

Aus dem Institut für Bewegungstherapie
und bewegungsorientierte Prävention und Rehabilitation
der Deutschen Sporthochschule Köln
Geschäftsführender Leiter: Univ.-Prof. Dr. Ingo Froböse

**Methodologische Herausforderungen in der Erfassung körperlicher
Aktivität - Implikationen für Wissenschaftspraxis und Forschung**

Von der Deutschen Sporthochschule Köln
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Sportwissenschaft

angenommene Dissertation

vorgelegt von

Kevin Rudolf

aus

Gifhorn

Köln 2020

Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Ingo Froböse

Zweite Gutachterin: Univ.-Prof. Dr. Andrea Schaller

Vorsitzender des Promotionsausschusses: Univ.-Prof. Dr. Mario Thevis

Datum der Disputation: 06.10.2020

Eidesstattliche Versicherung gemäß. § 7 Abs. 2 Nr. 4 und Nr. 5, der Promotionsordnung der Deutschen Sporthochschule Köln, 20.02.2013:

Hierdurch versichere ich:

Ich habe diese Arbeit selbständig und nur unter Benutzung der angegebenen Quellen und technischen Hilfen angefertigt; sie hat noch keiner anderen Stelle zur Prüfung vorgelegen. Wörtlich übernommene Textstellen, auch Einzelsätze oder Teile davon, sind als Zitate kenntlich gemacht worden.

Hierdurch erkläre ich, dass ich die „Leitlinien guter wissenschaftlicher Praxis“ der Deutschen Sporthochschule Köln eingehalten habe.

.....

20.10.2020, Kevin Rudolf

Allgemeine Hinweise

Die vorliegende kumulative Dissertationsschrift besteht aus drei wissenschaftlichen Artikeln. Alle drei Artikel sind publiziert und können unter den jeweils angegebenen Referenzen gefunden werden.

Zur besseren Lesbarkeit wurde in dieser Arbeit auf die explizite Nennung aller Geschlechter verzichtet. Es wird daher darauf hingewiesen, dass das genutzte generische Maskulinum dabei auch weibliche und anderweitige Geschlechteridentitäten ausdrücklich miteinschließt.

Inhaltsverzeichnis

I.	Tabellen- und Abbildungsverzeichnis	II
II.	Abkürzungsverzeichnis.....	III
III.	Zusammenfassung	IV
IV.	Summary	VII
1.	Einleitung.....	1
2.	Methodologische Herausforderungen in der Erfassung körperlicher Aktivität	4
2.1	Möglichkeiten der Erfassung von körperlicher Aktivität	4
2.2	Herausforderungen in der subjektiven Erfassung körperlicher Aktivität am Beispiel von Fragebogenerhebungen	12
2.3	Herausforderungen in der Anwendbarkeit objektiver Erfassung von körperlicher Aktivität am Beispiel der Akzelerometrie	14
2.4	Herausforderungen bezüglich der Studienqualität.....	16
3.	Forschungsfragen	18
4.	Studie Nr. 1: Effectiveness studies in health promotion: A review of the methodological quality of studies successfully promoting physical activity	19
5.	Studie Nr. 2: Show cards of the Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ) – do they impact validity? A crossover study	20
6.	Studie Nr. 3: Impact of different recruitment strategies on accelerometry adherence and resulting physical activity data: a secondary analysis.	22
7.	Übergeordnete Diskussion	23
7.1	Ergebnisdiskussion.....	23
7.2	Methodendiskussion.....	31
8.	Implikationen	37
8.1	Implikationen für die Wissenschaftspraxis.....	37
8.2	Implikationen für die Forschung	42
9.	Fazit und Ausblick	47
V.	Literaturverzeichnis	49
VI.	Lebenslauf.....	63
VII.	Publikationsliste.....	65

I. Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tabellen

Tabelle 1: Vor- und Nachteile unterschiedlicher Methoden zur Erfassung von körperlicher Aktivität.....	9
--	---

Abbildungen

Abbildung 1: Exemplarischer Kreislauf für Areale, in denen die Erfassung körperlicher Aktivität entscheidende Funktionen einnimmt.	3
Abbildung 2: Einstufung unterschiedlicher Messinstrumente von körperlicher Aktivität anhand von Anwendbarkeit und (Kriteriums-)Validität.	5

II. Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Deutsch	Englisch
AR	aktive Rekrutierung	active recruitment
BDNF	Wachstumsfaktor BDNF	brain-derived neurotrophic factor
BMI	Körpermassenindex	body mass index
CASP	Critical Appraisal Skills Programme [Eigennamen]	Critical Appraisal Skills Programme
COPD	Chronische obstruktive Lungenerkrankung	Chronic obstructive pulmonary disease
CPM	Counts pro Minute	counts per minute
DLW	Doubly Labeled Water Methode	doubly-labeled water method
GPAQ	Global Physical Activity Questionnaire [Eigennamen]	Global Physical Activity Questionnaire
GPAQ+	Global Physical Activity Questionnaire mit Show Cards	Global Physical Activity Questionnaire with show cards
GPAQ-	Global Physical Activity Questionnaire ohne Show Cards	Global Physical Activity Questionnaire without show cards
IPAQ	International Physical Activity Questionnaire [Eigennamen]	International Physical Activity Questionnaire
LPAQ	Lifetime Physical Activity Questionnaire [Eigennamen]	Lifetime Physical Activity Questionnaire
MET	metabolisches Äquivalent	metabolic equivalent of task
PA	körperliche Aktivität	physical activity
PR	passive Rekrutierung	passive recruitment
PRISMA	Bevorzugte Report Items für systematische Übersichten und Meta-Analysen	preferred reporting items for systematic reviews and meta- analyses
ProPass	Prospective Physical Activity, Sitting, and Sleep consortium [Eigennamen]	Prospective Physical Activity, Sitting, and Sleep consortium
WHO	Weltgesundheitsorganisation	World Health Organization

III. Zusammenfassung

Die präzise Messung von körperlicher Aktivität stellt die Basis für die Untersuchung von Dosis-Wirkungs-Beziehungen und der daraus abgeleiteten Maßnahmen in der bewegungsorientierten Prävention und Rehabilitation dar. Im Laufe der Zeit sind dafür verschiedene Messinstrumente entwickelt worden, die sich in der Art und Weise der Erfassung von körperlicher Aktivität unterscheiden und dadurch verschiedene Stärken und Schwächen hinsichtlich der Validität und Anwendbarkeit aufweisen. Die vorliegende kumulative Dissertation stellt daher die übergeordnete Frage, welches Optimierungspotential es innerhalb der Operationalisierung von körperlicher Aktivität gibt. Zur Beantwortung dieser Frage wurden drei Studien durchgeführt:

In Studie Nr. 1 wurde mithilfe eines Reviews die methodische Grundlage der derzeitigen Erkenntnisse zu effektiven Bewegungsförderungsmaßnahmen in der erwachsenen Bevölkerung untersucht. Es stellte sich heraus, dass die Mehrheit der 33 eingeschlossenen Interventionsstudien ein qualitativ hochwertiges Studiendesign in Form von randomisierten kontrollierten Studien aufweist, in der Operationalisierung von körperlicher Aktivität in den meisten Fällen jedoch überwiegend auf Fragebogendaten zurückgreift – insbesondere bei Studien mit großen Stichproben. Die Akzelerometrie, die als präziseres Messinstrument für die Erfassung von Bewegungsumfängen und -intensitäten gilt, wird vorrangig in Studien mit weniger als 100 Probanden angewandt. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die derzeitige Studienlage aufgrund der eingesetzten, als unpräzise geltenden Fragebögen, weiteren Forschungsbedarf aufweist, um die bisherigen Erkenntnisse mit präziseren Messinstrumenten zu bestätigen. Gleichzeitig deutet der geringe Einsatz der Akzelerometrie darauf hin, dass hier eine Herausforderung hinsichtlich der Anwendbarkeit besteht, die es zu überwinden gilt.

Studie Nr. 2 untersuchte mittels einer zweiwöchigen Cross-over Studie (n = 54; 57,4% weiblich; $28,3 \pm 12,2$ Jahre alt) die Auswirkungen bildlicher Darstellungen (Show Cards) von körperlicher Aktivität auf die Präzision der Selbstauskünfte im Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ). Während eine Gruppe nach der ersten Woche zunächst den GPAQ mit den Show Cards (GPAQ+) und eine Woche später ohne diese Bilder (GPAQ-) ausfüllte, war das Prozedere bei der zweiten Gruppe umgekehrt. Im Vergleich mit den Daten, die mittels Akzelerometrie (Actigraph GT3X+) parallel erfasst wurden, konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den

beiden GPAQ-Versionen identifiziert werden. Die Abweichungen zu den Akzelerometerdaten lagen für beide Versionen bezüglich der moderaten und intensiven körperlichen Aktivität zwischen 21,2 und 35,2 Min/Tag. Zudem korrelierten die Daten beider GPAQ-Versionen jeweils ähnlich moderat mit denen der Akzelerometrie in Bezug auf intensive körperliche Aktivität ($\rho = 0,31-0,42$). Entsprechend konnte keine positive Auswirkung der Show Cards auf die Präzision der Angaben im Fragebogen ausgemacht werden. Stattdessen deuten die Daten weiterhin auf die Diskrepanz zwischen den unterschiedlichen Messmethoden hin.

Studie Nr. 3 überprüfte den Einfluss der Rekrutierungsmethode auf die Anwendbarkeit der Akzelerometrie in Hinblick auf die resultierende Stichprobe und die resultierenden Daten. Dafür wurden zwei unterschiedliche Rekrutierungsmethoden für Probanden zweier Primärstudien zur Bewegungsförderung im Berufskolleg gegenübergestellt. In der aktiven Rekrutierung (AR; $n = 30$; 73,3% weiblich; $21,8 \pm 5,2$ Jahre alt) konnten sich Probanden innerhalb der Studie freiwillig für eine zusätzliche Datenerhebung mittels Akzelerometrie melden. In der passiven Rekrutierung (PR; $n = 52$; 53,4% weiblich; $20,5 \pm 2,9$ Jahre alt) erfolgte das Einverständnis zur Datenerhebung mittels Akzelerometrie mit der Teilnahme an der Primärstudie. Hinsichtlich der resultierenden Stichproben sowie der resultierenden Aktivitätsdaten konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Rekrutierungsverfahren festgestellt werden. Beide Gruppen wiesen nur moderate Adhärenz bezüglich der täglichen Aktivitätsmessung auf. Somit sind AR und PR zumindest im Setting Berufskolleg vergleichbar anwendbar, allerdings muss für die AR eine deutliche größere Zahl an Personen angesprochen werden, um eine annähernd vergleichbare Stichprobengröße für die Akzelerometrie zu rekrutieren.

Während Studie Nr. 1 eine Übersicht über die aktuelle Wissenschaftspraxis darstellt, wurde in den Studien Nr. 2 und 3 mögliches Optimierungspotential hinsichtlich der internen Validität und Anwendbarkeit von Fragebögen und Akzelerometrie untersucht. Resultierend aus den drei Studien kann konstatiert werden, dass die aktuelle Wissenschaftspraxis im Bereich der Bewegungsförderung weiteres Optimierungspotential aufweist. Neben einer Verbesserung des Berichtswesens ist eine verstärkte Nutzung von präziseren Erhebungsinstrumenten anzustreben. In diesem Sinne kann die Einhaltung etablierter Guidelines für den standardisierten Einsatz unterschiedlicher Erhebungsinstrumente ein Ansatz sein, die Aussagekraft

von Fragebogenerhebungen zu stärken und die Datenmenge in der Akzelerometrie zu erhöhen. Darüber hinaus gilt es nach weiteren Wegen zu suchen, die eine präzise und gleichzeitig praktikable Messung von körperlicher Aktivität ermöglichen. Neben der Entwicklung neuer Messinstrumente schließt dies eine weitere Optimierung der bestehenden Messsysteme sowie des kombinierten Einsatzes unterschiedlicher Instrumente mit ein.

IV. Summary

The precise measurement of physical activity forms the basis for the investigation of dose-effect relationships and the actions derived from them in movement-oriented prevention and rehabilitation. In the course of time, various measuring instruments have been developed for this purpose. However, they differ in the way physical activity is recorded and thus have different strengths and weaknesses in terms of validity and applicability. The present cumulative dissertation therefore investigates the question of whether there is further potential for improvement within the operationalisation of physical activity. To answer this question, three studies were conducted:

Study No. 1 used a review to examine the methodical basis of current findings on effective physical activity promotion interventions in the adult population. It turned out that the majority of the 33 included intervention studies had a high-quality study design in the form of randomised controlled trials, but in most cases, they mainly used questionnaire data for the operationalisation of physical activity - especially in studies with large sample sizes. Accelerometry, which is considered to be a more valid measurement tool for recording physical activity volumes and intensities, is primarily used in studies with fewer than 100 subjects. Due to the frequent use of questionnaires, which are considered to be less valid, the results indicate that further research is needed in order to confirm the previous findings on physical activity with more valid measuring instruments. At the same time, the limited use of accelerometry indicates that there is a challenge in terms of applicability that needs to be overcome.

Study No. 2 used a two-week crossover study ($n = 54$; 57.4% female; 28.3 ± 12.2 years old) to examine the effects of pictorial representations (show cards) of physical activity on the precision of self-reports in the Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ). While one group answered the GPAQ with the show cards (GPAQ+) after the first week and one week later without the show cards (GPAQ-), the procedure was reversed for the second group. In comparison with the respective data collected using accelerometry (Actigraph GT3X+), no statistically significant difference between the two GPAQ versions could be identified. The differences to the accelerometry data ranged between 21.2 and 35.2 min/day for both versions regarding moderate and vigorous physical activity. Furthermore, both GPAQ versions show similar correlation coefficients to accelerometry regarding vigorous physical activity ($\rho = 0.31-0.42$). Accordingly, no positive effect of the show cards on the precision of the questionnaire

data could be detected. Instead, the data point to the discrepancy between the different measurement methods.

Study No. 3 examined the influence of the recruitment method on the applicability of accelerometry in terms of the resulting sample and data. For this purpose, two different recruitment methods of two primary studies on the promotion of physical activity in vocational schools were compared. In the active recruitment group (AR; n = 30; 73.3% female; 21.8 ± 5.2 years old), subjects of the primary study could volunteer for additional accelerometry. In the passive recruitment group (PR; n = 52; 53.4% female; 20.5 ± 2.9 years old), consent to accelerometry was given in line with consent to participate in the primary study. With regard to the resulting samples as well as the resulting activity data, no significant differences between the recruitment procedures could be found. Both groups showed only moderate adherence to accelerometry. Thus, AR and PR are comparably applicable at least in the vocational school setting, but a much higher population needs to be addressed for AR in order to recruit a comparable sample size for accelerometry.

While study No. 1 provides an overview of current scientific practice, studies No. 2 and 3 examined possible potential for improvement with regard to the validity and applicability of questionnaires and accelerometry. As a result of these three studies, it can be stated that current scientific practice in the field of physical activity promotion has still much potential for improvement. In addition to an improvement in reporting data outcomes, an increased use of more valid measuring instruments should be aimed for. In this context, compliance with established guidelines for the standardised use of different measuring instruments can be an approach to strengthen the informative value of questionnaire surveys and to increase the amount of data in accelerometry. Furthermore, it is necessary to look for further ways to enable a valid and at the same time practicable measurement of physical activity. In addition to the development of new measuring instruments, this includes further improvement of existing measuring systems and the combined use of different instruments.

1. Einleitung

Die positiven Effekte körperlicher Aktivität auf die menschliche Gesundheit sind mannigfaltig. Neben der primärpräventiven nachgewiesenen Risikominimierung für eine Vielzahl nicht übertragbarer Krankheiten wie beispielsweise die vaskuläre Demenz (Aarsland, Sardaheae, Anderssen & Ballard, 2010) oder Diabetes mellitus Typ 2 (Aune, Norat, Leitzmann, Tonstad & Vatten, 2015), gilt körperliche Aktivität ebenso als Mittel der Wahl in der Rehabilitation sowie Sekundär- und Tertiärprävention unterschiedlichster Erkrankungen neurologischer (Oberlin, Waiwood, Cumming, Marsland, Bernhardt & Erickson, 2017; Saunders, Sanderson, Brazzelli, Greig & Mead, 2013), psychiatrischer (Firth, Cotter, Elliott, French & Yung, 2015; Herring, O'Connor & Dishman, 2010), kardiovaskulärer (Anderson, Oldridge, Thompson, Zwisler, Rees, Martin & Taylor, 2016; Taylor, Sagar, Davies, Briscoe, Coats, Dalal, Lough, Rees & Singh, 2014) oder metabolischer (Umpierre, Ribeiro, Kramer, Leitão, Zucatti, Azevedo, Gross, Ribeiro & Schaan, 2011) Natur. Darüber hinaus kann sie einen Beitrag zur Stärkung der kognitiven Leistungsfähigkeit (Álvarez-Bueno, Pesce, Caverro-Redondo, Sánchez-López, Martínez-Hortelano & Martínez-Vizcaíno, 2017; N. Zeng, Ayyub, Sun, Wen, Xiang & Gao, 2017) sowie der psychischen und physischen Ressourcen und damit zur Verbesserung des allgemeinen Wohlbefindens leisten (Abdin, Welch, Byron-Daniel & Meyrick, 2018; Holley, Crone, Tyson & Lovell, 2011; Wicker & Frick, 2017).

Dieses Wissen wäre jedoch nicht vorhanden, läge dem nicht ein essentieller Bestandteil zu Grunde: Die Erfassung der Art, des Umfangs und der Intensität körperlicher Aktivität. Sie ist Grundlage für die Aufstellung von Dosis-Wirkungs-Beziehungen, beispielsweise in Bezug auf die Reduzierung des Risikos für die Entstehung von chronischen Krankheiten (Kyu, Bachman, Alexander, Mumford, Afshin, Estep, Veerman, Delwiche, Iannarone, Moyer, Cercy, Vos, Murray & Forouzanfar, 2016; Wahid, Manek, Nichols, Kelly, Foster, Webster, Kaur, Friedemann Smith, Wilkins, Rayner, Roberts & Scarborough, 2016), sowie für die daraus resultierende Ableitung von Bewegungsempfehlungen auf nationaler (Pfeifer, Banzer, Ferrari, Füzéki, Geidl, Graf, Hartung, Klamroth, Völker & Vogt, 2017) und internationaler Ebene (World Health Organization, 2010). Darüber hinaus existieren Empfehlungen für diverse Zielgruppen (z.B. Schwangere (Ferrari & Graf, 2017)) und Indikationen (z.B. Diabetes mellitus Typ 1 (Tully, Aronow, Mackey & Streisand, 2016) oder COPD (Lewthwaite, Effing, Olds & Williams, 2017)). Hervorzuheben ist hierbei

insbesondere die Harvard-Alumni Studie (I. Lee & Paffenbarger, 2000; Paffenbarger, Wing & Hyde, 1978; Paffenbarger, Hyde, Wing, Lee, Jung & Kampert, 1993; Sesso, Paffenbarger & Lee, 2000), welche als eine der ersten wissenschaftlichen Studien den Mehrverbrauch von 2000kcal pro Woche als gesundheitsförderliche Empfehlung nennt und damit eine Grundlage für die Entwicklung einer Vielzahl von auch heute noch gültigen Empfehlungen zur Dauer und Intensität von körperlicher Aktivität darstellt.

Das Erreichen der Bewegungsempfehlungen wiederum zu überprüfen, unabhängig davon, ob auf krankheitsspezifischer (Mantri, Fullard, Duda & Morley, 2018) oder gesamtgesellschaftlicher Ebene (Finger, Mensink, Lange & Manz, 2017), stellt einen weiteren wichtigen Aufgabenbereich für die Erfassung körperlicher Aktivität dar (Welk, 2002). Auf diese Weise trägt sie zum Gesundheitsmonitoring bei und erlaubt auf ihrer Grundlage gesellschaftliche und politische Entscheidungen zur Förderung der körperlichen Aktivität zu treffen. So hat beispielsweise die Weltgesundheitsorganisation im Jahr 2018 das Ziel ausgegeben, die globale körperliche Inaktivität bzw. das Nichterreichen der globalen Bewegungsempfehlungen (World Health Organization, 2010) in der Gesellschaft bis zum Jahr 2025 um zehn Prozent bzw. bis zum Jahr 2030 um 15 Prozent zu reduzieren (World Health Organization, 2018).

In diesem Kontext gilt es, ebenso auf die Evaluation von Interventionen zur Steigerung der körperlichen Aktivität mittels Aktivitätsmessungen (z.B. Flores Mateo, Granado-Font, Ferré-Grau & Montaña-Carreras, 2015; Watson, Timperio, Brown, Best & Hesketh, 2017) hinzuweisen, welche gleichzeitig wiederum einen Beitrag zur weiteren Erforschung der Dosis-Wirkungs-Beziehungen darstellen.

Dieser Kreislauf (siehe Abb. 1) legt nahe, dass die qualitativ hochwertige Erfassung körperlicher Aktivität eine essentielle Rolle sowohl für die Wissenschaft als auch für die Praxis einnimmt (Ainsworth, Caspersen, Matthews, Mâsse, Baranowski & Zhu, 2012; Dowd, Szeklicki, Minetto, Murphy, Polito, Ghigo, van der Ploeg, Ekelund, Maciaszek, Stemplewski, Tomczak & Donnelly, 2018; Haaren-Mack, 2018; Rowe, 2011; Welk, 2002).

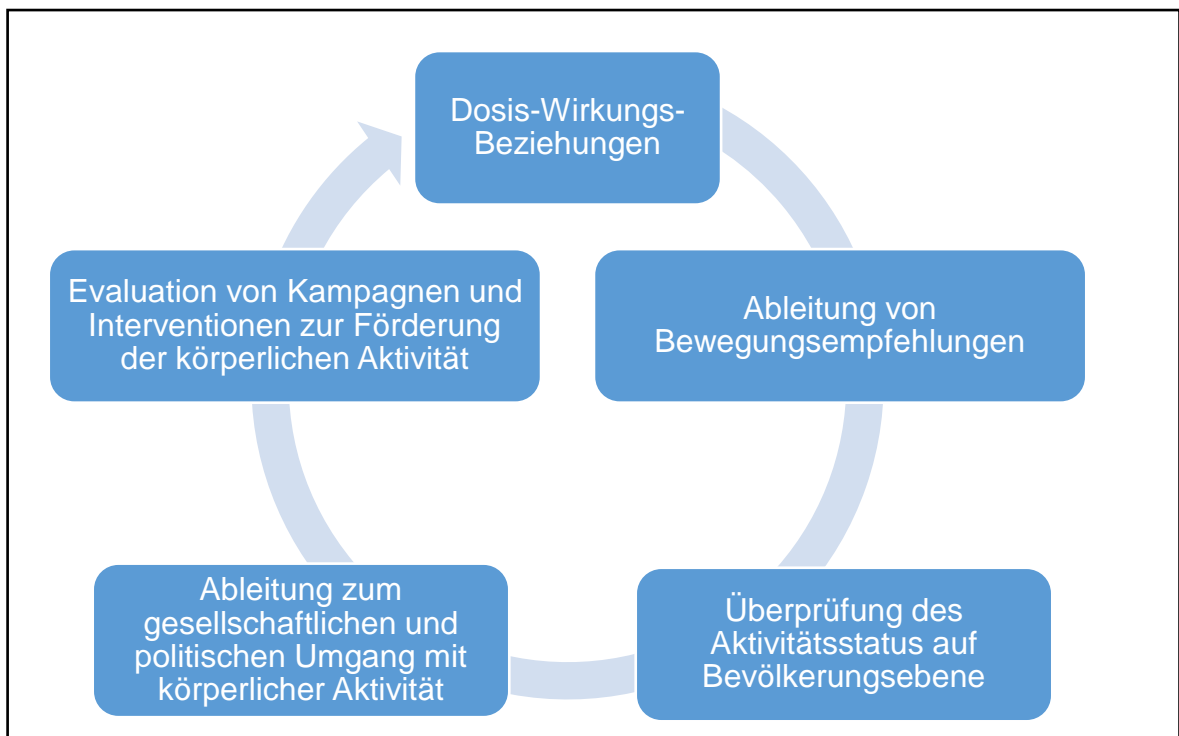


Abbildung 1: Exemplarischer Kreislauf für Areale, in denen die Erfassung körperlicher Aktivität entscheidende Funktionen einnimmt.

Ziel der vorliegenden kumulativen Dissertation ist es deshalb, einen Einblick in die methodischen Verfahrensweisen der Erfassung von körperlicher Aktivität zu liefern. Ein besonderes Augenmerk wird dabei auf Studien aus dem Bereich der Bewegungsförderung gelegt.

2. Methodologische Herausforderungen in der Erfassung körperlicher Aktivität

2.1 Möglichkeiten der Erfassung von körperlicher Aktivität

In der vorliegenden Arbeit wird körperliche Aktivität als „jede von der Skelettmuskulatur herbeigeführte körperliche Bewegung, die in einem Energieverbrauch resultiert“, definiert (Caspersen, Powell & Christenson, 1985, S. 126; aus dem Englischen: „any bodily movement produced by skeletal muscles that results in energy expenditure“).

Aus dieser sehr allgemein formulierten Definition lässt sich bereits erahnen, dass die Ausprägung der körperlichen Aktivität äußerst vielfältig erfolgen kann. Sie kann sich neben der Ausgestaltung der Bewegungsform unter anderem anhand des Umfangs, der Intensität und der Domäne, in der sie erfolgt (z.B. Freizeit oder Berufsalltag), unterscheiden (Haaren-Mack, 2018; Kelly, Fitzsimons & Baker, 2016; Müller, Winter & Rosenbaum, 2010; Rowe, 2011). Diese Multidimensionalität in einen quantifizierbaren Datensatz zu transformieren, stellt eine große Herausforderung für die Wissenschaft dar (Haaren-Mack, 2018; Müller et al., 2010; Thompson, Peacock, Western & Batterham, 2015).

Um dieser Herausforderung zu begegnen, wurde über die Jahrzehnte eine Vielzahl verschiedenster Messinstrumente entwickelt, die die körperliche Aktivität in unterschiedlichsten Formen quantifizieren sollen und in der Regel in zwei Kategorien eingeteilt werden (Haaren-Mack, 2018; Müller et al., 2010): subjektive und objektive Messinstrumente. Zur Kategorie der subjektiven Messinstrumente zählen unter anderem Fragebögen, Interviews und Bewegungstagebücher (Müller et al., 2010). Sie beruhen auf der Selbstauskunft der Befragten und unterscheiden sich damit von der Kategorie der objektiven Messinstrumente, die diese außen vor lassen. Abgesehen von der direkten Beobachtung, bei der das Verhalten der Testperson per Videoaufnahme oder in der realen Situation beobachtet wird, beruhen die Messinstrumente der objektiven Kategorie insbesondere auf physiologischen und physikalischen Prozessen aus denen sich wiederum Informationen zum Bewegungsverhalten (z.B. zum Energieverbrauch) ableiten lassen (Haaren-Mack, 2018; Müller et al., 2010; Ndahimana & Kim, 2017). Neben der direkten Beobachtung zählen zu der objektiven Kategorie unter anderem auch Schrittzähler, Akzelerometer (Beschleunigungssensoren), Herzfrequenzmessgeräte sowie die Doubly Labeled Water Methode (DLW) und die indirekte Kalorimetrie (Müller et al., 2010).

Resultierend aus den Prozessen, durch die die Bewegungsdaten generiert werden, ergeben sich für die Instrumente unterschiedliche Level an Anwendbarkeit und Präzision bzw. (Kriteriums-)Validität. Das Zusammenspiel dieser Faktoren stellen Müller et al. (2010) wie folgt dar (Abb. 2):

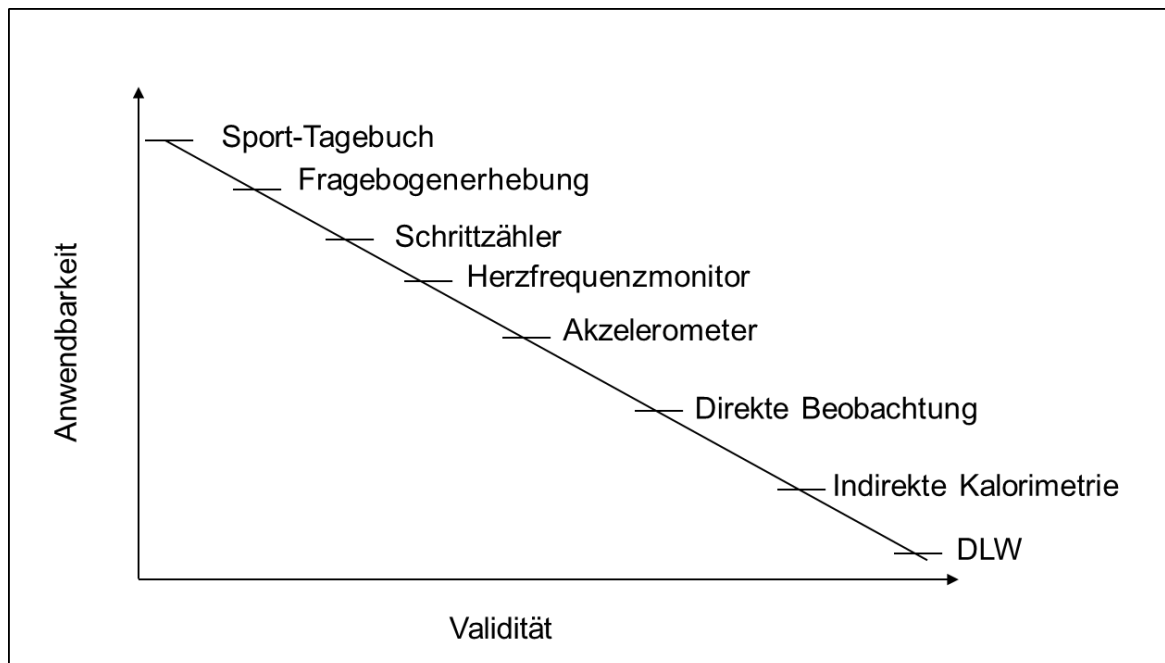


Abbildung 2: Einstufung unterschiedlicher Messinstrumente von körperlicher Aktivität anhand von Anwendbarkeit und (Kriteriums-)Validität (nach Müller et al., 2010, S. 12).

Auf der linken Seite des Spektrums befinden sich die subjektiven Erhebungsinstrumente, welche sich durch ein hohes Maß an Anwendbarkeit, jedoch im Vergleich zu den anderen Instrumenten durch eine relativ geringe Kriteriumsvalidität auszeichnen. Der hohe Grad der Anwendbarkeit wird ihnen zugesprochen, da sie wenig finanzielle und personelle Ressourcen (seitens der Untersuchenden) erfordern und somit als kostengünstige Maßnahme für die Erfassung insbesondere großer Stichproben gelten (Ara, Aparicio-Ugarriza, Morales-Barco, Nascimento de Souza, Mata & González-Gross, 2015; Broderick, Ryan, O'Donnell & Hussey, 2014; Müller et al., 2010; Ndahimana & Kim, 2017; Skender, Ose, Chang-Claude, Paskow, Brühmann, Siegel, Steindorf & Ulrich, 2016). Dies gilt umso mehr, wenn sie in digitalisierter Form genutzt werden: Es entstehen nahezu keine Materialkosten und personelle Ressourcen werden geschont, da einerseits die Kontaktzeit mit den Probanden bei guter Vorbereitung gen Null geht und andererseits durch Digitalisierung automatisch Datenfehler verhindert und Daten für die Auswertung vorbereitet werden können. Zudem ermöglichen sie eine retrospektive Betrachtung

sowie Einblick in den Kontext von körperlicher Aktivität (Ndahimana & Kim, 2017). Allerdings gilt die Kriteriumsvalidität der subjektiven Instrumente als eingeschränkt, da sie auf den subjektiven Angaben der zu Untersuchenden beruhen, welche durch unterschiedliche kognitive Prozesse verzerrt werden können (siehe Kapitel 2.2).

Auf der gegenüberliegenden Seite, mit hoher Kriteriumsvalidität, werden insbesondere die objektiven Messinstrumente eingeordnet, die auf chemischen Körperprozessen beruhen. Dadurch bedingt gehen sie jedoch ebenso mit einem erhöhten finanziellen und technischen Aufwand einher und gelten daher als weniger praktikabel für den Einsatz in Feldmessungen (Broderick et al., 2014; Haaren-Mack, 2018; Ndahimana & Kim, 2017; Skender et al., 2016). Hinzu kommt, dass sich die Validität von DLW und indirekter Kalorimetrie auf die Messgröße des Energieumsatzes beschränkt und keine Informationen zum Kontext einzelner Aktivitäten liefern kann (Kelly et al., 2016; Ndahimana & Kim, 2017). Die DLW liefert darüber hinaus nur einen Wert für den Gesamtenergieumsatz, sodass keine Informationen zu Dauer und Intensität einzelner Tätigkeiten gewonnen werden (Haaren-Mack, 2018; Kelly et al., 2016; Ndahimana & Kim, 2017). Dennoch gelten sie als Goldstandard für die Bestimmung des Energieumsatzes und werden häufig für die Bestimmung der Kriteriumsvalidität anderer Messinstrumente genutzt (P. Lee, Macfarlane, Lam & Stewart, 2011; Plasqui & Westerterp, 2007; van Remoortel, Giavedoni, Raste, Burtin, Louvaris, Gimeno-Santos, Langer, Glendenning, Hopkinson, Vogiatzis, Peterson, Wilson, Mann, Rabinovich, Puhon & Troosters, 2012).

Als Mittelweg aus Anwendbarkeit und Validität gelten Akzelerometer. Diese ermöglichen über die Messung von Beschleunigungen in ein bis drei Achsen die Berechnung von Energieumsatz, Intensität, Dauer und Häufigkeit von körperlicher Aktivität sowie die Erfassung von Schrittzahlen (Gabrys, Thiel, Tallner, Wilms, Müller, Kahlert, Jekauc, Frick, Schulz, Sprengeler, Hey, Kobel & Vogt, 2015; Haaren-Mack, 2018; Müller et al., 2010). Neuere Modelle sind zudem in der Lage, bestimmte Arten von Alltagsaktivitäten (z.B. Treppensteigen) automatisiert zu bestimmen (An, Kim & Lee, 2017; Anastasopoulou, Tansella, Stumpp, Shammass & Hey, 2012; Crowley, Skotte, Stamatakis, Hamer, Aadahl, Stevens, Rangul, Mork & Holtermann, 2019; Skotte, Korshøj, Kristiansen, Hanisch & Holtermann, 2014; Voicu, Dobre, Bajenaru & Ciobanu, 2019). Der Berechnung dieser Informationen liegen unterschiedliche Algorithmen zugrunde, die zum Teil sensorübergreifend und für unterschiedliche

Probandengruppen angewandt werden können (Garnotel, Bastian, Romero-Ugalde, Maire, Dugas, Zahariev, Doron, Jallon, Charpentier, Franc, Blanc, Bonnet & Simon, 2018; Kerr, Marinac, Ellis, Godbole, Hipp, Glanz, Mitchell, Laden, James & Berrigan, 2017; Vanhelst, Vidal, Drumez, Béghin, Baudalet, Coopman & Gottrand, 2019). Allerdings besteht bei manchen Akzelerometern das Problem, dass keine Analyse der Rohdaten möglich ist, da die Gerätehersteller auf sogenannte Aktivitätscounts zurückgreifen, aus denen im nächsten Schritt die für die Analyse benötigten Daten berechnet werden (John & Freedson, 2012; Lyden, Kozey, Staudenmeyer & Freedson, 2011). Die zugrundeliegenden Umrechnungsschritte, um die gemessenen Beschleunigungen in diese Aktivitätscounts zu überführen, bleiben jedoch oftmals Betriebsgeheimnis (Chen, Janz, Zhu & Brychta, 2012), weshalb die Vergleichbarkeit zwischen Akzelerometern unterschiedlicher Marken – teilweise auch zwischen verschiedenen Modellen des gleichen Herstellers – nur bedingt gegeben ist (Esliger & Tremblay, 2006; Sasaki, John & Freedson, 2011). Zudem bestehen aufgrund ihrer Funktionsweise auch bei Akzelerometern Einschränkungen hinsichtlich der Validität: Da das Gerät in der Regel an lediglich einer Körperstelle des Probanden (z.B. der Hüfte) befestigt wird, jedoch nicht jede körperliche Aktivität eine aussagekräftige Beschleunigung an ebendieser Stelle auslöst (z.B. Radfahren, Tragen zusätzlicher Lasten, Schwimmen), können je nach Gerät einzelne Aktivitäten möglicherweise nicht bzw. falsch erfasst werden (Haaren-Mack, 2018; Pedišić & Bauman, 2015). Auf diese Weise können große Differenzen entstehen, wenn Akzelerometerdaten von der Hüfte beispielsweise mit Daten vom Handgelenk verglichen werden (Kerr et al., 2017).

Im Bereich der Anwendbarkeit gelten Akzelerometer als Kompromiss zwischen den Selbstauskünften (Fragebogen oder Bewegungstagebuch) und den chemisch-analytischen Methoden, da der finanzielle und personelle Aufwand, der mit dem Einsatz der Akzelerometrie einhergeht, ebenfalls zwischen diesen beiden Polen anzusiedeln ist (Müller et al., 2010; Ndahimana & Kim, 2017). Die Anwendbarkeit ist im Vergleich mit den subjektiven Methoden hingegen stärker eingeschränkt, da sie eine längerfristige Mitarbeit der Probanden erfordern (z.B. eigenständiges An- und Ablegen der Sensoren; siehe Kapitel 2.3) und den Kontext der körperlichen Aktivität nicht ohne zusätzliche subjektive Informationen abbilden können (Burchartz, Anedda, Auerswald, Mall, Giurgiu, Hill, Ketelhut, Kolb, Manz, Nigg, Reichert, Sprengeler, Wunsch & Matthews, 2020).

Eine Zusammenfassung der Vor- und Nachteile der einzelnen Messoptionen sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Vor- und Nachteile unterschiedlicher Methoden zur Erfassung von körperlicher Aktivität (Ndahimana & Kim, 2017, S. 69; Haaren-Mack, 2018; Müller et al., 2010).

Methode	Vorteile	Nachteile
DLW	<ul style="list-style-type: none"> • Goldstandard für die Erfassung des Gesamtenergieumsatzes • Keine Behinderung/Einschränkung der Probanden im Alltag 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher finanzieller und personeller Aufwand (u.a. Laborkosten, Laborpersonal) • Keine spezifischen Informationen zum Aktivitätsverhalten (z.B. Art, Intensität, Umfang) • Eingeschränkte Dauer der Erhebung
Indirekte Kalorimetrie	<ul style="list-style-type: none"> • Präzise und nicht-invasive Methode für die Erfassung des Energieumsatzes • Informationen zu den metabolischen Energielieferanten 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher finanzieller und personeller Aufwand (u.a. Diagnostikgeräte, i.d.R. Begleitung/Aufsicht des Probanden nötig) • Eingeschränkte Dauer der Erhebung durch technische Voraussetzungen (Feldmessungen teilweise möglich) • Last für Probanden hoch (u.a. Tragen einer Gesichtsmaske)
Direkte Beobachtung	<ul style="list-style-type: none"> • Präzise Informationen zu Dauer und Art von Bewegung sowie Erfassung von Körperpositionen 	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr hoher personeller Aufwand (direkte Beobachtung oder Nachbetrachtung von Videomaterial) • Interpretation des Verhaltens hinsichtlich Intensität nötig (subjektive Komponente) • Hohe Last für Probanden („Aufdringlichkeit“ der Beobachtung) • Bewusstsein über Beobachtung kann zu veränderten Verhalten führen (Hawthorne-Effekt)

Akzelerometrie	<ul style="list-style-type: none"> • Labor- und Feldmessungen der körperlichen Aktivität möglich • Relativ kostengünstige objektive Messung • Messung über mehrere Tage/Wochen möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Abhängigkeit von der (unbeaufsichtigten) Mitarbeit der Probanden • Ungenauigkeiten bei der Umrechnung von Beschleunigung in Aktivitätsverhalten (unterschiedliche Algorithmen) • Ungenaue Erfassung bestimmter Aktivitäten (z.B. Radfahren, Tragen zusätzlicher Lasten, Schwimmen) • Bewusstsein über Beobachtung und Erinnerung durch Gerät kann zu mehr Aktivität motivieren (Hawthorne-Effekt)
Herzfrequenzmessung	<ul style="list-style-type: none"> • Labor- und Feldmessungen der körperlichen Aktivität möglich • Relativ kostengünstige objektive Messung • Messung über mehrere Tage/Wochen möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Abhängigkeit von der (unbeaufsichtigten) Mitarbeit der Probanden • Anfällig für Interferenzen mit elektronischen Geräten • Ungenau in der Messung von Aktivitäten mit leichter Intensität und von sedentärem Verhalten • Hohe intra- und interindividuelle Variabilität (abhängig u.a. von Alter, Geschlecht, Fitnesszustand, Umwelteinflüsse) • Bewusstsein über Beobachtung und Erinnerung durch Gerät kann zu mehr Aktivität motivieren (Hawthorne-Effekt)

<p>Pedometrie (Schrittzähler)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Labor- und Feldmessungen der körperlichen Aktivität möglich • Relativ kostengünstige objektive Messung • Messung über mehrere Tage/Wochen möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Abhängigkeit von der (unbeaufsichtigten) Mitarbeit der Probanden • Auf Schrittzahlmessung beschränkt (dadurch keine/ungenauere Erfassung bestimmter Aktivitäten) • Geringe Präzision bei niedrigen Geschwindigkeiten • Bewusstsein über Beobachtung und Erinnerung durch Gerät kann zu mehr Aktivität motivieren (Hawthorne-Effekt)
<p>Selbstauskünfte (Bewegungstagebücher, Fragebögen)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr kostengünstig • Geringe Belastung der Probanden • Spezifische Informationen zum Aktivitätsverhalten möglich (insbesondere Setting und Art der Bewegung) • Retrospektive Informationen möglich (keine Einschränkungen bzgl. Zeitraum) • Digitalisierbar → keine/geringe Kontaktzeit nötig 	<ul style="list-style-type: none"> • Geringe Genauigkeit aufgrund der Abhängigkeit von kognitiven Prozessen seitens der Probanden (u.a. Verständnisprobleme, Erinnerungsleistung, Soziale Erwünschtheit)

2.2 Herausforderungen in der subjektiven Erfassung körperlicher Aktivität am Beispiel von Fragebogenerhebungen

Die bereits in 2.1 genannten subjektiven Messinstrumente zeichnen sich durch ihre kostengünstige und zeitlich variable Erfassung von körperlicher Aktivität und infolgedessen durch eine hohe Anwendbarkeit aus. Mit Hilfe von Fragebögen sind Untersucher in der Lage, körperliche Aktivität über Zeiträume bis hin zu mehreren Jahrzehnten (z.B. Lifetime Physical Activity Questionnaire; LPAQ (Vera, Ratzlaff, Doerfling & Kopec, 2010)) retrospektiv zu erheben. Allerdings sind sie durch ebendiese Retrospektive auch in ihrer Präzision eingeschränkt. So wird bereits am genannten Beispiel des LPAQ, in dem die körperliche Aktivität der bisherigen Lebenszeit in drei Domänen (Sport/Erholung, berufliche Tätigkeit und Tätigkeit im Haushalt) erfragt wird, erkennbar, dass diese Angaben anfällig für fehlerhafte Erinnerungen bzw. Gedächtnislücken sind und die Ergebnisse durch diesen sogenannten Recall Bias (Coughlin, 1990) verzerrt werden können (Fransson, Knutsson, Westerholm & Alfredsson, 2008; Lissner, Potischman, Troiano & Bengtsson, 2004; Matthews, Moore, George, Sampson & Bowles, 2012). Dabei erhöht sich die Verzerrung, je länger der abgefragte Zeitraum ist bzw. zurückliegt (Ainsworth et al., 2012; H. Montoye, 1996). Allerdings treten diese Probleme nicht nur bei Erhebungen über vergangene Jahre auf, sondern auch bei Fragebögen, die sich auf kürzer zurückliegende Zeiträume beziehen (Baranowski, Mâsse, Ragan & Welk, 2008). Dies verwundert nicht, beachtet man das hohe Maß an kognitiver Leistung, das für eine korrekte Erinnerung benötigt wird: Je nach individuellem Aktivitätsgrad müssen beispielsweise für die Beantwortung eines Fragebogens zur körperlichen Aktivität in der vergangenen Woche mehrere hundert unterschiedlich lang dauernde Aktivitätsphasen berücksichtigt werden (Ainsworth et al., 2012; Matthews et al., 2012).

Neben der fehlerhaften Erinnerung kann auch eine fehlerhafte bzw. vom wahren Wert abweichende Wahrnehmung der Intensität und Dauer von körperlicher Aktivität die Daten beeinflussen (Copeland, Ashe, Biddle, Brown, Buman, Chastin, Gardiner, Inoue, Jefferis, Oka, Owen, Sardinha, Skelton, Sugiyama & Dogra, 2017; Dowd et al., 2018). Insbesondere die Wahrnehmung der Intensität von körperlicher Aktivität ist abhängig von Faktoren wie unter anderem Alter, Geschlecht und Trainingszustand (Canning, Brown, Jamnik, Salmon, Arden & Kuk, 2014; Lagerros & Lagiou, 2007; Shephard & Vuillemin, 2003). Dabei sind auch die physiologischen Reaktionen wie

Schwitzen, Atemfrequenz und Puls, die in vielen Fragebögen als objektive Orientierungshilfe für die Intensität herangezogen werden, abhängig von diesen Faktoren (Matthews et al., 2012; Shephard & Vuillemin, 2003). Es ist jedoch festzustellen, dass körperlich sehr anstrengende und strukturierte Aktivitäten in der Regel besser erinnert werden können als Aktivitäten mit niedriger Intensität, die zumeist beiläufig oder in vielen kurzen Einheiten absolviert werden (Ainsworth et al., 2012; Dipietro, Caspersen, Ostfeld & Nadel, 1993; Matthews et al., 2012; H. Montoye, 1996).

Des Weiteren können fehlerhafte Angaben unterschiedlichster Art die subjektiven Erhebungen beeinflussen. Beispielhaft sind hierbei unmögliche Zeiträume (z.B. die Angabe von zwölf Jahren Aktivität in einer Dekade) oder das Auslassen einzelner Fragen (Anderton, Newhouse, Ainsworth, Nygaard, Egger & Shaw, 2014) zu nennen. Allerdings kann diesen beiden Fehlerquellen zumindest bei digitalisierten Erhebungen durch die entsprechende Programmierung der jeweiligen Software automatisiert entgegengewirkt werden. Dennoch gilt es, die subjektiven Erhebungen so zu gestalten, dass fehlerhafte Angaben vermieden werden. Hierzu zählt auch eine an die jeweilige Zielgruppe angepasste Wortwahl (González-Calvo, González & Lorig, 1997; H. Montoye, 1996). Dabei sind neben Alter und Geschlecht insbesondere die intellektuellen Fähigkeiten und der kulturelle Hintergrund der Befragten zu berücksichtigen (Epstein, Santo & Guillemin, 2015; González-Calvo et al., 1997; H. Montoye, 1996).

Zuletzt ist außerdem der Einfluss der sozialen Erwünschtheit zu nennen, die dazu führt, dass Personen in subjektiven Befragungen dazu neigen, Antworten zu geben, von denen sie erwarten, dass es dem Bild entspricht, das sozial erwünscht ist (Edwards, 1957). So konnten Studien von Motl, McAuley und DiStefano (2005) sowie Adams, Matthews, Ebbeling, Moore, Cunningham, Fulton und Hebert (2005) zeigen, dass ein hohes Maß an sozialer Erwünschtheit in Fragebögen zur körperlichen Aktivität zu einer Überschätzung der Aktivitätsdauer der Befragten führte.

Vor dem Hintergrund dieser Vielzahl an möglichen Einflussfaktoren wundert es nicht, dass subjektiven Erhebungsmethoden eine geringere Validität zugesprochen wird. Im Vergleich mit der DLW reicht die mittlere prozentuale Differenz bezogen auf den im Fragebogen ermittelten Energieumsatz in einer Metaanalyse von Dowd et al. (2018) von -59,5 bis 62,1 Prozent für den Zeitraum der vergangenen sieben Tage, von -13,3

bis 11,4 Prozent für den vergangenen Monat und von -77,6 bis 112,5 Prozent für das vergangene Jahr. Auch in anderen Studien (Kowalski, Rhodes, Naylor, Tuokko & MacDonald, 2012; Neilson, Robson, Friedenreich & Csizmadi, 2008; Prince, Adamo, Hamel, Hardt, Connor Gorber & Tremblay, 2008; Rudolf, Schaller, Frick, Grieben & Froböse, 2016; Skender et al., 2016) zeigen sich große Differenzen zwischen subjektiv und objektiv erhobenen Daten, die die Präzision subjektiver Befragungen ebenso zur Disposition stellen.

Diese Erkenntnisse werfen die Frage auf, ob es methodische Ansätze gibt, die sich eignen, die Genauigkeit der Angaben in Fragebögen zu verbessern, ohne dabei die Anwendbarkeit zu reduzieren.

2.3 Herausforderungen in der Anwendbarkeit objektiver Erfassung von körperlicher Aktivität am Beispiel der Akzelerometrie

Im Gegensatz zu den zuvor genannten Fragebögen erfolgt die objektive Erfassung körperlicher Aktivität prospektiv und bietet damit aktuelle, aber auch zeitlich limitierte Auskunft über das Aktivitätsverhalten der Probanden. Im Bereich der Akzelerometrie existieren verschiedene Empfehlungen, über welchen Zeitraum das Bewegungsverhalten erfasst werden muss, um ein aussagekräftiges Bild über das Alltagsaktivitätsverhalten der Probanden zu erhalten. So empfehlen Trost, McIver und Pate (2005) für Erwachsene ein Minimum von drei und für Jugendliche von sieben Tagen. Dowd et al. (2018) erweitern diese Empfehlung derart, dass für zuverlässige Aussagen zu Schrittzahlen zwei Tage, für Informationen zum Gesamtumfang körperlicher Aktivität sowie zum Ausmaß der moderat bis intensiven körperlichen Aktivität insgesamt drei Tage und für den Umfang der moderat bis intensiven körperlichen Aktivität in Blöcken von mindestens zehn Minuten Dauer mindestens sechs Tage erfasst werden müssen (Dowd et al., 2018, S. 20). Zumeist gilt ein Tag dann als auswertbar, wenn er mindestens zehn Stunden Datenmaterial beinhaltet (Skender et al., 2016).

Resultierend aus diesem Mindestmaß an Daten ergibt sich sogleich die Abhängigkeit der Untersuchung von der Mitarbeit (Adhärenz) der Probanden (Audrey, Bell, Hughes & Campbell, 2013; Müller et al., 2010; van Sluijs & Kriemler, 2016). Sie müssen den entsprechenden Bewegungssensor über diesen Zeitraum am Körper bzw. über oder unter der Kleidung tragen und somit ein hohes Maß an Adhärenz mitbringen. Sind die Sensoren beispielsweise von außen sichtbar oder weisen einen schlechten

Tragekomfort auf, kann dies die Adhärenz negativ beeinträchtigen (Audrey et al., 2013; Dowd et al., 2018; O'Brien, Shultz, Firestone, George, Breier & Kruger, 2017). Um die Adhärenz hingegen zu fördern, besteht die Möglichkeit, auf verschiedene Motivationshilfen (Incentives) zurückzugreifen. Diese sind zumeist mit einem erhöhten personellen und/oder finanziellen Aufwand für die Untersuchung verbunden. Als Beispiel wären hierfür regelmäßige Erinnerungen für die Probanden, den Bewegungssensor anzulegen, via SMS- (Belton, O'Brien, Wickel & Issartel, 2013) oder Telefonnachrichten (Gorczyński, Faulkner, Cohn & Remington, 2014; Sirard & Slater, 2009) zu nennen sowie die monetäre Kompensation für das Tragen des Bewegungssensors für eine bestimmte Zeit (Sirard & Slater, 2009). Bei letzterem zeigte sich insbesondere die Kombination des Geldbetrags mit den Tragetagen als Adhärenz-steigernd. So bekamen die Teilnehmer in einer Gruppe der siebentägigen Studie von Sirard und Slater (2009) für jeden Tag mit mehr als zehn Stunden Datenmaterial jeweils fünf US-Dollar, sowie eine Prämie von zehn US-Dollar für die Rückgabe des Bewegungssensors (d.h. maximal 45 US-Dollar). Die Adhärenz dieser Gruppe war höher als die der drei Vergleichsgruppen, denen von vornherein 35 US-Dollar für ihre Teilnahme an der Studie und weitere zehn für die Rückgabe des Sensors versprochen wurden und die zusätzlich Erinnerungsnachrichten erhielten oder ein Bewegungstagebuch führen mussten.

Die Förderung der Adhärenz erscheint auch vor dem Hintergrund der begrenzten Verfügbarkeit der Bewegungssensoren angebracht. Schließlich steht für die Untersuchung aufgrund der im Vergleich zum Fragebogen deutlich höheren Anschaffungskosten zumeist nur eine limitierte Stückzahl an Geräten zur Verfügung, die entsprechend effizient genutzt werden sollte (Audrey et al., 2013; Rosenbaum, 2012).

Zudem kann aus fehlender Adhärenz ein weiteres Problem entstehen, das die Ergebnisse der Akzelerometrie beeinflusst: Sind die Probanden nicht motiviert, die Akzelerometer zu tragen und erreichen daher nicht das Mindestmaß an Daten, das für eine Auswertung nötig wäre, gehen ihre Datensätze nicht in die Auswertung ein. Somit könnte eine Verzerrung („Selektions-Bias“) entstehen, da motivierte Personen bzw. Personen mit hoher Adhärenz stärker im Gesamtdatensatz repräsentiert werden. Laut einer Studie von Roth und Mindell (2013) mit gesunden Erwachsenen sind Personen, die das Mindestmaß für die Datenauswertung nicht erfüllen, eher jung, Raucher und

in keinem bezahlten Beschäftigungsverhältnis. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen auch P. Lee, Macfarlane und Lam (2013).

Die Frage stellt sich, ob Personen generell für eine Akzelerometrie-Studie rekrutiert werden sollten, wenn ihre Absicht, das Mindestmaß an Tragezeit des Bewegungssensors zu erfüllen, von vornherein gering ist. Letztendlich würden ihre Daten im Fall der Rekrutierung und Nichterreichens des Mindestmaßes ebenso wenig in die Auswertung eingehen als wenn sie gar nicht erst rekrutiert worden wären. Würden sie nicht rekrutiert werden, bestünde allerdings die Möglichkeit, die limitierte Stückzahl an Sensoren effizienter zu nutzen und an Personen auszugeben, die stärker motiviert sind, das Gerät zu tragen. Entsprechend sollte überprüft werden, inwiefern die Art und Weise der Probandenrekrutierung bzw. -selektion die resultierende Adhärenz, die Zusammensetzung der Stichprobe sowie das Datenmaterial beeinflusst.

2.4 Herausforderungen bezüglich der Studienqualität

Die Stärken und Schwächen der zuvor genannten Messoptionen werfen die Frage auf, welche Instrumente in der Wissenschaftspraxis am häufigsten genutzt werden und somit die Grundlage für die bestehende Evidenzbasis und die in Kapitel 1 genannten Maßnahmen und Prozesse (vgl. Abb. 1) bilden. Dabei spielen neben der Auswahl der Messinstrumente selbstverständlich auch weitere methodische Aspekte wie zum Beispiel die Zusammensetzung der jeweiligen Stichproben sowie die Studiendesigns eine entscheidende Rolle, um eine qualitativ hochwertige Evidenzbasis generieren und aussagekräftige Bewegungsempfehlungen formulieren und über die Wirksamkeit von Maßnahmen urteilen zu können (X. Zeng, Zhang, Kwong, Zhang, Li, Sun, Niu & Du, 2015).

Betrachtet man derzeitige Reviews zu Interventionen mit dem Ziel der Steigerung der körperlichen Aktivität, so steht zumeist die inhaltliche Ausgestaltung der Interventionen und weniger die methodischen Aspekte der Evaluation dieser bzw. das Berichtswesen darüber im Vordergrund (z.B. Greaves, Sheppard, Abraham, Hardeman, Roden, Evans & Schwarz, 2011; Sanchez, Bully, Martinez & Grandes, 2015; Zubala, MacGillivray, Frost, Kroll, Skelton, Gavine, Gray, Toma & Morris, 2017). Allerdings wird die Qualität der in den Reviews betrachteten Studien oftmals anhand von Checklisten, Skalen oder Items mit Punktwerten oder allgemeinen Qualitätsstufen bewertet (X. Zeng et al., 2015) und somit zumindest am Rande beachtet. Dabei ist jedoch anzumerken, dass einige dieser Bewertungssysteme (z.B. Delphi-Liste (Verhagen,

Vet, Bie, Kessels, Boers, Bouter & Knipschild, 1998), CASP-Checkliste (Critical Appraisal Skills Programme, 2018)) keine Bewertung der Operationalisierung des Outcomes beinhalten sowie keine Beurteilung ebenjener hinsichtlich Validität und Anwendbarkeit.

In Bezug auf die Auswahl geeigneter Messinstrumente und das Abwägen von Anwendbarkeit und Validität fordern Dowd et al. (2018):

"it is critical that researchers consider selecting the measure with the best validity, reliability and responsiveness to change available to them; a larger dataset with less valid measures may not always be superior to a smaller dataset" (Dowd et al., 2018, S. 21).

Diese Empfehlung spiegelt sich auch in den Standards der Evidenzbasierten Medizin (Evidence-Based Medicine; Sackett, Rosenberg, Gray, Haynes & Richardson, 1996; Sackett, 1997) wider, die als Orientierungshilfe für die Forschung im Bereich der Gesundheitsförderung (durch körperliche Aktivität) dienen kann und das bestmögliche Ausmaß an interner und externer klinischer Evidenz, gepaart mit klinischer Anwendbarkeit verlangt (Sackett, 1997).

Aus diesem Grund gilt es, die Frage zu beantworten, welche Methoden für die Umsetzung einzelner Studien im Bereich der körperlichen Aktivität bzw. explizit zur Evaluation von Studien zur Bewegungsförderung genutzt werden und ob in dieser Hinsicht weiteres Optimierungspotential besteht, um den Standards der Evidenzbasierten Medizin nachzukommen.

3. Forschungsfragen

Aus den zuvor dargestellten theoretischen Überlegungen zu den methodologischen Herausforderungen in der Erfassung körperlicher Aktivität ergibt sich folgende Haupt-Fragestellung für die vorliegende Arbeit:

Welches Optimierungspotential besteht im Bereich der Methodik für die Erfassung körperlicher Aktivität?

Zur Beantwortung dieser Haupt-Fragestellung, sollen nachfolgend drei Teil-Fragestellungen näher untersucht werden:

1. Auf welcher methodischen Grundlage werden Aussagen über die Effektivität einzelner Maßnahmen zur Steigerung der körperlichen Aktivität getroffen?
2. Lässt sich die Präzision von Antworten in einem Fragebogen durch zusätzliche bildliche Darstellungen von körperlicher Aktivität verbessern?
3. Stellt die Art und Weise der Rekrutierung von Probanden für Akzelerometrie-Studien einen möglichen Mehrwert für die Datenmenge sowie die Ökonomie der Datengewinnung dar?

Diese Fragestellungen sollen in den nachfolgenden Kapiteln durch drei Studien untersucht und beantwortet werden.

4. Studie Nr. 1: Effectiveness studies in health promotion: A review of the methodological quality of studies successfully promoting physical activity

Referenz

Rudolf, K., Dejonghe, L. A. L., Froböse, I., Lammer, F., Rückel, L.-M., Tetz, J. et al. (2019). Effectiveness Studies in Health Promotion: A Review of the Methodological Quality of Studies Reporting Significant Effects on Physical Activity in Working Age Adults. *International journal of environmental research and public health*, 16 (5). doi:10.3390/ijerph16050813

Abstract

The methodology of intervention studies on physical activity (PA) promotion is of great importance regarding evidence development in complex interventions. The aim of this review was to provide an overview of the methodological quality of those studies which reported statistically significant effects of interventions promoting PA. PUBMED was searched for reviews on PA promotion to identify studies reporting effective interventions with participants of working age (16–67 years). Selected reviews were screened and data from primary studies with effective interventions were extracted to assess methodological quality. Forty-six reviews with 600 primary studies were identified, of which 33 met the inclusion criteria. Twenty-one studies were conducted as randomized controlled trials, 13 included an intervention control group, 25 measured PA by questionnaire, and 13 included objective measurements. Information on used statistics was often scarce, and long-term follow-up measurements were frequently missing. The overall methodological quality was moderate for randomized studies and low for non-randomized studies; information on methods and results was often lacking. To overcome these methodological issues, standardized guidelines for reporting study results should be considered, not only when publishing results but also when designing studies. This review provides a solid foundation for the development of practical advice for planning application-oriented studies in PA promotion.

Keywords: evidence development; physical activity promotion; methodology; assessment; study design; reporting guidelines

5. Studie Nr. 2: Show cards of the Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ) – do they impact validity? A crossover study

Referenz

Rudolf, K., Lammer, F., Stassen, G., Froböse, I. & Schaller, A. (2020). Show cards of the Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ) - do they impact validity? A crossover study. *BMC public health*, 20 (1), 223. doi:10.1186/s12889-020-8312-x

Abstract

Background

The Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ) is applied internationally as a tool to assess the level of physical activity. The GPAQ was designed as an interview, including the use of show cards, which visualise activities of moderate and intensive physical activity and support the distinction between these intensities. The self-administered version of the GPAQ is used in the application-oriented research for reasons of economy and practicality. However, the use of show cards often remains unknown. The aim of the present study was to examine differences in validity between two self-administered versions of the GPAQ with and without show cards.

Methods

In this crossover study, two groups ($n = 54$; 57.4% female; 28.3 ± 12.2 years) received the GPAQ with or without show cards after 7 days and the respective other version after additional 7 days. For validation, all participants wore an accelerometer (ActiGraph GT3X+) on all 14 days.

Differences between GPAQ versions and accelerometer data were compared by Wilcoxon signed rank test. Additionally, Spearman analyses and Bland-Altman plots were calculated.

Results

No statistically significant difference between the GPAQ versions could be found in regard to the accuracy of physical activity assessment ($p > 0.05$).

Both GPAQ versions show similar correlation coefficients for vigorous physical activity ($\rho = 0.31-0.42$) and sedentary behaviour ($\rho = 0.29-0.32$). No statistically

significant correlation was found for physical activity of moderate intensity. The Bland-Altman plots support these results, as both GPAQ versions have the same trends in terms of overestimation and underestimation of physical activity.

Conclusion

The use of show cards had no significant impact on questionnaire validity. Therefore, both GPAQ versions can be applied interchangeably. Nevertheless the exact description of application of the GPAQ is desirable in terms of reproducibility and transparent scientific research.

6. Studie Nr. 3: Impact of different recruitment strategies on accelerometry adherence and resulting physical activity data: a secondary analysis.

Referenz

Rudolf, K., Grieben, C., Petrowski, K., Froböse, I. & Schaller, A. (2018). Impact of different recruitment strategies on accelerometry adherence and resulting physical activity data: A secondary analysis. *Preventive medicine reports*, 10, 76-81. doi:10.1016/j.pmedr.2018.02.009

Abstract

Strategies for increasing adherence to physical activity assessments are often linked to extra financial or personal effort. This paper aims to investigate the influence of the recruitment strategy on participants' adherence to accelerometry and resulting PA data. Data were used from two previous studies conducted in 2013 and 2016 in Cologne, Germany, differing in recruitment strategy (N = 103, 40.8% male, mean age 20.9 ± 3.7 years, mean BMI 23.7 ± 4.1 kg/m²). In the passive recruitment (PR) group, vocational students took part in the accelerometry (ActiGraph GT3X+) in line with the main study unless they denied participation. In the active recruitment (AR) group, vocational students were invited to actively volunteer for the accelerometry. Impact of recruitment strategy on adherence and PA data was examined by regression analysis. Average adherence to the accelerometry was 66.7% (AR) and 74.0% (PR). No statistically significant influence of recruitment strategy on adherence and resulting PA was found (all $p > 0.05$). The difference in recruitment strategy did not affect adherence to accelerometry. The data imply that AR may be applicable. Future studies using larger sample sizes and diverse populations should further investigate these trends.

Keywords: physical activity; adherence; recruitment; accelerometry; vocational school students; sampling bias

7. Übergeordnete Diskussion

7.1 Ergebnisdiskussion

Die vorliegende Arbeit hatte zum Ziel, das methodologische Optimierungspotential in der Erfassung von körperlicher Aktivität zu eruieren. Wie bereits in Kapitel 2 dargestellt, bieten die existierenden Messinstrumente unterschiedliche Vor- und Nachteile für die Erfassung von körperlicher Aktivität mit entsprechender Auswirkung auf Anwendbarkeit und Aussagekraft der Ergebnisse.

In Studie Nr. 1 (Kapitel 4) wurde zunächst eine systematische Übersicht erstellt, um der Frage nachzugehen, auf Basis welcher Studienqualität Aussagen über die Effektivität von Maßnahmen bzw. Interventionen zur Bewegungssteigerung getroffen werden. Es zeigte sich, dass die methodische Basis der Studien hinsichtlich des reinen Studiendesigns in großem Maß auf den qualitativ als hochwertig einzustufenden randomisierten kontrollierten Studien beruht. Dennoch ist die Qualität der Aussagen insgesamt als moderat zu bewerten, da die zugrundeliegenden Studien nur bedingt auf Kontrollgruppen mit eigenständiger Intervention (Interventionskontrollgruppen) zurückgreifen und der Einsatz von bzw. das Berichtswesen über statistische Verfahren und Ergebnisse in vielen Studien Lücken aufweist. Zudem sind Langzeiteffekte nur in den wenigsten der eingeschlossenen Studien untersucht worden, weshalb die Nachhaltigkeit der jeweiligen Ergebnisse zu hinterfragen ist.

Ein Hauptaugenmerk sollte zudem auf die eingesetzten Messinstrumente gelegt werden: Mehr als die Hälfte der untersuchten Studien nutzte rein subjektive Instrumente, ein Viertel rein objektive Instrumente und nur rund jede sechste Studie eine Kombination subjektiver und objektiver Daten. Dabei ist anzumerken, dass insbesondere in Stichproben mit mehr als 100 Probanden die Verwendung objektiver Messinstrumente eine Ausnahme blieb. Dies könnte in zwei Aspekten begründet sein. Einerseits könnten objektivere Instrumente, die als präziser gelten, seltener statistisch signifikante Ergebnisse bzw. positive Veränderungen zeigen, weshalb sie aufgrund der Einschlusskriterien in Studie Nr. 1 nicht berücksichtigt worden sind. Andererseits könnte der seltene Einsatz der objektiven Methoden auf die geringere Anwendbarkeit der Instrumente hindeuten, weshalb sie für größere Stichproben nur in den seltensten Fällen angewandt werden. Betrachtet man die Literatur zur Evaluation von Interventionen zur Bewegungsförderung außerhalb der Einschlusskriterien von Studie

Nr. 1, fällt allerdings auf, dass auch in Studien mit nicht-signifikanten Ergebnissen überwiegend subjektive Erhebungsinstrumente verwendet wurden (Bottorff, Seaton, Johnson, Caperchione, Olliffe, More, Jaffer-Hirji & Tillotson, 2015; Carvalho de Menezes, Bedeschi, Santos & Lopes, 2016; Malik, Blake & Suggs, 2014) und nur wenige Interventionsstudien bei großen Stichproben auf Akzelerometer zurückgreifen (z.B. E. Andersen, Burton & Anderssen, 2012; Lubans, Smith, Plotnikoff, Dally, Okely, Salmon & Morgan, 2016). Dies deutet ebenfalls auf die Problematik der eingeschränkten Anwendbarkeit der Akzelerometrie hin, mit der sich Studie Nr. 3 dieser Arbeit befasste. In Anlehnung an die in Kapitel 2.2 dargestellten Einschränkungen hinsichtlich der Validität von subjektiven Erhebungsinstrumenten muss zudem kritisch hinterfragt werden, wie aussagekräftig die Evidenzbasis bezüglich der Förderung der körperlichen Aktivität eigentlich ist, wenn ihre zugrundeliegenden Ergebnisse zu großen Teilen auf ebendiese Messinstrumente zurückzuführen sind. Umso mehr, wenn man bedenkt, dass auch die Messgenauigkeit von Akzelerometern und Pedometern, die in den übrigen Studien zumeist genutzt wurden, noch weiteres Verbesserungspotential aufweist (siehe Kapitel 2.1; Dowd et al., 2018; Matthews et al., 2012; Ndahimana & Kim, 2017).

Bereits seit mehreren Jahren gibt es Bestrebungen, die Aussagekraft von subjektiven Erhebungsmethoden zu stärken (Ainsworth et al., 2012; Matthews et al., 2012), indem beispielsweise Fehlerkorrekturmodelle angewandt werden, die die Schwächen von Selbstauskünften durch statistische Verfahren ausgleichen sollen (Lim, Wyker, Bartley & Eisenhower, 2015; Matthews et al., 2012). So schlagen Matthews et al. (2012) vor, zunächst eine Kalibrierungsstudie mit einer kleinen Teilmenge der zu untersuchenden Stichprobe vorzunehmen, in der die Probanden das subjektive Instrument parallel zu einer objektiven (präziseren) Methode verwenden. Anhand des Vergleichs der subjektiven und objektiven Messungen wird dann eine Fehlerkorrektur berechnet, die auf die subjektiven Daten der Gesamtstichprobe angewandt werden kann. Dieses Vorgehen kann jedoch abermals nur als Annäherung an den wahren Wert der körperlichen Aktivität gesehen werden, da sie voraussetzt, dass die Fehler der Teilstichprobe in der Kalibrierungsstudie exakt denen der Gesamtstichprobe entsprechen. Eine Umsetzung dieser Form der Pilotierung und Adjustierung konnte in den in Studie Nr. 1 eingeschlossenen Studien jedoch nicht nachgewiesen werden.

Weitere Maßnahmen zur Verbesserung der Aussagekraft von subjektiven Erhebungen fassen Ainsworth et al. (2012) zusammen. Sie identifizieren sechs Ebenen, auf denen Fehlerquellen reduziert werden können (Ainsworth et al., 2012, S. 3-9):

1. Klares Verständnis der zu erhebenden Daten – Vor der Auswahl eines geeigneten Instruments muss geklärt sein, welche Art von Verhalten, in welcher Zielgruppe, in welchem Setting untersucht werden soll. Dabei sind sowohl das Studiendesign als auch das übergeordnete Ziel der Studie zu berücksichtigen.
2. Passende Instrumentenauswahl – Das Instrument muss für die zu untersuchende Zielgruppe validiert sein. Dabei sind neben den unter 1. genannten Aspekten auch die kulturellen und kognitiven Voraussetzungen der Zielgruppe zu berücksichtigen. Falls eine Adaptation des Instruments notwendig ist, können entsprechende Guidelines hierfür (Epstein et al., 2015) als Unterstützung dienen. Im Nachgang ist dann allerdings eine Validierung der adaptierten Version notwendig.
3. Datenerhebung – Das ausgewählte Instrument muss standardisiert und der Validierung entsprechend eingesetzt werden (z.B. kein Einsatz als Fragebogen, wenn das Instrument ausschließlich als Interview validiert wurde). Die Anzahl der Messzeitpunkte sollte sich zudem an dem zu untersuchenden Verhalten orientieren und daran, wie lange dieses zurückliegen darf, um noch vollständig erinnert zu werden. Um die Probanden bei der Erinnerung zu unterstützen, können Hilfestellungen („prompts“) gegeben werden.
4. Datenauswertung – Nutzung von statistischen Verfahren, die Messfehler identifizieren und korrigieren/adjustieren können. Zudem muss die Auswertung in standardisierter Form entsprechend der jeweiligen Auswertungsanleitung erfolgen, um Ergebnisse von unterschiedlichen Studien vergleichen zu können.
5. Zusammenfassung der Ergebnisse – Die Einheiten, in denen die Ergebnisse angegeben werden (z.B. MET, min/Tag etc.), sind einheitlich entsprechend der ursprünglich validierten Form zu nutzen, da eine Umrechnung in andere Einheiten eine potentielle Fehlerquelle darstellt.
6. Interpretation der Ergebnisse – In Einklang mit Punkt 1 gilt es, die Passung von Erhebungsinstrument und Forschungsfrage abzuwägen und potentielle Messfehler zu berücksichtigen.

In Bezug auf diese sechs Ebenen fällt in Studie Nr. 1 auf, dass in einigen der eingeschlossenen Studien Aspekte der Ebenen 1 und 2 nicht optimal umgesetzt wurden. So wurden beispielsweise Fragebögen für eine Längsschnitt-Evaluation genutzt, die für ebendiese nicht entwickelt worden sind bzw. für die kein Nachweis der Änderungssensitivität vorliegt (z.B. *Active Australia Questionnaire* (Australian Institute of Health and Welfare, 2003) oder *Godin Shephard Physical Activity Survey*, (Amireault & Godin, 2015)). Abgesehen davon werden die meisten der dargestellten Aspekte in Bezug auf die Instrumentenwahl, Datenerhebung sowie Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse in den untersuchten Studien berücksichtigt. Die bereits angesprochene fehlende statistische Korrektur für potentielle Messfehler lässt die Problematik der eingeschränkten Aussagekraft der Ergebnisse jedoch weiter fortbestehen.

Es gilt daher, die Erhebung von und den Umgang mit körperlichen Aktivitätsdaten inklusive der Methoden, die zur Adjustierung der Daten eingesetzt werden, weiter zu optimieren und standardisiert einzusetzen (Ainsworth et al., 2012; Dowd et al., 2018; Kelly et al., 2016; Strath, Kaminsky, Ainsworth, Ekelund, Freedson, Gary, Richardson, Smith & Swartz, 2013). Dies schließt mit ein, die für die Fragestellung bestmöglichen nutzbaren Instrumente auszuwählen, um ein höheres Maß an Präzision und damit einhergehend belastbarere Ergebnisse zu gewährleisten (Dowd et al., 2018; Sackett, 1997). Darüber hinaus ist das Berichtswesen über die eingesetzten Instrumente sowie statistischen Verfahren im Sinne der Transparenz weiter auszubauen (A. Montoye, Moore, Bowles, Korycinski & Pfeiffer, 2018).

Studie Nr. 2 ist prinzipiell den oben aufgeführten Ebenen 2 und 3 (Ainsworth et al., 2012) zuzuordnen. Durch die Überprüfung des Einflusses der Show Cards auf die Selbstauskünfte der Befragten, wurde gleichwohl ein Versuch unternommen, kognitive Anforderungen durch den Einsatz von beispielhaften Bildern zu reduzieren sowie das Instrument für den Einsatz mit und ohne Show Cards im Vergleich mit Akzelerometern zu validieren. Die Show Cards selbst sollten das abgefragte Verhalten beispielhaft darstellen und wie von Ainsworth et al. (2012) vorgeschlagen als Art „Gedächtnisstützen“ („prompts“) dienen. Die Ergebnisse der Studie zeigen jedoch, dass eine Verwendung des GPAQ mit und ohne Show Cards zu vergleichbaren Ergebnissen führt – zumindest in der getesteten Gruppe der jungen und körperlich

aktiven Personen. Für diese scheinen die Bilder keinen Mehrwert für die Einschätzung der eigenen körperlichen Aktivität zu liefern. Auch die Kriteriumsvalidität ließ sich durch die Show Cards nicht steigern. Mit Korrelationen von 0,3 bis 0,4 in Beziehung zum Akzelerometer zeigen beide GPAQ-Versionen (mit und ohne Show Cards) eine ähnlich geringe Kriteriumsvalidität wie es auch in anderen Studien mit dem GPAQ (Alkahtani, 2016; Chu, Ng, Koh & Müller-Riemenschneider, 2015; Wanner, Hartmann, Pestoni, Martin, Siegrist & Martin-Diener, 2017) oder dem inhaltlich und methodisch sehr ähnlichen IPAQ (Dyrstad, Hansen, Holme & Anderssen, 2014) der Fall ist. Generell liegt die Kriteriumsvalidität von Fragebögen im Vergleich zu Akzelerometern in den seltensten Fällen über einem Wert von $r=0,4$, insbesondere wenn der Umfang der körperlichen Aktivität in unterschiedlichen Intensitätsbereichen als Kriterium gewählt wird (Helmerhorst, Brage, Warren, Besson & Ekelund, 2012). Es scheint daher fraglich, ob die Kriteriumsvalidität generell durch methodische Veränderungen des Fragebogens verbessert werden kann oder ob aufgrund der Komplexität, die dem Konstrukt „körperliche Aktivität“ innewohnt (Kelly et al., 2016; Sylvia, Bernstein, Hubbard, Keating & Anderson, 2014), keine höheren Werte erreichbar sind. Vermutlich würden Fragebögen auch ihren Vorteil der hohen Anwendbarkeit einbüßen, wenn jedes relevante Verhalten einzeln und mit allen erdenklichen Ausprägungen abgefragt werden würde, um der Komplexität des Verhaltens gerecht zu werden. Dennoch sollten die Gründe für die geringen Korrelationskoeffizienten weiter untersucht werden, beispielsweise durch qualitative Untersuchungen. Denkbar wäre zum Beispiel, die beiden GPAQ-Versionen einzusetzen und die Beantwortung dieser mit kognitiven Interviews bzw. der Think-Aloud Methode (Ericsson & Simon, 1980) zu begleiten. Bei dieser Methode der qualitativen Forschung werden die Probanden gebeten, jeden Gedanken, den sie während der Bearbeitung einer Aufgabe – in diesem Fall beim Ausfüllen eines Fragebogens – fassen, zu verbalisieren (Ericsson & Simon, 1980).

„Diese Methode kann Anhaltspunkte dafür liefern, wo Probleme in einem Fragebogen auftauchen, z. B. welche Fragen nicht oder nicht so wie intendiert verstanden werden, ob Sprungregeln verwirrend sind oder Informationen dem Befragten nicht vorliegen“ (Pohontsch & Meyer, 2015, S. 55).

Auf diesem Weg könnte ebenfalls untersucht werden, welche Auswirkungen die gezeigten Show Cards auf die Denkprozesse der Befragten und die resultierenden Antworten ausüben (Dietrich & Ehrlenspiel, 2010; Pohontsch & Meyer, 2015). Beispielsweise könnte geprüft werden, ob die dargestellten Aktivitäten seitens der Probanden mit den entsprechenden Intensitäten verknüpft und korrekt auf die eigenen

Aktivitäten übertragen werden können. Die Methodik der kognitiven Interviews wurde in den vergangenen Jahren bereits für die Entwicklung und Validierung von Fragebögen zu unterschiedlichen Themenbereichen eingesetzt (Pohontsch & Meyer, 2015; Presser, Couper, Lessler, Martin, Martin, Rothgeb & Singer, 2004). Im Bereich der Messung von körperlicher Aktivität finden sich jedoch nur vereinzelte Studien, die kognitive Interviews einsetzen (Altschuler, Picchi, Nelson, Rogers, Hart & Sternfeld, 2009; L. Andersen, Groenvold, Jørgensen & Aadahl, 2010), sodass in diesem Feld noch Forschungslücken bestehen.

Abgesehen von Verständnisproblemen im Fragebogen, könnten die Unterschiede zwischen Akzelerometrie und Fragebogen auch – zumindest zum Teil – in der Funktionsweise der Akzelerometrie begründet sein. Die Akzelerometrie nutzt definierte Schwellen, um die registrierten Beschleunigungen in Verhalten und dieses über weitere Algorithmen in Umfänge umzurechnen. Dabei ist die Klassifikation der Intensitäten und Umfänge stark von den eingesetzten Auswertungsschemata abhängig (Aadland, Andersen, Anderssen & Resaland, 2018; Migueles, Cadenas-Sanchez, Ekelund, Delisle Nyström, Mora-Gonzalez, Löf, Labayen, Ruiz & Ortega, 2017; Migueles, Cadenas-Sanchez, Tudor-Locke, Löf, Esteban-Cornejo, Molina-Garcia, Mora-Gonzalez, Rodriguez-Ayllon, Garcia-Marmol, Ekelund & Ortega, 2019). So wurden in der vorliegenden Arbeit Daten, die mit 30 Hertz aufgenommen wurden, in 30-sekündige Zeiträume, sogenannte „Epochen“, aggregiert und anschließend anhand der Klassifikation von Freedson, Melanson und Sirard (1998) mit einer zugehörigen Intensität versehen (siehe Kapitel 5.5.1 und 6.3.2). So wird beispielsweise die Epoche einer Person, die 1952 CPM enthält, nach Freedson et al. (1998) als „moderat intensiv“ eingestuft, nach der Klassifikation von Troiano, Berrigan, Dodd, Mâsse, Tilert und McDowell (2008) jedoch lediglich als „leicht intensiv“. Darüber hinaus führt eine Reduktion um 1 CPM auf 1951 CPM dazu, dass auch bei Freedson et al. (1998) „leichte Intensität“ für die gesamte Epoche angegeben wird. Zudem beginnt die erste Epoche mit dem Start der Datenaufnahme, das heißt, wenn die gemessene Beschleunigung einer Person sich ungünstig auf zwei Epochen verteilt, werden beide Epochen beispielsweise als „leicht“ eingestuft. Im Gegensatz dazu, könnte bei einer anderen Person eine vergleichbare Beschleunigung zeitlich versetzt und somit innerhalb einer Epoche entstehen. Entsprechend würde diese Person die Klassifikation „moderat“ für die Epoche erhalten. Diese Beispiele verdeutlichen, dass auch die Akzelerometrie noch einige Schwächen aufweist und daher als

Vergleichsinstrument für Validierungsstudien Fehlerpotential beherbergt. Dennoch gilt sie in der Literatur als geeignetes Vergleichskriterium in Bezug auf das Bewegungsverhalten und wird unter anderem häufig zur Validierung von Fragebögen eingesetzt (Dowd et al., 2018; van Poppel, Chinapaw, Mokkink, van Mechelen & Terwee, 2010). Allerdings geben in Bezug darauf sowohl Kelly et al. (2016) als auch Troiano, McClain, Brychta und Chen (2014) zu bedenken, dass Daten von Selbstauskünften und Akzelerometern nicht eins zu eins verglichen werden können, da sich die zugrundeliegenden Konstrukte unterscheiden. Während Akzelerometer absolute Beschleunigungen messen und daraus Bewegung errechnen, wird in subjektiven Methoden in der Regel ein komplexes und umfängliches Verhalten abgefragt. Es stellt sich also die Frage, ob es überhaupt sinnvoll ist, objektiv erhobene Aktivitätsdaten zu nutzen, um das Erreichen von Bewegungsempfehlungen zu überprüfen, die auf subjektiv erhobenen Daten (und Expertenmeinungen) beruhen (Troiano et al., 2014). Vielmehr sollte darüber nachgedacht werden, Instrumentenspezifische Grenzwerte für ein Optimum an körperlicher Aktivität zu entwickeln, deren Einhaltung dann mit ebendiesen Instrumenten überprüft werden kann. Dabei müssen ebenfalls Unterschiede zwischen Messinstrumenten derselben Kategorie berücksichtigt werden, denn die Klassifizierung der Personen in nicht bzw. ausreichend aktiv ist abhängig von dem gewählten Messinstrument (Williamson, Kelly & Strain, 2019). Darüber hinaus gilt es, das Setting und den Kontext, in dem die körperliche Aktivität stattfindet, in die Empfehlungen mit einzuschließen, da es Hinweise darauf gibt, dass körperliche Aktivität im Kontext beruflicher Arbeit einen anderen Einfluss auf die individuelle Gesundheit darstellt als körperliche Aktivität in der Freizeit (Harari, Green & Zelber-Sagi, 2015; Holtermann, Hansen, Burr, Sjøgaard & Sjøgaard, 2012; Holtermann, Krause, van der Beek & Straker, 2018; Li, Loerbroks & Angerer, 2013; White, Babic, Parker, Lubans, Astell-Burt & Lonsdale, 2017). Zudem ist es ratsam, konkrete Handlungsempfehlungen in die Bewegungsempfehlungen einzuschließen, da eine Identifizierung adäquater Intensitäten für den Laien möglicherweise zu schwierig ist (Braham, Rosenberg & Begley, 2012; Canning et al., 2014).

Studie Nr. 3 verfolgte das Ziel, die Anwendbarkeit der Akzelerometrie zu stärken, indem eine Rekrutierungsmethode überprüft wurde, die die Adhärenz der Probanden steigern und keinen finanziellen oder personellen Mehraufwand dafür mit sich bringen

sollte. Wie die Daten zeigen konnten, besteht zwischen den Probanden einer aktiven Rekrutierung, bei der den Probanden angeboten wurde, ein Akzelerometer zu tragen, und Probanden einer passiven Rekrutierung, bei der die Erhebung fester Bestandteil einer übergeordneten Studie war, kein Unterschied. Hinsichtlich der Zusammensetzung der Stichproben sowie der Datenmenge unterschieden sich beide Probandengruppen nicht signifikant. So lässt sich konstatieren, dass die aktive Rekrutierung durchaus einsetzbar ist. Sie kann eine Option in der Wissenschaft sein, wenn die Zahl der verfügbaren Akzelerometer limitiert ist, zumal so Personen, die Interesse an der Akzelerometrie zeigen und sich speziell dafür freiwillig melden, eine Teilnahme ermöglicht werden kann.

Da sich die resultierenden Daten aber auch hinsichtlich der Datenmenge, das heißt, bezüglich des Prozentsatzes der Personen, die das Gerät tragen und ausreichend Daten für eine Auswertung zur Verfügung stellen, nicht unterscheiden, bietet die aktive Rekrutierung keine Erhöhung der Anwendbarkeit. Stattdessen müssen sogar mehr Personen angesprochen werden, um eine vergleichbare Zahl an Probanden zu gewinnen, die die Akzelerometer tragen. Von diesen lieferten nur rund 67 Prozent mindestens ausreichend Datenmaterial für eine Auswertung. Im Vergleich dazu lieferten 76 Prozent der Probanden aus Studie Nr. 2 genug Datenmaterial für die Auswertung. Demnach scheint das in Studie Nr. 3 gewählte Klientel der Berufsschüler eine besondere Zielgruppe für die Akzelerometrie zu sein, da auch in anderen Studien mit Erwachsenen der Prozentsatz der auswertbaren Datensätze trotz strengerer Einschlusskriterien deutlich höher ausfällt (z.B. mind. vier von sieben Tagen mind. zehn Stunden getragen: 85,1% (Luzak, Heier, Thorand, Laxy, Nowak, Peters & Schulz, 2017); 89,4% (Wanner et al., 2017)).

Es gilt, zum Beispiel über qualitative Erhebungen, die Gründe für das Nicht-Tragen des Akzelerometers genauer zu betrachten. Für die Akzelerometrie bei Jugendlichen führten Audrey et al. (2013) bereits eine solche Studie durch. Während bei der Baseline-Erhebung zunächst noch 75 Prozent der Probanden Daten von mindestens zehn Stunden an mindestens drei Tagen der einwöchigen Erhebung lieferten, waren es in einer Follow-Up Untersuchung lediglich 56 Prozent (Audrey et al., 2013). Als Begründung für das Nicht-Tragen gaben die Probanden im Nachgang insbesondere an, dass das Aussehen und der geringe Komfort der Akzelerometer die Absicht, die Geräte zu tragen, verringert hätte. Ähnliche Gründe offenbarte auch eine Studie von O'Brien et al. (2017) mit erwachsenen Frauen. Zudem wurde der Akzelerometer

oftmals bei intensiveren sportlichen Aktivitäten nicht getragen, da die Angst bestand, sich oder andere zu verletzen oder das Gerät zu beschädigen (Audrey et al., 2013). Den Bewegungssensor insbesondere bei sportlichen bzw. intensiven körperlichen Aktivitäten nicht zu tragen, ist selbstverständlich ein Aspekt, der die Ergebnisse einer Untersuchung stark verzerren kann und dem entgegengewirkt werden muss. So gilt es, zukünftige Akzelerometer bruchstabil und komfortabel zu gestalten, um ein Tragen auch während sportlicher Aktivität (ohne Störung des Probanden oder seiner Umwelt) zu gewährleisten.

Des Weiteren gaben die Probanden von Audrey et al. (2013) an, dass sie keinen Sinn darin sahen, das Gerät zu tragen, denn das Incentive, das den Probanden für die Rückgabe des Akzelerometers 10 £ versprach, erhielten sie unabhängig von den generierten Daten. Der Einsatz eines Incentives muss demnach wohl überlegt sein. Wie die Studie von Sirard und Slater (2009) zeigte, ist insbesondere eine finanzielle Kompensation für jeden Tag mit ausreichender Datenmenge ein erfolgsversprechender Ansatz. Dieser war täglichen Erinnerungsrufen und dem Führen eines Aktivitätstagebuchs bezogen auf den Prozentsatz der Probanden, die ausreichend Daten generierten, überlegen (Sirard & Slater, 2009). Selbstverständlich geht ein solcher Ansatz aber mit einer höheren finanziellen Belastung für die Datenerhebung einher, weshalb weiterhin nach Möglichkeiten gesucht werden sollte, wie die Adhärenz – insbesondere bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen – gesteigert werden kann.

Insgesamt konnte in dieser Arbeit Optimierungspotential für die Methodologie in der Erfassung von körperlicher Aktivität identifiziert werden. Die untersuchten Ansätze stellten jedoch bezogen auf die Kriteriumsvalidität und Anwendbarkeit von Fragebögen (hier: GPAQ) und Akzelerometrie (hier: Actigraph GT3X+) lediglich geringfügige Verbesserungen bezüglich der Anwendbarkeit dar. Es gilt, in zukünftigen Studien weitere Ansätze zu prüfen und bezogen auf die Generierung von Evidenz verstärkt auf hoch-valide Messinstrumente zurückzugreifen.

7.2 Methodendiskussion

Da die drei Studien bereits innerhalb der Veröffentlichungen hinsichtlich ihrer Stärken und Schwächen diskutiert wurden, sollen sie in diesem Kapitel in Bezug auf die übergeordnete Fragestellung nach dem methodologischen Optimierungspotential in der Forschung zur körperlichen Aktivität diskutiert werden.

Studie Nr. 1 sollte die Teilfragestellung beantworten, auf welcher methodologischen Grundlage Aussagen über die Effektivität einzelner Maßnahmen zur Steigerung der körperlichen Aktivität getroffen werden. Hierfür wurde ein Review durchgeführt, das den PRISMA-Richtlinien (Moher, Liberati, Tetzlaff & Altman, 2009; Ziegler, Antes & König, 2011) entsprechend umgesetzt wurde. PRISMA ist eine Checkliste mit insgesamt 27 Items und wird von führenden Wissenschaftsinitiativen (u.a. Cochrane Deutschland, EQUATOR Netzwerk) für die Erstellung von Übersichtsarbeiten (z.B. Systematic Reviews, Reviews und Meta-Analysen) empfohlen (Antes & Elm, 2009; Cochrane Deutschland, 2020; EQUATOR Network, 2019).

Das Review als solches bietet eine gute Übersicht über eine Vielzahl methodologischer Aspekte in der Forschung zur Steigerung der körperlichen Aktivität. Auf diese Weise konnte festgestellt werden, dass für die eingeschlossenen Primärstudien die methodischen Schwächen weniger im eigentlichen Design, denn in der Operationalisierung der Outcomes und dem Berichtswesen bestehen. Die gewonnenen Erkenntnisse über den seltenen Einsatz objektiver Messinstrumente unterstreichen den Aspekt der im Vergleich zu subjektiven Erhebungen geringeren Anwendbarkeit der Instrumente und die Notwendigkeit ebendiese zu erhöhen. Dies kann als Grundlage für den in Studie Nr. 3 verfolgten Ansatz gesehen werden, die Anwendbarkeit der Akzelerometrie über eine abgeänderte Rekrutierung zu erhöhen. Im gleichen Zug weist das Review auf Schwächen in der internen Validität der Ergebnisse der Studien hin, welche wiederum die Grundlage für Studie Nr. 2 darstellen.

Eine Limitation des Reviews stellt dennoch die gewählte Suchstrategie dar, die sich auf eine wissenschaftliche Datenbank (Pubmed) beschränkt. Der zweistufige Suchprozess, der mit der Suche nach Reviews begann und aus diesen dann relevante Primärstudien filterte, kann als eine Erweiterung der Suche gesehen werden, da die eingeschlossenen Reviews in der Regel Suchen in mehreren Datenbanken durchführten. Es ist jedoch davon auszugehen, dass eine Ausweitung der Suchstrategie auf weitere Datenbanken sowie eine direkte Suche nach Primärstudien die Anzahl einzuschließender Artikel erhöht hätte. Andererseits bietet der Fokus auf bereits in Reviews betrachteten Studien den Vorteil, dass nur Studien in Betracht gezogen wurden, denen durch die Aufnahme in ein Review eine gewisse Relevanz für das Forschungsfeld der Bewegungsförderung zugeschrieben wird. In die gleiche Richtung zielt letztlich auch die weitere Reduktion der Suchstrategie auf Studien mit

statistisch signifikanten Veränderungen durch eine Intervention, da diese in der Regel häufiger zitiert werden (Duyx, Urlings, Swaen, Bouter & Zeegers, 2017; Jannot, Agoritsas, Gayet-Ageron & Perneger, 2013). Auf diese Weise blieb die Anzahl der auszuwertenden Primärstudien übersichtlich. Für spezifischere Aussagen zur methodologischen Grundlage der Evidenzbasis zur Bewegungsförderung wäre jedoch ein Einschluss von Interventionsstudien mit nicht-signifikanten Ergebnissen ebenfalls sinnvoll. So hätte beispielsweise zusätzlich systematisch eruiert werden können, ob subjektive Erhebungsinstrumente häufiger zu statistisch signifikanten Effekten führen als objektive Messinstrumente.

Der Fokus des Reviews wurde auf Interventionsstudien gelegt, da diese die Grundlage der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Steigerung von körperlicher Aktivität darstellen und einen Beitrag zum Erkenntnisgewinn bezüglich Dosis-Wirkungs-Beziehungen liefern. Wie in Kapitel 1 und Abbildung 1 bereits dargestellt, spielt die Erfassung von körperlicher Aktivität auch in vielen anderen Bereichen eine essentielle Rolle. Es wäre demnach auch möglich gewesen, zum Beispiel Studien zur Prävalenz ausreichender körperlicher Aktivität (entsprechend der WHO Empfehlungen; World Health Organization, 2010) auf Bevölkerungsebene aus methodologischer Sicht näher zu betrachten. So weisen bereits Macniven, Bauman und Abouzeid (2012) in ihrem Review darauf hin, dass die Erfüllung der WHO-Empfehlungen (World Health Organization, 2010) innerhalb eines Landes stark variieren und in Extremfällen zwischen 12 und 92 Prozent liegen kann, je nachdem welche Studie man zurate ziehen würde. Diese Diskrepanz verdeutlicht, dass in zukünftigen Studien auch diesem Thema aus methodologischer Sicht Beachtung geschenkt werden sollte.

Für die Beantwortung der zweiten Teilfragestellung wurde eine Längsschnittstudie im Cross-over Design genutzt. Diese hat den Vorteil, dass die Probanden zwei unterschiedliche Untersuchungsprozedere durchlaufen mussten und somit „ihre eigene Kontrollgruppe“ darstellen konnten. Das Design wurde derart gewählt, um die Ergebnisse auf Veränderungen innerhalb des Prozederes – in diesem Fall die Fragebogenversion – zurückzuführen. Außerdem konnten durch das gewählte Design Reihenfolgeeffekte, das heißt Effekte, die darauf zurückzuführen wären, dass zunächst der eine Fragebogen und dann der andere ausgefüllt wurde, kontrolliert und letztlich ausgeschlossen werden.

Studie Nr. 2 liefert bezogen auf die übergeordnete Fragestellung das Ergebnis, dass bildliche Darstellungen für die Einschätzung der Dauer von körperlicher Aktivität unterschiedlicher Intensitäten keinen nachweisbaren Einfluss hatten. Diese Erkenntnis ist aufgrund der körperlich sehr aktiven Stichprobe jedoch nicht ohne weiteres verallgemeinerbar. Da eine sogenannte „Convenience Sample“ („willkürliche Stichprobe“) genutzt wurde, die im Umfeld der Deutschen Sporthochschule Köln rekrutiert wurde, war bereits zu erahnen, dass die Stichprobe körperlich aktiv sein würde. Das tatsächliche Ausmaß von (via Akzelerometer gemessenen) rund zwei Stunden moderater bis intensiver körperlicher Aktivität pro Tag weicht jedoch sehr stark vom Bewegungsverhalten der Allgemeinbevölkerung (Finger et al., 2017) ab, sodass die Übertragbarkeit der Ergebnisse eingeschränkt ist. Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit der Akzelerometer fiel die Stichprobengröße zudem relativ klein aus. Allerdings geben Terwee, Mokkink, van Poppel, Chinapaw, van Mechelen und Vet (2010) mit Verweis auf Altman (1991) an, dass für die Bestimmung psychometrischer Faktoren eine Stichprobe von 50 Personen ausreicht. Eine größere und diversere Stichprobe (insbesondere bezogen auf die körperliche Aktivität) erscheint in Hinblick auf die Ergebnisse jedoch angebracht, um auch geringfügige Unterschiede statistisch untersuchen zu können. Die vorliegenden Daten können in dieser Hinsicht als Grundlage für eine entsprechende Fallzahlberechnung dienen.

Als Ergänzung zu den in Kapitel 5.7.2 genannten Limitationen ist in Bezug auf die eingesetzten Show Cards anzumerken, dass die Auswahl der darauf abgebildeten Tätigkeiten zwar in Anlehnung an das Kompendium körperlicher Aktivität (Ainsworth, Haskell, Herrmann, Meckes, Bassett, Tudor-Locke, Greer, Vezina, Whitt-Glover & Leon, 2011) erfolgte, die Beispiele möglicherweise aber nur bedingt einen Vorteil für die Befragten bieten konnten. Die Anzahl der Beispiele war in Anlehnung an die Originalversion auf vier Bilder pro Intensität und Domäne begrenzt (Armstrong & Bull, 2006), sodass Personen, deren Tätigkeit nicht abgebildet wurde, diese mit der abgebildeten vergleichen mussten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass einzelne Bilder eher symbolisch zu verstehen sind. So sind zum Beispiel bei der intensiven Aktivität in der Freizeit ein Fußball und zwei Füße im Stand abgebildet (siehe Kapitel 5.12). Dieses Bild stammt aus der Originalversion der Show Cards (Armstrong & Bull, 2006), die in dieser Form auch auf der Webseite der WHO zur Verfügung stehen (World Health Organization, 2017). Es ist davon auszugehen, dass für den Großteil der Befragten klar war, dass dieses Bild symbolisch für Fußballspielen stand. Allerdings ist anhand

des Bildes keine Information über die Aktivität an sich und die damit verbundene Intensität ersichtlich, sodass das Bild keinen Mehrwert gegenüber einem schriftlichen Ausdruck besitzt. Ähnliche Missverständnisse könnten auch bei den Bildern zu den Tätigkeiten bei der Arbeit (z.B. stehende Personen in der Bäckerei) oder moderaten Aktivität in der Freizeit (z.B. Person im Lotussitz) aufgetreten sein. Bei zukünftigen Studien sollte daher darauf geachtet werden, dass die ausgewählten Bilder einen inhaltlichen Mehrwert gegenüber rein schriftlichen Beispielen aufweisen. Dies könnte zum Beispiel durch die Abbildung klar erkennbarer Bewegungsmuster und damit einhergehender Körperreaktionen (z.B. Schwitzen, Anspannung der Muskulatur) geschehen. Dies könnte insbesondere bei digitalisierten Fragebögen über die Nutzung von kurzen Videosequenzen vermittelt werden. Die Evaluation des Einflusses solcher Darstellungen auf die Genauigkeit der Antworten im Fragebogen wäre ein weiterer Ansatzpunkt für zukünftige Forschungsarbeiten.

Für Studie Nr. 3 wurde eine Sekundäranalyse von Daten zweier Primärstudien zur Steigerung der körperlichen Aktivität im Setting Berufskolleg (Frick, Sperlich, Schaller, Grieben & Froböse, 2013; Grieben, Stassen & Froböse, 2017) durchgeführt. Die aktive Rekrutierung der Probanden für die Akzelerometrie ging in der späteren Studie von Grieben et al. (2017) auf Erfahrungen aus der zuvor durchgeführten Studie von Frick et al. (2013) zurück, in der die Adhärenz bei passiver Rekrutierung gering ausfiel. Die Vorgehensweise der Rekrutierung zu ändern, war zunächst eine rein pragmatische Überlegung, um die vorhandenen Akzelerometer optimal zu nutzen. Erst im Rahmen dieser Arbeit entstand die Idee, die Auswirkungen der Rekrutierungsmethoden gegenüberzustellen und hinsichtlich der resultierenden Daten zu vergleichen. Dadurch war eine Anpassung des Studiendesigns der Primärstudien an die in dieser Arbeit relevante Fragestellung nicht möglich und die Zahl der Probanden entsprechend limitiert.

Die Probanden im Berufskolleg zu rekrutieren, bot davon abgesehen den Vorteil, dass die Rahmenbedingungen mit Ausnahme der eigentlichen Ansprache zur Teilnahme in beiden Studien sehr ähnlich waren. Darüber hinaus ermöglichte das Setting Schule, ganze Klassenverbände zu erreichen und insbesondere im Rahmen der passiven Rekrutierung Personen zu rekrutieren, die sich außerhalb des Settings möglicherweise nicht proaktiv für eine Studie zur Steigerung der körperlichen Aktivität gemeldet hätten. Auf Grundlage dessen und durch die geringe Anzahl von Verweigerungen im

Studienast der passiven Rekrutierung ist davon auszugehen, dass die resultierende Stichprobe der passiven Rekrutierung ein adäquates Abbild der Zielgruppe und somit eine gute Vergleichsgruppe für die aktive Rekrutierung darstellt, zumal in beiden Studien auf dieselben Berufskollegs und vergleichbare Ausbildungsgänge zurückgegriffen wurde. Da keine Daten zur körperlichen Aktivität von den Personen vorliegen, die die Teilnahme generell verweigerten, konnte jedoch nicht geklärt werden, ob diese sich von den Studienteilnehmern in diesem Bereich unterscheiden. Zudem wäre es interessant, die Gründe für die Nichtteilnahme und das nicht ausreichende Tragen der Akzelerometer zu erfahren. Hierfür bietet sich die Hinzunahme einer qualitativen Untersuchung an (Atteslander, 2010), die in zukünftigen Studien in Erwägung gezogen werden sollte.

Zusammenfassend lässt sich konstatieren, dass die vorliegenden drei Studien einen Beitrag zur Beantwortung der übergeordneten Fragestellung nach dem Optimierungspotential in der Erfassung körperlicher Aktivität leisten. Das Review konnte trotz der zuvor genannten Einschränkungen eine Übersicht über die eingesetzten Verfahren für die Operationalisierung von körperlicher Aktivität in effektiven Interventionsstudien darstellen, während die Studien Nr. 2 und 3 zwei Herangehensweisen überprüften, die Präzision von Fragebögen und die Anwendbarkeit von Akzelerometrie zu erhöhen. Auch wenn beide Studien hinsichtlich der jeweiligen Teil-Forschungsfragen keine positiven Veränderungen zeigten, lieferte Studie Nr. 2 dennoch neue Erkenntnisse bezüglich der Kriteriumsvalidität des GPAQ ohne Show Cards in körperlich aktiven Zielgruppen und Studie Nr. 3 offenbarte, dass der Einsatz aktiver Rekrutierungsverfahren in der ausgewählten Zielgruppe ohne inhaltliche Verzerrungen anwendbar ist.

8. Implikationen

Vor dem Hintergrund der gewonnenen Ergebnisse aus den drei Veröffentlichungen ergeben sich Implikationen für die Wissenschaftspraxis sowie weitere Forschungsansätze im Bereich der Methodologie bzw. der Operationalisierung von körperlicher Aktivität.

8.1 Implikationen für die Wissenschaftspraxis

Für die Wissenschaftspraxis im Forschungsfeld der körperlichen Aktivität ergeben sich Implikationen, die sich insbesondere auf den Einsatz der bereits etablierten Messinstrumente beziehen.

Wie Studie Nr. 1 zeigen konnte, gilt es, bezogen auf die Umsetzung von Studien zur Evaluation von Bewegungsförderungsmaßnahmen in Zukunft verstärkt auf die Einhaltung einheitlicher Standards zu achten, um die Vergleichbarkeit zwischen den Studien zu erhöhen und die Evidenzgrundlage zu stärken. Hierzu zählen neben einem einheitlichen Berichtswesen (z.B. in Sinne von CONSORT; Schulz, Altman & Moher, 2010) auch Standards bezogen auf die eingesetzten Messinstrumente und Outcome-Parameter. (Ainsworth et al., 2012; Strath et al., 2013). Zudem gilt es, verstärkt Studiendesigns mit Follow-Up Untersuchungen nach Ende des Interventionszeitraums zu implementieren, um die Nachhaltigkeit der Ergebnisse zu sichern. Hier konnte ein Defizit in den Studien des vorliegenden Reviews ausgemacht werden.

Im Sinne der Evidenzbasierten Medizin sollte neben der Passung des Instruments zu der jeweiligen Forschungsfrage abgewogen werden, ob das Messinstrument das bestmögliche für den Einsatz in der jeweiligen Studie ist (Sackett, 1997). Es sollte dabei zugunsten der bestmöglichen Präzision bei annehmbarer Anwendbarkeit entschieden werden, um möglichst genaue Aussagen über die jeweilige Forschungsfrage treffen zu können. Dabei sind die gewünschten Outcome-Parameter mit ausschlaggebend für die Auswahl des geeigneten Messinstruments, da die Kriteriumsvalidität vom jeweiligen Outcome abhängig ist (Kelly et al., 2016). Studien, die beispielsweise das Setting der Bewegung in den Vordergrund stellen wollen, sollten über Kombinationen von objektiven und subjektiven Maßnahmen nachdenken, da beide Instrumente allein die gewünschte Information oftmals nur unzureichend abbilden können (Dowd et al., 2018; Kelly et al., 2016; Skender et al., 2016). Als Orientierung kann das als „Ambulatory Assessment“ (Trull & Ebner-Priemer, 2013) oder „Ecological Momentary Assessment“ (Shiffman, Stone & Hufford, 2008) bekannte

Verfahren dienen, bei dem ein Verhalten in situ erfasst wird (Haaren-Mack, 2018). Aktuell wird dieses Verfahren zumeist für die Erfassung von bestimmten Gefühlslagen (Niermann, Herrmann, Haaren, van Kann & Woll, 2016) oder Symptomen eingesetzt (Schlotz & Powell, 2014; Trull & Ebner-Priemer, 2013), indem Probanden regelmäßige Aufforderungen erhalten, zum Beispiel zum Eintragen der jeweiligen Parameter in ein (elektronisches) Tagebuch. Es bietet zudem eine Reihe an Möglichkeiten für die präzisere Erfassung von körperlicher Aktivität. Das sogenannte „interaktive ambulante Assessment“ oder „interaktive Monitoring“ (Fahrenberg, Myrtek, Pawlik & Perrez, 2007) kombiniert objektive Daten mit subjektiven Erhebungen. So löst beispielsweise eine objektiv von einem Sensor (z.B. Akzelerometer) festgestellte Veränderung (z.B. intensive Bewegung) eine Benachrichtigung aus, die wiederum zum Ausfüllen eines Fragebogens (z.B. zum Setting der Bewegung) anregt (Burchartz et al., 2020). Zum einen würde so Problemen, die bei retrospektiven Befragungen auftreten (z.B. Erinnerungslücken, siehe Kapitel 2.2), entgegengewirkt, da die Information unmittelbar bei Eintreten oder nach Abschluss des Ereignisses erfasst wird (Shiffman et al., 2008). Zum anderen wird die Zuordnung der subjektiven Information zu den objektiven Daten durch den Probanden selbst vorgenommen. Würden beide Messinstrumente parallel, aber nicht miteinander verbunden genutzt werden, müsste die Versuchsleitung im Nachgang an die Untersuchung die subjektiven und objektiven Informationen miteinander in Einklang bringen, wobei wiederum Übertragungsfehler entstehen könnten. Allerdings ist auch das interaktive ambulante Assessment mit erhöhtem finanziellen Aufwand im Vergleich zu rein subjektiven Befragungen verbunden, da abermals Kosten für die Beschaffung geeigneter objektiver Bewegungssensoren und gegebenenfalls für die Befragungssoftware und -hardware anfallen, sofern die subjektiven Informationen beispielsweise nicht über ein bereits vorhandenes Smartphone des Probanden erfasst werden können. Darüber hinaus besteht weiterhin die Gefahr, dass je nach Positionierung des Bewegungssensors einzelne Bewegungsarten nicht korrekt erkannt werden (z.B. Radfahren). Hierfür müssen Versuchsleitung und Probanden sensibilisiert werden. Probanden könnten solche Aktivitäten als Kompromiss selbstständig angeben (Burchartz et al., 2020), allerdings muss in dem Fall bei der Auswertung und Interpretation beachtet werden, dass diese Informationen rein subjektiv sind und keine objektiven Daten zum Abgleich vorliegen. Nichtsdestotrotz sollte der Einsatz des interaktiven ambulanten Assessments in

weiteren Studien untersucht werden, um die Anwendbarkeit und Validität für zukünftige Untersuchungen zu überprüfen.

Der Einsatz der Show Cards brachte in der durchgeführten Studie Nr. 2 keinen Mehrwert und kann daher bei zukünftigen Untersuchungen – in dieser Zielgruppe – vernachlässigt werden. Für die Anwendung des GPAQ bedeutet dies eine leichte Zeit- und Kostenersparnis, da keine Zeit darauf verwandt werden muss, entsprechende kulturell-adaptierte Bilder zu erstellen (oder zu kaufen) und in Printversionen zu drucken. Darüber hinaus deutet die Studie darauf hin, dass Daten aus GPAQ-Studien mit, ohne und mit fehlender Beschreibung des Einsatzes der Show Cards ohne größere Verzerrungen verglichen werden können. Da in der durchgeführten Studie jedoch eine willkürliche Stichprobe gezogen wurde, sollte die Generalisierbarkeit der Ergebnisse in zukünftigen Studien mit repräsentativen Stichproben überprüft werden. Dennoch kann die vorliegende Studie Nr. 2 auch als Validierungsstudie für den Einsatz der deutschen Version des GPAQ als Selbstausfüllfragebogen bei körperlich aktiven Personen gesehen werden. Die Studie konnte somit die Ergebnisse von Wanner et al. (2017) unterstützen und vergleichbare, moderate Korrelationskoeffizienten zur Akzelerometrie ($r=0,3-0,4$) reproduzieren. Allerdings deuten diese Korrelationskoeffizienten wiederum auch auf die relativ geringe Präzision der Angaben in den Fragebögen hin, weshalb wie zuvor erwähnt über eine Kombination mit objektiven Messinstrumenten nachgedacht werden sollte.

Ein weiterer wichtiger Aspekt in der Betrachtung der körperlichen Aktivität zielt auf den Umfang des erfassten Verhaltens hin. In den vergangenen Jahren fand ein Paradigmenwechsel statt, der das Verhalten während eines gesamten Tages, sprich 24 Stunden, gegenüber der einzelnen Betrachtung von körperlicher Aktivität, sedentärem Verhalten und Schlafverhalten bevorzugt (Bauman, Bittman & Gershuny, 2019; Pedišić, Dumuid & Olds, 2017). Dies beruht darauf, dass diese Art der Betrachtung die komplexen Zusammenhänge zwischen Aktivitätsverhalten und Gesundheit besser abbilden kann (Carson, Tremblay, Chaput & Chastin, 2016; Dumuid, Stanford, Martin-Fernández, Pedišić, Maher, Lewis, Hron, Katzmarzyk, Chaput, Fogelholm, Hu, Lambert, Maia, Sarmiento, Standage, Barreira, Broyles, Tudor-Locke, Tremblay & Olds, 2018; McGregor, Carson, Palarea-Albaladejo, Dall,

Tremblay & Chastin, 2018). Infolgedessen sind bereits erste Bewegungsempfehlungen (für Kinder) entstanden, die sich von individuellen Empfehlungen für das Ausmaß an körperlicher Aktivität, sedentärem Verhalten und Schlaf lösen und stattdessen das komplette Verhalten über den Tag hinweg in ihre Empfehlungen einschließen (Okely, Ghersi, Hesketh, Santos, Loughran, Cliff, Shilton, Grant, Jones, Stanley, Sherring, Hinkley, Trost, McHugh, Eckermann, Thorpe, Waters, Olds, Mackey, Livingstone, Christian, Carr, Verrender, Pereira, Zhang, Downing & Tremblay, 2017; Tremblay, Carson, Chaput, Connor Gorber, Dinh, Duggan, Faulkner, Gray, Gruber, Janson, Janssen, Katzmarzyk, Kho, Latimer-Cheung, LeBlanc, Okely, Olds, Pate, Phillips, Poitras, Rodenburg, Sampson, Saunders, Stone, Stratton, Weiss & Zehr, 2016).

Im Zuge dessen sollten auch die Erhebungsmethoden in Einklang mit diesem Paradigmenwechsel verstärkt auf die Betrachtung kompletter Tage ausgerichtet werden. Während über Fragebögen und Tagebücher die präzise Erfassung jedes Verhaltens über ein komplettes 24-Stunden-Intervall sehr schwierig erscheint, werden auch Akzelerometer oftmals nur außerhalb der Schlafzeit getragen (Skender et al., 2016). Entsprechend müssen die Probanden die Sensoren täglich selbstständig an- und ablegen, was wiederum zum Nichterfassen einzelner Verhaltensweisen und einer Verzerrung der Ergebnisse führen kann (Pedišić & Bauman, 2015). So ist beispielsweise denkbar, dass Probanden Akzelerometer ablegen, bevor sie sich in ein sedentäres Verhalten begeben und dieses damit in den Daten unterrepräsentiert werden würde (Audrey et al., 2013; Pedišić & Bauman, 2015). Um dies zu vermeiden, sollten objektive Sensoren genutzt werden, die das Verhalten über 24 Stunden präzise erfassen können. Ein erster vielversprechender Ansatz wurde von Duncan, Stewart, Mackay, Neville, Narayanan, Walker, Berry und Morton (2018) untersucht, die durch eine direkte Befestigung der Sensoren (zwei Axivity AX3 Akzelerometer) auf der Haut an Oberschenkel und unterem Rücken mittels kleiner Schaumstoffpolster und Pflasterstreifen eine hohe Adhärenz der Probanden über sieben 24-Stunden-Intervalle erreichten. Durch die direkte Befestigung wird zudem die Chance für Manipulationen der Daten, zum Beispiel durch mutwilliges Schütteln des Gerätes (Pedišić & Bauman, 2015), verhindert. Einschränkend ist aber auch bei dieser Methode zu nennen, dass abermals ein erhöhter Ressourcenaufwand seitens der Untersuchenden entsteht, da die Sensoren und das Befestigungsmaterial angeschafft und persönlich an den Probanden angebracht werden müssen (Duncan et al., 2018). Dennoch bietet der

Ansatz eine Möglichkeit, die Adhärenz für die Akzelerometrie zu steigern, sofern der Tragekomfort und das äußere Erscheinungsbild durch die Befestigung des Sensors nicht eingeschränkt werden (Audrey et al., 2013; O'Brien et al., 2017).

Zusammenfassend ergeben sich für die Wissenschaftspraxis folgende Handlungsempfehlungen:

Abgeleitet von der Forschungsfrage ist das bestmögliche Studiendesign zu wählen, um die Forschungsfrage zu beantworten. Für Interventionsstudien sind dies in der Regel randomisierte kontrollierte Designs (Kabisch, Ruckes, Seibert-Grafe & Blettner, 2011; Schulz et al., 2010). Innerhalb dieser sollten insbesondere Interventionskontrollgruppen zur Kontrolle genutzt werden, um Placebo-Effekte durch die Intervention auszuschließen und die Effekte der Intervention gegenüber anderen (bereits etablierten) Maßnahmen abwägen zu können (Karlsson & Bergmark, 2015). Die Größe der einzelnen Gruppen bzw. der Stichprobe ist vorab durch Fallzahlberechnungen zu bestimmen (Faber & Fonseca, 2014). Für die Feststellung der Nachhaltigkeit der Ergebnisse sollten zudem zusätzliche Follow-Up Untersuchungen mit zeitlichem Abstand zum Ende der Intervention durchgeführt werden (Hill, Woodward, Woelfel, Hawkins & Green, 2016).

Die Auswahl der Messinstrumente ist abhängig von der jeweiligen Forschungsfrage und den damit einhergehenden benötigten Outcome-Parametern (Ainsworth et al., 2012; Burchartz et al., 2020; Kelly et al., 2016; Welk, Morrow & Saint-Maurice, 2017). Ebenso muss das gewählte Studiendesign berücksichtigt werden, da zum Beispiel bei Interventionsstudien die Änderungssensitivität der Instrumente von entscheidender Bedeutung ist. In den meisten Fällen sind objektive Messgeräte aufgrund ihrer besseren Gütekriterien den subjektiven Instrumenten vorzuziehen. Generell gilt es, das bestmögliche Messinstrument hinsichtlich Validität, Reliabilität und – im Falle von wiederholten Messungen – Änderungssensitivität in Abhängigkeit der Fragestellung auszuwählen, um die bestmögliche Evidenz zu ermöglichen (Dowd et al., 2018). Sind keine Informationen über die Gütekriterien der Instrumente für die Zielgruppe der geplanten Studie vorhanden, sollten vor dem eigentlichen Studienbeginn Pilotierungen zur Bestimmung der Gütekriterien sowie der Praktikabilität durchgeführt werden.

Liegen der Beantwortung der Forschungsfrage Outcome-Parameter zugrunde, die auch subjektive Informationen erfordern, ist der Einsatz einer Kombination von

objektiven und subjektiven Messinstrumenten im Sinne des interaktiven ambulanten Assessments zu erwägen, um die Vorteile beider Instrumente optimal zu nutzen (Burchartz et al., 2020). Soll das Aktivitätsverhalten der Probanden in der Gesamtheit betrachtet werden, sollte die Messung die kompletten 24 Stunden eines Tages umschließen, um alle Verhaltensweisen abzubilden (Bauman et al., 2019; Pedišić et al., 2017). Zudem sollten beim Einsatz der Messinstrumente standardisierte Protokolle angewandt werden, um ein einheitliches Vorgehen sowie die Vergleichbarkeit der Daten mit anderen Studien zu gewährleisten (Burchartz et al., 2020; Migueles et al., 2017; A. Montoye et al., 2018). Der Einsatz von Fehlerkorrekturmodellen in der Analyse der generierten Daten kann zur weiteren Verbesserung der Datenqualität beitragen (Lim et al., 2015; Matthews et al., 2012).

Darüber hinaus muss je nach Outcome-Parameter die mindestens benötigte Datenmenge berücksichtigt werden (Baranowski et al., 2008; Burchartz et al., 2020; Dowd et al., 2018). Um diese möglichst effizient zu erreichen, sollte bei der Wahl des Messinstruments die Auswirkung auf die Adhärenz beachtet werden. Weisen beispielsweise zwei Messinstrumente ähnliche Gütekriterien auf, so sollte das für die Probanden ästhetischere bzw. das die Probanden weniger einschränkende Instrument genutzt werden. Zudem erscheint je nach vorhandenen Ressourcen der Einsatz von Incentives für die Generierung ausreichender Daten sinnvoll. Hierbei sind Incentives, die in Abhängigkeit von der Datenmenge ausgegeben werden, Incentives für die bloße Teilnahme an der Studie vorzuziehen (Sirard & Slater, 2009).

In das abschließende Berichtswesen sollten alle relevanten Informationen eingeschlossen werden, die die Reproduktion der Studie ermöglichen und die jeweilige Fragestellung umfassend beantworten. Die klare Dokumentation der eigenen Vorgehensweise kann dabei zur Entwicklung einheitlicher Standards für die Datenerfassung beitragen (Burchartz et al., 2020). Zu wichtigen Informationen bezogen auf die Ergebnisse der Studien zählen unter anderem die Darstellung von Fallzahlberechnungen, übergeordneten Effektgrößen, Drop-Out Analysen und Intention-to-treat-Analysen. Als Orientierung für das Berichtswesen sollten etablierte Guidelines (Cochrane Deutschland, 2020) herangezogen werden.

8.2 Implikationen für die Forschung

Im Bereich der Forschung in Bezug auf die Operationalisierung von körperlicher Aktivität gilt es, einerseits bestehende Messinstrumente weiterzuentwickeln und

andererseits mögliche neue Herangehensweisen an die Erfassung von körperlicher Aktivität zu erarbeiten.

Hinsichtlich der bestehenden Messinstrumente sollte es das Ziel sein, weiterhin validitätssteigernde Maßnahmen in der Erfassung und Aufbereitung von Daten zu evaluieren. Dabei geht es neben der Einhaltung standardisierter Verfahrensweisen (Ainsworth et al., 2012; Migueles et al., 2017) auch um die Optimierung der Datenqualität selbst. Im Bereich der Akzelerometrie sind dies vor allem Auswertungsalgorithmen, die mit den Rohsignalen der Bewegungssensoren arbeiten und diese in entsprechende Bewegungsparameter umrechnen. Hier gilt es, weiter zu forschen, um ebenfalls die automatische Aktivitätserkennung weiter voranzutreiben, um bestimmte Arten von Bewegung besser identifizieren zu können. Während grundlegende Alltagsaktivitäten wie Gehen, Stehen, Sitzen, Laufen und Treppensteigen bereits von vielen moderneren Messgeräten zuverlässig erkannt werden (An, Kim & Lee, 2017; Anastasopoulou et al., 2012; Crowley et al., 2019; Skotte et al., 2014; Voicu et al., 2019), ist die Erkennung bei komplexeren Tätigkeiten, die willkürliche und weniger repetitive Bewegungen beinhalten, noch deutlich unausgereifter (Bastian, Maire, Dugas, Ataya, Villars, Gris, Perrin, Caritu, Doron, Blanc, Jallon & Simon, 2015; Stemland, Ingebrigtsen, Christiansen, Jensen, Hanisch, Skotte & Holtermann, 2015).

Des Weiteren ist bei der Entwicklung neuer Geräte auf einheitliche Standards zu achten. Ein Auslesen der Rohdaten sollte möglich sein, um die erforderlichen Daten für die Auswertung ohne Verzerrungen durch Datenfilterungs- oder Umwandlungsprozesse zu erhalten (John & Freedson, 2012; Lyden et al., 2011). Eine solche Standardisierung ebenso wie die Festlegung auf eine standardisierte Körperstelle, an der die Geräte getragen werden, würde zukünftige Metaanalysen sowie die generelle Vergleichbarkeit (z.B. von Studien zur Steigerung der körperlichen Aktivität) zusätzlich erleichtern (Stamatakis, Koster, Hamer, Rangul, Lee, Bauman, Atkin, Aadahl, Matthews, Mork, Askie, Cistulli, Granat, Palm, Crowley, Stevens, Gupta, Pulakka, Stenholm, Arvidsson, Mishra, Wennberg, Chastin, Ekelund & Holtermann, 2020). In Zuge dessen sollte auch die Erscheinungsform von Messinstrumenten in den Fokus gerückt werden. Wie bereits die Ergebnisse von Audrey et al. (2013) und O'Brien et al. (2017) zeigen, spielen auch das Aussehen und der Komfort der Geräte eine entscheidende Rolle für die Adhärenz der Probanden. Instrumente, die unter der Kleidung getragen werden können, erscheinen für das freiwillige Tragen der Geräte

seitens der Probanden vorteilhafter als von außen sichtbare Instrumente (Audrey et al., 2013; O'Brien et al., 2017). Entsprechend sollte bei der Entwicklung neuer Sensoren mitberücksichtigt werden, dass diese von den Probanden und der Umwelt nahezu unbemerkt getragen werden können. Eine mögliche Option in der Zukunft wäre die Nutzung von Smartphones mit integrierten Bewegungssensoren. Mittlerweile sind Smartphones in der Bevölkerung nahezu omnipräsent (Newzoo, 2019), sodass über entsprechende Apps das Bewegungsverhalten erfasst und ausgewertet werden kann (Althoff, Sosič, Hicks, King, Delp & Leskovec, 2017). Allerdings sind die integrierten Bewegungssensoren in den meisten Smartphones noch zu ungenau, um wissenschaftlich verwertbare Daten zu generieren (Brodie, Pliner, Ho, Li, Chen, Gandevia & Lord, 2018; Strain, Wijndaele & Brage, 2019), sodass diese erst weiterentwickelt werden müssen. Zudem bestünde bei vielen Nutzern vermutlich die Angst, das Smartphone bei intensiveren Aktivitäten zu beschädigen (Audrey et al., 2013). Eine Alternative könnten kommerziell erhältliche „Aktivitätstracker“ (z.B. Fitnessarmbänder, Fitnessuhren) sein, die sich hinsichtlich der Kriteriumsvalidität den in der Wissenschaft eingesetzten Geräten annähern (An, Jones, Kang, Welk & Lee, 2017; Brooke, An, Kang, Noble, Berg & Lee, 2017; Evenson, Goto & Furberg, 2015; Wright, Hall Brown, Collier & Sandberg, 2017). Zudem deuten die hohen Nutzerzahlen in Deutschland (2019: 6,4 Mio.; Statista, 2019) darauf hin, dass die Bevölkerung durchaus bereit ist, diese Geräte eigenständig zu nutzen, um die körperliche Aktivität bzw. das Alltagsverhalten zu messen. Entsprechend kann sich die Forschung bei der (Weiter-)Entwicklung von validen Instrumenten hinsichtlich der Anwendbarkeit durchaus an den kommerziellen Aktivitätstrackern orientieren (Wright et al., 2017), da diese scheinbar eine gewisse Motivation zur Adhärenz mit sich bringen (auch wenn Studien zeigen, dass diese nach einigen Monaten nachlässt (Ledger & McCaffrey, 2014)). Gleichzeitig sollte ebenso versucht werden, die Präzision der Aktivitätstracker weiter zu verbessern, um ihre Einsatzmöglichkeiten zu wissenschaftlichen Zwecken zu stärken.

Davon abgesehen sollten weiterhin messgerätspezifische Einflussfaktoren auf die Adhärenz der Probanden genauer untersucht werden. Hierfür bieten sich qualitative Untersuchungen, beispielsweise im Nachgang an die jeweiligen Erhebungen, an, die explizit die Gründe für die mangelnde Adhärenz eruieren. Darauf aufbauend könnten gezielt neue Methoden entwickelt und evaluiert werden, um potentiell ressourcenschonendere Methoden der Datensammlung zu identifizieren und

gleichzeitig vorhandene Geräte effizient einsetzen zu können. Dabei sollte weiterhin die Auswirkung der Ansprache und Selektion der Probanden in verschiedenen Zielgruppen untersucht werden, da das Wissen darüber bislang noch relativ gering ist.

Eine weitere Implikation für die Forschung betrifft die aktuellen Bewegungsempfehlungen. Diese gehen auf eine Vielzahl von Untersuchungen zurück, die mithilfe unterschiedlichster Messinstrumente durchgeführt wurden (Geidl & Pfeifer, 2017; World Health Organization, 2010). Die vorliegende Arbeit zeigt ebenso wie die Literatur, dass die unterschiedlichen Operationalisierungen von körperlicher Aktivität teilweise sehr unterschiedliche Ergebnisse liefern (Kowalski, Rhodes, Naylor, Tuokko & MacDonald, 2012; Neilson, Robson, Friedenreich & Csizmadi, 2008; Prince, Adamo, Hamel, Hardt, Connor Gorber & Tremblay, 2008; Rudolf, Schaller, Frick, Grieben & Froböse, 2016; Skender et al., 2016).

"Perhaps the most striking development arising from this relatively recent wave of research is the realisation that previous questionnaire methods may have led to gross overestimates of population levels of physical activity" (Rowe, 2011, S. 31).

Es erscheint daher angebracht, anstatt die Ergebnisse der unterschiedlichen Untersuchungen zu einer gemeinsamen Bewegungsempfehlung zusammenzuführen, zumindest im wissenschaftlichen Kontext für die jeweiligen Messinstrumente entsprechende Bewegungsempfehlungen zu formulieren. Wenn bekannt ist, dass körperliche Aktivität in Fragebögen überwiegend überschätzt wird, erscheint es inhaltlich unangebracht, das Erreichen von Bewegungsempfehlungen, die auf Ergebnissen dieser Fragebögen beruhen, mithilfe von Akzelerometern zu überprüfen. Vielmehr sollte das Erreichen der auf Fragebögen basierenden Bewegungsempfehlungen mit Fragebögen überprüft werden und das Erreichen der auf Akzelerometerdaten beruhenden Bewegungsempfehlungen mit Akzelerometern. Eine Herausforderung besteht im folgenden Schritt allerdings in der Kommunikation der Empfehlungen im außerwissenschaftlichen Kontext. Für ein gutes Verständnis und eine optimale Umsetzung der Empfehlungen seitens der Bevölkerung sollten nicht mehrere inhaltlich variierende Bewegungsempfehlungen ausgesprochen werden. Stattdessen sollte in diesem Kontext auf die Ergebnisse mit der besten Validität und dem höchsten Evidenzgrad zurückgegriffen werden.

Ein erster Schritt in Richtung aussagekräftiger Bewegungsempfehlungen auf Grundlage von Akzelerometerdaten könnte unter anderem das neu gegründete

Prospective Physical Activity, Sitting, and Sleep consortium (ProPass; Stamatakis et al., 2020) liefern. ProPass strebt an, die Daten verschiedenster Akzelerometrie-Studien zu harmonisieren und daraus eine „Evidenz bezüglich der Zusammenhänge von körperlicher Aktivität, sedentärem Verhalten und Schlaf mit Gesundheit und Langlebigkeit zu generieren“ (Stamatakis et al., 2020, S. 435; aus dem Englischen: “produce evidence on the associations of PA, sitting, and sleep and long-term health outcomes and longevity”). Während das Modell des Akzelerometers variieren darf, wird als standardisierte Voraussetzung für die Harmonisierung der Daten die Befestigung des Akzelerometers am Oberschenkel festgelegt (Stamatakis et al., 2020). Ein ähnliches Vorgehen wäre auch für weitere objektive und subjektive Instrumente vorstellbar. Erst wenn dann ersichtlich werden sollte, dass sich die Bewegungsempfehlungen für die einzelnen Messmethoden inhaltlich nicht unterscheiden, sollten generalisierte Empfehlungen ausgesprochen werden.

9. Fazit und Ausblick

Die Erfassung von körperlicher Aktivität entwickelt sich stetig weiter. Einhergehend mit dem technischen Fortschritt entstehen immer wieder neue Möglichkeiten der Datenerhebung, die vor Jahrzehnten noch undenkbar gewesen sind (Rowe, 2011).

Die vorliegende Arbeit konnte zeigen, dass trotz des technischen Fortschritts in der Forschung zur Bewegungsförderung nach wie vor Fragebögen das Instrument der Wahl für die Operationalisierung von körperlicher Aktivität sind. Generell ist die Studienqualität in diesem Feld der Sport- und Gesundheitswissenschaft noch an der einen oder anderen Stelle ausbaufähig, wie die Ergebnisse des vorliegenden Reviews (siehe Kapitel 4) zeigen konnten. Zu nennen wären hier insbesondere das Berichtswesen sowie die bereits angesprochene Operationalisierung von körperlicher Aktivität. Die geringe Nutzung von Akzelerometrie für die Evaluation von Interventionen zur Bewegungsförderung in großen Stichproben deutet auf das fortbestehende Problem der lediglich moderaten Anwendbarkeit dieser Erhebungsform hin. Dabei konnte auch der in Kapitel 6 dargestellte Weg, die Probandenrekrutierung umzugestalten, keinen Mehrwert in dieser Hinsicht liefern. Entsprechend greifen viele Studien weiterhin auf unterschiedliche Fragebogeninstrumente zurück, obwohl diese zumeist nur eine geringe Validität für Aussagen zum Bewegungsumfang der Probanden aufweisen (Dowd et al., 2018). Dabei lässt sich auch die Genauigkeit der Angaben, wie in der in Kapitel 5 dargestellten Studie zu sehen, nicht durch bildliche Darstellungen von körperlicher Aktivität verbessern. Wobei hierbei einschränkend zu nennen ist, dass die Ergebnisse zunächst nur auf die jeweilige Probandenklientel der beiden Studien übertragbar sind und eine Generalisierbarkeit der Aussagen in weiteren Studien überprüft werden muss.

Zusammenfassend kann demnach konstatiert werden, dass weiterhin Optimierungspotential in der Methodologie für die Erfassung körperlicher Aktivität besteht. Dies umfasst neben der allgemeinen Studienqualität auch die Anwendbarkeit und Validität der eingesetzten Geräte, die fortlaufend weiterentwickelt werden sollten.

Darüber hinaus sollte in Zukunft auch über neue Möglichkeiten der Operationalisierung von körperlicher Aktivität nachgedacht werden. Insbesondere stellt sich die Frage, ob die gesundheitsförderlichen Effekte von körperlicher Aktivität weiterhin über Surrogat-Parameter wie Schrittzahlen sowie Umfänge und Intensitäten von Bewegung operationalisiert werden sollten oder ob vielmehr nach Methoden gesucht werden

sollte, die die eigentlichen körperlichen Reaktionen bzw. den gesundheitlichen Benefit der körperlichen Aktivität direkt abbilden können. Eine Idee wäre, Methoden zu entwickeln, die bestenfalls nicht-invasiv zum Beispiel die Konzentration von gesundheitsförderlichen Botenstoffen und Wachstumsfaktoren wie BDNF („Brain-derived neurotrophic factor“; Pereira, Krause Neto, Calefi, Georgetti, Guerreiro, Zocoler & Gama, 2018), Myokinen (J. Lee & Jun, 2019; Pedersen, Akerström, Nielsen & Fischer, 2007) oder Serotonin (Zimmer, Stritt, Bloch, Schmidt, Hübner, Binneböbel, Schenk & Oberste, 2016) erfassen und zeitnah rückmelden können. Selbstverständlich müssten diese Informationen für den Einsatz in der Praxis so für den Endverbraucher aufbereitet werden, dass er sein Verhalten an diese Parameter anpassen bzw. diese gezielt fördern kann.

V. Literaturverzeichnis

- Aadland, E., Andersen, L. B., Anderssen, S. A. & Resaland, G. K. (2018). A comparison of 10 accelerometer non-wear time criteria and logbooks in children. *BMC public health*, 18 (1), 323. doi:10.1186/s12889-018-5212-4
- Aarsland, D., Sardahaee, F. S., Anderssen, S. & Ballard, C. (2010). Is physical activity a potential preventive factor for vascular dementia? A systematic review. *Aging & mental health*, 14 (4), 386-395. doi:10.1080/13607860903586136
- Abdin, S., Welch, R. K., Byron-Daniel, J. & Meyrick, J. (2018). The effectiveness of physical activity interventions in improving well-being across office-based workplace settings: a systematic review. *Public Health*, 160, 70-76. doi:10.1016/j.puhe.2018.03.029
- Adams, S. A., Matthews, C. E., Ebbeling, C. B., Moore, C. G., Cunningham, J. E., Fulton, J. et al. (2005). The effect of social desirability and social approval on self-reports of physical activity. *American journal of epidemiology*, 161 (4), 389-398. doi:10.1093/aje/kwi054
- Ainsworth, B. E., Caspersen, C. J., Matthews, C. E., Mâsse, L. C., Baranowski, T. & Zhu, W. (2012). Recommendations to Improve the Accuracy of Estimates of Physical Activity Derived from Self Report. *Journal of physical activity & health*, 9 (0 1), S76-84.
- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Herrmann, S. D., Meckes, N., Bassett, D. R., Tudor-Locke, C. et al. (2011). 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Medicine and science in sports and exercise*, 43 (8), 1575-1581. doi:10.1249/MSS.0b013e31821ece12
- Alkahtani, S. A. (2016). Convergent validity: agreement between accelerometry and the Global Physical Activity Questionnaire in college-age Saudi men. *BMC research notes*, 9 (1), 436. doi:10.1186/s13104-016-2242-9
- Althoff, T., Sosič, R., Hicks, J. L., King, A. C., Delp, S. L. & Leskovec, J. (2017). Large-scale physical activity data reveal worldwide activity inequality. *Nature*, 547 (7663), 336-339. doi:10.1038/nature23018
- Altman, D. G. (1991). *Practical statistics for medical research* (1. ed.). London: Chapman and Hall.
- Altschuler, A., Picchi, T., Nelson, M., Rogers, J. D., Hart, J. & Sternfeld, B. (2009). Physical activity questionnaire comprehension: lessons from cognitive interviews. *Medicine and science in sports and exercise*, 41 (2), 336-343. doi:10.1249/MSS.0b013e318186b1b1
- Álvarez-Bueno, C., Pesce, C., Caverro-Redondo, I., Sánchez-López, M., Martínez-Hortelano, J. A. & Martínez-Vizcaíno, V. (2017). The Effect of Physical Activity Interventions on Children's Cognition and Metacognition: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 56 (9), 729-738. doi:10.1016/j.jaac.2017.06.012
- Amireault, S. & Godin, G. (2015). The Godin-Shephard leisure-time physical activity questionnaire: validity evidence supporting its use for classifying healthy adults into active and insufficiently active categories. *Perceptual and motor skills*, 120 (2), 604-622. doi:10.2466/03.27.PMS.120v19x7
- An, H.-S., Jones, G. C., Kang, S.-K., Welk, G. J. & Lee, J.-M. (2017). How valid are wearable physical activity trackers for measuring steps? *European journal of sport science*, 17 (3), 360-368. doi:10.1080/17461391.2016.1255261
- An, H.-S., Kim, Y. & Lee, J.-M. (2017). Accuracy of inclinometer functions of the activPAL and ActiGraph GT3X+: A focus on physical activity. *Gait & Posture*, 51, 174-180. doi:10.1016/j.gaitpost.2016.10.014

- Anastasopoulou, P., Tansella, M., Stumpp, J., Shammass, L. & Hey, S. (2012). Classification of human physical activity and energy expenditure estimation by accelerometry and barometry. *Conference proceedings : ... Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Annual Conference, 2012*, 6451-6454. doi:10.1109/EMBC.2012.6347471
- Andersen, E., Burton, N. W. & Anderssen, S. A. (2012). Physical activity levels six months after a randomised controlled physical activity intervention for Pakistani immigrant men living in Norway. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 9, 47. doi:10.1186/1479-5868-9-47
- Andersen, L. G., Groenvold, M., Jørgensen, T. & Aadahl, M. (2010). Construct validity of a revised Physical Activity Scale and testing by cognitive interviewing. *Scandinavian journal of public health*, 38 (7), 707-714. doi:10.1177/1403494810380099
- Anderson, L., Oldridge, N., Thompson, D. R., Zwisler, A.-D., Rees, K., Martin, N. et al. (2016). Exercise-Based Cardiac Rehabilitation for Coronary Heart Disease: Cochrane Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of the American College of Cardiology*, 67 (1), 1-12. doi:10.1016/j.jacc.2015.10.044
- Anderton, N., Newhouse, M. E., Ainsworth, B. E., Nygaard, I. E., Egger, M. J. & Shaw, J. M. (2014). "How hard could it be?" A descriptive analysis of errors made on a validated lifetime physical activity questionnaire. *Journal of physical activity & health*, 12 (3), 388-394. doi:10.1123/jpah.2013-0247
- Antes, G. & Elm, E. von. (2009). Das PRISMA-Statement - was sollte über systematische Übersichtsarbeiten berichtet werden? *DMW - Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 134 (33), 1619. doi:10.1055/s-0029-1233989
- Ara, I., Aparicio-Ugarriza, R., Morales-Barco, D., Nascimento de Souza, W., Mata, E. & González-Gross, M. (2015). Physical activity assessment in the general population; validated self-report methods. *Nutricion hospitalaria*, 31 Suppl 3, 211-218. doi:10.3305/nh.2015.31.sup3.8768
- Armstrong, T. & Bull, F. (2006). Development of the World Health Organization Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ). *Journal of Public Health*, 14 (2), 66-70. doi:10.1007/s10389-006-0024-x
- Atteslander, P. (2010). *Methoden der empirischen Sozialforschung* (ESV basics, 13., neu bearbeitete und erweiterte Auflage). Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- Audrey, S., Bell, S., Hughes, R. & Campbell, R. (2013). Adolescent perspectives on wearing accelerometers to measure physical activity in population-based trials. *European journal of public health*, 23 (3), 475-480. doi:10.1093/eurpub/cks081
- Aune, D., Norat, T., Leitzmann, M., Tonstad, S. & Vatten, L. J. (2015). Physical activity and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and dose-response meta-analysis. *European journal of epidemiology*, 30 (7), 529-542. doi:10.1007/s10654-015-0056-z
- Australian Institute of Health and Welfare. (2003). *The active Australia survey. A guide and manual for implementation, analysis and reporting*. Canberra: Australian Institute of Health and Welfare.
- Baranowski, T., Mâsse, L. C., Ragan, B. & Welk, G. (2008). How Many Days Was That? We're Still Not Sure, But We're Asking the Question Better! *Medicine and science in sports and exercise*, 40 (7 Suppl), S544-9. doi:10.1249/MSS.0b013e31817c6651
- Bastian, T., Maire, A., Dugas, J., Ataya, A., Villars, C., Gris, F. et al. (2015). Automatic identification of physical activity types and sedentary behaviors from triaxial accelerometer: laboratory-based calibrations are not enough. *Journal of*

- applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 118 (6), 716-722.
doi:10.1152/jappphysiol.01189.2013
- Bauman, A., Bittman, M. & Gershuny, J. (2019). A short history of time use research; implications for public health. *BMC public health*, 19 (Suppl 2), 607.
doi:10.1186/s12889-019-6760-y
- Belton, S., O'Brien, W., Wickel, E. E. & Issartel, J. (2013). Patterns of noncompliance in adolescent field-based accelerometer research. *Journal of physical activity & health*, 10 (8), 1181-1185. doi:10.1123/jpah.10.8.1181
- Bottofff, J. L., Seaton, C. L., Johnson, S. T., Caperchione, C. M., Oliffe, J. L., More, K. et al. (2015). An Updated Review of Interventions that Include Promotion of Physical Activity for Adult Men. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 45 (6), 775-800. doi:10.1007/s40279-014-0286-3
- Braham, R., Rosenberg, M. & Begley, B. (2012). Can we teach moderate intensity activity? Adult perception of moderate intensity walking. *Journal of science and medicine in sport*, 15 (4), 322-326. doi:10.1016/j.jsams.2011.11.252
- Broderick, J. M., Ryan, J., O'Donnell, D. M. & Hussey, J. (2014). A guide to assessing physical activity using accelerometry in cancer patients. *Supportive care in cancer : official journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer*, 22 (4), 1121-1130. doi:10.1007/s00520-013-2102-2
- Brodie, M. A., Pliner, E. M., Ho, A., Li, K., Chen, Z., Gandevia, S. C. et al. (2018). Big data vs accurate data in health research: Large-scale physical activity monitoring, smartphones, wearable devices and risk of unconscious bias. *Medical hypotheses*, 119, 32-36. doi:10.1016/j.mehy.2018.07.015
- Brooke, S. M., An, H.-S., Kang, S.-K., Noble, J. M., Berg, K. E. & Lee, J.-M. (2017). Concurrent Validity of Wearable Activity Trackers Under Free-Living Conditions. *Journal of strength and conditioning research*, 31 (4), 1097-1106.
doi:10.1519/JSC.0000000000001571
- Burchartz, A., Anedda, B., Auerswald, T., Mall, C., Giurgiu, M., Hill, H. et al. (2020). Assessing physical behavior through accelerometry – State of the science, best practices and future directions. *Psychology of Sport and Exercise*, 101703.
doi:10.1016/j.psychsport.2020.101703
- Canning, K. L., Brown, R. E., Jamnik, V. K., Salmon, A., Ardern, C. I. & Kuk, J. L. (2014). Individuals underestimate moderate and vigorous intensity physical activity. *PloS one*, 9 (5), e97927. doi:10.1371/journal.pone.0097927
- Carson, V., Tremblay, M. S., Chaput, J.-P. & Chastin, S. F. M. (2016). Associations between sleep duration, sedentary time, physical activity, and health indicators among Canadian children and youth using compositional analyses. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*, 41 (6 Suppl 3), S294-302. doi:10.1139/apnm-2016-0026
- Carvalho de Menezes, M., Bedeschi, L. B., Santos, L. C. D. & Lopes, A. C. S. (2016). Interventions directed at eating habits and physical activity using the Transtheoretical Model: a systematic review. *Nutricion hospitalaria*, 33 (5), 586.
doi:10.20960/nh.586
- Caspersen, C. J., Powell, K. E. & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public health reports (Washington, D.C. : 1974)*, 100 (2), 126-131.
- Chen, K. Y., Janz, K. F., Zhu, W. & Brychta, R. J. (2012). Redefining the roles of sensors in objective physical activity monitoring. *Medicine and science in sports and exercise*, 44 (1 Suppl 1), S13-23. doi:10.1249/MSS.0b013e3182399bc8
- Chu, A. H. Y., Ng, S. H. X., Koh, D. & Müller-Riemenschneider, F. (2015). Reliability and Validity of the Self- and Interviewer-Administered Versions of the Global

- Physical Activity Questionnaire (GPAQ). *PloS one*, 10 (9). doi:10.1371/journal.pone.0136944
- Cochrane Deutschland (Cochrane Deutschland Stiftung, Hrsg.) (2020). *Leitlinien für Forschungsberichte (Reporting Guidelines)*. Zugriff unter <https://www.cochrane.de/de/Leitlinien-Forschungsberichte#quo>
- Copeland, J. L., Ashe, M. C., Biddle, S. J., Brown, W. J., Buman, M. P., Chastin, S. et al. (2017). Sedentary time in older adults: a critical review of measurement, associations with health, and interventions. *British journal of sports medicine*, 51 (21), 1539. doi:10.1136/bjsports-2016-097210
- Coughlin, S. S. (1990). Recall bias in epidemiologic studies. *Journal of Clinical Epidemiology*, 43 (1), 87-91.
- Critical Appraisal Skills Programme. *CASP Randomised Controlled Trial Checklist*. Zugriff unter <https://casp-uk.net/casp-tools-checklists/>
- Crowley, P., Skotte, J., Stamatakis, E., Hamer, M., Aadahl, M., Stevens, M. L. et al. (2019). Comparison of physical behavior estimates from three different thigh-worn accelerometers brands: a proof-of-concept for the Prospective Physical Activity, Sitting, and Sleep consortium (ProPASS). *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 16 (1), 65. doi:10.1186/s12966-019-0835-0
- Dietrich, H. & Ehrlenspiel, F. (2010). Cognitive Interviewing: A Qualitative Tool for Improving Questionnaires in Sport Science. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 14 (1), 51-60. doi:10.1080/10913670903455025
- Dipietro, L., Caspersen, C. J., Ostfeld, A. M. & Nadel, E. R. (1993). A survey for assessing physical activity among older adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 25 (5), 628-642.
- Dowd, K. P., Szeklicki, R., Minetto, M. A., Murphy, M. H., Polito, A., Ghigo, E. et al. (2018). A systematic literature review of reviews on techniques for physical activity measurement in adults: a DEDIPAC study. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 15 (1), 15. doi:10.1186/s12966-017-0636-2
- Dumuid, D., Stanford, T. E., Martin-Fernández, J.-A., Pedišić, Ž., Maher, C. A., Lewis, L. K. et al. (2018). Compositional data analysis for physical activity, sedentary time and sleep research. *Statistical methods in medical research*, 27 (12), 3726-3738. doi:10.1177/0962280217710835
- Duncan, S., Stewart, T., Mackay, L., Neville, J., Narayanan, A., Walker, C. et al. (2018). Wear-Time Compliance with a Dual-Accelerometer System for Capturing 24-h Behavioural Profiles in Children and Adults. *International journal of environmental research and public health*, 15 (7). doi:10.3390/ijerph15071296
- Duyx, B., Urlings, M. J. E., Swaen, G. M. H., Bouter, L. M. & Zeegers, M. P. (2017). Scientific citations favor positive results: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Epidemiology*, 88, 92-101. doi:10.1016/j.jclinepi.2017.06.002
- Dyrstad, S. M., Hansen, B. H., Holme, I. M. & Anderssen, S. A. (2014). Comparison of self-reported versus accelerometer-measured physical activity. *Medicine and science in sports and exercise*, 46 (1), 99-106. doi:10.1249/MSS.0b013e3182a0595f
- Edwards, A. L. (1957). *The social desirability variable in personality assessment and research* (Publications in psychology). New York: Dryden Press.
- Epstein, J., Santo, R. M. & Guillemin, F. (2015). A review of guidelines for cross-cultural adaptation of questionnaires could not bring out a consensus. *Journal of Clinical Epidemiology*, 68 (4), 435-441. doi:10.1016/j.jclinepi.2014.11.021

- EQUATOR Network (The UK EQUATOR Centre, Hrsg.) (2019, 6. November). *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement*. Zugriff unter <https://www.equator-network.org/reporting-guidelines/prisma/>
- Ericsson, K. A. & Simon, H. A. (1980). Verbal reports as data. *Psychological Review*, 87 (3), 215-251. doi:10.1037/0033-295X.87.3.215
- Esliger, D. W. & Tremblay, M. S. (2006). Technical reliability assessment of three accelerometer models in a mechanical setup. *Medicine and science in sports and exercise*, 38 (12), 2173-2181. doi:10.1249/01.mss.0000239394.55461.08
- Evenson, K. R., Goto, M. M. & Furberg, R. D. (2015). Systematic review of the validity and reliability of consumer-wearable activity trackers. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 12, 159. doi:10.1186/s12966-015-0314-1
- Faber, J. & Fonseca, L. M. (2014). How sample size influences research outcomes. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 19 (4), 27-29. doi:10.1590/2176-9451.19.4.027-029.ebo
- Fahrenberg, J., Myrtek, M., Pawlik, K. & Perrez, M. (2007). Ambulantes Assessment - Verhalten im Alltagskontext erfassen. *Psychologische Rundschau*, 58 (1), 12-23. doi:10.1026/0033-3042.58.1.12
- Ferrari, N. & Graf, C. (2017). Bewegungsempfehlungen für Frauen während und nach der Schwangerschaft. *Gesundheitswesen (Bundesverband der Ärzte des Öffentlichen Gesundheitsdienstes (Germany))*, 79 (S 01), S36-S39. doi:10.1055/s-0042-123698
- Finger, J. D., Mensink, G. B.M., Lange, C. & Manz, K. (2017). Gesundheitsfördernde körperliche Aktivität in der Freizeit bei Erwachsenen in Deutschland. *Journal of Health Monitoring*, 2 (2), 37-44. doi:10.17886/RKI-GBE-2017-027
- Firth, J., Cotter, J., Elliott, R., French, P. & Yung, A. R. (2015). A systematic review and meta-analysis of exercise interventions in schizophrenia patients. *Psychological medicine*, 45 (7), 1343-1361. doi:10.1017/S0033291714003110
- Flores Mateo, G., Granado-Font, E., Ferré-Grau, C. & Montaña-Carreras, X. (2015). Mobile Phone Apps to Promote Weight Loss and Increase Physical Activity: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of medical Internet research*, 17 (11), e253. doi:10.2196/jmir.4836
- Fransson, E., Knutsson, A., Westerholm, P. & Alfredsson, L. (2008). Indications of recall bias found in a retrospective study of physical activity and myocardial infarction. *Journal of Clinical Epidemiology*, 61 (8), 840-847. doi:10.1016/j.jclinepi.2007.09.004
- Freedson, P. S., Melanson, E. & Sirard, J. (1998). Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. accelerometer. *Medicine and science in sports and exercise*, 30 (5), 777-781.
- Frick, F., Sperlich, B., Schaller, A., Grieben, C. & Froböse, I. (2013). BIBK - Bewegung ins Berufskolleg. Wie sieht eine nachhaltige bewegungsbezogene Gesundheitsförderung im Berufskolleg aus? *IMPULSE*, 18 (1), 40-47.
- Gabrys, L., Thiel, C., Tallner, A., Wilms, B., Müller, C., Kahlert, D. et al. (2015). Akzelerometrie zur Erfassung körperlicher Aktivität. *Sportwissenschaft*, 45 (1), 1-9. doi:10.1007/s12662-014-0349-5
- Garnotel, M., Bastian, T., Romero-Ugalde, H. M., Maire, A., Dugas, J., Zahariev, A. et al. (2018). Prior automatic posture and activity identification improves physical activity energy expenditure prediction from hip-worn triaxial accelerometry. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 124 (3), 780-790. doi:10.1152/jappphysiol.00556.2017

- Geidl, W. & Pfeifer, K. (2017). Hintergrund und methodisches Vorgehen bei der Entwicklung von nationalen Empfehlungen für Bewegung. *Gesundheitswesen (Bundesverband der Ärzte des Öffentlichen Gesundheitsdienstes (Germany))*, 79 (S 01), S4-S10. doi:10.1055/s-0042-123703
- González-Calvo, J., González, V. M. & Lorig, K. (1997). Cultural diversity issues in the development of valid and reliable measures of health status. *Arthritis care and research : the official journal of the Arthritis Health Professions Association*, 10 (6), 448-456. doi:10.1002/art.1790100613
- Gorczyński, P., Faulkner, G., Cohn, T. & Remington, G. (2014). Examining strategies to improve accelerometer compliance for individuals living with schizophrenia. *Psychiatric rehabilitation journal*, 37 (4), 333-335. doi:10.1037/prj0000093
- Greaves, C. J., Sheppard, K. E., Abraham, C., Hardeman, W., Roden, M., Evans, P. H. et al. (2011). Systematic review of reviews of intervention components associated with increased effectiveness in dietary and physical activity interventions. *BMC public health*, 11, 119. doi:10.1186/1471-2458-11-119
- Grieben, C., Stassen, G. & Froböse, I. (2017). Internetbasierte Gesundheitsförderung. *Prävention und Gesundheitsförderung*, 12 (3), 154-159. doi:10.1007/s11553-017-0589-y
- Haaren-Mack, B. von. (2018). Erfassung körperlicher Aktivität. *B&G Bewegungstherapie und Gesundheitssport*, 34 (02), 67-72. doi:10.1055/a-0573-5195
- Harari, G., Green, M. S. & Zelber-Sagi, S. (2015). Combined association of occupational and leisure-time physical activity with all-cause and coronary heart disease mortality among a cohort of men followed-up for 22 years. *Occupational and environmental medicine*, 72 (9), 617-624. doi:10.1136/oemed-2014-102613
- Helmerhorst, H. J. F., Brage, S., Warren, J., Besson, H. & Ekelund, U. (2012). A systematic review of reliability and objective criterion-related validity of physical activity questionnaires. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 9, 103. doi:10.1186/1479-5868-9-103
- Herring, M. P., O'Connor, P. J. & Dishman, R. K. (2010). The effect of exercise training on anxiety symptoms among patients: a systematic review. *Archives of internal medicine*, 170 (4), 321-331. doi:10.1001/archinternmed.2009.530
- Hill, K. G., Woodward, D., Woelfel, T., Hawkins, J. D. & Green, S. (2016). Planning for Long-Term Follow-Up: Strategies Learned from Longitudinal Studies. *Prevention science : the official journal of the Society for Prevention Research*, 17 (7), 806-818. doi:10.1007/s11221-015-0610-7
- Holley, J., Crone, D., Tyson, P. & Lovell, G. (2011). The effects of physical activity on psychological well-being for those with schizophrenia: A systematic review. *The British journal of clinical psychology*, 50 (1), 84-105. doi:10.1348/014466510X496220
- Holtermann, A., Hansen, J. V., Burr, H., Søgaard, K. & Sjøgaard, G. (2012). The health paradox of occupational and leisure-time physical activity. *British journal of sports medicine*, 46 (4), 291-295. doi:10.1136/bjsm.2010.079582
- Holtermann, A., Krause, N., van der Beek, A. J. & Straker, L. (2018). The physical activity paradox: six reasons why occupational physical activity (OPA) does not confer the cardiovascular health benefits that leisure time physical activity does. *British journal of sports medicine*, 52 (3), 149-150. doi:10.1136/bjsports-2017-097965
- Jannot, A.-S., Agoritsas, T., Gayet-Ageron, A. & Perneger, T. V. (2013). Citation bias favoring statistically significant studies was present in medical research. *Journal of Clinical Epidemiology*, 66 (3), 296-301. doi:10.1016/j.jclinepi.2012.09.015

- John, D. & Freedson, P. (2012). ActiGraph and Actical physical activity monitors: a peek under the hood. *Medicine and science in sports and exercise*, 44 (1 Suppl 1), S86-9. doi:10.1249/MSS.0b013e3182399f5e
- Kabisch, M., Ruckes, C., Seibert-Grafe, M. & Blettner, M. (2011). Randomized controlled trials: part 17 of a series on evaluation of scientific publications. *Deutsches Arzteblatt international*, 108 (39), 663-668. doi:10.3238/arztebl.2011.0663
- Karlsson, P. & Bergmark, A. (2015). Compared with what? An analysis of control-group types in Cochrane and Campbell reviews of psychosocial treatment efficacy with substance use disorders. *Addiction (Abingdon, England)*, 110 (3), 420-428. doi:10.1111/add.12799
- Kelly, P., Fitzsimons, C. & Baker, G. (2016). Should we reframe how we think about physical activity and sedentary behaviour measurement? Validity and reliability reconsidered. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 13, 32. doi:10.1186/s12966-016-0351-4
- Kerr, J., Marinac, C. R., Ellis, K., Godbole, S., Hipp, A., Glanz, K. et al. (2017). Comparison of Accelerometry Methods for Estimating Physical Activity. *Medicine and science in sports and exercise*, 49 (3), 617-624. doi:10.1249/MSS.0000000000001124
- Kowalski, K., Rhodes, R., Naylor, P.-J., Tuokko, H. & MacDonald, S. (2012). Direct and indirect measurement of physical activity in older adults: a systematic review of the literature. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 9, 148. doi:10.1186/1479-5868-9-148
- Kyu, H. H., Bachman, V. F., Alexander, L. T., Mumford, J. E., Afshin, A., Estep, K. et al. (2016). Physical activity and risk of breast cancer, colon cancer, diabetes, ischemic heart disease, and ischemic stroke events: systematic review and dose-response meta-analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *BMJ (Clinical research ed.)*, 354. doi:10.1136/bmj.i3857
- Lagerros, Y. T. & Lagiou, P. (2007). Assessment of physical activity and energy expenditure in epidemiological research of chronic diseases. *European journal of epidemiology*, 22 (6), 353-362. doi:10.1007/s10654-007-9154-x
- Ledger, D. & McCaffrey, D. (Endeavour Partners Archive, Hrsg.) (01.2014). *Inside wearables: How the science of human behavior change offers the secret to long-term engagement*. Zugriff unter <https://medium.com/@endeavourprtnrs/inside-wearable-how-the-science-of-human-behavior-change-offers-the-secret-to-long-term-engagement-a15b3c7d4cf3>
- Lee, I. M. & Paffenbarger, R. S. (2000). Associations of light, moderate, and vigorous intensity physical activity with longevity. The Harvard Alumni Health Study. *American journal of epidemiology*, 151 (3), 293-299. doi:10.1093/oxfordjournals.aje.a010205
- Lee, J. H. & Jun, H.-S. (2019). Role of Myokines in Regulating Skeletal Muscle Mass and Function. *Frontiers in Physiology*, 10, 42. doi:10.3389/fphys.2019.00042
- Lee, P. H., Macfarlane, D. J. & Lam, T. H. (2013). Factors associated with participant compliance in studies using accelerometers. *Gait & Posture*, 38 (4), 912-917. doi:10.1016/j.gaitpost.2013.04.018
- Lee, P. H., Macfarlane, D. J., Lam, T. H. & Stewart, S. M. (2011). Validity of the International Physical Activity Questionnaire Short Form (IPAQ-SF): a systematic review. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 8, 115. doi:10.1186/1479-5868-8-115
- Lewthwaite, H., Effing, T. W., Olds, T. & Williams, M. T. (2017). Physical activity, sedentary behaviour and sleep in COPD guidelines: A systematic review. *Chronic respiratory disease*, 14 (3), 231-244. doi:10.1177/1479972316687224

- Li, J., Loerbroks, A. & Angerer, P. (2013). Physical activity and risk of cardiovascular disease: what does the new epidemiological evidence show? *Current opinion in cardiology*, 28 (5), 575-583. doi:10.1097/HCO.0b013e328364289c
- Lim, S., Wyker, B., Bartley, K. & Eisenhower, D. (2015). Measurement error of self-reported physical activity levels in New York City: assessment and correction. *American journal of epidemiology*, 181 (9), 648-655. doi:10.1093/aje/kwu470
- Lissner, L., Potischman, N., Troiano, R. & Bengtsson, C. (2004). Recall of physical activity in the distant past: the 32-year follow-up of the Prospective Population Study of Women in Göteborg, Sweden. *American journal of epidemiology*, 159 (3), 304-307. doi:10.1093/aje/kwh048
- Lubans, D. R., Smith, J. J., Plotnikoff, R. C., Dally, K. A., Okely, A. D., Salmon, J. et al. (2016). Assessing the sustained impact of a school-based obesity prevention program for adolescent boys: the ATLAS cluster randomized controlled trial. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 13, 92. doi:10.1186/s12966-016-0420-8
- Luzak, A., Heier, M., Thorand, B., Laxy, M., Nowak, D., Peters, A. et al. (2017). Physical activity levels, duration pattern and adherence to WHO recommendations in German adults. *PloS one*, 12 (2), e0172503. doi:10.1371/journal.pone.0172503
- Lyden, K., Kozey, S. L., Staudenmeyer, J. W. & Freedson, P. S. (2011). A comprehensive evaluation of commonly used accelerometer energy expenditure and MET prediction equations. *European journal of applied physiology*, 111 (2), 187-201. doi:10.1007/s00421-010-1639-8
- Macniven, R., Bauman, A. & Abouzeid, M. (2012). A review of population-based prevalence studies of physical activity in adults in the Asia-Pacific region. *BMC public health*, 12, 41. doi:10.1186/1471-2458-12-41
- Malik, S. H., Blake, H. & Suggs, L. S. (2014). A systematic review of workplace health promotion interventions for increasing physical activity. *British journal of health psychology*, 19 (1), 149-180. doi:10.1111/bjhp.12052
- Mantri, S., Fullard, M. E., Duda, J. E. & Morley, J. F. (2018). Physical Activity in Early Parkinson Disease. *Journal of Parkinson's disease*, 8 (1), 107-111. doi:10.3233/JPD-171218
- Matthews, C. E., Moore, S. C., George, S. M., Sampson, J. & Bowles, H. R. (2012). Improving self-reports of active and sedentary behaviors in large epidemiologic studies. *Exercise and sport sciences reviews*, 40 (3), 118-126. doi:10.1097/JES.0b013e31825b34a0
- McGregor, D. E., Carson, V., Palarea-Albaladejo, J., Dall, P. M., Tremblay, M. S. & Chastin, S. F. M. (2018). Compositional Analysis of the Associations between 24-h Movement Behaviours and Health Indicators among Adults and Older Adults from the Canadian Health Measure Survey. *International journal of environmental research and public health*, 15 (8). doi:10.3390/ijerph15081779
- Miguelles, J. H., Cadenas-Sanchez, C., Ekelund, U., Delisle Nyström, C., Mora-Gonzalez, J., Löf, M. et al. (2017). Accelerometer Data Collection and Processing Criteria to Assess Physical Activity and Other Outcomes: A Systematic Review and Practical Considerations. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 47 (9), 1821-1845. doi:10.1007/s40279-017-0716-0
- Miguelles, J. H., Cadenas-Sanchez, C., Tudor-Locke, C., Löf, M., Esteban-Cornejo, I., Molina-Garcia, P. et al. (2019). Comparability of published cut-points for the assessment of physical activity: Implications for data harmonization. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 29 (4), 566-574. doi:10.1111/sms.13356

- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J. & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS medicine*, 6 (7), e1000097. doi:10.1371/journal.pmed.1000097
- Montoye, A. H. K., Moore, R. W., Bowles, H. R., Korycinski, R. & Pfeiffer, K. A. (2018). Reporting accelerometer methods in physical activity intervention studies: a systematic review and recommendations for authors. *British journal of sports medicine*, 52 (23), 1507-1516. doi:10.1136/bjsports-2015-095947
- Montoye, H. J. (1996). *Measuring physical activity and energy expenditure*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Motl, R. W., McAuley, E. & DiStefano, C. (2005). Is social desirability associated with self-reported physical activity? *Preventive medicine*, 40 (6), 735-739. doi:10.1016/j.ypmed.2004.09.016
- Müller, C., Winter, C. & Rosenbaum, D. (2010). Aktuelle objektive Messverfahren zur Erfassung körperlicher Aktivität im Vergleich zu subjektiven Erhebungsmethoden [Current Objective Techniques for Physical Activity Assessment in Comparison with Subjective Methods]. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 61 (1), 11-18.
- Ndahimana, D. & Kim, E.-K. (2017). Measurement Methods for Physical Activity and Energy Expenditure: a Review. *Clinical nutrition research*, 6 (2), 68-80. doi:10.7762/cnr.2017.6.2.68
- Neilson, H. K., Robson, P. J., Friedenreich, C. M. & Csizmadi, I. (2008). Estimating activity energy expenditure: how valid are physical activity questionnaires? *The American journal of clinical nutrition*, 87 (2), 279-291. doi:10.1093/ajcn/87.2.279
- Newzoo (09.2019). *Top Countries by Smartphone Users*. Zugriff unter <https://newzoo.com/insights/rankings/top-countries-by-smartphone-penetration-and-users/>
- Niermann, C. Y. N., Herrmann, C., Haaren, B. von, van Kann, D. & Woll, A. (2016). Affect and Subsequent Physical Activity: An Ambulatory Assessment Study Examining the Affect-Activity Association in a Real-Life Context. *Frontiers in psychology*, 7, 677. doi:10.3389/fpsyg.2016.00677
- Oberlin, L. E., Waiwood, A. M., Cumming, T. B., Marsland, A. L., Bernhardt, J. & Erickson, K. I. (2017). Effects of Physical Activity on Poststroke Cognitive Function: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Stroke*, 48 (11), 3093-3100. doi:10.1161/STROKEAHA.117.017319
- O'Brien, W. J., Shultz, S. P., Firestone, R. T., George, L., Breier, B. H. & Kruger, R. (2017). Exploring the challenges in obtaining physical activity data from women using hip-worn accelerometers. *European journal of sport science*, 17 (7), 922-930. doi:10.1080/17461391.2017.1323952
- Okely, A. D., Ghersi, D., Hesketh, K. D., Santos, R., Loughran, S. P., Cliff, D. P. et al. (2017). A collaborative approach to adopting/adapting guidelines - The Australian 24-Hour Movement Guidelines for the early years (Birth to 5 years): an integration of physical activity, sedentary behavior, and sleep. *BMC public health*, 17 (Suppl 5), 869. doi:10.1186/s12889-017-4867-6
- Paffenbarger, R. S., Hyde, R. T., Wing, A. L., Lee, I. M., Jung, D. L. & Kampert, J. B. (1993). The association of changes in physical-activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. *The New England journal of medicine*, 328 (8), 538-545. doi:10.1056/NEJM199302253280804
- Paffenbarger, R. S., Wing, A. L. & Hyde, R. T. (1978). Physical activity as an index of heart attack risk in college alumni. *American journal of epidemiology*, 108 (3), 161-175. doi:10.1093/oxfordjournals.aje.a112608
- Pedersen, B. K., Akerström, T. C. A., Nielsen, A. R. & Fischer, C. P. (2007). Role of myokines in exercise and metabolism. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 103 (3), 1093-1098. doi:10.1152/jappphysiol.00080.2007

- Pedišić, Ž. & Bauman, A. (2015). Accelerometer-based measures in physical activity surveillance: current practices and issues. *British journal of sports medicine*, 49 (4), 219-223. doi:10.1136/bjsports-2013-093407
- Pedišić, Ž., Dumuid, D. & Olds, T. (2017). Integrating sleep, sedentary behaviour, and physical activity research in the emerging field of time-use epidemiology: Definitions, concepts, statistical methods, theoretical framework, and future directions. *Kinesiology*, 49 (2), 252-269.
- Pereira, E. S., Krause Neto, W., Calefi, A. S., Georgetti, M., Guerreiro, L., Zocoler, C. A. S. et al. (2018). Significant Acute Response of Brain-Derived Neurotrophic Factor Following a Session of Extreme Conditioning Program Is Correlated With Volume of Specific Exercise Training in Trained Men. *Frontiers in Physiology*, 9, 823. doi:10.3389/fphys.2018.00823
- Pfeifer, K., Banzer, W., Ferrari, N., Füzéki, E., Geidl, W., Graf, C. et al. (2017). Empfehlungen für Bewegung. In A. Rütten & K. Pfeifer (Hrsg.), *Nationale Empfehlungen für Bewegung und Bewegungsförderung* (Forschung und Praxis der Gesundheitsförderung, Sonderheft 3, Auflage: 1.2.06.17, S. 18-50). Köln: Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA).
- Plasqui, G. & Westerterp, K. R. (2007). Physical activity assessment with accelerometers: an evaluation against doubly labeled water. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 15 (10), 2371-2379. doi:10.1038/oby.2007.281
- Pohontsch, N. & Meyer, T. (2015). Das kognitive Interview - Ein Instrument zur Entwicklung und Validierung von Erhebungsinstrumenten. *Die Rehabilitation*, 54 (1), 53-59. doi:10.1055/s-0034-1394443
- Presser, S., Couper, M. P., Lessler, J. T., Martin, E., Martin, J., Rothgeb, J. M. et al. (2004). Methods for Testing and Evaluating Survey Questions. *Public Opinion Quarterly*, 68 (1), 109-130. doi:10.1093/poq/nfh008
- Prince, S. A., Adamo, K. B., Hamel, M. E., Hardt, J., Connor Gorber, S. & Tremblay, M. (2008). A comparison of direct versus self-report measures for assessing physical activity in adults: a systematic review. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 5, 56. doi:10.1186/1479-5868-5-56
- Rosenbaum, D. (2012). Aktuelle Messverfahren zur objektiven Erfassung körperlicher Aktivitäten unter besonderer Berücksichtigung der Schrittzahlmessung. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*, 55 (1), 88-95. doi:10.1007/s00103-011-1392-0
- Roth, M. A. & Mindell, J. S. (2013). Who provides accelerometry data? Correlates of adherence to wearing an accelerometry motion sensor: the 2008 Health Survey for England. *Journal of physical activity & health*, 10 (1), 70-78. doi:10.1123/jpah.10.1.70
- Rowe, D. (2011). *Back to the future? Algorithms and equipment vs. simplicity and common sense in physical activity assessment*. 23rd International Sport Science Congress, Daegu, Korea.
- Rudolf, K., Schaller, A., Frick, F., Grieben, C. & Froböse, I. (2016). Erfassung der Selbsteinschätzung körperlicher Aktivität von jungen Erwachsenen. *Prävention und Gesundheitsförderung*, 11 (1), 20-26. doi:10.1007/s11553-015-0525-y
- Sackett, D. L. (1997). Evidence-based medicine. *Seminars in Perinatology*, 21 (1), 3-5. doi:10.1016/S0146-0005(97)80013-4
- Sackett, D. L., Rosenberg, W. M., Gray, J. A., Haynes, R. B. & Richardson, W. S. (1996). Evidence based medicine: what it is and what it isn't. *BMJ (Clinical research ed.)*, 312 (7023), 71-72.
- Sanchez, A., Bully, P., Martinez, C. & Grandes, G. (2015). Effectiveness of physical activity promotion interventions in primary care: A review of reviews. *Preventive medicine*, 76 Suppl, S56-67. doi:10.1016/j.ypmed.2014.09.012

- Sasaki, J. E., John, D. & Freedson, P. S. (2011). Validation and comparison of ActiGraph activity monitors. *Journal of science and medicine in sport*, 14 (5), 411-416. doi:10.1016/j.jsams.2011.04.003
- Saunders, D. H., Sanderson, M., Brazzelli, M., Greig, C. A. & Mead, G. E. (2013). Physical fitness training for stroke patients. *The Cochrane database of systematic reviews* (10), CD003316. doi:10.1002/14651858.CD003316.pub5
- Schlotz, W. & Powell, D. J. H. (2014). Ambulatory Assessment in Neuropsychology. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 25 (4), 239-251. doi:10.1024/1016-264X/a000140
- Schulz, K. F., Altman, D. G. & Moher, D. (2010). CONSORT 2010 statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMJ (Clinical research ed.)*, 340, c332. doi:10.1136/bmj.c332
- Sesso, H. D., Paffenbarger, R. S. & Lee, I. M. (2000). Physical activity and coronary heart disease in men: The Harvard Alumni Health Study. *Circulation*, 102 (9), 975-980. doi:10.1161/01.cir.102.9.975
- Shephard, R. & Vuillemin, A. (2003). Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires. *British journal of sports medicine*, 37 (3), 197-206. doi:10.1136/bjism.37.3.197
- Shiffman, S., Stone, A. A. & Hufford, M. R. (2008). Ecological momentary assessment. *Annual review of clinical psychology*, 4, 1-32. doi:10.1146/annurev.clinpsy.3.022806.091415
- Sirard, J. R. & Slater, M. E. (2009). Compliance with wearing physical activity accelerometers in high school students. *Journal of physical activity & health*, 6 Suppl 1, S148-55. doi:10.1123/jpah.6.s1.s148
- Skender, S., Ose, J., Chang-Claude, J., Paskow, M., Brühmann, B., Siegel, E. M. et al. (2016). Accelerometry and physical activity questionnaires - a systematic review. *BMC public health*, 16, 515. doi:10.1186/s12889-016-3172-0
- Skotte, J., Korshøj, M., Kristiansen, J., Hanisch, C. & Holtermann, A. (2014). Detection of physical activity types using triaxial accelerometers. *Journal of physical activity & health*, 11 (1), 76-84. doi:10.1123/jpah.2011-0347
- Stamatakis, E., Koster, A., Hamer, M., Rangul, V., Lee, I.-M., Bauman, A. E. et al. (2020). Emerging collaborative research platforms for the next generation of physical activity, sleep and exercise medicine guidelines: the Prospective Physical Activity, Sitting, and Sleep consortium (ProPASS). *British journal of sports medicine*, 54 (8), 435-437. doi:10.1136/bjsports-2019-100786
- Statista (Hrsg.) (12.2019). *Fitness Report 2019*. Statista Digital Market Outlook – Segment Report.
- Stemland, I., Ingebrigtsen, J., Christiansen, C. S., Jensen, B. R., Hanisch, C., Skotte, J. et al. (2015). Validity of the Acti4 method for detection of physical activity types in free-living settings: comparison with video analysis. *Ergonomics*, 58 (6), 953-965. doi:10.1080/00140139.2014.998724
- Strain, T., Wijndaele, K. & Brage, S. (2019). Physical Activity Surveillance Through Smartphone Apps and Wearable Trackers: Examining the UK Potential for Nationally Representative Sampling. *JMIR mHealth and uHealth*, 7 (1), e11898. doi:10.2196/11898
- Strath, S. J., Kaminsky, L. A., Ainsworth, B. E., Ekelund, U., Freedson, P. S., Gary, R. A. et al. (2013). Guide to the assessment of physical activity: Clinical and research applications: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 128 (20), 2259-2279. doi:10.1161/01.cir.0000435708.67487.da

- Sylvia, L. G., Bernstein, E. E., Hubbard, J. L., Keating, L. & Anderson, E. J. (2014). Practical guide to measuring physical activity. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 114 (2), 199-208. doi:10.1016/j.jand.2013.09.018
- Taylor, R. S., Sagar, V. A., Davies, E. J., Briscoe, S., Coats, A. J. S., Dalal, H. et al. (2014). Exercise-based rehabilitation for heart failure. *The Cochrane database of systematic reviews* (4), CD003331. doi:10.1002/14651858.CD003331.pub4
- Terwee, C. B., Mokkink, L. B., van Poppel, M. N. M., Chinapaw, M. J. M., van Mechelen, W. & Vet, H. C. W. de. (2010). Qualitative attributes and measurement properties of physical activity questionnaires: a checklist. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 40 (7), 525-537. doi:10.2165/11531370-000000000-00000
- Thompson, D., Peacock, O., Western, M. & Batterham, A. M. (2015). Multidimensional physical activity: an opportunity, not a problem. *Exercise and sport sciences reviews*, 43 (2), 67-74. doi:10.1249/JES.0000000000000039
- Tremblay, M. S., Carson, V., Chaput, J.-P., Connor Gorber, S., Dinh, T., Duggan, M. et al. (2016). Canadian 24-Hour Movement Guidelines for Children and Youth: An Integration of Physical Activity, Sedentary Behaviour, and Sleep. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*, 41 (6 Suppl 3), S311-27. doi:10.1139/apnm-2016-0151
- Troiano, R. P., Berrigan, D., Dodd, K. W., Mâsse, L. C., Tilert, T. & McDowell, M. (2008). Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Medicine and science in sports and exercise*, 40 (1), 181-188. doi:10.1249/mss.0b013e31815a51b3
- Troiano, R. P., McClain, J. J., Brychta, R. J. & Chen, K. Y. (2014). Evolution of accelerometer methods for physical activity research. *British journal of sports medicine*, 48 (13), 1019-1023. doi:10.1136/bjsports-2014-093546
- Trost, S. G., Mclver, K. L. & Pate, R. R. (2005). Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research. *Medicine and science in sports and exercise*, 37 (11 Suppl), S531-43. doi:10.1249/01.mss.0000185657.86065.98
- Trull, T. J. & Ebner-Priemer, U. (2013). Ambulatory assessment. *Annual review of clinical psychology*, 9, 151-176. doi:10.1146/annurev-clinpsy-050212-185510
- Tully, C., Aronow, L., Mackey, E. & Streisand, R. (2016). Physical Activity in Youth With Type 1 Diabetes: a Review. *Current diabetes reports*, 16 (9), 85. doi:10.1007/s11892-016-0779-6
- Umpierre, D., Ribeiro, P. A. B., Kramer, C. K., Leitão, C. B., Zucatti, A. T. N., Azevedo, M. J. et al. (2011). Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*, 305 (17), 1790-1799. doi:10.1001/jama.2011.576
- Van Poppel, M. N. M., Chinapaw, M. J. M., Mokkink, L. B., van Mechelen, W. & Terwee, C. B. (2010). Physical activity questionnaires for adults: a systematic review of measurement properties. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 40 (7), 565-600. doi:10.2165/11531930-000000000-00000
- Van Remoortel, H., Giavedoni, S., Raste, Y., Burtin, C., Louvaris, Z., Gimeno-Santos, E. et al. (2012). Validity of activity monitors in health and chronic disease: a systematic review. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 9, 84. doi:10.1186/1479-5868-9-84
- Van Sluijs, E. M. F. & Kriemler, S. (2016). Reflections on physical activity intervention research in young people - dos, don'ts, and critical thoughts. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 13, 25. doi:10.1186/s12966-016-0348-z
- Vanhelst, J., Vidal, F., Drumez, E., Béghin, L., Baudelet, J.-B., Coopman, S. et al. (2019). Comparison and validation of accelerometer wear time and non-wear

- time algorithms for assessing physical activity levels in children and adolescents. *BMC medical research methodology*, 19 (1), 72. doi:10.1186/s12874-019-0712-1
- Vera, M. A. de, Ratzlaff, C., Doerfling, P. & Kopec, J. (2010). Reliability and validity of an internet-based questionnaire measuring lifetime physical activity. *American journal of epidemiology*, 172 (10), 1190-1198. doi:10.1093/aje/kwq273
- Verhagen, A. P., Vet, H. C.W. de, Bie, R. A. de, Kessels, A. G.H., Boers, M., Bouter, L. M. et al. (1998). The Delphi List. *Journal of Clinical Epidemiology*, 51 (12), 1235-1241. doi:10.1016/S0895-4356(98)00131-0
- Voicu, R.-A., Dobre, C., Bajenaru, L. & Ciobanu, R.-I. (2019). Human Physical Activity Recognition Using Smartphone Sensors. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 19 (3). doi:10.3390/s19030458
- Wahid, A., Manek, N., Nichols, M., Kelly, P., Foster, C., Webster, P. et al. (2016). Quantifying the Association Between Physical Activity and Cardiovascular Disease and Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of the American Heart Association*, 5 (9). doi:10.1161/JAHA.115.002495
- Wanner, M., Hartmann, C., Pestoni, G., Martin, B. W., Siegrist, M. & Martin-Diener, E. (2017). Validation of the Global Physical Activity Questionnaire for self-administration in a European context. *BMJ open sport & exercise medicine*, 3 (1), e000206. doi:10.1136/bmjsem-2016-000206
- Watson, A., Timperio, A., Brown, H., Best, K. & Hesketh, K. D. (2017). Effect of classroom-based physical activity interventions on academic and physical activity outcomes: a systematic review and meta-analysis. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 14 (1), 114. doi:10.1186/s12966-017-0569-9
- Welk, G. (Ed.). (2002). *Physical activity assessments for health-related research*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Welk, G., Morrow, J. & Saint-Maurice, P. (National Collaborative on Childhood Obesity Research, Hrsg.). *Measures Registry User Guide: Individual Physical Activity*. Zugriff unter http://www.nccor.org/wp-content/uploads/sites/2/2017/NCCOR_MR_User_Guide_Individual_PA-FINAL.pdf
- White, R. L., Babic, M. J., Parker, P. D., Lubans, D. R., Astell-Burt, T. & Lonsdale, C. (2017). Domain-Specific Physical Activity and Mental Health: A Meta-analysis. *American journal of preventive medicine*, 52 (5), 653-666. doi:10.1016/j.amepre.2016.12.008
- Wicker, P. & Frick, B. (2017). Intensity of physical activity and subjective well-being: an empirical analysis of the WHO recommendations. *Journal of public health (Oxford, England)*, 39 (2), e19-e26. doi:10.1093/pubmed/fdw062
- Williamson, C., Kelly, P. & Strain, T. (2019). Different analysis methods of Scottish and English child physical activity data explain the majority of the difference between the national prevalence estimates. *BMC public health*, 19 (1), 171. doi:10.1186/s12889-019-6517-7
- World Health Organization. (2010). *Global recommendations on physical activity for health*. Genève: World Health Organization.
- World Health Organization (Hrsg.) (2017, 12. Dezember). *Global Physical Activity Surveillance*. Zugriff unter <https://www.who.int/ncds/surveillance/steps/GPAQ/en/>
- World Health Organization. (2018). *Global action plan on physical activity 2018–2030: more active people for a healthier world*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- Wright, S. P., Hall Brown, T. S., Collier, S. R. & Sandberg, K. (2017). How consumer physical activity monitors could transform human physiology research. *American*

journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology, 312 (3), R358-R367. doi:10.1152/ajpregu.00349.2016

- Zeng, N., Ayyub, M., Sun, H., Wen, X., Xiang, P. & Gao, Z. (2017). Effects of Physical Activity on Motor Skills and Cognitive Development in Early Childhood: A Systematic Review. *BioMed research international*, 2017, 2760716. doi:10.1155/2017/2760716
- Zeng, X., Zhang, Y., Kwong, J. S. W., Zhang, C., Li, S., Sun, F. et al. (2015). The methodological quality assessment tools for preclinical and clinical studies, systematic review and meta-analysis, and clinical practice guideline: a systematic review. *Journal of evidence-based medicine*, 8 (1), 2-10. doi:10.1111/jebm.12141
- Ziegler, A., Antes, G. & König, I. (2011). Bevorzugte Report Items für systematische Übersichten und Meta-Analysen: Das PRISMA-Statement. *DMW - Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 136 (08), e9-e15. doi:10.1055/s-0031-1272978
- Zimmer, P., Stritt, C., Bloch, W., Schmidt, F.-P., Hübner, S. T., Binnebößel, S. et al. (2016). The effects of different aerobic exercise intensities on serum serotonin concentrations and their association with Stroop task performance: a randomized controlled trial. *European journal of applied physiology*, 116 (10), 2025-2034. doi:10.1007/s00421-016-3456-1
- Zubala, A., MacGillivray, S., Frost, H., Kroll, T., Skelton, D. A., Gavine, A. et al. (2017). Promotion of physical activity interventions for community dwelling older adults: A systematic review of reviews. *PloS one*, 12 (7), e0180902. doi:10.1371/journal.pone.0180902

VI. Lebenslauf

Persönliche Angaben

Name Kevin Rudolf
Geburtsdatum und -ort: 29.04.1988 in Gifhorn
Familienstand: ledig
Nationalität deutsch

Berufliche Erfahrungen

seit 03/2015: **Wissenschaftlicher Mitarbeiter**
Institut für Bewegungstherapie und bewegungsorientierte
Prävention und Rehabilitation
Deutsche Sporthochschule Köln

seit 02/2013: **Übungsleiter für Koronarsport**
SV Weiden 1914/75 e.V.

10/2008 - 07/2009: **Erzieherische Zusatzkraft (Drittkraft)**
Heilpädagogischer Kindergarten „Regenbogen“ in Gifhorn

Studium und Ausbildung

seit 04/2016: **Promotionsstudium**
Deutsche Sporthochschule Köln

10/2012 - 12/2014: **Studium „Rehabilitation und Gesundheitsmanagement“**
Deutsche Sporthochschule Köln
• Abschluss: Master of Arts

10/2009 - 09/2012: **Studium „Bewegung und Gesundheit“**
Justus-Liebig-Universität Gießen
• Abschluss: Bachelor of Science

08/2000 - 06/2007: **Schulbildung**
Otto-Hahn-Gymnasium Gifhorn
• Abschluss: Abitur

Studienbegleitende Nebentätigkeiten

10/2014 - 02/2015: **Wissenschaftliche Hilfskraft**
Institut für Bewegungstherapie & bewegungsorientierte
Prävention und Rehabilitation
Deutsche Sporthochschule Köln

09/2013 - 09/2014: **Studentische Hilfskraft**
Institut für Bewegungstherapie & bewegungsorientierte
Prävention und Rehabilitation
Deutsche Sporthochschule Köln

Grundwehrrersatzdienst

08/2007 - 08/2008: **Freiwilliges Soziales Jahr**
Heilpädagogischer Kindergarten „Regenbogen“ in Gifhorn

VII. Publikationsliste

Zeitschriftenbeiträge (peer reviewed)

- Stassen, G., Grieben, C., Hottenrott, N., **Rudolf, K.**, Froböse, I. & Schaller, A. (2020). Associations between health-related skills and young adults' work ability within a structural health literacy model. *Health Promotion International* (accepted).
- Bickmann, P., Wechsler, K., **Rudolf, K.**, Tholl, C., Froböse, I. & Grieben, C. (2020). Gaze Behavior of Professional and Non-Professional eSports Players in FIFA 19. *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations*, 12 (3), 1-17. doi:10.4018/IJGCMS.2020070101
- Rudolf, K.**, Bickmann, P., Froböse, I., Tholl, C., Wechsler, K. & Grieben, C. (2020). Demographics and Health Behavior of Video Game and eSports Players in Germany: The eSports Study 2019. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17 (6), 1870. doi:10.3390/ijerph17061870
- Rudolf, K.**, Lammer, F., Stassen, G., Froböse, I. & Schaller, A. (2020). Show cards of the Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ) - do they impact validity? A crossover study. *BMC public health*, 20 (1), 223. doi:10.1186/s12889-020-8312-x
- Dejonghe, L. A. L., **Rudolf, K.**, Becker, J., Stassen, G., Froboese, I. & Schaller, A. (2020). Health coaching for promoting physical activity in low back pain patients: a secondary analysis on the usage and acceptance. *BMC sports science, medicine & rehabilitation*, 12, 2. doi:10.1186/s13102-019-0154-4
- Rudolf, K.**, Biallas, B., Dejonghe, L. A. L., Grieben, C., Rückel, L.-M., Schaller, A. et al. (2019). Influence of Health Literacy on the Physical Activity of Working Adults: A Cross-Sectional Analysis of the TRISEARCH Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16 (24), 4948. doi:10.3390/ijerph16244948
- Dejonghe, L. A. L., Biallas, B., McKee, L., **Rudolf, K.**, Froböse, I. & Schaller, A. (2019). Expectations Regarding Workplace Health Coaching: A Qualitative Study With Stakeholders. *Workplace health & safety*, 67 (7), 317-325. doi:10.1177/2165079919836682

- Rudolf, K.**, Dejonghe, L. A. L., Froböse, I., Lammer, F., Rückel, L.-M., Tetz, J. et al. (2019). Effectiveness Studies in Health Promotion: A Review of the Methodological Quality of Studies Reporting Significant Effects on Physical Activity in Working Age Adults. *International journal of environmental research and public health*, 16 (5). doi:10.3390/ijerph16050813
- Rudolf, K.**, Grieben, C., Petrowski, K., Froböse, I. & Schaller, A. (2018). Impact of different recruitment strategies on accelerometry adherence and resulting physical activity data: A secondary analysis. *Preventive medicine reports*, 10, 76-81. doi:10.1016/j.pmedr.2018.02.009
- Schaller, A., Bade, D., Dejonghe, L. A. L., **Rudolf, K.** & Froböse, I. (2018). Subjektive Qualitätskonzepte im Vergleich zu objektiven Qualitätskriterien. *Prävention und Gesundheitsförderung*, 13 (4), 337-344. doi:10.1007/s11553-017-0631-0
- Schaller, A., **Rudolf, K.**, Arndt, F. & Froboese, I. (2016). Selbsteinschätzung körperlicher Aktivität: Der Vergleich von subjektiver und objektiver körperlicher Aktivität bei Rückenpatienten nach stationärer Rehabilitation. *Physikalische Medizin, Rehabilitationsmedizin, Kurortmedizin*, 26 (02), 71-78. doi:10.1055/s-0041-111035
- Schaller, A., **Rudolf, K.**, Dejonghe, L., Grieben, C. & Froboese, I. (2016). Influencing Factors on the Overestimation of Self-Reported Physical Activity: A Cross-Sectional Analysis of Low Back Pain Patients and Healthy Controls. *BioMed research international*, 2016, 1497213. doi:10.1155/2016/1497213
- Rudolf, K.**, Schaller, A., Frick, F., Grieben, C. & Froböse, I. (2016). Erfassung der Selbsteinschätzung körperlicher Aktivität von jungen Erwachsenen. *Prävention und Gesundheitsförderung*, 11 (1), 20-26. doi:10.1007/s11553-015-0525-y

Im Gutachtungsprozess (peer review)

- Stassen, G., **Rudolf, K.**, Gernert, M., Thiel, A. & Schaller, A. (2020). Questionnaire choice affects the prevalence of recommended physical activity: An online survey comparing four measuring instruments within the same sample. *BMC Public Health* (under review)

Zeitschriftenbeiträge (ohne peer review)

Tholl, C., **Rudolf, K.**, Wechsler, K., Froböse, I., & Grieben, C. (2019). eSportler im Fokus der Sportwissenschaft: Erfassung einer neuen Risikozielgruppe. *IMPULSE - Das Wissenschaftsmagazin der Deutschen Sporthochschule Köln*, 24(1), 12-19.

Kongressbeiträge (peer reviewed)

Wechsler, K., **Rudolf, K.**, Tholl, C., Bickmann, P., Froböse, I., & Grieben, C. (2020). E-Sport in Deutschland – Neue Erkenntnisse zu Gesundheit, Stress und Wohlbefinden. in U. Fehr (Hrsg.), *13. Symposium der Sektion Sportinformatik und Sporttechnologie der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft (dvs) spinfortec 2020 digital: Zukunftsperspektiven von Sportinformatik & Sporttechnologie im Leistungs- und Breitensport* (S. 86-87).

Bickmann, P., Wechsler, K., **Rudolf, K.**, Tholl, C., Froböse, I., & Grieben, C. (2020). Blickverhalten von professionellen und nicht-professionellen E-Sportlern in der Fußballsimulation FIFA 19. in U. Fehr (Hrsg.), *13. Symposium der Sektion Sportinformatik und Sporttechnologie der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft (dvs) spinfortec 2020 digital: Zukunftsperspektiven von Sportinformatik & Sporttechnologie im Leistungs- und Breitensport* (S. 88-89).

Wechsler, K., **Rudolf, K.**, Tholl, C., Froböse, I., & Grieben, C. (2019). Differences between eSport and sport athletes - first results of a new assessment battery. in A. Arampatzis, S. Braun, K. Schmitt, & B. Wolfarth (Hrsg.), *Sport im öffentlichen Raum: 24. dvs-Hochschultag Berlin 18.-20. September 2019: Abstracts* (S. 97). (Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft; Band 282). Hamburg: Feldhaus, Edition Czwalina.

Rudolf, K., Rückel, L-M., Biallas, B., Dejonghe, L. A. L., Stassen, G., Grieben, C., ... Froböse, I. (2019). The association between health literacy and subjective and objective physical activity levels: a cross-sectional analysis. in *15th annual meeting and 10th conference of HEPA Europe - Abstract Book* (S. 142)

Stassen, G., **Rudolf, K.**, Wiedenmann, M., Froböse, I., & Schaller, A. (2019). Prevalence of physical activity including the "forgotten guidelines": only a

- question of questionnaire selection? in *Abstract book: HEPA Europe, 28-30 August 2019*, Odense, Denmark, SDU University of Southern Denmark (S. 140)
- Stassen, G., **Rudolf, K.**, Grieben, C., Froboese, I., & Schaller, A. (2019). Effektivität einer webbasierten Maßnahme zur Förderung der Gesundheitskompetenz von Berufsschülern: eine Cluster-RCT mit Follow-Up. in D. Schaeffer, E-M. Berens, U. Bauer, & O. Okan (Hrsg.), *2. Internationales Symposium Gesundheitskompetenz - Forschung, Praxis, Politik: 2./3. Mai 2019; Abstractband* (S. 30-31). Bielefeld: Universität Bielefeld.
- Rudolf, K.**, Froböse, I., Tholl, C., Wechsler, K., & Grieben, C. (2019). Gesundheitsförderung im eSport – ein Thema für die Sportwissenschaft. in *Interdisziplinäre Forschung und Gesundheitsförderung in Lebenswelten: Bewegung fördern, vernetzen, nachhaltig gestalten: Abstractband zur Jahrestagung der dvs-Kommission Gesundheit* (S. 20). Hamburg: Universität Hamburg.
- Grieben, C., **Rudolf, K.**, Wechsler, K., Tholl, C., & Froböse, I. (2019). *eSportler – eine bislang vernachlässigte Zielgruppe von Public Health Maßnahmen*. Postersitzung präsentiert bei Kongress Armut und Gesundheit, Berlin, Deutschland.
- Rudolf, K.**, Lammer, F., Stassen, G., Froböse, I., & Schaller, A. (2017). Effect of physical activity showcards on accuracy in self-reports: a randomized crossover study with the Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ). in D. Jurakic, & M. Rakovac (Hrsg.), *Modern approaches to physical activity promotion and measurement: final programme and book of abstracts* (S. 127). University of Zagreb.
- Stassen, G., Grieben, C., **Rudolf, K.**, Füllgraebe, F., & Froböse, I. (2017). Influencing factors on initial login rate to a web-based intervention platform promoting physical activity among vocational school students. in D. Jurakic, & M. Rakovac (Hrsg.), *Modern approaches to physical activity promotion and measurement: final programme and book of abstracts* (S. 140). University of Zagreb.
- Dejonghe, L. A. L., **Rudolf, K.**, Lammer, F., Froböse, I., & Schaller, A. (2017). Physical activity, quality of life and health literacy: a pre-post-evaluation of a workplace-related lifestyle intervention for employees with health-related risk factors. in D.

Juracic, & M. Rakovac (Hrsg.), *Modern approaches to physical activity promotion and measurement: final programme and book of abstracts* (S. 62). University of Zagreb.

Rudolf, K., Grieben, C., Petrowski, K., Froböse, I., & Schaller, A. (2017). Freiwillige vor! Effekte unterschiedlicher Strategien bei der Probandenrekrutierung für Akzelerometrie-Studien auf die resultierenden Daten. *Das Gesundheitswesen*, 79 (8/9), 798.

Rudolf, K., Grieben, C., Schaller, A., Pförtner, T., Biallas, B., Stock, S., ... Froböse, I. (2017). Physical Activity in Workplace-Settings: Preliminary Results of TRISEARCH. in A. Ferrauti, P. Platen, E. Grimminger-Seidensticker, T. Jaitner, U. Bartmus, L. Becher, M. De Marées, T. Mühlbauer, A. Schauerte, T. Wiewelhove, ... E. Tsolakidis (Hrsg.), *Book of Abstracts: 22nd Annual Congress of the European College of Sport Science, 5th-8th July 2017, MetropolisRuhr - Germany* (S. 342-343). Westdeutscher Universitätsverlag.

Rudolf, K., Dejonghe, L. A. L., Froböse, I., & Schaller, A. (2016). A cross sectional analysis of influencing factors on misperception in self-reported physical activity. in *Book of abstracts: 21st Annual Congress of the European College of Sport Science, 6th-9th July 2016, Vienna - Austria, Crossing Borders Through Sport Science* (S. 186). University of Vienna.

Schaller, A., **Rudolf, K.**, & Froböse, I. (2016). „Ich beweg' mich doch den ganzen Tag!": Subjektive und objektive körperliche Aktivität bei Rückenpatienten nach stationärer Rehabilitation. in *"Gemeinsam informiert entscheiden": 17. Jahrestagung des Deutschen Netzwerks Evidenzbasierte Medizin*

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich herzlich allen Personen danken, die mich bei der Anfertigung meiner Doktorarbeit auf verschiedenstem Weg unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt **Herrn Prof. Dr. Ingo Froböse** für die Möglichkeit der Bearbeitung des Themas sowie die Bereitstellung von optimalen Arbeitsbedingungen. Vielen Dank für die gute Betreuung, die Vermittlung neuer Perspektiven und die stets offene Tür.

Von ganzem Herzen möchte ich **Frau Prof. Dr. Andrea Schaller** danken. Nicht nur für die enorme Unterstützung bei der Umsetzung der gesamten Arbeit und viele interessante Diskussionen, sondern auch für die regelmäßigen Erinnerungen, das Ziel nicht aus den Augen zu verlieren.

Für viele wertvolle Gespräche – auch abseits des Arbeitsalltags – sowie das wunderbare Arbeitsklima danke ich **meinen Kolleginnen und Kollegen** am Institut für Bewegungstherapie und bewegungsorientierte Prävention und Rehabilitation. Insbesondere möchte ich an dieser Stelle **Frau Dr. Bianca Biallas, Frau Dr. Christiane Wilke, Herrn Dr. Christopher Grieben und Herrn Gerrit Stassen** meinen Dank aussprechen.

Ein herzlicher Dank gilt **meinen Freunden**, die mir die notwendige Ruhe und Sicherheit für die Erstellung dieser Arbeit gaben: **Miri** – für den Anstoß, die Promotion wirklich anzugehen. **Karl, Stefan und Kai** – für die willkommene Ablenkung in stressigen Phasen. **Lea** – für den fachlichen Austausch, das offene Ohr und vor allem für die vielen aufheiternden Momente, die die Arbeit jedes Mal leichter werden ließen. **Sarah** – für die bedingungslose Unterstützung, das Vertreiben von Sorgen und das liebevolle Verständnis während der Endphase dieser Arbeit.

Mein letzter und größter Dank gilt **meiner Familie**, die mir diesen Weg erst ermöglicht und mich auch aus der Ferne immer bedingungslos unterstützt hat. Vielen Dank für eure Geduld, euer Vertrauen und die Sicherheit, die ihr mir stets gegeben habt!

Vielen Dank!