

CrossFit® in der betrieblichen Gesundheitsförderung

Tom Brandt

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Humanwissenschaften der Universität
der Bundeswehr München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Philosophie (Dr. phil.)

angenommenen Dissertation.

Gutachter/Gutachterin:

1. Prof. Dr. Annette Schmidt
2. Prof. Dr. Christopher Huth

Die Dissertation wurde am 10. August 2023 bei der Universität der Bundeswehr München
eingereicht und durch die Fakultät für Humanwissenschaften am 14. November 2023
angenommen. Die mündliche Prüfung fand am 13. Dezember 2023 statt.

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Frau Prof. Dr. rer. nat. Annette Schmidt für die großartige Betreuung während des gesamten Forschungsprojektes. Sie hatte stets ein offenes Ohr und trug durch Ihre konstruktive Kritik wesentlich zum Gelingen des Forschungsprojektes bei.

Bedanken möchte ich mich außerdem bei dem Team von CrossFit Kokoro – Frau Elisabeth Heinz, Herr Yannik Klaaßen, Frau Selina Limbara, Herr Marian Mörsdorf und Herr Prof. Dr. Timo Schinköthe. Nur durch ihr unermüdliches Engagement als Coaches konnte dieses Projekt überhaupt realisiert werden.

Mein allergrößter Dank gebührt jedoch meinen Eltern und meiner Frau, auf die ich mich in den vergangenen Jahren immer voll und ganz verlassen konnte. Sie haben mir jederzeit den Rücken freigehalten und mich mit viel Verständnis und Geduld bei der erfolgreichen Fertigstellung dieser Arbeit unterstützt.

Euch allen ein herzliches Dankeschön!

Abstract

Background The workplace health promotion (WHP) commonly reaches less than 50 % of employees, of whom only a minority participates in WHP interventions in the long term. This study therefore investigated whether CrossFit® (CF) motivates inactive, sedentary employees to long-term training participation in order to improve health and fitness.

Method A prospective, controlled intervention study entitled MedXFit was therefore conducted at the University of the Bundeswehr Munich (UniBw M). Physically inactive, sedentary employees of the UniBw M were recruited for the intervention (IG) and control group (CG). While the IG did CF-training twice a week for 60 minutes over a period of 12 months, the CG was free to choose from any other WHP intervention offered at the same time. To what extent CF contributed to behavioral change and maintenance was determined by training adherence and analyzed based on the COM-B system. According to this system, physical activity behavior can be explained by interactions between *capability*, *opportunity*, and *motivation*. Furthermore, mobility, maximum strength, back-issues, and well-being were assessed. Beyond the MedXFit study, changes in health and fitness as well as physical activity behavior of a severely obese, male participant (BMI: 41.3 kg / m²) were evaluated in a case study.

Results Eighty-nine employees (IG: N = 55; CG: N = 34) participated in the MedXFit-study, of whom 21 withdrew for external reasons. Additionally, 10 participants of the IG and 1 of the CG quit for intrinsic reasons, resulting in a non-adherence to the intervention of 22 %. On average, participants of the IG completed 79.3 (\pm 19.3) CF-trainings over the course of 12 months. Behavioral change and maintenance were mainly driven by positive changes in *capability* and *motivation*. Increased *capability* was evident in significant improvements in mobility ($\eta^2 = .61$), maximum strength ($\eta^2 = .36$ to $\eta^2 = .62$), back-issues (pain intensity: $r = .4$; pain frequency: $r = .35$), and subjectively perceived movement competence. The results of the case study indicated that CF reduces body weight, blood pressure, and resting heart rate in obese employees. Moreover, it was demonstrated that CF provided a variety of training motives, that are usually found in classic sports (e.g., enjoyment, sense of community, challenge, autonomy, sense of competence). Due to its high scalability and broad training stimuli, CF could be adapted to the individual capabilities of the participants even in heterogeneous training groups.

Conclusion CF is an effective and long-term motivating training concept to improve health and fitness of inactive, sedentary employees and should be considered to a greater extent by the WHP.

Kurzfassung

Hintergrund Die betriebliche Gesundheitsförderung (BGF) erreicht weniger als 50 % der Mitarbeitenden, von denen wiederum nur die Minderheit langfristig an BGF-Maßnahmen teilnimmt. In dieser Arbeit wurde daher untersucht, ob CrossFit® (CF) inaktive, sedentäre Mitarbeitende langfristig zur Teilnahme motiviert und deren Gesundheit nachhaltig fördert.

Methodik Unter dem Titel MedXFit wurde an der Universität der Bundeswehr München (UniBw M) eine prospektive, kontrollierte Interventionsstudie durchgeführt. Für die Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) wurden körperlich inaktive, sedentäre Mitarbeitende der UniBw M rekrutiert. Während die IG über 12 Monate zweimal wöchentlich für 60 Minuten am CF-Training teilnahm, war es der KG freigestellt das BGF-Angebot der UniBw M wahrzunehmen. Inwiefern CF eine langfristige Verhaltensänderung bewirkte, wurde anhand der Trainingsadhärenz beurteilt und mithilfe des COM-B Systems analysiert. Gemäß diesem resultiert das Bewegungsverhalten (*behavior*) aus Interaktionen zwischen *capability*, *opportunity* und *motivation*. Weiterhin wurden Beweglichkeit, Maximalkraft, Rückenbeschwerden und Wohlbefinden erhoben. Gesundheit, Fitness und Bewegungsverhalten eines stark adipösen Probanden (BMI: 41,3 kg / m²) wurden über die MedXFit-Studie hinaus in einer Fallstudie evaluiert.

Ergebnisse Die MedXFit-Studie startete mit 89 Probandinnen und Probanden (IG: N = 55; KG: N = 34), wovon 21 die Studie aus externen Gründen abbrachen. Intrinsisch motiviert beendeten 10 Mitarbeitende der IG und 1 Mitarbeitende der KG die Studie vorzeitig, was zu einer Nicht-Adhärenz von 22 % führte. Durchschnittlich absolvierten die Probandinnen und Probanden der IG in den 12 Monaten 79,3 (± 19,3) CF-Trainings. Entscheidend für die langfristige Trainingsteilnahme der IG waren positive Veränderungen von *capability* und *motivation*. Gesteigerte *capability* zeigte sich in signifikanten Verbesserungen der Beweglichkeit ($\eta^2 = ,61$), Maximalkraft ($\eta^2 = ,36$ bis $\eta^2 = ,62$), Rückenproblematiken (Schmerzintensität: $r = ,4$; Schmerzfrequenz: $r = ,35$) und subjektiv wahrgenommenen Bewegungskompetenz. Die Ergebnisse der Fallstudie wiesen darauf hin, dass CF das Körpergewicht, den Blutdruck und die Ruheherzfrequenz von adipösen Mitarbeitenden senkt. CF bot zudem vielfältige Trainingsmotive, die sonst vor allem für klassische Sportarten typisch sind (z.B. Freude, Gemeinschaftsgefühl, Herausforderung, Autonomie, Kompetenzgefühl). Aufgrund hoher Skalierbarkeit und breiter Trainingsreize eignete sich CF auch für das Training heterogener Trainingsgruppen.

Schlussfolgerung CF ist ein effektives und langfristig motivierendes Trainingskonzept für die BGF von inaktiven, sedentären Mitarbeitenden und sollte zukünftig stärker als bewegungsfördernde Maßnahme im betrieblichen Kontext berücksichtigt werden.

Inhaltsverzeichnis

Abstract	I
Kurzfassung	II
Inhaltsverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VI
Abkürzungsverzeichnis	VII
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Relevanz des Forschungsvorhabens	2
1.3 Aufbau der Arbeit	9
2 Theoretische Rahmenmodelle	10
2.1 Gesundheit und Gesundheitsmodelle	10
2.2 Theoretische Modellvorstellung des Bewegungsverhaltens aus verhaltenspsychologischer Sicht	13
3 CrossFit®	17
3.1 Die Trainingsmethodologie von CrossFit®	17
3.2 Die vier Fitnessmodelle	18
3.3 Die Trainingsprinzipien	23
4 Potential von CrossFit® für die betriebliche Gesundheitsförderung	28
4.1 Modelltheoretische Betrachtung von CrossFit®	28
4.2 Wissenschaftlicher Forschungsstand	30
5 Darstellung der Teilstudien	35
6 MedXFit - Effekte nach 6 Monaten CrossFit®-Training	40
7 MedXFit - Effekte nach 12 Monaten CrossFit®-Training	53

8 CrossFit® für gesundheitlich eingeschränkte Mitarbeitende.....	92
9 Diskussion	105
9.1 Gesundheitsförderliche Effekte von CrossFit®	105
9.2 Langfristige Verhaltensänderung durch CrossFit®	107
9.3 Perspektiven für Wissenschaft und Praxis	109
9.4 Schlussfolgerung	110
Literaturverzeichnis	CXI
Anhang.....	CXXVIII
Curriculum Vitae.....	CL
Eidesstattliche Erklärung	CLII

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Energieverbrauch für verschiedene Intensitätsbereiche von körperlichen Aktivitäten in metabolischen Äquivalenten (MET) (vgl. Rütten und Pfeifer, 2017).....	3
Abbildung 2 Zusammenhang zwischen Gesundheit, gesundheitsbezogener Fitness und körperlicher Aktivität (vgl. Bouchard und Shephard, 1994).....	12
Abbildung 3 Das COM-B System (vgl. Michie et al., 2011)	14
Abbildung 4 Vergleich der Fitness fiktiver Athletinnen und Athleten der Disziplinen CrossFit®, Powerlifting und Ultramarathon.....	20
Abbildung 5 Fitnessmodell 3 - Die Stoffwechselwege (vgl. Glassman, 2020)	22
Abbildung 6 Fitnessmodell 4 - Das Krankheits-Gesundheits-Fitness Kontinuum (vgl. Glassman, 2020)	23
Abbildung 7 Verhaltenspsychologische Betrachtung von CrossFit® auf Basis des COM-B Systems (vgl. Michie et al., 2011; Kwasnicka et al., 2016; Glassman, 2020).....	30
Abbildung 8 Aufbau des Forschungsvorhabens.....	36
Abbildung 9 Effekte von CrossFit® auf die gesundheitsbezogene Fitness und Gesundheit (vgl. Bouchard und Shephard, 1994).....	106
Abbildung 10 Einfluss von CrossFit® auf capability, motivation, opportunity und behavior (vgl. Michie et al., 2011)	109

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Fitnessmodell 1 - Die zehn allgemeinen körperlichen Fähigkeiten (vgl. Glassman, 2020).....	19
Tabelle 2 Beispielbewegungen der Modalitäten Turnen, Gewichtheben und metabolische Konditionierung (vgl. Glassman, 2020).....	25
Tabelle 3 Strukturierung der Trainingsplanung im CrossFit® (vgl. Glassman, 2020).....	26

Abkürzungsverzeichnis

ACSM	American College of Sports Medicine
BGF	Betriebliche Gesundheitsförderung
BMI	Body mass index
BZgA	Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung
CF	CrossFit®
CG	Control group
FMS	Functional Movement Screen
IG	Interventionsgruppe
KG	Kontrollgruppe
MET	Metabolisches Äquivalent
RM	Wiederholungsmaximum
UniBw M	Universität der Bundeswehr München
WHO	Weltgesundheitsorganisation
WHO-5	WHO-5-Wohlbefindens-Index
WOD	Workout of the Day
WHP	Workplace health promotion

1 Einleitung

1.1 Motivation

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) ist bestrebt das Bewegungsverhalten der Weltbevölkerung positiv zu beeinflussen, um die negativen gesundheitlichen Folgen eines bewegungsarmen Lebensstils zu reduzieren. In diesem Sinne hat die WHO Empfehlungen für das Maß gesundheitsförderlicher körperlicher Aktivität formuliert [1–4]. Körperliche Aktivität umfasst dabei sämtliche körperliche Bewegungen, die durch die Skelettmuskulatur realisiert werden und zu einem erhöhten Energieverbrauch führen [5]. Werden die Bewegungsempfehlungen nicht erfüllt, spricht man von körperlicher Inaktivität [6]. Diese ist global verantwortlich für 6 – 10 % der Krankheitslast durch koronare Herzkrankheiten, Typ-2-Diabetes und Krebs sowie 5,3 Millionen vorzeitiger Todesfälle pro Jahr [2]. Die betriebliche Gesundheitsförderung (BGF) gilt als effektive Möglichkeit, um die körperliche Aktivität von Erwachsenen zu erhöhen [7,8]. Allerdings sieht sich die BGF mit der Herausforderung konfrontiert Mitarbeitende überhaupt zur Teilnahme zu motivieren und diese nachhaltig zu binden [9–12]. Die BGF ist daher gefordert neben der rein gesundheitsförderlichen Wirkung auch das Potential zur langfristigen Verhaltensänderung zu berücksichtigen. CrossFit® präsentiert sich vor diesem Hintergrund als vielversprechende Maßnahme, wurde aber bislang nicht mit Blick auf seine Eignung für die BGF wissenschaftlich untersucht. Durch ständige Variation funktionaler Bewegungen wird beim CrossFit® angestrebt alle körperlichen Fähigkeiten gleichermaßen zu entwickeln und so Gesundheit und Fitness optimal zu fördern [13]. Seinen Ursprung hat die CrossFit®-Trainingsmethodologie in den USA. Seit seiner Gründung im Jahr 1996 durch Greg Glassman hat CrossFit® sich auf der ganzen Welt verbreitet und motiviert inzwischen 5 Millionen Menschen zum CrossFit®-Training in einer der über 15.000 CrossFit®-Affiliates [14–16]. Sollte CrossFit® im betrieblichen Kontext ähnlich motivierend wirken sowie Gesundheit und gesundheitsrelevante Fitness effektiv fördern, resultierte daraus ein weitreichendes Potential für die BGF. Mit dieser Arbeit wurde untersucht, ob CrossFit® diesem Anspruch gerecht wird, um so einen Beitrag zur BGF zu leisten.

1.2 Relevanz des Forschungsvorhabens

Untersuchungen an Mitgliedern von Jäger- und Sammlergesellschaften wie den Hadza aus den Jahren 2017 und 2020 weisen darauf hin, dass sich der Mensch über Jahrtausende dahingehend entwickelt hat täglich 15.800 Schritte zurückzulegen und 135 Minuten moderate bis anstrengende körperliche Aktivität zu verrichten [17,18]. Dieses hohe Maß körperlicher Aktivität lässt schnell vergessen, dass unsere Vorfahren – wie alle anderen Lebewesen auch – mit ihren Ressourcen haushalten mussten und sich in erster Linie dann bewegten, wenn es für das Überleben notwendig war oder eine Belohnung (wie beispielsweise Wasser holen, nach Wurzeln graben, Nachwuchs versorgen oder Honig sammeln) versprach [19,20]. In den vergangenen Jahrhunderten wurden jedoch verschiedene Lebensbereiche zunehmend modernisiert und automatisiert, so dass es heutzutage kaum noch körperlicher Aktivität bedarf, um das eigene Überleben zu sichern. Eines hat sich jedoch nicht geändert – unsere Veranlagung dazu unnötigen Energieverbrauch zu vermeiden [6]. Dementsprechend ist es nicht verwunderlich, dass sich ein Großteil der modernen Gesellschaft nur schwer zu körperlicher Aktivität motivieren kann. Dabei ist körperliche Aktivität für den Erhalt der Gesundheit unerlässlich [8,21]. So steht regelmäßige körperliche Aktivität beispielsweise im Zusammenhang mit einem reduzierten Risiko für chronische Erkrankungen wie Typ-2-Diabetes, Hypertonie, Adipositas, Dickdarmkrebs, Depression oder Muskel-Skelett-Beschwerden [22–27]. Daneben könnten auch Wohlbefinden und Lebensqualität von erhöhter körperlicher Aktivität profitieren [28,29]. Um von den gesundheitlichen Vorteilen körperlicher Aktivität zu profitieren, muss das Aktivitätsspensum unserer oben genannten Vorfahren längst nicht erreicht werden. Gemäß Wen et al. können bereits 15 Minuten moderate körperliche Aktivität täglich das Gesamtsterblichkeitsrisiko um 14 % senken und die Lebenserwartung um 3 Jahre erhöhen [30].

Weitere Anhaltspunkte über Qualität und Quantität gesundheitsförderlicher körperlicher Aktivität bieten die Empfehlungen von internationalen Organisationen wie der Weltgesundheitsorganisation (WHO) oder dem American College of Sports Medicine (ACSM) [4,31]. Die quantitative Charakteristik körperlicher Aktivität wird über die Dauer, Frequenz und Intensität beschrieben [32]. Intensität wird häufig mithilfe metabolischer Äquivalente (MET) angegeben und in fünf Kategorien (Ruhe, sedentäres Verhalten, leicht-, moderat- und hoch-intensive Aktivität) unterteilt. Als Bezugspunkt für die Einstufung der Intensität verschiedener körperlicher Aktivitäten gilt mit 1 MET der Energieverbrauch in Ruhe. Dieser entspricht einem Umsatz von 3,5 Milliliter Sauerstoff pro Kilogramm Körpergewicht pro Minute bzw. 1 Kilokalorie pro Kilogramm Körpergewicht pro Stunde. Sedentäres Verhalten umfasst sämtliche Tätigkeiten in sitzender oder liegender Position im

Wachzustand, die einen Energieverbrauch von 1,0 bis 1,5 MET erfordern [32–34]. Die



Abbildung 1 Energieverbrauch für verschiedene Intensitätsbereiche von körperlichen Aktivitäten in metabolischen Äquivalenten (MET) (vgl. Rütten und Pfeifer, 2017)

Einteilung der Intensitäten ist in **Abbildung 1** dargestellt.

Multipliziert man die Intensität einer körperlichen Aktivität in MET mit der Durchführungsdauer in Minuten, erhält man den Wert für die geleisteten MET-Minuten. Im Sinne der Gesundheitsförderung empfiehlt das ACSM pro Woche 500 – 1000 MET-Minuten zu absolvieren. Diese können über eine beliebige Kombination aus moderat- und hoch-intensiver körperlicher Aktivität erreicht werden [31]. Die Möglichkeit der Kombination von körperlichen Aktivitäten unterschiedlicher Intensitätsgrade nennt auch die WHO in ihren Bewegungsempfehlungen für gesunde 18 – 64-Jährige. Diese umfassen:

- Pro Woche 150 – 300 Minuten Ausdaueraktivitäten bei moderater oder 75 – 150 Minuten bei hoher Intensität oder eine Kombination daraus,
- Muskelfördernde Aktivitäten, die alle großen Muskelgruppen einbeziehen und stärken, an mindestens zwei Tagen der Woche,
- Sedentäres Verhalten einschränken und durch körperliche Aktivität beliebiger Intensität ersetzen,
- Liegt ein hohes Level sedentären Verhaltens vor, sollte man über das vorher empfohlene Maß hinaus körperlich aktiv sein,
- Liegen keine Kontraindikationen durch gesundheitliche Probleme vor, bietet zusätzliche Ausdaueraktivität weitere Gesundheitsvorteile [4].

Die Vorgaben der WHO überschneiden sich teilweise mit denen des ACSM. Jedoch weist das ACSM neben den bereits genannten Aktivitäten zusätzlich auf die Notwendigkeit von beweglichkeitsfördernden und neuromotorisch anspruchsvollen körperlichen Aktivitäten hin. Um die Bewegungsfreiheit der Gelenke zu erhalten, das Sturzrisiko zu minimieren und

die funktionale Fitness insgesamt zu fördern, formuliert das ACSM schließlich folgende Empfehlungen:

- Pro Woche mindestens zwei ca. 10-minütige Beweglichkeitstrainings für alle großen Muskel-Sehnen-Einheiten,
- Pro Woche mindestens zweimal 20 – 30 Minuten funktionelles Fitnessstraining, welches variierende Kombinationen komplexer Bewegungen involviert [31].

Unzureichende körperliche Aktivität (respektive körperliche Inaktivität) zeigt sich vor allem im Bereich der muskelfördernden Aktivitäten. Studien aus Australien, Deutschland, den USA und Finnland zufolge erreichen zwar 31,2 bis 52,6 % der Erwachsenen die Empfehlungen der WHO für Ausdaueraktivitäten aber nur 9,3 bis 29,3 % schaffen es mindestens zwei muskelfördernde Trainingseinheiten pro Woche durchzuführen [4,35–39]. Beide Anforderungen werden in Deutschland lediglich von 20,5 % der Frauen und 24,7 % der Männer erfüllt [35]. Weitere für die muskuloskeletale Fitness und funktionale Kapazität relevante Trainingsformen wie das Beweglichkeits- oder Koordinationstraining wurden in den zitierten Studien nicht berücksichtigt [31]. Dabei rückt die Bedeutung muskuloskelettaler Fitness für die allgemeine Gesundheit immer stärker in den Fokus der Wissenschaft. Warburton sprach in diesem Zusammenhang bereits 2006 von einem Paradigmenwechsel und verweist insbesondere in Bezug auf ältere Menschen auf den gesundheitlichen Nutzen einer guten muskuloskelettalen Fitness [40]. Im Altersgang nimmt die muskuloskeletale Fitness jedoch zunehmend ab [41]. Das äußert sich in reduzierter Kraft und Beweglichkeit sowie der Fähigkeit Bewegungen der Skelettmuskulatur zu koordinieren [42–45]. Im schlimmsten Fall ist davon nicht nur das Training anderer physiologisch wichtiger Systeme (z.B. Herzkreislaufsystem) betroffen, sondern auch die Fähigkeit Alltagstätigkeiten wie das Einkaufen, Treppensteigen oder Ankleiden ohne fremde Hilfe zu bewältigen. In der Folge droht eine Abwärtsspirale aus fortschreitendem Verlust funktionaler Kapazität und körperlicher Inaktivität [41,46].

Ein weiteres Phänomen im Kontext von Bewegungsmangel stellt sedentäres Verhalten dar. Die Literatur hinsichtlich sedentärem Verhalten ist noch im Entstehen begriffen [47]. Dennoch lässt sich bereits feststellen, dass sedentäres Verhalten positiv mit dem Auftreten verschiedener Gesundheitsstörungen wie Typ-2-Diabetes, Herz-Kreislauferkrankungen, Krebs, Adipositas, muskuloskelettalen Erkrankungen und Depression korreliert [48]. Mit steigendem sedentärem Verhalten erhöht sich außerdem das Sterberisiko, wobei sich dieser Zusammenhang abhängig vom spezifischen Sterberisiko ab 6 – 8 Stunden sedentärem Verhalten täglich sogar noch deutlicher zeigt [49]. Den Schwellenwert von 8 Stunden täglich erreichten 2021 in Deutschland 57 % der Bevölkerung.

Die durchschnittliche tägliche Sitzdauer betrug 2021 sogar 8,5 Stunden (1 Stunde mehr als noch 2018). Davon sind an Werktagen allein 33 % auf sedentäres Verhalten während der Arbeit zurückzuführen [50]. Deutschland ist in der Hinsicht kein Einzelfall. Ein ähnliches Bild zeigt sich auch bei französischen Erwerbstätigen, die an Werktagen 10 Stunden (davon 4,17 Stunden während der Arbeit) und an allen anderen Tagen 7,58 Stunden überwiegend sedentären Tätigkeiten nachgehen [51]. Mit steigendem Bildungsstand verschärft sich die Lage zunehmend. Akademikerinnen und Akademiker verbringen allein bei der Arbeit 5 Stunden (Median) in sitzender Position. Besorgniserregend ist außerdem, dass in Deutschland junge Erwachsene (Alter: 18 – 29 Jahre) täglich 10,5 Stunden (Median; 1,5 Stunden mehr als 2018) sitzen und gleichzeitig führend in Bezug auf sedentäres Verhalten während der Arbeit sind [50]. Diese Zahlen sind leicht nachvollziehbar, wenn man bedenkt, dass Erwerbstätige einen Großteil ihrer täglichen Wachzeit am Arbeitsplatz verbringen und gleichzeitig 47,5 % der Frauen und 47,2 % der Männer im Alter von 18 – 64 Jahren in Deutschland vorwiegend sedentären beruflichen Tätigkeiten nachgehen [52].

Zudem wirkt sich sedentäres Verhalten negativ auf die muskuloskelettale Fitness aus, was sich u.a. in verminderter Beweglichkeit und einem erhöhten Risiko für muskuloskelettale Beschwerden äußert [53,54]. So nennen Park et al. langes Sitzen (> 7 Stunden / Tag) als Risikofaktor für das Auftreten von Rückenschmerzen bei über 50-Jährigen und weisen darauf hin, dass sich dieser Effekt durch körperliche Inaktivität weiter verstärkt [55]. Andere Studien konnten zeigen, dass Formen sedentären Verhaltens bereits ab 2 Stunden / Tag das Rückenschmerzrisiko erhöhen [56]. Neben einem erhöhten Risiko steigt mit der täglichen Gesamtsitzzeit außerdem die Schmerzintensität von Nacken-, Schulter- und Rückenschmerzen [54,57]. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass chronische unspezifische muskuloskelettale Beschwerden und damit einhergehende körperliche Einschränkungen einen negativen Einfluss auf die körperliche Aktivität haben [58–60].

Daneben ist mit dem Bewegungsmangel eine erhebliche finanzielle Last verbunden. Im Zeitraum 2020 – 2030 rechnet die WHO mit fast 500 Millionen Fällen von nicht-übertragbaren Krankheiten, die durch weniger sedentäres Verhalten und mehr körperliche Aktivität vermieden werden könnten. Allein die Behandlungskosten dieser Krankheitsfälle wird sich auf 300 Milliarden US-Dollar belaufen [61]. Darüber hinaus stellten Hafner et al. einen positiven Zusammenhang zwischen der körperlichen Aktivität und Produktivität erwerbstätiger Erwachsener (N = 117.240) fest. Diese waren mit zunehmender körperlicher Aktivität weniger durch Gesundheitsprobleme in ihrer Arbeitsleistung beeinträchtigt und wiesen außerdem geringere Fehlzeiten auf. Die Autoren prognostizierten, dass das globale Bruttoinlandsprodukt um jährlich 0,15 – 0,24 % ansteige, sofern die gesamte

Weltbevölkerung mindestens 150 Minuten / Woche moderate bis intensive körperliche Aktivität absolvierte [62].

Als Zwischenfazit lässt sich festhalten, dass die Notwendigkeit geeigneter Strategien für die Förderung der Gesundheit und gesundheitsrelevanter Fitness weiter Teile der Bevölkerung unumstritten ist. Handlungsbedarf zeigt sich vor allem im Bereich sedentären Verhaltens und muskelfördernder Aktivitäten. Daneben wird seit einigen Jahren auf die gesundheitliche Relevanz von beweglichkeitsfördernden und neuromotorisch anspruchsvollen körperlichen Aktivitäten hingewiesen. Aus trainingswissenschaftlicher Sicht empfehlen sich angesichts dessen ganzheitliche, funktionale Fitnessprogramme, die breite Anpassungsprozesse bieten, wie z.B. CrossFit®, Mission Essential Fitness oder Fitness Boot Camp [13,63,64]. Das öffentliche Interesse an dieser Trainingsform steigt beständig. Gleichzeitig weist die Forschung in diesem Bereich aber noch deutliche Lücken hinsichtlich Wirksamkeit, Sicherheit und langfristiger Effekte auf. In Bezug auf die Gesundheitsforschung verspricht vor allem die Inklusion von Personen, die bereits unter chronischen Erkrankungen (z.B. Adipositas, Typ-2-Diabetes, Herz-Kreislaufkrankungen, muskuloskelettale Beschwerden) leiden oder aufgrund von Bewegungsmangel gefährdet sind diese zu entwickeln, ein noch ungenutztes Potential für die Gesundheitsförderung [65].

Gemäß der Ottawa Charta der WHO soll die Gesundheitsförderung allen Menschen zu einem höheren Maß an Selbstbestimmung über ihre Gesundheit verhelfen und sie gleichzeitig zur Stärkung der eigenen Gesundheit befähigen [66]. Die Bewegungsförderung spielt in dem Zusammenhang längst eine zentrale Rolle. Unter dem Titel "Global action plan on physical activity 2018 – 2030: more active people for a healthier world" entwickelte die WHO vor dem Hintergrund eine umfassende Strategie zur globalen Reduktion der körperlichen Inaktivität um 15 %. Dazu ist es jedoch notwendig, der Bevölkerung Zugang zu einem sicheren und förderlichen Umfeld sowie vielfältigen Möglichkeiten für körperliche Aktivität im Alltag zu verschaffen. Die WHO empfiehlt in diesem Sinne körperliche Aktivität in verschiedenen Settings des täglichen Lebens (z.B. Schule, Beruf, Verein, Gemeinschaftszentren) zu ermöglichen [1]. Die Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA) in Deutschland verweist ebenfalls auf mehrere Settings wie das häusliche Umfeld, Einrichtungen der gesundheitlichen Versorgung, die kommunale Lebenswelt und den Arbeitsplatz [8]. Wenngleich alle Lebenswelten von Bedeutung sind und sich wechselseitig beeinflussen, so gilt dennoch das betriebliche Umfeld in Bezug auf die Bewegungsförderung von Erwachsenen als Schlüssel-Setting. Zum einen ist ein Großteil der erwachsenen Bevölkerung erwerbstätig und verbringt weite Teile der täglichen Wachzeit am Arbeitsplatz und zum anderen trägt die moderne Arbeitswelt – wie bereits oben geschildert – maßgeblich zum Bewegungsmangel bei. Das verspricht ein großes Potential hinsichtlich

Reichweite und Einflussnahme sowie die Möglichkeit sedentäres Verhalten zu unterbrechen und direkt durch körperliche Aktivität zu ersetzen [7,8,61].

Die BGF zielt darauf ab im Sinne des „Strategischen Rahmens der EU für Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz 2021 – 2027“ arbeitsbedingte Erkrankungen zu verhindern sowie Gesundheit und Wohlbefinden zu steigern [67]. Dazu bedient sie sich unterschiedlicher Interventionsmöglichkeiten. Neben reiner Aufklärung zu gesundheitsförderlichem Verhalten setzen Organisationen auf Online-Trainingsprogramme, Zirkeltraining, Yoga, High Intensity Interval Training bis hin zu Laufband-Arbeitsplätzen und Tischtennis [68,69]. Derartige Programme sind aus Mitarbeitenden- und Unternehmensperspektive gleichermaßen sinnvoll. Die Vorteile aus Sicht der Mitarbeitenden sind divers und variieren je nach Trainingskonzept. Verbesserungen der Ausdauerleistungsfähigkeit, Blutdruckwerte und Körperkomposition konnten ebenso nachgewiesen werden wie ein geringeres Risiko an Typ-2-Diabetes zu erkranken [70–72]. Bewegungsprogramme, die neben Ausdauertraining auch Kraft- und Beweglichkeitstraining integrierten, führten außerdem zu Kraftsteigerungen, höherer funktionaler Kapazität und reduzierten muskuloskelettalen Beschwerden [73–76]. Des Weiteren sind Programme zur Bewegungsförderung geeignet, um Wohlbefinden zu steigern sowie Stress und depressive Symptome zu reduzieren [28,77,78].

Den Unternehmen kann die Bewegungsförderung zu geringeren Fehlzeiten sowie gesteigerter Arbeitsleistung, Arbeitsfähigkeit und Produktivität verhelfen [79]. Mit einem durchschnittlichen Return of Investment von 1,65 – 4,61 Dollar je investiertem Dollar, zahlen sich gesundheitsfördernde Maßnahmen im betrieblichen Umfeld zudem finanziell aus [80]. Problematisch bei der Interpretation wissenschaftlicher Studien zur Wirksamkeit der betrieblichen Bewegungsförderung ist jedoch, dass die Interventionsphasen selten länger als 6 Monate dauern und sich der langfristige Nutzen dadurch schwer abschätzen lässt. Neben der Interventionsdauer variieren zudem Studienpopulation, Trainingsinhalte, Messintervalle, Messinstrumente und Outcome-Variablen [68,69]. Allgemeingültige Empfehlungen lassen sich so nur schwer formulieren. Vielmehr bedarf es einer differenzierten Betrachtung der spezifischen Rahmenbedingungen (z.B. Gesundheitszustand und Bewegungsverhalten der Zielgruppe, Umweltfaktoren, Gesundheits- und Fitnessziele) bei der Konzeption von Interventionsmaßnahmen, damit die gewünschten Effekte auf die mentale und physische Gesundheit eintreten. Im Zuge dessen empfehlen sich Gesundheitsmodelle wie das von Bouchard und Shephard als theoretische Rahmenkonzepte für die Legitimation derartiger Maßnahmen (siehe **Kapitel 2.1**) [81].

Bewegungsprogramme, für die gesundheitsförderliche Effekte nachgewiesen wurden, können ihre Wirkung jedoch nur dann entfalten, wenn sie von den Mitarbeitenden langfristig

durchgeführt werden [12]. Trotz effizienter Strukturen und bestehender sozialer Netzwerke werden für gewöhnlich weniger als 50 % der Beschäftigten erreicht, wovon nur die Wenigsten motiviert sind langfristig an den Maßnahmen teilzunehmen [9–12]. Häufig werden Arbeitsbelastung, gesundheitliche Probleme, mangelnde Unterstützung durch Führungskräfte, fehlende Trainingsgeräte, unzureichende Motivation, Zeitmangel aber auch wenig abwechslungsreiche Maßnahmen als Hinderungsgründe für die Teilnahme an Maßnahmen der Bewegungsförderung genannt [68,70,82,83]. Inkludiert die Zielgruppe darüber hinaus Personen, die durch Verletzungen, Schmerzen oder Adipositas körperlich eingeschränkt sind, wird es zunehmend unwahrscheinlicher, dass das gewünschte Zielverhalten auftritt [64,84,85]. Im Kontrast dazu liefert die Forschung allerdings auch Hinweise auf fördernde Einflussfaktoren wie ein unterstützendes soziales Umfeld, positive Fitnesstrainerinnen und -trainer, komfortabler Zugang zu Trainingseinrichtungen und -geräten, abwechslungsreiches Training, gesundheitsförderliche Effekte, Spaß und zeiteffiziente Trainingsmodalitäten [64,70,83]. Angesichts der Vielzahl fördernder und hemmender Einflussfaktoren sollten Bewegungsprogramme daher nicht ausschließlich auf Basis ihrer gesundheitsförderlichen Wirkung beurteilt werden. Mindestens genauso kritisch muss aus verhaltenspsychologischer Perspektive hinterfragt werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Zielgruppe die gewünschte körperliche Tätigkeit aufnimmt und langfristig beibehalten wird [86,87].

CrossFit® ist ein ganzheitliches funktionales Fitnessprogramm, für das neben gesundheitsfördernden Effekten zudem Faktoren nachgewiesen wurden, die eine langfristige Verhaltensänderung begünstigen [88–90]. Ein Kernelement von CrossFit® ist es die Trainingsbelastung individuell an die Voraussetzungen und die Leistungsfähigkeit der Teilnehmenden anzupassen [91]. Dabei schließt CrossFit® Personen, die in Folge von Krankheiten, Verletzungen oder Alterserscheinungen gesundheitlich beeinträchtigt sind, explizit mit ein [13]. Nach Meier et al. lassen sich dadurch selbst innerhalb heterogener Trainingsgruppen ähnliche Trainingsreize erzielen [92]. Angesichts dessen könnte sich CrossFit® als wirksame Maßnahme der BGF für inaktive und sedentäre Mitarbeitende erweisen. Bisher wurde CrossFit® jedoch nicht im Kontext der BGF an inaktiven, sedentären Mitarbeitenden untersucht. Weiterhin gibt auch die BZgA an, dass für Maßnahmen der BGF lediglich von einer mittleren Evidenzlage auszugehen ist und allgemeingültige Empfehlungen nur sehr begrenzt formuliert werden können. Mit Blick auf Personen, die bereits unter nicht-übertragbaren Krankheiten wie z.B. Adipositas oder Herz-Kreislaufkrankungen leiden, liegt ebenfalls kein eindeutiges Forschungsbild vor [8].

Insbesondere vor dem Hintergrund einer kritischen Zielgruppe inaktiver, sedentärer Mitarbeitender resultiert daraus ein dringender Forschungsbedarf hinsichtlich Wirksamkeit,

Sicherheit, Durchführbarkeit und langfristigem Nutzen von CrossFit® als BGF-Maßnahme. In dem Zusammenhang gilt es primär zu erforschen, ob die Trainingsmethodologie von CrossFit® grundsätzlich geeignete Trainingsreize bietet, um die muskuloskeletale Fitness der Zielgruppe zu steigern und langfristig zur Teilnahme motiviert.

1.3 Aufbau der Arbeit

Zunächst werden in **Kapitel 2** die theoretischen Rahmenmodelle der vorliegenden Arbeit vorgestellt, bevor in **Kapitel 3** näher auf die Trainingsmethodologie von CrossFit® eingegangen wird. In **4. Kapitel** wird das Potential von CrossFit® für die BGF auf Basis der theoretischen Rahmenmodelle hergeleitet. Anschließend erfolgt eine Einordnung des Forschungsvorhabens vor dem Hintergrund des wissenschaftlichen Forschungsstandes. **Kapitel 5** gibt einen Überblick über das gesamte Forschungsprojekt und die einzelnen Teilstudien, die in den **Kapiteln 6 – 8** in ihrer Gesamtheit vorgestellt werden. Abschließend werden die Erkenntnisse der Teilstudien im Kontext des gesamten Forschungsprojektes im **9. Kapitel** diskutiert.

2 Theoretische Rahmenmodelle

Robroek et al. konstatierten in einer 2021 erschienen Publikation, dass Programme der BGF in den vergangenen Jahrzehnten nur marginale Erfolge aufwiesen. Als entscheidende Gründe nennen die Autoren die mangelhafte Umsetzung und Wirksamkeit der Maßnahmen [93]. Eine strukturierte Planung, Implementierung und Evaluation auf Basis theoretischer Rahmenmodelle, kann dazu beitragen bewegungsfördernde Maßnahmen erfolgreich zu gestalten [86,93]. Den theoretischen Rahmen für die vorliegende Arbeit bilden das Gesundheitsmodell von Bouchard und Shephard, das verhaltenspsychologische COM-B System von Michie et al. sowie die Modellvorstellungen zu langfristigen Verhaltensänderung nach Kwasnicka et al. [81,86,87].

2.1 Gesundheit und Gesundheitsmodelle

Für den Gesundheitsbegriff existiert keine allgemeingültige Definition. Vielmehr gelten je nach Wissenschaftsdisziplin unterschiedliche Aspekte der Gesundheit (z.B. den Körper, den Geist oder das soziale Wohlergehen betreffend) als relevant und werden in den Definitionen und Gesundheitsmodellen entsprechend berücksichtigt. Eine umfassende Definition, die noch heute Bestand hat, lieferte bereits 1948 die WHO. Schon damals reduzierte die WHO Gesundheit nicht auf das Fehlen von Krankheiten oder Gebrechen, sondern definierte sie als einen Zustand vollständigen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlergehens [94]. Die WHO vermittelt damit ein breites Verständnis des Gesundheitsbegriffes und distanziert sich von einer rein pathogenetischen Betrachtungsweise. Allerdings ist sie im Rahmen dieser Arbeit als Verständnisgrundlage ungeeignet, da der Zustand vollkommenen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlbefindens als Maßstab kaum zu erreichen ist.

Ähnlich wie die WHO berücksichtigen auch Bouchard und Shephard die körperlichen, geistigen und sozialen Aspekte der Gesundheit. Sie zeichnen jedoch ein weniger idealistisches Bild. So beschreiben die Autoren die Gesundheit als menschlichen Zustand mit physischen, psychischen und sozialen Dimensionen auf einer Skala mit positiven und negativen Polen. Positive Gesundheitswerte stehen in Zusammenhang mit Wohlbefinden und der Fähigkeit Herausforderungen des Lebens zu trotzen. Negative Gesundheitswerte führen hingegen zu Morbidität und im Extremfall zu frühzeitiger Mortalität [81]. Im betrieblichen Umfeld ist dieser Zusammenhang von besonderer Bedeutung, da nicht nur die Beschäftigten selbst sondern auch die Organisation von den Auswirkungen negativer Gesundheitswerte betroffen sein kann. Hafner et al. zeigten, dass verschiedene negative Gesundheitswerte und gesundheitsschädliches Verhalten die Produktivität von Beschäftigten reduzieren. Als entscheidende Faktoren nannten die Autoren Schlafmangel, körperliche

Inaktivität, muskuloskeletale Beschwerden, Bluthochdruck, Beeinträchtigungen der geistigen Gesundheit und ein gestörtes soziales Arbeitsumfeld. Gesundheit und Wohlbefinden aktiv zu fördern und als Erfolgsfaktoren zu begreifen, könnte den Produktivitätsverlust eindämmen [95]. Dieses dynamische Verständnis vom Gesundheitsbegriff wird von anderen Autoren mitgetragen. So konstatiert Weineck in Folge der Betrachtung ausgewählter Definitionsansätze, dass Gesundheit als labiler Zustand mit komplexen psychophysischen Eigenschaften zu verstehen ist [96]. Der enge Zusammenhang zwischen physischer und psychischer Gesundheit äußert sich unter anderem in Komorbiditäten wie z.B. dem parallelen Auftreten von chronischen Rückenschmerzen und psychiatrischen Störungen [97]. Zudem stellt Weineck die Bedeutung einer intakten Gesundheit für die Erhaltung bzw. Steigerung der körperlich-geistigen Leistungsfähigkeit klar heraus [96]. Sowohl Weineck als auch Bouchard und Shephard gehen damit von einem für diese Arbeit geeigneten Gesundheitsverständnis aus, indem sie die Möglichkeit der aktiven Einflussnahme auf die Gesundheit z.B. durch Maßnahmen der BGF berücksichtigen. Grundlage für diese Arbeit werden jedoch die Ausführungen von Bouchard und Shephard bilden, da diese zusätzlich ein Modell entwickelt haben, das wichtige Aspekte dieser Arbeit (körperliche Aktivität und Fitness) logisch mit dem Gesundheitsbegriff verknüpft [81].

Das Modell folgt der Logik, dass sich körperliche Aktivität auf die gesundheitsbezogene Fitness auswirkt. Die gesundheitsbezogene Fitness beeinflusst wiederum die körperliche Aktivität. Dementsprechend neigen Personen mit steigender Fitness dazu körperlich aktiver zu werden, so dass die fittesten Personen auch die körperlich aktivsten sind [81]. Die Analyse der körperlichen Aktivitätsniveaus einer Subgruppe (N = 1952) der FinFit2017-Studie bestätigte diese Annahme. Bemessen am absoluten Umfang geleisteter körperlicher Aktivität waren hier die Probandinnen und Probanden mit der höchsten maximalen Sauerstoffaufnahmekapazität die körperlich aktivsten [98]. Analog besteht auch zwischen gesundheitsbezogener Fitness und Gesundheit sowie zwischen Gesundheit und körperlicher Aktivität eine reziproke Beziehung. Daneben nennen Bouchard und Shephard genetische Voraussetzungen und andere Faktoren (Lebensstil, persönliche Eigenschaften, physische Umwelt, soziale Umwelt) als weitere Elemente des Modells, welche die körperliche Aktivität, gesundheitsbezogene Fitness und Gesundheit beeinflussen [81]. Bereits bei der Konzeption von BGF-Maßnahmen muss daher – wie auch die BZgA empfiehlt – eine ganzheitliche Analyse der individuellen Voraussetzungen der Zielgruppe erfolgen [8]. Ändern sich die Voraussetzungen im Zeitverlauf (z.B. durch Verbesserungen der gesundheitsbezogenen Fitness), hat das Auswirkungen auf andere Elemente des Modells [81]. Bewegungsbasierte BGF-Maßnahmen sollten daher auch langfristig flexibel an die individuellen Voraussetzungen der Mitarbeitenden angepasst werden können. So ist u.a. davon auszugehen, dass selbst bei identischem Training (körperliche Aktivität)

interindividuelle Unterschiede in den Trainingsadaptionen (gesundheitsbezogene Fitness und Gesundheit) auftreten. Gemäß eines systematischen Reviews von Williams et al. ist beispielsweise die genetische Veranlagung für 50 % der Trainierbarkeit der maximalen Sauerstoffaufnahmekapazität verantwortlich [99]. Das Modell von Bouchard und Shephard ist in **Abbildung 2** dargestellt.

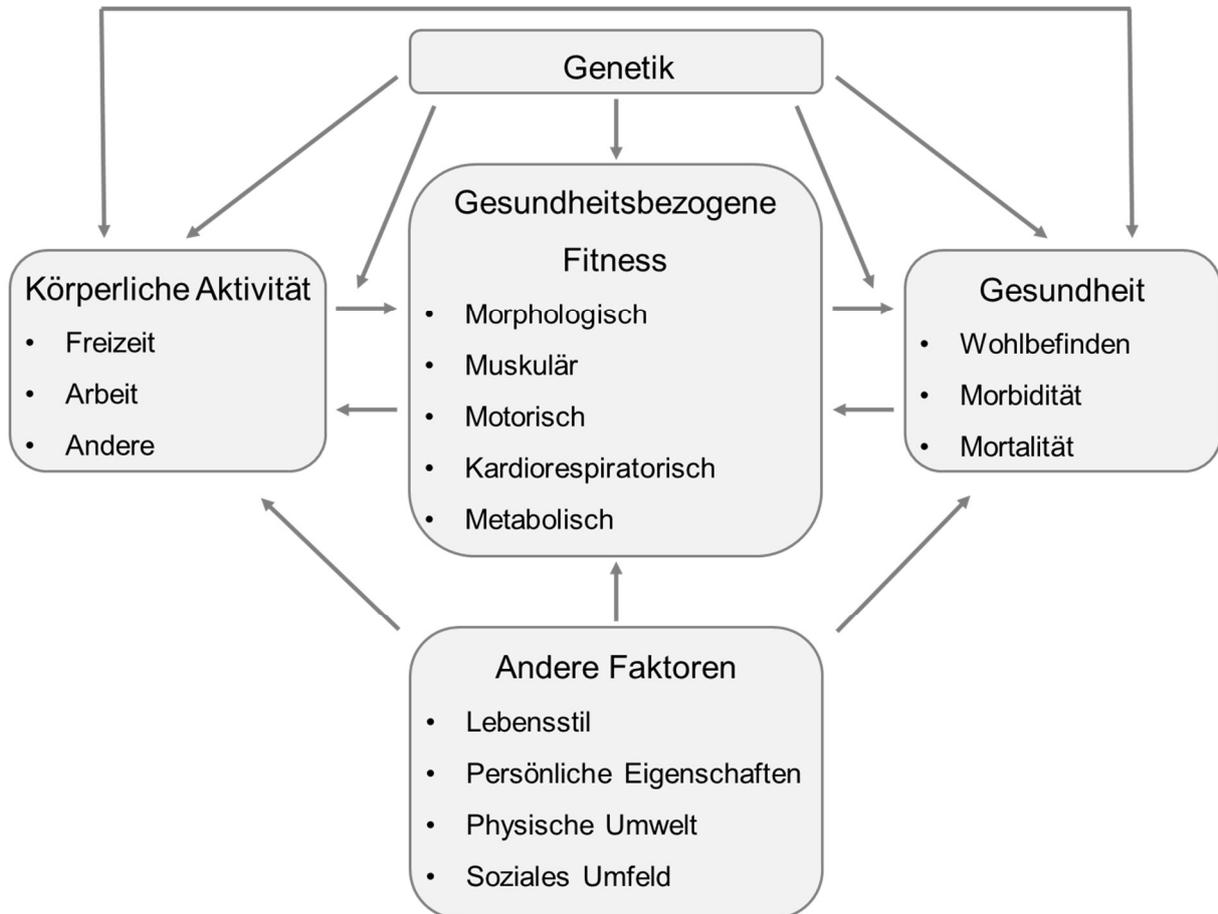


Abbildung 2 Zusammenhang zwischen Gesundheit, gesundheitsbezogener Fitness und körperlicher Aktivität (vgl. Bouchard und Shephard, 1994)

Körperliche Aktivität und gesundheitsbezogene Fitness sind in dieser Arbeit von zentraler Bedeutung. Bouchard und Shepard stellen sie schematisch auf eine Ebene mit der Gesundheit, anstatt sie lediglich als gesundheitsförderliche Faktoren zu betrachten. Überdies berücksichtigen sie deren wechselseitige Beziehung und ergänzen das Modell um andere und genetische Faktoren [81]. Damit bietet das Modell einen umfassenden theoretischen Rahmen, der sich als Basis für die Konzeption und Evaluation von BGF-Maßnahmen eignet.

2.2 Theoretische Modellvorstellung des Bewegungsverhaltens aus verhaltenspsychologischer Sicht

Das Bewegungsverhalten unterliegt komplexen Wechselwirkungen zwischen vielfältigen Einflussfaktoren. In dem Zusammenhang nennt die BZgA Motivation und bewegungsbezogenes Wissen eines Individuums ebenso wie die physische und soziale Umwelt als relevante Bedingungen, die bei der Förderung körperlicher Aktivität berücksichtigt werden müssen [8]. Das unter **Kapitel 2.1** erläuterte Gesundheitsmodell von Bouchard und Shephard lässt zudem vermuten, dass auch der Gesundheits- und Fitnesszustand Einfluss auf das Bewegungsverhalten haben könnte [81]. Um der Komplexität in Bezug auf das Bewegungsverhalten von Individuen oder Gruppen zu begegnen sowie die Wirksamkeit von Interventionen zu beurteilen, empfiehlt sich daher die Verwendung von verhaltenspsychologischen Rahmenmodellen. In der vorliegenden Arbeit findet das COM-B System Anwendung. Dieses ist ein umfassendes Modell, welches interne und externe Faktoren (*capability, opportunity, motivation*) erfasst, von denen bekannt ist, dass sie sich auf das Verhalten (*behavior*) auswirken. Das COM-B System ist bewusst allgemein gehalten und kann daher in verschiedenen Kontexten genutzt werden [86]. Das Bewegungsverhalten unterschiedlicher Zielgruppen wurde bereits mehrfach auf Basis des COM-B Systems analysiert. Im Rahmen einer online-basierten Fragebogenerhebung an Universitätsangehörigen zeigten Willmott et al., dass 31 % der Varianz im Bewegungsverhalten (N = 582) über das COM-B System erklärt werden können [100]. Madden et al. diente das COM-B System als Grundlage für Fokusgruppeninterviews, anhand derer Erkenntnisse über das Gesundheitsverhalten am Arbeitsplatz von Frauen (N = 25) vor der Empfängnis und während der Schwangerschaft gewonnen wurden [101]. Weiterhin wurde das COM-B System von Ojo et al. angewendet, um Faktoren zu identifizieren, die sich auf das Bewegungsverhalten am Arbeitsplatz von Büromitarbeitenden (N = 25) auswirken [102]. Ob ein bestimmtes Bewegungsverhalten (*behavior*) gezeigt wird, hängt gemäß des COM-B Systems von der Ausprägung und Interaktion der Komponenten *capability, opportunity, motivation* ab. Umgekehrt wirkt sich auch *behavior* auf die drei Komponenten aus [86]. In **Abbildung 3** ist dieser Zusammenhang schematisch dargestellt.

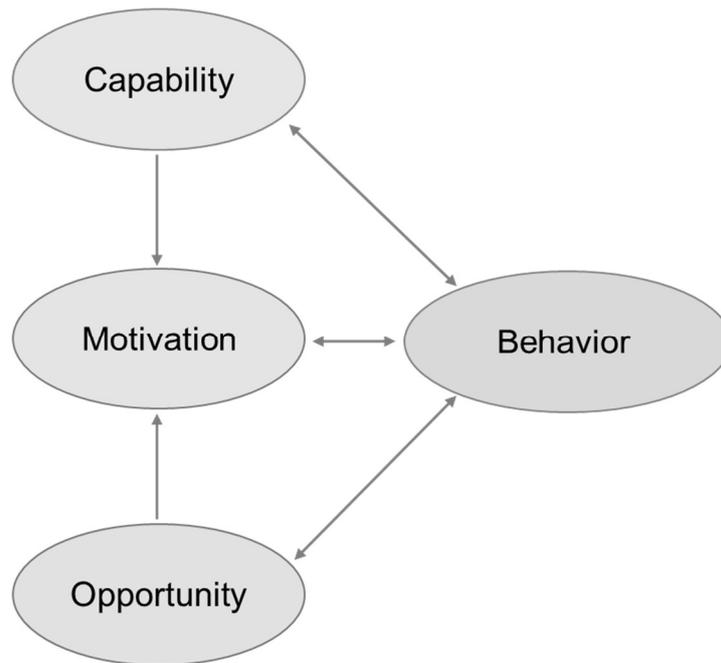


Abbildung 3 Das COM-B System (vgl. Michie et al., 2011)

Unter *capability* ist die individuelle psychologische und physische Befähigung zur Ausübung eines Bewegungsverhaltens zu verstehen [86]. Eine Studie an weiblichen Universitätsangehörigen (N = 25) zeigte, dass insbesondere bewegungsfördernde BGF-Maßnahmen individuell auf die *capability* (respektive Fitness und Gesundheit) der Teilnehmenden abgestimmt sein sollten, damit sich eine Verhaltensänderung einstellt. Bei anderen gesundheitsbezogenen Verhaltensweisen war der Einfluss von *capability* dahingehend weniger prominent [101]. An jungen Erwachsenen im Alter von 18 – 35 Jahren wurde außerdem ein positiver Zusammenhang zwischen *capability* und *motivation* hinsichtlich der Ausübung körperlicher Aktivitäten beobachtet. Geringe oder als gering wahrgenommene *capability* ging einher mit einer niedrigen *motivation* für körperliche Aktivität [100]. Die Ergebnisse stehen im Einklang mit den Aussagen körperlich aktiver Erwachsener (N = 15), die langfristig (> 12 Monate) an einem funktionalen Fitnessprogramms teilnahmen. Diese beschrieben Beeinträchtigungen ihrer *capability* als Barrieren für die Ausübung körperlicher Aktivitäten. Der negative Einfluss wurde jedoch minimiert, wenn die Teilnehmenden dazu befähigt waren die Belastung individuell anzupassen [64]. Für die Teilnahme an moderat- bis hoch-intensiver körperlicher Aktivität ist *capability* gemäß einer prospektiven Online-Umfrage von Howlett et al. (N = 186) der stärkste Prädiktor unter den Komponenten des COM-B Systems. Darüber hinaus konnten die Autoren über *capability* einen großen Anteil der Varianz von *motivation* erklären [103].

Motivation umfasst sämtliche Denkprozesse, die das Verhalten anregen und steuern. Das schließt die analytische Entscheidungsfindung ebenso ein wie gewohnheitsmäßige

Prozesse und emotionale Reaktionen [86]. Die Motive für die Ausübung körperlicher Aktivitäten sind vielfältig. Gesundheitliche Vorteile, Gewichtsreduktion und konkrete Trainingsziele werden ebenso als Motivatoren genannt wie die Freude an der Ausübung und Identifikation mit dem Bewegungsverhalten [64,100]. Sowohl Willmott et al. als auch Howlett et al. verweisen auf den starken Einfluss von *motivation* auf das Bewegungsverhalten [100,103].

Neben internen Faktoren werden *motivation* und *behavior* außerdem von externen Umweltfaktoren beeinflusst. Im COM-B System werden diese unter *opportunity* zusammengefasst, wobei hier zusätzlich zwischen sozialen und physischen Umweltfaktoren des Individuums unterschieden wird [86]. Anhand von *opportunity* wird deutlich, dass der Einfluss der einzelnen Komponenten des COM-B Systems auf das Bewegungsverhalten je nach Setting unterschiedlich wahrgenommen wird. Weibliche Universitätsangehörige nannten mangelnde soziale Unterstützung und Autonomie als bedeutende Hindernisse für gesundheitsförderliches Verhalten am Arbeitsplatz [101]. Soziale Aspekte (z.B. Trainerinnen und Trainer, Trainingspartnerinnen und Trainingspartner sowie Lebenspartnerinnen und Lebenspartner) zählten unter Teilnehmenden eines funktionalen Fitnessprogramms ebenfalls zu den am häufigsten genannten förderlichen Einflussfaktoren. Schlüsselfaktoren waren außerdem komfortable Teilnahmemöglichkeiten durch eine gute örtliche Erreichbarkeit, Integrierbarkeit in den Tagesablauf und flexible Trainingszeiten. Zudem schätzten die Teilnehmenden die abwechslungsreichen Trainingsinhalte [64]. Gemäß Howlett et al. war *opportunity* jedoch nur ein schwacher Prädiktor für *motivation*. Auf das Bewegungsverhalten junger Erwachsener übte *opportunity* verglichen mit *motivation* und *capability* den geringsten Einfluss aus [103].

Eine Vorab-Priorisierung von *capability*, *opportunity* oder *motivation* kann und sollte daher bei der Konzeption von BGF-Maßnahmen nicht vorgenommen werden. Vielmehr müssen bei der Planung und Evaluation von Bewegungsinterventionen alle Komponenten berücksichtigt werden. Während unter bestimmten Bedingungen Veränderungen sämtlicher Komponenten notwendig sind, können in einem anderen Kontext allein *capability* und *motivation* ausschlaggebend für eine Verhaltensänderung sein [86]. Bezogen auf die BGF wäre dies z.B. der Fall, wenn ein Betrieb bereits über ein umfangreiches Bewegungsangebot (z.B. zahlreiche Kurse und Sporteinrichtungen) verfügt, dieses jedoch von den Beschäftigten nicht hinreichend genutzt wird. Mitunter fühlen sich bestimmte Zielgruppen wie z.B. unfitte, körperlich inaktive Mitarbeitende nicht dazu befähigt (geringe *capability*) an den bestehenden Bewegungsangeboten teilzunehmen. In dem konkreten Fall könnten z.B. Bewegungsangebote, die sich durch hohe Skalierbarkeit auszeichnen und gleichzeitig

soziale Aspekte fördern, eine erfolgsversprechende Ergänzung für die BGF darstellen [64,101].

Die wechselseitige Beziehung zwischen *behavior* und den Komponenten *capability*, *opportunity* und *motivation* deutet zudem darauf hin, dass sich nach der initialen Verhaltensänderung der Einfluss der Komponenten verschiebt. Damit bietet das COM-B System grundsätzlich die Möglichkeit das Bewegungsverhalten auch nach der initialen Verhaltensänderung nachzuvollziehen. Kwasnicka et al. weisen jedoch darauf hin, dass es nach der initialen Verhaltensänderung weiterer Faktoren bedarf, damit sich das Bewegungsverhalten verstetigt. Daher haben die Autorinnen und Autoren basierend auf den einflussreichsten theoretischen Modellen im Bereich des Gesundheitsverhaltens diejenigen ausgewählt, welche sich am ehesten für die Erklärung der langfristigen Aufrechterhaltung einer Verhaltensänderung eignen [87]. Darauf aufbauend entwickelten sie eine eigene Modellvorstellung. Diese basiert auf der grundlegenden Annahme, dass Individuen zu jedem Zeitpunkt verschiedene Verhaltensoptionen haben, die jeweils mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit ausgeführt werden könnten. Man spricht in dem Fall vom Verhaltenspotential [104]. Eine Verhaltensänderung hin zu mehr körperlicher Aktivität ist am wahrscheinlichsten, wenn die Bedingungen für ein bestimmtes Verhalten vorteilhaft sind (z.B. gleichzeitig hohe Motivation und geringer Aufwand). Da interne und externe Faktoren im zeitlichen Verlauf Schwankungen unterliegen, bedarf es beständiger Faktoren, die positiv auf das Verhaltenspotential des Bewegungsverhaltens einwirken. Gemäß Kwasnicka et al. zählen dazu Freude an der Ausübung, Zufriedenheit mit den Ergebnissen sowie Übereinstimmung des Verhaltens mit Identität, Überzeugung und Werten des Individuums. Darüber hinaus nennen die Autoren die Fähigkeit zur Selbstregulation, Gewohnheiten, günstige Umweltbedingungen und ein unterstützendes soziales Umfeld. Die Fähigkeit zur Selbstregulation wird überdies durch physische und psychologische Ressourcen moderiert [87]. Die aufgelisteten Faktoren ließen sich teilweise bereits durch das COM-B System darstellen (z.B. Gewohnheiten, physische und psychologische Befähigung) [86]. Indem das Bewegungsverhalten gemäß Kwasnicka et al. explizit als konkurrierende Option zu anderen möglichen Verhaltensweisen dargestellt werden kann, erweitert dieses Modell das COM-B System sinnvoll. Insbesondere bei der Konzeption und Evaluation von langfristig ausgelegten bewegungsfördernden Maßnahmen empfiehlt es sich daher die von Kwasnicka et al. definierten Faktoren ebenfalls zu berücksichtigen [87].

3 CrossFit®

Nicht jede Form körperlicher Aktivität ist grundsätzlich gesundheitsförderlich. Besonders deutlich zeigt sich das in Sportarten wie dem American Football. Hier werden u.a. schwere Kopfverletzungen und gesundheitliche Nachteile durch starke Gewichtszunahme zugunsten der Leistungsmaximierung in Kauf genommen [105,106]. CrossFit® hat seinen Ursprung ebenfalls nicht in der Gesundheitsförderung, sondern wurde einst für das Training von Einsatzkräften (z.B. Polizei, Feuerwehr, Militär) konzipiert. Allerdings könnte sich CrossFit® aufgrund seiner gesundheitsfördernden Effekte und langfristiger Motivationsfaktoren für die Bewegungsförderung von inaktiven, sedentären Mitarbeitenden eignen [13,88–90]. Im Folgenden wird die Trainingsmethodologie von CrossFit® detailliert betrachtet, um Ansatzpunkte für die Einbindung in der BGF aufzuzeigen.

3.1 Die Trainingsmethodologie von CrossFit®

CrossFit® ist ein funktionales Fitnessprogramm, das darauf abzielt seine Athletinnen und Athleten bestmöglich auf jegliche körperliche Herausforderungen vorzubereiten – einschließlich unbekannter und unvorhersehbarer Ereignisse [13]. Wie für funktionales Fitnesstraining typisch, verzichtet CrossFit® daher bewusst auf eine Spezialisierung, wie man sie in klassischen Sportarten (z.B. Langstreckenlauf, Gewichtheben, Schwimmen) findet [13,107]. Stattdessen kombiniert CrossFit® Elemente verschiedener Sportarten wie dem Gewichtheben, Turnen, Kettlebell-Sport, Laufsport oder Schwimmen und induziert so breite Trainingsanpassungen [108]. Frühere Studien zeigten, dass diese Form des Trainings zu Verbesserungen der kardiovaskulären Leistungsfähigkeit, Körperkomposition und Kraft führt [109–111]. Für die BGF bietet CrossFit® somit die Möglichkeit den heterogenen körperlichen Voraussetzungen und Bedürfnissen von Mitarbeitenden mit einer einzigen bewegungsfördernden Maßnahme gerecht zu werden. Anders als bei Formen des klassischen Concurrent-Trainings, zeichnet CrossFit® sich überdies durch ständige und für die Athletinnen und Athleten teilweise unvorhersehbare Variation von Trainingsinhalten aus [112]. Die Basis des Trainings bilden funktionale Bewegungen. Dabei handelt es sich um mehrgelenkige Übungen, bei denen der eigene Körper oder externe Lasten natürlich, effektiv und effizient bewegt werden [13,107]. Derartige Bewegungen sind geeignet, um in kurzer Zeit viel Arbeit zu verrichten, sprich eine hohe Leistung zu erbringen und diese auch zu messen. Die Leistungsfähigkeit wiederum, stellt getreu der Trainingsmethodologie von CrossFit® die unabhängige Variable dar, welche es zu steigern gilt [13]. Um die Leistungsfähigkeit zu messen, absolvieren die Athletinnen und Athleten während des Training und im Wettkampf u.a. Kombinationen aus verschiedenen funktionalen Bewegungen in möglichst kurzer Zeit, was in moderat- bis hoch-intensiven Belastungen

resultiert [113,114]. Betrachtet man eine einstündige CrossFit®-Trainingseinheit, bilden diese hoch-intensiven Phasen jedoch die Ausnahme [92]. Weiterhin werden Trainingsbelastungen im CrossFit® stets an das individuelle Leistungsniveau der Athletinnen und Athleten angepasst, um diese nicht zu überfordern und Überlastungserscheinungen zu vermeiden [91]. Trotz des immanenten Leistungsgedankens, weist CrossFit® nur ein geringes Verletzungsrisiko auf, wodurch sich diese Trainingsform zunehmend für die BGF von inaktiven, sedentären Mitarbeitenden präsentiert. [115,116]. Wie CrossFit® den Leistungsgedanken mit der Förderung von Gesundheit und Fitness in Einklang bringt, wird anhand der vier von CrossFit® definierten Fitnessmodelle deutlich. [13].

3.2 Die vier Fitnessmodelle

Die vier Fitnessmodelle bilden die Grundlage für die Bewertung von individueller Fitness. Die Modelle sind gleichermaßen wichtig und jedes greift einen anderen der Trainingsmethodologie zugrundeliegenden Aspekt auf wie die ganzheitliche Entwicklung körperlicher Fähigkeiten, die Vorbereitung auf unvorhersehbare körperliche Aufgaben, das Training verschiedener Stoffwechselwege sowie den Zusammenhang zwischen Krankheit, Gesundheit und Fitness [13]. Das schließt Überschneidungen zwischen den Modellen nicht aus, wie im Folgenden dargestellt wird.

Fitnessmodell 1 – Die zehn allgemeinen körperlichen Fähigkeiten

Das erste Modell bezieht sich darauf Fitness ganzheitlich zu betrachten und Leistungsfähigkeit durch breite Trainingsanpassungen zu steigern [13]. Da sich die in der deutschen Übersetzung gewählten Begriffe der körperlichen Fähigkeiten untereinander teilweise überschneiden, werden in dieser Arbeit die englischen Begriffe verwendet. Zu den grundlegenden körperlichen Fähigkeiten zählen laut CrossFit® cardiovascular / respiratory endurance, stamina, strength, flexibility, power, speed, coordination, agility, balance und accuracy [13]. Die Auswahl weist damit deutliche Parallelen zum Modell der motorischen Fähigkeiten, welches sich in der Sportwissenschaft seit Jahren etabliert hat, auf [117]. Eine Beschreibung der Fähigkeiten ist der **Tabelle 1** zu entnehmen.

Tabelle 1 Fitnessmodell 1 - Die zehn allgemeinen körperlichen Fähigkeiten (vgl. Glassman, 2020).

Fähigkeit	Beschreibung
Cardiovascular / respiratory endurance	Die Fähigkeit den Körper mit Sauerstoff zu versorgen
Stamina	Die Fähigkeit den Körper mit Energie zu versorgen
Strength	Die Fähigkeit der Muskulatur Kraft zu erzeugen
Flexibility	Die Fähigkeit maximale Bewegungsamplituden zu realisieren
Power	Die Fähigkeit der Muskulatur in kurzer Zeit eine maximale Kraft zu erzeugen
Speed	Die Fähigkeit eine wiederholte Bewegung in möglichst kurzer Zeit auszuführen
Coordination	Die Fähigkeit mehrere unterschiedliche Bewegungsmuster zu kombinieren
Agility	Die Fähigkeit schnell von einem Bewegungsmuster zu einem anderen zu wechseln
Balance	Die Fähigkeit das Gleichgewicht zu halten
Accuracy	Die Fähigkeit die Richtung und Intensität einer Bewegung zu kontrollieren

Fitness wird diesem Fitnessmodell entsprechend über die Summe der Ausprägungsgrade aller Fähigkeiten definiert. Eine optimale Entwicklung der Fitness kann daher nur gelingen, wenn das Training so konzipiert wird, dass keine der Fähigkeiten vernachlässigt oder durch ein Übermaß anderer Fähigkeiten beeinträchtigt wird [13,118]. Somit sind die Athletinnen oder Athleten, die bei allen zehn körperlichen Fähigkeiten im oberen Drittel abschneiden, fitter als z.B. auf Ausdauer oder Kraft spezialisierte Athletinnen und Athleten mit maximalen Werten bei wenigen Fähigkeiten und dafür niedrigen Werten in den restlichen Fähigkeiten. In **Abbildung 4** wird dieser Zusammenhang am Beispiel fiktiver Athletinnen und Athleten der Disziplinen CrossFit®, Ultramarathon und

Powerlifting dargestellt. Der Inhalt der farbigen Flächen spiegelt das jeweilige Fitnesslevel

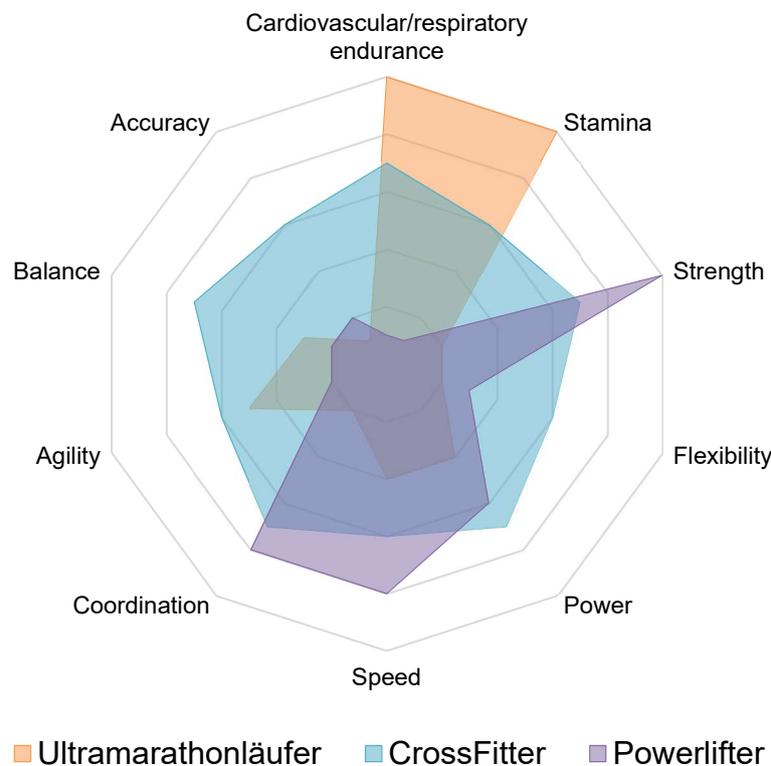


Abbildung 4 Vergleich der Fitness fiktiver Athletinnen und Athleten der Disziplinen CrossFit®, Powerlifting und Ultramarathon

der Athletinnen und Athleten wider.

Mit Blick auf die BGF lassen sich hier Parallelen zu den Vorgaben für gesundheitsförderliche körperliche Aktivität des ACSM erkennen. Ähnlich wie CrossFit® vertritt auch das ACSM die Auffassung eines ganzheitlichen Trainings von Ausdauer, Kraft, Koordination und Beweglichkeit [31]. Durch CrossFit®-basierte Maßnahmen könnten inaktive, sedentäre Mitarbeitende vom gesundheitlichen Nutzen verschiedener Belastungsformen profitieren. Erhebungen zur körperlichen Aktivität von Erwachsenen legen nahe, dass Mitarbeitende eher die Vorgaben des ACSM und der WHO für Ausdaueraktivitäten erfüllen und seltener muskel-, beweglichkeits- und koordinationsfördernde Aktivitäten ausführen [4,31,35]. Indem CrossFit® alle diese Belastungsformen abdeckt, könnten Mitarbeitende mit unterschiedlichen körperlichen Aktivitätsprofilen gemeinsam an der gleichen BGF-Maßnahme teilnehmen und von ihr profitieren.

Fitnessmodell 2 – Der Hopper

Die Idee hinter dem zweiten Fitnessmodell lässt sich anhand einer Lostrommel verdeutlichen, die eine unendliche Anzahl körperlicher Aufgaben beinhaltet. Aus dieser

werden per Zufallsprinzip verschiedene Aufgaben ausgewählt und kombiniert. Da weder Wiederholungen, Sätze, Pausen noch Übungen und deren Reihenfolge festgelegt sind, ergeben sich endlose Kombinationsmöglichkeiten. Fitness manifestiert sich schließlich in der Fähigkeit diese unendliche Anzahl körperlicher Herausforderungen zu bewältigen [13]. Über Wiederholungszahlen, Zeiten und Lasten wird die Leistung wiederum messbar und vergleichbar. Die Beeinträchtigung oder Vernachlässigung einer der unter Fitnessmodell 1 aufgeführten Fähigkeiten, würde sich demzufolge negativ auf die Bewertung der Fitness auf Basis des zweiten Fitnessmodells auswirken. Durchführende von BGF-Maßnahmen erhalten dadurch die Möglichkeit die Entwicklung von Fitness und Gesundheit der Mitarbeitenden während der Trainingseinheiten zu beurteilen und das Training individuell anzupassen. CrossFit® bietet dazu verschiedene standardisierte Trainingsprotokolle, die als Benchmark-Workouts bezeichnet werden und u.a. als Vergleichsmaßstab dienen können [13]. Ergänzend zu den eigenen Beobachtungen können Trainerinnen und Trainer bei der Leistungsanalyse inzwischen vereinzelt auf Erkenntnisse aus der Forschung zurückgreifen. Dexheimer et al. untersuchten u.a. die leistungsbestimmenden Faktoren bei den Benchmark-Workouts mit den Namen „Fran“ und „Nancy“. Bei „Fran“ werden Klimmzüge mit Thrustern (Frontkniebeuge mit anschließendem Schwungdrücken) kombiniert, wobei von beiden Übungen abwechselnd 21, 15 und 9 Wiederholungen so schnell wie möglich absolviert werden. Bei „Nancy“ müssen die Athletinnen und Athleten so schnell wie möglich fünf Runden bestehend aus jeweils einem 400-Meter-Lauf und 15 Reißkniebeugen durchführen. Dexheimer et al. zeigten, dass die Leistung bei „Fran“ positiv mit der Beinkraft im Zusammenhang steht. Für „Nancy“ war hingegen die maximale Sauerstoffaufnahme-fähigkeit der einzige signifikante Prädiktor der Leistung [119]. Eine unterdurchschnittliche Leistung bei „Fran“ könnte somit darauf hinweisen, dass die Athletin oder der Athlet mehr Krafttraining für die unteren Extremitäten durchführen sollte. Leistungsdefizite im Benchmark-Workout „Nancy“ könnten ein Indikator für unzureichendes Ausdauertraining sein.

Fitnessmodell 3 – Die Stoffwechselwege

Die konstante Variation von Wiederholungszahlen, Pausenzeiten und Trainingslasten setzt ein dynamisches und differenziertes Energiebereitstellungssystem voraus [120]. CrossFit® sieht dafür eine ausbalancierte Entwicklung von drei Stoffwechselwegen vor. Der phosphagene Weg stellt Energie für kurze, intensive Belastungen von < 10 Sekunden (z.B. 1 Wiederholung olympisches Reißen) bereit. Die Energie während moderater Belastungen von bis zu mehreren Minuten (z.B. 30 Kettlebell-Swings) wird überwiegend auf dem glykolytischen Weg bereitgestellt. Bei längeren Aktivitäten von geringer Intensität (z.B. 20 Minuten Rudern) dominiert der oxidative Weg [13,121]. Da beim CrossFit® die Leistungsfähigkeit aller drei Stoffwechselwege trainiert wird, könnten Mitarbeitende von

einem breiten Spektrum gesundheitsrelevanter Trainingseffekte profitieren, wenn sie über die BGF CrossFit®-Training absolvierten [13,108,111,122]. In **Abbildung 5** ist dargestellt, welchen Beitrag die Stoffwechselwege an der Gesamtenergiebereitstellung abhängig von der Belastungsdauer haben.

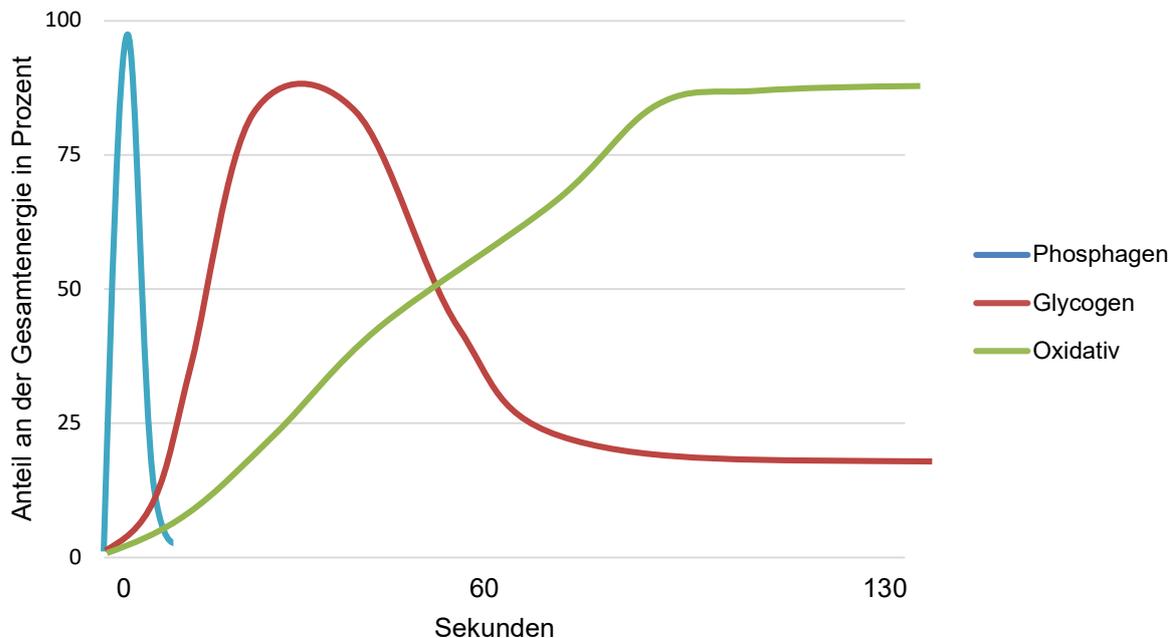


Abbildung 5 Fitnessmodell 3 - Die Stoffwechselwege (vgl. Glassman, 2020)

Fitnessmodell 4 - Das Krankheits-Gesundheits-Fitnesskontinuum

Messbare Gesundheitswerte dienen beim CrossFit® ebenfalls als Bewertungskriterien für die Fitness eines Individuums. Je nach Ausprägung eines Gesundheitswertes wird dieser in einem Kontinuum, welches sich von Krankheit über Wohlbefinden bis hin zu Fitness erstreckt, eingeordnet. Derartige Einteilungen lassen sich beispielsweise für Blutdruck-, Körperfett-, Knochendichte- oder Kraftwerte finden. Wie in **Abbildung 6** dargestellt, gilt bei einem männlichen Athleten ein Körperfettanteil von 40 % als krankhaft, 20 % als gesund und 10 % als fit [13]. Entsprechend dem vierten Fitnessmodell ist die Förderung der Gesundheit integraler Bestandteil der CrossFit®-Trainingsmethodologie. Eine Maximierung der Leistung kann dementsprechend nie zu Ungunsten der Gesundheit erfolgen, wie man es häufig im Leistungssport findet [105].

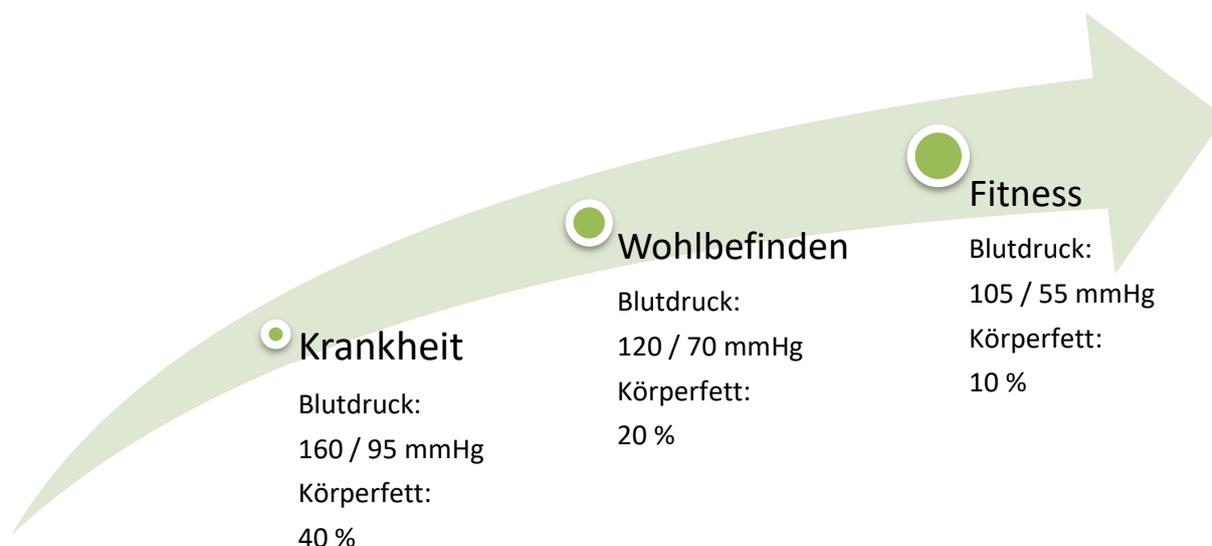


Abbildung 6 Fitnessmodell 4 - Das Krankheits-Gesundheits-Fitness Kontinuum (vgl. Glassman, 2020)

Ein direkter Bezug zwischen CrossFit®-Training und gesundheitsförderlicher körperlicher Aktivität kann u.a. mit Blick auf die muskuloskelettale Fitness hergestellt werden. Während gesunde und fitte CrossFit®-Athletinnen und Athleten in der Lage sind funktionale Bewegungen wie Kniebeugen mit Zusatzlasten auszuführen, kann das Kraftniveau z.B. in Folge von Sarkopenie ein krankhaft niedriges Niveau erreichen, sodass schon das Aufstehen aus dem Sitz nicht ohne fremde Hilfe gelingt. Die Entwicklung eines Teufelskreislaufrs aus Inaktivität, Leistungseinbußen und Gesundheitsproblemen wird so begünstigt [123–125]. Einer solchen Entwicklung könnte die BGF durch muskelförderndes Training in Form von CrossFit® entgegenwirken [111,126–128]. Durch Skalierung von Trainingsinhalten sowie Trainingsprotokolle, die keine Zusatzlasten vorsehen, öffnet sich CrossFit® auch Mitarbeitenden, die aufgrund unzureichender muskelfördernder Aktivität über eine niedrige muskuloskelettale Fitness verfügen [91,114,129].

3.3 Die Trainingsprinzipien

CrossFit® ist auf Leistungssteigerung im Sinne der vier Fitnessmodelle ausgelegt (siehe **Kapitel 3.2**) [13]. Demzufolge muss das Training dazu geeignet sein, ein breites Spektrum wirksamer Trainingsreize zu setzen, ohne dabei die Gesundheit der Athletinnen und Athleten durch übermäßige Belastung zu beeinträchtigen. Effizienz ist daher ebenso wichtig wie die Vermeidung negativer Interferenzen durch konträre Anpassungsmechanismen [112,118]. Durch welche Trainingsprinzipien CrossFit® dies realisiert, zeigt sich deutlich in Hinblick auf das Training der Stoffwechselwege bzw. der metabolischen Konditionierung.

Metabolische Konditionierung

Der erste und zweite Stoffwechselweg (phosphagen, glykolytisch) basiert auf anaerober Energiegewinnung, während dem dritten (oxidativ) aerobe Stoffwechselprozesse zugrunde liegen. Vor allem aerobes Training mittels extensiver Ausdauerbelastungen bei geringer Intensität werden im CrossFit® kritisch betrachtet [13]. Diese fördern zwar die kardiovaskuläre Leistungsfähigkeit, könnten aber gleichzeitig die Regeneration beeinträchtigen, die Wahrscheinlichkeit für Übertraining erhöhen und sich negativ auf Muskelmasse und Maximalkraft auswirken [130]. CrossFit® favorisiert daher kurze hochintensive Ausdauerbelastungen [13]. Diese erhöhen ebenfalls die kardiovaskuläre Leistungsfähigkeit, jedoch ohne die genannten negativen Begleiterscheinungen [131]. Ein fester Bestandteil von CrossFit® ist daher das Intervalltraining. Neben prominenten Formen des Intervalltrainings wie dem Tabata-Training finden im CrossFit® unzählige weitere Protokolle Anwendung [13,114,129,132,133].

Die Trainingseinheit

CrossFit®-Trainingseinheiten sind gewöhnlich auf 60 Minuten Trainingszeit ausgelegt und besitzen eine feste Grobstruktur [13,92]. Trainingswissenschaftlichen Erkenntnissen folgend, beginnt jede Einheit zunächst mit einer allgemeinen Erwärmung, welche auch immer mobilitätsfördernde Übungen beinhaltet. Auf diese Weise werden Athletinnen und Athleten auf Folgebelastungen vorbereitet und das Verletzungsrisiko minimiert. Inhaltlich orientieren sich Aufwärm- und Mobilitätsübungen daher am Trainingsschwerpunkt der jeweiligen Trainingseinheit [13,134,135]. Im Anschluss folgt ein von Technik- und Krafttraining dominierter Abschnitt, bevor dann zur metabolischen Konditionierung übergegangen wird – dem „Workout of the Day“ (WOD). Diese Reihenfolge ist zu empfehlen, um von den vielfältigen Effekten des metabolischen Konditionstrainings zu profitieren und gleichzeitig Adaptionen an das Krafttraining zu maximieren [108,122,136]. Das Abwärmen ist ebenfalls fester Bestandteil jeder Trainingseinheit und wird nach dem WOD durchgeführt [13].

Das Workout of the Day

Das WOD ist im CrossFit® von zentraler Bedeutung, da sich in ihm die Trainingsmethodologie besonders deutlich und in konzentrierter Form ausprägt. Im WOD ist jede noch so unvorhersehbare Kombination funktionaler Bewegungen denkbar (siehe Fitnessmodell 2, **Kapitel 3.2**), was eine ganzheitliche Ausbildung aller zehn körperlichen Fähigkeiten erfordert (siehe Fitnessmodell 1, **Kapitel 3.2**) [13]. Aufgrund variierender Wiederholungs- und Satzzahlen sowie Pausenzeiten unterscheiden sich WODs zudem in

Bezug auf ihre Intensität und damit im dominanten Stoffwechselweg (siehe Fitnessmodell 3, **Kapitel 3.2**) [13,108,114,129]. Das resultiert in umfangreichen Anpassungen fitness- bzw. gesundheitsrelevanter Werte (siehe Fitnessmodell 4, **Kapitel 3.2**) [108,122]. Die im WOD erbrachte Leistung (quantifizierbar durch Zeit, Lasten, Wiederholungen, Runden, etc.) dient damit als ständiger und unabhängiger Gradmesser für den aktuellen Fitnesszustand der Athletinnen und Athleten. Bei aller Unvorhersehbarkeit und Variation darf nicht angenommen, dass die Zusammenstellung von WODs sowie die langfristige Trainingsplanung willkürlich erfolgen [13]. Beim CrossFit® sollen die Athletinnen und Athleten unabhängig vom aktuellen Leistungsniveau in gruppenbasierten Trainingseinheiten die gleichen Trainingsreize erhalten. Auswertungen der physiologischen Reaktionen während verschiedener CrossFit®-Trainingseinheiten konnten dies bestätigen [92]. Trainingsinhalte werden im CrossFit® so gewählt, dass sie entsprechend der individuellen Voraussetzungen der Athletinnen und Athleten skaliert werden können [91]. Funktionale Bewegungen werden außerdem drei Modalitäten zugeordnet, die in der langfristigen Planung nach einem vorgegebenen Muster in das Training integriert werden [13]. Beide Aspekte – Skalierbarkeit und langfristige Trainingsplanung – werden in den folgenden Abschnitten näher beschrieben.

Langfristige Trainingsplanung

CrossFit® ordnet funktionale Bewegungen den Modalitäten Turnen (G), Gewichtheben (W) und metabolische Konditionierung (M) zu [13]. Die Abkürzungen ergeben sich aus den Anfangsbuchstaben der englischen Übersetzung der Modalitäten. Beispielbewegungen der Modalitäten sind in **Tabelle 2** aufgeführt.

Tabelle 2 Beispielbewegungen der Modalitäten Turnen, Gewichtheben und metabolische Konditionierung (vgl. Glassman, 2020).

Turnen	Metabolische Konditionierung	Gewichtheben
Kniebeuge ohne Gewicht	Laufen	Kreuzheben
Klimmzug	Radfahren	Umsetzen
Liegestütz	Rudern	Reißen
Kastensprünge	Seilspringen	Bankdrücken
	Schwimmen	Kettlebell-Swings

Die Modalitäten werden nach einem vorgegebenen Muster auf die Trainingstage verteilt. Das Ziel dieser Aufteilung besteht darin Volumen und Intensität zu maximieren, ohne

die Athletinnen und Athleten zu überfordern. CrossFit® empfiehlt dazu das Training auf drei Tage aufzuteilen und dann einen Pausentag einzulegen. So sind langfristig alle Modalitäten gleichmäßig repräsentiert ohne Regenerationszeiten zu vernachlässigen. Damit stehen die Erfahrungen von CrossFit® im Einklang mit wissenschaftlichen Erkenntnissen aus dem Bereich des Concurrent-Trainings [13,118,136]. Für eine gesteigerte Kongruenz von Trainings- und Arbeitswoche schlägt CrossFit® den Kompromiss vor fünf Tage zu trainieren, bevor dann zwei Pausentage folgen [13]. Diese auf die Arbeitswoche abgestimmte Trainingsplanung könnte sich gerade im betrieblichen Umfeld als die überlege Variante erweisen. In **Tabelle 3** sind die beiden Muster einander gegenübergestellt.

Tabelle 3 Strukturierung der Trainingsplanung im CrossFit® (vgl. Glassman, 2020).

	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
3 Tage Training 1 Tag Pause	M	G W	M G W	P	G	M W	G M W	P	W	M G	W M G	P	M	W G
5 Tage Training 2 Tage Pause	M	G W	M G W	M G	W	P	P	G	M W	G M W	G M	W	P	P

Abkürzungen: Di = Dienstag, Do = Donnerstag, Fr = Freitag, G = Turnen, M = metabolische Konditionierung, Mi = Mittwoch, Mo = Montag, P = Pause, Sa = Samstag, So = Sonntag, W = Gewichtheben,

Die Trainingstage enthalten abwechselnd ein, zwei oder drei Modalitäten und entsprechend unterschiedliche Prioritäten. An Tagen mit nur einer Modalität spricht CrossFit® von Elementpriorität. An diesen Tagen absolvieren die Athletinnen und Athleten entweder eine lange Belastung bei niedriger Intensität (z.B. 8 km Rudern auf dem Ergometer), trainieren ein turnerisches Element (z.B. Handstand) oder eine komplexe Kraftübung mit hohem Gewicht (z.B. 5 Sätze á 5 Wiederholungen Kniebeugen). Der hohe Zeitbedarf bei G und W erklärt sich dadurch, dass möglichst viel Zeit zum Üben komplexer Bewegungen und eine optimale Erholung zwischen den Kraftbelastungen sichergestellt werden muss. Für die BGF ist dieser Aspekt vor allem dann von Bedeutung, wenn Mitarbeitende trainiert werden, die über wenig Erfahrung und Kompetenz hinsichtlich muskelförderndem Training verfügen [13,137]. Tage mit zwei Modalitäten legen den Fokus darauf eine festgelegte Aufgabe so schnell wie möglich zu absolvieren. Dazu werden zwei Übungen (bzw. ein Couplet) ausgewählt, die dann über mehrere Runden abwechselnd durchgeführt werden. Ein prominentes Beispiel dafür ist das WOD „Fran“, welches Klimmzüge mit Thrustern

(Frontkniebeuge mit anschließendem Schwungdrücken) kombiniert [13,133]. Werden drei Modalitäten kombiniert, spricht man von einem „Triplet“. Bei diesem wird die zur Verfügung stehende Zeit festgelegt (daher Zeitpriorität), in der eine maximale Wiederholungs- bzw. Rundenanzahl angestrebt wird. So werden z.B. beim WOD „Cindy“ für 20 Minuten Klimmzüge (5 Wiederholungen), Liegestützen (10 Wiederholungen) und Kniebeugen (15 Wiederholungen) abwechselnd durchgeführt [13,129].

Skalierung von Trainingsinhalten

CrossFit® soll unabhängig vom individuellen Leistungsniveau in heterogenen Trainingsgruppen durchgeführt werden können. Im Extremfall absolvieren Elitesoldatinnen und -soldaten gemeinsam mit körperlich eingeschränkten Personen die gleiche Trainingseinheit [13]. Weniger extrem aber in der BGF wahrscheinlicher ist es Leistungsunterschiede zwischen Männern und Frauen berücksichtigen zu müssen z.B. zugunsten der Männer in Bezug auf die Krafftähigkeit [138,139]. Im CrossFit® werden bei WODs wie „Fran“ für Frauen reduzierte Gewichte vorgegeben [13,133]. Anpassungen können außerdem bei der Übungsauswahl (z.B. Kniebeugen statt Reißkniebeugen), dem Volumen oder Pausenzeiten vorgenommen werden. Auf diese Weise erfahren alle Athletinnen und Athleten unabhängig von ihrer Leistungsfähigkeit einen ähnlichen Trainingsreiz ohne sich zu überlasten und ihre Gesundheit zu gefährden [91,92].

4 Potential von CrossFit® für die betriebliche Gesundheitsförderung

Bewegungsfördernde BGF-Maßnahmen, die durch professionelle Trainerinnen und Trainer angeleitet und langfristig durchgeführt werden, sind vor allem für Mitarbeitende mit gesundheitlichen Risikofaktoren zu empfehlen. Allerdings gelten derartige Maßnahmen gleichzeitig als ressourcenintensiv [8]. Nach van Dongen et al. können bewegungsfördernde Maßnahmen mit erheblichen Kosten von bis zu 1075 US Dollar je Mitarbeitenden pro Jahr verbunden sein [140]. Umso entscheidender ist es das Potential von BGF-Maßnahmen bereits vor der Implementierung realistisch einzuschätzen. Der wissenschaftliche Forschungsstand lässt diesbezüglich jedoch kaum allgemeingültige Schlussfolgerungen zu [8]. Ob sich CrossFit® für die Bewegungsförderung von körperlich inaktiven, sedentären Mitarbeitenden eignen könnte, wird in diesem Kapitel zunächst anhand theoretischer Rahmenmodelle hergeleitet. Mit Blick auf eine bislang inaktive Zielgruppe ist das Potential von CrossFit® zur langfristigen Verhaltensänderung hier von besonderem Interesse. Anhand des wissenschaftlichen Forschungsstands wird zudem dargestellt, ob im CrossFit® bereits Faktoren nachgewiesen wurden, die eine langfristige Verhaltensänderung begünstigen. Hinsichtlich der gesundheitsförderlichen Wirkung von CrossFit® werden im Schwerpunkt Forschungsergebnisse, die die muskuloskelettale Fitness betreffen, vorgestellt.

4.1 Modelltheoretische Betrachtung von CrossFit®

Die Trainingsmethodologie von CrossFit® und das Gesundheitsmodell von Bouchard und Shephard bilden eine deutliche Schnittmenge [13,81]. Ähnlich dem Modell von Bouchard und Shephard besteht gemäß der Trainingsmethodologie von CrossFit® ein enger Zusammenhang zwischen Gesundheit, gesundheitsbezogener Fitness und körperlicher Aktivität. Das zeigt sich unter anderem im vierten Fitnessmodell (siehe **Kapitel 3.2**) von CrossFit®. Nach diesem Modell werden Athletinnen und Athleten anhand der Ausprägung gesundheitsbezogener Fitnessparameter in einem Kontinuum, welches von Krankheit über Gesundheit bis hin zu Fitness reicht, eingeordnet. Gemeinsamkeiten zeigen sich zudem in der ganzheitlichen Betrachtung von Fitness, welche u.a. kardiorespiratorische, muskuläre, motorische, metabolische und morphologische Parameter berücksichtigt. Durch körperliche Aktivität können diese Parameter positiv beeinflusst werden. Eine Verbesserung dieser Parameter sollte sich wiederum auf die Ausübung der körperlichen Aktivität auswirken [13,81]. Konkret auf CrossFit® bezogen bedeutet dies, dass steigende Fitness die Teilnahme am Training begünstigen sollte. Umgekehrt müssen die Trainingsanforderungen entsprechend der aktuellen gesundheitsbezogenen Fitness angepasst werden können. CrossFit® folgt hier dem Grundsatz, dass die messbare Leistung von Athletinnen und

Athleten deren Fitnesszustand widerspiegelt. Indem das Trainingssystem vorsieht in den WODs eine möglichst hohe Leistung anzustreben, diese zu messen und zu dokumentieren, ist eine der Leistungsfähigkeit angepasste Trainingssteuerung grundsätzlich gegeben [13]. Durch Skalierung des Trainings wird zudem individuellen Schwächen oder gesundheitlichen Beeinträchtigungen begegnet [91]. Mit Blick auf die Zielgruppe sedentärer, inaktiver Mitarbeitender, welche sich potenziell durch geringe gesundheitsbezogene Fitness und Gesundheit auszeichnen, ist dies von besonderer Bedeutung. Bouchard und Shephard führen zudem explizit arbeitsbedingte körperliche Belastungen und andere Faktoren an (z.B. soziales und physisches Umfeld, Lebensstil), die es in der BGF zu berücksichtigen gilt [81]. Insofern lässt sich eine gesundheitsförderliche Wirkung von CrossFit® im betrieblichen Kontext basierend auf dem Gesundheitsmodell von Bouchard und Shephard theoretisch fundiert herleiten.

Aus verhaltenspsychologischer Sicht ist die Steigerung von Fitness und Gesundheit ebenfalls von Vorteil, da sich gemäß des COM-B Systems eine verbesserte *capability* positiv auf das Bewegungsverhalten auswirken sollte [86]. Im CrossFit® wird besonders Wert auf die Skalierbarkeit von Trainingsinhalten gelegt. Das Training kann daher auch an unerfahrene, unfitte oder gar gesundheitlich beeinträchtigte Athletinnen und Athleten angepasst werden, wodurch der negative Einfluss einer geringen *capability* minimiert werden sollte [13,86,91]. Damit einher geht die Möglichkeit selbst bei heterogenen Gruppen in der Gemeinschaft zu trainieren und soziale Aspekte zu fördern. Weiterhin wird das Training durch zertifizierte CrossFit®-Trainerinnen und Trainer angeleitet, die mit den Athletinnen und Athleten interagieren. Demzufolge lassen sich auch hinsichtlich *opportunity* günstige Rahmenbedingungen feststellen [13,86]. Sowohl *opportunity* als auch *capability* wirken direkt auf *motivation* und sollten damit indirekt – moderiert durch *motivation* – positiv auf *behavior* einwirken [86]. Zu welchen Wirkmechanismen es hier kommt, lässt sich anhand der von Kwasnicka et al. formulierten Motive für die langfristige Beibehaltung der Verhaltensänderung vermuten. So könnten Verbesserungen von Fitness und Gesundheit (respektive *capability*) positiv mit der Freude am Training und der Zufriedenheit mit den Trainingsergebnissen zusammenhängen [86,87]. Indem CrossFit® als „Sport of Fitness“ beworben wird und gleichzeitig das Streben nach optimaler Fitness und Gesundheit kommuniziert, werden die Athletinnen und Athleten mitunter sowohl durch sport- als auch gesundheitsorientierte Motive angesprochen [13,86,141]. Des Weiteren werden durch CrossFit® zusätzliche Aspekte propagiert, die im Zusammenhang mit einer langfristigen Verhaltensänderung stehen. Beispielsweise wird CrossFit® im Level 1 Trainingshandbuch durchweg als Gemeinschaft mit klar definierten Werten und Überzeugungen dargestellt [13,87]. Die Trainingsmethodologie von CrossFit® erweist sich damit vor dem Hintergrund einer verhaltenstheoretischen Betrachtung als vielversprechend, um eine langfristige

Verhaltensänderung zu bewirken. Sollten sich die theoretischen Annahmen auch in der Praxis durch wissenschaftliche Untersuchungen nachweisen lassen, wäre CrossFit® eine sinnvolle Ergänzung für die BGF. In **Abbildung 7** werden die Zusammenhänge der

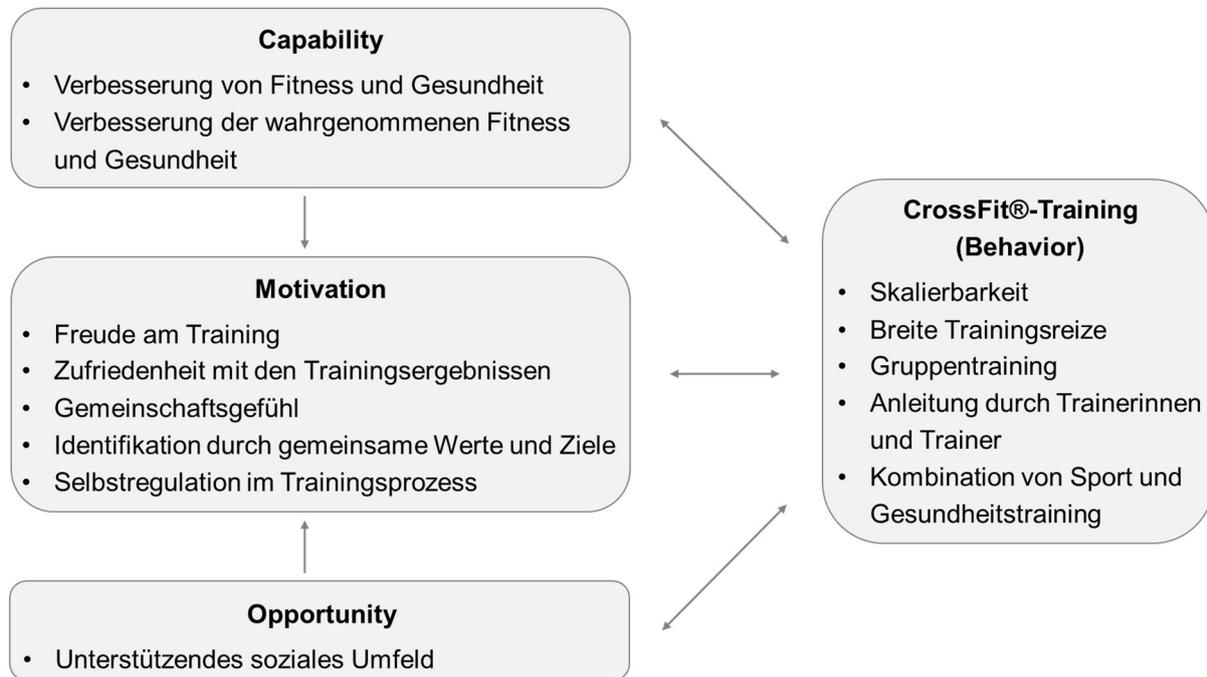


Abbildung 7 Verhaltenspsychologische Betrachtung von CrossFit® auf Basis des COM-B Systems (vgl. Michie et al., 2011; Kwasnicka et al., 2016; Glassman, 2020)

verhaltenspsychologischen Betrachtung grafisch dargestellt.

4.2 Wissenschaftlicher Forschungsstand

Ein Großteil der wissenschaftlichen Studien im Bereich CrossFit® ist auf die Erforschung physischer Gesundheits- und Fitnessparameter ausgelegt. Kardiovaskuläre Fitness, Körperzusammensetzung und das Auftreten von muskuloskelettalen Verletzungen bilden hierbei den Schwerpunkt der Untersuchungen. In der Regel wurden trainierte und körperlich aktive Personen als Studienteilnehmende rekrutiert [88,89,108].

Ob sich CrossFit® positiv auf die muskuloskelettale Fitness auswirkt, war bisher nur selten Gegenstand der Forschung, konnte aber bereits vereinzelt bestätigt werden. In einer 6-wöchigen Interventionsstudie zeigten CrossFit®-Anfängerinnen und Anfänger (N = 12) Steigerungen von 12 %, 13 % und 8 % ihrer Ein-Wiederholungsmaxima (1-RM) im Kreuzheben, in Kniebeugen und im Schulterdrücken [126]. Das 1-RM ist definiert als die maximale Last, die einmal mit korrekter Technik bewältigt werden kann [142]. Ebenfalls bei CrossFit®-Anfängerinnen und Anfängern (N = 26; > 3 Monate CrossFit®-Erfahrung) wiesen Feito et al. Verbesserungen des 5-RM Frontkniebeugen (14,4 %) nach [128]. Positive

Entwicklungen der 1-RM Kniebeuge- (+ 9,8 %), Schulterdrück- (+ 3,6 %) und Kreuzhebeleistung (+ 7,6 %) stellten Crawford et al. nach 9 Wochen CrossFit®-Training fest [127]. Brisebois et al. untersuchten die Effekte einer 8-wöchigen CrossFit®-Intervention an körperlich inaktiven Erwachsenen (N = 14). Diese verbesserten ihr 5-RM im Bankdrücken (18,6 %) und Beinpressen (22,7 %) sowie ihre Wiederholungszahl im YMCA-Bankdrück- (+ 42,3 %) und Situp-Test (+ 28 %). Beim YMCA-Bankdrücktest führten die Probandinnen und Probanden bei einer Kadenz von 30 Wiederholungen pro Minute die Übung Flachbankdrücken (Männer: 36,4 kg; Frauen: 15,9 kg) bis zur willentlichen Erschöpfung durch. Die Aufgabe beim Situp-Test bestand darin in 60 Sekunden so viele Situps wie möglich zu absolvieren. Als Maß für die Beweglichkeit verwendeten Brisebois et al. einen Sit-and-Reach-Test, bei dem sich ebenfalls signifikant bessere Ergebnisse nachweisen ließen (+ 5,9 %) [111]. Cosgrove et al. bildeten die Kraftfähigkeit in ihrer 6-monatigen Interventionsstudie (N = 45; 0 – 27 Monate CrossFit®-Vorerfahrung) durch eine umfangreiche Testbatterie ab. Ermittelt wurde hier das 1-RM der Übungen Kreuzheben, Kniebeugen und Bankdrücken sowie die maximale Wiederholungszahl in 60 Sekunden bei den Übungen Situps, Liegestützen und Kniebeugen (ohne Zusatzlasten). Die Bestimmung der maximalen Wiederholungszahl bei Klimmzügen war ebenfalls Bestandteil der Testungen, wurde aber ohne Zeitlimit durchgeführt. Die männlichen Teilnehmenden zeigten signifikante Verbesserungen bei Klimmzügen ($\eta^2 = ,31$), Kniebeugen ($\eta^2 = ,55$) und Kreuzheben ($\eta^2 = ,45$), während die Frauen ihre Leistung in den Übungen Liegestützen ($\eta^2 = ,32$), Kniebeugen ($\eta^2 = ,67$), Schulterdrücken ($\eta^2 = ,35$) und Kreuzheben ($\eta^2 = ,28$) signifikant verbesserten. Als Maß für die Beweglichkeit fand auch in dieser Studie der Sit-and-Reach-Test Anwendung, wobei sich sowohl Männer ($\eta^2 = ,22$) als auch Frauen ($\eta^2 = ,40$) signifikant verbesserten [122]. Anhand der skizzierten Studienergebnisse lässt sich darlegen, dass sich CrossFit®-Training positiv auf die gezeigte Leistung in mehrgelenkigen Übungen auswirkt. Einige dieser Bewegungen gehören jedoch zu den neun grundlegenden Bewegungen, die beim CrossFit® regelmäßig trainiert werden [13]. So resümierten Feito et al. nach einer 16-wöchigen CrossFit®-Intervention, dass Klimmzüge in 34,6 %, Kniebeugen in 31,2 % und Kreuzheben in 14,2 % der Trainingseinheiten trainiert wurden [128]. Bei den meisten der vorgestellten Studien handelte es sich zudem um kurze Interventionen ohne Kontrollgruppe mit geringer Stichprobengrößen [111,126,127,143]. Steigerungen könnten daher zumindest teilweise auf Verbesserungen der Bewegungskompetenz in diesen spezifischen Übungen zurückzuführen sein, insbesondere wenn sie von unerfahrenen Probandinnen und Probanden ausgeübt wurden.

Ähnlich verhält es sich mit der Wirkung von CrossFit® auf die Beweglichkeit. Zwar konnten Brisebois et al. und Cosgrove et al. nachweisen, dass sich die Beweglichkeit signifikant nach einer CrossFit®-Intervention verbesserte, jedoch beschränkte sich diese

Erkenntnis auf die Ergebnisse im Sit-and-Reach-Test. Weiterhin verfügte keine der beiden Studien über eine Kontrollgruppe, die entweder keine oder eine alternative Intervention erhielt [111,122]. Abgesehen vom Sit-and-Reach-Test fand in zwei Studien an CrossFit®-Athletinnen und Athleten außerdem der Functional Movement Screen (FMS) Anwendung [144,145]. Dieser integriert sieben Aufgaben, die gleichzeitig Kraft, Beweglichkeit und Koordination erfordern. Damit erlaubt der Test eine umfassende Einschätzung der muskuloskelettalen Fitness sowie die Kompetenz fundamentale Bewegungsmuster auszuführen und ermöglicht Rückschlüsse auf die Verletzungsanfälligkeit bei körperlicher Aktivität [146,147]. Der FMS-Score reicht von 0 – 21 Punkten (0 = schlechteste Punktzahl; 21 = bestmögliche Punktzahl), wobei erfahrene CrossFit®-Athletinnen und Athleten in früheren Studien 15,2 und 15,9 Punkte erreichten [144,145]. Basierend auf der Annahme, dass ein FMS-Score ≤ 14 auf ein erhöhtes Verletzungsrisiko hinweist, kann vermutet werden, dass sich CrossFit®-Athletinnen und Athleten bei der Ausübung keiner gesteigerten Verletzungsgefahr aussetzen [146,147]. Erhebungen zur Verletzungsrate bei CrossFit®-Athletinnen und Athleten unterstützen die Annahme, dass CrossFit® mit 1,9 – 3,1 Verletzungen auf 1000 Trainingsstunden eine verletzungsarme Form der körperlichen Aktivität darstellt. In dem Zusammenhang weisen einige Studien auf die Verletzungshäufigkeit und damit Beschwerden / Schmerzen in verschiedenen Körperregionen wie dem Rücken, den Schultern und der Hüfte hin [148–150]. Ob sich CrossFit® wohlmöglich sogar positiv auf die Beschwerdefreiheit in diesen Körperregionen auswirkt, wurde bislang nicht durch langfristige Interventionsstudien erhoben.

Eine weiterer die Gesundheit betreffender Parameter, den auch Bouchard und Shephard explizit nennen, ist das Wohlbefinden [81]. Dieses war im Zusammenhang mit CrossFit® bisher nur selten Gegenstand der Forschung. Köteles et al. und Rozada erhoben das Wohlbefinden von CrossFit®-Athletinnen und Athleten querschnittlich auf Basis des WHO-5-Wohlbefinden-Fragebogens (WHO-5; Score: 0 – 25 Punkte; 0 = schlechteste Punktzahl; 25 = bestmögliche Punktzahl) [151]. Während Köteles et al. berichteten, dass die Teilnehmenden 18,54 Punkte erreichten, gab Rozada 17,98 Punkte an [152,153]. Im Durchschnitt erreichten die CrossFit®-Athletinnen und Athleten in den beiden Studien damit mehr als 50 % der Punkte, was auf ein gutes Wohlbefinden schließen lässt aber noch keine kausalen Zusammenhang beweist [151]. Köteles et al. untersuchten des Weiteren den Zusammenhang zwischen Wohlbefinden und dem Trainingsverhalten (Anzahl der Trainingseinheiten pro Woche), konnten diesen jedoch nicht bestätigen [153].

Das Trainingsverhalten von CrossFit®-Athletinnen und Athleten vor dem Hintergrund psychologischer Variablen zu analysieren ist erst seit wenigen Jahren Gegenstand der Forschung [90]. Ein Großteil der Studien beschäftigte sich dabei mit den Motiven, die im

Zusammenhang mit der Teilnahme an CrossFit®-Training stehen. Die Trainingsmotive von CrossFit®-Athletinnen und Athleten überschneiden sich deutlich mit den intrinsischen Motiven, die man aus klassischen Sportarten kennt wie z.B. Freude bei der Ausübung oder sich Herausforderungen zu stellen sowie das Gefühl der Zugehörigkeit [154,155]. Verglichen mit Teilnehmenden anderer Sport- und Fitnessdomänen weisen CrossFit®-Athletinnen und Athleten außerdem eine höhere intrinsische Motivation auf [156]. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass ein positiver Zusammenhang zwischen der Trainingshäufigkeit von CrossFit®-Athletinnen und Athleten und der Befriedigung der drei psychologischen Grundbedürfnisse (Autonomie, Kompetenz, soziale Eingebundenheit) steht [157,158]. Mit Blick auf den Faktor Autonomie nannten Sibley und Bergmann die Möglichkeit Übungen und Intensität beim CrossFit®-Training selbst zu bestimmen als begünstigende Faktoren [157]. Für die Befriedigung des Bedürfnisses nach sozialer Eingebundenheit und Zugehörigkeit spricht, dass in CrossFit®-Boxen verglichen mit anderen Fitnessdomänen über ein höheres soziales Kapital berichtet wurde [159,160]. Gemäß Box et al. sind soziale Motive für jüngere CrossFit®-Athletinnen und Athleten (25 – 32 Jahre) wichtiger als für ältere (> 50 Jahre), welche dafür stärker gesundheitsorientierten Motiven folgen [161]. Die Motive Zugehörigkeit und Freude an der Ausübung scheinen überdies bei CrossFit®-Athletinnen und Athleten mit längerer CrossFit®-Erfahrung an Bedeutung zu gewinnen. Ähnlich verhält es sich auch mit kompetitiven Motiven [162]. Allerdings wiegt der herausfordernde und kompetitive Aspekt von CrossFit® für Männer schwerer [155]. Die eigene Leistung zu dokumentieren und für die Trainingsgruppe sichtbar an ein Whiteboard zu schreiben wurde im Rahmen einer qualitativen Studie (N = 28) während Fokusgruppen-Interviews von einigen Männer explizit als motivierender Faktor genannt [163]. Dass CrossFit® auch auf übergewichtige, adipöse Personen langfristig motivierend wirken könnte, zeigte eine Studie (N = 23) von Heinrich et al., in der CrossFit® mit einem den aktuellen Vorgaben für körperliche Aktivität entsprechenden Training (Kombination aus Ausdauer- und Krafttraining bei moderater Intensität) verglichen wurde. Die CrossFit®-Gruppe verbrachte nicht nur weniger Zeit mit dem Training, sondern war auch in der Lage die Freude daran beizubehalten und gewillt CrossFit® langfristig zu betreiben [164].

Die Trainingsmethodologie von CrossFit® scheint bei verschiedenen Personengruppen Motive zu fördern und Bedürfnisse zu befriedigen, die eine langfristige Verhaltensänderung begünstigen. Die meisten Erkenntnisse basieren jedoch auf querschnittlichen Erhebungen. Es besteht daher insbesondere ein Bedarf an Interventionsstudien, die neben der Wirkung von CrossFit® auf die muskuloskeletale Fitness zusätzlich auch aus verhaltenspsychologischer Perspektive analysieren, was zur Teilnahme am CrossFit®-Training geführt haben könnte und wohlmöglich eine langfristige Aufrechterhaltung des Trainings fördert.

5 Darstellung der Teilstudien

Das übergeordnete Ziel der vorliegenden Arbeit besteht darin zu untersuchen, ob CrossFit® als BGF-Maßnahme geeignet ist inaktive, sedentäre Mitarbeitende langfristig zur Teilnahme zu motivieren, um so deren muskuloskelettale Fitness und Wohlbefinden nachhaltig zu verbessern. Dazu wurde an der UniBw M die MedXFit-Studie durchgeführt. Bei dieser handelte es sich um eine prospektive, kontrollierte Interventionsstudie für inaktive, sedentäre Mitarbeitende der UniBw M. Um die langfristige Wirkung zu erforschen, wurde der Untersuchungszeitraum auf 12 Monate festgelegt. Das Training fand unter Anleitung zertifizierter CrossFit®-Trainerinnen und Trainer an der militärischen Affiliate CrossFit Kokoro® statt. Die Trainingshäufigkeit belief sich entsprechend der Minimalvorgabe für muskelfördernde Aktivitäten der WHO und des ACSM auf zwei Trainingseinheiten pro Woche. Die MedXFit-Studie bildete die Basis für drei Teilstudien, die unterschiedliche Aspekte der übergeordneten Zielstellung analysierten.

Schwerpunkt der ersten Teilstudie war es die Wirkung von CrossFit® auf die muskuloskelettale Fitness und das Wohlbefinden bei CrossFit®-Anfängerinnen und Anfängern nach 6 Monaten Training zu untersuchen. Daneben wurde beleuchtet, ob CrossFit®-Training an das Leistungsniveau von Mitarbeitenden, die bis dahin nur unzureichend körperlich aktiv waren, angepasst werden kann. Die zweite Teilstudie konzentrierte sich auf die Effekte von CrossFit®, die sich über den Zeitraum von 12 Monaten zeigten. Während auch hier die Wirksamkeit auf das Wohlbefinden und die muskuloskelettale Fitness betrachtet wurde, lag der Schwerpunkt dieser Teilstudie auf dem Aspekt der langfristigen Verhaltensänderung. Die dritte Teilstudie diente dazu erste Erkenntnisse über die Wirkung von CrossFit® bei gesundheitlich beeinträchtigten Mitarbeitenden zu gewinnen. Im Rahmen einer Fallstudie wurde dazu die Entwicklung (Fitness, Gesundheit und Verhalten) eines stark adipösen Mitarbeiters, der sich 4 Monate vor Beginn der MedXFit-Studie eine schwere Sprunggelenksverletzung zuzog, im Detail analysiert. **Abbildung 8** stellt das Forschungsvorhaben schematisch dar. Im Anschluss folgt ein Überblick über die einzelnen Teilstudien sowie die Studien, die in anerkannten peer-reviewed Journalen veröffentlicht werden konnten. Das Zusatzmaterial zu den Teilstudien ist im **Anhang** zu finden.

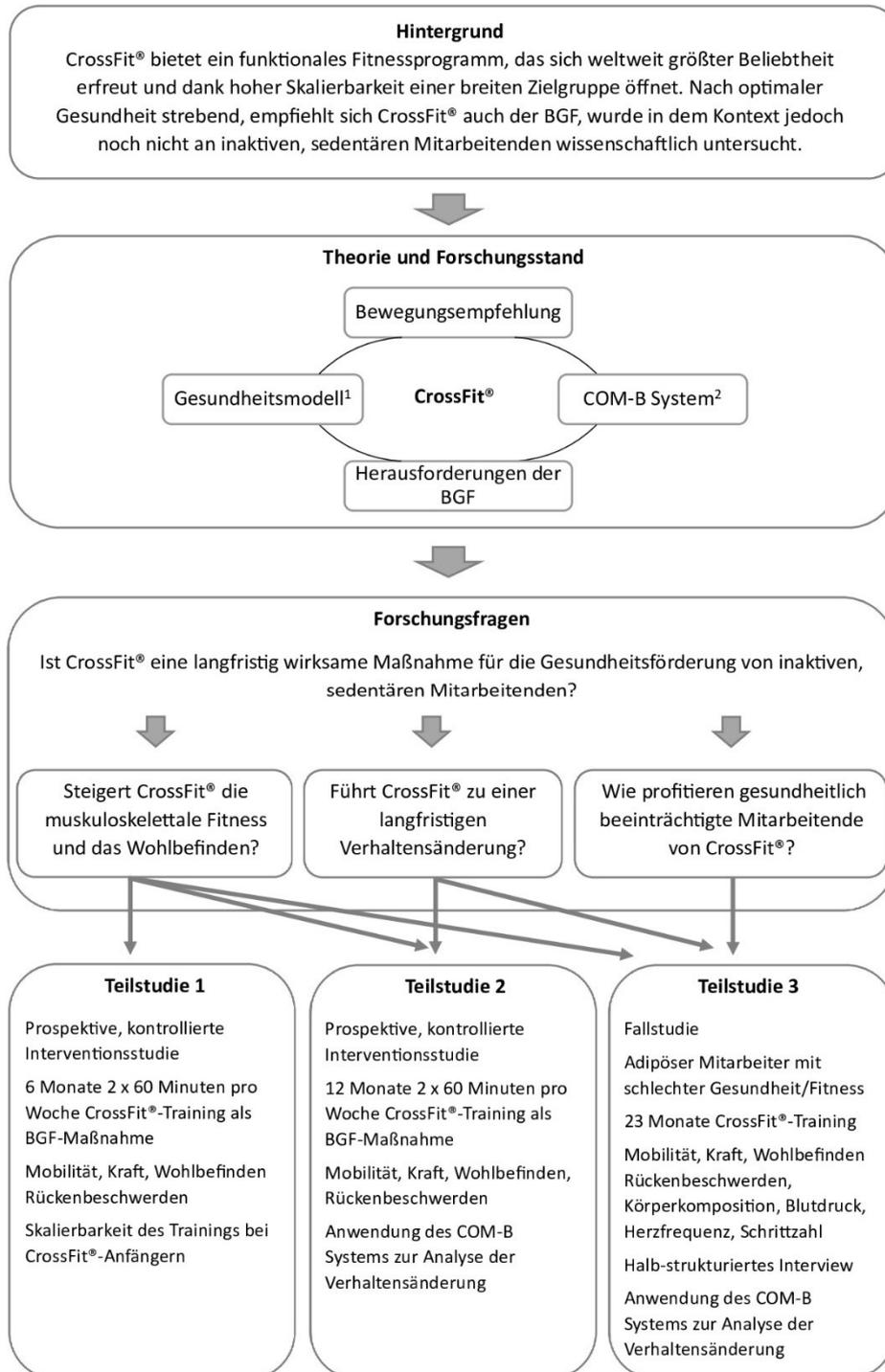


Abbildung 8 Aufbau des Forschungsvorhabens

Abkürzung: BGF = Betriebliche Gesundheitsförderung

Teilstudie 1

MedXFit - Effects of 6 months CrossFit® in sedentary and inactive employees: A prospective, controlled, longitudinal, intervention study

Tom Brandt, Elisabeth Heinz, Yannik Klaaßen, Selina Limbara, Marian Mörsdorf, Timo Schinköthe, and Annette Schmidt

<https://doi.org/10.1002/hsr2.749>

Forschungsartikel

Veröffentlicht am 07.08.2022 in Health Science Reports

Indem CrossFit® vorsieht gleichzeitig mehrere körperliche Fähigkeiten (einschließlich Kraft, Beweglichkeit, Koordination) zu verbessern, ließen sich die Vorgaben für gesundheitsförderliche körperliche Aktivität durch CrossFit® zeiteffizient erfüllen [13,31]. Gleichzeitig öffnet sich CrossFit® dank seiner hohen Skalierbarkeit einer breiten Zielgruppe [13,91]. Damit könnte sich CrossFit® auch als wirksame Maßnahme in der BGF für sedentäre Mitarbeitende erweisen. In früheren Studien wurden die positiven Auswirkungen von CrossFit® auf Gesundheit und Fitness bereits mehrfach nachgewiesen, wobei es jedoch an prospektiven, kontrollierten Langzeitstudien mangelt [89,108]. Studien, die die Eignung von CrossFit® zur Steigerung von muskuloskelettaler Fitness und Wohlbefinden an inaktiven, sedentären Mitarbeitenden untersuchen, existieren bisher nicht. In der ersten Teilstudie wurden daher Mitarbeitende, die einer überwiegend sitzenden Tätigkeit nachgingen und wöchentlich weniger als zwei muskel- und / oder beweglichkeitsfördernde Trainingseinheiten ausführten, rekrutiert und in Interventions- (IG) und Kontrollgruppe (KG) aufgeteilt. Während die IG pro Woche zwei CrossFit®-Trainings absolvierte, war es der KG freigestellt das Sportangebot der UniBw M zu nutzen. Vor der Intervention und nach 6 Monaten wurden über den Functional Movement Screen (FMS) sowie isometrischer Maximalkraftmessungen (Rumpf und Oberkörper) und einem Fragebogen zu Rückenbeschwerden Daten erhoben, die der Einschätzung von Beweglichkeit, Kraft, Koordination sowie der Rückengesundheit dienten. Ergänzend fand der WHO-5-Well-Being Index Anwendung. Im Beobachtungszeitraum verbesserte sich die IG (N = 39) verglichen mit der KG (N = 31) signifikant ($p < ,001$) im FMS und der isometrischen Maximalkraft. Weiterhin reduzierten sich die Rückenbeschwerden bei der IG stärker als bei der KG, wohingegen sich das Wohlbefinden im Gruppenvergleich nicht signifikant veränderte. Das Training konnte an die heterogenen Voraussetzungen der Teilnehmenden angepasst und in Gruppen von bis zu zehn Teilnehmenden durchgeführt werden. Zusammenfassend zeigte die Teilstudie, dass CrossFit® für die beschriebene Zielgruppe im Rahmen der BGF eignet und Anfängerinnen

und Anfängern zu starken Verbesserungen ihrer muskuloskelettalen Fitness verhilft (**Kapitel 6**).

Teilstudie 2

The MedXFit-study – CrossFit as a workplace health intervention: A one-year, prospective, controlled, longitudinal, intervention study

Tom Brandt, Elisabeth Heinz, Yannik Klaaßen, Selina Limbara, Marian Mörsdorf, Timo Schinköthe, and Annette Schmidt

Forschungsartikel

Eingereicht am 09.05.2023 in British Journal of Health Psychology

Aufbauend auf den Ergebnissen der ersten 6 Monate der MedXFit-Studie, wurde in Teilstudie 2 untersucht, ob CrossFit® sich auch über das Anfängerniveau hinaus als effektive Maßnahme für die BGF eignet. Dazu wurde die MedXFit-Studie weitere 6 Monate fortgeführt und mit einem dritten Messtermin nach 12 Monaten abgeschlossen. Die positive Entwicklung der muskuloskelettalen Fitness setzte sich über den Zeitraum von 12 Monaten weiter fort. Entscheidend ist an dieser Stelle jedoch, dass es für eine nachhaltige Förderung von Gesundheit und Fitness, zunächst BGF-Maßnahmen bedarf, welche zur langfristigen (gesundheitsförderlichen) Verhaltensänderung motivieren. Dies stellt für die BGF allerdings aufgrund diverser Teilnehmebarrieren weiterhin eine bedeutende Herausforderung dar [9–12,68,70,82,83]. Ergänzend zur gesundheitsförderlichen Wirkung wurde daher in der zweiten Teilstudie im Schwerpunkt die Verhaltensänderung der Teilnehmenden auf Basis des COM-B Systems (*capability, opportunity, motivation, behavior*) und dem Vorhandensein von langfristig motivierenden Faktoren analysiert [86,87]. Von eingangs 89 Teilnehmenden (IG: N = 55; KG: N = 34) beendeten 21 die Studie aus externen Gründen, wohingegen unter den Verbliebenen in der IG 10 von 39 und in der KG 1 von 29 die Studie aus intrinsischen Motiven abbrachen (Nicht-Adhärenz: 22 %). Da die Mitarbeitenden sowohl vor als auch während der MedXFit-Studie zahlreiche Bewegungsangebote in ihrer Arbeitszeit hätten nutzen können (*opportunity*), ließ sich die langfristige Aufrechterhaltung des Trainings (*behavior*) vor allem auf das Zusammenspiel von verbesserter *capability* und *motivation* zurückführen. Verbesserte *capability* zeigte sich in Form höherer muskuloskelettaler Fitness und Bewegungskompetenz im Training. Aufgrund des leistungsorientierten Charakters (anspruchsvolle Übungen / Workouts, Messen der Trainingsleistung, Wettkampfatmosphäre) von CrossFit® könnte sich der Trainingsfortschritt positiv auf *motivation* ausgewirkt haben, indem Motive wie Kompetenzgefühl, Herausforderung und Freude am Training befriedigt wurden. Daneben wurde beobachtet, dass das gemeinsame Training das Gefühl sozialer Eingebundenheit steigerte und insgesamt die Identifikation als CrossFit®-Gemeinschaft

zunahm. Somit konnte erstmalig in einer prospektiven, kontrollierten Langzeitstudie gezeigt werden, dass CrossFit® sich als nachhaltige Maßnahme für die BGF eignet (**Kapitel 7**).

Teilstudie 3

CrossFit Motivates a 41-Year-Old Obese Man to Change His Lifestyle and Achieve Long-Term Health Improvements: A Case Report

Tom Brandt, Timo Schinköthe, and Annette Schmidt

<https://doi.org/10.3390/jfmk8020058>

Fallstudie

Veröffentlicht am 08.05.2023 in Journal of Functional Morphology and Kinesiology

Neben Hinderungsgründen wie einer hohen Arbeitsbelastung, mangelnder Unterstützung durch Führungskräfte, fehlenden Trainingsgeräten, unzureichender Motivation, Zeitmangel oder wenig abwechslungsreichen Maßnahmen muss die BGF mit Blick auf bestimmte Personengruppen weitere Teilnahmebarrieren überwinden [68,70,82,83]. So können beispielsweise gesundheitliche Einschränkungen aufgrund von Verletzungen, Schmerzen oder Adipositas langfristige Verhaltensänderungen zusätzlich behindern [64,84,85]. Wie es ein stark übergewichtiger Teilnehmer (Body mass index (BMI) = 41,3 kg / m²) der MedXFit-Studie durch CrossFit® trotzdem schaffte sein Verhalten langfristig zu verändern, obwohl er sich 4 Monate vor der Studie eine schwere Sprunggelenksverletzung zuzog und davor bereits über Jahre einen sedentären, inaktiven Lebensstil pflegte, wird in der dritten Teilstudie beschrieben. Um die Entwicklung seines Fitness- und Gesundheitszustandes sowie seiner körperlichen Aktivität zu beurteilen, wurden Ergebnisse der MedXFit-Studie, betriebsärztliche Untersuchungsberichte und Daten seiner Smart-Watch berücksichtigt. Zudem wurde mit dem Mitarbeiter ein halb-strukturiertes Interview durchgeführt, in dem nach seinen internen und externen Voraussetzungen zur Teilnahme am CrossFit®-Training sowie seiner Motivation gefragt wurde. Wie auch schon in der zweiten Teilstudie bildete das COM-B System (*capability, opportunity, motivation, behavior*) den theoretischen Rahmen für die Analyse des Verhaltens [86]. Entscheidend für seine langfristige Verhaltensänderung war, dass CrossFit® gesundheitsförderndes Training mit der Befriedigung intrinsischer Motive verband und ihm die Möglichkeit bot das Training an seine Voraussetzungen anzupassen. Durch rasante Verbesserungen seiner Leistungsfähigkeit entwickelte sich schließlich ein Rückkopplungskreislauf zwischen *capability, motivation* und *behavior*, sodass körperliche Aktivität für ihn zur Gewohnheit wurde und er seine Aktivität stetig steigerte. Infolgedessen normalisierte sich sein Blutdruck, sein BMI sank auf 32,9 kg / m², seine muskuloskelettale Fitness (FMS-score: +89 %, isometrische Maximalkraft: +14 – 71 %) und sein Wohlbefinden (+12 %) stiegen und seine Ruheherzfrequenz (-20 bpm) sank. Die Ergebnisse der dritten

Teilstudie bestätigen die Erkenntnisse der anderen Teilstudien und weisen darauf hin, dass CrossFit® auch für gesundheitlich beeinträchtigte Mitarbeitende zu empfehlen ist (**Kapitel 8**).

6 MedXFit - Effekte nach 6 Monaten CrossFit®-Training

Vollständiger Titel:

MedXFit - Effects of 6 months CrossFit® in sedentary and inactive employees: A prospective, controlled, longitudinal, intervention study

Tom Brandt¹, Elisabeth Heinz¹, Yannik Klaaßen¹, Selina Limbara¹, Marian Mörsdorf¹, Timo Schinköthe², and Annette Schmidt¹

¹ Institute of Sports Science, University of the Bundeswehr Munich, GER;

² Comprehensive Cancer Center Munich CCCLMU, GER;

Korrespondenz: Tom Brandt (ORCID ID: 0000-0003-1601-7918), Institut für Sportwissenschaften, Universität der Bundeswehr München, Werner-Heisenberg-Weg 39, 85579, Neubiberg, Germany, +49 89 6004 4412, +49 89 6004 2448, tom.brandt@unibw.de

Kopiert von: Brandt, T.; Heinz, E.; Klaaßen, Y.; Limbara, S.; Mörsdorf, M.; Schinköthe, T.; Schmidt, A. MedXFit—Effects of 6 Months CrossFit® in Sedentary and Inactive Employees: A Prospective, Controlled, Longitudinal, Intervention Study. Health Science Reports 2022, 5, doi:10.1002/hsr2.749 [165].

Eingereicht: 23.05.2022

Akzeptiert: 01.07.2022

Publiziert: 07.08.2022



Received: 23 May 2022 | Revised: 30 June 2022 | Accepted: 1 July 2022

DOI: 10.1002/hsr2.749

ORIGINAL RESEARCH

Health Science Reports WILEY

MedXFit—Effects of 6 months CrossFit® in sedentary and inactive employees: A prospective, controlled, longitudinal, intervention study

Tom Brandt¹ | Elisabeth Heinz¹ | Yannik Klaaßen¹ | Selina Limbara¹ |
Marian Mörsdorf¹ | Timo Schinköthe² | Annette Schmidt¹

¹Institute of Sports Science, Department of Human Sciences, University of the Bundeswehr Munich, Neubiberg, Germany

²Comprehensive Cancer Center Munich CCCLMU, Munich, Germany

Correspondence

Tom Brandt, Institute of Sports Science, Department of Human Sciences, University of the Bundeswehr Munich, Werner-Heisenberg-Weg 39, 85579 Neubiberg, Germany.

Email: tom.brandt@unibw.de

Abstract

Background and Aims: Sedentary behavior and physical inactivity are associated with musculoskeletal disorders (MSD). Muscle and mobility enhancing training is recommended to promote musculoskeletal fitness and prevent MSD. A functional fitness program emphasizing the importance of musculoskeletal fitness is provided by CrossFit®. However, data from long-term CrossFit® interventions assessing measures of musculoskeletal fitness in sedentary and inactive individuals does not exist.

Methods: This prospective, controlled study investigates the effects of 6 months CrossFit® training (2×60 min/week) in inactive adults (in terms of <2 muscle or mobility enhancing training sessions per week) with predominantly sitting or standing occupations. 91 participants were initially assessed, 2 were excluded, 55 self-selected for intervention (IG), and 34 for the control group (CG). Primary endpoint was a change in mobility (Functional Movement Screen score). Secondary endpoints were changed in strength (maximum isometric strength in kg; Dr. Wolff BackCheck®), and well-being (WHO-5 score). Key exploratory endpoints were changes in back-issue measures (pain intensity, limitation, and frequency).

Results: 39 participants of IG and 31 of CG completed the evaluation after 6 months. The IG improved significantly more ($p < 0.001$) compared with the CG in the FMS ($\eta^2 = 0.58$), trunk extension ($\eta^2 = 0.46$), trunk flexion ($\eta^2 = 0.47$), trunk lateral flexion left ($\eta^2 = 0.41$), trunk lateral flexion right ($\eta^2 = 0.42$), upper body push ($\eta^2 = 0.4$), upper body pull ($\eta^2 = 0.25$), hip extension left ($\eta^2 = 0.18$), and hip extension right ($\eta^2 = 0.4$). Change of WHO-5 scores did not significantly differ between groups ($p = 0.55$; $\eta^2 = 0.01$). Exploratory analysis of back-issue data showed a higher decrease for pain intensity, limitation, and frequency in the IG compared with the CG.

Trial Registration: The trial was registered on [ClinicalTrials.gov](https://clinicaltrials.gov) with the trial number NCT05109286.

This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs License, which permits use and distribution in any medium, provided the original work is properly cited, the use is non-commercial and no modifications or adaptations are made.

© 2022 The Authors. *Health Science Reports* published by Wiley Periodicals LLC.

Health Sci. Rep. 2022;5:e749.
<https://doi.org/10.1002/hsr2.749>

wileyonlinelibrary.com/journal/hsr2

1 of 12

Conclusion: This study proves for the first time within the scope of a prospective, controlled study the broad benefits of CrossFit® in inactive adults doing predominantly sedentary work.

KEYWORDS

exercise, fitness, functional movement, health, high-intensity interval training, military

1 | INTRODUCTION

Inadequate physical activity is considered as an important risk factor for chronic diseases like obesity, type 2 diabetes, cardiovascular diseases, and musculoskeletal disorders (MSD).^{1,2} Modern working conditions play an important role regarding sedentary and inactive behavior. According to a nationwide German study ($N = 18,026$) 47.5% of women and 47.2% of men at the age of 18–64 stated to predominantly sit or stand during their working hours. The proportion increases with higher educational levels.³ An active lifestyle and less sedentary behavior during leisure time could minimize negative effects.⁴ However, another study ($N = 22,959$) states that only 42.6% of women and 48% of men at the age of ≥ 18 meet the minimum level of ≥ 150 min of moderate-intensity aerobic physical activity recommended by the WHO.⁵ Muscle enhancing activity recommendations (≥ 2 workouts/week) are met by 27.6% of women and 31.2% of men.⁶

As mentioned above this may support the development of several diseases. Especially MSD has to be mentioned here. In a study concerning the health status of adults 57.9% of women and 52.2% of men reported joint pain in the past 12 months.⁷ Furthermore, MSD alone is responsible for about 25% of sick days,² are associated with a lower quality of life, and may accelerate the loss of functional capacity below the disability threshold.⁸ Aside from that, an intact musculoskeletal system (strength, coordination, and flexibility) is the foundation to stay physically mobile and train other physiologically important systems (e.g., cardiopulmonary and nervous system). While strength,^{9,10} coordination,¹¹ and flexibility¹² deteriorate with age, physical training has widely been proven to slow down this decline and keep the musculoskeletal system intact.¹³

Based on those findings functional strength and conditioning programs embedded in corporate health management programs might help to keep the musculoskeletal system intact, hinder the development of noncommunicable diseases and reduce sick days in physically inactive employees doing predominantly sedentary work. A time-efficient training system that covers the recommendations of the WHO and American College of Sports and Medicine to improve health is provided by CrossFit® (CF).^{4,5} CF is a high-intensity, functional fitness program. What stands out about CF is the integration of exercises from various disciplines such as weightlifting or gymnastics, which place high demands on strength, coordination, and mobility.¹⁴

Scientific literature in this field covers the effects of CF on body composition, life and health aspects, psycho-physiological parameters, psycho-social behavior, and the risk for musculoskeletal injuries.¹⁵ Positive effects of CF have been found in six fitness domains (cardiovascular/respiratory endurance, stamina, strength, flexibility, power, and balance).^{16–18} Injuries in CF (3.1 injuries/1000 h of training) occur as often as in weightlifting, powerlifting, gymnastics, and fitness training but less often than in contact sports like rugby.¹⁹ According to an online survey 19.4% of 386 CF athletes got injured in a 6-month period, with shoulder (25%) and low back injuries (14.3%) being the most common.²⁰ Nevertheless, only a few studies on CF with a high level of evidence and low risk of bias currently exist.¹⁵ Data regarding long term effects of CF on the musculoskeletal system in populations that have an increased risk for developing noncommunicable diseases (e.g., MSD) have yet to be collected.

Therefore, the aim of this study was to investigate whether 6 months of CF training improve mobility (primary endpoint), strength (secondary endpoint), and well-being (secondary endpoint) in inactive individuals (in terms of < 2 muscle and/or mobility enhancing training sessions per week prior study participation) with a predominantly sitting or standing occupation. Furthermore, back issues were assessed for exploratory purposes.

2 | MATERIALS AND METHODS

2.1 | Trial oversight

This study followed a prospective, longitudinal intervention design with control (CG) and intervention group (IG). Data were collected from October 2020 to August 2021. Both groups were tested in the same manner at baseline (t0) and after 6 months (t1) and self-selected for either IG or CG. Participants of the CG were instructed to maintain their current activity level. This was checked via questionnaire at t1. Nonfulfillment of inclusion criteria (≥ 2 mobility or muscle enhancing training sessions per week; work not mostly sitting or standing anymore) led to exclusion from the study. The IG attended a CF program at the military affiliation CF Kokoro®. The study was integrated in the corporate health management of the University of the Bundeswehr Munich (UniBw M). Participants were allowed to train during their working hours.

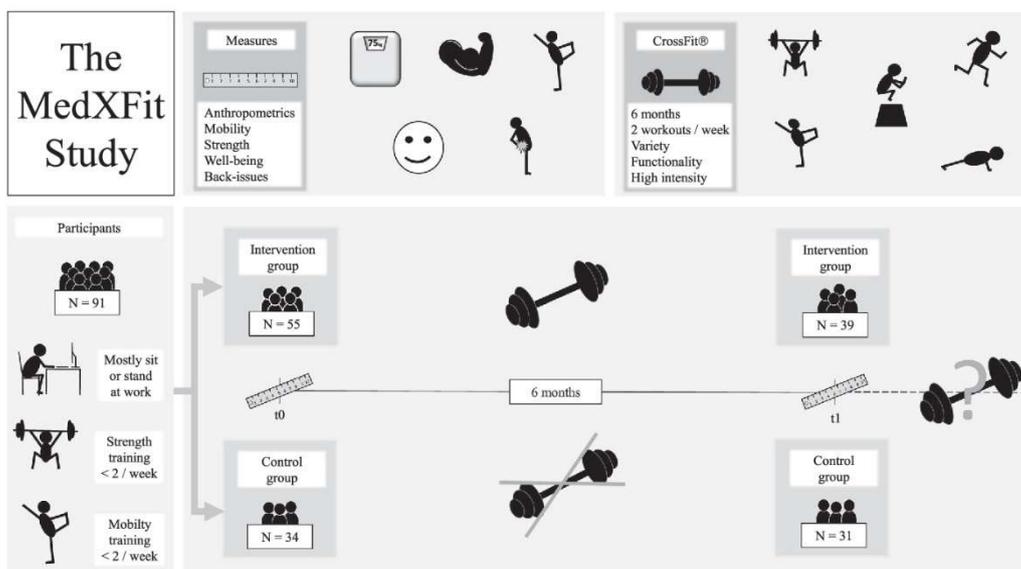


FIGURE 1 Schematic overview of the MedXFit study.

The Institutional Ethics Committee of the UniBw M approved the study protocol, ensuring that it conformed to the ethical guidelines of the 1975 Declaration of Helsinki. Informed consent was obtained from all subjects involved in the study. The trial was registered on [ClinicalTrials.gov](https://clinicaltrials.gov) with the trial number NCT05109286. An overview of the study design is displayed in Figure 1.

2.2 | Participants

Military and civilian personnel of the UniBw M (age = 18–65 years, male and female) was invited to participate in the study by flyer and email. Inclusion criteria were a predominantly sitting or standing occupation and inactivity in terms of participation in less than two muscle and/or two mobility enhancing training sessions per week. Exclusion criteria were pregnancy and health issues that would disqualify for participation in regular exercise and the applied tests (severe injuries to the musculo-skeletal system, osteoporosis, intervertebral disc damage, joint replacements, hypertension, and fresh scars). Inclusion and exclusion criteria were checked via questionnaires at t0 and t1.

Demographics and anthropometrics of initially assessed participants are displayed in Table 1.

When participants were not able to attend the test session t1 in the laboratory (e.g., sickness, remote work, and quarantine) surveys were done by telephone.

TABLE 1 Demographics and anthropometrics of initially assessed participants (t0)

Variable	Control group	Intervention group	<i>p</i>
<i>N</i>	34	57	
Gender			0.83
Male (<i>N</i>)	41.2% (14)	45.6% (26)	
Female (<i>N</i>)	58.8% (20)	54.4% (31)	
Diverse	0%	0%	
Age (years), mean (SD)	36.7 (11.4)	38.2 (12.1)	0.55
BMI (kg/m ²), mean (SD)	27.3 (5.3)	25.4 (3.9)	0.07
Smoker			0.86
Yes (<i>N</i>)	11.8% (4)	10.5% (6)	
No (<i>N</i>)	88.2% (30)	89.5% (51)	

Abbreviations: BMI, body mass index; SD, standard deviation.

2.3 | Training intervention

CF is a strength and conditioning program that attempts to improve physical competence in 10 fitness domains (cardiovascular/respiratory endurance, stamina, strength, flexibility, power, speed, coordination, agility, balance, and accuracy). Therefore, CF prescribes constantly varied, high-intensity functional movements. Despite similarities to actual sports (monitoring time, distance, repetitions, and maximum lifted weights) CF stresses the importance of proficient

technical exercise execution to achieve high levels in safety, efficacy and efficiency.¹⁴

The IG committed to attend two training sessions per week for 6 months. These were 60-min-group-sessions supervised by a coach. Participants had to sign in for each session via online schedule. Registrations were tracked.

The training format included 0–10 min introduction and warm-up, 5–10 min mobility training, 5–30 min skill and/or strength training, 5–30 min of high-intensity training, and 5–10 min cool down. A sample training session for every week is provided in Table S1. During Weeks 1–10, the main goal was to develop technical proficiency in fundamental movement patterns like getting up off the ground, squatting, lifting objects off the ground, upper body push and pull movements, and carrying objects for distance while maintaining a stable core. Thus, a high proportion of the sessions was mobility and skill-based. The strength and high-intensity aspect of the sessions increased steadily after the first 10 weeks. Nevertheless, mobility and skill development were continually done in each session. While all participants followed the same program structure, training parameters were adjusted throughout the program according to each person's fitness level.

A maximum of 10 participants per session was set during the first 2 months. In the third month, an online course was implemented and held live 2–5 times a week while in COVID-19 lockdown. During online sessions, typical gym equipment (e.g., barbells or kettlebells) was replaced by every day (odd) objects and more unilateral movements were integrated. Sessions were recorded and uploaded for those who could not attend the live sessions. Groups of six participants per session were set after the lockdown to meet COVID-19-related rules. Online sessions were held parallel for 3 more months to ensure adherence to the training program for participants in the home office. All training sessions were carried out by CF level 1 and level 2 certified trainers of CF Kokoro®.

2.4 | Endpoints and protocol

Primary endpoint of this study was the change in mobility (Functional Movement Screen score)^{21,22} from t0 to t1. Secondary endpoints were the changes in strength (maximum isometric strength in kg; Dr. WOLFF BackCheck® 617)^{23,24} and well-being (WHO-5 score)²⁵ from t0 to t1. Back issues (pain intensity, limitation, and frequency) were assessed via a questionnaire (pain intensity and limitation on an 11-point scale; frequency in days/week) for exploratory purposes.

Both sessions followed an identical protocol. Neither testing personnel nor participants were blinded. All tests were conducted by the same person throughout the study. Test sessions started with a questionnaire to assess the participant's medical history, physical activity, well-being, and back issues. Afterward anthropometrics, mobility, and strength were measured. Familiarization sessions were not done prior t0. All tests were executed in sportswear without shoes. Both groups were asked to avoid any intensive physical training 24 h prior the test sessions. A breathing mask had to be worn during test sessions due to COVID-19 pandemic-related restrictions

2.4.1 | Body composition

Height and bodyweight were measured in sportswear without shoes. Height was measured with a SECA® 213 and bodyweight with a TANITA® BC-545 scale. Measurements were required to calculate strength set points for the Dr. WOLFF BackCheck® 617.

2.4.2 | Mobility

The Functional Movement Screen (FMS)^{21,22} was done to evaluate mobility. It consists of seven fundamental movements. These movements are deep squat, hurdle step, inline-lunge, shoulder mobility, active straight leg raise, trunk stability push up, and rotary stability quadruped. Each movement is rated with a score from 0 to 3 resulting in a maximum total score of 21. Specific movement criteria must be accomplished to score 1–3. If participants report any pain the movement is scored with 0. Additionally, three movements provide a clearing test. Clearing tests are done after the actual movement. If pain is reported during the clearing test the participant scores 0 in the movement no matter what was achieved before. For bilateral movements the lower rated side is counted.^{21,22}

2.4.3 | Strength

Strength was assessed with the Dr. WOLFF BackCheck® 617 (BC). It allows to measure maximum isometric strength (values are given in kilograms). The BC is high enough in test-/retest reliability and criteria validity to be used in scientific research.²⁴ Participants were instructed and then given three attempts per movement. The best result was selected. Movements were done in the following sequence: trunk extension (TE), trunk flexion (TF), upper body push (UPush), upper body pull (UPull), trunk lateral flexion left (TLF) and right (TLFr), and hip extension left (HEL) and right (HER).

2.4.4 | Well-being

Well-being was measured with the World Health Organization Well-Being Index (WHO-5). It consists of five questions that focus on subjective well-being of participants. Scores range from 0 to 25 (5-point scale per question; 1 = worst, 5 = best). It has adequate validity and is widely used across different fields. Simplicity and time efficiency are additional advantages of this tool.²⁵

2.4.5 | Back issues

Back issues were assessed for specific areas (neck, shoulders, upper back, the lower back). At first, participants had to report if they had any issues in the past 6 months in the above-mentioned areas. Thereafter, they were asked to rate their average pain intensity and

limitations on an 11-point scale (0 = no pain or limitation, 10 = highest imaginable pain or limitation). Furthermore, pain frequency was assessed in days per week suffering from issues in the particular area. For pain intensity, limitation, and frequency the area with the highest value was selected for the analysis.

2.5 | Statistical approach

This study included exclusively individuals that did less than two muscle and/or mobility enhancing training sessions per week prior to the study. Consequently, low baseline FMS scores were expected. According to existing literature reporting high FMS scores among CF participants^{26,27} compared with inactive individuals,^{28,29} a large effect for the primary endpoint was expected. Therefore, 29 participants per group were determined to achieve a power of at least 85% on a two-sided, 5% significance level. Higher time expenditure for the IG and uncertainty regarding impact of COVID-19-related restrictions on training attendance (e.g., quarantine, remote work, and availability of training facilities) led to different determined group sizes. Expected dropout rates were 15% ($N_{dropout}/N_{baseline}$) in the CG and 45% ($N_{dropout}/N_{baseline}$) in the IG, resulting in 34 and 55 recruited participants.

As the effectiveness of the intervention regarding the primary and secondary endpoints should be determined by the difference in change between groups, a mixed model analysis of variance (ANOVA) was conducted. Change within groups was calculated by subtracting

t0 from t1 values. Normal distribution was checked with Q-Q-plots and Kolmogorov-Smirnov test. As assumptions for the mixed model ANOVA were not met for every variable (Table S2), two-sided bootstrapped (bias-corrected; samples $N = 1000$) independent t-test and Mann-Whitney *U* test on differences in change (t1 - t0) between groups was conducted to support ANOVA results (Tables S3 and S4). Bias-corrected and accelerated bootstrap method (bootstrap samples $N = 1000$) was applied to give more reliable estimates for the 95% confidence intervals (CI). Statistical significance was set at $p \leq 0.05$.

The occurrence of back issues was assessed for exploratory purposes. Change values of both groups were calculated by subtracting t0 from t1 values. Mann-Whitney *U* test was conducted to analyze the difference in change between groups.

Values for t0 and t1 as well as changes from t0 to t1 within groups are expressed as mean (standard deviation [SD]). Differences in change between groups are presented as mean (95% CI). Effect sizes of primary and secondary endpoints are given in partial η^2 . Pearson's *r* was calculated for exploratory endpoints. Data analysis was done with SPSS 28® (IBM SPSS).

3 | RESULTS

Of 91 participants initially screened, two did not meet the inclusion criteria as they already did more than two muscle-enhancing training sessions per week prior to intervention. After 6 months 39 and 31 data sets were collected from IG and CG. Dropout in the IG

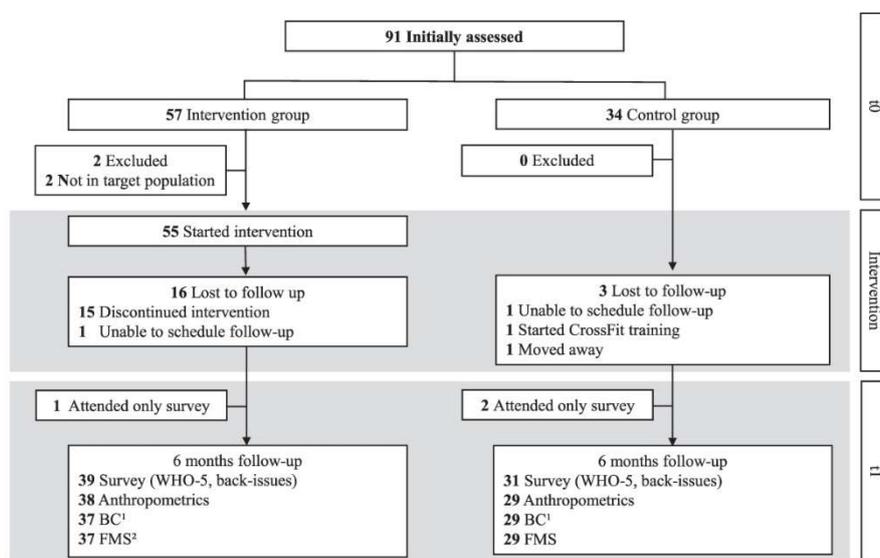


FIGURE 2 Participant flow over the course of the study.¹ Due to minor shoulder injuries, two participants of the intervention and one of the control group had to leave out particular movements of the BackCheck®. Additionally, one participant was incapable of completing the BackCheck® as prescribed.² Due to a minor shoulder injury one participant did not complete the full Functional Movement Screen.

(29%; $N_{\text{drop-out}}/N_{\text{baseline}}$), was higher than in the CG (9%; $N_{\text{drop-out}}/N_{\text{baseline}}$). Data sets were incomplete as one participant of the IG and two of the CG did not attend the follow-up in person but per telephone. In addition, two participants of the IG and one of the CG suffered from minor shoulder injuries (not related to intervention) at t1. Consequently, not all BC and FMS measures were taken from these individuals. A mean training attendance of 38.1 (8.3) sessions over the course of 26 weeks were documented for participants that completed the intervention phase. Further information regarding the number of participants is shown in Figure 2.

3.1 | Primary endpoint

Mean FMS scores differed between CG (11.1 [2.8]) and IG (10.4 [2.6]) at t0. The difference did not reach statistical significance ($p = 0.35$). Mean change in FMS score from t0 to t1 was -0.6 (2.4) for CG and 4.6 (2.1) for IG. The difference in change between groups was significant (5.2 [4.1–6.3], $p < 0.001$) and resulted in the highest effect size among all primary and secondary endpoints ($\eta^2 = 0.58$).

3.2 | Secondary endpoints

The IG had higher maximum isometric strength values for all tested movements at t0. For TLFr the difference was significant ($p = 0.047$). After 6 months, the IG improved significantly ($p < 0.001$) more than the CG in all tested movements. The largest effect was observed for TF ($\eta^2 = 0.47$) followed by TE ($\eta^2 = 0.46$). For TLF similar differences in change were observed for the left ($\eta^2 = 0.41$) and right ($\eta^2 = 0.42$) side. Upper body pushing strength was higher than pulling strength at t0 in both groups. While the IG improved, the CG worsened in the UPush, resulting in a significant difference in change between groups ($\eta^2 = 0.4$). The difference in change in the UPull was lower but significant nonetheless ($\eta^2 = 0.25$). The smallest difference in change among all tested movements was observed for HEI ($\eta^2 = 0.18$). However, the difference for HEr was higher ($\eta^2 = 0.4$). Differences in change values between IG and CG are displayed in Figure 3.

Mean WHO-5 scores of the CG were higher at t0 compared to the IG but did not reach statistical significance ($p = 0.26$). The mean change in WHO-5 score from t0 to t1 was higher in the IG (1.8 [3.7]) compared with the CG (1.3 [3.6]). However, no significant difference in change between groups was observed ($p = 0.55$, $\eta^2 = 0.01$). The main effect for time was significant ($p < 0.001$, $\eta^2 = 0.15$). Values for mobility, strength, and well-being at t0 and t1 as well as changes within and between groups are presented in Table 2.

3.3 | Exploratory endpoints

Regarding back issues there were no significant differences between groups at t0 for pain intensity scores ($p = 0.75$), limitation scores ($p = 0.84$), and pain frequency ($p = 0.95$). It is to mention that

high proportions of both groups did not suffer from serious back issues at t0. As displayed in Figure 4, the number of pain- and limitation-free individuals increased in both groups after 6 months. The decrease was higher in the IG for all measures. The mean change in pain intensity score from t0 to t1 was higher in the IG (-1.7 [2.4]) compared with CG (-0.5 [2.1]). Difference in change between groups was significant ($p = 0.006$, $r = 0.329$). Limitation scores decreased in the CG (-0.5 [2.4]) and IG (-1.6 [2.4]), resulting in a nonsignificant difference of change between groups ($p = 0.12$, $r = 0.187$). Frequency decreased in both groups with -0.3 (2.4) days/week in the CG and -1.1 (2.3) days/week in the IG. The difference of change between groups was not significant ($p = 0.16$, $r = 0.17$). Values for pain intensity, limitation, and frequency at t0 and t1 as well as change within and between groups are shown in Table 3. Medians and interquartile ranges for back-issue data are provided in Table S5.

4 | DISCUSSION

The aim of the MedXFit study was to investigate the effects after 6 months of CF training on mobility, strength, and well-being in individuals with a predominantly standing or sitting occupation that did less than two muscle and/or mobility enhancing training sessions per week prior study participation. Additionally, back issues were assessed for exploratory purposes.

After 6 months significant effects were found for mobility and strength, but not for well-being.

Difference in change of maximum isometric strength between groups after 6 months of CrossFit training

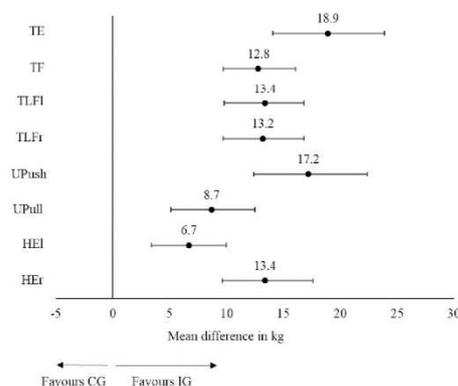


FIGURE 3 Strength: difference in change between groups from baseline (t0) to 6 months (t1). HEI, hip extension left; HEr, hip extension right; TE, trunk extension; TF, trunk flexion; TLFi, trunk lateral flexion left; TLFr, trunk lateral flexion right; UPush, upper body push; UPull, upper body pull

TABLE 2 Primary and secondary endpoints after 6 months for intervention and control group

	t0 (baseline)	t1 (after 6 months)	Change within groups	Difference of change between groups	p	η^2
Primary endpoints						
FMS score ¹						
CG (N = 29)	11.1 (2.8)	10.5 (3.1)	-0.6 (2.4)	5.2 [4.1–6.3]	<0.001	0.58
IG (N = 37)	10.4 (2.6)	15.0 (2.2)	4.6 (2.1)			
Secondary endpoints						
TE (kg)						
CG (N = 29)	46.2 (17)	48.4 (18.2)	2.2 (9)	18.9 [14.1–23.9]	<0.001	0.46
IG (N = 37)	52.0 (16.6)	73.1 (20.7)	21.1 (11.3)			
TF (kg)						
CG (N = 29)	35.4 (15.9)	34.7 (14)	-0.7 (6.3)	12.8 [9.7–16.1]	<0.001	0.47
IG (N = 37)	38.5 (15)	50.7 (17.9)	12.2 (7.2)			
TLFl (kg)						
CG (N = 29)	28.6 (12.4)	30.0 (12.1)	1.4 (4.7)	13.4 [9.8–16.8]	<0.001	0.41
IG (N = 37)	34.4 (12.4)	49.2 (13.4)	14.8 (9.9)			
TLFr (kg)						
CG (N = 29)	29.8 (12.8)	30.6 (11.6)	0.8 (5.5)	13.2 [9.7–16.8]	<0.001	0.42
IG (N = 37)	36.4 (13)	50.4 (13.6)	14 (9.3)			
UPush (kg)						
CG (N = 28)	62.4 (28.4)	61.8 (29.2)	-0.6 (7.8)	17.2 [12.4–22.4]	<0.001	0.4
IG (N = 35)	73.2 (31.7)	89.8 (38.6)	16.5 (12.5)			
UPull (kg)						
CG (N = 28)	53.3 (22)	54.4 (21.2)	1.2 (6.4)	8.7 [5.1–12.5]	<0.001	0.25
IG (N = 35)	60.1 (23.2)	70.0 (25.8)	9.9 (8.5)			
HEl (kg)						
CG (N = 29)	38.1 (10.5)	43.5 (13)	5.4 (5.4)	6.7 [3.4–10]	<0.001	0.18
IG (N = 36)	41.8 (12.8)	53.8 (15.3)	12 (8.4)			
HEr (kg)						
CG (N = 29)	43.3 (13.8)	41.3 (13.1)	-2.1 (6)	13.4 [9.6–17.6]	<0.001	0.4
IG (N = 36)	47.2 (13.1)	58.5 (15.6)	11.3 (9.8)			
WHO-5 score ²						
CG (N = 31)	14.7 (3.3)	16.0 (4.2)	1.3 (3.6)	0.5 [-1.1 to 2.3]	0.55	0.01
IG (N = 39)	13.6 (4.7)	15.4 (4.3)	1.8 (3.7)			

Note: Mobility (FMS score), strength (kilograms), and well-being (WHO-5 score) values for t0, t1, and change within groups are expressed as mean (SD). Differences in change between groups are presented as mean [95% CI]. Partial η^2 is given for effect size.

Abbreviations: CG, control group; FMS, Functional Movement Screen; HEl, hip extension left; HEr, hip extension right; IG, intervention group; TE, trunk extension; TF, trunk flexion; TLFl, trunk lateral flexion left; TLFr, trunk lateral flexion right; UPush, upper body push; UPull, upper body pull.

¹A score from 0 to 21 can be achieved.

²A score from 0 to 25 can be achieved.

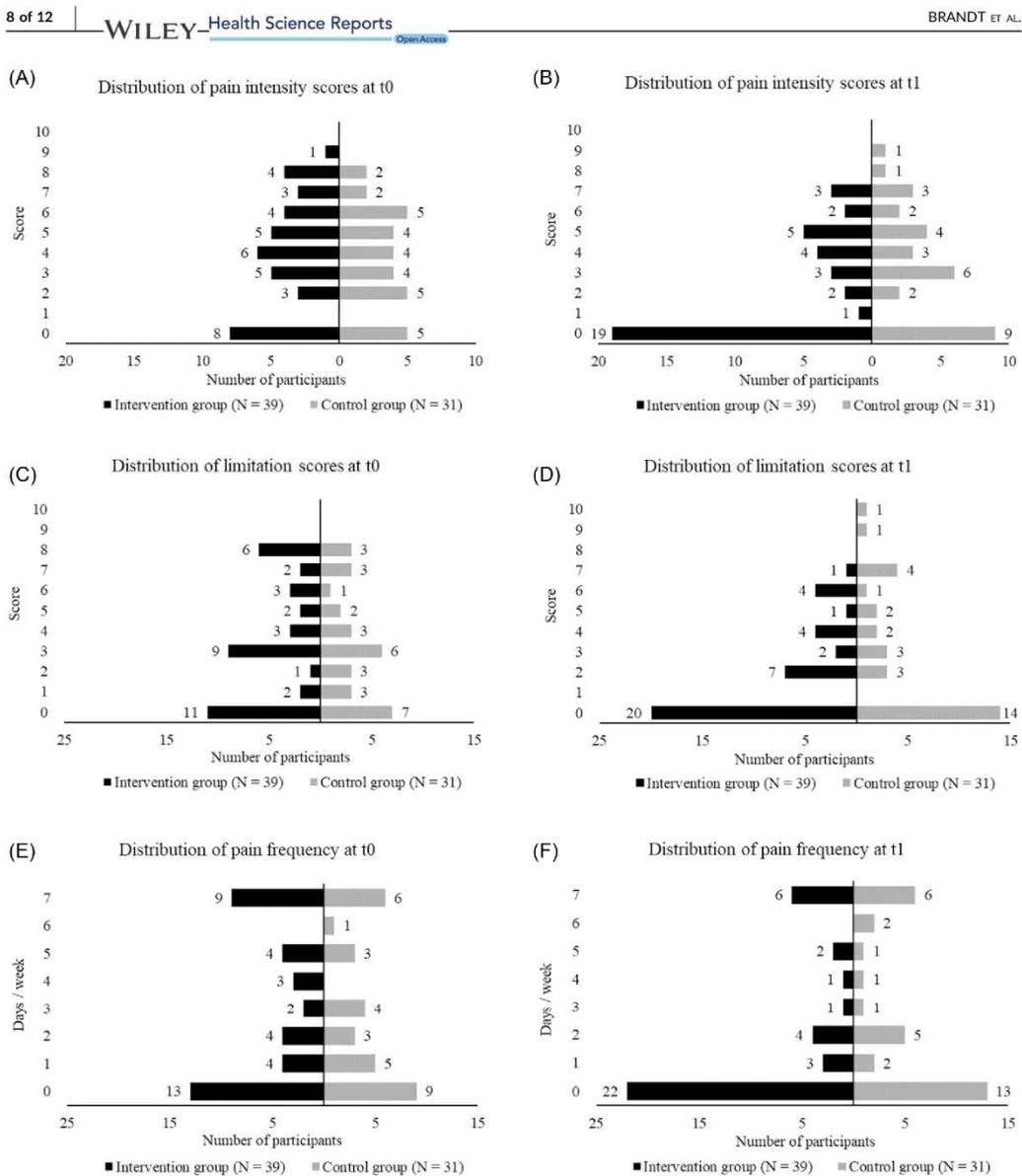


FIGURE 4 Distribution of pain intensity, limitation, and frequency for IG and CG at baseline (t0) and 6-months follow-up (t1). CG, control group; IG, intervention group

In the current study, mobility was understood as proficiency to perform fundamental movement patterns in a healthy and safe manner. With the FMS, a tool was used that allows to identify deficits in flexibility as well as stability that possibly increase the risk for injuries during physical activities. At baseline FMS scores of IG (10.4 [2.6]) and CG (11.1 [2.8]) were in the range that is associated with

increased injury risk (FMS score of ≤ 14).^{21,22} After 6 months the CG showed slightly lower values while the IG improved, resulting in a significant difference of change in FMS scores (5.2 [4.1–6.3], $p < 0.001$). This indicates that CF improves musculoskeletal fitness and might decrease the risk for injury. Similar FMS scores (compared with t1 values of the IG) were measured among CF athletes in

TABLE 3 Exploratory endpoints after 6 months for intervention (N = 39) and control group (N = 31)

Exploratory endpoints	t0 (baseline)	t1 (after 6 months)	Change within groups	Difference of change between groups	p	r
Pain intensity ¹						
CG	3.8 (2.4)	3.4 (2.7)	-0.5 (2.1)	-1.3 [-2.3 to -0.2]	0.006	0.329
IG	4.0 (2.7)	2.3 (2.5)	-1.7 (2.4)			
Limitation ¹						
CG	3.2 (2.7)	2.8 (3.1)	-0.5 (2.4)	-1.1 [-2.2 - 0]	0.12	0.187
IG	3.4 (2.9)	1.9 (2.3)	-1.6 (2.4)			
Frequency ²						
CG	2.8 (2.7)	2.5 (2.8)	-0.3 (2.4)	-0.9 [-1.9 to 0.3]	0.16	0.17
IG	2.9 (2.8)	1.8 (2.6)	-1.1 (2.3)			

Note: Back-issue values at t0 and t1 as well as for change from t0 to t1 are expressed as mean (SD). Difference in change between groups is presented as mean [95% CI]. Pearson's *r* is given for effect sizes.

Abbreviations: CG, control group; CI, confidence interval; IG, intervention group; SD, standard deviation.

¹A score from 0 to 10 can be achieved.

²Frequency is given in days per week.

previous studies.^{26,27} Tafuri²⁷ reported an FMS score of 15.2 in experienced CF athletes (>60 months of CF training). Kaczorowska²⁶ reported a score of 15.9 in CF-athletes with at least 1 year of training experience that did not attend any specific mobility program (MobilityWOD) before.

Strength gains after CF training were confirmed by previous studies.¹⁵ Goins³⁰ reported improvements of 12%, 13%, and 8% for repetition maxima in deadlift, back squat, and shoulder press after 6 weeks of training. Other studies observed similar results with improvements of 14.4% at front squats, 18.6% at bench presses, and 22.7% at leg presses.^{31,32} Strength improvements per time in this study do not meet these values (16.5%–43% in the IG). However, comparison of this study with previous ones is difficult. Most of them were short-term interventions with small sample sizes. Furthermore, they used complex compound movements (e.g., back squat, deadlift, and shoulder press) to measure strength.^{30,31,33–35} Some of these movements belong to the nine fundamental movements prescribed by CF that are trained frequently.¹⁴ Therefore, strength gains could partly be explained by improvements in movement proficiency in these exercises, especially when executed by inexperienced individuals during short-term interventions. In the current study, strength was assessed under standardized conditions with isometric strength tests. These physical tasks are not directly integral in CF and thus bias caused by motor learning is minimized. Although the BC is high enough in pre-/posttest reliability to be used in scientific research,²⁴ it is hypothesized that motor learning can explain 2%–11% of improvements in the BC.³⁶ Nevertheless, the difference in change between groups after 6 months in the current study supports the assumption that CF is highly effective to increase maximum isometric strength (minimum $\eta^2 = 0.18$, maximum $\eta^2 = 0.47$).

Several studies confirmed a positive association between physical activity and well-being.^{37,38} However, literature regarding the effects of CF on well-being is still sparse and unclear.

Mean well-being scores in this study at t0 (IG = 13.6 [4.7], CG = 14.7 [3.3]) and t1 (IG = 15.4 [4.3], CG = 16.0 [4.2]) were lower compared to previous ones. Rozada³⁹ investigated 30 CF-athletes with a mean score of 17.98. Koteles⁴⁰ reported a mean score of 18.54. Scores might be lower because the current study included exclusively physically inactive people doing predominantly sitting or standing work. Furthermore, COVID-19-related restrictions might have negatively influenced well-being.³⁸ Indeed, neither Rozada³⁹ nor Koteles⁴⁰ found any positive correlations between characteristics of CF training and indicators of well-being. In the current study both groups showed a positive change of WHO-5 scores after 6 months, resulting in a large main effect for time ($p < 0.001$, $\eta^2 = 0.15$). A positive association between CF training and well-being was not confirmed since the difference of change values between groups was not significant (0.5 [-1.1 to 2.3], $p = 0.55$).

CF claims to be a safe fitness program with a clear health aspect.¹⁴ While injury rates among CF athletes were already assessed,^{19,41} long-term intervention studies examining changes in the occurrence of back issues in CF athletes do not exist yet. The findings of the present study indicate that CF might be an appropriate training concept to reduce the occurrence. After 6 months, a greater decrease in pain intensity (-1.3 [-2.3 to -0.2]) and limitation scores (-1.1 [-2.2 to 0]), as well as pain frequency (-0.9 [-1.9 to 0.3] days/week), was observed in the IG compared with the CG. In this context, it must be mentioned that the current study was done during the COVID-19 pandemic which could have negatively affected back-issue measures. A multinational survey (14,975 individuals from 14 different countries) investigating mental and physical well-being

pre and during COVID-19 restrictions observed higher musculoskeletal pain and resulting disability levels (especially prevalence of pain in the lower back, neck, and thoracic spine) when public life was restricted.⁴² It is to mention that back-issue data were highly skewed and a significant difference between groups was found exclusively for pain intensity. Thus, results should be interpreted as exploratory.

Because of the long-term interventional design, adherence to the training program was a major concern prior to this study. Eventually, dropout rates were lower than expected. Higher dropout in the IG (29%) compared with the CG (9%) is primarily explained by the fact, that the expense for the IG was higher.

With two CF trainings per week, participants met the recommendations for muscle and mobility enhancing activities. Additionally, cardiorespiratory training recommendations (≥ 75 min vigorous or ≥ 150 min moderate intensity) were partly accomplished. In the long run, this may inhibit the development of noncommunicable diseases.^{1,4} From a physiological and individual (respectively employee) centered approach, CF can be recommended for the investigated clientele to increase mobility and strength. In fact, corporations (respectively employers) should take CF into consideration as part of their corporate health management. Potentially fewer sick days, tedious medical treatments or even disabilities may positively influence the productivity of the corporation. Embedding CF in the corporate health management of the UniBw M proved to be applicable despite highly heterogenic training groups (e.g., young soldiers, injured veterans, and civilian employees shortly before retirement) and COVID-19-related restrictions.

Several strengths of this study must be mentioned. First, participants were allowed to train during their working hours because the study was integrated in the corporate health management system of the UniBw M. Furthermore, gym and laboratories were on campus. Due to these factors and the given time efficiency of CF training, time expenditure was kept low which is an important factor for participation in physical activities.⁴³ It is to assume that this helped to achieve the determined sample size and reduced dropout. Additionally, due to the COVID-19 pandemic it is less likely that results were influenced by other physical activities as access to gyms and sports clubs remained rather low. Finally, training sessions were held in small groups (mostly ≤ 6 participants) by experienced CF coaches. This helped to detect and address individual, structural weaknesses, or movement flaws.

When interpreting the outcome of this study some limitations must be considered. First of all, staff and participants were not blinded. Additionally, physical activity was not measured objectively for IG and CG. Lastly, it was not assessed how participants were affected by COVID-19 (e.g., remote work, child-care, and hobbies) although this would have been useful for to interpret study endpoints, especially well-being. It is recommended that future studies measure physical activity with objective methods and include assessment of lifestyle factors like alcohol consumption, stress, sleep, or diet. We estimate that future studies under normal conditions (without COVID-19 restrictions) may see even stronger

effects. To quantify the benefits of CF as part of the corporate health management, future studies should also assess sick days, productivity during working hours, and time spent for training-related activities (transfer, hygiene, and training) during working hours.

Consistently large positive effects on mobility ($\eta^2 = 0.58$) and strength (minimum $\eta^2 = 0.18$, maximum $\eta^2 = 0.47$) in combination with the exploratory findings regarding back-issues indicate that CF is highly beneficial to improve musculoskeletal fitness.

5 | PERSPECTIVE

CF explicitly emphasizes the importance of physical and mental health in its fitness approach and states that most measurable values of health (blood pressure, body fat, muscle mass, etc.) can be placed on a continuum ranging from sickness to wellness to fitness - with elite athletes that are covered in advertisements, documentaries, or competition being the exception of the rule.¹⁴ At first instance CF should be seen as a health-promoting training concept for anyone. Our findings support this assumption. We proved for the first time within the scope of a prospective, controlled study the broad benefits of CF for inactive individuals doing predominantly sedentary work. Participants came from a wide variety of backgrounds. Due to high scalability and versatile training stimuli, it was possible to train young soldiers alongside injured veterans or civilian employees shortly before retirement and still achieve individual adaptations. We conclude that health professionals should consider CF as a safe, efficient, and applicable training concept for individuals that are at risk for developing chronic diseases due to inactivity and sedentary behavior, especially MSD. Based on our experience, we recommend CF, particularly for heterogeneous groups. Therefore, conceivable application areas are corporate health settings and physical training of military units.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Tom Brandt: Conceptualization; data curation; formal analysis; investigation; methodology; visualization; writing—original draft. **Annette Schmidt:** Conceptualization; methodology; writing—review & editing. **Timo Schinköthe:** Formal analysis; investigation; supervision; writing—review & editing. **Elisabeth Heinz:** Investigation. **Yannik Klaaßen:** Investigation. **Selina Limbara:** Investigation. **Marian Mörsdorf:** Investigation.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank the study participants for volunteering. No funding was obtained for this study. Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

CONFLICTS OF INTEREST

The results of this study are presented clearly, honestly, and without fabrication, falsification, or inappropriate data manipulation. The results of the present study do not constitute an endorsement by the

American College of Sports Medicine. Professional relationships with companies or manufacturers who will benefit from the results of the present study do not exist. The authors declare that they have no conflict of interest.

TRANSPARENCY STATEMENT

Tom Brandt affirms that this manuscript is an honest, accurate, and transparent account of the study being reported; that no important aspects of the study have been omitted; and that any discrepancies from the study as planned (and, if relevant, registered) have been explained.

DATA AVAILABILITY STATEMENT

The data that support the findings of this study are available from the corresponding author upon reasonable request.

ETHICS STATEMENT

The study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki and approved by the Ethics Committee of the University of the Bundeswehr Munich, Germany (06/04/2018). From all participants consent was obtained before participation in the study.

ORCID

Tom Brandt  <http://orcid.org/0000-0003-1601-7918>

REFERENCES

- World Health Organization. *Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases*. World Health Organisation; 2013:103. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241506236>
- Wessinghage T, Morsch A. Muskel-skelett-erkrankungen: bedeutung von bewegungsmangel und sportlicher aktivität. *Pub Health Forum*. 2013;21(2):21-22. <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1016/j.phf.2013.03.020/html>
- Finger JD, Mensink G, Lange C, Manz K. Arbeitsbezogene körperliche aktivität bei erwachsenen in deutschland. *J Health Monit*. 2017; 2(2):29-36. https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/GBEDownloadsJ/FactSheets/JoHM_2017_02_arbeitsbezogene_koerperliche_Aktivitaet.pdf?__blob=publicationFile
- Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults. *Med Sci Sports Exer*. 2011;43(7):1334-1359. <https://journals.lww.com/00005768-201107000-00026>
- Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, et al. World health organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med*. 2020;54(24):1451-1462. <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2020-102955>
- Finger JD, Mensink GB, Lange C, Manz K. Gesundheitsfördernde körperliche aktivität in der freizeit bei erwachsenen in deutschland. *J Health Monit*. 2017;2(2):37-44. https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/GBEDownloadsJ/FactSheets/JoHM_2017_02_gesundheitsfoerdernde_koerperliche_Aktivitaet.pdf?__blob=publicationFile
- Fuchs J, Pütz F. Prävalenz von gelenkschmerzen in deutschland. *J Health Monit*. 2017;2(3):66-71. https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/GBEDownloadsJ/FactSheets/JoHM_03_2017_Praevalenz_Gelenkschmerzen.pdf?__blob=publicationFile
- Haskell WL. Sport, exercise and health: toward the next century. *Der Orthop*. 2000;29(11):930-935. <http://link.springer.com/10.1007/s001320050544>
- Metter EJ, Conwit R, Tobin J, Fozard JL. Age-associated loss of power and strength in the upper extremities in women and men. *J Gerontol (Ser A: Biol Sci Med Sci)*. Vol 52A, 1997:B267-B276. <https://academic.oup.com/biomedgerontology/article-lookup/doi/10.1093/gerona/52A.5.B267>
- Lexell J, Taylor CC, Sjöström M. What is the cause of the ageing atrophy? *J Neurol Sci*. 1988;84(2-3):275-294. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0022510X88901323>
- RUTENFRANZ J, HETTINGER T. Studies on the dependence of physical fitness on age, sex and physical development. *Zeitschr Kinderheilk*. 1959;83:65-88. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14440355>
- Vandervoort AA, Chesworth BM, Cunningham DA, Paterson DH, Rechnitzer PA, Koval JJ. Age and sex effects on mobility of the human ankle. *J Gerontol*. 1992;47(1):M17-M21. <https://academic.oup.com/geronj/article-lookup/doi/10.1093/geronj/47.1.M17>
- Hollmann W, Hettlinger T. *Sportmedizin: Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin*. 4th ed. Schattauer; 2000:512-529.
- Glassman G. The CrossFit Level 1 Training Guide. *CrossFit Journal*. Vol 1, 3rd ed. CrossFit Incorporated; 2020:255. http://library.crossfit.com/free/pdf/CFJ_English_Level1_TrainingGuide.pdf
- Claudio JG, Gabbett TJ, Bourgeois F, et al. CrossFit overview: systematic review and meta-analysis. *Sports Med - Open*. 2018;4(1):11. <https://sportsmedicine-open.springeropen.com/articles/10.1186/s40798-018-0124-5>
- Gianzina EA, Kassotaki OA. The benefits and risks of the high-intensity CrossFit training. *Sport Sci Health*. 2019 Apr 2 15(1): 21-33. Available from <http://link.springer.com/10.1007/s11332-018-0521-7>
- Eather N, Morgan PJ, Lubans DR. Improving health-related fitness in adolescents: the CrossFit Teens™ randomised controlled trial. *J Sports Sci*. 2016;34(3):209-223. <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02640414.2015.1045925>
- Murawska-Ciałowicz E, Wojna J, Zuwała-Jagiello J. Crossfit training changes brain-derived neurotrophic factor and irisin levels at rest, after wingate and progressive tests, and improves aerobic capacity and body composition of young physically active men and women. *J Physiol Pharmacol*. 2015;66(6):811-821. https://www.jpp.krakow.pl/journal/archive/12_15/pdf/811_12_15_article.pdf
- Hak PT, Hodzovic E, Hickey B. The nature and prevalence of injury during CrossFit training. *J Strength Condit Res*. 2013. <https://journals.lww.com/00124278-900000000-97557>
- Weisenthal BM, Beck CA, Maloney MD, DeHaven KE, Giordano BD. Injury rate and patterns among CrossFit athletes. *Orthop J Sports Med*. 2014;2(4):232596711453117. <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2325967114531177>
- Cook G, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight M. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function-part 2. *Int J Sports Phys Ther*. 2014;9(4):549-563. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4127517/>
- Cook G, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight M. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 1. *Int J Sports Phys Ther*. 2014;9(3):396-409. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4060319/>
- Ochs S, Froböse I, Trunz E, Lagerstrom D, Wicharz J. Einsatzmöglichkeiten und perspektiven eines neuen screeningsystems zur objektivierung des funktionszustandes der rumpfmuskulatur (IPN-Back check). *Gesundheitssport Und Spotther*. 1998;14:114-150.

24. Schlächter K Überprüfung der Reliabilität und Validität des isometrischen Testgerätes Back Check (by Dr. Wolff) an 20-30jährigen Probanden. [Cologne]: Deutsche Sporthochschule; 2001.
25. Topp CW, Østergaard SD, Søndergaard S, Bech P. The WHO-5 Well-Being index: a systematic review of the literature. *Psychother Psychosoma*. 2015;84(3):167-176. <https://www.karger.com/Article/FullText/376585>
26. Kaczorowska A, Noworyta K, Mroczek A, Lepsy E. Effect of the MobilityWOD training program on functional movement patterns related to the risk of injury in CrossFit practitioners. *Acta Gymnica*. 2020;50(1):3-8. <http://gymnica.upol.cz/doi/10.5507/ag.2020.002.html>
27. Tafuri S. CrossFit athletes exhibit high symmetry of fundamental movement patterns. A cross-sectional study. muscles, ligaments and tendons. *Muscles, Ligaments, Tendons J*. 2016;6(1):157-160. <http://www.mlj.org/common/php/portiere.php?ID=e4af6d9f6b49189d2f4c46599fb515f7>
28. Mitchell UH, Johnson AW, Vehrs PR, Feland JB, Hilton SC. Performance on the functional movement screen in older active adults. *J Sport Health Sci*. 2016;5(1):119-125. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2095254615000812>
29. Perry FT, Koehle MS. Normative data for the functional movement screen in middle-aged adults. *J Strength Condit Res*. 2013;27(2):458-462. <https://journals.lww.com/00124278-201302000-00023>
30. Goins J, Richardson MT, Wingo J, Hodges G, Leaver-Dunn D, Leeper J. Physiol Perform Effects Of Crossfit [Internet]. [Tuscaloosa]: University of Alabama. 2014. <http://journals.lww.com/00005768-201405001-00835>
31. Feito Y, Hoffstetter W, Serafini P, Mangine G. Changes in body composition, bone metabolism, strength, and skill-specific performance resulting from 16-weeks of HIIT. *PLOS One*. 2018;13(6):e0198324. <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0198324>
32. Brisebois M, Rigby B, Nichols D. Physiological and fitness adaptations after eight weeks of high-intensity functional training in physically inactive adults. *Sports*. 2018;6(4):146. <http://www.mdpi.com/2075-4663/6/4/146>
33. McKenzie MJ. Crossfit improves measures of muscular strength and power in active young females. *Med Sci Sports Exer*. 2015;47(5S):797. <https://journals.lww.com/00005768-201505001-02465>
34. Cosgrove SJ, Crawford DA, Heinrich KM. Multiple fitness improvements found after 6-Months of high intensity functional training. *Sports*. 2019;7(9):203. <https://www.mdpi.com/2075-4663/7/9/203>
35. Crawford D, Drake N, Carper M, DeBlauw J, Heinrich K. Are changes in physical work capacity induced by high-intensity functional training related to changes in associated physiologic measures? *Sports*. 2018;27(2):26. <http://www.mdpi.com/2075-4663/6/2/26>
36. Dalichau S, Stein B, Schäfer K, Buhlmann J, Menken P. Effekte muskelkräftigender maßnahmen zur wirbelsäulenprotektion. *B&G Bewegungsther Gesundheitssport*. 2005;21(01):6-12. <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-2005-836295>
37. Wiese CW, Kuykendall L, Tay L. Get active? A meta-analysis of leisure-time physical activity and subjective well-being. *J Posit Psychol*. 2018;13(1):57-66. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17439760.2017.1374436>
38. Wicker P, Frick B. Intensity of physical activity and subjective well-being: an empirical analysis of the WHO recommendations. *J Public Health*. 2016;39(2):e19-e26. <https://academic.oup.com/jpubhealth/article-lookup/doi/10.1093/pubmed/fdw062>
39. Rozada C. The health aspects of CrossFit™: Correlation analyses in everyday participants [Internet]. [Greeley]: University of Northern Colorado; 2021. Available from <https://digscholarship.unco.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1046%26context=honors>
40. Kóteles F, Kollsete M, Kollsete H. Psychological concomitants of crossfit training. *Kinesiology*. 2016;48(1):39-48. https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak%26id_clanak_jezik=237092
41. Summitt RJ, Cotton RA, Kays AC, Slaven EJ. Shoulder injuries in individuals who participate in CrossFit training. *Sports Health: Multidis Approach*. 2016;8(6):541-546. <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1941738116666073>
42. Wilke J, Hollander K, Mohr L, et al. Drastic reductions in mental well-being observed globally during the COVID-19 pandemic. Results from the ASAP survey. *Front Med*. 2021;26:8. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmed.2021.578959/full>
43. Trost SG, Owen N, Bauman AE, Sallis JF, Brown W. correlates of adults??? Participation in physical activity: review and update. *Med Sci Sports Exer*. 2002;34(12):1996-2001. <http://journals.lww.com/00005768-200212000-00020>

SUPPORTING INFORMATION

Additional supporting information can be found online in the Supporting Information section at the end of this article.

How to cite this article: Brandt T, Heinz E, Klaaßen Y, et al. MedXFit—Effects of 6 months CrossFit® in sedentary and inactive employees: a prospective, controlled, longitudinal, intervention study. *Health Sci. Rep.* 2022;5:e749. doi:10.1002/hsr.2.749

7 MedXFit - Effekte nach 12 Monaten CrossFit®-Training

Vollständiger Titel:

The MedXFit-study – CrossFit as a workplace health intervention: A one-year, prospective, controlled, longitudinal, intervention study

Tom Brandt¹, Elisabeth Heinz¹, Yannik Klaaßen¹, Selina Limbara¹, Marian Mörsdorf¹, Timo Schinköthe², and Annette Schmidt¹

¹ Institute of Sports Science, University of the Bundeswehr Munich, GER;

² Comprehensive Cancer Center Munich CCCLMU, GER;

Korrespondenz: Tom Brandt (ORCID ID: 0000-0003-1601-7918), Institut für Sportwissenschaften, Universität der Bundeswehr München, Werner-Heisenberg-Weg 39, 85579, Neubiberg, Germany, +49 89 6004 4412, +49 89 6004 2448, tom.brandt@unibw.de

Kopiert von: Der Artikel ist noch nicht veröffentlicht.

Eingereicht: 05.05.2023

Akzeptiert:

Publiziert:

The MedXFit-study – CrossFit as a workplace health intervention: A one-year, prospective, controlled, longitudinal, intervention study

AUTHORS

Tom Brandt¹, Elisabeth Heinz¹, Yannik Klaaßen¹, Selina Limbara¹, Marian Mörsdorf¹, Timo Schinköthe², and Annette Schmidt¹

INSTITUTIONAL AFFILIATION

¹ Institute of Sports Science, University of the Bundeswehr Munich, Neubiberg, GER;

² Comprehensive Cancer Center Munich CCCLMU, GER;

CORRESPONDENCE

Tom Brandt (ORCID ID: 0000-0003-1601-7918), Institute of Sports Science, University of the Bundeswehr Munich, Werner-Heisenberg-Weg 39, 85579, Neubiberg, Germany, +49 89 6004 4412, +49 89 6004 2448, tom.brandt@unibw.de

Annette Schmidt ORCID ID: 0000-0002-2315-6417 , annette.schmidt@unibw.de

Timo Schinköthe ORCID ID: 0000-0002-2008-6775 , schinkoethe@cankado.com

Trial Registration The trial was registered on ClinicalTrials.gov with the trial number NCT05109286.

Keywords Behavioral change and maintenance; functional fitness; mobility; strength; well-being; back pain; military; exercise

Data availability statement The data that support the findings of this study are available from the corresponding author upon reasonable request.

Abstract

Purpose Workplace health interventions aim to motivate employees towards healthy behavior to improve fitness and health in the long-term. We investigated whether CrossFit® is an effective training concept to achieve these goals in inactive employees with sedentary occupations.

Methods The study followed a prospective, controlled intervention design. Employees were invited to participate in intervention group (IG) or control group (CG) on their own preferences. Inclusion criteria were a predominantly sedentary occupation and execution of less than two muscle and/or mobility enhancing training sessions per week at the time of enrolling. The IG did at least two times a week a CrossFit training of 1h. Mobility, strength, well-being, and back-issues were measured at the beginning, after 6, and 12 months. Participants in the CG were free to choose any other activities offered at the same time (e.g. circuit training, meditation, full body stability training). Adherence respectively behavioral change and maintenance qualities were evaluated based on the COM-B system and presence of behavior maintenance motives.

Results 89 employees were enrolled into the trial, from where 21 dropped out due to external factors (24 %). From the remaining participants, 10 out of 39 (26 %) in the IG and 1 out of 29 (4 %) in the CG stopped for intrinsic reasons, leading to a non-adherence to the intervention of 22 %. Motivation for behavioral change and maintenance in the IG was primarily driven by enhanced physical and psychological capability. Development of physical capability was evident by significant improvements ($p < .001$) in the IG compared to the CG for mobility ($\eta^2 = .61$), maximal isometric strength (min. $\eta^2 = .36$, max. $\eta^2 = .62$), as well as reduction in pain intensity ($p = .003$, $r = .4$) and frequency ($p = .009$, $r = .35$) after 12 months. Significant improvements from t1 to t2 in mobility ($p = .026$, $\eta^2 = .09$) and 6 of 8 strength measures (min. $\eta^2 = .1$, max. $\eta^2 = .34$) indicated the effectiveness of CF beyond the beginner phase.

Conclusion CrossFit is a motivating training concept that led to long-term health and fitness improvements in inactive employees doing sedentary work and should be given greater consideration in workplace health promotion.

1 Introduction

Physical inactivity and sedentary behavior are key risk factors regarding the development of non-communicable diseases and classified as a worldwide issue¹⁻³. Given the high prevalence of predominantly sedentary occupations in modern society, workplace health promotion (WHP) provides great potential to reach the most vulnerable clientele^{4,5}. Cost-effectiveness and health benefits of WHP were demonstrated in several previous studies⁶⁻⁹. But although the workplace offers efficient structures to reach large groups and makes use of a natural social network, participation levels in WHP were typically below 50 %¹⁰⁻¹².

Behavioral change frameworks can help to design and evaluate WHP interventions¹³. An applicable framework for this purpose is provided by the COM-B system. According to the COM-B system there are three main factors that influence behavior – capability, opportunity, and motivation. Capability is understood as the individual's physical and psychological capacity to execute an activity. Motivation combines all brain processes that stimulate and control behavior. Opportunity represents all factors external to the individual that enable the behavior or trigger it. Because capability and opportunity both impact the motivation to show a certain behavior, manipulating them can initiate behavioral change. Performing a certain behavior can in turn affect opportunity, capability, and motivation¹³.

Due to its health-focused approach and high scalability, an auspicious training concept for unfit, sedentary individuals may be provided by CrossFit® (CF). CF is a functional fitness program that emphasizes broad fitness adaptations. Special about CF is the integration of complex compound movements from different sports (e.g., gymnastics, powerlifting, weightlifting, kettlebell lifting) in order to improve strength, coordination, and mobility¹⁴. This aspect could prove particularly effective for WHP, given the high prevalence of sickness absence in the workplace caused by musculoskeletal disorders¹⁵.

Previous studies on CF showed positive health related physiological (e.g., body composition, cardiovascular / respiratory fitness, strength, flexibility, power, and balance) and

psychological effects as well as injury rates comparable to that in Olympic weightlifting, basic weightlifting, and gymnastics (3.24 injuries / 1000 hours of trainings) ¹⁶⁻²¹. However, to date studies with high level of evidence and low risk of bias are sparse ¹⁶. Data regarding long term effects of CF on musculoskeletal fitness and well-being in physically inactive employees does not exist. In consequence, we conducted the MedXFit-study over the course of 12 months ²². After 6 months of CF training, we found large positive effects for mobility (Functional Movement Screen Score, $p < .001$, $\eta^2 = .58$) and maximum isometric strength measures (Dr. Wolff BackCheck®, $p < .001$, minimum $\eta^2 = .18$, maximum $\eta^2 = .47$) in CF beginners. While these initial improvements appeared promising, additional research still had to prove that CF is effective beyond the beginner level and encourages employees to maintain the newly adopted behavior.

In conclusion, we aimed to evaluate how CF affects participants' capability, opportunity, motivation, and behavior. It must be considered that the University of the Bundeswehr Munich (UniBw M) already provided great opportunity for participation in physical activity before the MedXFit-study. Employees were allowed to train for 90 minutes per week during working hours. They could choose from a broad course program including yoga, circuit training, meditation, functional fitness training, full body stability training, or athleticflow and had access to several training facilities (e.g., swimming pool, climbing hall, fitness center, tennis courts, outdoor fitness park). All facilities and courses were on campus and free of charge. Although this should have facilitated participation in some form of physical activity, high numbers of employees remained inactive until the MedXFit-study ¹³. Therefore, besides changes in fitness measures, we examined what differentiated CF training from other WHP interventions in terms of behavioral change and maintenance.

2 Materials and Methods

2.1 Trial oversight

The MedXFit-study was a prospective, longitudinal intervention study with control (CG) and intervention group (IG) conducted at the University of the Bundeswehr Munich (UniBw M). Data were collected from October 2020 to March 2022. While the IG participated in 2 CrossFit® (CF) trainings per week for 12 months, the CG received no planned intervention. Training sessions of the IG were conducted at the military affiliate CF Kokoro® and led by certified CF level 1 and 2 coaches. Both groups were tested at baseline (t0), after 6 (t1), and 12 months (t2). To enable participation during working hours the study was integrated in the workplace health promotion (WHP) of the UniBw M.

The study was carried out according to the guidelines of the Declaration of Helsinki and approved by the Institutional Ethics Committee of the UniBw M (06/04/2018) and informed consent was obtained from all participants involved in the study. The trial was registered on ClinicalTrials.gov with the trial number NCT05109286. The main aspects of the study design are summarized in figure 1. A comprehensive study protocol can be found in supplement 1 table S1.

2.2 Participants

Military and civilian staff of the UniBw M aged 18 – 65 years participated in the study. Inclusion was reserved to individuals with a predominantly sitting or standing occupation that did < 2 muscle and / or mobility enhancing training sessions per week prior the study. Detailed inclusion and exclusion criteria can be found in supplement 1 table S1. Demographic and anthropometric data of participants are provided in table 1²².

2.3 CrossFit training

CF training was offered at the military affiliation CrossFit Kokoro, Neubiberg, Germany. Programming was done according to the standards from the CF Level 1 training guide¹⁴, CF

Course Planning, and CF Scaling course. Every session was conceptualized for 60 minutes in classes up to 10 participants. Planning and coordination were done by certified coaches (CF-L1 or CF-L2 certification). During COVID-lockdown training was consistently possible, but offered in addition as online-classes for those employees who were working from home office.

2.4 Study endpoints and protocol

Adherence was measured to discuss CF's potential for behavioral change and maintenance based on the COM-B framework¹³. Changes in mobility (Functional Movement Screen^{23,24}) from t0 to t2 and t1 to t2 were primary endpoints. Secondary endpoints were changes in strength (maximum isometric strength in kg; Dr. WOLFF BackCheck® 617^{25,26}) and well-being (WHO-5 score²⁷) from t0 to t2 and t1 to t2. Back-issues (pain intensity, perceived limitation, and pain frequency) were assessed by questionnaire for exploratory purpose at t0, t1, and t2.

All test sessions were conducted according to the same study protocol. At first, medical history, physical activity, well-being, and back-issue data were collected via questionnaire. Subsequently, anthropometrics, mobility, and strength measures were taken. Participants executed all tests in sportswear without shoes and avoided intensive physical activities 24 hours before the test sessions. Due to COVID-19 pandemic, participants wore a breathing mask during the test sessions.

2.4.1 Adherence

Adherence was calculated by dividing the number of remaining participants by the sum of remaining participants and participants that dropped out intrinsically motivated

[adherence = $N_{\text{remaining}} / (N_{\text{remaining}} + N_{\text{intrinsic dropout}})$]. Non-adherence was defined as the

difference between the adherence of CG and IG

(non-adherence = adherence_{CG} - adherence_{IG}).

2.4.2 Body composition

Bodyweight and height were measured with a TANITA® BC-545 and SECA® 213 scale. Both measures were prerequisite to conduct strength tests with the Dr. WOLFF BackCheck® 617.

2.4.3 Mobility

Mobility was assessed via Functional Movement Screen (FMS) ^{23,24}. Participants executed 7 fundamental movements (deep squat, hurdle step, inline lunge, shoulder mobility, active straight leg raise, trunk stability push up and rotary stability quadruped). Each movement was done slowly for 3 times in a row whereby the best attempt was counted. Quality of movement execution was rated on a scale from 1 – 3, but a score of 0 was given if the participant reported any pain. The shoulder mobility, trunk stability, and rotary stability quadruped test were followed by a clearing test. Pain during the clearing test resulted in a score of 0 in the corresponding movement. In case of bilateral movements, the lower scored side was counted, which resulted in a maximum score of 21 ^{23,24}.

2.4.4 Strength

Maximum isometric strength (in kilograms) was measured with the Dr. WOLFF BackCheck® 617 (BC). Criteria validity and test / retest reliability of the BC are sufficient to be applied in scientific research ²⁶. Participants did 3 attempts of the following movements: trunk extension (TE), trunk flexion (TF), upper body push (UPush), upper body pull (UPull), trunk lateral flexion left (TLFl) and right (TLFr), and hip extension left (HEl) and right (HEr). The best attempt per movement was selected for analysis.

2.4.5 Well-being

Well-being was assessed with the World Health Organization Well-Being Index (WHO-5). It is a time efficient tool that offers adequate validity and simplicity²⁷. The questionnaire is composed of 5 questions about subjective well-being, which are rated on a 5-point scale (1 = worst, 5 = best) resulting in a total score of 0 – 25.

2.4.6 Back-issues

Issues in the neck, shoulders, upper back, and lower back were separately assessed via questionnaire. Participants were asked whether they experienced issues in these areas during the past 6 months and rated their average pain intensity and perceived limitation on an 11-point scale (0 = no pain or limitation, 10 = highest imaginable pain or limitation). Further, participants reported the number of days per week suffering from back-issues in these areas. For pain intensity, limitation, and frequency the area with the highest score was included in the analysis.

2.5 Statistical Approach

Participants did insufficient muscle and / or mobility enhancing training before the intervention. Based on improvements in the IG after the first 6 months of CF training and previous studies confirming high FMS scores among CF athletes compared to inactive individuals we assumed large effects for change in mobility from t0 to t2 and medium effects for t1 to t2^{22,28–31}. Consequently, 27 participants per group were determined to achieve a power of at least 85 % on a one-sided 5 % significance level. With an expected dropout similar to the first 6 months of the MedXFit-study (IG = 29 %, CG = 9 %), enough participants of the IG (N = 39) and CG (N = 31) were willing to continue the study²². Difference in change between groups was analyzed to determine the effectiveness of the intervention regarding primary and secondary endpoints. Therefore, a mixed model ANOVA

approach was conducted. Two separate mixed model ANOVAs on change from t0 to t2 (including baseline, 6 months, and 12 months measurements) and change from t1 to t2 were carried out. Normal distribution was checked with Q-Q-plots and Kolmogorov-Smirnov test. Because assumptions for the mixed model ANOVA were not met in every case, a two-sided bootstrapped (bias-corrected; samples $N = 1000$) independent t-test and Mann-Whitney-U test on differences in change ($t1 - t2$, $t0 - t2$) between groups was conducted to support ANOVA results. Bias-corrected and accelerated bootstrap method was applied (1000 bootstrap samples) to provide more reliable estimates for 95 % confidence intervals (CI). Statistical significance was set at $p \leq .05$. Partial η^2 was calculated for primary and secondary endpoints. Back-issue data were analyzed for exploratory purpose. Change values of IG and CG were calculated by subtracting t0 from t2 values. The difference in change was analyzed with Mann-Whitney-U test. Effect sizes of exploratory endpoints are given in Pearson's r . Data analysis was done with SPSS 28[®] (IBM SPSS, Armonk, NY, USA).

3 Results

3.1 Adherence

Eighty-nine employees were enrolled into the MedXFit-study [intervention group (IG): $N = 55$, control group (CG): $N = 34$]. In total, 47 % of the IG and 18 % of the CG dropped out over the course of 12 months due to lacking intrinsic motivation and various external reasons (e.g., relocation, health issues, and family- or work-related time restraints). During the first 6 months of the study, the IG lost 15 participants of which 9 quit for intrinsic and 6 for extrinsic reasons, resulting in an adherence of 82 % [adherence = $N_{\text{remaining}} / (N_{\text{remaining}} + N_{\text{intrinsic dropout}})$]. Of those that dropped out after 6 months of CF training, 1 participant mentioned intrinsic and 9 extrinsic reasons. Adherence of the IG after 12 months reached 74 %. With 1 intrinsic and 1 extrinsic motivated dropout during the first 6 months, the CG achieved an adherence of 97 %. After 12 months, another 4 participants of the CG left for extrinsic reasons, leading to an

adherence of 97 %. This resulted in a non-adherence to the intervention of 15 % after 6 months and 22 % after 12 months.

In addition to those that did not complete all measures at t1 there was another participant of the CG not being able to attend test session t2 in person but per telephone. Furthermore, 1 participant of the CG had to leave out upper body push (UPush) and upper body pull (UPull) in the BackCheck (BC) at t2 due to a minor shoulder injury. Over the course of 52 weeks, participants of the IG attended 79.3 (19.3) training sessions on average. The participant flow is displayed in figure 2.

3.2 Primary endpoint

Groups did not differ significantly in mobility at baseline ($p = .49$). Over the course of 12 months, a significant difference in change in FMS scores between groups of 6.3 [5.3 – 7.4] was observed ($p < .001$, $\eta^2 = .61$). Although change between groups diminished from t1 to t2, statistical significance was met ($p = .026$, $\eta^2 = .09$). After 12 months, 6 participants of the IG scored ≤ 14 (2 of them with a score of 14), while in the CG all participants scored ≤ 14 in the FMS (4 of them with a score of 14). Figure 3 illustrates the change over time for both groups.

3.3 Secondary endpoints

At baseline, the IG showed higher maximum isometric strength values compared to the CG, but non reached statistical significance (table 2, supplement 3 tables S5 and S6). While the IG improved across all strength tests (24 % to 65 %, $(t2 - t0) / t0$) after 12 months, negative and positive change occurred in the CG (-6 % to 16 %, $(t2 - t0) / t0$). Difference in change between groups was significant for all strength tests ($p < .001$, $\eta^2 \geq .36$). The largest effects occurred for trunk flexion (TF) ($\eta^2 = .62$), trunk lateral flexion left (TLFl) ($\eta^2 = .59$), and trunk extension (TE) ($\eta^2 = .48$). Differences in change between groups from t1 to t2 ranged

from $\eta^2 = .02$ to $\eta^2 = .34$ (supplement 3 table S4). Strength developments in the IG are presented in figure 4.

At baseline, WHO-5 scores of IG [13.2 (5.1)] and CG [14.2 (3)] were not significantly different ($p = .36$, $\eta^2 = .24$). After 12 months, both groups improved. This resulted in a non-significant change of WHO-5 scores between groups of 1.7 [-.2 – 3.6] ($p = .22$, $\eta^2 = .03$), but a significant main effect for time ($p < .001$, $\eta^2 = .15$). Change from t1 to t2 between groups did not differ significantly neither ($p = .20$, $\eta^2 = .03$). The change over time for both groups is displayed in figure 5.

Mobility, strength, and well-being at t0, t1, and t2 as well as differences in change after 12 months (t0 – t2) between groups are presented in table 2. P-values and effect sizes for differences in change (t1 – t2, t0 – t2) between groups are provided in supplemental 3 table S4. P-values and effect sizes for differences between groups at t0, t1, and t2 as well as difference in change between groups (t1 – t2, t0 – t2) analyzed with t-test and Mann-Whitney-U test can be found in supplement 3 table S5 and S6.

3.4 Exploratory endpoints

IG and CG did not significantly differ in back-issue related pain intensity ($p = .63$), perceived limitation ($p = .97$), and pain frequency ($p = .76$) at t0. After 12 months, the IG showed significantly greater reductions in pain intensity (-2.4 [-3.7 – 1], $p = .003$, $r = .4$) and pain frequency (-1.9 [-3.2 – -.5], $p = .009$, $r = .35$) than the CG, but not in perceived limitation (-1.2 [-2.6 – .14], $p = .13$, $r = .2$) (table 3). The proportion of pain-free participants reached 62.1 % in the IG and 25.9 % in the CG. A limitation score of 0 was reported by 75.9 % of the IG and 44.4 % of the CG. Pain frequency of 0 days / week was found in 75.9 % of the IG and 37 % of the CG. Distributions of back-issues at t0 and t2 are displayed in figure 6.

Mean pain intensity, limitation, and frequency at t0, t1, and t2 as well as difference in change between groups are presented in table 3. Differences between groups at t0, t1, and t2 as well as p-values and effect sizes for difference in change from t1 to t2 between groups can be found in supplement 3 table S6. Medians and interquartile range (IQR) of back-issue data are provided in supplement 3 table S7.

4 Discussion

CrossFit® (CF) proved to be a successful workplace health intervention for physically inactive and sedentary employees. After 12 months, the intervention group (IG: $N_{t0} = 55$, $N_{t2} = 29$) showed large significant improvements in mobility ($p < .001$, $\eta^2 = .61$) and maximum isometric strength ($p < .001$, minimum $\eta^2 = .36$, maximum $\eta^2 = .62$) compared to the control group (CG: $N_{t0} = 34$, $N_{t2} = 28$). Since a major challenge of workplace health promotion (WHP) is long-term participation, the success of CF was especially evident in terms of behavioral change and maintenance³².

While previous research estimates 50 % drop-out within the first 3 – 6 months of exercise programs we saw 47 % in the IG and 18 % in the CG after 12 months³³. Evaluation of dropout reasons underlines this aspect further. In the IG, only 9 of 15 participants that discontinued the program left for intrinsic reasons during the first 6 months (adherence 82 %, non-adherence 15 %). After another 6 months, 10 participants quit but only 1 of them for intrinsic reasons (adherence 74 %, non-adherence 22 %).

To identify internal and external factors that contributed to adherence, we analyzed participants' capability, opportunity, motivation, and behavior based on the COM-B framework and the presence of behavior maintenance motives in CF training^{13,34}.

As capability and opportunity are positively associated with physical activity behavior via the mediation effect of motivation, participation in WHP is less likely if these factors are

lacking³⁵. At the UniBw M, physical and social opportunity were already advantageous prior the MedXFit-study. Employees had access to a comprehensive mix of aerobic-, strength-, as well as mobility-oriented courses and several training facilities on campus that were free of charge. The UniBw M supported physical activity by allowing employees to train 90 minutes per week during working hours and encouraged them to do so via e-mails, flyers, and information events. Adding CF to the portfolio changed neither physical nor social opportunity tremendously. Therefore, we assume that behavioral change and maintenance was mainly driven by increased capability.

Before the intervention, both groups showed low physical capability – based on mobility, strength, well-being, and back-issues. We assume that deficient physical capability negatively affected their confidence of being able to engage in physical activities. In contrast to other interventions on campus, we emphasized the suitability of CF training for individuals with poor fitness. Here we focused especially on the health-oriented approach as well as the high scalability of CF¹⁴. Previous research suggests that simply knowing how to scale training in case of diminished physical capability (e.g., caused by injury, illness) minimizes barriers for participation in physical activities³⁶. As a result, we might have already positively affected participants before the intervention by giving them the feeling or belief of being capable³⁵.

Low physical capability was particularly evident in FMS scores of IG [10.2 (2.6)] and CG [10.7 (2.7)]. Such low mobility indicates that participants lacked the capability to perform fundamental movement patterns (e.g., squat, lunge, push-up) and were susceptible to injury, which is a major barrier to participation in physical activities^{23,24,36}. CF training consistently improved mobility in the IG compared to the CG (t0 to t1: $p < .001$, $\eta^2 = .58$; t1 to t2: $p = .026$, $\eta^2 = .09$)²². After 12 months, the mean FMS score of the IG [16.4 (2.4)] was higher than that of CF athletes with > 60 months [15.2 (1.7)] and > 12 months [15.9 (2.4)] of CF experience^{28,29}. A similar development was achieved by the IG for maximum isometric

strength with improvements of 24 – 65 % $((t_2 - t_0) / t_0)$ within 12 months. Significant strength improvements from t_1 to t_2 in 6 out of 8 strength measures suggest that these effects occurred consistently and even in intermediates.

Improved capability was advantageous for motivation and behavior especially due to the performance-oriented training approach of CF – including scored workouts, competitions, execution of complex movements, tracking of training results, and striving for optimal fitness instead of just exercising. Capability (resp. fitness) is thus a measurable and perceivable prerequisite for participation as well as the main goal of CF¹⁴. This implies close dependencies between capability, motivation, and behavior, from which the IG clearly benefited. At the beginning of the intervention, participants were directly confronted with their incapability during training. Even simple physical tasks such as standing up from the ground or deadlifting a medicine ball with good form were challenging for most participants. Throughout the training process, mobility and strength improvements gradually translated into healthier movement execution, greater training loads, better workout scores, and progression from simple to complex movements (e.g., from bodyweight squat to overhead squat to squat snatch). Achieving performance-related goals allowed participants to experience intrinsic motives such as enjoyment, challenge, and sense of competence that are typically found in sports and associated with behavioral maintenance^{37,38}. Because CF is based on constant variation, participants could perceive their progress in a multitude of different exercises and workouts¹⁴. Conversely, if participants stalled in one area (e.g., squat variation), the next training session already offered the chance to improve in another (e.g., handstand variation) making temporary stagnant performance less obvious and demotivating.

Regarding strength, largest improvements occurred in the trunk musculature which in turn could have benefited back-health³⁹⁻⁴¹. After 12 months, we observed a significant decrease in pain intensity ($p = .003$, $r = .4$) and frequency ($p = .009$, $r = .35$) in the IG compared to the CG. The percentage of pain-free participants in the IG increased from 17.2 %

to 62.1 % (CG: 14.8 % at baseline, 25.9 % after 12 months). With injuries and illness being main barriers for physical activity participation, less back-issues could have supported behavior maintenance ³⁶. Less pain and disability is also of interest in the context of WHP due to the high prevalence of sick leave caused by musculoskeletal disorders ¹⁵.

Well-being is another internal factor that independently increases the likelihood of long-term physical activity ^{42,43}. In this study, WHO-5 scores improved in both groups, leading to a non-significant change between groups (1.7 [-.2 – 3.6], $p = .22$, $\eta^2 = .03$). Interpretation of these results remains difficult as COVID-19 restrictions (e.g., remote work, decreased social interaction, access to recreational activities) might have interfered with positive effects of the additional physical activity ⁴⁴. However, IG's WHO-5 score improved significantly after 12 months (2.6 [1.3 – 4], $p = .004$, $d = .63$) and could have influenced adherence ^{42,43}.

Nevertheless, behavioral change and maintenance did not rely purely on increased capability. Instead, group-based training also proved to be a key element for long-term motivation in multiple ways. In the MedXFit-study, young soldiers trained together with civilian employees, some of whom were about to retire. Such heterogeneous groups made it imperative for participants to acquire the skill to modify training according to their fitness level. Knowing how to deal with deficient capability was found to be a facilitator in the field of psychological capability ³⁶. Additionally, self-regulating training by scaling volume, intensity, or movement selection offered a high degree of self-determination and therefore could have directly contributed to behavioral maintenance ³⁴. In line with previous studies, we observed that social interaction among participants and coaches during training conveyed a great sense of affiliation ³⁷. Over the course of the study, highly committed training partnerships and groups evolved which encouraged each other to show up for training. Moreover, participants assisted one another in training, cheered for their peers during workouts, bought CF training equipment and clothes, approached workouts more seriously, signed up for CF competitions,

changed their diet, asked for additional skill training, and talked about CF related topics. In brief, they evolved from individuals doing CF to a community of CrossFitters that was motivated to keep training after studies end. This indicates the presence of several maintenance motives such as behavior enjoyment, satisfaction with behavioral outcomes, and congruence of the newly adopted behavior with their identity, beliefs, and values³⁴. Satisfaction with outcomes was further reflected in statements like: “I can easily carry my daughter now”, “I can walk without poles for the first time while hiking in the mountains over a gravel path”, or “I no longer have to ask my husband to carry the groceries from the car to our apartment but do it myself”. A schematic illustration of the likelihood for behavioral change and maintenance in dependence of capability, opportunity, motivation, and maintenance motives throughout the MedXFit-study is displayed in figure 7.

As our analysis partly relies on observational data, findings regarding behavioral change and maintenance need to be verified by future research. Additionally, neither participants nor staff conducting the study was blinded and impact of COVID-19 on outcome variables remained unclear. Further lifestyle factors (overall physical activity, diet, alcohol consumption, sleep, and stress) should be documented in future research to better interpret outcomes. To quantify the potential of CF training in workplace settings, future studies should also measure sick days, productivity, and time expenditure for training related activities (e.g., transfer, training, hygiene) during working hours.

5 Conclusion

CrossFit (CF) is an effective and motivating training concept for workplace health interventions. Beside fitness and health improvements, we observed that CF has excellent potential to induce behavioral change in previously inactive, sedentary employees. Additionally, we found important behavior maintenance motives such as behavior enjoyment, satisfaction with behavioral outcomes, self-determination, and congruence of the newly

adopted behavior with one's identity, beliefs, and values. Moreover, high scalability and versatile fitness adaptations allowed for training of heterogeneous groups involving young soldiers as well as civilian employees shortly before retirement. Therefore, health professionals should be encouraged to consider CF for workplace health promotion.

Author contributions

Conceptualization: TB, AS

Data Curation: TB

Formal Analysis: TB

Investigation: TB, TS, EH, YK, SL, MM

Methodology: TB, AS

Supervision: AS, TS

Visualization: TB

Writing – Original Draft: TB

Writing – Review & Editing: AS, TS

All authors have read and approved the final version of the manuscript. Tom Brandt had full access to all of the data in this study and takes complete responsibility for the integrity of the data and the accuracy of the data analysis.

Ethics approval and consent to participate

The study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki and approved by the Ethics Committee of the University of the Bundeswehr Munich, Germany (06/04/2018). From all participants consent was obtained before participation in the study.

Conflict of interest

The results of this study are presented clearly, honestly, and without fabrication, falsification, or inappropriate data manipulation. Professional relationships with companies or manufacturers who will benefit from the results of the present study do not exist. The authors declare that they have no conflict of interest.

Data availability statement

The data that support the findings of this study are available from the corresponding author upon reasonable request.

Funding

No funding was obtained for this study.

Transparency statement

Tom Brandt affirms that this manuscript is an honest, accurate, and transparent account of the study being reported; that no important aspects of the study have been omitted; and that any discrepancies from the study as planned (and, if relevant, registered) have been explained.

Acknowledgments

The authors would like to thank the study participants for volunteering.

References

1. World Health Organization. *Global Action Plan for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases 2013-2020*. World Health Organisation; 2013.
<https://www.who.int/publications/i/item/9789241506236>
2. Guthold R, Stevens GA, Riley LM, Bull FC. Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1·9 million participants. *The Lancet Global Health*. 2018;6(10):e1077-e1086.
doi:10.1016/S2214-109X(18)30357-7
3. Lee I-M, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *The Lancet*. 2012;380(9838):219-229. doi:10.1016/S0140-6736(12)61031-9
4. Finger JD, Mensink G, Lange C, Manz K. Arbeitsbezogene körperliche Aktivität bei Erwachsenen in Deutschland. *Journal of Health Monitoring*. 2017;2(2):29-36.
doi:10.17886/RKI-GBE-2017-026
5. World Health Organization. Preventing noncommunicable diseases in the workplace through diet and physical activity. *Geneva: World Health Organization*. Published online 2008.
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43825/9789241596329_eng.pdf;jsessionid=6FDABBA9D7523BA573FC8388B58DB75B?sequence=1%0Ahttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Preventing+Noncommunicable+Diseases+in+the+Workplace+throug
6. Burn NL, Weston M, Atkinson G, Graham M, Weston KL. Brief Exercise at Work (BE@Work): A Mixed-Methods Pilot Trial of a Workplace High-Intensity Interval Training Intervention. *Frontiers in Sports and Active Living*. 2021;3.
doi:10.3389/fspor.2021.699608

7. Burn N, Heather Norton L, Drummond C, Ian Norton K. Changes in Physical Activity Behaviour and Health Risk Factors Following a Randomised Controlled Pilot Workplace Exercise Intervention. *AIMS Public Health*. 2017;4(2):189-201. doi:10.3934/publichealth.2017.2.189
8. Eather N, Babic M, Riley N, et al. Integrating high-intensity interval training into the workplace: The Work-HIIT pilot RCT. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2020;30(12):2445-2455. doi:10.1111/sms.13811
9. Vargas-Martínez AM, Romero-Saldaña M, De Diego-Cordero R. Economic evaluation of workplace health promotion interventions focused on Lifestyle: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Advanced Nursing*. 2021;77(9):3657-3691. doi:10.1111/jan.14857
10. Dishman RK, Oldenburg B, O'Neal H, Shephard RJ. Worksite physical activity interventions. *American Journal of Preventive Medicine*. 1998;15(4):344-361. doi:10.1016/S0749-3797(98)00077-4
11. Hunt MK, Stoddard AM, Barbeau E, et al. Cancer prevention for working class, multiethnic populations through small businesses: the healthy directions study. *Cancer causes & control : CCC*. 2003;14(8):749-760. doi:10.1023/a:1026327525701
12. Robroek SJ, van Lenthe FJ, van Empelen P, Burdorf A. Determinants of participation in worksite health promotion programmes: a systematic review. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*. 2009;6:26. doi:10.1186/1479-5868-6-26
13. Michie S, van Stralen MM, West R. The behaviour change wheel: A new method for characterising and designing behaviour change interventions. *Implementation Science*. 2011;6(1):42. doi:10.1186/1748-5908-6-42
14. Glassman G. *The CrossFit Level 1 Training Guide*. 3rd ed. CrossFit Incorporated; 2020. http://library.crossfit.com/free/pdf/CFJ_English_Level1_TrainingGuide.pdf

15. Black CM. Sickness absence and musculoskeletal disorders. *Rheumatology*. 2012;51(2):204-205. doi:10.1093/rheumatology/ker323
16. Claudino JG, Gabbett TJ, Bourgeois F, et al. CrossFit Overview: Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine - Open*. 2018;4(1):11. doi:10.1186/s40798-018-0124-5
17. Gianzina EA, Kassotaki OA. The benefits and risks of the high-intensity CrossFit training. *Sport Sciences for Health*. 2019;15(1):21-33. doi:10.1007/s11332-018-0521-7
18. Eather N, Morgan PJ, Lubans DR. Improving health-related fitness in adolescents: the CrossFit Teens™ randomised controlled trial. *Journal of Sports Sciences*. 2016;34(3):209-223. doi:10.1080/02640414.2015.1045925
19. Meyer J, Morrison J, Zuniga J. The Benefits and Risks of CrossFit: A Systematic Review. *Workplace Health & Safety*. 2017;65(12):612-618. doi:10.1177/2165079916685568
20. Murawska-Cialowicz E, Wojna J, Zuwała-Jagiello J. Crossfit training changes brain-derived neurotrophic factor and irisin levels at rest, after wingate and progressive tests, and improves aerobic capacity and body composition of young physically active men and women. *Journal of Physiology and Pharmacology*. 2015;66(6):811-821. https://www.jpp.krakow.pl/journal/archive/12_15/pdf/811_12_15_article.pdf
21. da Costa TS, Louzada CTN, Miyashita GK, et al. CrossFit®: Injury prevalence and main risk factors. *Clinics*. 2019;74:e1402. doi:10.6061/clinics/2019/e1402
22. Brandt T, Heinz E, Klaaßen Y, et al. MedXFit—Effects of 6 months CrossFit® in sedentary and inactive employees: A prospective, controlled, longitudinal, intervention study. *Health Science Reports*. 2022;5(5). doi:10.1002/hsr2.749
23. Cook G, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight M. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function-part 2. *International journal of sports physical therapy*. 2014;9(4):549-563.

- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4127517/>
24. Cook G, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight M. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 1. *International journal of sports physical therapy*. 2014;9(3):396-409.
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4060319/>
25. Ochs S, Froböse I, Trunz E, Lagerstrom D, Wicharz J. Einsatzmöglichkeiten und Perspektiven eines neuen Screeningsystems zur Objektivierung des Funktionszustandes der Rumpfmuskulatur (IPN-Back Check). *Gesundheitssport Und Sporttherapie*. 1998;14:114-150.
26. Schlächter K. Überprüfung der Reliabilität und Validität des isometrischen Testgerätes Back Check (by Dr. Wolff) an 20-30jährigen Probanden. Published online 2001.
27. Topp CW, Østergaard SD, Søndergaard S, Bech P. The WHO-5 Well-Being Index: A Systematic Review of the Literature. *Psychotherapy and Psychosomatics*. 2015;84(3):167-176. doi:10.1159/000376585
28. Kaczorowska A, Noworyta K, Mroczek A, Lepsy E. Effect of the MobilityWOD training program on functional movement patterns related to the risk of injury in CrossFit practitioners. *Acta Gymnica*. 2020;50(1):3-8. doi:10.5507/ag.2020.002
29. Tafuri S. CrossFit athletes exhibit high symmetry of fundamental movement patterns. A cross-sectional study. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*. 2016;6(1):157-160. doi:10.11138/mltj/2016.6.1.157
30. Mitchell UH, Johnson AW, Vehrs PR, Feland JB, Hilton SC. Performance on the Functional Movement Screen in older active adults. *Journal of Sport and Health Science*. 2016;5(1):119-125. doi:10.1016/j.jshs.2015.04.006
31. Perry FT, Koehle MS. Normative Data for the Functional Movement Screen in Middle-Aged Adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2013;27(2):458-462. doi:10.1519/JSC.0b013e3182576fa6

32. Lovato CY, Green LW. Maintaining Employee Participation in Workplace Health Promotion Programs. *Health Education & Behavior*. 1990;17(1):73-88.
doi:10.1177/109019819001700108
33. Dishman RK. *Exercise Adherence: Its Impact on Public Health*. Human Kinetics; 1988.
34. Kwasnicka D, Dombrowski SU, White M, Sniehotta F. Theoretical explanations for maintenance of behaviour change: a systematic review of behaviour theories. *Health Psychology Review*. 2016;10(3):277-296. doi:10.1080/17437199.2016.1151372
35. Willmott TJ, Pang B, Rundle-Thiele S. Capability, opportunity, and motivation: an across contexts empirical examination of the COM-B model. *BMC Public Health*. 2021;21(1):1014. doi:10.1186/s12889-021-11019-w
36. De Winter L, Gutman LM. Facilitators and barriers to fitness bootcamp participation using the Behaviour Change Wheel. *Health Education Journal*. 2022;81(1):3-16.
doi:10.1177/00178969211044180
37. Fisher J, Sales A, Carlson L, Steele J. A comparison of the motivational factors between CrossFit participants and other resistance exercise modalities: a pilot study. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2017;57(9).
doi:10.23736/S0022-4707.16.06434-3
38. Dominski FH, Serafim TT, Siqueira TC, Andrade A. Psychological variables of CrossFit participants: a systematic review. *Sport Sciences for Health*. 2021;17(1):21-41. doi:10.1007/s11332-020-00685-9
39. Lee J-H, Hoshino Y, Nakamura K, Kariya Y, Saita K, Ito K. Trunk Muscle Weakness as a Risk Factor for Low Back Pain: A 5-Year Prospective Study. *Spine*. 1999;24(1).
https://journals.lww.com/spinejournal/Fulltext/1999/01010/Trunk_Muscle_Weakness_as_a_Risk_Factor_for_Low.13.aspx
40. Cho KH, Beom JW, Lee TS, Lim JH, Lee TH, Yuk JH. Trunk Muscles Strength as a

- Risk Factor for Nonspecific Low Back Pain: A Pilot Study. *Annals of Rehabilitation Medicine*. 2014;38(2):234. doi:10.5535/arm.2014.38.2.234
41. Scheuer R, Friedrich M. Reliability of Isometric Strength Measurements in Trunk and Neck Region: Patients With Chronic Neck Pain Compared With Pain-Free Persons. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2010;91(12):1878-1883. doi:10.1016/j.apmr.2010.09.009
42. Rector JL, Christ SL, Friedman EM. Well-being and Long-term Physical Activity Participation in Midlife Adults: A Latent Class Analysis. *Annals of Behavioral Medicine*. 2019;53(1):53-64. doi:10.1093/abm/kay016
43. Kim ES, Kubzansky LD, Soo J, Boehm JK. Maintaining Healthy Behavior: a Prospective Study of Psychological Well-Being and Physical Activity. *Annals of Behavioral Medicine*. 2017;51(3):337-347. doi:10.1007/s12160-016-9856-y
44. Tsai F-Y, Schillok H, Coenen M, Merkel C, Jung-Sievers C. The Well-Being of the German Adult Population Measured with the WHO-5 over Different Phases of the COVID-19 Pandemic: An Analysis within the COVID-19 Snapshot Monitoring Study (COSMO). *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(6):3236. doi:10.3390/ijerph19063236

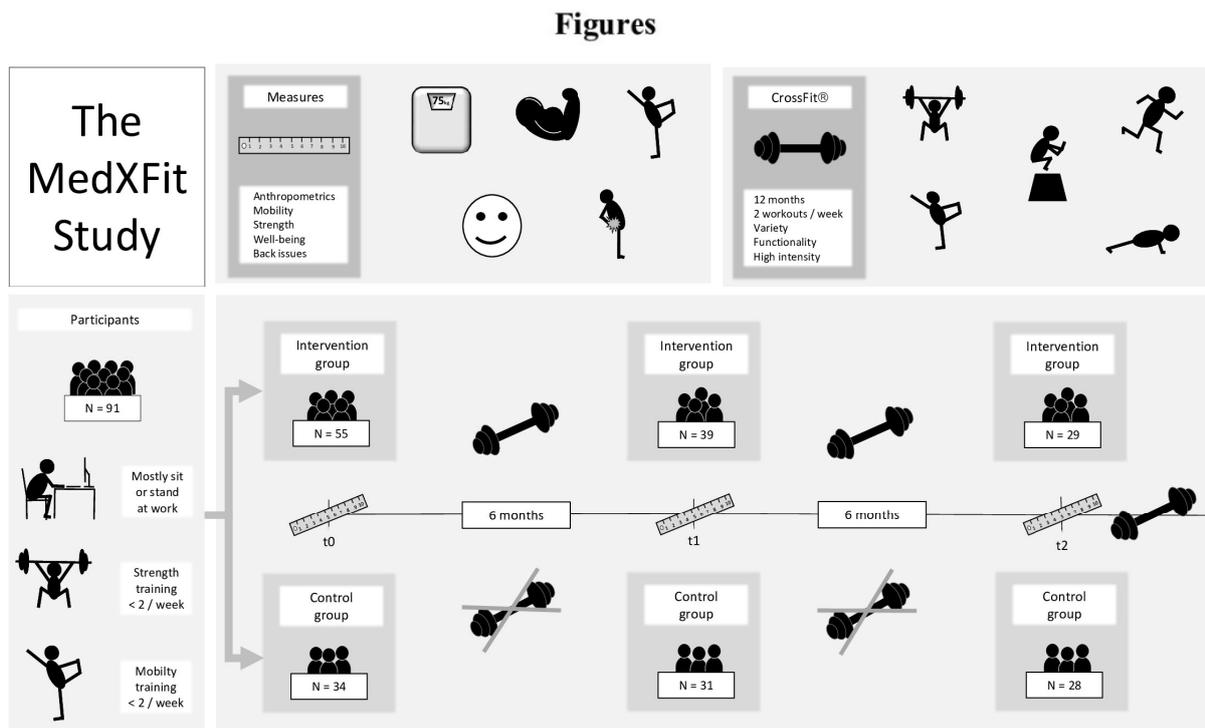


Figure 1 Schematic overview of the MedXFit-study.

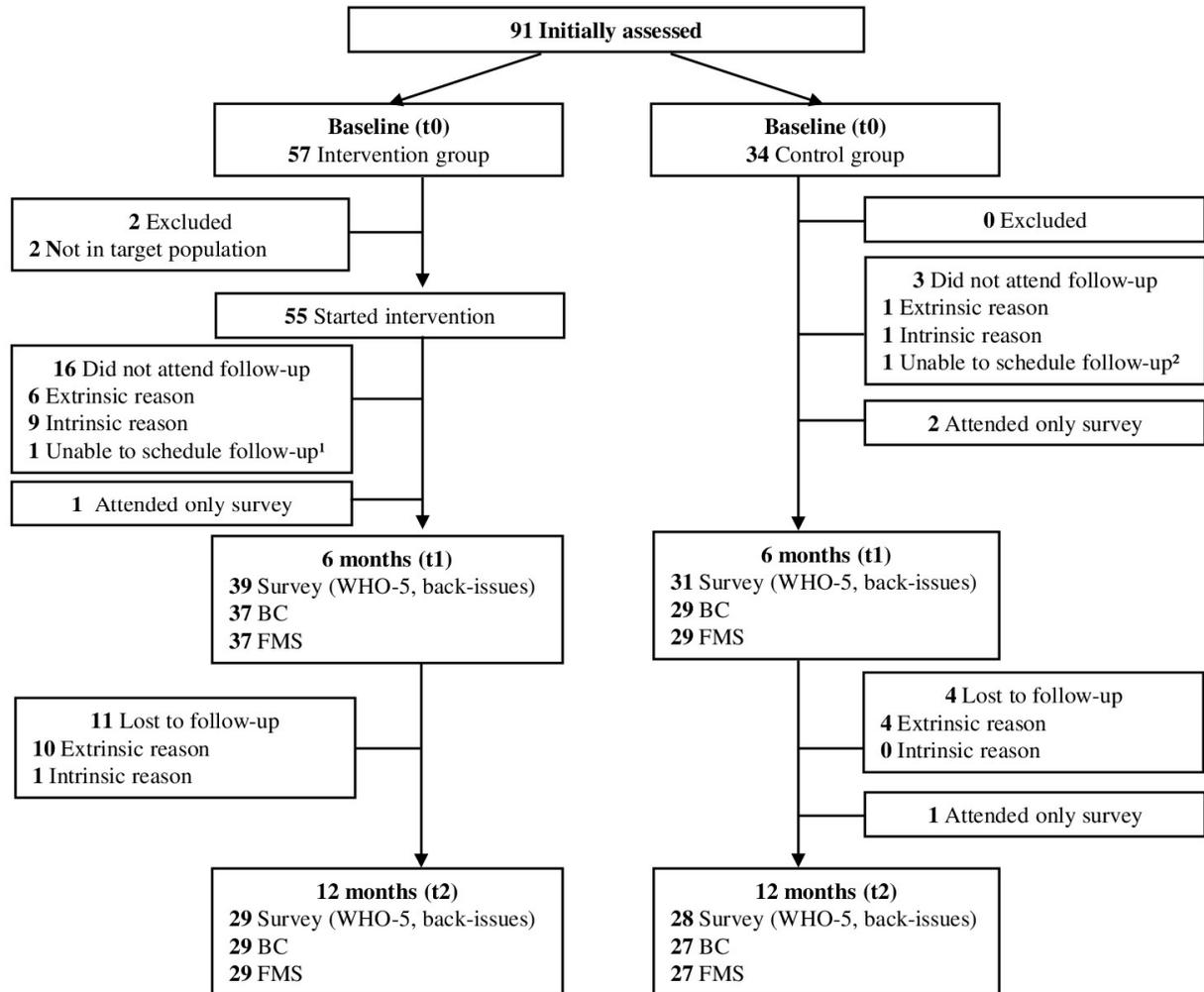


Figure 2 Participant flow over the course of the study

¹Dropped out between t1 and t2.

²Attended test session t2.

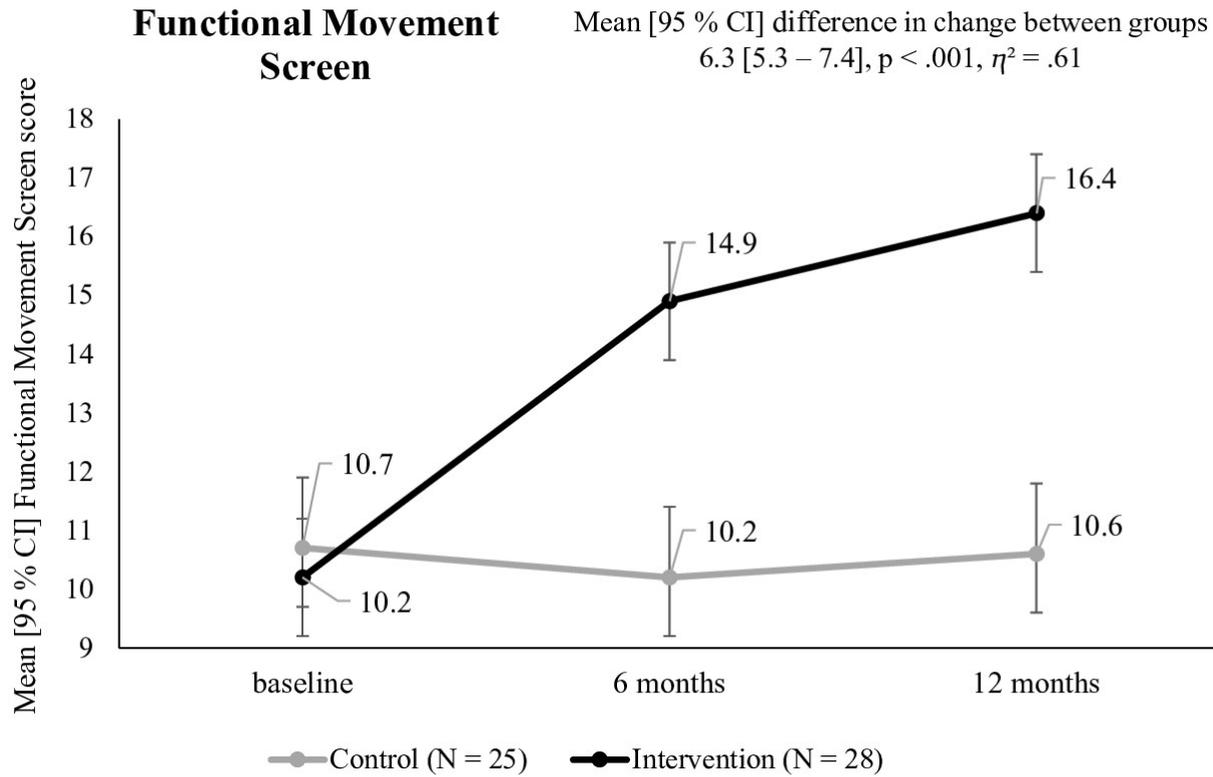


Figure 3 Functional Movement Screen scores in the intervention and control group over the course of 12 months.

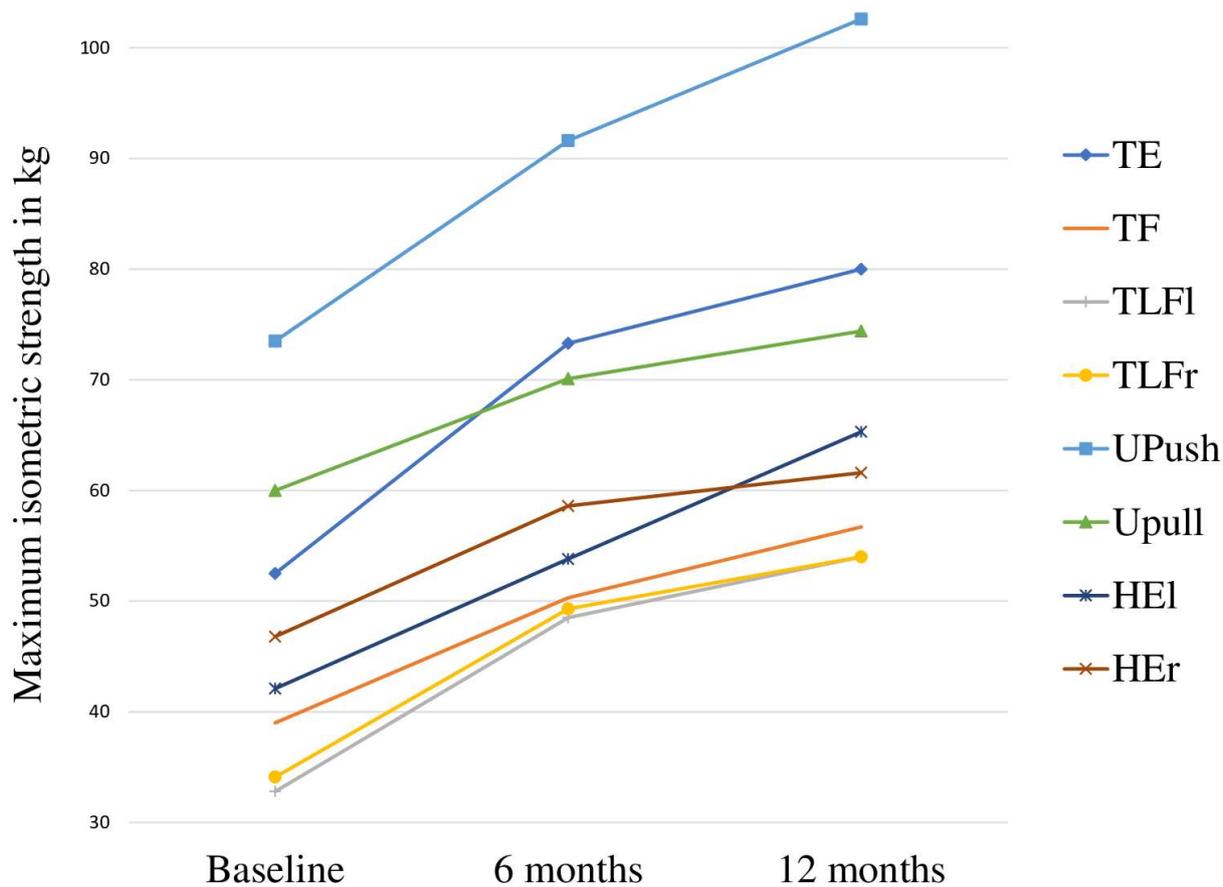


Figure 4 Maximum isometric strength in the intervention group over the course of 12 months.

Abbreviations TE = trunk extension, TF = trunk flexion, TLFl = trunk lateral flexion left,

TLFr = trunk lateral flexion right, UPush = upper body push, UPull = upper body pull,

HEl = hip extension left, HEr = hip extension right.

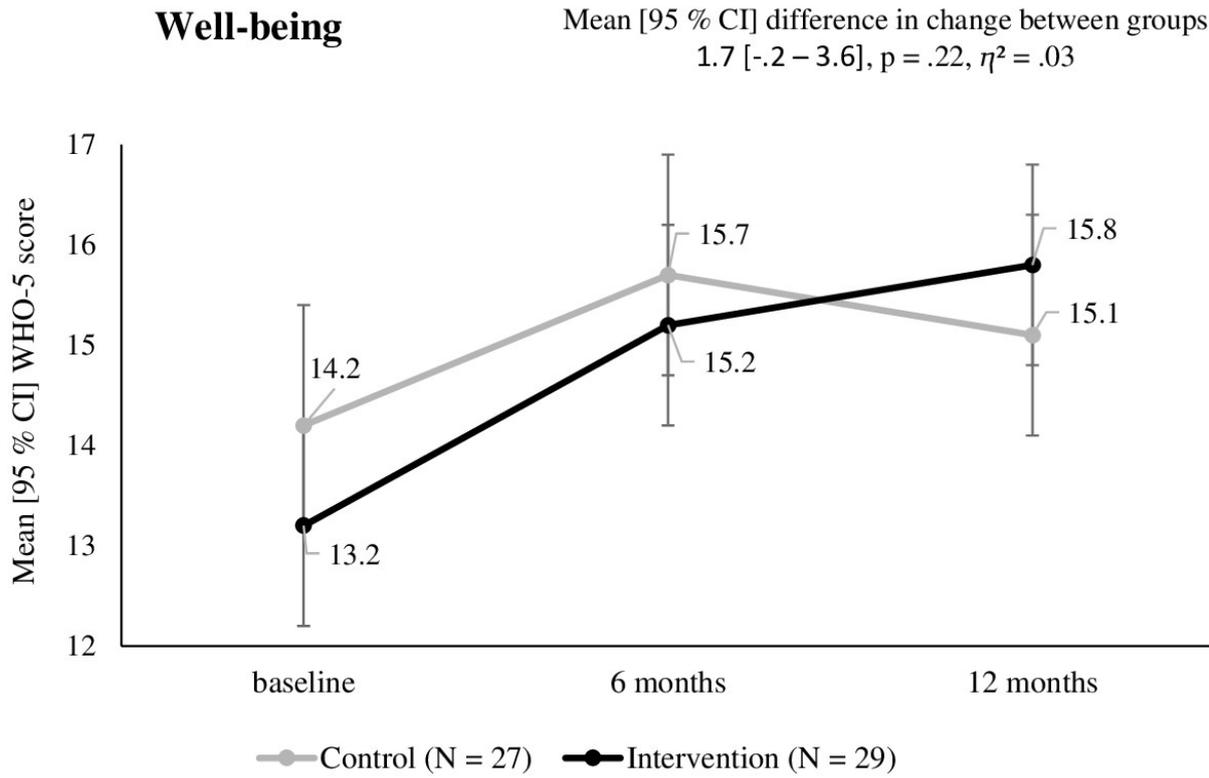


Figure 5 WHO-5 scores in the intervention and control group over the course of 12 months.

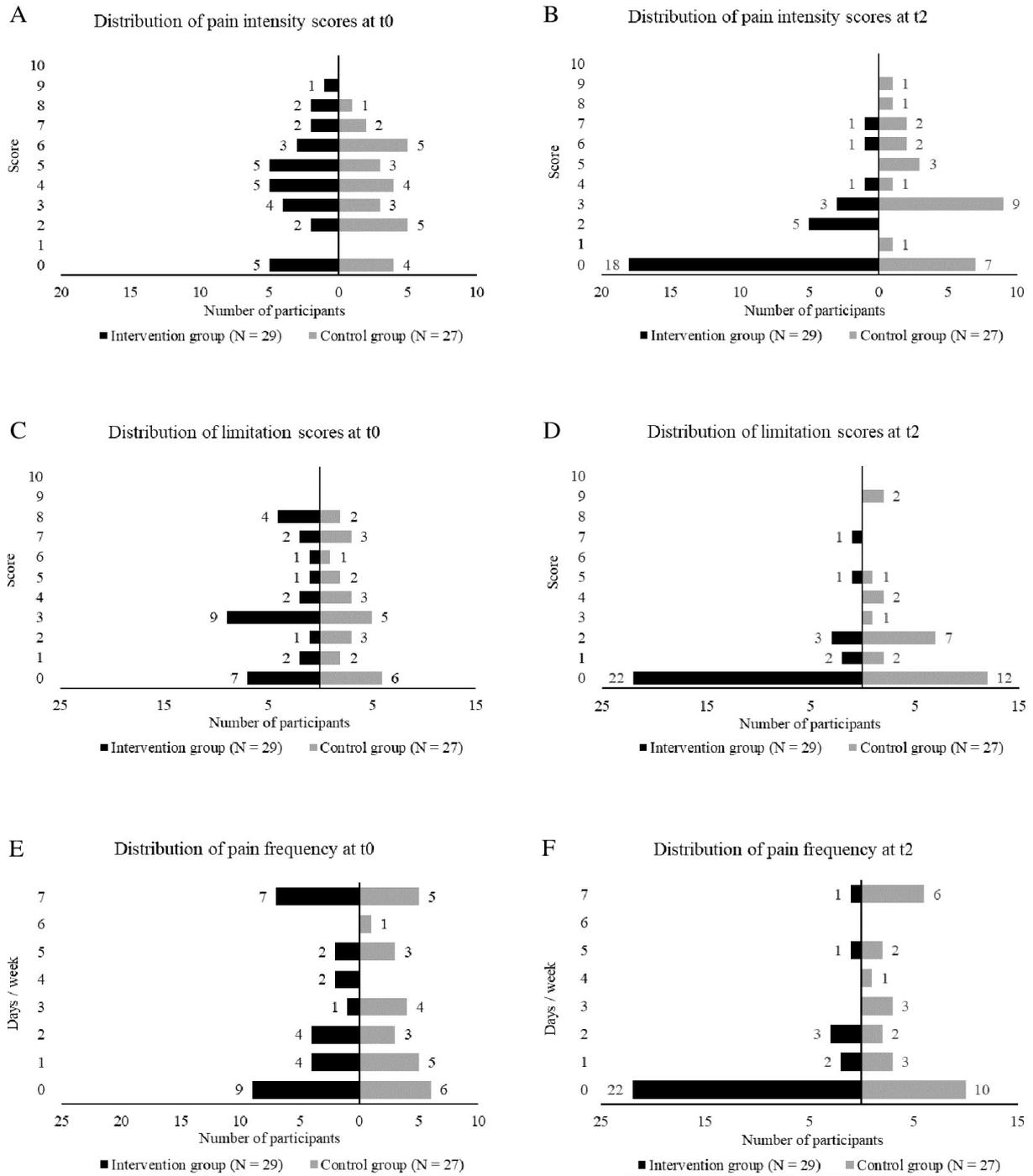


Figure 6 Distribution of back-issues (pain intensity, perceived limitation, pain frequency) at baseline (t0) and after 12 months (t2) in the intervention and control group.



Figure 7 Likelihood of behavioral change and maintenance over the course of the MedXFit-study depending on capability, opportunity, motivation, and maintenance motives.

(cf. Michie et al., 2011 and Kwasnicka et al., 2016)

Tables
Table 1 Demographics and anthropometrics of initially assessed participants (t0).

Variable	Control Group	Intervention Group	p
N	34	57	
Gender			.83
Male (N)	41.2 % (14)	45.6 % (26)	
Female (N)	58.8 % (20)	54.4 % (31)	
Diverse	0 %	0 %	
Age in years, mean (SD)	36.7 (11.4)	38.2 (12.1)	.55
BMI in kg/m ² , mean (SD)	27.3 (5.3)	25.4 (3.9)	.07
Smoker			.86
Yes (N)	11.8 % (4)	10.5 % (6)	
No (N)	88.2 % (30)	89.5 % (51)	

Note: Data were published before (Brandt et al., 2022)

Abbreviations: BMI = body mass index, SD = standard deviation

Table 2 Mobility, strength, and well-being values over the course of 12 months in the intervention and control group.

	t0 (baseline)	t1 (after 6 months)	t2 (after 12 months)	Difference in change between groups after 12 months	p	η^2
Primary endpoints						
FMS score ¹						
CG (N = 25)	10.7 (2.7)	10.2 (3.2)	10.6 (2.6)	6.3 [5.3 – 7.4]	< .001	.61
IG (N = 28)	10.2 (2.6)	14.9 (2.5)	16.4 (2.4)			
Secondary endpoints						
TE (kg)						
CG (N = 25)	45.6 (17.4)	47.9 (17.8)	48.1 (18.9)	25.1 [19.5 – 31.2]	<.001	.48
IG (N = 28)	52.5 (17.9)	73.3 (21.1)	80 (20)			
TF (kg)						
CG (N = 25)	35.1 (15.6)	34.5 (13.9)	33.1 (13.5)	19.6 [15.7 – 24.2]	<.001	.62
IG (N = 28)	39 (15.6)	50.3 (17.5)	56.7 (19.2)			
TLFI (kg)						
CG (N = 25)	28.5 (12.6)	30.1 (11.8)	31.8 (13.3)	17.8 [14 – 21.4]	< .001	.59
IG (N = 28)	32.8 (12.1)	48.5 (13.5)	54 (13.4)			
TLFr (kg)						
CG (N = 25)	29.5 (12.4)	30.4 (11.1)	33.3 (13.7)	16 [11.9 – 19.6]	< .001	.44
IG (N = 28)	34.1 (12.6)	49.3 (13.3)	54 (13.8)			

UPush (kg)						
CG (N = 24)	60.9 (27.4)	61.6 (29)	63.1 (31.3)	26.9 [17.6 – 34.3]	< .001	.36
IG (N = 28)	73.5 (34.1)	91.6 (41)	102.6 (43)			
UPull (kg)						
CG (N = 24)	52.6 (22.5)	53.8 (21.6)	53.8 (23.1)	13.2 [9.5 – 17]	< .001	.37
IG (N = 28)	60 (24.7)	70.1 (25.6)	74.4 (26.3)			
HEl (kg)						
CG (N = 25)	38.2 (11)	43.3 (13.6)	44.4 (13.1)	16.9 [11.9 – 22.3]	< .001	.37
IG (N = 28)	42.1 (14.4)	53.8 (16)	65.3 (15.7)			
HEr (kg)						
CG (N = 25)	43.7 (14.8)	41.1 (13.7)	41.3 (12)	17.2 [12 – 22.6]	< .001	.38
IG (N = 28)	46.8 (14.5)	58.6 (16)	61.6 (16)			
WHO-5 score ²						
CG (N = 27)	14.2 (3)	15.7 (4.4)	15.1 (4)	1.7 [-.2 – 3.6]	.22	.03
IG (N = 29)	13.2 (5.1)	15.2 (4.5)	15.8 (4.8)			

Note: Mobility (FMS score), strength (kilograms), and well-being (WHO-5 score) values at t0, t1, and t2 are expressed as mean (SD). Difference in change between groups is given as mean [95% CI]. Partial η^2 is given for effect size.

Abbreviations: FMS = Functional Movement Screen, CG = control group, IG = intervention group, TE = trunk extension, TF = trunk flexion, TLF_l = trunk lateral flexion left, TLF_r = trunk lateral flexion right, UPush = upper body push, UPull = upper body pull, HE_l = hip extension left, HE_r = hip extension right.

¹ A score from 0 to 21 can be achieved.

² A score from 0 to 25 can be achieved.

Table 3 Back-issue values over the course of 12-months in the intervention (N = 29) and control group (N = 27).

	t0 (baseline)	t1 (after 6 months)	t2 (after 12 months)	Difference of change between groups after 12 months	p	r
Pain intensity¹						
CG	3.8 (.5)	3.4 (.5)	3.3 (.5)	-2.4 [-3.7 – -1]	.003	.4
IG	4.1 (.5)	2 (.5)	1.2 (.4)			
Limitation¹						
CG	3.3 (.5)	2.9 (.6)	1.9 (.5)	-1.2 [-2.6 – .14]	.13	.2
IG	3.3 (.5)	1.7 (.4)	.7 (.3)			
Frequency²						
CG	2.9 (.5)	2.7 (.6)	2.7 (.5)	-1.9 [-3.2 – -.5]	.009	.35
IG	2.8 (.5)	1.4 (.4)	.7 (.3)			

Note: Back-issue values at t0, t1, and t2 are expressed as mean (SD). Difference in change between groups is presented as mean [95 % CI]. -Pearson's r is given for effect sizes.

Abbreviations: CG = control group, IG = intervention group.

¹ A score from 0 to 10 can be achieved.

² Frequency is given in days per week.

Figure legend

Figure 1 Schematic overview of the MedXFit-study.

Figure 2 Participant flow over the course of the study

Figure 3 Functional Movement Screen scores in the intervention and control group over the course of 12 months.

Figure 4 Maximum isometric strength in the intervention group over the course of 12 months.

Abbreviations TE = trunk extension, TF = trunk flexion, TLF1 = trunk lateral flexion left,

TLFr = trunk lateral flexion right, UPush = upper body push, UPull = upper body pull,

HEl = hip extension left, HEr = hip extension right.

Figure 5 WHO-5 scores in the intervention and control group over the course of 12 months.

Figure 6 Distribution of back-issues (pain intensity, perceived limitation, pain frequency) at baseline (t0) and after 12 months (t2) in the intervention and control group.

Figure 7 Likelihood of behavioral change and maintenance over the course of the MedXFit-study depending on capability, opportunity, motivation, and maintenance motives.

(cf. Michie et al., 2011 and Kwasnicka et al., 2016)

8 CrossFit® für gesundheitlich eingeschränkte Mitarbeitende

Vollständiger Titel:

CrossFit Motivates a 41-Year-Old Obese Man to Change His Lifestyle and Achieve Long-Term Health Improvements: A Case Report.

Tom Brandt¹, Timo Schinköthe², and Annette Schmidt¹

¹ Institute of Sports Science, University of the Bundeswehr Munich, GER;

² Comprehensive Cancer Center Munich CCCLMU, GER;

Korrespondenz: Tom Brandt (ORCID ID: 0000-0003-1601-7918), Institut für Sportwissenschaften, Universität der Bundeswehr München, Werner-Heisenberg-Weg 39, 85579, Neubiberg, Germany, +49 89 6004 4412, +49 89 6004 2448, tom.brandt@unibw.de

Kopiert von: Brandt, T.; Schinköthe, T.; Schmidt, A. CrossFit Motivates a 41-Year-Old Obese Man to Change His Lifestyle and Achieve Long-Term Health Improvements: A Case Report. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology* 2023, 8, doi:10.3390/jfmk8020058 [166].

Eingereicht: 05.03.2023

Akzeptiert: 04.05.2023

Publiziert: 08.05.2023

Case Report

CrossFit Motivates a 41-Year-Old Obese Man to Change His Lifestyle and Achieve Long-Term Health Improvements: A Case Report

Tom Brandt ^{1,*}, Timo Schinköthe ² and Annette Schmidt ¹¹ Institute of Sports Science, University of the Bundeswehr Munich, 85579 Neubiberg, Germany² Comprehensive Cancer Center Munich CCCLMU, 81377 Munich, Germany

* Correspondence: tom.brandt@unibw.de

Abstract: The purpose of this case report was to demonstrate how CrossFit (CF) as a workplace health intervention (WHI) led to long-term lifestyle changes and health improvements in an inactive, sedentary individual. Therefore, we analysed the case of a 41-year-old obese man (BMI: 41.3 kg/m²) with elevated blood pressure and poor fitness. To evaluate the factors that facilitated his behavioural change, we collected quantitative and qualitative data (from 2015 to 2022) and analysed it based on the COM-B framework. Given the already great training opportunities at his workplace, we assumed that improvements in capability and motivation led to behavioural change and maintenance. Essential for this behavioural change was the fact that CF combined health-promoting training with intrinsically motivating aspects which are typical for classic sports such as challenge, a feeling of competence, and social interaction. In conjunction with rapid fitness improvements (capability), a positive feedback cycle between capability, motivation, and behaviour developed which enabled physical activity to become habitual. As a result, blood pressure was normalized, BMI (32.9 kg/m²) and resting heart rate decreased (−20 bpm), and mobility (FMS score: +89%), strength (+14 to 71%), and well-being (WHO-5 score: +12%) increased. In conclusion, CF should be considered an effective, efficient, and safe WHI with great potential for behavioural changes and maintenance.

Keywords: high-intensity interval training; workplace health intervention; functional fitness; exercise; behavioural change and maintenance



Citation: Brandt, T.; Schinköthe, T.; Schmidt, A. CrossFit Motivates a 41-Year-Old Obese Man to Change His Lifestyle and Achieve Long-Term Health Improvements: A Case Report. *J. Funct. Morphol. Kinesiol.* **2023**, *8*, 58. <https://doi.org/10.3390/jfmk8020058>

Academic Editor: Laura Stefani

Received: 5 March 2023

Revised: 1 May 2023

Accepted: 4 May 2023

Published: 8 May 2023



Copyright: © 2023 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

1.1. Changing Physical Activity Behaviour in the Workplace

Although there is clear evidence that an active lifestyle is beneficial for health and fitness, high proportions of adults do not meet the current physical activity (PA) guidelines [1,2]. An established strategy to improve physical activity and reduce sedentary behaviour is to implement workplace health interventions (WHI) [3]. Several recent studies reported positive outcomes for WHI [4–6]. However, previous research also indicated that the majority of employees did not participate in such programs at all and that positive effects were often not maintained after a program ended [7–9].

Guidance in the development of effective WHI can be provided by evidence-based behavioural change frameworks such as the COM-B framework [10]. According to this framework, it is the interaction between motivation, capability, and opportunity that ultimately determines the occurrence of target behaviour. On the other hand, behaviour also influences capability, opportunity, and motivation, which, in the long-term, creates feedback cycles. Motivation serves a key role in this system as it encompasses all brain processes that stimulate and control behaviour, including reflective and automatic processes. Nevertheless, the desired behaviour can only occur if the individual has sufficient physical and social opportunity (e.g., access to interventions, cultural milieu) as well as physical and psychological capability (e.g., health and fitness status, capability to engage in the required

thought processes) [10]. Following this rationale, even excellent access to fitness classes and facilities, as well as an organization that encourages participation during working hours, may not be sufficient for employees with poor health and fitness to adopt an active lifestyle.

This was also the case with the participant of this report—a 41-year-old, obese Ph.D. student at the University of the Bundeswehr Munich (UniBw M). Despite diverse WHI (e.g., spinning, aqua fitness, yoga, circuit training, full body workout) and several sports facilities (e.g., gyms, swimming pool, outdoor calisthenics park, climbing hall) on campus that could be used free of charge during working hours he remained inactive until he encountered a WHI based on CrossFit® (CrossFit, Inc., Washington DC, Columbia, USA) (CF).

1.2. Potential of CrossFit® as a Workplace Health Intervention

CF is a training program that incorporates constantly varied functional movements from different sports, such as weightlifting, gymnastics, and powerlifting, in high-intensity workouts [11]. Its rapid worldwide growth in popularity, high scalability, broad fitness adaptations, and clear health focus indicate that CF is an auspicious training concept for WHI to treat inactive, sedentary individuals with poor health and fitness [11,12]. While previous studies have already confirmed the positive physiological (e.g., body composition, cardiovascular/respiratory fitness, strength, flexibility, power, and balance) and psychological effects of CF, little is known about the behavioural change and maintenance qualities of CF-based interventions in the above-mentioned clientele [12–14].

In fact, some aspects of CF could impede participation due to their potentially detrimental effects on psychological variables [15]. For instance, if not monitored and adjusted adequately, training at high intensities and volumes could negatively affect participants' moods [16,17]. Furthermore, it was found that the competitive practice of CF could translate into increased stress and worsened mood profiles [18]. On the other hand, recent studies have identified several motives for CF training participation, such as high levels of enjoyment, social support, challenge, and self-determination among individuals that already participated in CF [15,19–21]. However, when designing WHI, we must also ask what conditions, internal and external to the individual, need to be in place before the desired behaviour can occur at all.

Since the participant successfully changed his behaviour after he encountered CF and consequently gained health and fitness, we elaborate on his case in this report. Based on the COM-B framework, we aim to analyse which factors enabled his behavioural change and discuss whether CF was critical for this transition, providing guidance for future interventions.

2. Materials and Methods

2.1. Participants

As part of a clinical trial (trial registration at ClinicalTrials.gov, trial number: NCT-05109286) investigating long-term effects of CrossFit (CF) in inactive adults with sedentary occupations [22], we recently evaluated a 41-year-old obese man (height: 1.86 m, weight: 142.9 kg; BMI: 41.3 kg/m²) with poor health and fitness. Until five years before participating in the study, he had an active lifestyle characterized by mountain sports such as climbing and mountain biking. After he began working as a full-time Ph.D. student at the University of the Bundeswehr Munich (UniBw M), he not only remained mostly sedentary during his working hours but also limited his leisure physical activities to weekends. The participant was aware of his unhealthy lifestyle and the need for behavioural change, given his severe obesity, hypertension, and low physical fitness. Although he had a positive attitude towards physical activity and knew about the workplace health interventions (WHI) at the UniBw M, he did not take advantage of the extensive training opportunities. On 6 December 2020, 3.5 months prior to study participation, he was forced to reduce his physical activity even further due to a bimalleolar ankle fracture with rupture of the syndesmosis (right leg).

2.2. CrossFit Intervention

The MedXFit-study provided two 60 min CF training sessions per week for 12 months. All training sessions were conducted at the military affiliate CrossFit Kokoro® (CrossFit Kokoro-Military CrossFit Affiliation, Neubiberg, Germany). The training was led by experienced CF level 1 and 2 coaches who adjusted the program to the personal needs of the participants (maximum 10 participants per session) [22]. In the current case, the coaches paid special attention to the high body weight (142.9 kg) and just recently injured ankle of the participant. After study completion, he maintained CF training twice per week at CrossFit Kokoro®.

2.3. Data Collection

We aim to present a comprehensive description of his transformation, covering all elements of the COM-B framework. Therefore, we collected data regarding his physical and social opportunities, physical and psychological capability, motivation, and behaviour [10]. This included data from the MedXFit-study, annual health check-ups from 2015 to 2022, an unstructured interview, and a smartwatch (Garmin Fenix 3) [22]. During the MedXFit-study, the participant was measured in October 2020, December 2020, April 2021, and October 2021. In July 2022, 9 months after the completion of the study, a follow-up with the same test protocol was carried out. The protocol included measuring anthropometrics (body weight and height with TANITA® BC-545 (Tanita Corporation, Toyo, Japan) and SECA® 213 scale (seca GmbH & Co. KG, Hamburg, Germany)), mobility (Functional Movement Screen), maximum isometric strength (Dr. WOLFF BackCheck® 617 (Dr. WOLFF® Sports & Prevention GmbH, Arnsberg, Germany)), well-being (WHO-5), and back-issues (questionnaire). The annual health check-ups (2015–2022) comprised a blood count and measurement of blood pressure (since 2017). The smartwatch (Garmin Fenix 3) tracked resting heart rate and steps per month. In addition to the bodyweight measurements during the MedXFit-study, his bodyweight was measured 2–4 times per month from July 2021–July 2022. Finally, a semi-structured interview was conducted with him on 23 September 2022. It included open-ended questions regarding his capability, opportunity, motivation, and behaviour before, during, and after encountering CF. The semi-structured interview guide can be found in Supplementary Materials Table S1. Figure 1 illustrates which data the different elements of the COM-B framework were mapped on and when we collected them.

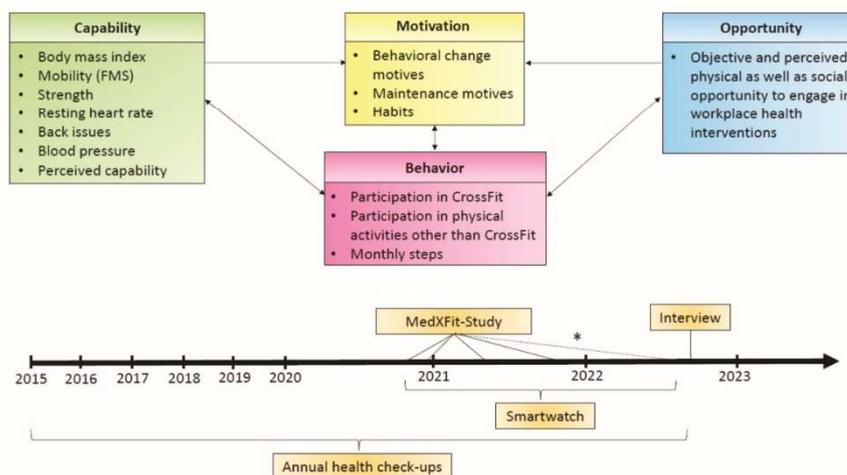


Figure 1. Chronical progression, important points, and measurement points in time. * Not part of the MedXFit-study but an identical test protocol.

The study was carried out according to the guidelines of the Declaration of Helsinki and was approved by the Institutional Ethics Committee of the UniBw M (6 April 2018). Informed consent was obtained from the participant before the study. The MedXFit-study is registered on ClinicalTrials.gov with the trial number NCT05109286.

3. Results

3.1. Capability

From October 2020 to July 2022, the participant's body weight dropped from 142.9 (BMI: 41.3 kg/m²) to 113.7 kg (BMI: 32.9 kg/m²), and his resting heart rate decreased from 64 to 44 bpm (Figure 2).

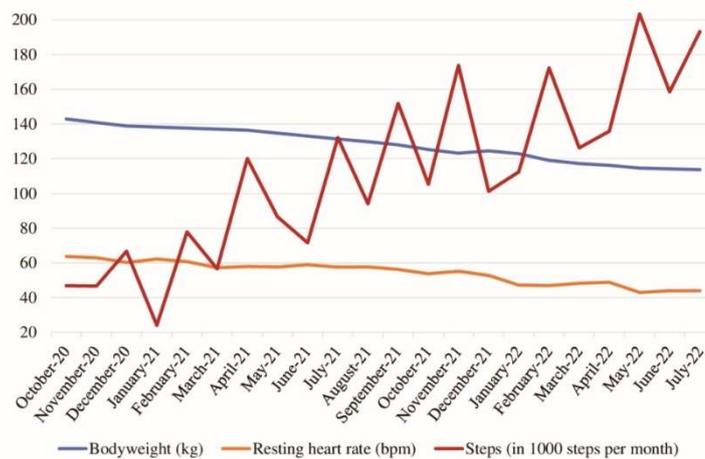


Figure 2. Bodyweight (kg), resting heart rate (bpm), and steps (in 1000 steps per month) from October 2020 to July 2022.

He also regained flexibility, coordination, and stability in his ankle, which, in turn, aided his performance in the FMS (17 points in June 2022) and during training (Figure 3).

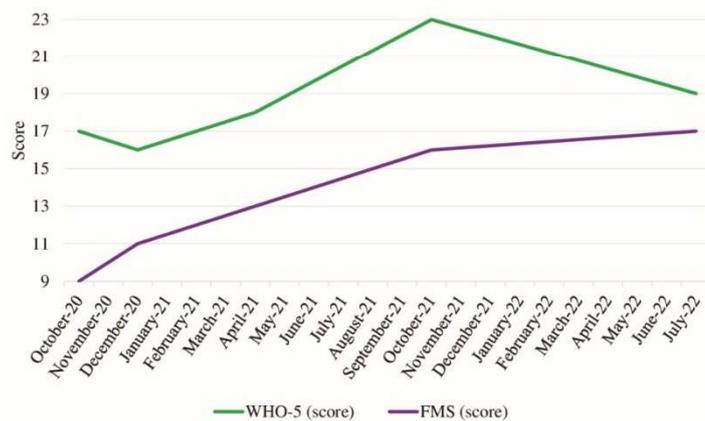


Figure 3. Functional Movement Screen and WHO-5 scores from October 2020 to July 2022. Note: FMS scores range from 0 to 21, WHO-5 scores range from 0 to 25. Abbreviations: FMS = Functional Movement Screen.

Regarding the maximum isometric strength, we saw the greatest improvements during the first 12 months of the training program. From October 2021 until July 2022, the absolute numbers of the participant's maximum isometric strength partly stalled. Nevertheless, he improved by 14–71% until July 2022, with the strongest improvement in the trunk extension (71%). Looking at his strength relative to body weight, he still showed improvements until the follow-up in July 2022 (Figure 4).

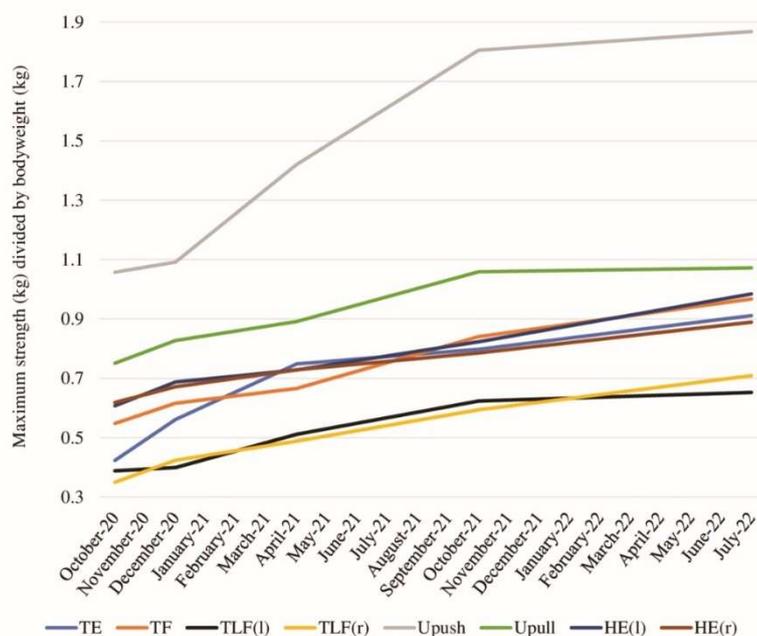


Figure 4. Relative strength calculated as maximum isometric strength (kg) divided by bodyweight (kg) from October 2020 to July 2022. Abbreviations: TE = trunk extension, TF = trunk flexion, TLF(l) = trunk lateral flexion left, TLF(r) = trunk lateral flexion right, UPush = upper body push, UPull = upper body pull, HE(l) = hip extension left, HE(r) = hip extension right.

An annual health check-up in 2021 revealed normal blood pressure (124/80 mmHg) for the first time since 2017. Based on the results from his annual health check-ups, he was advised to undergo a urine check by his primary physician due to elevated uric acid levels (2015: 7.5 mg/dl, 2016: 7.4 mg/dl) and erythrocytes in his urine (2017 and 2020: ery 2+). Additionally, the blood count in 2020 showed elevated levels of glutamate oxaloacetate transaminase (GOT) (86 U/l, reference range <35 U/l) and glutamate pyruvate transaminase (GPT) (56 U/l, reference range <45 U/l). Both values were within the reference range in 2021 (GOT: 30 U/l, reference range <50 U/l; GPT: 23 U/l, reference range: <50 U/l) and slightly elevated in 2022 (GOT: 58 U/l, reference range: <50 U/l; GPT: 53 U/l, reference range: <50 U/l). However, check-ups from 2021 and 2022 found no anomalies that would have required further investigations by his primary care physician. The results from the blood counts can be found in Supplementary Materials Table S2.

He has not reported any back issues since April 2021, and his well-being scores slightly improved until July 2022. Data from the MedXFit-study and his smartwatch are displayed in Table 1.

Table 1. MedXFit-study and smartwatch data from October 2020 to July 2022. Abbreviations: BMI = body mass index, TE = trunk extension, TF = trunk flexion, TLF(l) = trunk lateral flexion left, TLF(r) = trunk lateral flexion right, UPush = upper body push, UPull = upper body pull, HE(l) = hip extension left, HE(r) = hip extension right, LBI = lower back issues.

Variable	October 2020	December 2020	April 2021	August 2021	October 2021	June 2022	July 2022
Bodyweight (kg)	142.9	138.9	136.5	129.8	125.3	114.2	113.7
BMI in kg/m ²	41.3	40.2	39.5	37.5	36.2	33	32.9
Resting heart rate (bpm)	64	60	58	57	54	44	44
Steps/month	46,887	66,762	120,118	94,149	105,392	158,546	193,230
Well-being (WHO-5 score)	17	16	18		23		19
FMS (score)	9	11	13		16		17
TE (kg)	60.5	78	102		100		103.6
TF (kg)	78.3	85	90		105.3		110
TLF(l) (kg)	55.5	55	69		78.1		74.2
TLF(r) (kg)	50	58	66		74.4		80.6
UPush (kg)	151.1	151	193		226.2		212.4
UPull (kg)	107.3	114	121		132.7		121.9
HE(l) (kg)	86.8	95	99		103.1		111.9
HE(r) (kg)	88.4	93	99		98.4		101.1
LBI intensity (score)	3	2	0		0		0
LBI limitation (score)	3	3	0		0		0
LBI frequency days/week	1	3	0		0		0

The participant stated that even before the study, he considered himself to be basically capable of engaging in workplace health interventions (WHI) at the University of the Bundeswehr Munich (UniBw M). Nevertheless, he mentioned a substantial improvement in his perceived physical capability, which were also evident in sports other than CrossFit (CF):

“I feel stronger now. My endurance increased, and I can perform even complex movements like Muscle-Ups or Snatches now. I feel fitter while mountain biking and less fatigued after a tour.”

In addition, the participant indicated that a lack of physical capability did not prevent him from participating in CF:

“In CF, it is always possible to scale the training to your fitness level. Even when I am injured, I can train and adjust the training according to my needs or ask a coach what I should do.”

3.2. Opportunity

The UniBw M offered its employees a wide range of sports activities (e.g., yoga, high-intensity training, aqua fitness, dancing, aerobic) as well as facilities (e.g., climbing hall, swimming pool, gym with cardio and weight rooms, calisthenics park) on campus free of charge. Per e-mail, information events, and flyers, the university actively encouraged employees to engage in WHI for 90 min per week during working hours. This was the case before, during, and after the completion of the MedXFit-study. The participant said it was important for him to train on campus in indoor facilities during his working hours. Even before the MedXFit-study, he was well informed about the training conditions at the UniBw M:

“We received e-mails from the corporate health management on a regular basis during the past few years that promoted participation in some sort of physical activity. Furthermore, physical activity is fundamental at this university, as almost all students are active soldiers.”

Among his colleagues and supervisors, the attitude toward sports was rated by him as neutral to positive. Regarding CF, he noted that there was a supportive atmosphere and close interaction between the coaches and participants:

“Right from the start, there was a nice atmosphere during training. The trainers actively responded to the participants and adapted the training individually.”

3.3. Motivation

The participant said that his weight gain accelerated after the ankle injury. This was a key motivator for him to start exercising again. CF was appealing to him because it combined health and performance aspects and could be conducted independently of weather conditions. Unlike other WHI on campus, he felt well informed about the training concept, although the MedXFit-study was his very first contact with CF. He never thought about quitting CF and stayed motivated due to the versatile and challenging training. Every time he learned a new exercise, it gave him extra motivation:

“In CF, exercises and workout structure change constantly. It challenges you to learn new movements on a regular basis. After performing difficult movements for the first time, such as my first pullup or snatch, my motivation increased.”

Furthermore, he mentioned the interaction with training partners and coaches, as well as the competitive nature of CF training, as important motivators. The vast number of classes per week and the need to sign up for them helped him to adhere to training. Although he stated that he enjoyed CF and is convinced of the training concept, he does not identify himself as a CrossFitter.

3.4. Behavior

Before the MedXFit-study, his physical activity was limited to cycling and rehabilitation exercises, both once per week. After study participation, he steadily increased his physical activity. While he completed 49 CF training sessions during the first 6 months of the study (1.9 training sessions per week) and occasionally mountain-biked (<1 training per week), he performed 67 CF training sessions (2.6 training sessions per week) during the second half of the MedXFit-study and mountain biked twice per week. After the MedXFit-study, he maintained CF training 2 days per week and mountain-biked once per week but added 2 Olympic weightlifting training sessions to his weekly schedule. Furthermore, he continuously increased his monthly step count throughout the observation period, although he remained mostly sedentary during his working hours (Figure 2).

4. Discussion

We have presented the case of a 41-year-old obese man living an inactive, sedentary life who successfully changed his behaviour after encountering CrossFit (CF) as part of a workplace health intervention (WHI). To identify the crucial internal and external conditions that facilitated his behavioural change and maintenance, we collected quantitative and qualitative data and analysed it based on the COM-B framework [10]. As target behaviour (physical activity, respectively CF) is an integral part of the COM-B framework but potentially affects opportunity, capability, and motivation after it occurs, we discuss factors for initial behavioural change separately from factors for behavioural maintenance. A schematic overview of our analysis results is provided in Figure 5.

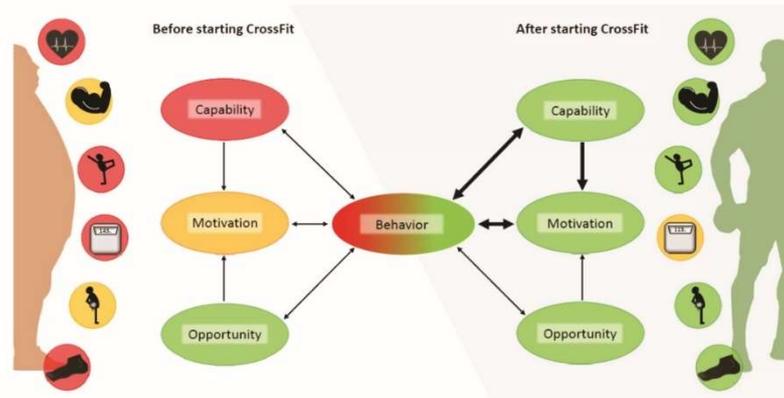


Figure 5. Changes within the components of the COM-B framework.

4.1. Initial Behavioral Change

Predominantly sedentary jobs and insufficient leisure-time physical activity, as shown by the participant before he encountered CF, are common among university employees [23]. Looking at his baseline situation, it appears that he had great potential to be more physically active in the years before participating in the MedXFit-study [22]. In particular, his physical and social opportunities were at a high level. Major facilitators such as onsite exercise facilities, a great variety of group exercise classes or the possibility of exercising during working hours were already given at the University of the Bundeswehr Munich (UniBw M) [24,25]. Furthermore, he stated that the UniBw M provided a supportive social atmosphere towards physical activity. Because he remained inactive prior to the MedXFit-study, even though he valued the aspects mentioned above (on-site facilities, indoor training, exercise during work hours), we can conclude that opportunity did not initiate behavioural change but still served as an important prerequisite throughout the change process. Instead, we can assume that the interaction between capability and motivation was detrimental in his case.

Apart from well-developed maximum isometric strength, the participant showed distinct deficiencies regarding his physical capability. Of particular concern were his body weight (BMI: 41.3 kg/m², obesity class III) and recent ankle injury, as these factors were found to be potential barriers to participation in physical activity [26,27]. His low physical capability was also evident in the Functional Movement Screen (FMS) score in October 2020 (9 out of 21 points). A score that low did not only quantify his inability to execute fundamental movement patterns but also indicated that he was prone to injury [28,29]. Elevated blood pressure and pain in the lower back were additional factors suggesting that he lacked physical capability prior to the MedXFit-study. Although he was aware of his low physical fitness, he considered himself to be basically capable of engaging in WHI. However, it was the ankle injury and subsequent rapid weight gain that led to dissatisfaction with his health status and finally prompted him to increase his physical activity. This implies that dissatisfaction might serve as a motivator and that physical capability is not as crucial for behavioural change in the first place as long as the individual feels physically capable. This finding is consistent with previous studies, which showed that experience or skills from past athletic activities limited the impact of decreased capability (e.g., after an injury) [27].

The fact that he chose CF among the numerous sports and fitness courses offered at the UniBw M could also be related to his athletic past. CF advertises itself as the sport of fitness and combines many factors that typically motivate athletes for sports participation [11,30]. While the participant considered the other courses as boring and mainly tailored to elderly individuals, he was attracted by the challenge, affiliation, and enjoyment CF seemed to offer. This suggests that health-focused interventions may benefit from incorporating elements of

sports to initially change the behaviour of sedentary and inactive employees with a history of sports.

4.2. Behavioral Maintenance

Opportunity did not change substantially after October 2020. We can therefore assume that the interaction between behaviour, capability, and motivation primarily facilitated behavioural maintenance. While his occupation still required mostly sedentary behaviour, he steadily increased his physical activity outside of office time. With 1.9 CF classes per week during the first 6 months of the MedXFit-study, he met the guidelines for muscle and mobility-enhancing activities. In conjunction with occasional mountain biking, he also fulfilled the recommendation for aerobic exercise during most weeks [2]. The training was challenging for him but reasonably scaled to his physical capability. This provided him with effective training stimuli and led to fitness improvements that were in line with those found in previous studies [12–14]. Although he did not receive any other intervention (e.g., medication, diet), he continuously reduced his body weight and progressed in several other fitness measures, respectively, with physical capability (blood pressure, mobility, maximum isometric strength, well-being, resting heart rate).

The nature of CF—including scored workouts, competition, and the execution of complex movements—allowed him to experience and track his progress. This was important as he mentioned mastering new movements or achieving a high score during workouts to be exceptionally motivating. A steady increase in performance, the absence of overload symptoms and a gradual increase in physical activity outside of CF training further indicated that intensity and volume were in line with his capability. This hypothesis is supported by his perception regarding the scalability of CF in conjunction with the coaches' assistance in case of performance deficits. We believe that this aided training enjoyment and that negative effects on mood associated with a high training volume or intensity were less likely to occur [16,17]. Additionally, the participant mentioned that he benefited from the competitive character of CF in terms of motivation rather than being exposed to additional stress [18]. It can, therefore, be assumed that his mood profited from CF training, which, in turn, may have had a positive effect on behavioural maintenance [31]. The high motivational potential of challenges, as well as a feeling of competence, have been found to be strong motivators among CF participants in previous research [21]. Because the participant saw steady progress, his long-term motivation profited from the frequent challenges during training. Nevertheless, progress-based motivation remains a double-edged sword, as the absence of progress might induce demotivation. Further sources of motivation which are independent of progress in physical capability are, therefore, mandatory for behavioural maintenance. For the participant, these especially included interactions with coaches and participants. In the MedXFit-study, training was conducted in small groups (<10 participants) under the supervision of a CF coach. This ensured social interaction between participants as well as high-quality coaching. While the former aided enjoyment and the commitment to show up for classes, the latter was crucial for his progress. Additionally, the participant valued the wide variety of equipment and exercises typically used in CF [11]. Overall, it appears that he experienced important motives for behavioural maintenance, such as satisfaction with behavioural outcomes, enjoyment in performing the behaviour, and the ability to cope with barriers [32]. In the context of the COM-B framework, it is, therefore, logical that, in conjunction with improved capability, he was able to steadily increase his physical activity, respectively, with target behaviour. This confirms the assumption that, in the long term, a feedback cycle between behaviour, motivation, and capability develops, and thus, participation in physical activity can become habitual. The formation of habits further increases the chance that the participant will continue to stay physically active in the future [32].

4.3. Limitations

These results are not generalizable because the case report included only one participant. In addition, it would have been advantageous to have qualitatively assessed his perception of motivation, capability, opportunity, and behaviour already before he changed his behaviour and throughout the training process.

5. Conclusions

The present report indicates that CF is an effective WHI for inactive, sedentary employees to improve their health in the long-term. It is essential for long-term behavioural changes that CF be combined health-promoting training with intrinsically motivating aspects that are usually found in classic sports are available. The main factors were motivation through challenges, feelings of competence, and social interaction. We hypothesize that especially former athletes, who could not be addressed by other health interventions or excellent training conditions, could benefit from CF-based interventions. A rapid increase in physical fitness (capability) proved to be beneficial as it supported the development of positive feedback cycles between capability, motivation, and behaviour up to the point where physical activity became habitual. Conversely, a lack of motivation due to stagnating performance represents a certain risk, but this could be compensated by the supportive social atmosphere and qualified coaching in CF. Efficiency and safety are additional arguments for considering CF in workplace settings, where heterogeneous groups need to be coached and training time competes with working time. We showed that even individuals with severely impaired fitness could safely attend group sessions and regain fitness with minimal time investment.

In conclusion, we suggest that health professionals should be encouraged to consider CF as an effective, efficient, and safe WHI with great potential for behavioural change and maintenance.

Supplementary Materials: The following supporting information can be downloaded at: <https://www.mdpi.com/article/10.3390/jfmk8020058/s1>, Table S1: Semi-structured interview guide, Table S2: Results of blood counts from 2015 to 2022.

Author Contributions: Conceptualization, T.B. and A.S.; methodology, T.B. and A.S.; formal analysis, T.B.; investigation, T.B. and T.S.; data curation, T.B.; writing—original draft preparation, T.B.; writing—review and editing, A.S. and T.S.; visualization, T.B.; supervision, A.S. and T.S. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research received no external funding.

Institutional Review Board Statement: The study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki and approved by the Ethics Committee of the University of the Bundeswehr Munich, Germany (6 April 2018). From the participant, consent was obtained before participation in the study.

Informed Consent Statement: Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

Data Availability Statement: The data that support the findings of this study are available from the corresponding author upon reasonable request.

Acknowledgments: We acknowledge financial support by Universität der Bundeswehr München. The authors would like to thank the study participant for volunteering.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. Guthold, R.; Stevens, G.A.; Riley, L.M.; Bull, F.C. Worldwide Trends in Insufficient Physical Activity from 2001 to 2016: A Pooled Analysis of 358 Population-Based Surveys with 1.9 Million Participants. *Lancet Glob. Health* **2018**, *6*, e1077–e1086. [CrossRef] [PubMed]
2. Garber, C.E.; Blissmer, B.; Deschenes, M.R.; Franklin, B.A.; Lamonte, M.J.; Lee, I.-M.; Nieman, D.C.; Swain, D.P. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults. *Med. Sci. Sport. Exerc.* **2011**, *43*, 1334–1359. [CrossRef] [PubMed]

3. World Health Organization. *Preventing Noncommunicable Diseases in the Workplace through Diet and Physical Activity*; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2008.
4. Burn, N.L.; Weston, M.; Atkinson, G.; Graham, M.; Weston, K.L. Brief Exercise at Work (BE@Work): A Mixed-Methods Pilot Trial of a Workplace High-Intensity Interval Training Intervention. *Front. Sport. Act. Living* **2021**, *3*, 179. [CrossRef] [PubMed]
5. Eather, N.; Babic, M.; Riley, N.; Harris, N.; Jung, M.; Jeffs, M.; Barclay, B.; Lubans, D.R. Integrating High-intensity Interval Training into the Workplace: The Work-HIIT Pilot RCT. *Scand. J. Med. Sci. Sport.* **2020**, *30*, 2445–2455. [CrossRef]
6. Burn, N.; Heather Norton, L.; Drummond, C.; Ian Norton, K. Changes in Physical Activity Behaviour and Health Risk Factors Following a Randomised Controlled Pilot Workplace Exercise Intervention. *AIMS Public Health* **2017**, *4*, 189–201. [CrossRef]
7. To, Q.G.; Chen, T.T.L.; Magnussen, C.G.; To, K.G. Workplace Physical Activity Interventions: A Systematic Review. *Am. J. Health Promot.* **2013**, *27*, e113–e123. [CrossRef]
8. Bredahl, T.V.G.; Christensen, R.S.; Justesen, J.B.; Christensen, J.R. Adherence to Physical Activity in a Workplace Setting—A Qualitative Interview Study. *Cogent Med.* **2019**, *6*, 1581446. [CrossRef]
9. Marshall, A.L. Challenges and Opportunities for Promoting Physical Activity in the Workplace. *J. Sci. Med. Sport* **2004**, *7*, 60–66. [CrossRef]
10. Michie, S.; van Stralen, M.M.; West, R. The Behaviour Change Wheel: A New Method for Characterising and Designing Behaviour Change Interventions. *Implement. Sci.* **2011**, *6*, 42. [CrossRef]
11. Glassman, G. *The CrossFit Level 1 Training Guide*, 3rd ed.; CrossFit Incorporated: Washington, DC, USA, 2020.
12. Claudino, J.G.; Gabbett, T.J.; Bourgeois, F.; de Souza, H.S.; Miranda, R.C.; Mezêncio, B.; Soncin, R.; Cardoso Filho, C.A.; Bottaro, M.; Hernandez, A.J.; et al. CrossFit Overview: Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport. Med. Open* **2018**, *4*, 11. [CrossRef]
13. Gianzina, E.A.; Kassotaki, O.A. The Benefits and Risks of the High-Intensity CrossFit Training. *Sport Sci. Health* **2019**, *15*, 21–33. [CrossRef]
14. Meyer, J.; Morrison, J.; Zuniga, J. The Benefits and Risks of CrossFit: A Systematic Review. *Workplace Health Saf.* **2017**, *65*, 612–618. [CrossRef] [PubMed]
15. Dominski, F.H.; Serafim, T.T.; Siqueira, T.C.; Andrade, A. Psychological Variables of CrossFit Participants: A Systematic Review. *Sport Sci. Health* **2021**, *17*, 21–41. [CrossRef] [PubMed]
16. Drake, N.; Smeed, J.; Carper, M.; Crawford, D. Effects of Short-Term CrossFit Training: A Magnitude-Based Approach. *J. Exerc. Physiol. Online* **2017**, *20*, 111–133.
17. Ekkekakis, P.; Hall, E.E.; Petruzzello, S.J. The Relationship between Exercise Intensity and Affective Responses Demystified: To Crack the 40-Year-Old Nut, Replace the 40-Year-Old Nutcracker! *Ann. Behav. Med.* **2008**, *35*, 136–149. [CrossRef]
18. D'Alpino, I.A.; Motosos, J.P.C.; Botaro, W.R.; da Silva, A.O.C.; Sant'Anna, P.G.; Junior, A.T.; Verardi, C.E.L.; de Souza Zanini, G. Comparison between Mood States, Stress and Recovery in CrossFit® Competitors and Non-Competitors. *J. Phys. Educ. Sport* **2022**, *22*, 2611–2617. [CrossRef]
19. Heinrich, K.M.; Carlisle, T.; Kehler, A.; Cosgrove, S.J. Mapping Coaches' Views of Participation in CrossFit to the Integrated Theory of Health Behavior Change and Sense of Community. *Fam. Community Health* **2017**, *40*, 24–27. [CrossRef]
20. Bycura, D.; Feito, Y.; Prather, C. Motivational Factors in CrossFit® Training Participation. *Health Behav. Policy Rev.* **2017**, *4*, 539–550. [CrossRef]
21. Sibley, B.A.; Bergman, S.M. What Keeps Athletes in the Gym? Goals, Psychological Needs, and Motivation of CrossFit™ Participants. *Int. J. Sport Exerc. Psychol.* **2018**, *16*, 555–574. [CrossRef]
22. Brandt, T.; Heinz, E.; Klaaßen, Y.; Limbara, S.; Mörsdorf, M.; Schinköthe, T.; Schmidt, A. MedXFit—Effects of 6 Months CrossFit® in Sedentary and Inactive Employees: A Prospective, Controlled, Longitudinal, Intervention Study. *Health Sci. Rep.* **2022**, *5*, e749. [CrossRef]
23. Fontaine, C.J.; Piacentini, M.; Liguori, G.A. Occupational Sitting and Physical Activity Among University Employees. *Int. J. Exerc. Sci.* **2014**, *7*, 295–301.
24. Brown, T.C.; Volberding, J.; Baghurst, T.; Sellers, J. Faculty/Staff Perceptions of a Free Campus Fitness Facility. *Int. J. Workplace Health Manag.* **2014**, *7*, 156–170. [CrossRef]
25. Knox, E.C.L.; Musson, H.; Adams, E.J. Workplace Policies and Practices Promoting Physical Activity across England. *Int. J. Workplace Health Manag.* **2017**, *10*, 391–403. [CrossRef] [PubMed]
26. Baillot, A.; Chenail, S.; Barros Polita, N.; Simoneau, M.; Libourel, M.; Nazon, E.; Riesco, E.; Bond, D.S.; Romain, A.J. Physical Activity Motives, Barriers, and Preferences in People with Obesity: A Systematic Review. *PLoS ONE* **2021**, *16*, e0253114. [CrossRef] [PubMed]
27. De Winter, L.; Gutman, L.M. Facilitators and Barriers to Fitness Bootcamp Participation Using the Behaviour Change Wheel. *Health Educ. J.* **2022**, *81*, 3–16. [CrossRef]
28. Cook, G.; Burton, L.; Hoogenboom, B.J.; Voight, M. Functional Movement Screening: The Use of Fundamental Movements as an Assessment of Function—Part 1. *Int. J. Sport. Phys. Ther.* **2014**, *9*, 396–409.
29. Cook, G.; Burton, L.; Hoogenboom, B.J.; Voight, M. Functional Movement Screening: The Use of Fundamental Movements as an Assessment of Function—Part 2. *Int. J. Sport. Phys. Ther.* **2014**, *9*, 549–563.
30. Fisher, J.; Sales, A.; Carlson, L.; Steele, J. A Comparison of the Motivational Factors between CrossFit Participants and Other Resistance Exercise Modalities: A Pilot Study. *J. Sport. Med. Phys. Fit.* **2017**, *57*, 1227–1234. [CrossRef]

31. Dominski, F.H.; Matias, T.S.; Serafim, T.T.; Feito, Y. Motivation to CrossFit Training: A Narrative Review. *Sport Sci. Health* **2020**, *16*, 195–206. [CrossRef]
32. Kwasnicka, D.; Dombrowski, S.U.; White, M.; Sniehotta, F. Theoretical Explanations for Maintenance of Behaviour Change: A Systematic Review of Behaviour Theories. *Health Psychol. Rev.* **2016**, *10*, 277–296. [CrossRef]

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of MDPI and/or the editor(s). MDPI and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products referred to in the content.

9 Diskussion

Die BZgA verweist hinsichtlich der Bewegungsförderung auf die Notwendigkeit von evidenzbasierten Maßnahmen [8]. Die Wirksamkeit von CrossFit® als BGF-Maßnahme für inaktive, sedentäre Mitarbeitende wurde bislang nicht durch wissenschaftliche Untersuchungen bestätigt. Die Ergebnisse der in den **Kapiteln 6 bis 8** vorgestellten Teilstudien konnten jedoch die Evidenzlage dahingehend erweitern. Inwiefern die Erkenntnisse der Teilstudien eine Empfehlung von CrossFit® für die BGF erlauben und welche Forschungslücken weiterhin vorliegen, wird im folgenden Kapitel diskutiert.

9.1 Gesundheitsförderliche Effekte von CrossFit®

In der ersten Teilstudie konnte anhand signifikanter Verbesserungen von Beweglichkeit und Maximalkraft gezeigt werden, dass sich ein 6-monatiges CrossFit®-Training positiv auf die muskuloskeletale Fitness von zuvor inaktiven, sedentären Mitarbeitenden auswirkt. Diese Entwicklung wurde durch die zweite und dritte Teilstudie bestätigt, wenngleich die Leistungssteigerungen im Zeitverlauf abflachten. In Einklang mit vorherigen Untersuchungen konnte damit belegt werden, dass CrossFit® für Personen mit unterschiedlichem Fitnesslevel wirksame Trainingsreize bietet und mehrere körperliche Fähigkeiten gleichzeitig verbessert [13,111,122,126–128]. Die Trainingshäufigkeit von zwei Trainingseinheiten pro Woche, welche entsprechend der Vorgaben der WHO und des ACSM gewählt wurde, erwies sich insbesondere für CrossFit®-Anfängerinnen und Anfänger als angemessen [4,31].

Ebenfalls die muskuloskeletale Fitness betreffend, weisen die Ergebnisse der Arbeit darauf hin, dass CrossFit® die Rückengesundheit positiv beeinflusst. Während bei der IG im Vergleich zur KG in der ersten Teilstudie eine signifikante Reduktion der Schmerzintensität festgestellt wurde, war in der zweiten Teilstudie zusätzlich die Schmerzfrequenz signifikant geringer. Die subjektiv wahrgenommene Einschränkung durch Rückenbeschwerden verringerte sich ebenfalls stärker bei der IG als bei der KG, war jedoch nicht signifikant. Auch der Proband der dritten Teilstudie klagte vor der MedXFit-Studie über Rückenbeschwerden, wobei diese bereits nach 6 Monaten CrossFit®-Training nicht mehr auftraten. Dadurch wird CrossFit® besonders für die BGF von Mitarbeitenden mit überwiegend sedentären Tätigkeiten interessant und könnte die durch muskuloskeletale Beschwerden verursachten Fehlzeiten minimieren [27,53,54,57].

Gemäß Bouchard und Shephard besteht auch zwischen körperlicher Aktivität, gesundheitsbezogener Fitness und Wohlbefinden ein Zusammenhang [81]. Obwohl sich das Wohlbefinden der IG im Vergleich zur KG verbesserte, konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Somit bleibt weiterhin ungeklärt, ob sich CrossFit® positiv auf das

Wohlbefinden von inaktiven, sedentären Mitarbeitenden auswirkt. Im Zusammenhang mit Wohlbefinden und Rückenbeschwerden gilt es zu berücksichtigen, dass die MedXFit-Studie während der COVID-19 Pandemie durchgeführt wurde. Der Einfluss pandemiebedingter Einschränkungen des öffentlichen Lebens auf die Probandinnen und Probanden wurde in den Teilstudien nicht kontrolliert, könnte sich aber negativ auf das Wohlbefinden ausgewirkt haben [167]. Die Interpretation der Ergebnisse ist somit nur bedingt möglich, da unklar bleibt, in welchem Ausmaß die Probandinnen und Probanden davon betroffen waren.

Die dritte Teilstudie lässt auf weitere gesundheitsförderliche Effekte von CrossFit® schließen. Im Oktober 2020 mit einem BMI von 41,3 kg / m² startend, reduzierte der Proband diesen bis zur Messung im Juli 2022 sukzessive auf 31,9 kg / m². Weiterhin normalisierte sich sein Blutdruck und seine Ruheherzfrequenz sank. Frühere Studien mit kürzeren Interventionszeiten unterstützen die Annahme, dass diese Ergebnisse in Zusammenhang mit dem CrossFit®-Training standen [111,126]. **Abbildung 9** stellt dar, welche Effekte durch die einzelnen Teilstudien in Bezug auf die Gesundheit und gesundheitsbezogene Fitness beobachtet wurden.

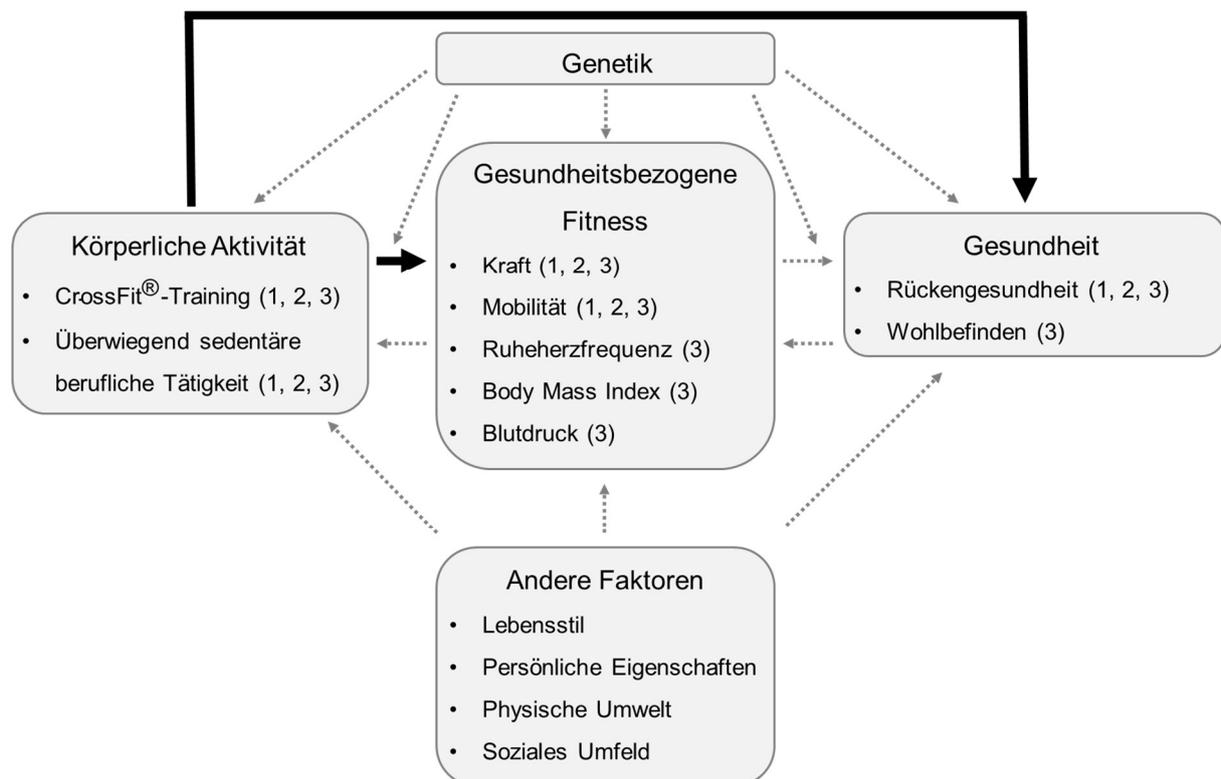


Abbildung 9 Effekte von CrossFit® auf die gesundheitsbezogene Fitness und Gesundheit (vgl. Bouchard und Shephard, 1994)

Anmerkung: Die gestrichelten Pfeile repräsentieren modellseitig mögliche Einflüsse, die durch die vorliegende Arbeit jedoch nicht überprüft wurden. Die Ziffern geben an, in welchen der drei Teilstudien die Effekte beobachtet wurden.

9.2 Langfristige Verhaltensänderung durch CrossFit®

Eine besondere Herausforderung der BGF besteht darin Mitarbeitende zur langfristigen Veränderung des Bewegungsverhaltens zu motivieren [9–12]. Die Wahrscheinlichkeit, mit der Mitarbeitende dauerhaft an CrossFit®-Training teilnehmen, gilt es daher zwingend zu berücksichtigen, um CrossFit® als wirksame Maßnahme für die BGF zu empfehlen [86,87]. Die hohe Trainingsadhärenz und geringe Zahl intrinsisch motivierter Dropouts innerhalb der IG der MedXFit-Studie, weist deutlich auf das Potential von CrossFit® als langfristig motivierende BGF-Maßnahme hin. In der zweiten und dritten Teilstudie wurde analysiert, wie interne und externe Faktoren der Probandinnen und Probanden die Teilnahme am CrossFit®-Training beeinflusst haben könnte. Den theoretischen Rahmen für diese Analyse bildete das COM-B System sowie die Modellvorstellung zur langfristigen Verhaltensänderung von Kwasnicka et al. [86,87].

Entscheidend für die Interpretation des Bewegungsverhaltens waren im konkreten Fall zunächst die Rahmenbedingungen respektive *opportunity* an der UniBw M. Diese befanden sich bereits vor der Intervention auf einem hohen Niveau. So hatten die Mitarbeitenden Zugang zu einem umfassenden Sportangebot und mehreren Trainingseinrichtungen auf dem Campus. Die UniBw M förderte außerdem das Bewegungsverhalten, indem sie den Mitarbeitenden erlaubte, 90 Minuten pro Woche während der Arbeitszeit zu trainieren. Weiterhin ermunterte sie die Mitarbeitenden durch E-Mails, Flyer und Informationsveranstaltungen dazu das BGF-Angebot zu nutzen. Die Aufnahme von CrossFit® in das Sport- und Gesundheitsangebot der UniBw M wirkte sich daher nur unwesentlich auf die *opportunity* der Probandinnen und Probanden aus. Diese Einschätzung wird durch Aussagen des Probanden der dritten Teilstudie untermauert.

Daher ist zu vermuten, dass die Verhaltensänderung und -aufrechterhaltung hauptsächlich durch gesteigerte *capability* und *motivation* bedingt war. Die erhobenen Gesundheits- und gesundheitsbezogenen Fitnessdaten der drei Teilstudien sowie Beobachtungen aus den Trainingseinheiten wiesen deutlich auf eine geringe *capability* der Teilnehmenden vor Beginn der Intervention hin. Wie in **Kapitel 9.1** dargestellt verbesserte sich diese über den Beobachtungszeitraum jedoch signifikant. Eine direkte Wirkung der *capability* auf die Teilnahme am CrossFit®-Training (*behavior*) erschließt sich, wenn man bedenkt, dass im CrossFit® eine Vielzahl komplexer Übungen verschiedenster Sportarten Anwendung findet [13]. Mit steigender *capability* eröffnete sich den Probandinnen und Probanden zunehmend die Möglichkeit aus dem breiten Portfolio an Übungen zu wählen oder von skalierten zu anspruchsvolleren körperlichen Aufgaben überzugehen sowie Trainingsvolumen, -häufigkeit und -intensität zu erhöhen. Ausdruck dessen war beispielsweise die Progressionen der Probandinnen und Probanden von Kniebeugen mit

dem eigenen Körpergewicht während der Anfangsphase der Intervention bis hin zum olympischen Reißen mit Zusatzlasten am Ende der 12-monatigen Interventionsphase. Dass die Probandinnen und Probanden diese Entwicklung bewusst wahrnahmen, spiegelte sich auch in ihren Aussagen zur eigenen Kompetenz hinsichtlich der Bewältigung von sportlichen und alltäglichen Aufgaben wider. Indem CrossFit® durch seine hohe Skalierbarkeit die Einstellung förderte, dass man unabhängig vom aktuellen Leistungsniveau trainieren kann, verringerte sich wohlmöglich der negative Einfluss geringer *capability* [91]. Gerade in der Anfangsphase der Intervention sowie im Falle gesundheitlicher Einschränkungen könnte dies die Stabilisierung des Verhaltens begünstigt haben [64,87,91]. Den Aussagen des Probanden der dritten Teilstudie zufolge passte er das Training seinen Voraussetzungen entsprechend selbstständig an oder bat eine Trainerin oder einen Trainer darum dies zu tun. Die Möglichkeit der Einflussnahme hat wiederum sein Gefühl von Autonomie und damit potentiell *motivation* gefördert [157].

Gesteigerte *capability* könnte des Weiteren dazu geführt haben, dass die Probandinnen und Probanden zunehmend von langfristig motivierenden Faktoren profitierten. Zu den Motiven, die im Rahmen der Teilstudien beobachtet wurden, zählen Freude am Training, Zufriedenheit mit den Ergebnissen des Trainings, Kompetenz erfahren und sich Herausforderungen stellen. In der dritten Teilstudie wurde als besonders motivierendes Element das erstmalige Meistern von anspruchsvollen Übungen (z.B. Klimmzug, olympisches Reißen) genannt. Die genannten Faktoren wurden in früheren Studien ebenfalls nachgewiesen [154,155,157,158]. Ergänzend wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit eine hohe soziale Interaktion zwischen den Probandinnen und Probanden untereinander sowie mit den Trainerinnen und Trainern beobachtet. Im Verlauf der Intervention entwickelte sich aus der anfänglich losen Trainingsgruppe zunehmend eine feste Gemeinschaft, die sich während des Trainings unterstützte, anfeuerte und zu bestimmten Trainingseinheiten verabredete. In der dritten Teilstudie wurde die Trainingsatmosphäre ebenfalls als von Beginn an positiv beschrieben, was sich mit den Erkenntnissen früherer Studien deckt. So weisen die Ergebnisse von Whiteman-Sandland et al. und Picket et al. darauf hin, dass Mitglieder von CrossFit®-Boxen über ein höheres soziales Kapital, Gemeinschafts- und Zugehörigkeitsgefühl verfügen als Mitglieder anderer Fitnessdomänen [159,160]. Insgesamt ist anzunehmen, dass das Zusammenspiel von *capability*, *motivation* und *behavior* und das Vorhandensein langfristig motivierender Faktoren maßgeblich für die Aufrechterhaltung des Trainings verantwortlich waren [86,87]. **Abbildung 10** stellt den Zusammenhang grafisch dar.

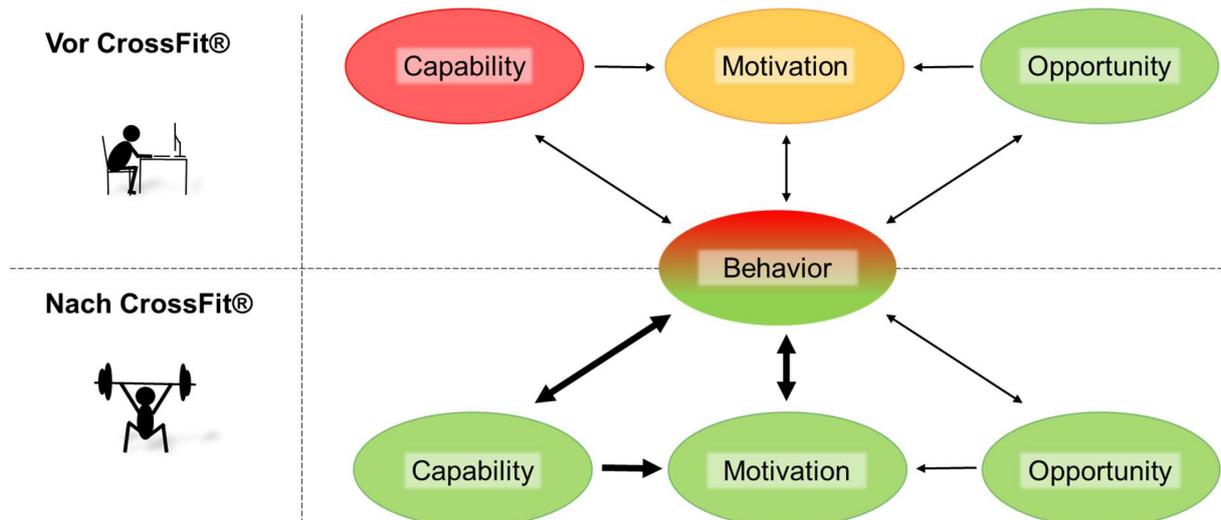


Abbildung 10 Einfluss von CrossFit® auf capability, motivation, opportunity und behavior (vgl. Michie et al., 2011)

9.3 Perspektiven für Wissenschaft und Praxis

Die Erfahrungen aus der vorliegenden Arbeit zeigen, dass sich CrossFit® aufgrund seiner hohen Skalierbarkeit für das Training heterogener Gruppen eignet – einschließlich Mitarbeitender, die aufgrund ihres Alters, Adipositas oder Verletzungen eingeschränkt sind [13,91]. In der MedXFit-Studie konnten dadurch Gruppen von bis zu zehn Probandinnen und Probanden mit unterschiedlichen körperlichen Voraussetzungen gemeinsam die gleichen Trainingseinheiten absolvieren. In den ersten Trainingswochen waren ausgebildete Trainerinnen und Trainer zwingend erforderlich, um das Training an die individuellen Bedürfnisse der Probandinnen und Probanden anzupassen. Mit fortschreitendem Trainingsprozess jedoch erlangten diese zunehmend das Wissen und die Fähigkeiten die eigene Leistung einzuschätzen und das Training entsprechend zu skalieren. Langfristig wäre daher sogar ein geringerer Betreuungsschlüssel denkbar. Der Zeitaufwand für das Training während der 12-monatigen Interventionsphase belief sich auf lediglich 2 Stunden pro Woche. Angesichts der signifikanten Effekte kann somit die Effektivität und Effizienz von CrossFit® bei inaktiven, sedentären Mitarbeitenden bestätigt werden, wobei die Leistungssteigerung im Verlauf der Intervention abflachte. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass CrossFit® mit fünf bis sechs Trainingseinheiten pro Woche eine deutlich höhere Trainingshäufigkeit empfiehlt [13]. Zukünftige Studien sollten daher untersuchen, wie sich die Trainingshäufigkeit auf die Leistungsentwicklung von Mitarbeitenden verschiedener Leistungsstufen auswirkt, um den Trainingsprozess weiter zu optimieren. Im betrieblichen Kontext muss hier berücksichtigt werden, dass Trainingszeit mit Arbeitszeit konkurriert und daher nicht unbegrenzt ausgedehnt werden kann. In diesem Zusammenhang wäre es darüber hinaus

sinnvoll Krankheitstage, Produktivität und den Zeitaufwand für die Tätigkeiten, die mit dem Training in Verbindung stehen (z.B. Transfer und Hygienemaßnahmen), zu ermitteln, um auch den wirtschaftlichen Nutzen abschätzen zu können [8]. Überdies gilt es die Ergebnisse der dritten Teilstudie durch prospektive, kontrollierte Interventionsstudien zu verifizieren. Um die Wirkung von CrossFit® auf das Wohlbefinden zu untersuchen, sollten zukünftige Forschungsvorhaben weitere Lebensstilfaktoren wie körperliche Aktivität, Ernährung, Alkoholkonsum, Schlaf und Stress erheben.

Schlussfolgerungen in Bezug auf die langfristige Verhaltensänderung basierten teilweise auf Beobachtungen und Aussagen von Probandinnen und Probanden, die auf Basis des COM-B Systems sowie den Modellvorstellungen von Kwasnicka et al. analysiert wurden. Das COM-B System erwies sich in der vorliegenden Arbeit ergänzt durch die Modellvorstellungen von Kwasnicka et al. als geeignetes Rahmenmodell und empfiehlt sich daher für zukünftige Untersuchungen. Die Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit sollten jedoch durch kontrollierte Interventionsstudien abgesichert werden [86,87]. Dahingehend ist es ratsam, bereits vor einer Intervention *opportunity*, *capability* und *behavior* aus Sicht der Probandinnen und Probanden zu erheben. Wertvolle Erkenntnisse ließen sich außerdem gewinnen, indem man Probandinnen und Probanden, die die Studie vorzeitig beenden, ebenfalls befragte.

9.4 Schlussfolgerung

Mit der vorliegenden Arbeit wurde erstmalig die langfristige Wirkung von CrossFit® als BGF-Maßnahme an inaktiven, sedentären Mitarbeitenden wissenschaftlich untersucht. Die Erkenntnisse stützen dabei die Annahme, dass CrossFit® dem eigenen Anspruch – ein effektives, effizientes und gleichzeitig sicheres Trainingskonzept zu sein, welches Fitness und Gesundheit optimal fördert – im betrieblichen Kontext gerecht wird [13]. Neben der positiven Wirkung auf die muskuloskelettale Fitness, sei hier vor allem auf die Eignung von CrossFit® hingewiesen, inaktive, sedentäre Mitarbeitende zur langfristigen Trainingsteilnahme zu motivieren. Das Potential dieser noch recht jungen Trainingsmethodologie, die ursprünglich für das Training von Einsatzkräften konzipiert wurde, lässt sich aktuell nur erahnen [13]. Dementsprechend wichtig ist es die Forschung in diesem Bereich voranzutreiben und den Wirkungsbereich von CrossFit® zunehmend zu erweitern, um unserer durch Bewegungsmangel gefährdeten modernen Gesellschaft zu mehr Gesundheit und Lebensqualität zu verhelfen.

Literaturverzeichnis

1. World Health Organization *Global Action Plan on Physical Activity 2018–2030: More Active People for a Healthier World*; World Health Organization: Geneva, 2018;
2. Lee, I.-M.; Shiroma, E.J.; Lobelo, F.; Puska, P.; Blair, S.N.; Katzmarzyk, P.T. Effect of Physical Inactivity on Major Non-Communicable Diseases Worldwide: An Analysis of Burden of Disease and Life Expectancy. *The Lancet* **2012**, *380*, 219–229, doi:10.1016/S0140-6736(12)61031-9.
3. Guthold, R.; Stevens, G.A.; Riley, L.M.; Bull, F.C. Worldwide Trends in Insufficient Physical Activity from 2001 to 2016: A Pooled Analysis of 358 Population-Based Surveys with 1·9 Million Participants. *The Lancet Global Health* **2018**, *6*, e1077–e1086, doi:10.1016/S2214-109X(18)30357-7.
4. Bull, F.C.; Al-Ansari, S.S.; Biddle, S.; Borodulin, K.; Buman, M.P.; Cardon, G.; Carty, C.; Chaput, J.-P.; Chastin, S.; Chou, R.; et al. World Health Organization 2020 Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour. *British Journal of Sports Medicine* **2020**, *54*, 1451–1462, doi:10.1136/bjsports-2020-102955.
5. Caspersen, C.J.; Powell, K.E.; Christenson, G.M. Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research. *Public health reports (Washington, D.C. : 1974)* **1985**, *100*, 126–131.
6. Thivel, D.; Tremblay, A.; Genin, P.M.; Panahi, S.; Rivière, D.; Duclos, M. Physical Activity, Inactivity, and Sedentary Behaviors: Definitions and Implications in Occupational Health . *Frontiers in Public Health* **2018**, *6*.
7. World Health Organization *Preventing Noncommunicable Diseases in the Workplace through Diet and Physical Activity*; World Health Organization: Geneva, 2008; ISBN 978 92 4 159632 9.
8. Pfeifer, K.; Rütten, A. Nationale Empfehlungen Für Bewegung Und Bewegungsförderung. *Das Gesundheitswesen* **2017**, *79*, S2–S3, doi:10.1055/s-0042-123346.
9. Dishman, R.K.; Oldenburg, B.; O’Neal, H.; Shephard, R.J. Worksite Physical Activity Interventions. *American Journal of Preventive Medicine* **1998**, *15*, 344–361, doi:10.1016/S0749-3797(98)00077-4.
10. Robroek, S.J.; van Lenthe, F.J.; van Empelen, P.; Burdorf, A. Determinants of Participation in Worksite Health Promotion Programmes: A Systematic Review. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity* **2009**, *6*, 26,

- doi:10.1186/1479-5868-6-26.
11. Hunt, M.K.; Stoddard, A.M.; Barbeau, E.; Goldman, R.; Wallace, L.; Gutheil, C.; Sorensen, G. Cancer Prevention for Working Class, Multiethnic Populations through Small Businesses: The Healthy Directions Study. *Cancer causes & control: CCC* **2003**, *14*, 749–760, doi:10.1023/a:1026327525701.
 12. Lovato, C.Y.; Green, L.W. Maintaining Employee Participation in Workplace Health Promotion Programs. *Health Education & Behavior* **1990**, *17*, 73–88, doi:10.1177/109019819001700108.
 13. Glassman, G. *The CrossFit Level 1 Training Guide*; 3rd ed.; CrossFit Incorporated, 2020; ISBN 9780998615073.
 14. Wagener, S.; Hoppe, M.W.; Hotfiel, T.; Engelhardt, M.; Javanmardi, S.; Baumgart, C.; Freiwald, J. CrossFit® – Development, Benefits and Risks. *Sports Orthopaedics and Traumatology* **2020**, *36*, 241–249, doi:10.1016/j.orthtr.2020.07.001.
 15. CrossFit Inc. In the Gym Available online: <https://www.crossfit.com/gyms>.
 16. Dawson, M.C. CrossFit: Fitness Cult or Reinventive Institution? *International Review for the Sociology of Sport* **2017**, *52*, 361–379, doi:10.1177/1012690215591793.
 17. Raichlen, D.A.; Pontzer, H.; Harris, J.A.; Mabulla, A.Z.P.; Marlowe, F.W.; Josh Snodgrass, J.; Eick, G.; Colette Berbesque, J.; Sancilio, A.; Wood, B.M. Physical Activity Patterns and Biomarkers of Cardiovascular Disease Risk in Hunter-Gatherers. *American journal of human biology: the official journal of the Human Biology Council* **2017**, *29*, doi:10.1002/ajhb.22919.
 18. Wood, B.M.; Pontzer, H.; Harris, J.A.; Mabulla, A.Z.P.; Hamilton, M.T.; Zderic, T.W.; Beheim, B.A.; Raichlen, D.A. Step Counts From Satellites: Methods for Integrating Accelerometer and GPS Data for More Accurate Measures of Pedestrian Travel. *Journal for the Measurement of Physical Behaviour* **2020**, *3*, 58–66, doi:10.1123/jmpb.2019-0016.
 19. Lieberman, D.E.; Kistner, T.M.; Richard, D.; Lee, I.-M.; Baggish, A.L. The Active Grandparent Hypothesis: Physical Activity and the Evolution of Extended Human Healthspans and Lifespans. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **2021**, *118*, doi:10.1073/pnas.2107621118.
 20. Pontzer, H.; Raichlen, D.A.; Wood, B.M.; Emery Thompson, M.; Racette, S.B.; Mabulla, A.Z.P.; Marlowe, F.W. Energy Expenditure and Activity among Hadza Hunter-Gatherers. *American Journal of Human Biology* **2015**, *27*, 628–637, doi:<https://doi.org/10.1002/ajhb.22711>.

21. Warburton, D.E.R.; Bredin, S.S.D. Health Benefits of Physical Activity. *Current Opinion in Cardiology* **2017**, *32*, 541–556, doi:10.1097/HCO.0000000000000437.
22. Gill, J.M.R.; Cooper, A.R. Physical Activity and Prevention of Type 2 Diabetes Mellitus. *Sports Medicine* **2008**, *38*, 807–824, doi:10.2165/00007256-200838100-00002.
23. Pescatello, L.S.; Buchner, D.M.; Jakicic, J.M.; Powell, K.E.; Kraus, W.E.; Bloodgood, B.; Campbell, W.W.; Dietz, S.; Dipietro, L.; George, S.M.; et al. Physical Activity to Prevent and Treat Hypertension: A Systematic Review. *Medicine and Science in Sports and Exercise* **2019**, *51*, 1314–1323, doi:10.1249/MSS.0000000000001943.
24. Winkler, S.; Hebestreit, A.; Ahrens, W. Körperliche Aktivität Und Adipositas. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* **2012**, *55*, 24–34, doi:10.1007/s00103-011-1386-y.
25. Wolin, K.Y.; Yan, Y.; Colditz, G.A.; Lee, I.-M. Physical Activity and Colon Cancer Prevention: A Meta-Analysis. *British Journal of Cancer* **2009**, *100*, 611–616, doi:10.1038/sj.bjc.6604917.
26. Dinas, P.C.; Koutedakis, Y.; Flouris, A.D. Effects of Exercise and Physical Activity on Depression. *Irish Journal of Medical Science* **2011**, *180*, 319–325, doi:10.1007/s11845-010-0633-9.
27. Wessinghage, T.; Morsch, A. Muskel-Skelett-Erkrankungen: Bedeutung von Bewegungsmangel Und Sportlicher Aktivität. *Public Health Forum* **2013**, *21*, 21–22, doi:10.1016/j.phf.2013.03.020.
28. Cooper, K.; Barton, G.C. An Exploration of Physical Activity and Wellbeing in University Employees. *Perspectives in Public Health* **2016**, *136*, 152–160, doi:10.1177/1757913915593103.
29. Gill, D.L.; Hammond, C.C.; Reifsteck, E.J.; Jehu, C.M.; Williams, R.A.; Adams, M.M.; Lange, E.H.; Becofsky, K.; Rodriguez, E.; Shang, Y.-T. Physical Activity and Quality of Life. *Journal of Preventive Medicine & Public Health* **2013**, *46*, S28–S34, doi:10.3961/jpmph.2013.46.S.S28.
30. Wen, C.P.; Wai, J.P.M.; Tsai, M.K.; Yang, Y.C.; Cheng, T.Y.D.; Lee, M.C.; Chan, H.T.; Tsao, C.K.; Tsai, S.P.; Wu, X. Minimum Amount of Physical Activity for Reduced Mortality and Extended Life Expectancy: A Prospective Cohort Study. *The Lancet* **2011**, *378*, 1244–1253, doi:10.1016/S0140-6736(11)60749-6.
31. Garber, C.E.; Blissmer, B.; Deschenes, M.R.; Franklin, B.A.; Lamonte, M.J.; Lee, I.-M.; Nieman, D.C.; Swain, D.P. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently

-
- Healthy Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise* **2011**, *43*, 1334–1359, doi:10.1249/MSS.0b013e318213fefb.
32. Wagner, P.; Woll, A.; Singer, R.; Bös, K. Körperliche Und Sportliche Aktivität - Definitionen, Klassifikationen Und Methoden. In *Handbuch Gesundheitssport. Hrsg.: K. Bös*; Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport; Hofmann-Verlag, 2006; Vol. 120, pp. 58–68 ISBN 978-3-7780-1702-9.
33. Tremblay, M.S.; Aubert, S.; Barnes, J.D.; Saunders, T.J.; Carson, V.; Latimer-Cheung, A.E.; Chastin, S.F.M.; Altenburg, T.M.; Chinapaw, M.J.M.; Altenburg, T.M.; et al. Sedentary Behavior Research Network (SBRN) – Terminology Consensus Project Process and Outcome. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* **2017**, *14*, 75, doi:10.1186/s12966-017-0525-8.
34. Ainsworth, B.E.; Haskell, W.L.; Herrmann, S.D.; Meckes, N.; Bassett, D.R.; Tudor-Locke, C.; Greer, J.L.; Vezina, J.; Whitt-Glover, M.C.; Leon, A.S. 2011 Compendium of Physical Activities. *Medicine & Science in Sports & Exercise* **2011**, *43*, 1575–1581, doi:10.1249/MSS.0b013e31821ece12.
35. Finger, J.D.; Mensink, G.B.; Lange, C.; Manz, K. Gesundheitsfördernde Körperliche Aktivität in Der Freizeit Bei Erwachsenen in Deutschland. *Journal of Health Monitoring* **2017**, *2*, 37–44, doi:10.17886/RKI-GBE-2017-027.
36. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) Adult Participation in Aerobic and Muscle-Strengthening Physical Activities--United States, 2011. *MMWR. Morbidity and mortality weekly report* **2013**, *62*, 326–330.
37. Bennie, J.A.; Pedisic, Z.; Suni, J.H.; Tokola, K.; Husu, P.; Biddle, S.J.H.; Vasankari, T. Self-Reported Health-Enhancing Physical Activity Recommendation Adherence among 64,380 Finnish Adults. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* **2017**, *27*, 1842–1853, doi:10.1111/sms.12863.
38. Bennie, J.A.; Pedisic, Z.; van Uffelen, J.G.Z.; Charity, M.J.; Harvey, J.T.; Banting, L.K.; Vergeer, I.; Biddle, S.J.H.; Eime, R.M. Pumping Iron in Australia: Prevalence, Trends and Sociodemographic Correlates of Muscle Strengthening Activity Participation from a National Sample of 195,926 Adults. *PLOS ONE* **2016**, *11*, e0153225, doi:10.1371/journal.pone.0153225.
39. Bennie, J.A.; Pedisic, Z.; van Uffelen, J.G.Z.; Gale, J.; Banting, L.K.; Vergeer, I.; Stamatakis, E.; Bauman, A.E.; Biddle, S.J.H. The Descriptive Epidemiology of Total Physical Activity, Muscle-Strengthening Exercises and Sedentary Behaviour among Australian Adults – Results from the National Nutrition and Physical Activity Survey. *BMC Public Health* **2015**, *16*, 73, doi:10.1186/s12889-016-2736-3.

40. Warburton, D.E.R. Health Benefits of Physical Activity: The Evidence. *Canadian Medical Association Journal* **2006**, *174*, 801–809, doi:10.1503/cmaj.051351.
41. Kell, R.T.; Bell, G.; Quinney, A. Musculoskeletal Fitness, Health Outcomes and Quality of Life. *Sports Medicine* **2001**, *31*, 863–873, doi:10.2165/00007256-200131120-00003.
42. Metter, E.J.; Conwit, R.; Tobin, J.; Fozard, J.L. Age-Associated Loss of Power and Strength in the Upper Extremities in Women and Men. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* **1997**, *52A*, B267–B276, doi:10.1093/gerona/52A.5.B267.
43. Lexell, J.; Taylor, C.C.; Sjöström, M. What Is the Cause of the Ageing Atrophy? *Journal of the Neurological Sciences* **1988**, *84*, 275–294, doi:10.1016/0022-510X(88)90132-3.
44. Rutenfranz, J.; Hettinger, T. [Studies on the Dependence of Physical Fitness on Age, Sex and Physical Development]. *Zeitschrift für Kinderheilkunde* **1959**, *83*, 65–88.
45. Vandervoort, A.A.; Chesworth, B.M.; Cunningham, D.A.; Paterson, D.H.; Rechnitzer, P.A.; Koval, J.J. Age and Sex Effects on Mobility of the Human Ankle. *Journal of Gerontology* **1992**, *47*, M17–M21, doi:10.1093/geronj/47.1.M17.
46. Katzmarzyk, P.T.; Craig, C.L. Musculoskeletal Fitness and Risk of Mortality. *Medicine & Science in Sports & Exercise* **2002**, *34*, 740–744, doi:10.1097/00005768-200205000-00002.
47. Higgins, S.; Pomeroy, A.; Bates, L.C.; Paterson, C.; Barone Gibbs, B.; Pontzer, H.; Stoner, L. Sedentary Behavior and Cardiovascular Disease Risk: An Evolutionary Perspective. *Frontiers in Physiology* **2022**, *13*, doi:10.3389/fphys.2022.962791.
48. Rezende, L.F.M. de; Rodrigues Lopes, M.; Rey-López, J.P.; Matsudo, V.K.R.; Luiz, O. do C. Sedentary Behavior and Health Outcomes: An Overview of Systematic Reviews. *PLoS ONE* **2014**, *9*, e105620, doi:10.1371/journal.pone.0105620.
49. Patterson, R.; McNamara, E.; Tainio, M.; de Sá, T.H.; Smith, A.D.; Sharp, S.J.; Edwards, P.; Woodcock, J.; Brage, S.; Wijndaele, K. Sedentary Behaviour and Risk of All-Cause, Cardiovascular and Cancer Mortality, and Incident Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Dose Response Meta-Analysis. *European Journal of Epidemiology* **2018**, *33*, 811–829, doi:10.1007/s10654-018-0380-1.
50. Froböse, I.; Wallmann-Sperlich, B. Der DKV-Report 2021: Wie Gesund Lebt Deutschland? **2021**, *60*.
51. Saidj, M.; Menai, M.; Charreire, H.; Weber, C.; Enaux, C.; Aadahl, M.; Kesse-Guyot, E.; Hercberg, S.; Simon, C.; Oppert, J.-M. Descriptive Study of Sedentary Behaviours

- in 35,444 French Working Adults: Cross-Sectional Findings from the ACTI-Cités Study. *BMC Public Health* **2015**, *15*, 379, doi:10.1186/s12889-015-1711-8.
52. Finger, J.D.; Mensink, G.; Lange, C.; Manz, K. Arbeitsbezogene Körperliche Aktivität Bei Erwachsenen in Deutschland. *Journal of Health Monitoring* **2017**, *2*, 29–36, doi:10.17886/RKI-GBE-2017-026.
53. Heneghan, N.R.; Baker, G.; Thomas, K.; Falla, D.; Rushton, A. What Is the Effect of Prolonged Sitting and Physical Activity on Thoracic Spine Mobility? An Observational Study of Young Adults in a UK University Setting. *BMJ Open* **2018**, *8*, e019371, doi:10.1136/bmjopen-2017-019371.
54. Gupta, N.; Christiansen, C.S.; Hallman, D.M.; Korshøj, M.; Carneiro, I.G.; Holtermann, A. Is Objectively Measured Sitting Time Associated with Low Back Pain? A Cross-Sectional Investigation in the NOMAD Study. *PLOS ONE* **2015**, *10*, e0121159, doi:10.1371/journal.pone.0121159.
55. Park, S.-M.; Kim, H.-J.; Jeong, H.; Kim, H.; Chang, B.-S.; Lee, C.-K.; Yeom, J.S. Longer Sitting Time and Low Physical Activity Are Closely Associated with Chronic Low Back Pain in Population over 50 Years of Age: A Cross-Sectional Study Using the Sixth Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *The Spine Journal* **2018**, *18*, 2051–2058, doi:10.1016/j.spinee.2018.04.003.
56. Hussain, S.M.; Urquhart, D.M.; Wang, Y.; Dunstan, D.; Shaw, J.E.; Magliano, D.J.; Wluka, A.E.; Cicuttini, F.M. Associations between Television Viewing and Physical Activity and Low Back Pain in Community-Based Adults. *Medicine* **2016**, *95*, e3963, doi:10.1097/MD.0000000000003963.
57. Hallman, D.M.; Gupta, N.; Mathiassen, S.E.; Holtermann, A. Association between Objectively Measured Sitting Time and Neck–Shoulder Pain among Blue-Collar Workers. *International Archives of Occupational and Environmental Health* **2015**, *88*, 1031–1042, doi:10.1007/s00420-015-1031-4.
58. Stommen, N.C.; Verbunt, J.A.; Gorter, S.L.; Goossens, M.E. Physical Activity and Disability among Adolescents and Young Adults with Non-Specific Musculoskeletal Pain. *Disability and Rehabilitation* **2012**, *34*, 1438–1443, doi:10.3109/09638288.2011.645112.
59. Stubbs, B.; Binnekade, T.T.; Soundy, A.; Schofield, P.; Huijnen, I.P.J.; Eggermont, L.H.P. Are Older Adults with Chronic Musculoskeletal Pain Less Active than Older Adults Without Pain? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pain Medicine* **2013**, *14*, 1316–1331, doi:10.1111/pme.12154.

-
60. Lin, C.-W.C.; McAuley, J.H.; Macedo, L.; Barnett, D.C.; Smeets, R.J.; Verbunt, J.A. Relationship between Physical Activity and Disability in Low Back Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pain* **2011**, *152*, 607–613, doi:10.1016/j.pain.2010.11.034.
 61. World Health Organization *Global Status Report on Physical Activity 2022*; World Health Organization: Geneva, 2022; ISBN 9789240059153.
 62. Hafner, M.; Yerushalmi, E.; Stepanek, M.; Phillips, W.; Pollard, J.; Deshpande, A.; Whitmore, M.; Millard, F.; Subel, S.; van Stolk, C. Estimating the Global Economic Benefits of Physically Active Populations over 30 Years (2020–2050). *British Journal of Sports Medicine* **2020**, *54*, 1482–1487, doi:10.1136/bjsports-2020-102590.
 63. Heinrich, K.M.; Spencer, V.; Fehl, N.; Carlos Poston, W.S. Mission Essential Fitness: Comparison of Functional Circuit Training to Traditional Army Physical Training for Active Duty Military. *Military Medicine* **2012**, *177*, 1125–1130, doi:10.7205/MILMED-D-12-00143.
 64. De Winter, L.; Gutman, L.M. Facilitators and Barriers to Fitness Bootcamp Participation Using the Behaviour Change Wheel. *Health Education Journal* **2022**, *81*, 3–16, doi:10.1177/00178969211044180.
 65. Feito, Y.; Heinrich, K.M.; Butcher, S.J.; Poston, W.S.C. High-Intensity Functional Training (HIFT): Definition and Research Implications for Improved Fitness. *Sports* **2018**, *6*, doi:10.3390/sports6030076.
 66. World Health Organization Ottawa-Charta Zur Gesundheitsförderung, 1986. **1986**.
 67. Europäische Kommission *Strategischer Rahmen Der EU Für Gesundheit Und Sicherheit Am Arbeitsplatz 2021– 2027 Arbeitsschutz in Einer Sich Wandelnden Arbeitswelt*; Brüssel, 2021;
 68. Dabkowski, E.; Porter, J.E.; Barbagallo, M.; Prokopiv, V.; Snell, C.; Missen, K. A Systematic Literature Review of Workplace Physical Activity Programs: An Exploration of Barriers and Enabling Factors. *Cogent Psychology* **2023**, *10*, doi:10.1080/23311908.2023.2186327.
 69. To, Q.G.; Chen, T.T.L.; Magnussen, C.G.; To, K.G. Workplace Physical Activity Interventions: A Systematic Review. *American Journal of Health Promotion* **2013**, *27*, e113–e123, doi:10.4278/ajhp.120425-LIT-222.
 70. Metcalfe, R.S.; Atef, H.; Mackintosh, K.; McNarry, M.; Ryde, G.; Hill, D.M.; Vollaard, N.B.J. Time-Efficient and Computer-Guided Sprint Interval Exercise Training for Improving Health in the Workplace: A Randomised Mixed-Methods Feasibility Study in Office-Based Employees. *BMC Public Health* **2020**, *20*, 313, doi:10.1186/s12889-020-

- 8444-z.
71. Gu, M.; Wang, Y.; Shi, Y.; Yu, J.; Xu, J.; Jia, Y.; Cheng, M. Impact of a Group-Based Intervention Program on Physical Activity and Health-Related Outcomes in Worksite Settings. *BMC Public Health* **2020**, *20*, 935, doi:10.1186/s12889-020-09036-2.
 72. Hafez, D.; Fedewa, A.; Moran, M.; O'Brien, M.; Ackermann, R.; Kullgren, J.T. Workplace Interventions to Prevent Type 2 Diabetes Mellitus: A Narrative Review. *Current Diabetes Reports* **2017**, *17*, 9, doi:10.1007/s11892-017-0840-0.
 73. Dalager, T.; Justesen, J.B.; Sjøgaard, G. Intelligent Physical Exercise Training in a Workplace Setting Improves Muscle Strength and Musculoskeletal Pain: A Randomized Controlled Trial. *BioMed Research International* **2017**, *2017*, 1–9, doi:10.1155/2017/7914134.
 74. Karatrantou, K.; Gerodimos, V.; Manouras, N.; Vasilopoulou, T.; Melissopoulou, A.; Mesiakaris, A.F.; Theodorakis, Y. Health-Promoting Effects of a Concurrent Workplace Training Program in Inactive Office Workers (HealPWorkers): A Randomized Controlled Study. *American Journal of Health Promotion* **2020**, *34*, 376–386, doi:10.1177/0890117119899781.
 75. Proper, K.I.; van Oostrom, S.H. The Effectiveness of Workplace Health Promotion Interventions on Physical and Mental Health Outcomes – a Systematic Review of Reviews. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* **2019**, *45*, 546–559.
 76. Van Eerd, D.; Munhall, C.; Irvin, E.; Rempel, D.; Brewer, S.; van der Beek, A.J.; Dennerlein, J.T.; Tullar, J.; Skivington, K.; Pinion, C.; et al. Effectiveness of Workplace Interventions in the Prevention of Upper Extremity Musculoskeletal Disorders and Symptoms: An Update of the Evidence. *Occupational and Environmental Medicine* **2016**, *73*, 62–70, doi:10.1136/oemed-2015-102992.
 77. Hallam, K.T.; Billsborough, S.; de Courten, M. “Happy Feet”: Evaluating the Benefits of a 100-Day 10,000 Step Challenge on Mental Health and Wellbeing. *BMC Psychiatry* **2018**, *18*, 19, doi:10.1186/s12888-018-1609-y.
 78. Patterson, M.S.; Gagnon, L.R.; Nelon, J.L.; Spadine, M.N. A Pilot Study Using Egocentric Network Analysis to Assess Holistic Health Benefits among a Sample of University Employees Involved in a Worksite Fitness Program. *Work (Reading, Mass.)* **2020**, *66*, 63–72, doi:10.3233/WOR-203151.
 79. Grimani, A.; Aboagye, E.; Kwak, L. The Effectiveness of Workplace Nutrition and Physical Activity Interventions in Improving Productivity, Work Performance and Workability: A Systematic Review. *BMC Public Health* **2019**, *19*, 1676,

- doi:10.1186/s12889-019-8033-1.
80. Ziesche, S. Nutzenpotenziale von Betrieblicher Gesundheitsförderung. *B&G Bewegungstherapie und Gesundheitssport* **2015**, *31*, 15–20, doi:10.1055/s-0034-1384328.
 81. Bouchard, C.; Shephard, R.J. *Physical Activity, Fitness and Health: The Model and Key Concepts.*; Human Kinetics: Champaign, 1994.
 82. Taylor, W.C.; King, K.E.; Shegog, R.; Paxton, R.J.; Evans-Hudnall, G.L.; Rempel, D.M.; Chen, V.; Yancey, A.K. Booster Breaks in the Workplace: Participants' Perspectives on Health-Promoting Work Breaks. *Health Education Research* **2013**, *28*, 414–425, doi:10.1093/her/cyt001.
 83. Donaldson-Feilder, E.; Lewis, R.; Pavey, L.; Jones, B.; Green, M.; Webster, A. Perceived Barriers and Facilitators of Exercise and Healthy Dietary Choices: A Study of Employees and Managers within a Large Transport Organisation. *Health Education Journal* **2017**, *76*, 661–675, doi:10.1177/0017896917712296.
 84. Ball, K.; Crawford, D.; Owen, N. Obesity as a Barrier to Physical Activity. *Australian and New Zealand Journal of Public Health* **2000**, *24*, 331–333, doi:10.1111/j.1467-842X.2000.tb01579.x.
 85. Baillot, A.; Chenail, S.; Barros Polita, N.; Simoneau, M.; Libourel, M.; Nazon, E.; Riesco, E.; Bond, D.S.; Romain, A.J. Physical Activity Motives, Barriers, and Preferences in People with Obesity: A Systematic Review. *PLOS ONE* **2021**, *16*, e0253114, doi:10.1371/journal.pone.0253114.
 86. Michie, S.; van Stralen, M.M.; West, R. The Behaviour Change Wheel: A New Method for Characterising and Designing Behaviour Change Interventions. *Implementation Science* **2011**, *6*, 42, doi:10.1186/1748-5908-6-42.
 87. Kwasnicka, D.; Dombrowski, S.U.; White, M.; Sniehotta, F. Theoretical Explanations for Maintenance of Behaviour Change: A Systematic Review of Behaviour Theories. *Health Psychology Review* **2016**, *10*, 277–296, doi:10.1080/17437199.2016.1151372.
 88. Gianzina, E.A.; Kassotaki, O.A. The Benefits and Risks of the High-Intensity CrossFit Training. *Sport Sciences for Health* **2019**, *15*, 21–33, doi:10.1007/s11332-018-0521-7.
 89. Oliver-López, A.; García-Valverde, A.; Sabido, R. Summary of the Evidence on Responses and Adaptations Derived from Crossfit Training. A Systematic Review. *Retos* **2022**, *46*, 309–322, doi:10.47197/retos.v46.93442.
 90. Dominski, F.H.; Serafim, T.T.; Siqueira, T.C.; Andrade, A. Psychological Variables of CrossFit Participants: A Systematic Review. *Sport Sciences for Health* **2021**, *17*, 21–

-
- 41, doi:10.1007/s11332-020-00685-9.
91. Gordon, B.Y.J. Scaling Crossfit Workouts. *The CrossFit Journal* **2015**, 1–7.
92. Meier, N.; Sietmann, D.; Schmidt, A. Comparison of Cardiovascular Parameters and Internal Training Load of Different 1-h Training Sessions in Non-Elite CrossFit® Athletes. *Journal of Science in Sport and Exercise* **2022**, doi:10.1007/s42978-022-00169-x.
93. Robroek, S.J.; Coenen, P.; Oude Hengel, K.M. Decades of Workplace Health Promotion Research: Marginal Gains or a Bright Future Ahead. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* **2021**, *47*, 561–564, doi:10.5271/sjweh.3995.
94. World Health Organization *Basic Documents: 49th Edition*; World Health Organization: Geneva, 2020; ISBN 9789240000513.
95. Hafner, M.; Van Stolk, C.; Saunders, C.; Krapels, J.; Baruch, B. Health, Wellbeing and Productivity in the Workplace: A Britain's Healthiest Company Summary Report. *Health, wellbeing and productivity in the workplace: A Britain's Healthiest Company summary report* **2020**, doi:10.7249/rr1084.
96. Weineck, J. *Sportbiologie*; Spitta: Balingen, 2010; ISBN 9783938509258.
97. Reme, S.E.; Tangen, T.; Moe, T.; Eriksen, H.R. Prevalence of Psychiatric Disorders in Sick Listed Chronic Low Back Pain Patients. *European journal of pain (London, England)* **2011**, *15*, 1075–1080, doi:10.1016/j.ejpain.2011.04.012.
98. Vähä-Ypyä, H.; Sievänen, H.; Husu, P.; Tokola, K.; Vasankari, T. Intensity Paradox—Low-Fit People Are Physically Most Active in Terms of Their Fitness. *Sensors* **2021**, *21*, doi:10.3390/s21062063.
99. Williams, C.J.; Williams, M.G.; Eynon, N.; Ashton, K.J.; Little, J.P.; Wisloff, U.; Coombes, J.S. Genes to Predict VO₂(max) Trainability: A Systematic Review. *BMC genomics* **2017**, *18*, 831, doi:10.1186/s12864-017-4192-6.
100. Willmott, T.J.; Pang, B.; Rundle-Thiele, S. Capability, Opportunity, and Motivation: An across Contexts Empirical Examination of the COM-B Model. *BMC Public Health* **2021**, *21*, 1014, doi:10.1186/s12889-021-11019-w.
101. Madden, S.K.; Blewitt, C.A.; Ahuja, K.D.K.; Skouteris, H.; Bailey, C.M.; Hills, A.P.; Hill, B. Workplace Healthy Lifestyle Determinants and Wellbeing Needs across the Preconception and Pregnancy Periods: A Qualitative Study Informed by the COM-B Model. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **2021**, *18*.
102. Ojo, S.O.; Bailey, D.P.; Hewson, D.J.; Chater, A.M. Perceived Barriers and Facilitators

- to Breaking Up Sitting Time among Desk-Based Office Workers: A Qualitative Investigation Using the TDF and COM-B. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **2019**, *16*, 2903, doi:10.3390/ijerph16162903.
103. Howlett, N.; Schulz, J.; Trivedi, D.; Troop, N.; Chater, A. A Prospective Study Exploring the Construct and Predictive Validity of the COM-B Model for Physical Activity. *Journal of Health Psychology* **2019**, *24*, 1378–1391, doi:10.1177/1359105317739098.
104. Rotter, J.B. Some Implications of a Social Learning Theory for the Prediction of Goal Directed Behavior from Testing Procedures. *Psychological review* **1960**, *67*, 301–316, doi:10.1037/h0039601.
105. Churchill, T.W.; Krishnan, S.; Weisskopf, M.; A. Yates, B.; Speizer, F.E.; Kim, J.H.; Nadler, L.E.; Pascual-Leone, A.; Zafonte, R.; Baggish, A.L. Weight Gain and Health Affliction Among Former National Football League Players. *The American Journal of Medicine* **2018**, *131*, 1491–1498, doi:https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2018.07.042.
106. Cantu, R.C.; Mueller, F.O. Brain Injury-Related Fatalities in American Football, 1945–1999. *Neurosurgery* **2003**, *52*, 846–853, doi:10.1227/01.NEU.0000053210.76063.E4.
107. Dominski, F.H.; Tibana, R.A.; Andrade, A. “Functional Fitness Training”, CrossFit, HIMT, or HIFT: What Is the Preferable Terminology? *Frontiers in Sports and Active Living* **2022**, *4*, doi:10.3389/fspor.2022.882195.
108. Claudino, J.G.; Gabbett, T.J.; Bourgeois, F.; Souza, H. de S.; Miranda, R.C.; Mezêncio, B.; Soncin, R.; Cardoso Filho, C.A.; Bottaro, M.; Hernandez, A.J.; et al. CrossFit Overview: Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine - Open* **2018**, *4*, 11, doi:10.1186/s40798-018-0124-5.
109. Murawska-Cialowicz, E.; Wojna, J.; Zuwała-Jagiello, J. Crossfit Training Changes Brain-Derived Neurotrophic Factor and Irisin Levels at Rest, after Wingate and Progressive Tests, and Improves Aerobic Capacity and Body Composition of Young Physically Active Men and Women. *Journal of Physiology and Pharmacology* **2015**, *66*, 811–821.
110. Eather, N.; Morgan, P.J.; Lubans, D.R. Improving Health-Related Fitness in Adolescents: The CrossFit Teens™ Randomised Controlled Trial. *Journal of Sports Sciences* **2016**, *34*, 209–223, doi:10.1080/02640414.2015.1045925.
111. Brisebois, M.; Rigby, B.; Nichols, D. Physiological and Fitness Adaptations after Eight Weeks of High-Intensity Functional Training in Physically Inactive Adults. *Sports* **2018**, *6*, 146, doi:10.3390/sports6040146.

-
112. Schlegel, P. CrossFit® Training Strategies from the Perspective of Concurrent Training: A Systematic Review. *Journal of sports science & medicine* **2020**, *19*, 670–680.
113. Shaw, S.B.; Dullabh, M.; Forbes, G.; Brandkamp, J.-L.; Shaw, I. Analysis of Physiological Determinants during a Single Bout of Crossfit. *International Journal of Performance Analysis in Sport* **2015**, *15*, 809–815, doi:10.1080/24748668.2015.11868832.
114. Fernández, J.F.; Solana, R.S.; Moya, D.; Marin, J.M.S.; Ramón, M.M. Acute Physiological Responses during Crossfit®workouts. *European Journal of Human Movement* **2015**, *35*, 114–124.
115. da Costa, T.S.; Louzada, C.T.N.; Miyashita, G.K.; da Silva, P.H.J.; Sungaila, H.Y.F.; Lara, P.H.S.; Pochini, A. de C.; Ejnisman, B.; Cohen, M.; Arliani, G.G. CrossFit®: Injury Prevalence and Main Risk Factors. *Clinics* **2019**, *74*, e1402, doi:10.6061/clinics/2019/e1402.
116. Weisenthal, B.M.; Beck, C.A.; Maloney, M.D.; DeHaven, K.E.; Giordano, B.D. Injury Rate and Patterns Among CrossFit Athletes. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine* **2014**, *2*, 232596711453117, doi:10.1177/2325967114531177.
117. Bös, K. *Handbuch Sportmotorischer Tests*; Hogrefe: Göttingen, 1987;
118. Berryman, N.; Mujika, I.; Bosquet, L. Concurrent Training for Sports Performance: The 2 Sides of the Medal. *International Journal of Sports Physiology and Performance* **2019**, *14*, 279–285, doi:10.1123/ijsp.2018-0103.
119. Dexheimer, J.D.; Schroeder, E.T.; Sawyer, B.J.; Pettitt, R.W.; Aguinaldo, A.L.; Torrence, W.A. Physiological Performance Measures as Indicators of Crossfit® Performance. *Sports* **2019**, *7*, doi:10.3390/sports7040093.
120. Heck, H.; Bartmus, U. Energiestoffwechsel Des Muskels BT - Laktat: Stoffwechselgrundlagen, Leistungsdiagnostik, Trainingssteuerung. In: Heck, H., Bartmus, U., Grabow, V., Eds.; Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg, 2022; pp. 29–47 ISBN 978-3-662-59835-1.
121. Hargreaves, M.; Spriet, L.L. Skeletal Muscle Energy Metabolism during Exercise. *Nature Metabolism* **2020**, *2*, 817–828, doi:10.1038/s42255-020-0251-4.
122. Cosgrove, S.J.; Crawford, D.A.; Heinrich, K.M. Multiple Fitness Improvements Found after 6-Months of High Intensity Functional Training. *Sports* **2019**, *7*, 203, doi:10.3390/sports7090203.
123. Cruz-Jentoft, A.J.; Sayer, A.A. Sarcopenia. *The Lancet* **2019**, *393*, 2636–2646,

doi:[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)31138-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31138-9).

124. Weiss, U. Biologische Grundlagen Und Körperliche Leistungsfähigkeit. *Turnen und Sport in der Schule* **1978**, *7*, 33–61.
125. Meier, N.; Rabel, S.; Schmidt, A. Determination of a CrossFit® Benchmark Performance Profile. *Sports* **2021**, *9*, 80, doi:10.3390/sports9060080.
126. Goins, J.; Richardson, M.T.; Wingo, J.; Hodges, G.; Leaver-Dunn, D.; Leeper, J. Physiological And Performance Effects Of Crossfit, University of Alabama: Tuscaloosa, 2014.
127. Crawford, D.; Drake, N.; Carper, M.; DeBlauw, J.; Heinrich, K. Are Changes in Physical Work Capacity Induced by High-Intensity Functional Training Related to Changes in Associated Physiologic Measures? *Sports* **2018**, *6*, 26, doi:10.3390/sports6020026.
128. Feito, Y.; Hoffstetter, W.; Serafini, P.; Mangine, G. Changes in Body Composition, Bone Metabolism, Strength, and Skill-Specific Performance Resulting from 16-Weeks of HIFT. *PLOS ONE* **2018**, *13*, e0198324, doi:10.1371/journal.pone.0198324.
129. Kliszczewicz, B.; Snarr, R.; Esco, M. Metabolic and Cardiovascular Response To the Crossfit Workout “Cindy”: A Pilot Study. *J Sport Human Perf* **2014**, *2*, 1–9, doi:10.12922/jshp.v2i2.38.
130. Wilson, J.M.; Marin, P.J.; Rhea, M.R.; Wilson, S.M.C.; Loenneke, J.P.; Anderson, J.C. Concurrent Training. *Journal of Strength and Conditioning Research* **2012**, *26*, 2293–2307, doi:10.1519/JSC.0b013e31823a3e2d.
131. B Alabinis, C.P.; Psarakis, C.H.; Moukas, M.; V Assilou, M.P.; Behrakis, P.K. Early Phase Changes by Concurrent Endurance and Strength Training. *The Journal of Strength & Conditioning Research* **2003**, *17*.
132. Tabata, I. Tabata Training: One of the Most Energetically Effective High-Intensity Intermittent Training Methods. *The Journal of Physiological Sciences* **2019**, *69*, 559–572, doi:10.1007/s12576-019-00676-7.
133. Leitão, L.; Dias, M.; Campos, Y.; Vieira, J.G.; Sant’Ana, L.; Telles, L.G.; Tavares, C.; Mazini, M.; Novaes, J.; Vianna, J. Physical and Physiological Predictors of FRAN CrossFit® WOD Athlete’s Performance. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **2021**, *18*, 4070, doi:10.3390/ijerph18084070.
134. Fradkin, A.J.; Zazryn, T.R.; Smoliga, J.M. Effects of Warming-up on Physical Performance: A Systematic Review With Meta-Analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research* **2010**, *24*, 140–148, doi:10.1519/JSC.0b013e3181c643a0.

-
135. Safran, M.R.; Seaber, A. V.; Garrett, W.E. Warm-Up and Muscular Injury Prevention. *Sports Medicine* **1989**, *8*, 239–249, doi:10.2165/00007256-198908040-00004.
136. Methenitis, S. A Brief Review on Concurrent Training: From Laboratory to the Field. *Sports* **2018**, *6*, 127, doi:10.3390/sports6040127.
137. Schoenfeld, B.J.; Pope, Z.K.; Benik, F.M.; Hester, G.M.; Sellers, J.; Nooner, J.L.; Schnaiter, J.A.; Bond-Williams, K.E.; Carter, A.S.; Ross, C.L.; et al. Longer Interset Rest Periods Enhance Muscle Strength and Hypertrophy in Resistance-Trained Men. *Journal of Strength and Conditioning Research* **2016**, *30*, 1805–1812, doi:10.1519/JSC.0000000000001272.
138. Miller, A.E.J.; MacDougall, J.D.; Tarnopolsky, M.A.; Sale, D.G. Gender Differences in Strength and Muscle Fiber Characteristics. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* **1993**, *66*, 254–262, doi:10.1007/BF00235103.
139. Bishop, P.; Cureton, K.; Collins, M. Sex Difference in Muscular Strength in Equally-Trained Men and Women. *Ergonomics* **1987**, *30*, 675–687, doi:10.1080/00140138708969760.
140. van Dongen, J.M.; Proper, K.I.; van Wier, M.F.; van der Beek, A.J.; Bongers, P.M.; van Mechelen, W.; van Tulder, M.W. Systematic Review on the Financial Return of Worksite Health Promotion Programmes Aimed at Improving Nutrition and/or Increasing Physical Activity. *Obesity Reviews* **2011**, *12*, 1031–1049, doi:10.1111/j.1467-789X.2011.00925.x.
141. Dominski, F.H.; Matias, T.S.; Serafim, T.T.; Feito, Y. Motivation to CrossFit Training: A Narrative Review. *Sport Sciences for Health* **2020**, *16*, 195–206, doi:10.1007/s11332-020-00619-5.
142. Gail, S.; Künzell, S. Reliability of a 5-Repetition Maximum Strength Test in Recreational Athletes. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* **2014**, *2014*, 314–317, doi:10.5960/dzsm.2014.138.
143. Feito, Y.; Burrows, E.K.; Tabb, L.P. A 4-Year Analysis of the Incidence of Injuries Among CrossFit-Trained Participants. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine* **2018**, *6*, 232596711880310, doi:10.1177/2325967118803100.
144. Tafuri, S. CrossFit Athletes Exhibit High Symmetry of Fundamental Movement Patterns. A Cross-Sectional Study. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal* **2016**, *6*, 157–160, doi:10.11138/mltj/2016.6.1.157.
145. Kaczorowska, A.; Noworyta, K.; Mroczek, A.; Lepsy, E. Effect of the MobilityWOD Training Program on Functional Movement Patterns Related to the Risk of Injury in

- CrossFit Practitioners. *Acta Gymnica* **2020**, *50*, 3–8, doi:10.5507/ag.2020.002.
146. Cook, G.; Burton, L.; Hoogenboom, B.J.; Voight, M. Functional Movement Screening: The Use of Fundamental Movements as an Assessment of Function-Part 2. *International journal of sports physical therapy* **2014**, *9*, 549–563.
147. Cook, G.; Burton, L.; Hoogenboom, B.J.; Voight, M. Functional Movement Screening: The Use of Fundamental Movements as an Assessment of Function - Part 1. *International journal of sports physical therapy* **2014**, *9*, 396–409.
148. Summitt, R.J.; Cotton, R.A.; Kays, A.C.; Slaven, E.J. Shoulder Injuries in Individuals Who Participate in CrossFit Training. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach* **2016**, *8*, 541–546, doi:10.1177/1941738116666073.
149. Montalvo, A.M.; Shaefer, H.; Rodriguez, B.; Li, T.; Epnere, K.; Myer, G.D. Retrospective Injury Epidemiology and Risk Factors for Injury in CrossFit. *Journal of sports science & medicine* **2017**, *16*, 53–59.
150. Hak, P.T.; Hodzovic, E.; Hickey, B. The Nature and Prevalence of Injury during CrossFit Training. *Journal of Strength and Conditioning Research* **2013**, doi:10.1519/JSC.0000000000000318.
151. Topp, C.W.; Østergaard, S.D.; Søndergaard, S.; Bech, P. The WHO-5 Well-Being Index: A Systematic Review of the Literature. *Psychotherapy and Psychosomatics* **2015**, *84*, 167–176, doi:10.1159/000376585.
152. Rozada, C. The Health Aspects of CrossFit™: Correlation Analyses in Everyday Participants, University of Northern Colorado: Greeley, 2021.
153. Köteles, F.; Kollsete, M.; Kollsete, H. Psychological Concomitants of Crossfit Training. *Kinesiology* **2016**, *48*, 39–48, doi:10.26582/k.48.1.13.
154. Fisher, J.; Sales, A.; Carlson, L.; Steele, J. A Comparison of the Motivational Factors between CrossFit Participants and Other Resistance Exercise Modalities: A Pilot Study. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* **2017**, *57*, doi:10.23736/S0022-4707.16.06434-3.
155. Bycura, D.; Feito, Y.; Prather, C. Motivational Factors in CrossFit ® Training Participation. *Health Behavior and Policy Review* **2017**, *4*, 539–550, doi:10.14485/HBPR.4.6.4.
156. Box, A.G.; Feito, Y.; Brown, C.; Petruzzello, S.J. Individual Differences Influence Exercise Behavior: How Personality, Motivation, and Behavioral Regulation Vary among Exercise Mode Preferences. *Heliyon* **2019**, *5*, e01459, doi:10.1016/j.heliyon.2019.e01459.

-
157. Sibley, B.A.; Bergman, S.M. What Keeps Athletes in the Gym? Goals, Psychological Needs, and Motivation of CrossFit™ Participants. *International Journal of Sport and Exercise Psychology* **2018**, *16*, 555–574, doi:10.1080/1612197X.2017.1280835.
158. Davies, M.J.; Coleman, L.; Stellino, M.B. The Relationship between Basic Psychological Need Satisfaction. *Journal of Sport Behavior* **2016**, *39*, 239–255.
159. Pickett, A.C.; Goldsmith, A.; Damon, Z.; Walker, M. The Influence of Sense of Community on the Perceived Value of Physical Activity: A Cross-Context Analysis. *Leisure Sciences* **2016**, *38*, 199–214, doi:10.1080/01490400.2015.1090360.
160. Whiteman-Sandland, J.; Hawkins, J.; Clayton, D. The Role of Social Capital and Community Belongingness for Exercise Adherence: An Exploratory Study of the CrossFit Gym Model. *Journal of Health Psychology* **2018**, *23*, 1545–1556, doi:10.1177/1359105316664132.
161. Box, A.G.; Feito, Y.; Matson, A.; Heinrich, K.M.; Petruzzello, S.J. Is Age Just a Number? Differences in Exercise Participatory Motives across Adult Cohorts and the Relationships with Exercise Behaviour. *International Journal of Sport and Exercise Psychology* **2021**, *19*, 61–73, doi:10.1080/1612197X.2019.1611903.
162. Box, A.G.; Feito, Y.; Brown, C.; Heinrich, K.M.; Petruzzello, S.J. High Intensity Functional Training (HIFT) and Competitions: How Motives Differ by Length of Participation. *PloS one* **2019**, *14*, e0213812, doi:10.1371/journal.pone.0213812.
163. Nielsen, G.; Wikman, J.M.; Jensen, C.J.; Schmidt, J.F.; Gliemann, L.; Andersen, T.R. Health Promotion: The Impact of Beliefs of Health Benefits, Social Relations and Enjoyment on Exercise Continuation. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* **2014**, *24 Suppl 1*, 66–75, doi:10.1111/sms.12275.
164. Heinrich, K.M.; Patel, P.M.; O'Neal, J.L.; Heinrich, B.S. High-Intensity Compared to Moderate-Intensity Training for Exercise Initiation, Enjoyment, Adherence, and Intentions: An Intervention Study. *BMC Public Health* **2014**, *14*, 789, doi:10.1186/1471-2458-14-789.
165. Brandt, T.; Heinz, E.; Klaußen, Y.; Limbara, S.; Mörsdorf, M.; Schinköthe, T.; Schmidt, A. MedXFit—Effects of 6 Months CrossFit® in Sedentary and Inactive Employees: A Prospective, Controlled, Longitudinal, Intervention Study. *Health Science Reports* **2022**, *5*, doi:10.1002/hsr2.749.
166. Brandt, T.; Schinköthe, T.; Schmidt, A. CrossFit Motivates a 41-Year-Old Obese Man to Change His Lifestyle and Achieve Long-Term Health Improvements: A Case Report. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology* **2023**, *8*,

doi:10.3390/jfmk8020058.

167. Wilke, J.; Hollander, K.; Mohr, L.; Edouard, P.; Fossati, C.; González-Gross, M.; Sánchez Ramírez, C.; Laiño, F.; Tan, B.; Pillay, J.D.; et al. Drastic Reductions in Mental Well-Being Observed Globally During the COVID-19 Pandemic: Results From the ASAP Survey. *Frontiers in Medicine* **2021**, *8*, doi:10.3389/fmed.2021.578959.

Anhang

Teilstudie 1

Anhang 1.1 Table S1 Beispieltrainingseinheiten Woche 1 bis 26

Anhang 1.2 Table S2 Ergebnisse der Tests auf Normalverteilung

Anhang 1.3 Table S3 Ergebnisse der T-Tests

Anhang 1.4 Table S4 Ergebnisse der Mann-Whitney-U-Tests

Anhang 1.5 Table S5 Median und Interquartilsabstände der Rückenproblematiken

Teilstudie 2

Anhang 2.1 Table S1 Überblick MedXFit-Studie

Anhang 2.2 Table S2 Beispieltrainingseinheiten Woche 27 bis 52

Anhang 2.3 Table S3 Ergebnisse der Tests auf Normalverteilung

Anhang 2.4 Table S4 Ergebnisse der mixed ANOVA (Interaktion Zeit x Gruppe)

Anhang 2.5 Table S5 Ergebnisse der T-Tests

Anhang 2.6 Table S6 Ergebnisse der Mann-Whitney-U-Tests

Anhang 2.7 Table S7 Median und Interquartilsabstände der Rückenproblematiken

Teilstudie 3

Anhang 3.1 Table S1 Halbstrukturiertes Interview

Anhang 3.2 Table S2 Ergebnisse der Blutbilder des Probanden von 2015 bis 2022

Anhang 1.1 Table S1 Beispieltrainingseinheiten Woche 1 bis 26

sessions: Week 1 to 26

on for every training week is displayed in the following table. Training sessions varied daily but were oriented to the week's ma
 rom Monday until Friday. Training sessions were done in groups of 10 participants maximum. All participants followed the san
 e scaled to individual needs by certified coaches (CrossFit Level 1 and CrossFit Level 2). Participants were instructed to train on

any repetitions as possible: Complete as many repetitions in the given time span.
 ry minute on the minute, x determines the length of intervals in minutes when length ≠ 1 min. Complete the determined repetitio
 . even minutes) in the given time span. Rest for the remaining time of the interval.
 lete all repetitions of given exercises as fast as possible.
 te 8 consecutive sets of 20sec work followed by 10sec rest.
 etitions = Complete x repetitions of every exercise, exercises are done in supersets.
 unique training of new or complex movements.
 cksack, water container, sand sack, medicine balls, etc.

sis	Warm-up	Mobility	Skill and strength	“Workout of the day”
d	1 Round 30-40m Bear crawl 10 Ground to sky touch 30-40m Crab 10 Ground to sky touch	Integrated in warm- up	(1) Technique Deadlift, overhead press, carry with medicine ball (2) 3x10 Push up 3x30-60sec Plank	10min AMRAP 10 Strict wall ball shot 10 Push up
sh up, ip	2 Rounds 10 Hip bridge 5 Bird dog each side 5 Fire hydrant 10 Inch worm TicTacToe with wall balls (2 teams, 20m between starting line and target area)	Ankle, hip	(1) Technique Air squat, medicine ball squat, dumbbell squat, goblet squat (2) 3x10 Wall ball shot	Tabata Wall ball shot
	3 Rounds Row to target (100-200m)	Hip, thoracic spine	(1) Technique Sit ups and turkish get up (2) Technique Step up and / or box jump	10min AMRAP 5 Push up 10 Sit ups/heel tap 15 Air squat
		Hip, shoulder	(1) Technique Rowing ergometer (2) Technique Kneeling one-arm dumbbell press (3) Technique Bent over dumbbell rows	10min EMOM Odd: 5 Kneeling one-ar- each side Even: 10 Bent over dum row

Week 5	Gymnastics kip	4 Rounds 5 Slam ball deadlift 5 Slam ball clean 5 Front squat 5 Press 5 Slam ball	Thoracic spine	(1) Technique Gymnastics kip (2) Technique Wall walk	12min AMRAP 1 Wall walk 2 Push up 3 Supermen 5 Sit-Up 7 Air-Squat	Hip, chest mobility/stretch
Week 6	Barbell deadlift	2 Rounds 30m Farmers walk 30m Suitcase walk 30m Waiters walk	Hip, ankle	(1) 30min E2MOM 5 Barbell deadlift + 5 Box jump/step up	For Time (with partner) 2000m Bent row 150 Squat 100 Sit up 75 Push up	Leg, chest mobility/stretch
Week 7	Squat	4-6-8 repetitions Inch worm Reverse snow angel Push up Cossack squat each side Reverse lunge each side	Hip, ankle	(1) 30min E3MOM 5 Barbell back squat + 5 Bent row	12min AMRAP (with partner) 20 Med ball clean 20 Med ball thruster 20 Sit up 20 Push up (start every minute with 3 Burpee)	Leg, shoulder mobility/stretch
Week 8	Rope climb	10-8-6-4-2 repetitions Mountain climber Push up Split squat Hip bridge	Shoulder	(1) Technique rope climb (1) 5x2 Turkish get up	For Time 150 Wall ball shot (start every minute with 5 Sit up)	Leg, trunk, arm mobility/stretch
Week 9	Clean and press	2 Rounds 10 Good morning 10 Walking burpee 10 Air squat 10 Jackknife	Wrist, shoulder	(2) Technique muscle clean, strict press, push press, push jerk (3) 10min EMOM 1 Clean 3 Shoulder to overhead	10 min AMRAP 20 Slam ball 10 Box jump/step up	Shoulder, leg, hip mobility/stretch
Week 10	Thruster	2 Rounds 10 Deadlift 10 Bent row 10 Lunges 10 Goblet squat 10 Press	Ankle, hip	(1) 20min EMOM Odd: 10 Front hold split squat Even: 10 Body row (2) Tabata Planks Plank with forward reach Plank with lateral reach Plank with forward tap Plank with lateral tap	For Time 150 Odd object thruster (start every minute with 5 Sit up)	Shoulder, trunk, leg mobility/stretch

Rounds Turkish get up Wind mill) One-arm press each side) One-arm bent row each side	Ankle, hip	(1) 16min AMRAP Odd: 5 Wall ball shot Even: 5 Box jump (2) Tabata Superman + plank shoulder tap	10-9-8-7-6-5-4-3- Push up Air squat Sit up
Rounds Fire hydrant each side Bird dog each side Cossack squat each side Inch worm	Ankle, hip	(1) Technique pistol (2) 16min EMOM Odd: 30sec Bent row Even: 30sec Split squat/pistol (3) Tabata Bicycle crunch Heel taps	8min AMRAP 15 Odd object high 10 Odd object front 5 Odd object press
Rounds) Good morning) Walking burpee) Air squat) Jackknife	Thoracic spine, shoulders	(1) Squat 3sec:3sec:3sec:0sec (down: deep-hold: up, rest) 7sec:7sec:7sec:0sec (2) 16min EMOM Odd:30 sec Sit up Even: 30 sec Good morning (3) Tabata Side Plank each side	6min AMRAP 5 Push up 10 Odd object thrust
Rounds) Good morning) Walking burpee) Air squat) Crunch	Ankle, hip	(1) Technique Overhead squat (2) Tabata Overhead squat hold in bottom position (3) 8min EMOM 2 Turkish get up	5min AMRAP 21 Overhead squat 15 Odd object bent 9 Burpee --- Rest 2 min--- 5min AMRAP 9 Overhead squat 15 Odd object bent 21 Burpee

<p>2 Rounds 10 Good morning 10 Walking burpee 10 Air squat 10 Crunch</p>	<p>Ankle, hip</p>	<p>(1) Technique high pulls (2) Technique ground to overhead variations (3) Tabata Sit up (4) Tabata L-sit hold (5) Tabata Russian twist</p>	<p>50-40-30-20-10 Odd object ground to o Odd object bent row</p>
<p>2 Rounds 10 Odd object deadlift 10 Odd object bent row 10 Odd object lunge 10 Odd object goblet squat 10 Odd object press</p>	<p>Walking world greatest stretch</p>	<p>(1) 16 Min EMOM Odd: 30sec Wall climb Even: 30sec Body row (2) 10 Push up 3sec:3sec:3sec:0sec (down: deep-hold: up: rest) 10 Deadlift 3sec:3sec:3sec:0sec 3 Push up 6sec:6sec:6sec:0sec 3 Deadlift 6sec:6sec:6sec:0sec</p>	<p>For Time 200 Air squat (Start every minute start 3 Burpee)</p>
<p>3 Rounds 10 Squat into knee hug 10 Walking burpee 10 Crunch</p>	<p>Hip</p>	<p>(1) Technique box jump over (2) 12min EMOM (30sec work each minute) Odd: Dumbbell overhead squat Even: Superman (3) Tabata Side plank left / right</p>	<p>5 Rounds 10 Burpee 10 Sit up 10 Reverse lunge 10 Push up</p>
<p>2 Rounds (PVC pipe) 10 Snatch grip deadlift 10 Snatch grip high pull 10 Snatch grip press behind the neck 10 Overhead lunges 10 Squats</p>	<p>Shoulder, hip, ankle</p>	<p>(1) Technique Squat variations (2) 10 Slow deadlift 3sec:3sec:3sec:0sec (down:deep-hold:up:rest) 10 Slow row 3sec:3sec:3sec:0sec 3 Slow Deadlift 10sec:10sec:10sec:0sec 3 Slow Row 10sec:10sec:10sec:0sec</p>	<p>EMOM for AMRAP 1. Slam ball thruster 2. Slam ball over shoul 3. Slam ball -2 minutes rest- 1. Slam ball thruster 2. Slam ball over shoul 3. Slam ball</p>

<p>Rounds</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 Lunge 1 Tuck up 1 Inch worm 	<p>Hip, ankle</p>	<p>(1) Technique Jump rope</p> <p>(2) Tabata Overhead squat hold Superman</p> <p>(3) Tabata Hip Bridge Hollow Hold</p>	<p>12min AMRAP</p> <p>20 Jumping lunge lunge)</p> <p>15 Commando pla</p> <p>10 Odd object dea</p> <p>5 Sit up</p>
<p>Rounds (PVC pipe)</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 Snatch grip deadlift 1 Snatch grip high pull 1 Snatch grip press behind the neck 1 Overhead lunge 1 Squats 	<p>Hip</p>	<p>(1) Technique barbell deadlift</p> <p>(2) 12min E2MOM 8 Deadlift (increase weight each round)</p> <p>(3) Tabata Hollow Hold</p>	<p>21-18-15-12-9 rep</p> <p>Box Jump over</p> <p>Lunges</p>
<p>Rounds</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 Sit up 1 Push up 1 Squat 1 Shoulder to overhead 1 Overhead squat 	<p>Shoulder, thoracic spine</p>	<p>(1) Technique pull up variations</p> <p>(2) Tabata Hollow hold Superman</p> <p>(3) 10min EMOM Odd: 10 Wall angel Even: 10 Push up</p>	<p>Chipper</p> <p>50 Sit up</p> <p>40 (jumping) Lunge</p> <p>30 Wall ball shot</p> <p>20 Mountain climber</p> <p>10 Box jump/step burpee</p>
<p>Rounds</p> <ul style="list-style-type: none"> Walk out + Push up 1 Plank shoulder tap 1 Goblet squat 1 Walking burpee Swimmer 	<p>Shoulder, hip</p>	<p>(1) 20min EMOM</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 1-3 Rope climb 2. 10-15 Push up + alternating toe touch 3. 30sec Side plank pulses left 4. 30sec Side plank pulses right <p>(2) Tabata Sit Ups Heel taps Slam ball bent rows</p>	<p>10min AMRAP</p> <p>9 Slam ball thruste</p> <p>15 Burpee over sl</p> <p>21 Wall ball shot</p>

<p>g burpee ject Row ject press</p>	<p>Shoulder, hip</p>	<p>(1) 16min EMOM Odd: 30sec Odd object thruster Even: 30sec Odd object bent row (2) Tabata Crunch Wall sit</p>	<p>Chipper 10 Push u 20 Mount 30 Sit up 40 Lunge 50 Jumpir</p>
<p>with a PVC-Pipe grip deadlift grip high pull grip press behind ad lunge ad squat</p>	<p>Shoulder, hip</p>	<p>(1) Technique Muscle clean (2) Technique Push press (3) Tabata Side plank</p>	<p>For time 50 Burpee (start ever) 25 Jump 1</p>
<p>norming into side bend role bent row</p>	<p>Shoulder, hip</p>	<p>(1) Technique Barbell deadlift (2) E3MOM24 6-10 Deadlift + 20 Dead bug</p>	<p>12min AN 5 Push up 10 Squat 15 Seated 20 Jump r</p>
<p>norming role ject bent row</p>	<p>Shoulder, hip</p>	<p>(1) Technique Sumo deadlift high pull (2) Tabata Superman pulse (3) Tabata Side plank</p>	<p>(1) 2 Rot a) 1 N b) EN 12 (2) For ti 150 C overh (start Push</p>

Anhang 1.2 Table S2 Ergebnisse der Tests auf Normalverteilung

Table S2 Normal distribution of mobility (FMS score), strength (Dr. WOLFF BackCheck® 617), well-being (WHO-5 score), and back issues (pain intensity, limitation and pain frequency) at baseline (t0), after 6 months (t1) and for change (t1 - t0) analyzed with Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk test; p is given for all tests.

Abbreviations: IG = intervention group, CG = control group, TE = trunk extension, TF = trunk flexion, TLF1 = trunk lateral flexion left, TLFr = trunk lateral flexion right, UPush = upper body push, UPull = upper body pull, HE1 = hip extension left, HEr = hip extension right

	Group	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		t0 (baseline)	t1 (after 6 months)	Change (t1 - t0)	t0 (baseline)	t1 (after 6 months)	Change (t1 - t0)
FMS score	CG	.2	.154	.006	.432	.470	.021
	IG	.141	.038	.007	.717	.231	.046
TE	CG	.054	.151	.2	.02	.045	.643
	IG	.038	.089	.134	.042	.087	.037
TF	CG	.2	.085	.011	.265	.295	< .001
	IG	.2	.092	.196	.118	.023	.069
TLF1	CG	.115	.038	.2	.064	.004	.204
	IG	.2	.013	.2	.374	.038	.639
TLFr	CG	.2	.068	.2	.203	.006	.508
	IG	.2	.2	.2	.176	.251	.453
UPush	CG	.134	.2	.2	.064	.138	.670
	IG	.013	.114	.2	.011	.037	.767
UPull	CG	.2	.2	.097	.374	.305	.390
	IG	.2	.122	.066	.159	.096	< .001
HE1	CG	.2	.2	.2	.409	.250	.297
	IG	.01	.167	.140	.001	.048	.181
HEr	CG	.2	.188	.2	.034	.002	.718
	IG	.2	.02	.2	.391	.588	.216
WHO-5 score	CG	.199	.002	.138	.617	.008	.650
	IG	.097	.2	.2	.009	.169	.612
Pain intensity	CG	.2	.012	.022	.101	.016	.112
	IG	.075	< .001	.013	.023	< .001	.068
Limitation	CG	.09	< .001	< .001	.008	< .001	.009
	IG	.012	< .001	.018	< .001	< .001	.034
Pain frequency	CG	.004	< .001	< .001	< .001	< .001	.006
	IG	.002	< .001	< .001	< .001	< .001	.006

Anhang 1.3 Table S3 Ergebnisse der T-Tests

Table S3 P-values for differences between groups at baseline (t0) and after 6 months (t1) for mobility (FMS score), strength (Dr. WOLFF BackCheck® 617), and well-being (WHO-5 score) as well as p-values and effect sizes (Cohen's d) for differences in change from t0 to t1 between groups analyzed with independent t-test (BCa; samples N = 1000).

Abbreviations: TE = trunk extension, TF = trunk flexion, TLF1 = trunk lateral flexion left, TLFr = trunk lateral flexion right, UPush = upper body push, UPull = upper body pull, HE1 = hip extension left, HEr = hip extension right

	t0	t1	Change (t1 - t0)	
	p	p	p	d
FMS score	.349	<.001	<.001	2.32
TE	.173	<.001	<.001	1.82
TF	.423	<.001	<.001	1.88
TLF1	.06	<.001	<.001	1.67
TLFr	.047	<.001	<.001	1.68
UPush	.146	.004	<.001	1.61
UPull	.238	.011	<.001	1.13
HE1	.216	.005	<.001	.93
HEr	.251	<.001	<.001	1.61
WHO-5 score	.239	.567	.547	.15

Anhang 1.4 Table S4 Ergebnisse der Mann-Whitney-U-Tests

Table S4 P-values for differences between groups at baseline (t0) and after 6 months (t1) for mobility (FMS score), strength (Dr. WOLFF BackCheck® 617), and well-being (WHO-5 score) as well as p-values and effect sizes (Pearson's r) for differences in change from t0 to t1 between groups analyzed with Mann-Whitney-U-Test.

Abbreviations: TE = trunk extension, TF = trunk flexion, TLF1 = trunk lateral flexion left, TLFr = trunk lateral flexion right, UPush = upper body push, UPull = upper body pull, HE1 = hip extension left, HEr = hip extension right

	t0	t1	Change (t1 - t0)	
	p	p	p	r
FMS score	.346	<.001	<.001	.82
TE	.127	<.001	<.001	.73
TF	.356	<.001	<.001	.75
TLF1	.047	<.001	<.001	.67
TLFr	.044	<.001	<.001	.68
UPush	.180	.004	<.001	.66
UPull	.323	0.34	<.001	.52
HE1	.322	.006	<.001	.47
HEr	.105	<.001	<.001	.68
WHO-5 score	.553	.473	.573	.07

Anhang 1.5 Table S5 Median und Interquartilsabstände der Rückenproblematiken

Table S5 Median and interquartile ranges (IQR) of back-issue values at baseline (t0) and after 6 months (t1) as well as median and IQR of change within groups (t1 - t0).

	t0 (baseline)	t1 (after 6 months)	Change within groups (t1 - t0)
Pain intensity ¹			
CG	4 (4)	3 (5)	0 (2)
IG	4 (4)	1 (5)	-2 (3)
Limitation ¹			
CG	3 (4)	2 (5)	-1 (2)
IG	3 (6)	0 (4)	-1 (3)
Frequency ²			
CG	2 (5)	2 (6)	0 (2)
IG	2 (5)	0 (3)	0 (2)

Abbreviations: CG = control group, IG = intervention group.

¹ A score from 0 to 10 can be achieved.

² Frequency is given in days per week.

Anhang 2.1 Table S1 Überblick MedXFit-Studie

Table S1 Trial overview

Title	MedXFit-Study
Type	Prospective, controlled, intervention trial
Participants	<p>N=89</p> <ul style="list-style-type: none"> • Self-selected groups • Intervention group N=55 • Control group N=34 • Participants were not blinded
Study endpoints	<p><u>Primary endpoints:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Change in mobility (Functional Movement Screen score) from baseline to 12 months • Change in mobility (Functional Movement Screen score) from 6 months to 12 months <p><u>Secondary endpoints:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Change in maximum isometric strength from baseline to 12 months (including trunk extension, trunk flexion, trunk lateral flexion left, trunk lateral flexion right, upper body push, upper body pull, hip extension left, hip extension right) • Change in maximum isometric strength from 6 months to 12 months (including trunk extension, trunk flexion, trunk lateral flexion left, trunk lateral flexion right, upper body push, upper body pull, hip extension left, hip extension right) • Change in well-being (WHO-5 score) from baseline to 12 months • Change in maximum isometric strength from 6 months to 12 months <p><u>Exploratory endpoints:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Occurrence of back-issues (pain intensity, perceived limitation, pain frequency) in the neck, shoulder, upper back, and lower back at baseline, after 6 months, and after 12 months
Principal criteria	<p><u>Inclusion criteria:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 18 to 65 years of age (adults, older adults) • Predominantly sedentary work • Employed at the University of the Bundeswehr Munich (civilian and military) • Physical inactive in term of less than 2 mobility and / or muscle enhancing training session per week • Willingness to participate in CrossFit training <p><u>Exclusion criteria:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pregnancy • Health issues that would disqualify for participation in regular exercise or the applied tests <ul style="list-style-type: none"> ○ severe injuries to the musculoskeletal system, osteoporosis, intervertebral disc damage, joint replacements, hypertension, fresh scars

Data collection	<ul style="list-style-type: none"> • Start of Study: October 2020 • End of Study: Dezember 2022 • Tests session were conducted at baseline (t0), after 6 months (t1), and after 12 months
Test session protocol	<ul style="list-style-type: none"> • All session followed the same protocol <ol style="list-style-type: none"> 1. Questionnaire (medical history / present health status, inclusion criteria, well-being, back-issues) 2. Body composition (weight, height) 3. Mobility assessment with Functional Movement Screen 4. Strength assessment with Dr. WOLFF BackCheck® 617 • All tests were conducted in sports wear without shoes • Breathing mask (e.g., FFP-2) had to be worn during test sessions • Participants avoided intensive physical training 24h prior test sessions
Body composition	<ul style="list-style-type: none"> • Height: SECA® 213 • Weight: TANITA® BC-545 scale
Mobility	<p><u>Functional Movement Screen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 7 fundamental movements (deep squat, hurdle step, inline-lunge, shoulder mobility, active straight leg raise, trunk stability push up and rotary stability quadruped) • Shoulder mobility, trunk stability push up and rotary stability test contain a clearing test that identifies further pain • Total score of 0 – 21 can be achieved • Score per movement of 0 – 3 can be achieved • 0 is given, when participants report pain during execution • 1 – 3 is given dependent of movement execution quality • For bilateral movements both sides were measured, the lower score was selected
Strength	<p><u>Dr. WOLFF BackCheck® 617</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Maximum isometric strength in kg • Conducted isometric tests: Trunk extension (TE), trunk flexion (TF), upper body push (UPush), upper body pull (UPull), trunk lateral flexion left (TLFl) and right (TLFr), and hip extension left (HEl) and right (HEr) • 3 attempts per test, the best result was selected
Well-being	<p><u>World Health Organization Well-Being Index (WHO-5)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 5 items • 5-point scale (1=worst, 5=best) for each item • Total score ranges from 0 to 25
Back-issues	<p><u>Questionnaire</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Participants self-reported pain intensity, perceived limitation, and pain frequency for the neck, shoulder, upper back, and lower back in the past 6 months • Pain intensity and perceived limitation → 11-point scale (0=no pain/limitation, 10=highest imaginable pain/limitation) • Pain frequency was reported in days per week
Type of intervention	<p><u>Exercise → CrossFit training</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Twice a week for 60 minutes over the course of the study (12 months) • Training conducted at the military affiliation CrossFit Kokoro • No intervention for control group

Anhang 2.2 Table S2 Beispieltrainingseinheiten Woche 27 bis 52

Week	Shoulder press	Hip, shoulder, thoracic spine	(1) Barbell shoulder press technique	7min AMRAP Burpee	Mobility / stretching
Week 31	2 rounds 10 Push up 10 Bird-dog 10 Walking lunges 15 Sit up 10 Inchworm Sample training sessions for the training weeks 27 - 32 are provided in the table below.	20m Walking lunges 15 Sit up 10 Inchworm	(1) E4MOM 20 20cal Row + 20 Swimmer + 20 Sit up 7band pull apart 8 Scapular pull up 7band pull apart 8 Scapular pull up 7band pull apart	9min AMRAP 20 High knee 50m Run	Mobility / stretching
Week 32	Shoulder press 10 Push up 10 Bird-dog 10 Walking lunges 15 Sit up 10 Inchworm Sample training sessions for the training weeks 27 - 32 are provided in the table below.	Hip, shoulder, thoracic spine 15 Squat 20m Walking lunges 15 Sit up 10 Inchworm Sample training sessions for the training weeks 27 - 32 are provided in the table below.	(1) Barbell shoulder press technique (2) 5 supersets 20cal Row + 20 Swimmer + 20 Sit up 7band pull apart 8 Scapular pull up 7band pull apart 8 Scapular pull up 7band pull apart	10 Burpee 20 High knee 50m Run	Mobility / stretching
Week 33	Shoulder press 10 Push up 10 Bird-dog 10 Walking lunges 15 Sit up 10 Inchworm Sample training sessions for the training weeks 27 - 32 are provided in the table below.	Hip, shoulder, thoracic spine 15 Squat 20m Walking lunges 15 Sit up 10 Inchworm Sample training sessions for the training weeks 27 - 32 are provided in the table below.	(1) Barbell shoulder press technique (2) 5 supersets 20cal Row + 20 Swimmer + 20 Sit up 7band pull apart 8 Scapular pull up 7band pull apart 8 Scapular pull up 7band pull apart	10 Burpee 20 High knee 50m Run	Mobility / stretching
Week 34	Shoulder press 10 Push up 10 Bird-dog 10 Walking lunges 15 Sit up 10 Inchworm Sample training sessions for the training weeks 27 - 32 are provided in the table below.	Hip, shoulder, thoracic spine 15 Squat 20m Walking lunges 15 Sit up 10 Inchworm Sample training sessions for the training weeks 27 - 32 are provided in the table below.	(1) Barbell shoulder press technique (2) 5 supersets 20cal Row + 20 Swimmer + 20 Sit up 7band pull apart 8 Scapular pull up 7band pull apart 8 Scapular pull up 7band pull apart	10 Burpee 20 High knee 50m Run	Mobility / stretching

3 Rounds Kettlebell complex 10 Deadlift 10 Goblet squat 10 Swing 3 Rounds 10 Walkout 8 Sit up 6 Lunge 4 Hollow rock 2 burpee	Ankle, hip, shoulder, wrist Shoulder, thoracic spine	E2MOM 18 5 Paused front squat (3sec) + 10 ring row Handstand technique	AMRAP 20 15 Box jump 12 Shoulder to over 9 Toes to bar For time 100 Squat 80 Lunge 60 Jumping squat 40 Jumping lunge 20 Pistol squat
3 Rounds barbell complex 15 Deadlift 15 Row 10 Press 15 Squat	Shoulder, hip	EMOM 20 1) 10 Shoulder press 2) 15 Kettlebell swing 3) 15 Sit up 4) 15 Barbell squat 5) 30sec Single under	For Time 500m Row <i>Rest 1min</i> 500m Row <i>Rest 1min</i> 500m Row
3 Rounds 10 Air squat 10 Inch worm 10 Russian twist	Ankle, hip	E3MOM 15 10 Back squat	For Time 60cal Row 40 Wallball shot 100 Single under
3 Rounds 10 Dumbbell deadlift 10 Dumbbell row 10 Dumbbell press 20m Dumbbell overhead carry	Shoulder, thoracic spine, wrist	(1) Push press, push jerk technique (2) E2MOM 14 3 Push Press (hold overhead position for 5sec)	For time 1000m Row 50 Thruster 50 Kettlebell Swing
2 Rounds 10 Clean grip deadlift 10 Clean grip highpull 10 Clean grip press 10 Front rack lunge 10 Front squat	Shoulder, hip	E2MOM 20 5 Thruster (hold bottom position 3sec)	AMRAP 20 250m Row 10 Thruster 10 Sit up 10 KB Swing
2 Rounds 15cal Row 15 Jumping jack 5 Inch worms	Ankle, wrist	Double under technique	For Time 100-80-60-40-20 Air squat Mountain climber Double under <i>every 2min 5 burpees</i>

Anhang 2.3 Table S3 Ergebnisse der Tests auf Normalverteilung

Table S3 Normal distribution of mobility (FMS score), strength (Dr. WOLFF BackCheck® 617), well-being (WHO-5 score), and back issues (pain intensity, limitation and pain frequency) at baseline (t0), after 6 months (t1), after 12 months (t2), and for change (t1 – t2, t0 – t2) analyzed with Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk test. P-values are given for all tests.

Abbreviations: IG = intervention group, CG = control group, TE = trunk extension, TF = trunk flexion, TLF1 = trunk lateral flexion left, TLFr = trunk lateral flexion right, UPush = upper body push, UPull = upper body pull, HE1 = hip extension left, HEr = hip extension right

	Group	Kolmogorov-Smirnov test					Shapiro-Wilk test				
		t0	t1	t2	t1 – t2	t0 – t1	t0	t1	t2	t1 – t2	t0 – t2
FMS score	CG	.2	.2	.2	.123	.001	.249	.856	.148	.288	.02
	IG	.2	.047	.2	< .001	.2	.553	.265	.248	.028	.223
TE	CG	.066	.2	.2	.022	.2	.013	.098	.041	.008	.787
	IG	.035	.041	.2	.2	.2	.044	.106	.595	.444	.493
TF	CG	.2	.123	.142	.2	.162	.520	.219	.140	.253	.003
	IG	.2	.042	.2	.2	.2	.123	.026	.062	.684	.387
TLF1	CG	.162	.153	.102	.2	.045	.059	.018	.167	.203	.037
	IG	.090	.165	.128	.2	.094	.384	.072	.157	.099	.181
TLFr	CG	.2	.114	.012	.061	.2	.265	.018	.119	.088	.356
	IG	.2	.2	.148	.2	.2	.234	.111	.066	.061	.757
UPush	CG	.2	.2	.2	.081	.139	.140	.260	.196	.053	.016
	IG	.029	.2	.004	.2	.2	.011	.080	.007	.492	.503
UPull	CG	.2	.2	.2	.2	.2	.454	.392	.167	.517	.840
	IG	.118	.2	.2	.2	.2	.123	.367	.313	.902	.462
HE1	CG	.2	.2	.200	.2	.2	.413	.271	.639	.958	.439
	IG	.080	.119	.200	< .001	.191	.013	.081	.788	.029	.274
HEr	CG	.2	.077	.2	.133	.2	.116	.003	.604	.050	.408
	IG	.2	.2	.2	.026	.2	.525	.705	.820	.042	.224
WHO-5 score	CG	.2	.04	.092	.2	.145	.595	.044	.065	.372	.403
	IG	.66	.2	.006	.140	.047	.028	.331	.008	.132	.041
Pain intensity	CG	.2	.079	.026	.016	.069	.153	.055	.022	.265	.162
	IG	.2	< .001	< .001	< .001	.2	.167	< .001	< .001	< .001	.435
Limitation	CG	.2	< .001	< .001	< .001	< .001	.030	< .001	< .001	.036	.048
	IG	.005	< .001	< .001	< .001	.003	.003	< .001	< .001	< .001	.004
Pain frequency	CG	.030	< .001	.005	.004	.004	.002	< .001	< .001	.023	.023
	IG	.004	< .001	< .001	.002	.002	< .001	< .001	< .001	.003	.003

Anhang 2.4 Table S4 Ergebnisse der mixed ANOVA (Interaktion Zeit x Gruppe)

Table S4 Results of mixed model ANOVA (interaction of time x group) for mobility (FMS score), strength (Dr. WOLFF BackCheck® 617), and well-being (WHO-5 score) for t1 – t2, and t0 – t2.

Abbreviations: TE = trunk extension, TF = trunk flexion, TLFl = trunk lateral flexion left, TLFr = trunk lateral flexion right, UPush = upper body push, UPull = upper body pull, HEI = hip extension left, HEr = hip extension right

	N (IG; CG)	t1 – t2		t0 – t2	
		p	η^2	p	η^2
FMS	(28; 25)	.026	.09	<.001	.61
TE	(28; 25)	.009	.13	<.001	.48
TF	(28; 25)	<.001	.34	<.001	.62
TLFl	(28; 25)	<.001	.1	<.001	.59
TLFr	(28; 25)	.320	.02	<.001	.44
UPush	(28; 24)	.008	.13	<.001	.36
UPull	(28; 24)	.004	.16	<.001	.37
HEI	(28; 25)	<.001	.31	<.001	.37
HEr	(28; 25)	.184	.03	<.001	.38
Well-Being	(29; 27)	.202	.03	.22	.03

Anhang 2.5 Table S5 Ergebnisse der T-Tests

Table S5 P-values and effect sizes (Cohen's d) for differences between groups at baseline (t0), after 6 months (t1), after 12 months (t2), and for difference in change (t0 – t2, t1 – t2) for mobility (FMS score), strength (Dr. WOLFF BackCheck® 617), and well-being (WHO-5 score) analyzed with independent t-test (BCa; samples N = 1000).

Abbreviations: TE = trunk extension, TF = trunk flexion, TLFl = trunk lateral flexion left, TLFr = trunk lateral flexion right, UPush = upper body push, UPull = upper body pull, HEI = hip extension left, HEr = hip extension right

	t0		t1		t2		t1 – t2		t0 – t2	
	p	Cohen's d	p	Cohen's d	p	Cohen's d	p	Cohen's d	p	Cohen's d
FMS	.496	.19	<.001	1.64	<.001	2.30	.026	.63	<.001	3.26
TE	.155	.389	<.001	1.29	<.001	1.64	.006	.75	<.001	2.25
TF	.377	.25	<.001	.99	<.001	1.41	<.001	.79	<.001	2.51
TLFl	.215	.35	<.001	1.45	<.001	1.66	.025	.67	<.001	2.36
TLFr	.202	.37	<.001	1.53	<.001	1.5	.323	.28	<.001	2.04
UPush	.166	.41	.004	.83	<.001	1.04	.008	.77	<.001	1.66
UPull	.273	.31	.019	.68	.007	.827	.006	.84	<.001	1.88
HEI	.256	.31	.009	.71	<.001	1.43	<.001	1.31	<.001	1.80
HEr	.433	.211	<.001	1.17	<.001	1.43	.193	.37	<.001	1.78
Well-Being	.359	.24	.700	.10	.565	.16	.202	.35	.120	.42

Anhang 2.6 Table S6 Ergebnisse der Mann-Whitney-U-Tests

Table S6 P-values for differences between groups at baseline (t0), after 6 months (t1), after 12 months (t2) for mobility (FMS score), strength (Dr. WOLFF BackCheck® 617), well-being (WHO-5 score), and back issues (pain intensity, limitation and pain frequency) as well as p-values and effect sizes (Pearson's r) for differences in change (t1 – t2, t0 – t2) between groups analyzed with Mann-Whitney-U-Test.

Abbreviations: TE = trunk extension, TF = trunk flexion, TLFl = trunk lateral flexion left, TLFr = trunk lateral flexion right, UPush = upper body push, UPull = upper body pull, HEl = hip extension left, HEr = hip extension right

* The distributions differed between both groups according to Kolmogorov-Smirnov ($p < .05$).

	t0	t1	t2	t1 – t2		t0 – t2	
	p	p	p	p	r	p	r
FMS	.507	<.001	<.001	.03	.3	<.001	.85
TE	.139	<.001	<.001	.002	.44	<.001	.77
TF	.392	.003	<.001	<.001	.57	<.001	.82
TLFl	.157	<.001	<.001	.011	.35	<.001	.77
TLFr	.219	<.001	<.001	.089	.23	<.001	.74
UPush	.219	.007	<.001	.005	.39	<.001	.7
UPull	.344	.042	.016	.011	.35	<.001	.72
HEl	.454	.014	<.001	<.001	.57	<.001	.68
HEr	.293	<.001	<.001	.181	.18	<.001	.69
Well-Being	.799	.598	.351	.204	.1	.108	.22
Pain Intensity	.673	.051	.001	.499	.1	.003	.4
Limitation	.973	.200*	.014*	.874	.02	.128	.2
Frequency	.764	.049*	.002*	.004	.35	.009	.35

Anhang 2.7 Table S7 Median und Interquartilsabstände der Rückenproblematiken

Table S7 Median and interquartile range (IQR) of back-issue values at baseline (t0), after 6 months (t1), and after 12 months (t2).

	t0 (baseline)	t1 (after 6 months)	t2 (after 12 months)
Pain intensity ¹			
CG	4 (4)	3 (5)	3 (5)
IG	4 (4)	0 (5)	0 (2)
Limitation ¹			
CG	3 (4)	2 (5)	1 (2)
IG	3 (5)	0 (4)	0 (1)
Frequency ²			
CG	2 (4)	2 (6)	2 (5)
IG	2 (6)	0 (2)	0 (1)

Abbreviations: CG = control group, IG = intervention group.

¹ A score from 0 to 10 can be achieved.

² Frequency is given in days per week.

Anhang 3.1 Table S1 Halbstrukturiertes Interview

Table S1 Semi-structured interview guide.

Issue	Questions
Behavior	<p>Describe the type and amount of physical activity you did before participating in the MedXFit study.</p> <p>Before the MedXFit study, were you aware of the impact your physical activity has on your health?</p> <p>Describe the type and amount of physical activity you did during and after the MedXFit-study.</p> <p>What do you do when you can not train due to other events or injuries?</p>
Capability	<p>How would you rate your ability to exercise before participating in the MedXFit-study?</p> <p>Did you think you were able to participate in other workplace health interventions offered at the University of the Bundeswehr in Munich before you participated in the MedXFit-study?</p> <p>How did participating in the MedXFit-study impact your ability for engaging in physical activities?</p> <p>In what situations did you perceive the changes in your ability to exercise?</p> <p>How do you rate your health and fitness development from the beginning of the MedXFit-study until now?</p>
Opportunity	<p>Did you know about the sports facilities and courses at the University of the Bundeswehr in Munich before you participated in the MedXFit-study?</p> <p>How do you rate the opportunity to engage in physical activities at the University of the Bundeswehr in Munich before, during, and after the start of the MedXFit-study?</p> <p>How would you describe the attitude of the University of the Bundeswehr in Munich towards participation in physical activities before, during, and after the start of the MedXFit-study?</p> <p>Describe the attitude of your social environment (colleagues, supervisors, ...) towards participation in physical activities during working hours before, during, and after you participated in the MedXFit-study.</p>
Motivation	<p>Why didn't you make use of the opportunities to be physically active at the University of the Bundeswehr in Munich before the MedXFit-study?</p> <p>How did you become aware of the MedXFit-study?</p> <p>What motivated you to participate in the MedXFit-study and try CrossFit?</p>

	<p>What motivated you for training during the MedXFit-study?</p> <p>What role did the interaction with the other participants and coaches play regarding your motivation?</p> <p>Did you ever think about quitting?</p> <p>Were there any key moments that particularly motivated you?</p> <p>What role did the CrossFit training concept play regarding your motivation?</p> <p>Do you enjoy CrossFit and if so, has this been the case since the beginning of the MedXFit-study?</p> <p>How do you rate the CrossFit training concept?</p> <p>Do you see yourself as a CrossFitter?</p>
--	---

Anhang 3.2 Table S2 Ergebnisse der Blutbilder des Probanden von 2015 bis 2022

Table S2 Results of blood counts from 2015 to 2022.

	Sep-15	Sep-16	Sep-17	Sep-18	Aug-19	Oct 20	Aug-21	Aug-22
Leukocytes G/l (reference range)	7.4 (3.5-9.8)	7.2 (3.5-9.8)	6.3 (3.9-10.2)	6 (3.9-10.2)	6.9 (3.9-10.2)	6.5 (3.9-10.2)	9 (3.9-10.2)	6.4 (3.9-10.2)
Erythrocytes T/l (reference range)	4.9 (4.5-5.9)	5 (4.5-5.9)	4.58 (4.3-5.75)	4.77 (4.3-5.75)	4.82 (4.3-5.75)	4.86 (4.3-5.75)	4.58 (4.3-5.75)	4.64 (4.3-5.75)
Hemoglobin g/dl (reference range)	15.7 (13.5-17.5)	15.9 (13.5-17.5)	14.9 (13.5-17.2)	15.3 (13.5-17.2)	15.5 (13.5-17.2)	15.1 (13.5-17.2)	14.3 (13.5-17.2)	15.3 (13.5-17.2)
Hematocrit % (reference range)	44.5 (40-53)	44.9 (40-53)	41.9 (39.5-50.5)	45.3 (39.5-50.5)	45.9 (39.5-50.5)	44.8 (39.5-50.5)	46.3 (39.5-50.5)	44.7 (39.5-50.5)
Mean corpuscular volume fl (reference range)	90.3 (80-96)	90.3 (80-96)	91.5 (80-99)	94.9 (80-99)	95.2 (80-99)	92.2 (80-99)	101.1 (80-99)	96.3 (80-99)
Mean corpuscular hemoglobin pg (reference range)	31.8 (28-33)	32 (28-33)	32.5 (27-33.5)	32.1 (27-33.5)	32.2 (27-33.5)	31.1 (27-33.5)	31.2 (27-33.5)	33 (27-33.5)
Mean corpuscular hemoglobin concentration g/dl (reference range)	35.3 (32-36)	35.4 (32-36)	35.6 (31.5-36)	33.8 (31.5-36)	33.8 (31.5-36)	33.7 (31.5-36)	30.9 (31.5-36)	34.2 (31.5-36)
Thrombocytes G/l (reference range)	214 (140-400)	237 (140-400)	241 (150-370)	195 (150-370)	216 (150-370)	234 (150-370)	241 (150-370)	204 (150-370)
Mean platelet volume fl (reference range)			9.2 (5.9-9.9)	8.2 (5.9-9.9)	8.6 (7.4-11.7)	10.7 (7.4-11.7)	10.1 (7.4-11.7)	10.5 (7.4-11.7)
Red cell distribution % (reference range)	13.2 (11.6-14.1)	12.9 (11.6-14.1)	13.9 (11.5-14.7)	13.2 (11.5-14.7)	13.6 (11-15)	13.5 (11-15)	14 (11-15)	13.2 (11-15)
Neutrophils % (reference range)	49.3 (40-75)	49.7 (40-75)	57 (42-77)	56 (42-77)	51 (42-77)	54 (42-77)	69 (42-77)	60 (42-77)
Eosinophils % (reference range)	3.6 (<5.5)	3 (<5.5)	5 (0-6)	3 (0-6)	4 (0-6)	3 (0-6)	2 (0-6)	2 (0-6)
Basophils % (reference range)	0.5 (<1.5)	0.7 (<1.5)	1 (0-2)	1 (0-2)	1 (0-2)	1 (0-2)	1 (0-2)	1 (0-2)
Monocytes % (reference range)	10.3 (4-11)	7.8 (4-11)	6 (2-10)	6 (2-10)	5 (2-10)	8 (2-10)	8 (2-10)	7 (2-10)
Lymphocytes % (reference range)	36.3 (18-48)	38.8 (18-48)	31 (20-44)	34 (20-44)	39 (20-44)	33 (20-44)	21 (20-44)	31 (20-44)
Neutrophils (abs) G/l (reference range)			3.59 (1.5-7.7)	3.36 (1.5-7.7)	3.52 (1.5-7.7)	3.51 (1.5-7.7)	6.21 (1.5-7.7)	3.84 (1.5-7.7)
Eosinophils (abs) G/l (reference range)			0.32 (0-0.5)	0.18 (0-0.5)	0.28 (0-0.5)	0.2 (<0.5)	0.18 (<0.5)	0.13 (<0.5)
Basophils (abs) G/l (reference range)			0.06 (0-0.2)	0.06 (0-0.2)	0.07 (0-0.2)	0.07 (<0.2)	0.09 (<0.2)	0.06 (<0.2)
Monocytes (abs) G/l (reference range)			0.38 (0.1-0.9)	0.36 (0.1-0.9)	0.35 (0.1-0.9)	0.52 (0.1-0.9)	0.72 (0.1-0.9)	0.45 (0.1-0.9)
Lymphocytes (abs) G/l (reference range)			1.95 (1.1-4.5)	2.04 (1.1-4.5)	2.69 (1.1-4.5)	2.15 (1.1-4.5)	1.89 (1.1-4.5)	1.98 (1.1-4.5)
GOT (AST) U/l (reference range)	37 (<50)	49 (<50)	46 (<50)	31 (<50)	34 (<50)	86 (<35)	30 (<50)	58 (<50)

GPT (ALT) U/l (reference range)	50 (<50)	47 (<50)	39 (<50)	28 (<50)	31 (<50)	56 (<45)	23 (<50)	53 (<50)
y-GT U/l (reference range)	34 (<60)	32 (<60)	25 (<60)	27 (<60)	23 (<60)	36 (<60)	14 (<60)	19 (<60)
LDL-cholesterol mg/dl (reference range)					149 (<160)			
Creatinine mg/dl (reference range)	0.94 (0.7-1.3)	0.95 (0.7-1.3)	0.97 (0.7-1.2)	0.96 (0.7-1.2)	1.01 (0.7-1.2)	0.95 (0.72-1.25)	0.82 (0.72-1.25)	1.22 (0.72-1.25)
CKD-EPI ml/min/1.73m ² (reference range)	104 (>90)	101.9 (>90)	99 (>60)	99 (>60)	93 (>60)	99 (>60)	109 (>60)	72 (>60)
Urea mg/dl (reference range)	35 (10-50)	25 (10-50)	20 (19-44)	27 (19-44)	33 (19-44)	20 (19-44)	28 (19-44)	
Uric acid mg/dl (reference range)	7.5 (3.6-7)	7.4 (3.6-7)						
Glucose (NaF) (reference range)					93 (<100)			

Note: Results within the reference range are colored green. Values outside of the reference range are colored red.

Abbreviations: abs = absolute, GOT (AST) = glutamate oxaloacetate transaminase (aspartate aminotransferase), GPT (ALT) = glutamate pyruvate transaminase (alanine transaminase), y-GT = gamma-glutamyl transferase, LDL-cholesterol = low-density lipoprotein cholesterol, CKD-EPI = chronic kidney disease epidemiology collaboration

Curriculum Vitae

TOM BRANDT

21.07.1988

Ausbildung

- 09/2013 – 09/2015 Ausbildung zum Kampfmittelabwehroffizier; Bundeswehr
- 10/2012 – 09/2013 M.Sc. Sportwissenschaften mit Schwerpunkt Leadership und Management im Sport; Universität der Bundeswehr München
- 10/2009 – 09/2012 B.Sc. Sportwissenschaften mit Schwerpunkt Vermittlung von Sport;
Universität der Bundeswehr München
- 07/2008 – 09/2009 Offiziersausbildung; Bundeswehr

Berufserfahrung

- Seit 05/2019 Abteilungsleiter
Bundeswehr, Universität der Bundeswehr München
- 03/2017 – 05/2019 Teamleiter
Bundeswehr, Panzerpionierbataillon 4 in Bogen
- 10/2015 – 03/2017 Stellvertretender Abteilungsleiter
Bundeswehr, Panzerpionierbataillon 4 in Bogen

Weiterbildungen

- 02/2022 – 03/2023 Lean Six Sigma Green Belt
- 10/2022 – 02/2023 Data Analyst with Python

Kenntnisse

Deutsch (Muttersprache), Englisch (SLP 3432), Projektmanagement, Führung und Ausbildung von Mitarbeitenden, Materialbewirtschaftung, MS-Office, SPSS, Python, Minitab

Forschung

- Körperliche Aktivität und Gesundheit
- Gesundheitsverhalten am Arbeitsplatz
- Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Einsatzkräften

Publikationen

Schmidt A, Brandt T. Die MedXFit-Studie – Einfluss von CrossFit®-Training auf Kraft, Mobilität, Rückenproblematiken und Wohlbefinden bei Soldaten und Soldatinnen sowie Zivilangestellten der Bundeswehr. Wehrwissenschaftliche Forschung Jahresbericht. Published online 2021;62-63. <https://www.bmvg.de/resource/blob/5473034/e0db5bd93abbdc24234e4541167f9b55/jahresbericht-wehrwissenschaftliche-forschung-2021-data.pdf>

Brandt T, Heinz E, Klaatzen Y, et al. MedXFit—Effects of 6 months CrossFit® in sedentary and inactive employees: A prospective, controlled, longitudinal, intervention study. *Health Science Reports*. 2022;5(5). doi:10.1002/hsr2.749

Meier N, Brandt T, Schmidt A. CrossFit® und seine Bedeutung für das Militär – ein Einblick in physiologische Parameter und weiterführende Untersuchungen des neuen Trainingskonzepts. *Wehrmedizinische Monatsschrift*. 2022;66(12):453-456.

Brandt T, Heinz E, Klaatzen Y, et al. MedXFit: CrossFit® as a workplace health intervention. *Current Issues in Sport Science (CISS)*. 2023;8(2):010. doi:10.36950/2023.2ciss010

Brandt T, Schinköthe T, Schmidt A. CrossFit Motivates a 41-Year-Old Obese Man to Change His Lifestyle and Achieve Long-Term Health Improvements: A Case Report. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*. 2023;8(2). doi:10.3390/jfmk8020058

Kongressbeiträge

Brandt T, Heinz E, Klaatzen Y, et al. (2023, 15. Februar) MedXFit: CrossFit® as a workplace health intervention [Kongressbeitrag]. 14th Annual Meeting of the Swiss Society of Sport Science, Bern, Schweiz. doi:10.36950/2023.2ciss010

Brandt T, Heinz E, Klaatzen Y, et al. (2023, 22. Juni) MedXFit-Studie: CrossFit® erweist sich als effektive und langfristig motivierende Maßnahme im Kontext betrieblicher Gesundheitsförderung bei inaktiven, sedentären Mitarbeiter*innen [Kongressbeitrag]. Sports, Medicine and Health Summit 2023, Hamburg, Deutschland.

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere an Eides statt, dass ich die der Fakultät für Humanwissenschaften der Universität der Bundeswehr München vorgelegte Dissertation¹ mit dem Thema „CrossFit® in der betrieblichen Gesundheitsförderung“ ohne fremde Hilfe erstellt, bei der Abfassung keine anderen als die im Schriftenverzeichnis angeführten Hilfsmittel benutzt und die wissenschaftlichen Leistungen eigenständig erbracht habe².

Ich versichere, dass

...ich für die eingereichte Dissertation noch keinen akademischen Titel erhalten habe.

...mir bisher noch kein akademischer Grad entzogen wurde.

...ich nicht in einem früheren Promotionsverfahren für denselben Doktorgrad mit der gleichen Dissertation endgültig gescheitert bin.

...Gegen mich wurde kein strafrechtliches Ermittlungsverfahren eingeleitet oder ist derzeit anhängig.

Die Dissertation wurde betreut von Frau Prof. Dr. rer. nat. habil. Annette Schmidt.

Ich habe die Dissertationsschrift als Ganzes noch nicht veröffentlicht. Ich habe an keiner in- oder ausländischen wissenschaftlichen Hochschule ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht oder die vorliegende oder eine ähnliche Arbeit als Dissertation vorgelegt. Die Promotionsordnung der Universität der Bundeswehr München ist mir bekannt.

Neubiberg den

Tom Brandt

¹ Die Erklärung gilt entsprechend für die kumulative Dissertation mit der Maßgabe, dass im Fall der kumulativen Dissertation die Gesamtheit der wissenschaftlichen Fachaufsätze bzw. Schriften einschließlich Rahmentext und bibliographischer Angaben gemäß § 22 Abs. 2 Satz 2 gemeint ist.

² Im Fall der kumulativen Dissertation wird die Eigenständigkeit der wissenschaftlichen Leistungen nach Maßgabe der Erläuterung gemäß § 9 Abs. 6 Satz 4 PromO versichert.