analysis of Data From the National Health and Aging Trends Study. *Phys Ther* 2022; 102(8).
146. Xu F, Cohen SA, Greaney ML, Earp JE, Delmonico MJ. Longitudinal Sex-Specific Physical Function Trends by Age, Race/Ethnicity, and Weight Status. *J Am Geriatr Soc* 2020; 68(10):2270–8.
147. Ylitalo KR, Karvonen-Gutierrez CA, Fitzgerald N, Zheng H, Sternfeld B, El Khoudary SR et al. Relationship of race-ethnicity, body mass index, and economic strain with longitudinal self-report of physical functioning: the Study of Women's Health Across the Nation. *Ann Epidemiol* 2013; 23(7):401–8.
148. Saint-Maurice PF, Coughlan D, Kelly SP, Keadle SK, Cook MB, Carlson SA et al. Association of Leisure-Time Physical Activity Across the Adult Life Course With All-Cause and Cause-Specific Mortality. *JAMA Netw Open* 2019; 2(3):e190355.
149. Jenkinson C, Wright L, Coulter A. Criterion validity and reliability of the SF-36 in a population sample. *Qual Life Res* 1994; 3(1):7–12.
150. Garatachea N, Torres Luque G, González Gallego J. Physical activity and energy expenditure measurements using accelerometers in older adults. *Nutr Hosp* 2010; 25(2):224–30.

# Anhang

## A Einverständnis der Koautor:innen

### Prof. Dr. Karin Bammann

Die Koautorin der im Folgenden genannten promotionsrelevanten Publikationen, Prof. Dr. Karin Bammann, stimmt mit ihrer Unterschrift der Darstellung des Eigenanteils zu. Zudem gibt die Koautorin ihr Einverständnis, dass die Publikationen für das Promotionsverfahren von Imke Stalling verwendet werden können.

Stalling I, Albrecht BM, Foettinger L, Recke C, Bammann K. Associations between socioeconomic status and physical activity among older adults: cross-sectional results from the OUTDOOR ACTIVE study. BMC Geriatr 2022; 22(1):396.

Stalling I, Albrecht BM, Doerwald F, Bammann K. Time allocation to active domains, physical activity, and health indicators in older adults: cross-sectional results from the OUTDOOR ACTIVE study. BMC Public Health 2020; 20(1):1580.

Stalling I, Gruber M, Bammann K. Sex differences in physical functioning among older adults: cross-sectional results from the OUTDOOR ACTIVE study. BMC Public Health 2024; 24(1):1766.

---

Ort, Datum

---

Unterschrift Prof. Dr. Karin Bammann

**Dr. Birte Albrecht**

Die Koautorin der im Folgenden genannten promotionsrelevanten Publikationen, Dr. Birte Albrecht, stimmt mit ihrer Unterschrift der Darstellung des Eigenanteils zu. Zudem gibt die Koautorin ihr Einverständnis, dass die Publikationen für das Promotionsverfahren von Imke Stalling verwendet werden können.

Stalling I, Albrecht BM, Foettinger L, Recke C, Bammann K. Associations between socioeconomic status and physical activity among older adults: cross-sectional results from the OUTDOOR ACTIVE study. BMC Geriatr 2022; 22(1):396.

Stalling I, Albrecht BM, Doerwald F, Bammann K. Time allocation to active domains, physical activity, and health indicators in older adults: cross-sectional results from the OUTDOOR ACTIVE study. BMC Public Health 2020; 20(1):1580.

---

Ort, Datum

---

Unterschrift Dr. Birte Albrecht

**Dr. Linda Föttinger**

Die Koautorin der im Folgenden genannten promotionsrelevanten Publikation, Dr. Linda Föttinger, stimmt mit ihrer Unterschrift der Darstellung des Eigenanteils zu. Zudem gibt die Koautorin ihr Einverständnis, dass die Publikation für das Promotionsverfahren von Imke Stalling verwendet werden kann.

Stalling I, Albrecht BM, Foettinger L, Recke C, Bammann K. Associations between socioeconomic status and physical activity among older adults: cross-sectional results from the OUTDOOR ACTIVE study. BMC Geriatr 2022; 22(1):396.

---

Ort, Datum

---

Unterschrift Dr. Linda Föttinger

## **Carina Recke**

Die Koautorin der im Folgenden genannten promotionsrelevanten Publikation, Carina Recke, stimmt mit ihrer Unterschrift der Darstellung des Eigenanteils zu. Zudem gibt die Koautorin ihr Einverständnis, dass die Publikation für das Promotionsverfahren von Imke Stalling verwendet werden kann.

Stalling I, Albrecht BM, Foettinger L, Recke C, Bammann K. Associations between socioeconomic status and physical activity among older adults: cross-sectional results from the OUTDOOR ACTIVE study. BMC Geriatr 2022; 22(1):396.

---

Ort, Datum

---

Unterschrift Carina Recke

**Friederike Doerwald**

Die Koautorin der im Folgenden genannten promotionsrelevanten Publikation, Friederike Doerwald, stimmt mit ihrer Unterschrift der Darstellung des Eigenanteils zu. Zudem gibt die Koautorin ihr Einverständnis, dass die Publikation für das Promotionsverfahren von Imke Stalling verwendet werden kann.

Stalling I, Albrecht BM, Doerwald F, Bammann K. Time allocation to active domains, physical activity, and health indicators in older adults: cross-sectional results from the OUTDOOR ACTIVE study. BMC Public Health 2020; 20(1):1580.

---

Ort, Datum

---

Unterschrift Friederike Doerwald

**Dr. Martin Gruber**

Der Koautor der im Folgenden genannten promotionsrelevanten Publikation, Dr. Martin Gruber, stimmt mit seiner Unterschrift der Darstellung des Eigenanteils zu. Zudem gibt der Koautor sein Einverständnis, dass die Publikation für das Promotionsverfahren von Imke Stalling verwendet werden kann.

Stalling I, Gruber M, Bammann K. Sex differences in physical functioning among older adults: cross-sectional results from the OUTDOOR ACTIVE study. BMC Public Health 2024; 24(1):1766.

---

Ort, Datum

---

Unterschrift Dr. Martin Gruber

## **B Eidesstattliche Erklärung**

Ich, Imke Stalling, versichere an Eides Statt durch meine Unterschrift, dass ich die vorstehende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe angefertigt, meine Eigenleistung und Beiträge der Koautorinnen und Koautoren im Falle einer kumulativen Dissertation entsprechend richtig ausgewiesen habe.

Ich versichere an Eides Statt, dass ich alle Stellen, die ich wörtlich dem Sinne nach aus Veröffentlichungen entnommen habe, als solche kenntlich gemacht habe, mich auch keiner anderen als der angegebenen Literatur oder sonstiger Hilfsmittel bedient habe.

Ich versichere an Eides Statt, dass ich die vorgenannten Angaben nach bestem Wissen und Gewissen gemacht habe und dass die Angaben der Wahrheit entsprechen und ich nichts verschwiegen habe.

Die Strafbarkeit einer falschen eidesstattlichen Versicherung ist mir bekannt, namentlich die Strafandrohung gemäß § 156 StGB bis zu drei Jahren Freiheitsstrafe oder Geldstrafe bei vorsätzlicher Begehung der Tat bzw. gemäß § 161 Absatz 1 StGB bis zu einem Jahr Freiheitsstrafe oder Geldstrafe bei fahrlässiger Begehung.

Buchholz i.d.N., 06.02.2025

Imke Stalling



## **C Einverständniserklärung zur elektronischen Überprüfung der Arbeit auf Plagiate**

Zum Zweck der Überprüfung auf Plagiate erfolgt das Hochladen auf den Server der von der Universität Bremen aktuell genutzten Plagiatssoftware.

Ich bin damit einverstanden, dass die von mir vorgelegte und verfasste Arbeit zum oben genannten Zweck dauerhaft auf dem externen Server der aktuell von der Universität Bremen genutzten Plagiatssoftware, in einer institutionseigenen Bibliothek (Zugriff nur durch die Universität Bremen), gespeichert wird.

Das Einverständnis der dauerhaften Speicherung des Textes ist freiwillig. Die Einwilligung kann jederzeit durch Erklärung gegenüber der Universität Bremen, mit Wirkung für die Zukunft, widerrufen werden. Weitere Informationen zur Überprüfung von schriftlichen Arbeiten durch die Plagiatsoftware sind im Nutzungs- und Datenschutzkonzept enthalten. Diese finden Sie auf der Internetseite der Universität Bremen.

Mit meiner Unterschrift versichere ich, dass ich die obenstehenden Erklärungen gelesen und verstanden habe und bestätige die Richtigkeit der gemachten Angaben.

Buchholz i.d.N., 06.02.2025

Imke Stalling