

Michael Leitzmann<sup>1</sup> · Sylvia Gastell<sup>2</sup> · Andrea Hillreiner<sup>1</sup> · Florian Herbolsheimer<sup>3</sup> · Sebastian E. Baumeister<sup>4,5</sup> · Barbara Bohn<sup>6</sup> · Mirko Brandes<sup>7</sup> · Halina Greiser<sup>8</sup> · Lina Jaeschke<sup>9</sup> · Carmen Jochem<sup>1</sup> · Alexander Kluttig<sup>10</sup> · Lilian Krist<sup>11</sup> · Karin B. Michels<sup>12</sup> · Tobias Pischon<sup>9,13,14,15</sup> · Axel Schmermund<sup>16</sup> · Ole Sprengeler<sup>7</sup> · Johannes Zschocke<sup>10</sup> · Wolfgang Ahrens<sup>7</sup> · Hansjörg Baurecht<sup>1</sup> · Heiko Becher<sup>17</sup> · Klaus Berger<sup>18</sup> · Hermann Brenner<sup>19</sup> · Stefanie Castell<sup>20</sup> · Beate Fischer<sup>1</sup> · Claus-Werner Franzke<sup>12</sup> · Julia Fricke<sup>11</sup> · Wolfgang Hoffmann<sup>21,22</sup> · Bernd Holleczeck<sup>23</sup> · Rudolf Kaaks<sup>8</sup> · Sonja Kalinowski<sup>24</sup> · Thomas Keil<sup>11,25,26</sup> · Yvonne Kemmling<sup>20</sup> · Oliver Kuß<sup>27</sup> · Nicole Legath<sup>18</sup> · Wolfgang Lieb<sup>28</sup> · Jakob Linseisen<sup>4,5</sup> · Markus Löffler<sup>29,30</sup> · Rafael Mikolajczyk<sup>10</sup> · Nadia Obi<sup>17</sup> · Annette Peters<sup>31</sup> · Ilka Ratjen<sup>28</sup> · Tamara Schikowski<sup>32</sup> · Matthias B. Schulze<sup>33</sup> · Andreas Stang<sup>24</sup> · Sigrid Thierry<sup>31,34</sup> · Henry Völzke<sup>21,22</sup> · Kerstin Wirkner<sup>29,30</sup> · Karen Steindorf<sup>3</sup>

# Körperliche Aktivität in der NAKO Gesundheitsstudie: erste Ergebnisse des multimodalen Erhebungskonzepts

## Einleitung

Körperliche Aktivität ist definiert als jegliche willentliche, durch Skelettmuskulatur hervorgerufene und mit Energieverbrauch einhergehende körperliche Bewegung [1]. Bereits jetzt gelten zahlreiche positive Effekte von körperlicher Aktivität auf die Gesundheit als erwiesen [2]. Durch eine Verbesserung der Erhebungsmethoden, etwa im Rahmen von groß angelegten bevölkerungsbasierten Studien, ist zu erwarten, dass weitere Zusammenhänge von körperlicher Aktivität und Krankheitsrisiken entdeckt werden und sich zudem die Quantifizierung der Effekte sowie die Identifizierung von Hochrisikogruppen und Präventionsansätzen verbessern lassen [3].

Die valide und reliable Erfassung körperlicher Aktivität geht jedoch mit besonderen methodischen Herausforderungen einher, weil körperliche Aktivität ein komplexes Verhalten darstellt [4]. So umfasst die körperliche Aktivität die vier sogenannten FITT-Dimensio-

nen: Häufigkeit, Intensität, Dauer und Art (Frequency, Intensity, Time, Type). Auch lassen sich die Aktivitäten in unterschiedliche Domänen unterteilen (Freizeit, Arbeit, Fortbewegung, Haushalt). Zudem sind sitzende (sedentäre) Tätigkeiten, wie beispielsweise Bildschirmaktivitäten, zu berücksichtigen, die zwar von der körperlichen Aktivität abzugrenzen sind, aber typischerweise mit dieser im Tagesverlauf alternieren und eine eigenständige Gruppe von Krankheitsdeterminanten darstellen.

Es bestehen verschiedene Methoden zur Erfassung der körperlichen Aktivität, die jeweils durch entsprechende Stärken und Limitationen gekennzeichnet sind. Die Wahl der geeigneten Methode ist von großer Bedeutung, da ein inadäquat eingesetztes Erhebungsinstrument unzureichend aussagekräftige oder möglicherweise irreführende Ergebnisse hervorbringen kann. Aus diesem Grund setzt die NAKO zur Erfassung der körperlichen Aktivität auf ein multimodales Erhebungskonzept, bestehend aus einer Kombination von unterschiedlichen Methoden. Ziel des vorliegenden Manuskripts ist es, die in der Studie eingesetzten Instrumente zu beschreiben,

deren Ähnlichkeiten und Unterschiede herauszustellen und erste deskriptive Ergebnisse zu präsentieren.

## Methoden

Die vorliegende Arbeit basiert auf einem Datensatz zur Halbzeit der Basiserhebung unter Einschluss aller Teilnehmenden, die bis März 2017 teilgenommen hatten (siehe auch den Beitrag von Schipf et al. in diesem Themenheft). Weiterführende Informationen zum Studienaufbau und der Datenerhebung können der Designpublikation entnommen werden [5].

## Erhebung der körperlichen Aktivität

Die körperliche Aktivität wurde durch zwei Selbstausfüllerfragebögen, dem Questionnaire on Annual Physical Activity Pattern (QUAP) und dem Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ), einem computerbasierten Erinnerungsprotokoll („computer-based 24-hour physical activity recall“ [cpar24]) und einem Beschleunigungssensor (Akzelerometer) erhoben. Die Untersuchungsmethoden wurden im Rahmen verschie-

---

Weitere Informationen zu den Affiliations der Autoren befinden sich auf der letzten Artikelseite.

**Tab. 1** Charakteristika der Instrumente zur Erfassung der körperlichen Aktivität in der NAKO Gesundheitsstudie

	QUAP	GPAQ	cpar24	Akzelerometrie
Art der Methode	Subjektiv	Subjektiv	Subjektiv	Objektiv
Abfragezeitraum	1 Jahr	1 Woche	24 h	1 Woche
Teilnehmende mit auswertbarer Information	16.372	90.900	23.989	35.218
Art der Anwendung	Teilnehmende erhalten im Studienzentrum eine Papierversion des QUAP, füllen ihn zu Hause aus und senden ihn per Post ans Studienzentrum zurück	Teilnehmende füllen den GPAQ im Studienzentrum am Touchscreen aus	Teilnehmende bekommen im Studienzentrum Zugangsdaten zum cpar24 und füllen ihn zu Hause im Internet aus	Teilnehmenden wird der Bewegungssensor im Studienzentrum angelegt. Dieser wird sieben Tage getragen (Hüfte) und anschließend per Post ans Studienzentrum zurückgeschickt
Ausfülldauer	15 min	5–10 min	30 min	Entfällt
Abgefragte Informationen zur körperlichen Aktivität	Abfrage von Häufigkeit, Dauer und Intensität körperlicher Aktivität in Freizeit und Beruf, von körperlicher Aktivität zur Fortbewegung sowie von sedentärem Verhalten	Abfrage von Vorhandensein, Häufigkeit und Dauer moderater und intensiver körperlicher Aktivität in Freizeit und Beruf, von körperlicher Aktivität zur Fortbewegung sowie von sedentärem Verhalten	Abfrage aller Aktivitäten inkl. Start- und Endzeiten sowie ggf. Intensität oder Körperposition	Messung von Bewegungsdauer und -intensität
Validität	Übereinstimmung mit kombinierter Akzelerometrie- und Herzfrequenzmessung: $r = 0,33$ [8]	Übereinstimmung mit Akzelerometrie für moderate bis intensive Aktivität: $r = 0,30$ [9, 10]	Übereinstimmungen mit Akzelerometrie für leichte Aktivität: $r = 0,46$ ; moderate bis intensive Aktivität: $r = 0,50$ ; sedentäres Verhalten: $r = 0,54$ [7]	Übereinstimmung mit indirekter Kalorimetrie: $r = 0,82$ [20, 22]
Reliabilität	ICC = 0,64–0,87 [8]	Moderate bis intensive Aktivität: ICC = 0,61 [9, 10]	Leichte Aktivität: ICC = 0,65; moderate bis intensive Aktivität: ICC = 0,92; sedentäres Verhalten: ICC = 0,75 [7]	ICC = 0,88–0,99 [21]
Stärken	Erfassung des jahreszeitlichen Profils; Erhebung einzelner Komponenten körperlicher Aktivität	Einfaches Ausfüllen; gute Vergleichbarkeit der körperlichen Aktivität mit anderen Populationen durch weitverbreitete Anwendung	Kurzer, chronologischer, kontextbezogener Abfragezeitraum; Vermeidung von Antwortverzerrungen durch soziale Erwünschtheit	Objektive Messung mit hoher Compliance und Datenqualität; Vergleich Werktag vs. Wochenendtag möglich
Schwächen	Schwierigkeiten bei der Erinnerung an Häufigkeit, Dauer und Intensität der körperlichen Aktivität; Antwortverzerrung durch soziale Erwünschtheit	Keine Erfassung leichtgradiger Aktivität; mögliche Überschätzung moderater bis intensiver Aktivität; Antwortverzerrung durch soziale Erwünschtheit	Keine Erfassung selten durchgeführter Aktivitäten; relativ hoher Befragungszeitaufwand für den Teilnehmenden	Fehlende Kontextinformationen; nicht alle Aktivitäten werden erfasst; Algorithmen zum Energieverbrauch nicht in jedem Fall auf Alltagsaktivitäten übertragbar

cpar24 „computer-based 24 h-physical activity recall“, GPAQ Global Physical Activity Questionnaire, QUAP Questionnaire on Annual Physical Activity Pattern

dener Machbarkeits- und Pilotstudien im Hinblick auf ihre Eignung, Validität und Reliabilität eingehend überprüft [6–8]. ■ **Tab. 1** zeigt die wesentlichen Charakteristika der eingesetzten Instrumente.

### QUAP

Der QUAP ist ein am Deutschen Krebsforschungszentrum speziell für die NAKO Gesundheitsstudie mit konkreten

Zeitvorgaben entwickelter Selbstausfüllerfragebogen zur körperlichen Aktivität der letzten 12 Monate. Der Papierfragebogen wurde in TeleForm (Fa. Electric Paper, Lüneburg, Deutschland), einer scannerbasierten Erfassungssoftware, gestaltet und besteht aus 28 Fragen, die in 6 Abschnitte unterteilt sind: (1) Erwerbstätigkeit; (2) Haushalt; (3) Fortbewegung; (4) Freizeitaktivität; (5) Sport und Bewegung; (6) Treppen steigen.

Zudem werden sitzende Tätigkeiten erfragt. Erfasst werden Informationen über die Art der Aktivität sowie deren Häufigkeit (Monate/Jahr, Tage/Woche oder Tage/Monat), Dauer (Stunden/Tag) und wahrgenommene Intensität (gering, moderat, intensiv). Saisonale Schwankungen werden berücksichtigt, indem in den Abschnitten „Fortbewegung“ und „Freizeitaktivität“ getrennt nach Sommer und Winter gefragt wird und in den

M. Leitzmann · S. Gastell · A. Hillreiner · F. Herbolsheimer · S. E. Baumeister · B. Bohn · M. Brandes · H. Greiser · L. Jaeschke · C. Jochem · A. Kluttig · L. Krist · K. B. Michels · T. Pischon · A. Schermund · O. Sprengeler · J. Zschocke · W. Ahrens · H. Baurecht · H. Becher · K. Berger · H. Brenner · S. Castell · B. Fischer · C.-W. Franzke · J. Fricke · W. Hoffmann · B. Holleczyk · R. Kaaks · S. Kalinowski · T. Keil · Y. Kemmling · O. Kuß · N. Legath · W. Lieb · J. Linseisen · M. Löffler · R. Mikolajczyk · N. Obi · A. Peters · I. Ratjen · T. Schikowski · M. B. Schulze · A. Stang · S. Thierry · H. Völzke · K. Wirkner · K. Steindorf

## Körperliche Aktivität in der NAKO Gesundheitsstudie: erste Ergebnisse des multimodalen Erhebungskonzepts

### Zusammenfassung

**Hintergrund.** Die körperliche Aktivität stellt ein komplexes Verhalten dar, dessen valide und reliable Erfassung in groß angelegten populationsbasierten Studien mit besonderen Herausforderungen einhergeht. In der bundesweiten NAKO Gesundheitsstudie liegen zur Halbzeit der Basiserhebung die Daten zur körperlichen Aktivität für 100.000 Teilnehmende vor.

**Ziel.** Beschreibung der Erfassung der körperlichen Aktivität und Präsentation erster deskriptiver Ergebnisse.

**Material und Methoden.** Das multimodale Erhebungskonzept bestand aus zwei Fragebögen, dem Questionnaire on Annual Physical Activity Pattern (QUAP) und dem Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ), einem

computerbasierten Erinnerungsprotokoll der vergangenen 24 h (cpar24) und einer 7-Tage-Akzelerometrie (Actigraph GT3X/+; Fa. ActiGraph, Pensacola, FL, USA).

**Ergebnisse.** Für die einzelnen Erhebungsmodule lagen auswertbare Datensätze in unterschiedlicher Zahl vor (QUAP:  $n = 16.372$ ; GPAQ:  $n = 90.900$ ; cpar24:  $n = 23.989$ ; Akzelerometrie:  $n = 35.218$ ). Die Analysen der einzelnen Module ergaben unterschiedliche Durchschnittswerte für die moderate oder intensive körperliche Gesamtaktivität der Teilnehmenden: Bei Frauen wurden 75–216 min/Tag gemessen, bei Männern 73–224 min/Tag. Personen der Altersgruppe 20–39 Jahre verbrachten 66–200 min/Tag in moderater oder intensiver körperlicher

Gesamtaktivität, während Personen der Altersgruppe 40–69 Jahre 78–244 min/Tag aufwendeten.

**Schlussfolgerung.** Erste modulübergreifende Analysen der körperlichen Aktivität in der NAKO zeigen den Nutzen komplementär eingesetzter Erhebungsmethoden. Die umfangreichen Daten stellen eine wertvolle Ressource für die Charakterisierung der Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und Krankheitsprävention dar, die in der Zukunft erfolgen soll.

### Schlüsselwörter

Kohortenstudie · Epidemiologie · Prävention

## Physical activity in the German National Cohort (NAKO): use of multiple assessment tools and initial results

### Abstract

**Background.** Physical activity is a complex behavior that is difficult to measure validly and reliably in large, population-based studies. Data on physical activity are available for the initial 100,000 participants of the German National Cohort.

**Objectives.** To describe the baseline physical activity assessment in the cohort and to present initial descriptive results.

**Material and methods.** Physical activity was assessed using a combination of tools, including two self-administered questionnaires, the Questionnaire on Annual Physical Activity Pattern (QUAP) and the

Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ); a computer-based 24-h physical activity recall (cpar24); and 7-day accelerometry (Actigraph GT3X/+; ActiGraph, Pensacola, FL, USA).

**Results.** The availability of data varied between assessment instruments (QUAP:  $n = 16,372$ ; GPAQ:  $n = 90,900$ ; cpar24:  $n = 23,989$ ; accelerometry:  $n = 35,218$ ). Analyses across measurement tools showed that on average, women spent 75 to 216 min/d, and men spent 73 to 224 min/d in moderate or higher intensity total physical activity. Persons aged 20–39 years spent 66 to 200 min/d, and persons aged 40–69 years

spent 78 to 244 min/d in moderate or higher intensity total physical activity.

**Conclusions.** Initial baseline analyses of physical activity in this cohort show the value of using a combination of questionnaires, 24-h recalls, and a movement sensor. The comprehensive data collection represents a valuable resource for future analyses and will improve our understanding of the association between physical activity and disease prevention.

### Keywords

Cohort study · Epidemiology · Prevention

bschnitten „Sport und Bewegung“ die Möglichkeit besteht, sportliche Aktivität für jede Jahreszeit getrennt anzugeben.

iel des QUAP ist es, domänenspezifische, längerfristig ausgeübte Aktivitäten zu erfassen und unterschiedliche Aktivitätsmuster zu differenzieren. Der QUAP zeigte in früheren Untersuchungen eine sehr gute Reliabilität und eine gute Validität (Interkorrelationskoeffizient  $ICC = 0,64–0,87$ ; Korrelation  $r = 0,33$ ),

abgeleitet aus Vergleichen mit der Akzelerometrie [8].

### GPAQ

Der GPAQ ist ein von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) konzipierter Fragebogen zur Erfassung der körperlichen Aktivität in einer gewöhnlichen Woche sowie der an einem typischen Tag mit Sitzen oder Ruhen verbrachten Zeit. Das Instrument umfasst 16 Fragen, in

denen folgende Informationen ermittelt werden: Vorkommen, Häufigkeit (Tage/Woche), Dauer (Minuten/Tag) und subjektiv wahrgenommene Intensität (moderat, intensiv) körperlicher Aktivität in der Arbeit, bei der Fortbewegung und in der Freizeit. Ursprünglich wurde der GPAQ zum Einsatz im Rahmen eines persönlichen Interviews entwickelt, er kann jedoch auch als Selbstausfüllerfragebogen verwendet werden. In der

**Tab. 2** Die am häufigsten genannten Sportarten im QAP (Questionnaire on Annual Physical Activity Pattern)

	<i>n</i> Nennungen	%
Wandern	1911	8,5
Jogging	1908	8,5
Schwimmen	1873	8,3
Krafttraining	1829	8,1
Funktionsgymnastik	1196	5,3
Ausdauertraining an Geräten	1190	5,3
Yoga	1079	4,8
Gymnastik	828	3,7
Nordic Walking	732	3,3
Walking	635	2,8
Aerobic	613	2,7
Tanzen	565	2,5
Bauch/Beine/Po	546	2,4
Mountainbiking	457	2,0
Pilates	443	2,0
Fußball	416	1,8
Skifahren	401	1,8
Rennfahren	380	1,7
Zirkeltraining	365	1,6
Laufen (intensives Training)	359	1,6

Prozentangaben basieren auf zwei Fragen zur sportlichen Aktivität der Teilnehmenden;  $n_{\text{Teilnehmer}} = 13.055$ ;  $n_{\text{Nennungen}} = 22.515$

NAKO wurde er als Touchscreenfragebogen eingesetzt, um den personellen Aufwand für persönliche Interviews der umfangreichen Studie zu verringern. Ein in früheren Studien durchgeführter Vergleich des GPAQ mit Bewegungssensoren zeigte eine gute Validität und Reliabilität ( $ICC = 0,61$ ,  $r = 0,3$ ) sowohl der Interviewversion als auch des Selbstausfüllerfragebogens [9, 10]. Die Qualitätssicherung und Ableitung von GPAQ-Variablen in der NAKO erfolgten nach dem Analysis Guide der WHO [11].

### cpar24

Der cpar24 ist ein an der Universität Regensburg entwickeltes, computerbasiertes Erinnerungsprotokoll, das detaillierte Informationen über die Art, Dauer und Intensität körperlicher Aktivität und des sitzenden Verhaltens sowie über Schlafzeiten erhebt. Teilnehmende führen anhand einer Liste von 262 Aktivitäten sowie durch Freitexteinträge alle im Laufe der vergangenen 24 h durchgeführten Aktivitäten in 5-Minuten-Einheiten und in chronologischer

Reihenfolge auf. Für Aktivitäten, die mit unterschiedlichen Intensitäten durchgeführt werden können, spezifizieren die Teilnehmenden den Grad der körperlichen Anstrengung (leicht, moderat, intensiv). Für Aktivitäten, die entweder im Stehen oder Sitzen durchgeführt werden können oder bei denen Stehen und Sitzen kombiniert werden, geben die Teilnehmenden den proportionalen Anteil der Sitzzeit mittels einer Skala von 0–100 % an. Der cpar24 zeigte in früheren Untersuchungen eine gute bis sehr gute Reliabilität ( $ICC = 0,65$ – $0,92$ ) sowie zufriedenstellende Übereinstimmungen mit der Akzelerometrie ( $r = 0,46$ – $0,54$ ; [7]) und wies sehr gute Übereinstimmungen mit vergleichbaren 24-Stunden-Erinnerungsprotokollen auf [12].

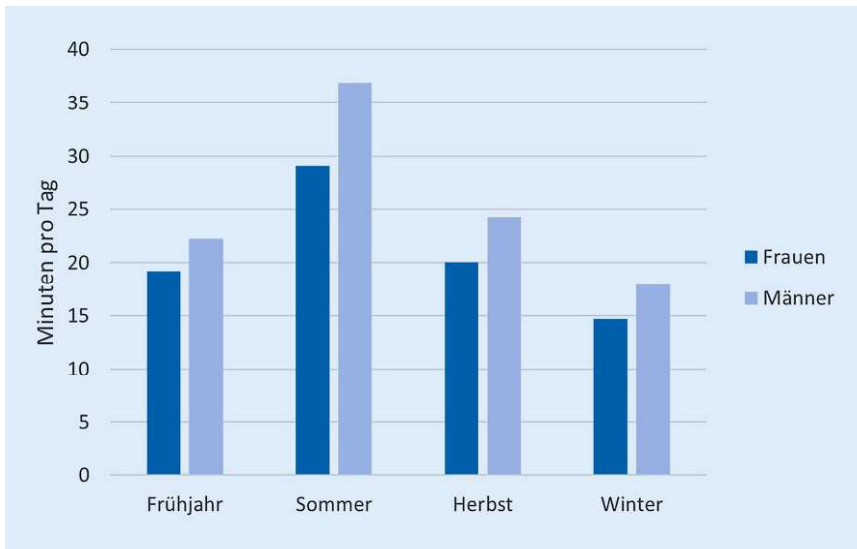
### Akzelerometrie

Das eingesetzte Akzelerometer (GT3X+, Fa. ActiGraph, Pensacola, FL, USA) misst körperlich aktive Zeiten als auch Sitz- und Schlafzeiten. Dabei zeichnet das Gerät die Trägheitskräfte einer Beschleunigung über alle drei Raumachsen

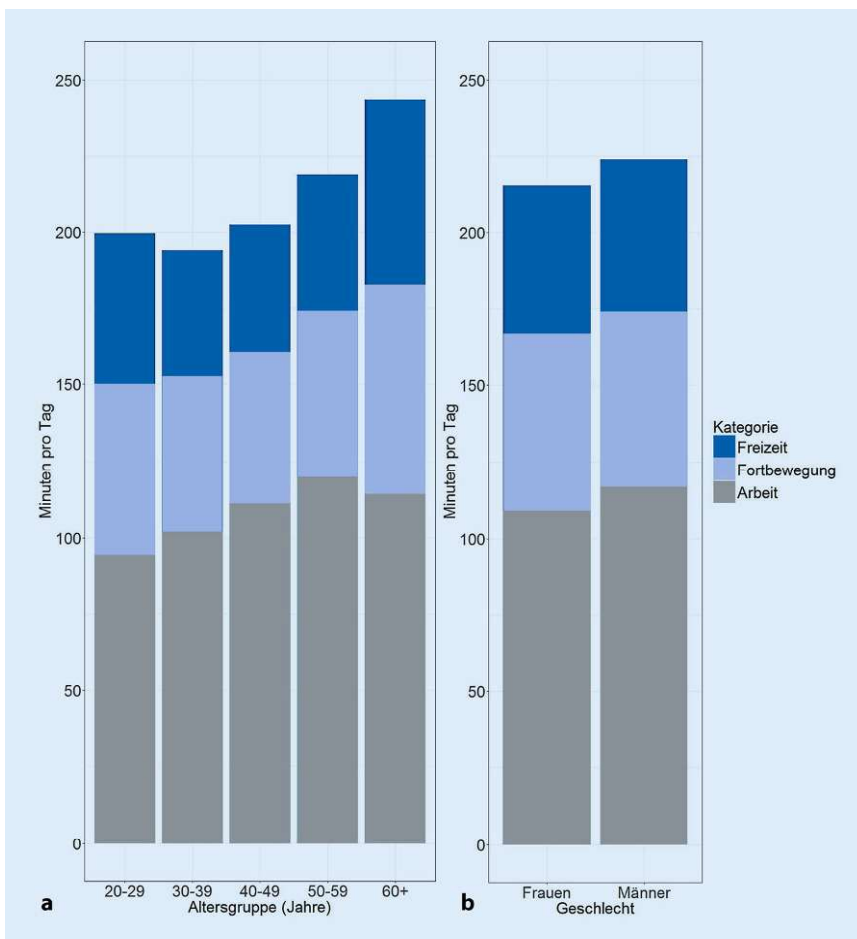
mit einer Frequenz von 100 Hz auf. Das Akzelerometer wurde von den NAKO-Teilnehmenden über eine Woche, 24 h pro Tag an einem Hüftgürtel (rechts) getragen [13, 14] und anschließend per Post zurückgeschickt. Nichttragezeiten wurden definiert als aufeinanderfolgende gleichbleibende Episoden, die eine Beschleunigung von unter  $0,050\text{ g}$  und eine Standardabweichung von unter  $0,013\text{ g}$  in mindestens zwei Achsen aufwiesen. Diese Vorgehensweise zielte darauf ab, pro Tragetag mindestens 23 valide Stunden zu generieren. Das Herunterladen der Daten und die Unterteilung der Rohdaten (Messbereich  $\pm 8\text{ g}$ ) in Aktivitätseinheiten (Counts; [15]), aus denen die Intensität der körperlichen Aktivität (leicht, moderat, intensiv) und die Quantifizierung des sedentären Verhaltens abgeleitet wird, erfolgten mithilfe der ActiLife®-Software der Fa. ActiGraph [16]. Zur besseren Vergleichbarkeit mit den drei anderen Erhebungsmethoden wird in dieser Arbeit die Dauer aller Aktivitätseinheiten mit mindestens moderater Intensität ( $\geq 2690$  Counts) summiert (total Moderate-to-Vigorous Physical Activity [total MVPA]). Diese Kategoriengrenze ist in der Literatur durchaus gebräuchlich [15]. In früheren Public-Health-Empfehlungen wurden Aktivitätsintensitäten nur dann berücksichtigt, wenn ein Intensitätsbereich über mindestens 10 min (10-Minuten-Bout) aufrechterhalten wurde [17–19]. Daher wird im Ergebnisteil auch ein einzelner Wert zur körperlichen Aktivität als MVPA in 10-Minuten-Bouts angegeben. Die Akzelerometrie hat in früheren Untersuchungen in Vergleichen mit der indirekten Kalorimetrie gute Validität und Reliabilität ( $ICC = 0,88$ – $0,99$ ;  $r = 0,82$ ) gezeigt ([20–22]; siehe auch **Tab. 1**).

### Statistische Auswertung

Die statistischen Analysen basieren auf deskriptiven Verfahren. Für kategoriale Variablen wurden absolute und relative Häufigkeiten bestimmt. Für kontinuierliche Variablen wurden Mittelwerte berechnet. Sämtliche Analysen wurden mit den Statistiksoftwarepaketen R, Version 3.3.2 [23], und SAS, Version 9.4 (SAS



**Abb. 1** ▲ Sportaktivität in den vier Jahreszeiten (Minuten pro Tag) gemäß QUAP (Questionnaire on Annual Physical Activity Pattern) über das Jahr, nach Geschlecht

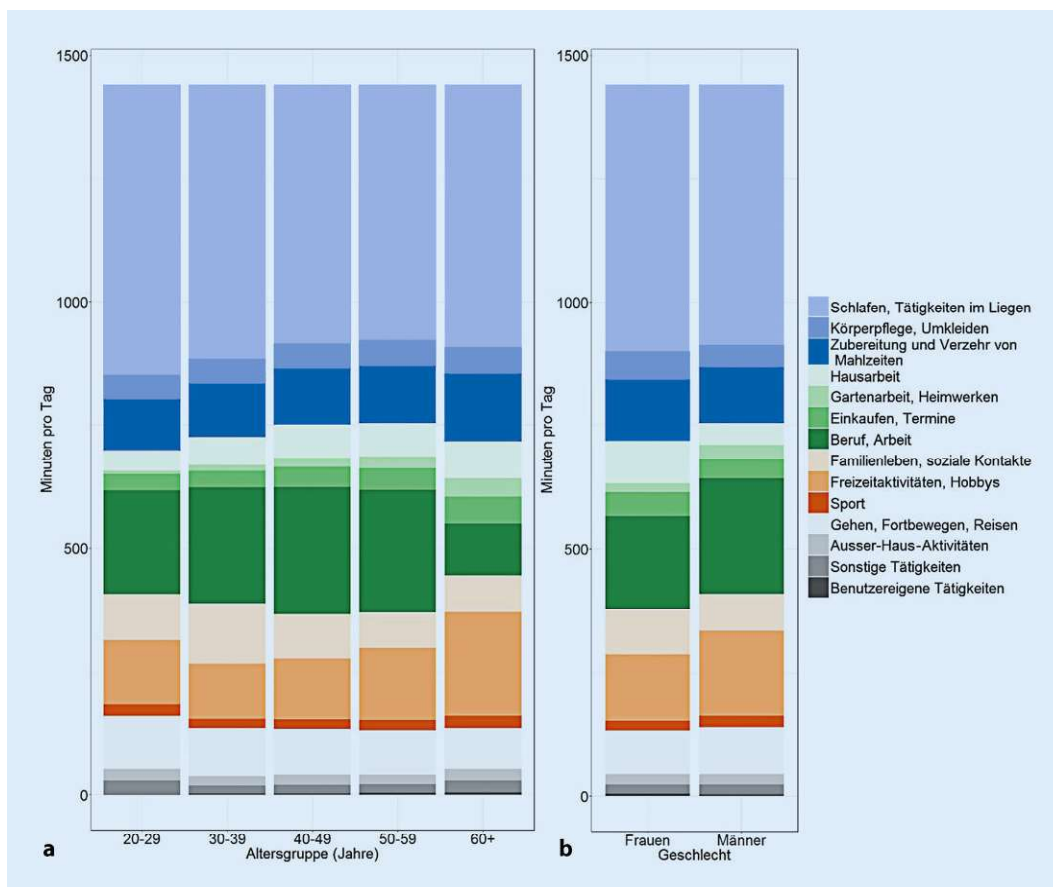


**Abb. 2** ▲ Moderate oder intensive körperlicher Aktivität (Minuten pro Tag) gemäß GPAQ (Global Physical Activity Questionnaire) in verschiedenen Domänen, nach Altersgruppe (a) und Geschlecht (b)

Institute, Cary, NC, USA) und STATA 15 (StataCorp LP, College Station, TX, USA) durchgeführt.

## Ergebnisse

**QUAP.** Der QUAP wurde erst ab November 2015 eingesetzt. Von den zunächst geplanten mindestens 50.000 Teilnehmenden lagen aus organisatorischen Gründen zum Stichdatum nur 16.927 eingescannte QUAP-Fragebögen vor. Zukünftige Auswertungen werden eine umfangreichere Datenbasis haben. Die Teilnehmenden berichteten im Durchschnitt, insgesamt 98 min/Tag (min/d) in den Domänen Fortbewegung, Freizeitaktivität und Sport/Bewegung körperlich aktiv gewesen zu sein. Dabei waren Frauen insgesamt etwas aktiver als Männer. Eine genauere Analyse ergab, dass sich die körperliche Aktivität beider Geschlechter unterschiedlich auf die drei Domänen verteilte. So gaben Frauen etwas mehr fortbewegungs- (46 min/d) und freizeitbezogene Aktivität (32 min/d) als Männer an (42 min/d und 29 min/d), während Männer etwas mehr Zeit für körperliche Aktivität beim Sport (25 min/d) berichteten als Frauen (22 min/d). Altersstratifizierte Analysen ergaben, dass die Altersgruppen 20–29 Jahre und 60+ Jahre mit 29 min/d und 25 min/d am meisten Zeit und die Altersgruppe 30–39 am wenigsten Zeit für sportliche körperliche Aktivität aufwandten. Freizeitaktivitäten waren in der Gruppe der 60+-Jährigen mit 40 min/d am häufigsten, verglichen mit den anderen Altersgruppen 20–29, 30–39, 40–49 und 50–59 Jahre mit 22 min/d, 26 min/d, 25 min/d und 27 min/d. Die Mehrheit der Teilnehmenden (77,1%) gab an, sportlich aktiv zu sein, und etwas mehr als die Hälfte aller sportlich aktiven Teilnehmenden (55,4%) berichtete, dass sie mindestens eine Sportart ausübte, die über das Jahr hinweg variierte. Zu den Sportarten, die Teilnehmende am häufigsten nannten, zählten beispielsweise Wandern, Jogging, Schwimmen und Krafttraining (Tab. 2). Abb. 1 zeigt, dass die NAKO-Teilnehmenden im Winter sportlich am inaktivsten waren, während sie in den Sommermonaten am meisten Sport betrieben. Frühling



**Abb. 3** ◀ Zeitverwendung (Minuten pro Tag) gemäß cpar24, nach Altersgruppe (a) und Geschlecht (b)

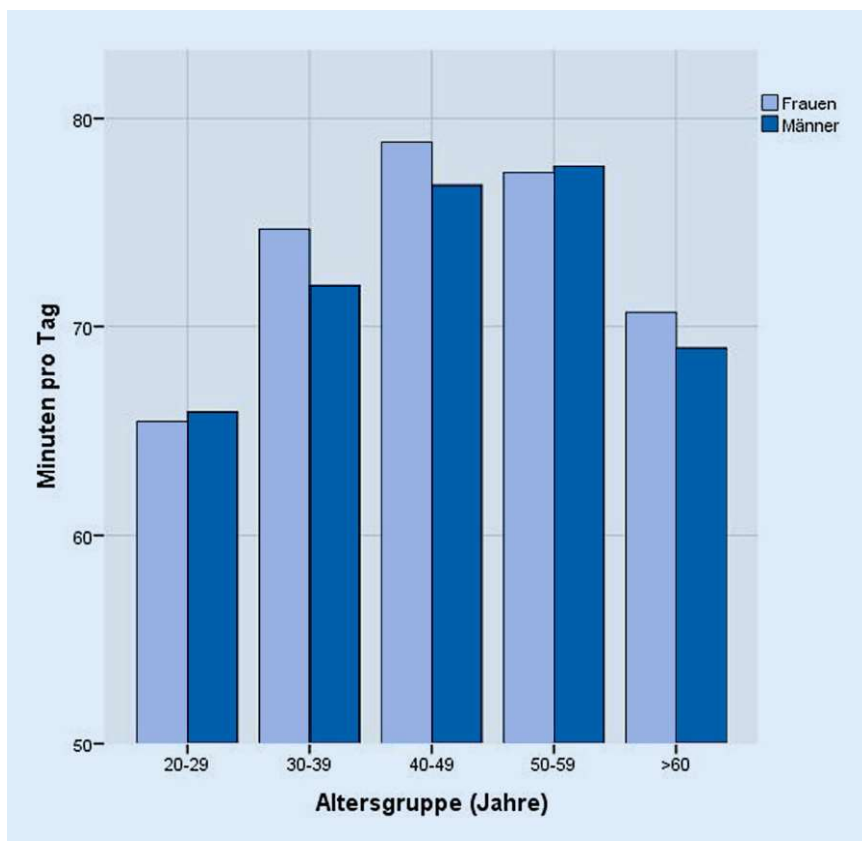
und Herbst platzierten sich jeweils in etwa dazwischen.

**GPAQ.** Insgesamt lagen für 97.046 Teilnehmende GPAQ-Daten vor, von denen 90.900 (93,7 %) einen Wert in mindestens einer Subdomäne der körperlichen Aktivität aufwiesen und keinen unzulässigen Wert (weniger als 10 min oder mehr als 960 min) in einer Subdomäne zeigten und damit laut WHO Analysis Guide [11] als auswertbar galten. Personen der Altersgruppe 60+ Jahre verbrachten mit durchschnittlich 244 min/d am meisten Zeit in moderater bis intensiver körperlicher Aktivität, gefolgt von der Altersgruppe 50–59 Jahre (219 min/d). Dagegen wendeten Personen der Altersgruppen 20–29, 30–39 und 40–49 Jahre mit 200 min/d, 194 min/d und 203 min/d am wenigsten Zeit für moderate bis intensive körperliche Aktivität auf. Diese altersbezogene Verteilung der körperlichen Aktivität spiegelte sich z.T. in den einzelnen Domänen wider (Abb. 2). So wies die Gruppe der 60+-Jährigen

sowohl mehr freizeit- als auch mehr fortbewegungsbezogene körperliche Aktivität auf (61 min/d und 69 min/d) als die Altersgruppen 20–29, 30–39, 40–49 und 50–59 Jahre (50 min/d, 41 min/d, 42 min/d und 45 min/d freizeitbezogene körperliche Aktivität und 56 min/d, 51 min/d, 50 min/d und 54 min/d fortbewegungsbezogene körperliche Aktivität). Die Altersgruppen 20–59 Jahre zeigten mit zunehmendem Alter eine stetige Zunahme arbeitsbezogener körperlicher Aktivität. So gaben Personen der Altersgruppen 20–29, 30–39, 40–49 und 50–59 Jahre an, 94 min/d, 102 min/d, 111 min/d und 120 min/d arbeitsbezogen körperlich aktiv zu sein. Die arbeitsbezogene körperliche Aktivität nahm erst in der Altersgruppe der 60+-Jährigen ab (114 min/d). Männer wiesen insgesamt etwas mehr moderate oder intensive körperliche Aktivität auf (224 min/d) als Frauen (216 min/d). Dies spiegelte sich auch darin wider, dass Männer mehr arbeitsbezogene körperliche Aktivität zeigten (117 min/d) als Frauen

(109 min/d). Dagegen bestanden keine nennenswerten Geschlechterunterschiede bezüglich freizeit- (Männer: 50 min/d; Frauen: 49 min/d) oder fortbewegungsbezogener körperlicher Aktivität (Männer: 57 min/d; Frauen: 58 min/d).

**cpar24.** Von den etwa 60.000 Teilnehmenden, die für das cpar24-Modul vorgesehen waren (50 % Level-1- und alle Level-2-Teilnehmenden, jedoch nur solche, die auch eine Akzelerometrie- und/oder Somnowatch-Untersuchung erhielten) willigten 37.811 Personen ein und erhielten einen Zugang zur Befragung. Von diesen füllten 23.989 (63,4 %) den cpar24 vollständig aus und bildeten die Grundlage für die aktuellen Analysen. Personen der Altersgruppen 40–49 und 50–59 Jahre verbrachten mit 184 min/d und 186 min/d am meisten Zeit in moderater bis intensiver körperlicher Aktivität, gefolgt von der Altersgruppe 30–39 Jahre (179 min/d). Die Altersgruppen 20–29 Jahre und 60+ Jahre wendeten mit jeweils 169 min/d am



**Abb. 4** ▲ Moderate oder intensive körperliche Aktivität (total MVPA in Minuten pro Tag) gemäß Akzelerometrie, nach Altersgruppe und Geschlecht

wenigsten Zeit für moderate bis intensive körperliche Aktivität auf. Nach Domänen betrachtet verwendeten Personen der Altersgruppen 20–59 Jahre deutlich mehr Zeit für Beruf/Arbeit (246 min/d) als Personen der Altersgruppe 60+ Jahre (105 min/d; ■ **Abb. 3**). Letztere nahmen sich dafür mehr Zeit für Freizeitaktivitäten/Hobbys (210 min/d), Körperpflege/Umkleiden (53 min/d) und Gartenarbeit/Heimwerken (37 min/d) als Personen der Altersgruppen 20–59 Jahre (132 min/d, 50 min/d und 18 min/d). Die Altersgruppe 30–39 Jahre nahm sich die wenigste Zeit für Sport (18 min/d), in ansteigender Reihung gefolgt von der Altersgruppe 40–49 Jahre (19 min/d) und 50–59 Jahre (20 min/d). Die Altersgruppen 20–29 sowie 60+ Jahre nahmen sich mit leichtem Abstand die meiste Zeit für Sport (24 min/d). Männer wiesen insgesamt etwas mehr moderate oder intensive körperliche Aktivität auf (188 min/d) als Frauen (172 min/d). Bezüglich einzelner Domänen verbrachten Männer mehr Zeit in den Bereichen

Beruf/Arbeit (233 min/d), Freizeitaktivitäten/Hobbys (173 min/d), Gehen/ Fortbewegung/Reisen (97 min/d), Gartenarbeit/Heimwerken (30 min/d) sowie Sport (22 min/d) als Frauen (188 min/d, 135 min/d, 89 min/d, 17 min/d und 20 min/d). Dagegen nutzten Frauen ihre Zeit mehr für Zubereitung und Verzehr von Mahlzeiten (125 min/d), Familienleben/soziale Kontakte (92 min/d), Hausarbeit (86 min/d), Körperpflege/Umkleiden (56 min/d) und Einkaufen/Termine (49 min/d) als Männer (114 min/d, 76 min/d, 43 min/d, 45 min/d und 38 min/d).

**Akzelerometrie.** Es nahmen 41.216 Personen am Akzelerometriemodul teil. Damit wurde die Zielzahl von mindestens 40.000 Teilnehmenden erreicht (50 % Level-1-Teilnehmende). Es erfüllten 37.938 (92,0 %) Messungen die Qualitätskriterien bezüglich des korrekten Initialisierens und Auslesens der Daten und 35.218 (85,4 %) Untersuchungen konnten in die Berechnung der Intensitäten über 7 gan-

ze Tage (mindestens 23 h/Tag) einbezogen werden. Bei einer maximal möglichen Tragezeit von 168 h in einer Woche lieferten nahezu 95 % der Messungen Tragezeiten von mindestens 161 h. Insgesamt nahmen mehr Frauen als Männer an der Akzelerometrie teil (55 % vs. 45 %). Das Alter der Teilnehmenden war nicht mit der Teilnahmebereitschaft assoziiert. Die Sensoren wurden ähnlich lang von Männern (162:54 Std/Woche) und Frauen (162:36 Std/Woche) getragen. Das Alter der Teilnehmenden spielte keine Rolle für die Tragecompliance. Es bestanden geringfügige Unterschiede in der Compliance der Teilnehmenden zwischen Werktagen und Wochenendtagen sowie zwischen den Tageszeiten (Werktage kürzer als Wochenendtage und nachts und vormittags kürzer als nachmittags und abends). Es zeigten sich keine jahreszeitlichen Unterschiede im Trageverhalten der Teilnehmenden.

Frauen waren minimal länger moderat bis intensiv körperlich aktiv als Männer (75 min/d vs. 73 min/d). Die altersbezogene Verteilung zeigte, dass 40–49 Jährige mit 78 min/d am meisten Zeit in moderater bis intensiver körperlicher Aktivität verbrachten, in absteigender Reihung gefolgt von 50–59 Jährigen (77 min/d), 30–39 Jährigen (74 min/d) und 60+ Jährigen (70 min/d). Dagegen wendeten die jüngsten Teilnehmer (20–29 Jahre) mit 66 min/d am wenigsten Zeit für moderate bis intensive körperliche Aktivität auf. In Bezug auf saisonale Schwankungen in der körperlichen Aktivität über die Kohorte hinweg war moderate bis intensive körperliche Aktivität im Herbst (74 min/d) und Winter (70 min/d) am geringsten ausgeprägt, während sie im Frühling und Sommer am stärksten zu beobachten war (77 min/d und 76 min/d). ■ **Abb. 4** zeigt die geschlechtsabhängige Verteilung der total MVPA nach Altersgruppe. Werden für die moderate bis intensive körperliche Aktivität nur 10-Minuten-Bouts berücksichtigt, waren die Teilnehmenden 1:03 Std/Woche (IQR 0:19–2:31) körperlich aktiv.

## Diskussion

Die Erhebung der körperlichen Aktivität in der NAKO Gesundheitsstudie lässt so-

wohl Ähnlichkeiten als auch Unterschiede der Ergebnisse zwischen den vier verwendeten Methoden erkennen. So wiesen der QUAP und der cpar24 auf höhere sportliche Aktivität bei Männern als bei Frauen hin. Der GPAQ und der cpar24 zeigten mehr arbeitsbezogene körperliche Aktivität bei Männern als bei Frauen. In Bezug auf die altersbezogene Verteilung der körperlichen Aktivität zeigten der cpar24 und die Akzelerometrie, dass Personen der Altersgruppe 20–29 Jahre am wenigsten Zeit in moderater bis intensiver körperlicher Aktivität verbrachten. QUAP, GPAQ und cpar24 zeigten, dass sich Personen der Altersgruppe 60+ am meisten Zeit für Freizeitaktivität nahmen. Wesentliche Unterschiede zwischen den einzelnen Methoden zur Erfassung von körperlicher Aktivität bestanden allerdings in der Höhe der Absolutwerte für die körperliche Aktivität. So überstiegen die Differenzen der Werte für einzelne Aktivitätskomponenten teilweise den Faktor 2, wobei insbesondere der GPAQ hohe Absolutwerte generierte.

Die Ähnlichkeiten und Unterschiede der Ergebnisse zwischen den Erhebungsmethoden lassen sich zum einen dadurch erklären, dass die eingesetzten Verfahren unterschiedliche Abfragezeiträume von 24 h bis zu einem Jahr umfassen. Während der QUAP die körperliche Aktivität des vergangenen Jahres ermittelt und somit zusätzlich die Untersuchung jahreszeitlicher Variationen erlaubt, erfragt der GPAQ bzw. misst die Akzelerometrie die körperliche Aktivität innerhalb einer Woche und der cpar24 quantifiziert Aktivitäten des vorangegangenen Tages. Zum anderen stellen der QUAP, GPAQ und cpar24 subjektive Erhebungsinstrumente dar, deren Messgüte u. a. vom Erinnerungsvermögen und der Interpretation der körperlichen Aktivität der Teilnehmenden abhängt, wohingegen die Akzelerometrie ein objektives, von der kognitiven Leistungsfähigkeit der Teilnehmenden unabhängiges Instrument ist. Des Weiteren bilden die verschiedenen Methoden die einzelnen Komponenten der körperlichen Aktivität in unterschiedlichem Detailgrad ab. So können der QUAP, GPAQ und cpar24, aber nicht die Akzelerometrie zwischen Aktivitäten im Rahmen von

Freizeit, Arbeit oder Fortbewegung differenzieren. Schließlich könnten die unterschiedlichen Ergebnisse zwischen den Erhebungsmethoden auch durch Unterschiede in den Substichproben bzw. deren Selektivität zustande gekommen sein.

Die Fragebogenmethode zeichnet sich durch einfaches Ausfüllen, relativ niedrige Kosten, breite Anwendbarkeit sowie die Tatsache aus, dass das Aktivitätsverhalten durch die retrospektive Erfassung nicht beeinflusst wird. Viele Fragebögen bilden meist nur relativ kurze Zeiträume von wenigen Tagen bis einigen Wochen ab. Die körperliche Aktivität stellt jedoch ein volatiles Verhalten dar, das von Tag zu Tag, von Woche zu Woche und auch über die Jahreszeiten hinweg variiert [24–27]. Dies lässt sich unter anderem durch jahreszeitlich bedingte Wetterbedingungen, wie Tageslänge, Niederschlag, Luftfeuchtigkeit, Wind und Temperaturen, erklären [28, 29]. Der QUAP erfasst solche jahreszeitlichen Schwankungen im intraindividuellen Aktivitätsverhalten durch die erweiterte Zeitperspektive von 12 Monaten.

Die hohen Aktivitätsprävalenzen in unserer Studie lassen sich zum Teil durch Limitationen der Fragebogenmethode erklären. Diese bestehen einerseits in Schwierigkeiten bei der Interpretation der Fragen und andererseits in Problemen bei der Erinnerung an vergangenes Bewegungsverhalten, die aus kognitiven Gründen mit der Länge des Abfragezeitraums abnimmt [30]. Eine weitere mögliche Ursache für die hohen Aktivitätsprävalenzen in unserer Studie besteht in einer Antwortverzerrung durch soziale Erwünschtheit, meist in Richtung einer Überschätzung der Aktivität [31, 32]. Ein Vergleich zwischen subjektiv und objektiv erhobenen Aktivitätsdaten zeigt eine in der Literatur gut beschriebene Überschätzung des Aktivitätsverhaltens durch die Fragebogenmethode im Vergleich zur objektiv erhobenen Aktivität [33]. So bedarf es der weiteren Entwicklung standardisierter, fragebogenbasierter Messinstrumente, die durch Beispiele eingehendere Details zu den entsprechend abgefragten Aktivitäten geben.

Die positiven Messeigenschaften der 24-Stunden-Erinnerungsprotokollme-

thode, insbesondere in Kombination mit der Akzelerometrie zur Schätzung des Energieverbrauchs, sind dokumentiert [34]. Ein besonderes Merkmal des Erinnerungsprotokolls ist die kontinuierliche Aufzeichnung der gesamten Breite täglich durchgeführter Aktivitäten sowie der kurze Abfragezeitraum der vergangenen 24 h. Letzteres fordert nur das Kurzzeitgedächtnis, welches ein vollständigeres Erinnern der stattgefundenen Aktivitäten erleichtert [35]. Die kontextbezogene, chronologische Abfrage des Tagesablaufes unterstützt ebenfalls ein Erinnern von Aktivitäten, die kumulativ betrachtet für den Energieverbrauch relevant sein können, wie Körperpflege oder Essen zubereiten. Chronologisch ausgelegte Messverfahren sind gegen Antwortverzerrungen durch soziale Erwünschtheit wenig anfällig [36, 37], weil sie die identitätsbezogene Selbstreflexion des Befragten umgehen und die Aufmerksamkeit des Befragten nicht auf eine bestimmte sozial erwünschte Aktivität richten [32, 38]. Die Erinnerungsprotokollmethode liefert auch gewisse Rückschlüsse auf den Zweck der körperlichen Aktivität, beispielsweise durch Erfassung des sozialen Kontexts, in dem die Aktivität stattfand [39]. Nachteile der Erinnerungsprotokollmethode sind der durch die größere Menge an erhobenen Informationen deutlich höhere Befragungszeitaufwand für den Teilnehmenden verglichen mit den beiden Fragebogeninstrumenten sowie die Abfrage eines einzigen 24-Stunden-Zeitraums, wodurch selten durchgeführte Aktivitäten möglicherweise nicht erfasst werden. Zudem wird bei einem einzelnen Befragungstag nicht die habituelle, sondern die aktuelle körperliche Aktivität ermittelt. Somit ergibt sich für eine valide Erfassung der körperlichen Aktivität mit der Erinnerungsprotokollmethode die Notwendigkeit, mehrere Erhebungen im Laufe des Jahres, vorzugsweise einmal in jeder Jahreszeit, durchzuführen.

Die Akzelerometrie stellt eine objektive, vom Erinnerungsvermögen des Teilnehmenden unabhängige Methode zur Aktivitätserfassung dar. Das Verfahren verfügt über eine hohe Messgenauigkeit und Bewegungsepisoden und deren Intensitäten können mit präzisen Zeitanga-



ben ermittelt werden. Auch eine ungefähre Schätzung des Energieverbrauchs ist mittels unter Laborbedingungen entwickelter Algorithmen möglich. Diese sind allerdings nicht in jedem Fall auf Alltagssituationen übertragbar [40].

Objektive Messverfahren weisen jedoch gewisse Limitationen auf. So fehlen Kontextinformationen, sodass zwischen verschiedenen domänenspezifischen Aktivitäten nicht differenziert werden kann. Diese Lücke lässt sich in der NAKO durch die Einbeziehung des cpar24 schließen. Auch können Akzelerometer dazu neigen, die körperliche Aktivität zu unterschätzen, weil bestimmte Aktivitäten wie Radfahren oder Schwimmen nicht präzise gemessen werden oder weil die Intensität bestimmende Belastungsparameter, wie das Tragen von Lasten, nicht erkannt werden. Bei der statistischen Analyse von Akzelerometrieergebnissen kann es durch Unterschiede in der Wahl der Kategoriengrenzen bezüglich der Aktivitätsintensität zu Unter- oder Überschätzungen kommen [41]. Zudem hängt die von der Akzelerometrie abgeleitete Aktivitätsdauer vom Spektrum der Aktivitäten ab, auf denen die Kalibrierung basiert. Beruht die Kalibrierung wie bei unserer Studie auf einem breiten Spektrum von Aktivitäten, so resultieren wesentlich höhere Schätzungen der täglichen Aktivitätsdauer, als wenn die Kalibrierung lediglich auf Gehen und Laufen beschränkt ist [42]. Andererseits kann auch bei der Fragebogenmethode eine Verzerrung durch die Wahl der Kategoriengrenzen entstehen, wenn die Zuordnung von Energieverbrauchswerten für Aktivitäten, die knapp unter oder über den Kategoriengrenzen für leichte, moderate oder intensive Aktivität liegen, in asymmetrischer Weise erfolgt. Analog zur Möglichkeit von Antwortverzerrungen durch soziale Erwünschtheit bei der Fragebogenmethode besteht bei der Akzelerometrie die Gefahr, dass das übliche Aktivitätsverhalten durch das Tragen eines Akzelerometers im Sinne eines sozial erwünschten Verhaltens beeinflusst wird.

**Zusammenfassende Beurteilung.** Die in der NAKO eingesetzten Instrumente zur Erfassung der körperlichen Aktivität un-

terscheiden sich zum einen durch unterschiedliche Abfragezeiträume und zum anderen durch die subjektive versus objektive Art der Erfassung. Der Leitgedanke hinter der Verwendung eines solchen multimodalen Konzepts mit teilweise komplementären Ansätzen ist das gegenseitige Ausgleichen der Limitationen durch die Vorzüge der einzelnen Methoden. Im Ergebnis werden so innovative Daten zur körperlichen Aktivität für die Gesamtkohorte generiert [43].

## Ausblick

Aufgrund der Komplexität und Vielfalt der verschiedenen Methoden zur Erhebung der körperlichen Aktivität in der NAKO Gesundheitsstudie sind seitens künftiger Forschungsantragsteller bzw. Datennutzer gewisse Herausforderungen bei der Auswahl geeigneter Aktivitätsvariablen für die jeweilige Forschungsfrage abzusehen. Es ist daher geplant, einen vertiefenden Vergleich der verschiedenen Methoden durchzuführen und darauf aufbauend konkrete Empfehlungen bezüglich der Wahl passender Aktivitätsvariablen für die intendierten Zwecke zu erarbeiten. Außerdem ist vorgesehen, modulübergreifende Aktivitätsindizes abzuleiten, die die Komplementarität der einzelnen Aktivitätsmodule möglichst vollständig ausschöpfen und somit das Konstrukt „körperliche Aktivität“ besser abbilden, als dies durch jedes der einzelnen Module möglich wäre.

## Fazit

Mit den zur Halbzeit der Basiserhebung zur Verfügung stehenden Daten konnte die Darstellung der körperlichen Aktivität in der NAKO Gesundheitsstudie in dieser ersten deskriptiven Auswertung lediglich angerissen werden. Deutlich geworden ist jedoch bereits jetzt, dass mit den in der Studie erhobenen Daten umfassende Informationen zur Verfügung stehen, die zur Charakterisierung der Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und der Prävention chronischer Erkrankungen genutzt werden können.

---

## Korrespondenzadresse

---

**Prof. Dr. Dr. Michael Leitzmann**

Institut für Epidemiologie und Präventivmedizin, Fakultät für Medizin, Universität Regensburg  
Franz-Josef-Strauß-Allee 11, 93053 Regensburg, Deutschland  
michael.leitzmann@ukr.de

---

**Danksagung.** Wir danken allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern sowie allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der NAKO Gesundheitsstudie.

**Förderung.** Dieses Projekt wurde mit Daten der NAKO Gesundheitsstudie durchgeführt ([www.nako.de](http://www.nako.de)). Die NAKO Gesundheitsstudie wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF, Förderkennzeichen 01ER1301A/B/C und 01ER1511D), die Bundesländer und die Helmholtz-Gemeinschaft gefördert sowie durch die beteiligten Universitäten und Institute der Leibniz-Gemeinschaft finanziell unterstützt.

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** M. Leitzmann, S. Gastell, A. Hillreiner, F. Herbolzheimer, S.E. Baumeister, B. Bohn, M. Brandes, H. Greiser, L. Jaeschke, C. Jochem, A. Klutwig, L. Krist, K.B. Michels, T. Pischon, A. Schmermund, O. Spengeler, J. Zschocke, W. Ahrens, H. Baurecht, H. Becher, K. Berger, H. Brenner, S. Castell, B. Fischer, C.-W. Franzke, J. Fricke, W. Hoffmann, B. Holleczeck, R. Kaaks, S. Kalinowski, T. Keil, Y. Kemmling, O. Kuß, N. Legath, W. Lieb, J. Linseisen, M. Löffler, R. Mikolajczyk, N. Obi, A. Peters, I. Ratjen, T. Schikowski, M.B. Schulze, A. Stang, S. Thierry, H. Völzke, K. Wirkner und K. Steindorf geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Alle beschriebenen Untersuchungen am Menschen wurden mit Zustimmung der zuständigen Ethik-Kommission, im Einklang mit nationalem Recht sowie gemäß der Deklaration von Helsinki von 1975 (in der aktuellen, überarbeiteten Fassung) durchgeführt. Von allen Teilnehmenden liegt eine Einverständniserklärung vor.

## Literatur

1. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM (1985) Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep* 100(2):126–131
2. Warburton DER, Bredin SSD (2017) Health benefits of physical activity: a systematic review of current systematic reviews. *Curr Opin Cardiol* 32(5):541–556
3. Lagerros YT, Lagiou P (2007) Assessment of physical activity and energy expenditure in epidemiological research of chronic diseases. *Eur J Epidemiol* 22(6):353–362
4. Pettee Gabriel KK, Morrow JR Jr., Woolsey AL (2012) Framework for physical activity as a complex and multidimensional behavior. *J Phys Act Health* 9(1):S11–18

5. German National Cohort Consortium (2014) The German national cohort: aims, study design and organization. *Eur J Epidemiol* 29(5):371–382
6. Ahrens W, Greiser H, Linseisen J et al (2014) The design of a nationwide cohort study in Germany: the pretest studies of the German national cohort (GNC). *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitschutz* 57(11):1246–1254
7. Kohler S, Behrens G, Olden M et al (2017) Design and evaluation of a computer-based 24-hour physical activity recall (cpar24) instrument. *J Med Internet Res* 19(5):e186
8. Brühmann BA, Schmidt ME, Wientzek A et al (2014) Reliability and validity of the questionnaire on annual physical activity pattern: a validation study using combined heart rate and accelerometry data as an objective measurement. *World J Epidemiol Cancer Prev* 3:7
9. Sitthipornvorakul E, Janwantanakul P, van der Beek AJ (2014) Correlation between pedometer and the global physical activity questionnaire on physical activity measurement in office workers. *BMC Res Notes* 7:280
10. Chu AH, Ng SH, Koh D et al (2015) Reliability and validity of the self- and interviewer-administered versions of the global physical activity questionnaire (GPAQ). *PLoS ONE* 10(9):e136944
11. World Health Organization (WHO) (2013) Global physical activity questionnaire (GPAQ) analysis guide
12. Matthews CE, Berrigan D, Fischer B et al (2019) Use of previous-day recalls of physical activity and sedentary behavior in epidemiologic studies: results from four instruments. *BMC Public Health* 19(2):478
13. Troiano RP, Pettee Gabriel KK, Welk GJ et al (2012) Reported physical activity and sedentary behavior: why do you ask? *J Phys Act Health* 9(1):568–75
14. Westerterp KR (2009) Assessment of physical activity: a critical appraisal. *Eur J Appl Physiol* 105(6):823–828
15. Sasaki JE, John D, Freedson PS (2011) Validation and comparison of ActiGraph activity monitors. *J Sci Med Sport* 14(5):411–416
16. Freedson PS, Lyden K, Kozey-Keadle S et al (2011) Evaluation of artificial neural network algorithms for predicting METs and activity type from accelerometer data: validation on an independent sample. *J Appl Physiol* (1985) 111(6):1804–1812
17. Hagstromer M, Oja P, Sjostrom M (2007) Physical activity and inactivity in an adult population assessed by accelerometry. *Med Sci Sports Exerc* 39(9):1502–1508
18. Troiano RP, Berrigan D, Dodd KW et al (2008) Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Med Sci Sports Exerc* 40(1):181–188
19. Trost SG, McIver KL, Pate RR (2005) Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research. *Med Sci Sports Exerc* 37(11):S531–543
20. Freedson PS, Melanson E, Sirard J (1998) Calibration of the computer science and applications, inc. accelerometer. *Med Sci Sports Exerc* 30(5):777–781
21. van Hees VT, Ekelund U (2009) Novel daily energy expenditure estimation by using objective activity type classification: where do we go from here? *J Appl Physiol* (1985) 107(3):639–640
22. Hoos MB, Plasqui G, Gerber WJ et al (2003) Physical activity level measured by doubly labeled water and accelerometry in children. *Eur J Appl Physiol* 89(6):624–626
23. R Core Team (2016) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria
24. Arnardottir NY, Oskarsdottir ND, Brychta RJ et al (2017) Comparison of summer and winter objectively measured physical activity and sedentary behavior in older adults: age, gene/environment susceptibility Reykjavik study. *Int J Environ Res Public Health* 14(10):E1268. <https://doi.org/10.3390/ijerph14101268>
25. Hagstromer M, Rizzo NS, Sjostrom M (2014) Associations of season and region on objectively assessed physical activity and sedentary behaviour. *J Sports Sci* 32(7):629–634
26. O'Connell SE, Griffiths PL, Clemes SA (2014) Seasonal variation in physical activity, sedentary behaviour and sleep in a sample of UK adults. *Ann Hum Biol* 41(1):1–8
27. Witham MD, Donnan PT, Vadeloo T et al (2014) Association of day length and weather conditions with physical activity levels in older community dwelling people. *PLoS ONE* 9(1):e85331
28. Klenk J, Buchele G, Rapp K et al (2012) Walking on sunshine: effect of weather conditions on physical activity in older people. *J Epidemiol Community Health* 66(5):474–476
29. Wu YT, Luben R, Wareham N et al (2017) Weather, day length and physical activity in older adults: cross-sectional results from the European prospective investigation into cancer and nutrition (EPIC) Norfolk cohort. *PLoS ONE* 12(5):e177767
30. Bonnefoy M, Normand S, Pachiardi C et al (2001) Simultaneous validation of ten physical activity questionnaires in older men: a doubly labeled water study. *J Am Geriatr Soc* 49(1):28–35
31. Motl RW, McAuley E, DiStefano C (2005) Is social desirability associated with self-reported physical activity? *Prev Med* 40(6):735–739
32. Brenner PS, DeLamater J (2016) Lies, damned lies, and survey self-reports? Identity as a cause of measurement bias. *Soc Psychol Q* 79(4):333–354
33. Shephard RJ (2003) Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires. *Br J Sports Med* 37(3):197–206 (discussion 206)
34. Harms T, Gershuny J, Doherty A et al (2019) A validation study of the Eurostat harmonised European time use study (HETUS) diary using wearable technology. *BMC Public Health* 19(2):455
35. Dunton GF, Berrigan D, Ballard-Barbash R et al (2009) Joint associations of physical activity and sedentary behaviors with body mass index: results from a time use survey of US adults. *Int J Obes (Lond)* 33(12):1427–1436
36. Adams SA, Matthews CE, Ebbeling CB et al (2005) The effect of social desirability and social approval on self-reports of physical activity. *Am J Epidemiol* 161(4):389–398
37. Matthews CE, Keadle SK, Sampson J et al (2013) Validation of a previous-day recall measure of active and sedentary behaviors. *Med Sci Sports Exerc* 45(8):1629–1638
38. Dunton GF, Berrigan D, Ballard-Barbash R et al (2008) Social and physical environments of sports and exercise reported among adults in the American time use survey. *Prev Med* 47(5):519–524
39. McAuley E, Blissmer B, Marquez DX et al (2000) Social relations, physical activity, and well-being in older adults. *Prev Med* 31(5):608–617
40. Janz KF (2006) Physical activity in epidemiology: moving from questionnaire to objective measurement. *Br J Sports Med* 40(3):191–192
41. Watson KB, Carlson SA, Carroll DD et al (2014) Comparison of accelerometer cut points to estimate physical activity in US adults. *J Sports Sci* 32(7):660–669
42. Matthews CE, Keadle SK, Berrigan D et al (2018) Influence of accelerometer calibration approach on moderate-vigorous physical activity estimates for adults. *Med Sci Sports Exerc* 50(11):2285–2291
43. Skender S, Ose J, Chang-Claude J et al (2016) Accelerometry and physical activity questionnaires—a systematic review. *BMC Public Health* 16:515

## Affiliations

<sup>1</sup> Institut für Epidemiologie und Präventivmedizin, Fakultät für Medizin, Universität Regensburg, Regensburg, Deutschland; <sup>2</sup> NAKO Studienzentrum, Deutsches Institut für Ernährungsforschung Potsdam-Rehbrücke (DIFE), Nuthetal, Deutschland; <sup>3</sup> Abteilung Bewegung, Präventionsforschung und Krebs, Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ) und Nationales Centrum für Tumorerkrankungen (NCT), Heidelberg, Deutschland; <sup>4</sup> Lehrstuhl für Epidemiologie, UNIKA-T Augsburg, LMU München, Augsburg, Deutschland; <sup>5</sup> SFG Klinische Epidemiologie, Helmholtz Zentrum München, Neuherberg, Deutschland; <sup>6</sup> NAKO Geschäftsstelle, Heidelberg, Deutschland; <sup>7</sup> Leibniz-Institut für Präventionsforschung und Epidemiologie – BIPS, Bremen, Deutschland; <sup>8</sup> Abteilung Krebsepidemiologie, Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ), Heidelberg, Deutschland; <sup>9</sup> Forschergruppe Molekulare Epidemiologie, Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft (MDC), Berlin, Deutschland; <sup>10</sup> Institut für Medizinische Epidemiologie, Biometrie und Informatik, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle (Saale), Deutschland; <sup>11</sup> Institut für Sozialmedizin, Epidemiologie und Gesundheitsökonomie, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland; <sup>12</sup> Institut für Prävention und Tumorepidemiologie, Universitätsklinikum Freiburg, Medizinische Fakultät, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Freiburg, Deutschland; <sup>13</sup> Charité – Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland; <sup>14</sup> Partnerstandort Berlin, Deutsches Zentrum für Herz-Kreislauf-Forschung (DZHK), Berlin, Deutschland; <sup>15</sup> MDC/BIH Biobank, Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft (MDC) und Berlin Institute of Health (BIH), Berlin, Deutschland; <sup>16</sup> Cardioangiologisches Centrum Bethanien (CCB) im Agaplesion Bethanien Krankenhaus, Frankfurt am Main, Deutschland; <sup>17</sup> Institut für Medizinische Biometrie und Epidemiologie, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Deutschland; <sup>18</sup> Institut für Epidemiologie und Sozialmedizin, Universität Münster, Münster, Deutschland; <sup>19</sup> Abteilung Klinische Epidemiologie und Altersforschung, Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ), Heidelberg, Deutschland; <sup>20</sup> Abteilung Epidemiologie, Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI), Braunschweig, Deutschland; <sup>21</sup> Institut für Community Medicine, Universitätsmedizin Greifswald, Greifswald, Deutschland; <sup>22</sup> Partnerstandort Greifswald, Deutsches Zentrum für Herz-Kreislauf-Forschung (DZHK), Greifswald, Deutschland; <sup>23</sup> Krebsregister Saarland, Saarbrücken, Deutschland; <sup>24</sup> Institut für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (IMIBE), Universitätsklinikum Essen, Essen, Deutschland; <sup>25</sup> Institut für Klinische Epidemiologie und Biometrie, Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland; <sup>26</sup> Landesinstitut für Gesundheit, Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL), Bad Kissingen, Deutschland; <sup>27</sup> Institut für Biometrie und Epidemiologie, Deutsches Diabetes-Zentrum (DDZ), Leibniz-Zentrum für Diabetes-Forschung, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Düsseldorf, Deutschland; <sup>28</sup> Institut für Epidemiologie, Christian-Albrechts-Universität Kiel, Kiel, Deutschland; <sup>29</sup> Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie (IMISE), Universität Leipzig, Leipzig, Deutschland; <sup>30</sup> Leipziger Forschungszentrum für Zivilisationserkrankungen (LIFE), Universität Leipzig, Leipzig, Deutschland; <sup>31</sup> Institut für Epidemiologie, Helmholtz Zentrum München, Neuherberg, Deutschland; <sup>32</sup> IUF – Leibniz Institut für umweltmedizinische Forschung, Düsseldorf, Deutschland; <sup>33</sup> Abteilung Molekulare Epidemiologie, Deutsches Institut für Ernährungsforschung Potsdam-Rehbrücke, Nuthetal, Deutschland; <sup>34</sup> NAKO Studienzentrum, Universitätsklinikum Augsburg, Augsburg, Deutschland