

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der Universitätsmedizin Rostock
(Direktor: Prof. Dr.med. habil. Wolfram Mittelmeier)

**Evaluation des Gesundheitszustandes von
Spitzenführungskräften der Bundeswehr und Untersuchung
des Einflusses von bekannten Risikofaktoren, Lifestyle und
Sport auf deren körperliche Leistungsfähigkeit**

Inauguraldissertation
zur
Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Medizin
der Medizinischen Fakultät
der Universität Rostock

vorgelegt von:
Michael Becker
geb. am 14.10.1977 in Neubrandenburg

Rostock, 2021

Dekan:

Prof. Dr. med. univ. Emil C. Reisinger, MBA

Gutachter:

PD Dr. habil. Christoph Schulze,

Universitätsmedizin Rostock, Orthopädische Klinik und Poliklinik

Prof. Dr. Timo Kirschstein,

Universitätsmedizin Rostock, Institut für Physiologie

Univ.-Prof. Dr. Dr. Axel Ekkernkamp,

Universität Greifswald, Zentrum für Orthopädie, Unfallchirurgie und Rehabilitative Medizin

Prof. Dr. Georg Füllen

Universitätsmedizin Rostock, Institut für Biostatistik und Informatik in Medizin und Altersforschung

Jahr der Einreichung: 2021

Jahr der Verteidigung: 2022

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
2	Stand der Forschung	7
2.1	Lebensstil und körperliche Aktivität	7
2.2	Messverfahren der körperlichen Leistungsfähigkeit	8
2.2.1	Laktatschwellenkonzepte	11
2.2.2	Ventilatorische Schwellen	13
2.3	Stellenwert laborchemischer Untersuchungen in der Leistungsdiagnostik	13
2.3.1	Harnsäure	14
2.3.2	HbA1c und Nüchtern-Blutzucker	15
2.3.3	Blutfette: Triglyzeride, Gesamtcholesterin, HDL, LDL	16
2.4	Auswirkungen körperlicher Aktivität	18
2.5	Risikofaktoren mit Einfluss auf die Gesundheit	19
2.6	Stellenwert der körperlichen Aktivität in der Prävention	20
3	Zielstellung	21
4	Material und Methoden	22
4.1	Teilnehmer	22
4.2	Methoden	22
4.2.1	Anamneseerhebung	22
4.2.2	Körperliche Untersuchung/ anthropometrische Daten	23
4.2.3	Labormedizinische Untersuchung	24
4.2.4	Laktat-Leistungsdiagnostik	24
4.2.5	Statistische Auswertung	26
5	Ergebnisse	28
5.1	Einfluss antropometrischer Faktoren und Lifestylefaktoren auf die körperliche Leistungsfähigkeit	28
5.1.1	Altersstruktur	28
5.1.2	Untersuchung des Einflusses des Alters auf die Leistungsfähigkeit ..	29
5.1.3	Leistungsfähigkeit in Abhängigkeit von der Dienstgradgruppe	29
5.1.4	Einfluss der täglichen Arbeitszeit auf die Leistungsfähigkeit	30

5.1.5	Einfluss der Anzahl der Auslandseinsätze auf die Leistungsfähigkeit	31
5.1.6	Einfluss des Body-Mass-Index auf die Leistungsfähigkeit.....	31
5.1.7	Einfluss des Bauchumfanges auf die Leistungsfähigkeit.....	33
5.1.8	Einfluss der Ernährung auf die Leistungsfähigkeit.....	35
5.1.9	Einfluss der Wochenendpendler-Tätigkeit auf die Leistungsfähigkeit	36
5.1.10	Einfluss privater Problemsituationen auf die Leistungsfähigkeit.....	37
5.1.11	Einfluss der Dienstreisetätigkeiten auf die Leistungsfähigkeit.....	37
5.1.12	Einfluss des Nikotinkonsums auf die Leistungsfähigkeit	38
5.1.13	Einfluss des Alkoholkonsums auf die Leistungsfähigkeit.....	39
5.2.	Einfluss sportlicher Aktivität auf die Leistungsfähigkeit.....	39
5.2.1	Einfluss von genereller sportlicher Aktivität auf die	
	Leistungsfähigkeit	39
5.2.2	Einfluss von Freizeitsport auf die Leistungsfähigkeit	40
5.2.3	Einfluss von Dienstsport auf die Leistungsfähigkeit.....	41
5.3	Einfluss von Erkrankungen auf die körperliche Leistungsfähigkeit	41
5.3.1	Diabetes mellitus.....	41
5.3.2	Einfluss der Hypercholesterinämie auf die Leistungsfähigkeit	42
5.3.3	Einfluss der arteriellen Hypertonie auf die Leistungsfähigkeit	42
5.3.4	Einfluss der Hyperurikämie auf die Leistungsfähigkeit	43
5.3.5	Einfluss orthopädischer Erkrankungen auf die Leistungsfähigkeit	43
5.3.6	Einfluss psychischer Erkrankungen auf die Leistungsfähigkeit	44
5.4	Analyse der Labordaten.....	44
5.4.1	Korrelation und Regression von Labordaten und	
	anthropometrischen Daten	44
5.4.2	Korrelation zwischen anthropometrischen Daten und	
	Leistungsdaten.....	47
5.4.3	Korrelation der Laborwerte untereinander	47
5.5	Längsschnittuntersuchung der Leistungsfähigkeit	
	bei Mehrfachvorstellungen.....	48
5.5.1	Herzfrequenz an der individuellen anaeroben Schwelle.....	48

5.5.2	Anthropometrische Daten	48
6	Diskussion	50
6.1	Einfluss des Alters auf die körperliche Leistungsfähigkeit von Führungskräften der Bundeswehr.....	50
6.2	Einfluss von Bauchumfang und BMI auf die körperliche Leistungsfähigkeit bei Führungskräften der Bundeswehr	51
6.3	Einfluss von Arbeitszeit, Pendleraktivität und Auslandseinsätzen auf die körperliche Leistungsfähigkeit bei Führungskräften der Bundeswehr ...	53
6.4	Einfluss von Rauchen und Alkoholkonsum auf die körperliche Leistungsfähigkeit von Führungskräften der Bundeswehr	55
6.5	Einfluss von Sport während der Arbeit und in der Freizeit auf die körperliche Leistungsfähigkeit bei Führungskräften der Bundeswehr ...	57
6.6	Einfluss von Erkrankungen auf die körperliche Leistungsfähigkeit bei Führungskräften der Bundeswehr.....	58
6.7	Längsschnittuntersuchung bei Mehrfachvorstellungen	60
6.8	Limitationen	62
7	Zusammenfassung.....	64
8	Literaturverzeichnis	66
9	Abkürzungsverzeichnis	82
10	Tabellenverzeichnis.....	85
11	Abbildungsverzeichnis.....	86
12	Anhang	87
12.1	Anamnesebogen	87
12.2	Freiburger Ernährungsprotokoll	92
13	Ehrenwörtliche Erklärung zu meiner Dissertation.....	93
14	Lebenslauf	94
15	Danksagung.....	96
16	Eigene Publikationen.....	97
17	Thesen.....	98

1 Einleitung

Eine gute körperliche Leistungsfähigkeit stellt eine Grundvoraussetzung für den Beruf des Soldaten dar. Die physische Belastbarkeit ist für sämtliche Streitkräfte ein wesentlicher Teil des so genannten menschlichen Faktors. Einsätze der Bundeswehr sind regelmäßig mit einem hohen Ausmaß an körperlichen und seelischen Belastungen verbunden. Vor dem Hintergrund der hohen physischen und psychischen Belastungen während eines Auslandseinsatzes, aber auch während des regulären Tagesdienstes, spielt der individuelle Gesundheitszustand des Soldaten eine wichtige Rolle. Offiziere bekleiden in der Struktur der Bundeswehr die wesentliche Führungsrolle. Sie tragen die Verantwortung und üben die Befehls- und Disziplinargewalt über die unterstellten Soldaten aus. Ferner besteht eine Vorbildfunktion für das unterstellte Personal. Diese Dienstgradgruppe gilt in den oberen Ebenen der Verantwortungsträger als besonders belastet. Vergleiche zum Top-Management in der zivilen Wirtschaft sind angebracht. Am Zentrum für Sportmedizin der Bundeswehr in Warendorf wird im Rahmen von Primär- und Sekundärprävention ein Gesundheitsförderungsprogramm speziell für Spitzengeschäftsführer der Bundeswehr durchgeführt. Ziel dieses innerbetrieblichen Präventionsprogrammes ist neben der Evaluation der körperlichen Leistungsfähigkeit, über das Selbsterleben die Bedeutung der Gesundheitsvorsorge zu erkennen. Dazu wird im Rahmen des freiwilligen „Personal Health Management Seminars“ der Gesundheitszustand von Führungskräften der Bundeswehr und deren körperliche Leistungsfähigkeit untersucht. Den Teilnehmern werden Empfehlungen zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit und Gesundheitsvorsorge angeboten. Sämtlichen Teilnehmern wird die Wiedervorstellung angeboten, um die Wirksamkeit der Intervention zu untermauern. Bei ausländischen Streitkräften gibt es Daten zur körperlichen Aktivität und Leistungsfähigkeit. In der vergleichenden Untersuchung bei Spezialkräften der Schweizer Armee konnte aufgezeigt werden, dass die Gesamtenergiebilanz der Soldaten, jener von professionellen Sportlern entspricht (Wyss et al., 2012). Innerhalb der brasilianischen Armee wurde dienstgradunabhängig ein geringeres Aktivitätslevel in der Freizeit bei hoher Arbeitsbelastung und psychischer Belastungssituation beobachtet (Martins and Lopes, 2013). Für die Bundeswehr, im speziellen in der Gruppe der Führungskräfte, ist diesbezüglich bisher wenig publiziert.

2 Stand der Forschung

2.1 Lebensstil und körperliche Aktivität

Der Lebensstil kann anhand verschiedener Aspekte definiert werden. Einerseits wird der Lebensstil als ein „regelmäßig wiederkehrender Gesamtzusammenhang der Verhaltensweisen, Interaktionen, Meinungen, Wissensbestände und bewertenden Einstellungen eines Menschen“ beschrieben (Hradil, 2005). Andererseits wird der Lebensstil eher als ein Lebensstandard definiert und benennt den sozioökonomischen Status als Basis (Bourdieu, 1987). So wird ein „Lebensstil, welcher von Gesundheitsbewusstsein und Gesundheitsvorsorge sowie der nachhaltigen Grundausrichtung geprägt“ ist, einem Personenkreis eines bestimmten Konsumententyps zugeschrieben, welcher häufig ein überdurchschnittliches Einkommen hat (Hartmann, 2009). Der Lifestyle ist multifaktoriell beeinflusst und wird in einem Großteil der medizinischen Arbeiten unter den Aspekten Nikotinkonsum, Alkoholkonsum, physische Aktivität und anthropometrischen Daten wie Körpergewicht, Bauchumfang oder BMI subsummiert (Schulze et al., 2015; Leyk et al., 2012; Lo et al., 2014). Der Lebensstil eines Menschen und damit auch die Risikofaktoren der Sterblichkeit sind beeinflussbar. Bluthochdruck (13 %), Rauchen (9 %), Hyperglykämie (9 %) und physische Inaktivität (6 %) sind die Haupteinflussfaktoren auf die Sterblichkeit (WHO, 2010). In der medizinischen Betrachtung des Lebensstils wurde vor allem die körperliche Aktivität zur Beschreibung genutzt. Jegliche Bewegung der Skelettmuskulatur führt zu einer Erhöhung des Energieverbrauches über den Grundumsatz hinaus (Åstrand, 1976). Diese Steigerung wird als körperliche Aktivität zusammengefasst und subsummiert alle Bewegungen des täglichen Lebens unabhängig davon, ob diese Bewegung während beruflicher Tätigkeiten oder in der Freizeit erfolgt (Caspersen et al., 1985). Körperliche Aktivität ist ein motivational beeinflussbarer Risikofaktor (Krug et al., 2013). Die Messung körperlicher Aktivität ist komplex. Grundsätzlich werden subjektive Methoden, wie Fragebögen oder Logbücher, von objektiven Methoden, wie der Erfassung mit Schrittzählern oder Beschleunigungssensoren, unterschieden. In Deutschland beleuchtete unter anderem die „Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland“ (DEGS1) die gesundheitsbezogene Lebensqualität als einen Indikator für Gesundheit innerhalb der Bevölkerung (Ellert and Kurth, 2013). Es wurde epidemiologisch die subjektive Selbsteinschätzung der körperlichen Funktionsfähigkeit und des psychischen Wohlergehens (mit Hilfe des Short-Form-36-

V2-Gesundheitsfragebogens) im Gegensatz zur medizinischen Beurteilung des Gesundheitszustandes betrachtet (Ellert and Kurth, 2013). Bei subjektiver Einschätzung der körperlichen Aktivität wird jedoch häufig der Effekt der Überschätzung beobachtet (Gaede-Illig et al., 2014). Mit steigendem Alter wurde eine Abnahme der gesundheitsbezogenen Lebensqualität verzeichnet, wobei Erwachsene mit chronischen Erkrankungen die gesundheitsbezogene Lebensqualität gegenüber Personen ohne chronische Erkrankungen ebenso signifikant schlechter einschätzten, wie Menschen mit geringerem sozialen Status (Einstufung durch Index aus schulischer und beruflicher Ausbildung und dem Haushaltsnettoeinkommen) (Ellert and Kurth, 2013). Mit der Nutzung von Schrittzählern, Beschleunigungssensoren oder Herzfrequenzmessgräten kann körperliche Aktivität objektiv quantifiziert werden. Ein Vergleich innerhalb der US-Streitkräfte zeigte, dass sich insbesondere die Beschleunigungssensoren zur Erfassung des Aktivitätslevels eignen (Redmond et al., 2013). In der Grundausbildung der Schweizer Armee konnte durch Nutzung von Beschleunigungssensoren dargestellt werden, dass die körperliche Aktivität der Soldaten etwa der von Top-Athleten entsprach (Wyss et al., 2012). Die Kombination von subjektiven und objektiven Verfahren zur Messung der körperlichen Aktivität ist möglich und wurde empfohlen (Gaede-Illig et al., 2014). Einige Studien spezifizieren unter Bestimmung der täglichen Schrittzahl die Aktivität des Lebensstils. (Tudor-Locke and Bassett, 2004). Weniger als 5000 Schritte täglich werden als „überwiegend sitzender Lebensstil“ auch „sedentary lifestyle“ bezeichnet (Tudor-Locke et al., 2008) „Wenig aktive“ Personen bewegen sich 5000-7500 Schritte täglich, „mäßig-aktiv“ sind Menschen mit 7500-10000 Schritten pro Tag (Tudor-Locke and Bassett, 2004). Ein „aktiver Lebensstil“ wird ab 10000 Schritten täglich erreicht und Personen mit mehr als 12500 täglichen Schritten werden als „besonders aktiv“ bezeichnet (Tudor-Locke and Bassett, 2004). Bei verschiedenen Berufsgruppen wird eine hohe Schrittzahl vorausgesetzt. So legen Postboten und Beschäftigte der Müllabfuhr zwischen 18000 und 22000 Schritte (entsprechend ca. 14 – 15 km) täglich zurück, Beschäftigte der Feuerwehr oder Polizei etwa 8000 bis 10000 Schritte (ca. 5 – 8 km) (Ziesche and Köppel, 2017). Die tägliche Schrittzahl als ein Ausdruck der körperlichen Aktivität von deutschen Soldaten ist unter anderem (u.a.) abhängig von deren Aufgabenbereich und beträgt etwa 5000 bis 10000 Schritte (Schulze et al., 2015).

2.2 Messverfahren der körperlichen Leistungsfähigkeit

Die körperliche Leistungsfähigkeit lässt sich mit evaluierten standardisierten Verfahren bestimmen. Hierzu zählen die Laktatleistungsdiagnostik und die

Spiroergometrie (Kroidl et al., 2014). Voraussetzung für die Durchführung von leistungsdiagnostischen Untersuchungen ist der Ausschluss von absoluten Kontraindikationen, welche auch für die Durchführung von Belastungs-EKG-Untersuchungen gelten (Löllgen et al., 2010). Zu ihnen zählen: floride oder systemische Infektionen, instabile Angina pectoris, Myokardinfarkt, schwere Herzinsuffizienz, schwere Aortenklappenstenose, akute respiratorische Insuffizienz, akute Thrombose der unteren Extremitäten mit und ohne Lungenembolie (Klingenheben et al., 2018). Im Rahmen der Spiroergometrie werden über eine Atemmaske die expiratorischen Konzentrationen der Atemgase und Atemvolumina mittels der 3 Messparameter Sauerstofffraktion der Ausatemluft, Kohlendioxidfraktion der Ausatemluft und Volumen der Ausatemluft analysiert und gemeinsam mit der Herzfrequenz und dem Blutdruck mittels Stufen- oder Rampentestung analysiert (Kroidl et al., 2014). Die inspiratorischen Gaskonzentrationen entsprechen denen der Umgebungsluft. Die Spiroergometrie dient der qualitativen und quantitativen Untersuchung der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit (Raschka and Nitsche, 2016). Die graphische Darstellung der Ergebnisse erfolgt als 9-Felder-Grafik (9-FG) nach Karlman Wassermann (Kroidl et al., 2014). Die Spiroergometrie kann als Rampentest oder Stufentest durchgeführt werden. Bei der Durchführung als Rampenprotokoll erfolgt eine kontinuierliche und gleichmäßige Steigerung der Belastung. Bei Untersuchungen nach Stufenprotokoll erfolgt eine stufenweise Steigerung der Belastung. Die Steigerung (Amplitude zwischen den Stufen) ist jeweils konstant und die Dauer sollte mindestens 3 - 6 Minuten (min) betragen. Das Stufenprotokoll findet häufig bei Leistungsdiagnostik zur Bestimmung des Trainingszustandes und der Trainingssteuerung Anwendung. Um eine optimale Ausbelastung zu erzielen, können die Stufenhöhe und -dauer mit dem Probanden/ Sportler abgestimmt werden. Rampenprotokolle werden meist bei medizinischen Fragestellungen genutzt. Die Dauer einer Rampenbelastung soll in der Regel 8 bis 12 Minuten betragen. Es erfolgt die kontinuierliche Erfassung (breath-by-breath-Methode) der Sauerstoffaufnahme (VO_2 in ml/min) und Kohlendioxidabgabe (VCO_2 in ml/min) (Kroidl et al., 2014). Die Laktatleistungsdiagnostik dient der Überprüfung der Gesundheit und der Sport- und Belastungstauglichkeit von Probanden sowie der Feststellung des aktuellen Leistungszustandes. Sie ist ein geeigneter Parameter für prospektive gesundheitsbezogene Aussagen (Roecker, 2013). Mit Hilfe der Messung des charakteristischen Anstieges der Blatlaktatkonzentration im Kapillarblut wird bei körperlicher Belastung mittels Stufentest unter Nutzung standardisierter Protokolle die körperliche Leistungsfähigkeit untersucht und interpretiert (Roecker et al., 2010). Die Notwendigkeit der Durchführung als Stufentest ergibt sich aus der Laktatkinetik

mit Einstellung eines Gleichgewichtes (steady-state) zwischen Laktatproduktion und Laktatabbau bis zu einer bestimmten Belastungsintensität und Auflösung dieses Gleichgewichtes bei Überschreiten dieser Belastungsschwelle zugunsten der Laktatproduktion (Raschka and Nitsche, 2016). Da die Bestimmung des Laktats aus dem Kapillarblut erfolgt, ist eine kontinuierliche Messung nicht möglich (Löllgen et al., 2010). Durch Erfassung des Laktatspiegels auf der jeweiligen Belastungsstufe kann die Belastung ermittelt werden, bei der gerade noch ein Gleichgewicht zwischen Produktion und Elimination erreicht wird (siehe 3.3 Schwellenkonzepte). Die Untersuchung sollte sportartspezifisch durchgeführt werden, da der Trainingseffekt auf die sportartspezifischen Muskelgruppen untersucht werden soll (Löllgen et al., 2010). Es existieren verschiedene Schemata zur Durchführung von Laktat-Stufentests. Das BAL-Schema (Bundesausschuss Leistungssport) für die Fahrradergometrie sieht beginnend mit 50 Watt eine Steigerung um 50 Watt alle 3 min vor und wird in Deutschland überwiegend für die Bereiche Gesundheits- und Leistungssport eingesetzt (Roecker, 2013). Die AHA (American Heart Association) empfiehlt für den Bereich der kardialen Rehabilitation einen Beginn mit 25 oder 50 Watt und eine Steigerung um 25 Watt nach 2 min (Löllgen et al., 2010). In den USA erfolgen Belastungsuntersuchungen überwiegend als Laufbandbelastungstest. In der Mehrzahl wird die Untersuchung nach dem Bruce-Protokoll für Normalpersonen oder modifizierten Bruce-Protokoll für Patienten durchgeführt (Kroidl et al., 2014; Roecker et al., 2010). Die Testung erfolgt über 8 Stufen mit einer Dauer von 3 min. Zusätzlich zur Anzahl und Dauer der Stufen wird hierbei eine Änderung der Steigung festgelegt (Klingenheben et al., 2018). Für die Laufbandergometrie in Deutschland existieren verschiedene Empfehlungen. Meist wird mit 2 - 6 km/h begonnen und es erfolgt eine Steigerung um 2 km/h alle 3 min (Roecker, 2013). Verschiedene Einflussfaktoren auf die Laktatkonzentration und die Herzfrequenz konnten identifiziert werden. Hieraus sind Empfehlungen zur Durchführung der Belastungsergometrie abzuleiten. Die Temperatur sollte zwischen 18 – 23 °C und die Luftfeuchtigkeit unter 70 % liegen (Myers et al., 2009). Bei erhöhten Umgebungstemperaturen wurden signifikant schlechtere maximale Leistungen sowie eine erhöhte Herzfrequenz aufgezeigt und die Blutlaktatkonzentration als auch die Maximalleistung bei Maximal-Laktat-Steady-State (maxLass, siehe 3.3.3) war bei Normaltemperatur (22 °C) höher als bei erhöhter Umgebungstemperatur mit 40°C (de Barros et al., 2011). Probandenspezifische Besonderheiten wie körperliche Vorbelastungen, Koffeinkonsum und Ernährung haben ebenfalls Einfluss auf die Untersuchung (Graham, 2001; Jeacocke and Burke, 2010). Absolute Kontraindikationen für die Durchführung sind relevante akute Erkrankungen wie Myokardinfarkt, systemische Infektionen, Thrombosen oder

Embolien, Exazerbation von Atemwegserkrankungen, höhergradige Herzrhythmusstörungen und ein unzureichend eingestellter arterieller Hypertonus (Löllgen et al., 2010). Zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit bei Begutachtungen innerhalb der Bundeswehr erfolgt die Untersuchung als PWC-Test (physical working capacity). Hierbei handelt es sich um ein submaximales Testverfahren, welches als Ergebnis eine auf das Körpergewicht bezogene Leistung ergibt. Der PWC-Test erfolgt als Fahrradergometertest mit Beginn bei 50 Watt und Steigerung um 25 oder 50 Watt alle 2 oder 3 Minuten. Bei Erreichen der Zielherzfrequenz von 130 S/min (Schläge pro Minute), 150 S/min oder 170 S/min erfolgt der Abbruch mit anschließender Auswertung als lineare Interpolation (Finger et al., 2013; Löllgen et al., 2010). Bei der Prognosegenauigkeit ist dieser Schwellenwerttest den o.g. Testverfahren unterlegen (Löllgen and Leyk, 2018).

2.2.1 Laktatschwellenkonzepte

Der Anstieg von Laktat, durch LDH (Laktatdehydrogenase)-abhängige Reduktion von Pyruvat, kann durch die reduzierte aerobe Energiebereitstellung aufgrund einer verschlechterten Sauerstoffversorgung erklärt werden (Roecker, 2013; Stainsby and Brooks, 1990). Die Zellen sind in der Nutzung der Milchsäure als Rohstoff für eine aerobe Energiebereitstellung und der Gluconeogenese eingeschränkt (Stainsby and Brooks, 1990). Zusätzlich ist der Anstieg abhängig von aktiven Verteilungsvorgängen. Dieser Zelle-zu-Zelle-Transport wird von Monocarboxylase-Transportproteinen (MCT) gesteuert (Brooks, 2000). Die MCT-1 beeinflusst die Aufnahme von Laktat in die Zelle und die MCT-4 den Transport aus der Zelle heraus (Hashimoto and Brooks, 2008). Unterschiedlichen Muskelfasertypen (I, IIa, IIb) weisen eine unterschiedliche Enzymausstattung auf (Hashimoto and Brooks, 2008). Somit ist die körperliche Leistungsfähigkeit auch genetisch und epigenetisch beeinflusst (Ehlert and Simon, 2011).

Gemäß dem Positionspapier der AG Spiroergometrie werden die Bezeichnungen LT1 und LT2 verwendet (Westhoff et al., 2013). Der aerob-anaerobe Übergangsbereich, entsprechend Laktate Threshold 1 (LT1), beschreibt den Beginn des Laktatanstieges als Folge des Wechsels zwischen dem rein aeroben und dem partiell anaeroben, laktazid gedecktem Stoffwechsel (Kroidl et al., 2014). Die LT1 wird häufig auch als aerobe Schwelle benannt. Die Bezeichnung Laktat Threshold 2 (LT2) beschreibt das maximale Laktat-Steady-State (maxLass) am Ende des aerob-anaeroben Übergangsbereiches (Westhoff et al., 2013). Es werden häufig auch die Begriffe anaerobe Schwelle oder maxLass synonym benutzt (Kroidl et al., 2014). Als maxLass

wird jedoch eigentlich die maximale Leistung bezeichnet, die ein Proband mit stabiler Laktatkonzentration (Anstieg $< 1 \text{ mmol/l}$) über einen vorgegebenen Zeitraum (mindestens 20 min einer 30-minütigen Belastung) aufrechterhalten kann (Westhoff et al., 2013). Die Testung erfolgt als Schwellentest mit Erhöhung der Leistung, wenn innerhalb des Testes die Blutlaktatkonzentration konstant $\leq 1 \text{ mmol/l}$ bleibt. Steigt die Blutlaktatkonzentration über 1 mmol/l muss der Test bei niedrigerer Leistung durchgeführt werden (Heck et al., 1985). Aufgrund der Methodik ist dieses Testverfahren für Routinetests nicht geeignet (Roecker et al., 2010). Die Festlegung der 4-mmol/l-Laktatschwelle erfolgte empirisch aufgrund der Beobachtung eines stabilen Niveaus der Laktatkonzentration bei 4 mmol/l bei der Laufbandbelastung (Mader et al., 1976). Grundsätzlich ist dieses Verfahren methodisch einfach, jedoch bleiben individuelle Besonderheiten, wie die genetische Disposition und die veränderte Laktatbildung durch Trainingseffekte unberücksichtigt (Roecker et al., 2010). Der prognostische Wert für die Ausdauerleistungsfähigkeit ist jedoch geringer als bei Bestimmung der individuellen anaeroben Schwelle (IANS) (Löllgen et al., 2010). Für die vergleichende Untersuchung der körperlichen Leistungsfähigkeit ist die 4-mmol/l-Schwelle methodisch sinnvoll, da sie standardisiert durchführbar und nachvollziehbar ist und an dem Punkt ermittelte Herzfrequenzen und Leistungsparameter den Rückschluss auf die Veränderung der Leistungsfähigkeit zulassen (Roecker, 2013). Grundlage der individuellen anaeroben Schwelle ist die Kinetik der Laktatkonzentration in der Belastungs- und Nachbelastungsphase (Roecker et al., 2010). Stegmann entwickelte ein Modell, das Verteilungsprozesse von Laktat in Muskulatur und Blut bei stufenweiser Belastung bestimmen sollte. Die Auswertung erfolgt durch ein komplexes computergestütztes Berechnungssystem. Für dieses Modell erfolgen zusätzliche Blutabnahmen zum Zeitpunkt des Testabbruches und nach 1, 3, 5 und 10 Erholungsminuten (Stegmann and Kindermann, 1982). Dickhuth et al. waren der Meinung, dass die individuelle anaerobe Schwelle (IANS) durch Addition von 1,5 mmol/l oberhalb der aeroben Schwelle (IAS, auch Laktatäquivalent bezeichnet) festzulegen sei (Raschka and Nitsche, 2016). Das Laktatäquivalent entspricht dem Quotienten aus Laktat und körpereigengewichtsbezogener Sauerstoffaufnahme (Kroidl et al., 2014). Aufgrund der verschiedenen Modelle eignet sich die Bestimmung der IAS und / oder IANS nur bedingt für einen interindividuellen Vergleich oder den Vergleich von verschiedenen wissenschaftlichen Arbeiten (Heck and Beneke, 2008). Die IAS und / oder IANS stellen keinen fixen Richtwert für zu erwartende Leistungen dar, ermöglichen aber einen intraindividuellen Vergleich und können somit in der Trainingssteuerung eingesetzt werden (Löllgen et al., 2010).

2.2.2 Ventilatorische Schwellen

Die Leistungsdiagnostik als Ergometrie mit Erfassung der Blutlaktatkonzentration kann auch mit Atemgasanalyse als Spiroergometrie erfolgen. Beide Formen der metabolischen Leistungsdiagnostik gründen auf der Bereitstellung von Energie, welche oxidativ oder durch anaerobe Glykolyse erfolgt. Bei Überschreiten der maximalen Oxidationsrate wird das Pyruvat durch Laktatdehydrogenase zu Milchsäure verändert (Raschka and Nitsche, 2016). Substrate der aeroben Energiebereitstellung sind Glukose, Aminosäuren und freie Fettsäuren. In der anaeroben Glykolyse sind es Kohlenhydrate, wodurch hier die Glykogenspeicher schneller verbraucht werden (Graf, 2011). Die Energieflussrate der aeroben Energiebereitstellung ist auch bei weiterer Verfügbarkeit von Sauerstoff begrenzt und die Oxidation kann mit der Produktion von Pyruvat und $\text{NADH} + \text{H}^+$ (reduzierte Form von Nicotinamidadenindinukleotid) nicht mithalten. Der Anteil der anaeroben Glykolyse an der Gesamtenergieproduktion wird erhöht und es entsteht vermehrt Milchsäure, welche ab einer individuell unterschiedlichen Leistung einen Laktatanstieg im Blut verursacht (Kroidl et al., 2014). Zeitgleich mit dem Anstieg des Milchsäurespiegels erfolgt die Pufferung mit Bicarbonat und dadurch eine zusätzliche nicht-metabolische CO_2 -Produktion. Dieser Anstieg des CO_2 in der Ausatemluft im Verhältnis zur Sauerstoffaufnahme wird in der Atemgasanalyse als Ventilatory Treshold 1 (VT1) bezeichnet (Westhoff et al., 2013). Die VT1 beschreibt somit den Übergang von aerober zu anaerober Muskelarbeit. Oberhalb der LT1 und VT1 bleibt die Laktatkonzentration bei zunehmender Belastung zunächst noch stabil. Mit weiterer Belastungssteigerung übersteigt die Laktatproduktion jedoch die Laktatclearance, was zu einer metabolischen Azidose führt. Diese wird durch Hyperventilation zur Steigerung der CO_2 -Abatmung kompensiert (Kroidl et al., 2014). Dieses Ende des aerob-anaeroben Überganges wird als Ventilatory Treshold 2 (VT2) bezeichnet (Westhoff et al., 2013).

2.3 Stellenwert laborchemischer Untersuchungen in der Leistungsdiagnostik

Zusätzlich zur Bestimmung der Laktatkonzentration während und nach der Belastung erfolgt vor der Ergometrie ergänzend zu Anamnese und körperlicher Untersuchung, die Durchführung eines Elektrokardiogramms (EKG) und Kontrolle weiterer laborchemischer Parameter (Löllgen and Hansel, 2007). Für Personen über 35 Jahre

ist die Untersuchung von Gesamtcholesterin, Low-Density-Lipoprotein (LDL), High-Densitiy-Lipoprotein (HDL), Nüchtern-Blutzucker (BZ), glykiertem Hämoglobin (HbA1c) und zusätzlich optional der Triglyzeride (TG) sowie der Harnsäure (HS) empfohlen (Löllgen and Hansel, 2007). Die Erfassung der Labordaten dient grundsätzlich der Diagnostik von Erkrankungen, der Risikobestimmung und einem möglichen Therapieentscheid. Sowohl die Hypercholesterinämie als auch die Hypertriglyzeridämie können verschiedene Ursachen haben. In Betracht kommen u.a. eine genetische Disposition, Stoffwechselerkrankungen, medikamentöse Therapie (z.B. Kontrazeptiva) aber auch die Adipositas und der Diabetes mellitus (Custodis and Laufs, 2011). Diese Erkrankungen sind typischerweise mit einem „sedentary lifestyle“, also einem passiven Lebensstil mit reduzierter körperlicher Aktivität assoziiert (Lee et al., 2012). Verschiedene Fachgesellschaften u.a. die European Society of Cardiology (ESC) und die European Atherosclerosis Society (EAS) benennen unter Verweis auf die „ESC/EAS Richtlinien für das Management der Dyslipoproteinämien“ die Hypercholesterinämie als einen gesicherten Risikofaktor für die koronare Herzerkrankung (Parhofer, 2016).

2.3.1 Harnsäure

Die Harnsäure ist Endprodukt des Purinstoffwechsels des Menschen und liegt bei einem pH-Wert von 7,4 in ionisierter Form, meist als Natriumurat, vor. Die Löslichkeitsgrenze wird bei einem pH-Wert von 7,4 und einer Temperatur von 37 °C bei ca. 6,8 mg/dl nachgewiesen (Choi et al., 2005). Wird diese Löslichkeitsgrenze überschritten, liegt eine Hyperurikämie vor. Prädilektionsstellen für die Ausfällung von Mononatriumuratkristallen sind periphere Körperregionen mit niedrigeren Temperaturen und pH-saure (entzündete) Gelenke mit der Ausbildung sehr schmerzhafter monoartikulärer Arthritiden (Tausche et al., 2009). Die Harnsäure wird zu etwa 70 % über die Nieren und 30 % über den Darm ausgeschieden (Lipkowitz, 2012). Die verschiedenen Transportproteine (z.B. Urat1 und Glut9) werden als Harnsäure-Transportosom zusammengefasst (Lipkowitz, 2012). Die Ursache der Hyperurikämie ist eine verminderte renale Ausscheidung (90 %), eine vermehrte Bildung von Harnsäure oder eine Kombination aus beiden Faktoren (Choi et al., 2005). Purinreiche Ernährung, Fruchtzucker und Alkoholkonsum begünstigen eine gesteigerte Bildung von Harnsäure. Kaffee, Milch und Vitamin C gelten als protektive Nahrungsmittel (MacFarlane and Kim, 2014). Die Hyperurikämie ist häufig nicht kausal assoziiert mit erhöhten Lipidwerten, Hypertonie sowie dem Auftreten einer koronaren Herzerkrankung (KHK) und eines Apoplex (Bardin and Richette, 2017). Im

Vergleich zu Nicht-Gicht-Patienten besteht eine höhere Prävalenz für Typ-II-Diabetes, Hypertriglyceridämie und erhöhten LDL-Werten (Bardin and Richette, 2017). Das Risiko für die Gichterkrankung steigt mit einer bestehenden Adipositas, einem erhöhten Body-Mass-Index (BMI) und einem vergrößerten Hüftumfang (MacFarlane and Kim, 2014). Neben dem Einfluss der genetischen und alimentären Faktoren kann das Auftreten der Hyperurikämie und der Gicht durch eine erhöhte körperliche Aktivität gesenkt werden (MacFarlane and Kim, 2014).

2.3.2 HbA1c und Nüchtern-Blutzucker

Der Anteil des glykierten Hämoglobins (HbA1c) im Blut gilt als der beste Parameter für die Beurteilung der Qualität der Blutglukoseeinstellung eines Patienten (American Diabetes Association, 2011). Die Bestimmung des HbA1c-Wertes erlaubt eine retrospektive Abschätzung der Glykämie, bei der mittlere Blutglukosekonzentrationen über Zeiträume von mehreren Wochen integriert werden. Die Halbwertszeit der Hämoglobine wird durch die Erythrozytenlebenszeit bestimmt, die 100 bis 120 Tage beträgt (Scherbaum, 2009). 1996 wurde zunächst das NGSP (national glycohemoglobin standardization program) als Bezugssystem mit Angabe der HbA1c-Werte in % etabliert. Aufgrund von Ungenauigkeiten des NGSP-Messverfahrens erfolgte zum 31.03.2010 die Umstellung gemäß der IFCC (international federation for clinical chemistry) mit Angabe der Werte in mmol/mol, was eine internationale Vergleichbarkeit ermöglichte ("Richtlinie der Bundesärztekammer zur Qualitätssicherung laboratoriumsmedizinischer Untersuchungen," 2008). Die vergleichende Darstellung der Werte und das retrospektive Diabetesrisiko erfolgt in Tabelle 1.

Tabelle 1: Retrospektive Abschätzung der Glykämie nach IFCC und NGSP

	IFCC (mmol/mol)	NGSP (%)
Normwerte	20-42	4-6
Geringes Diabetesrisiko	< 40	<5,8
Erhöhtes Diabetesrisiko	40-46	5,8-6,4
Diabetes	> 46	> 6,4

Die Bestimmung des Nüchtern-Blutzucker hingegen ist eine primär einmalige Untersuchung, die aber ebenfalls zum Screening eines möglichen Diabetes oder eines Prä-Diabetes geeignet ist (Huang et al., 2016). Der Normwert der Nüchtern-Glukose liegt bei < 100 mg/dl, ein erhöhtes Diabetes-Risiko besteht bei Werten von

100,0 -125,9 mg/dl und von einem diabetischen Nüchtern-Blutzucker wird ab 126 mg/dl ausgegangen (Huang et al., 2016). Steigerungen der Nüchtern-Glukose ausgehend von nicht-diabetischen Werten sind assoziiert mit einem erhöhten Risiko für das Auftreten von Herzinfarkt und Schlaganfall und einer erhöhten allursächlichen Mortalität (Lee et al., 2018). Ein aktiver Lebensstil in Kombination mit Diät bildet das Fundament der Therapie, aber auch der Senkung des Risikos für das Auftreten der Erkrankung (American Diabetes Association, 2018). Bereits die moderate Steigerung der körperlichen Aktivität um 100 min/Woche ist mit einer Senkung der Nüchtern-Glukose um 4,7 mg/dl und des HbA1c um 0,16 % assoziiert (Boniol et al., 2017). In der Therapie des Diabetes mellitus ist eine moderate bis gesteigerte aerobe Aktivität von 150 min an 3 Wochentagen mit jeweils weniger als 2 folgenden Tagen ohne zusätzliche Aktivität in Kombination mit Beweglichkeitstraining und Krafttraining an 2 - 3 Tagen empfohlen (American Diabetes Association, 2018).

2.3.3 Blutfette: Triglyzeride, Gesamtcholesterin, HDL, LDL

Triglyzeride (TG) bestehen aus einem Glyzerinmolekül an das 3 freie Fettsäuren durch Veresterung gebunden werden. Aus gesundheitlicher Sicht ist der Sättigungsgrad entscheidend. So beeinflusst die Aufnahme mehrfach ungesättigter Fettsäuren in geringer Weise die Gesamtsterblichkeit, reduziert das Risiko für KHK und Herzinfarkt, führt zu einer Absenkung der Triglyzeride, hat jedoch nur einen geringen Einfluss auf das Gesamtcholesterin, HDL und LDL (Abdelhamid et al., 2018). TG können aus Kohlenhydraten hergestellt werden und sind reine Energiespeicher, die nach Bedarf durch β -Oxidation dem Citratzyklus zur Energiebereitstellung zugeführt werden können (Graf, 2011). Ursache einer primären Hypertriglyzeridämie sind ungesunde, hochkalorische Ernährung, Alkoholkonsum und selten genetische Erkrankungen (familiäre Hypertriglyzeridämie) (Richter, 2017). Die sekundäre Hypertriglyzeridämie ist u.a. auf Nierenerkrankungen, Hypothyreose, Diabetes mellitus oder Medikamente zurückzuführen (Parhofer, 2016). Die Änderung von Ernährungsgewohnheiten mit Anpassung der Nahrungsmenge an den tatsächlichen Energiebedarf, der Verzicht auf Alkohol, die Gewichtsreduktion und ein aktiver Lebensstil mit regelmäßiger Bewegung sind wesentlicher Bestandteil der Therapie (Custodis and Laufs, 2011).

Das Cholesterinmolekül ist ringförmig aufgebaut und wird als Strukturfett bezeichnet, da es u.a. Bestandteil von Zellwänden und das Grundgerüst für Steroidhormone und Vitamine ist (Graf, 2011). Die Wasserlöslichkeit der Fette wird durch die Kopplung an Eiweiße gewährleistet (Graf, 2011). Nach der Dichte dieser Lipoproteine werden u.a.

LDL (low density lipoprotein), IDL (intermediate density lipoprotein) und HDL (high density lipoprotein) unterscheiden (Daniels et al., 2009). LDL bestehen zu ca. 47 % aus Cholesterin, HDL weisen einen Cholesteringehalt von ca. 18 % auf (Graf, 2011). Die primäre (familiäre) Hypercholesterinämie mit einer Prävalenz in Deutschland von mehr als 1 : 500 wird von sekundären Formen z.B. bei Diabetes mellitus, Hypothyreose oder Medikamenteninduktion unterschieden (Klose et al., 2014). Das LDL-Cholesterin verursacht durch Einlagerung in die Gefäßwände arteriosklerotische Herz-Kreislauferkrankungen (Ference et al., 2017). Das HDL-Cholesterin bewirkt durch den reversen Abtransport von Cholesterin aus der Gefäßwand in die Leber eine verlangsamte Progression und zum Teil (z.T.) eine Regression der Atherosklerose (Parhofer, 2016). Zusätzlich wird dem HDL eine protektive Wirkung auf das Endothel durch Stimulation der Proliferation und anti-apoptotische Effekte auf Endothelzellen zugeschrieben (Forti and Diament, 2006). Durch HDL wird die Expression von unterschiedlichen Zelladhäsionsmolekülen (VCAM1, ICAM1) reduziert, die Endothelin-1-Produktion gesenkt, das c-natriuretische Peptid moduliert und die Stickstoffmonoxid-(NO)-Freisetzung stimuliert, was u.a. eine Relaxation der glatten Muskulatur und somit eine Vasodilatation bewirkt. Die HDL-Werte stellen somit einen guten Risikomarker bei Fettstoffwechselstörungen dar (Parhofer, 2016). Bereits lebenslang bestehende leicht erhöhte LDL-Werte steigern hingegen das Risiko für eine arteriosklerotische kardiovaskuläre Erkrankung (ASCVD) gegenüber Personen mit normwertigem LDL um den Faktor 3, stark erhöhte LDL-Werte um den Faktor 5 (Duncan et al., 2019). Treten erhöhte LDL-Werte bereits früh im Leben auf, werden ASCVD häufiger beobachtet (Zhang et al., 2019). Somit stellt LDL einen lebenslangen Risikofaktor dar und die Therapie muss beginnen, bevor die Arteriosklerose entstanden ist (Gidding and Allen, 2019). Die Risikoabschätzung tödlicher Herz-Kreislauferkrankungen erfolgt mit verschiedenen Scores (Fitzgerald et al., 2005). Zur Abschätzung des kardiovaskulären Gesamtrisikos ist die Bestimmung des Gesamtcholesterin und als primärer Lipidparameter in Screenings und zur Therapiekontrolle die Bestimmung von LDL empfohlen (Deutsche Gesellschaft für Kardiologie, Herz- und Kreislaufforschung e.V., 2016). Die Änderung des Lebensstils stellt einen Grundpfeiler der Therapie dar, so sind z.B. Rauchen und ein erhöhter BMI mit einer Erhöhung von Gesamtcholesterin, LDL und TG und einer Absenkung von HDL assoziiert (Duncan et al., 2019). Die gegenüber einem „sedentary lifestyle“ gesteigerte körperliche Aktivität ist mit Abnahme des Gesamtcholesterin und der Triglyzeridwerte verbunden (Huttunen, 1982). Moderate körperliche Aktivität resultierte neben der Absenkung der TG auch in einem Anstieg von HDL (Sentí et al., 2001) und einer leichten Absenkung von LDL (Koba, 2018).

2.4 Auswirkungen körperlicher Aktivität

Ein Drittel der erwachsenen Personen in Deutschland achtete auf eine ausreichende körperliche Aktivität und etwa ein Viertel trieb regelmäßig mindestens 2 Stunden Sport pro Woche (Krug et al., 2013). Diese subjektiven Angaben zeigten, dass somit etwa vierfünftel der erwachsenen Bundesbürger weniger körperlich aktiv waren, als von der Weltgesundheitsorganisation empfohlen (WHO, 2010). Für Soldaten konnten dienstgradabhängige Unterschiede in der körperlichen Aktivität ermittelt werden (Schulze et al., 2015). Hierbei waren Offiziere während der Dienstzeit weniger aktiv, in der Freizeit jedoch deutlich aktiver als andere Dienstgradgruppen. Die Freizeitaktivität ist für die Prävention von besonderer Bedeutung (WHO, 2010). Diese Anregung der Weltgesundheitsorganisation besagt, dass für die Altersgruppe der 18- bis 64-Jährigen eine moderate eher aerobe körperliche Belastung von mindestens 150 Minuten pro Woche empfohlen wird. Die körperliche Aktivität kann auch mit höherer Intensität erfolgen und sollte dann mindestens 75 min pro Woche betragen. Zusätzlich wird wenigstens 2 Mal pro Woche ein Muskelaufbautraining angeraten (Haskell and Lee, 2007). Durch ein gezieltes Training kann z.B. die Rumpfkraft gesteigert werden (Prieske et al., 2016). Die Effektivität eines, ein Gehtraining ergänzenden Rumpfstabilisationstrainings für ältere Menschen (> 60 Jahre), zeigte sich in einer Verbesserung der Werte für die Flexion, Extension und Lateralflexion und sonographisch aufgezeigten Größenzunahme des M. rectus abdominis, der lumbalen Mm. multifidii und des M. abdominis lateralis (Shahtahmassebi et al., 2019). Die Verbesserung der isometrischen Kraft der Rumpfmuskulatur durch Training konnte auch bei chronischen Rückenschmerzpatienten nachgewiesen werden, wobei jedoch die Kraftzunahme nicht mit einer Querschnittsvergrößerung des M. erector spinae einherging (Mannion et al., 2001). Die Rumpfkraft ist alters- und geschlechtsabhängig (Arampatzis et al., 2019). Bei der Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Bildschirmzeit als lifestyle-Faktor (TV und Computerbenutzung) bei 14 - 16-Jährigen und deren Rumpfkraft konnte ein negativer Einfluss nachgewiesen werden (Grøntved et al., 2013). Die NHANES 2005 - 2006 Studie konnte einen umgekehrt linearen Zusammenhang zwischen der Steigerung der körperlichen Aktivität (durch Erhöhung der täglichen Schrittzahl und 30-minütiger Forcierung der Intensität durch Steigerung der Frequenz) und des Hüftumfanges, des Gewichtes, des BMI und des Insulins bei Männern und Frauen nachweisen (Tudor-Locke et al., 2017). Wen et al. berichteten, dass bereits 92 min körperliches Training pro Woche oder 15 min pro Tag die all-ursächliche Sterblichkeit um 14 % und eine Steigerung der Lebenserwartung von ca. 3 Jahren bewirken (Wen et al., 2011). Die

Untersuchung des Auftretens von Krebserkrankungen bei ehemaligen Elite-Läufern, als Menschen mit einer erhöhten lebenslangen körperlichen Aktivität, zeigte eine erniedrigte Inzidenz im Vergleich zur Normalbevölkerung (Sormunen et al., 2014).

2.5 Risikofaktoren mit Einfluss auf die Gesundheit

Ein Zusammenhang von Morbidität und Mortalität bei Übergewicht und Adipositas im Erwachsenenalter wurde mittels systematischer Literaturrecherche durchgeführt (Lenz et al., 2009). Dabei war das Risiko für eine koronare Herzkrankheit bei Übergewicht um etwa 20 %, bei Adipositas um ca. 50 % erhöht. Das Typ-II-Diabetes-Risiko war bei einem BMI von 27,2 - 29,4 kg/m² um ca. 100 % und bei einem BMI \geq 29,4 kg/m² um 300 % erhöht (Lenz et al., 2009). Bei der Untersuchung der Leistungsfähigkeit von jungen Erwachsenen (18 - 25 Jahre) innerhalb der Bundeswehr wiesen lediglich 28,4 % der Männer und 35,4 % der Frauen keinen der Risikofaktoren Übergewicht, Rauchen und Bewegungsmangel auf. Sie erbrachten bei Testung der Kraft im Klimmhang, der Ausdauerfähigkeit im Rahmen eines 1000-m-Laufes und der Schnellkraft mit Durchführung eines 10 x 11-m-Pendelsprints die besten Leistungen (Leyk et al., 2015). Auch die Untersuchung bei 10- bis 25-Jährigen konnte eine deutliche Leistungsminderung mit steigender Anzahl der Risikofaktoren darstellen (Leyk et al., 2012). Als bester Prädiktor für die körperliche Leistungsfähigkeit wurde der Gewichtsstatus benannt, da die Leistungsminderung für diesen Risikofaktor am deutlichsten war (Leyk et al., 2015, 2012). Weiterhin besteht auch ein erhöhtes Risiko für kardiovaskuläre und cerebrovaskuläre Erkrankungen, systemischen Bluthochdruck, Dyslipidämie, obstruktives Schlafapnoesyndrom, Depression und die gastroösophageale Refluxerkrankung bei Übergewicht und Adipositas (Cornier et al., 2011). Bei Krebserkrankungen sind die körpermaßassoziierten Morbiditäts- und Mortalitätsrisiken abhängig vom Malignomtyp (Wen et al., 2011). Nach den Daten der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (2008-2011) rauchten 29,7 % der 18- bis 70-Jährigen (Frauen 26,9 %, Männer 32,6 %). Rauchen war mit niedrigem Sozialstatus assoziiert und bei jungen Erwachsenen am weitesten verbreitet (Lampert et al., 2013). Aufgrund zahlreicher Maßnahmen zur Reduktion des Tabakkonsums (Nichtraucherschutzgesetze, Tabaksteuererhöhungen, Warnhinweise auf Zigarettenenschachteln, Werbeverboten) ist der Anteil der Raucher seit 2003 gesunken. Allerdings geben noch immer 21 % der Frauen und 27 % der Männer über 18 Jahre an, zumindest gelegentlich zu rauchen (RKI, 2017a). Zielgruppenorientierte

Maßnahmen der Tabakprävention können zur weiteren nachhaltigen Eindämmung des Tabakkonsums beitragen (Maschewsky-Schneider and Pott, 2010).

2.6 Stellenwert der körperlichen Aktivität in der Prävention

Der Zusammenhang von Lebensstil, körperlicher Leistungsfähigkeit und der Inzidenz bestimmter Erkrankungen ist in zahlreichen Untersuchungen thematisiert worden. Physische Inaktivität ist mit einer Lebenszeitverkürzung und dem erhöhten Auftreten von kardiovaskulären Ereignissen, Typ-II-Diabetes mellitus, Brust- und Colonkrebs assoziiert ist (Lee et al., 2012). Der gesundheitsfördernde Effekt der körperlichen Aktivität ist unwiderlegbar und insbesondere in der Primär- und Sekundärprävention von chronischen Erkrankungen etabliert (Warburton and Bredin, 2016). Zur Prävention verschiedener Krankheiten ist die regelmäßige körperliche Aktivität mit hoher Evidenz anerkannt und stellt einen beeinflussbaren Risikofaktor dar (Brandes, 2012). Die WHO hat eine Reduktion der Prävalenz unzureichender körperliche Inaktivität (weniger als 2,5 Stunden mäßig bis sehr anstrengende körperliche Aktivität pro Woche) um 10 % bis 2025 im „Global Action Plan for the Prevention and Control of Non-communicable-Diseases 2013-2010“ festgelegt (RKI, 2017b).

Auch für die Sekundärprävention kardiovaskulärer Erkrankungen ist die Notwendigkeit der körperlichen Aktivität nachgewiesen. Eine Erhöhung des Energieverbrauches von 1600 kcal (6720 kJ) pro Woche gegenüber dem Grundumsatz verhindert den Progress der koronaren Herzerkrankung und eine Steigerung um 2200 kcal (9200 kJ) pro Woche ist assoziiert mit einer Plaque-Reduktion in den Gefäßen (Hambrecht et al., 1993). Die primär- und sekundärpräventive Wirkung körperlicher Aktivität ist auch für den Diabetes mellitus Typ II und die Osteoporose und zumindest die Primärprävention auch für Krebserkrankungen (Mamma und Colon) belegt (Warburton and Bredin, 2016). Bewiesen ist weiterhin, dass durch die Steigerung der „physical activity“ (PA) eine Reduktion des abdominalen Fettes und des Triglyzeridspiegels, eine Steigerung des HDL-Levels mit Senkung der LDL/HDL-Ratio, eine Verbesserung der Insulin-Sensitivität, die Steigerung der muskulären Kapillardichte, eine Reduktion des Blutdruckes sowie die Verbesserung des koronaren Blutflusses und eine Reduktion der systemischen Inflammation (entspricht einer gesteigerten Zirkulation von Mediatoren wie CRP) erreicht werden kann (Warburton et al., 2006).

Mit dem Präventionsgesetz sollen für die Bürger Prävention und Gesundheitsförderung dort angeboten werden können, wo sie den Großteil ihrer Zeit verbringen, z.B. in Schulen und Betrieben (Gesetz zur Stärkung der

Gesundheitsförderung und der Prävention (Präventionsgesetz)–PrävG, 2015). Interventionsprogramme der Krankenkassen, betriebliche Gesundheitsförderung und Gesundheitsunterricht an Schulen stellen die wesentlichen Pfeiler der Primärprävention in Deutschland dar. Zusätzlich unterstützen einige Krankenkassen Mitmachkampagnen wie „Mit dem Rad zur Arbeit“ (AOK) oder „Deutschland bewegt sich!“ (Barmer). In der Etablierung betrieblicher Gesundheitsförderung schienen multifaktorielle Ansätze mit Verbesserung der Infrastruktur in Form von Duschmöglichkeiten und Fahrradparkplätzen in Kombination mit Selbstmesseinrichtungen wie Schrittzählern am besten geeignet (Pronk, 2009).

3 Zielstellung

Ziele der vorliegenden Arbeit waren die Evaluation des Gesundheitszustandes von Spitzengründungskräften der Bundeswehr und anhand von Korrelation vermuteter Risikofaktoren mit der körperlichen Leistungsfähigkeit, Stressoren für diese Berufsgruppe innerhalb der Bundeswehr zu identifizieren und gegebenenfalls Interventionsmöglichkeiten abzuleiten. Ferner sollte geprüft werden, ob insbesondere Lifestyle-Faktoren und sportliche Aktivität prädiktiven Charakter für die körperliche Leistungsfähigkeit bei dieser Personengruppe haben. In diesem Rahmen sollten auch mögliche berufsspezifische Risikofaktoren für das Auftreten orthopädischer und internistischer Erkrankungen identifiziert werden.

Die retrospektiv angelegte Arbeit sollte zusätzlich durch Auswertung der Literatur, einen Vergleich des Risikoprofils von Führungskräften der Bundeswehr mit dem, ziviler Führungskräfte beziehungsweise eine Einordnung gegenüber der Allgemeinbevölkerung ermöglichen. Durch Analyse der Gesundheitssituation, mit Bestimmung von anthropometrischen Daten als Prädiktoren für körperliche Leistungsfähigkeit wie z.B. Körpergewicht, Bauchumfang und Body-Mass-Index im Zusammenhang mit der Erhebung von Lifestyle-Faktoren mittels Fragebogen und ergänzender Bestimmung der körperlichen Leistungsfähigkeit durch Lactat-Leistungsdiagnostik, sollten Zusammenhänge zwischen der Gesundheitssituation, Lifestyle-Faktoren und der körperlichen Leistungsfähigkeit dargestellt werden. Des Weiteren sollte geprüft werden, ob durch sportliche Aktivität im Rahmen von Dienstsport und / oder Freizeitsport ein signifikanter Einfluss auf die körperliche Leistungsfähigkeit von Spitzengründungskräften der Bundeswehr darstellbar ist.

4 Material und Methoden

4.1 Teilnehmer

Im Zeitraum von 2005 bis 2012 wurden am Sportmedizinischen Institut der Bundeswehr in Warendorf im Rahmen eines „Personal Health Management-Seminars für Führungskräfte der Bundeswehr“ 122 männliche Führungskräfte (55 Stabsoffiziere, 66 Generale und 1 Hauptmann) untersucht und beraten. Das durchschnittliche Alter der untersuchten Teilnehmer betrug $54,6 \pm 4,2$ Jahre. Der BMI lag durchschnittlich bei $26,6 \pm 2,8 \text{ kg/m}^2$ und der Bauchumfang bei $95,9 \pm 8,2 \text{ cm}$. Weibliche Führungskräfte waren aufgrund des erst Mitte der 90-er Jahre eingeleiteten Strukturwandels noch nicht in dieser Kategorie (Dienstgrad Oberst und höher) vertreten. Von den 122 Teilnehmern wurden 37 Patienten 2-mal, 13 Patienten 3-mal und 1 Patient 4-mal vorstellig. Somit konnten Längs- und Querschnittsuntersuchungen erfolgen.

4.2 Methoden

4.2.1 Anamneseerhebung

Die Anamneseerhebung setzte sich aus mehreren Säulen zusammen. Vor Antritt des Seminars wurde ein Freiburger Ernährungsprotokoll (Anhang 12.2) an die Teilnehmer versandt, welches in Vorbereitung auf das Seminar anhand der individuellen Ernährung ausgefüllt werden sollte (*Freiburger Ernährungsprotokolle*, 2005). Zu Beginn des Seminares erfolgte eine standardisierte Befragung mit Hilfe eines, im Sportmedizinischen Institut der Bundeswehr, etablierten Fragebogens (Anhang 12.1). Folgende Parameter wurden damit erfasst:

Das Geburtsdatum des Teilnehmers wurde zur Bestimmung des Alters am Tag der Vorstellung erfragt. Schlafstörungen wurden ebenso wie private Probleme mit Entscheidungsfragen erhoben. Die sportliche Aktivität wurde in Form der Selbsteinschätzung während der Dienstzeit (Dienstsport) und in der Freizeit (Freizeitsport) mit Entscheidungsfrage und Angabe der aufgewendeten Zeit in Minuten erfasst. Die tägliche Arbeitszeit wurde in Stunden angegeben. Die totale Anzahl der Auslandseinsätze im Rahmen von Einsätzen der Bundeswehr wurde unabhängig von der Dauer des jeweiligen Einsatzes registriert. Die Erfassung der Dienstreisetätigkeit erfolgte durch Angabe der totalen Anzahl der Arbeitstage im Jahr,

an welchen sich der Teilnehmer auf einer Dienstreise und damit nicht am Dienstort aufgehalten hat. Durch Satzfrage, ob der Proband täglich zum Wohnort zurückkehrt, oder sich unter der Arbeitswoche am Arbeitsort (Kaserne) aufhält und lediglich am Wochenende zum Wohnort zurückkehrt, konnten die Wochenendpendler erfasst werden. Den Alkoholkonsum schätzten die Probanden selbstständig nach den Kategorien: nein, selten oder regelmäßig ohne Angabe der Alkoholmenge ein. Grundsätzlich existiert kein risikofreier Alkoholkonsum, jedoch belegen wissenschaftliche Arbeiten durchaus eine kardioprotektive Wirkung bei geringem bis moderatem Alkoholkonsum (Ärzteblatt, 2000). Das Risiko für eine KHK ist bei mäßigem Alkoholkonsum geringer als bei komplettem Alkoholverzicht (Hoffmeister, 1999; Howie et al., 2011). Als tolerierbare obere Grenze wird eine tägliche Alkoholzufuhr von 20-24 g/d bei Männern (entsprechend ca. 1/8-1/4 l Wein oder 0,3-0,6 l Bier pro Tag) und 10-12 g/d bei Frauen angegeben (Burger and Mensink, 2003). Dies entspricht nach unserer Auffassung einem seltenen Alkoholkonsum. Regelmäßig darüberliegende Konsummengen wurden als regelmäßiger Konsum bewertet. Der Nikotinkonsum wurde über die Angabe Raucher, Nicht-Raucher oder ehemaliger Raucher und bei aktiven Rauchern über die totale Anzahl der Zigaretten pro Tag in Kategorien bis 10 Stück/Tag, bis 20 Stück/d oder mehr als 20 Stück/d registriert. Die nachfolgende Einteilung erfolgte in Anlehnung an die Studie „Gesundheit in Deutschland aktuell“ in die Gruppen aktiver Raucher und Nichtraucher (Zeiher et al., 2017). Die Erfassung psychischer Erkrankungen erfolgte mittels Entscheidungsfrage.

4.2.2 Körperliche Untersuchung/ anthropometrische Daten

Die körperliche Untersuchung orientierte sich an der Leitlinie zur körperlichen Untersuchung der DGSP (Deutsche Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention) (Löllgen and Hansel, 2007) . Es wurden die Parameter Blutdruck, Körpergewicht, Bauchumfang (BU) erhoben und der Body-Mass-Index (BMI) berechnet. Der Blutdruck wurde mittels indirekter Messmethode mit am Oberarm angelegter Blutdruckmanschette und manueller Ablesung erfasst. Die Bestimmung des Körpergewichtes erfolgte mit geeichter Waage am bis auf die Unterwäsche entkleideten Teilnehmer. Der Bauchumfang wurde standardisiert am entkleideten Probanden jeweils an der Lokalisation des größten Bauchumfanges gemessen. Der Teilnehmer sollte nach der Anleitung zunächst den Bauch einziehen, anschließend den Bauch maximal ausstrecken und danach den Bauch entspannen lassen. Folgend wurde der Wert am Maßband in Mittellage zwischen Beckenkamm und Rippenbogen

parallel zum Boden bestimmt. Die Bestimmung des BMI erfolgte mathematisch nach der Formel: Körpergewicht in kg geteilt durch die Körpergröße in Meter zum Quadrat.

4.2.3 Labormedizinische Untersuchung

Nach morgendlicher peripher venöser Nüchtern-Blutabnahme aus der Ellenbeuge wurden folgende Parameter der klinischen Chemie bestimmt (Cobas Integra 400 plus, Fa. Roche Diagnostics):

Gesamtcholesterin (Chol), HDL-Cholesterin (HDL), LDL-Cholesterin (LDL), Triglyzeride (TG) und Nüchtern-Blutzucker (BZ) jeweils in mmol/l, Harnsäure (HS) in μ mol/l, Glutamat-Oxalacetat-Transaminase (GOT) in U/l, Glutamat-Pyruvat-Transaminase (GPT) in U/l, Gamma-Glutamyltransferase (GGT) in U/l und glykiertes Hämoglobin (HbA1c) in %.

4.2.4 Laktat-Leistungsdiagnostik

Da die Leistungsfähigkeit nur sinnvoll bestimmt werden kann, wenn die Probanden die trainierten Muskelgruppen im Test auch einsetzen können, wurde die Laktat-Leistungsdiagnostik unter Laborbedingungen sportartspezifisch als Fahrrad- oder Laufbandergometrie durchgeführt. Die Einteilung erfolgte nach individueller sportlicher Aktivität, wobei Teilnehmer, welche vornehmlich Laufsport zum Erhalt der körperlichen Fitness betrieben, auf dem Laufband untersucht wurden und alle anderen einer Fahrradergometrie zugeführt wurden (Kroidl et al., 2014). Zudem ist nur durch die sportartspezifische Belastung eine Bestimmung der Trainingsbereiche für ein Ausdauertraining und damit eine Trainingsberatung/Intervention möglich (Mader et al., 1976).

Der Laktatleistungstest wurde als Stufentest durchgeführt, wobei mindestes 5 Stufen der Leistungssteigerung möglich sein sollten (DGSP, 2007). Für die Laufbandergometrie (Laufband ELG 70/200, Fa. Woodway, Germany) wurde ein Belastungsprotokoll gewählt, welches individualisiert begonnen wurde. In der Regel erfolgte die Steigerung der Geschwindigkeit um 1 km/h nach 3 Minuten Belastung. Der Testabbruch erfolgte bei subjektiver Erschöpfung oder dem Auftreten von Abbruchkriterien mit subjektiven Symptomen wie Schwindel, progredienter Dyspnoe, progredienter Angina pectoris, EKG-Veränderungen mit progredienten Arrhythmien, Erregungsleitungs- oder Rückbildungsstörungen und hämodynamischen Veränderungen, wie progredientem Blutdruckabfall, unzureichendem Blutdruckanstieg von weniger als 10 mm Hg pro Belastungsstufe oder ein

übermäßiger Blutdruckanstieg auf 250 mm Hg auf niedriger oder mittlerer Belastungsstufe (Löllgen and Leyk, 2018).

Die Fahrradergometrie (Fahrradergometer Ergometrics 900, Fa. Ergoline, Germany) erfolgte ebenfalls als Stufentest mit standardisierten Vorgaben. Nach individualisiertem Beginn wurde nach 3-minütiger Belastung um 50 Watt (W) bis zur subjektiven Erschöpfung des Teilnehmers oder dem Auftreten von Abbruchkriterien gesteigert.

Die Laktatbestimmung erfolgte vor der Belastung, am Ende der jeweiligen Belastungsstufe und in der Erholungsphase zum Zeitpunkt des Testabbruches und am Ende der ersten Erholungsminute. Es erfolgte die Entnahme von Kapillarblut aus dem Ohrläppchen zur Feststellung des Laktatwertes im peripheren Kapillarblut (Safety Lanzette, Einstichtiefe 1,8 mm, Firma Saarstedt, Nürnberg, Germany). Das Ohrläppchen wurde mit einer Lanzette gestochen und anschließend wurden durch manuelle Kompression Blutstropfen gewonnen. Der erste Blutstropfen wurde verworfen und der Zweite in einem Kapillargefäß (heparinisierte End-zu-End-Kapillare, Fa. EKF, Magdeburg, Germany) aufgenommen. Das so gewonnene Blut wurde mit einem Analyse-Kit (Glucose und Lactat-Hämolyselösung, Fa. EKF, Magdeburg, Germany) aufgenommen und anschließend spektrometrisch die Laktatkonzentration ermittelt (Biosen S-Line, Fa. EKF Diagnostics, Magdeburg, Germany). Die Auswertung der gewonnenen Daten wurde mittels Winlactat (Version V 4.6.3.21, Mesics GmbH, Münster, Germany) durchgeführt.

Parallel erfolgte die Messung des Blutdruckes zum Zeitpunkt der Kapillarblutentnahme. Während der gesamten Testung war der Teilnehmer unter elektrokardiographischer Kontrolle (Fa. Spacelabs Healthcare, Hawthorne, California, USA).

Aufgezeichnet wurde zunächst die maximale Leistung des Teilnehmers. Nach Bestimmung der Laktatkonzentrationen erfolgte die Berechnung der Leistung und Geschwindigkeit bei 4-mmol-Laktat ($P_{4\text{mmol-L}}$, $V_{4\text{mmol-L}}$) und Bestimmung der Herzfrequenz bei Erreichen der individuellen anaeroben Schwelle (IANS) in der Aufzeichnung der Daten. Folgende Parameter wurden bei der Leistungsdiagnostik (LD) bestimmt und ausgewertet:

P_{max} in Watt	maximale Leistung (Fahrradergometrie)
$P_{4\text{mmol-L}}$ in Watt	Leistung an der 4-mmol-Laktatschwelle
P_{IANS} in Watt	Leistung an der IANS
V_{max} in km/h	maximale Geschwindigkeit (Laufbandergometrie)
$V_{4\text{mmol-L}}$ in km/h	Geschwindigkeit an der 4-mmol-Laktatschwelle
V_{IANS} in km/h	Geschwindigkeit an der IANS

4.2.5 Statistische Auswertung

Sämtliche Daten wurden zunächst in das Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft Excel® (Fa. Microsoft Corporation, Redmont, WA, USA) übertragen, pseudonymisiert und tabellarisch dargestellt. Die Daten wurden anschließend in SPSS® Version 18.1. (SPSS Inc. Veröffentlicht 2009. PASW Statistics für Windows, Version 18.1. Chicago: SPSS Inc.) importiert und statistisch analysiert. Im weiteren Verlauf der Arbeit erfolgte ein regelmäßiges Update bis auf SPSS 27.0. (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 27.0. Armonk, NY: IBM Corp.).

Zunächst wurde die Prüfung der Voraussetzung für parametrische Testverfahren auf Unabhängigkeit der Stichproben (Chi-Quadrat-Test), Normalverteilung (Kolmogorow-Smirnov-Test oder Q-Q-Diagramm) und Varianzhomogenität (Levene-Test) durchgeführt. Aufgrund der kleinen Stichprobengrößen und bei nicht normalverteilten Werten erfolgte die Anwendung von nicht-parametrischen Testverfahren für unabhängige Stichproben als Mann-Whitney-U-Test für 2 Variablen und Kruskal-Wallis-Test bei 3 oder mehr Variablen und als Wilcoxon-Test bei verbundenen Stichproben. Bei signifikantem Unterschied im Kruskal-Wallis-Test erfolgten paarweise post-hoc-Tests. Für die Prüfung einzelner Hypothesen/ Beziehungen verschiedener Variablen zueinander wurde zunächst das deskriptive Verfahren der Kreuztabellen mit anschließender Signifikanzprüfung durchgeführt.

Die Einteilung der Gruppen zur Testung der jeweiligen Parameter erfolgte entweder als ja / nein Zuordnung oder es wurde aufgrund der Nicht-Normalverteilung der Median als cut off bestimmt. In der vorliegenden Arbeit galt das für die Variablen Alter und Dienstreisen. Die Gruppenbildung bei den Variablen BU und BMI orientierte sich an der „S3-Leitlinie zur Prävention und Therapie der Adipositas“ und basierte auf der Grundlage wissenschaftlich anerkannter cut offs (Hauner et al., 2014; Janssen et al., 2002; Lean et al., 1995; Ross et al., 2020; WHO, 2000).

Als maßgebendes Signifikanzniveau wurde in dieser Untersuchung die 5%-Marke angenommen, wobei folgende Abstufungen vorgenommen wurden:

Irrtumswahrscheinlichkeit $p > 0,05$: nicht signifikant; $p \leq 0,05$ signifikant; $p \leq 0,01$ sehr signifikant, $p \leq 0,001$ höchst signifikant.

Zur Überprüfung linearer Zusammenhänge zwischen metrischen Variablen kamen bei Normalverteilung der Daten zusätzlich die Regressions-/Korrelationsanalyse nach Pearson und die einfache Varianzanalyse (ANOVA) zur Anwendung. Auf diese Weise konnte direkte oder indirekte Proportionalität herausgearbeitet werden. Der Korrelationskoeffizient r gibt hier ein Maß für die Stärke des linearen Zusammenhangs der Untersuchungsvariablen wieder. Der p -Wert gibt an, ob der

Korrelationskoeffizient sich signifikant von 0 unterscheidet und damit ein signifikanter Zusammenhang besteht. Das Bestimmtheitsmaß R^2 bewertet die Anpassungsgüte der zu dem Datensatz ermittelten Regressionsgeraden und hat einen Wert zwischen 0 und 1, wobei 1 einen perfekten linearen Zusammenhang darstellt. Die Effektstärke f (nach Cohen) wurde berechnet. Es entspricht $f = 0,10$ einem schwachen Effekt, $f = 0,25$ einem mittleren und $f = 0,5$ einem starken Effekt.

Die Auswertung der Mehrfachvorstellungen erfolgte mit Durchführung des Wilcoxon-Testes bei abhängigen Stichproben. Aufgrund der geringen Fallzahlen für die Vorstellungszeitpunkte T2 und T3 wurde ausschließlich eine Signifikanztestung für die Messzeitpunkte T0 und T1 durchgeführt.

5 Ergebnisse

5.1 Einfluss antropometrischer Faktoren und Lifestylefaktoren auf die körperliche Leistungsfähigkeit

5.1.1 Altersstruktur

Das Alter der untersuchten Teilnehmer ($N = 122$) betrug im Durchschnitt $54,6 \pm 4,2$ Jahre. Der jüngste Patient war 38 und der Älteste 62 Jahre alt (Abb.1).

Bei nicht-normalverteilter Stichprobe lag der Median bei 55 Jahren und es erfolgte die Einteilung in 2 Gruppen. Eine Gruppe erfasste alle Teilnehmer bis zum Alter von 55 Jahren ($n = 66$) und die zweite Gruppe diejenigen, welche zum Zeitpunkt der Untersuchung älter als 55 Jahre waren ($n = 66$).

Im Rahmen der Leistungsdiagnostik nahmen 86 Teilnehmer ($n = 44 \leq 55$ Jahre, $n = 42 > 55$ Jahre) an der Fahrradergometrie und 36 Teilnehmer ($n = 22 \leq 55$ Jahre, $n = 14 > 55$ Jahre) an der Laufbandergometrie teil.

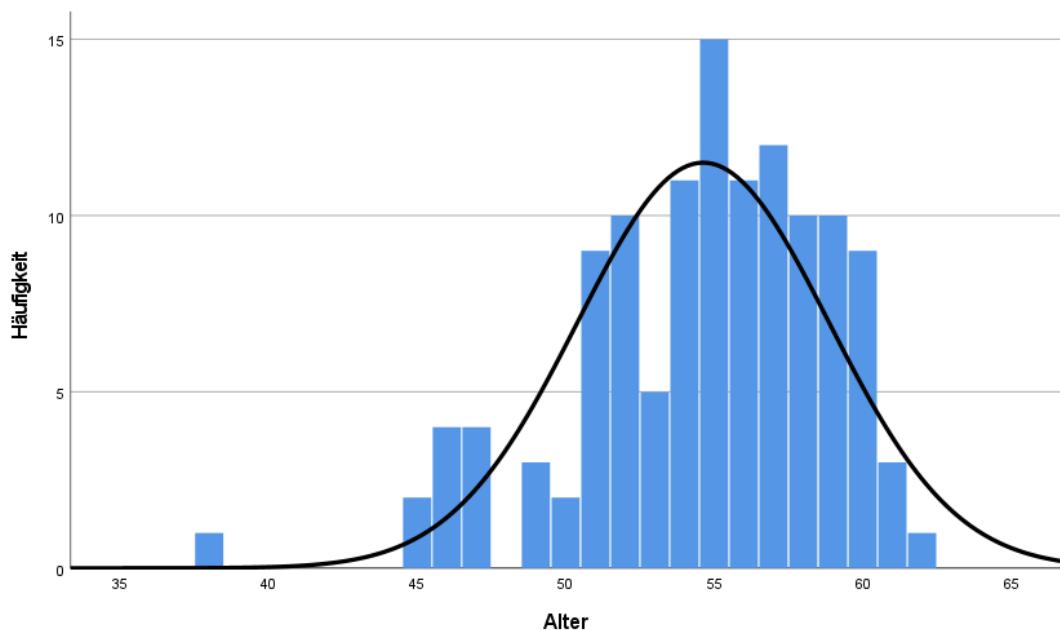


Abb. 1: Häufigkeitsverteilung des Alters: angegeben sind das Alter in Jahren (x-Achse) und die Anzahl der Teilnehmer in der jeweiligen Kategorie (y-Achse). Die Verteilungskurve ist linksschief, es liegt keine Normalverteilung vor.

5.1.2 Untersuchung des Einflusses des Alters auf die Leistungsfähigkeit

Die Leistungen der Teilnehmer zum Zeitpunkt der Erstuntersuchung mittels Fahrradergometrie sind in Tabelle 2 dargestellt. Jüngere Probanden waren an der 4-mmol-Laktat-Schwelle signifikant leistungsfähiger als Ältere. Auch im Bereich der maximalen Leistungsfähigkeit bestand ein signifikanter Unterschied (Tab. 2).

Tabelle 2: Leistungsdaten der Fahrradergometrie in Abhängigkeit des Alters.

Teilnehmer (Fahrrad)	$P_{4\text{mmol-L}}$ in W	P_{max} in W
≤ 55 Jahre (n = 44)	175,0 ($\pm 36,6$)	243,8 ($\pm 46,5$)
> 55 Jahre (n = 42)	153,7 ($\pm 34,0$)	200,7 ($\pm 44,6$)
Signifikanzniveau (p =)	0,003	< 0,001

Bei den Teilnehmern, die auf dem Laufband untersucht wurden, zeigte sich bei der maximalen Geschwindigkeit ein signifikanter Unterschied der Altersgruppen. Im Bereich der 4-mmol-Laktat-Schwelle waren jüngere Teilnehmer tendenziell, jedoch nicht signifikant leistungsfähiger (Tab. 3).

Tabelle 3: Leistungsdaten der Laufbandergometrie in Abhängigkeit des Alters.

Teilnehmer (Laufband)	$v_{4\text{mmol-L}}$ in km/h	v_{max} in km/h
≤ 55 Jahre (n = 22)	11 ($\pm 1,6$)	13,5 ($\pm 1,6$)
> 55 Jahre (n = 14)	9,9 ($\pm 1,4$)	12,3 ($\pm 1,1$)
Signifikanzniveau (p =)	0,064	0,033

5.1.3 Leistungsfähigkeit in Abhängigkeit von der Dienstgradgruppe

37 Stabsoffiziere und 48 Generale nahmen an der Leistungsdiagnostik auf dem Fahrrad und jeweils 18 Stabsoffiziere und Generale an der Leistungsdiagnostik auf dem Laufband teil. Tendenziell waren die Generale, welche signifikant älter waren, in der Fahrradergometrie besser als die Stabsoffiziere. Auf dem Laufband war es umgekehrt (Tab. 4).

Tabelle 4: Leistungsdaten der Fahrrad- und Laufbandergometrie in Abhängigkeit der Dienstgradgruppe.

Teilnehmer (Fahrrad/Laufband)	$P_{4\text{mmol-L}}$ in W	P_{max} in W	$V_{4\text{mmol-L}}$ in km/h	V_{max} in km/h
Stabsoffiziere (n = 37/18)	157,7 ($\pm 35,1$)	217,3 ($\pm 42,3$)	11 ($\pm 1,6$)	13,4 ($\pm 1,5$)
Generale (n = 48/18)	170,2 ($\pm 37,4$)	226,4 ($\pm 56,0$)	10,1 ($\pm 1,6$)	12,6 ($\pm 1,7$)
Signifikanzniveau (p =)	0,099	0,379	0,129	0,144

5.1.4 Einfluss der täglichen Arbeitszeit auf die Leistungsfähigkeit

Die tägliche Arbeitszeit betrug durchschnittlich $10,6 \pm 1,3$ Stunden (N = 111). Es wurden 2 Gruppen gebildet. Eine Gruppe erfasste Teilnehmer, die eine durchschnittliche Arbeitszeit von $\leq 9,5$ h pro Tag (n = 20) hatten. Dies entspricht etwa der Regearbeitszeit. Die andere Gruppe erfasste die Teilnehmer, die $> 9,5$ h pro Tag regelhaft arbeiteten (n = 91). 11 Patienten machten keine Angaben zu ihrer Arbeitszeit. Wie in Tabelle 5 dargestellt, konnte kein Zusammenhang zwischen der täglichen Arbeitszeit und der Leistungsfähigkeit nachgewiesen werden. Eine hohe Wochenarbeitszeit korrelierte aber mit erhöhter Prävalenz des Auftretens internistischer Erkrankungen, insbesondere der Hypertonie ($r = 0,226$; $p = 0,017$).

Tabelle 5: Leistungsdaten der Fahrrad- und Laufbandergometrie in Abhängigkeit der täglichen Arbeitszeit.

Teilnehmer (Fahrrad/Laufband)	$P_{4\text{mmol-L}}$ in W	P_{max} in W	$V_{4\text{mmol-L}}$ in km/h	V_{max} in km/h
$\leq 9,5$ h/d (n = 15/5)	161,6 ($\pm 37,1$)	210,2 ($\pm 41,6$)	11,4 ($\pm 1,7$)	14,1 ($\pm 1,0$)
$> 9,5$ h/d (n = 65/26)	166,2 ($\pm 37,5$)	228,3 ($\pm 51,2$)	10,3 ($\pm 1,5$)	12,9 ($\pm 1,6$)
Signifikanzniveau (p =)	0,807	0,195	0,257	0,162

5.1.5 Einfluss der Anzahl der Auslandseinsätze auf die Leistungsfähigkeit

Durchschnittlich war jeder Teilnehmer, der hierzu eine Angabe machte ($N = 112$) 1,1-mal in einem Auslandseinsatz ($SD = 1,6$). Eine Gruppe ($n = 50$) war in keinem Einsatz (24 Stabsoffiziere und 26 Generale), die zweite Gruppe hatte Einsatzerfahrung ($n = 62$; Stabsoffiziere: 30, Generale: 32).

Die Probanden mit Auslandserfahrung, die eine Fahrradergometrie durchführten ($n = 45$), erreichten signifikant höhere Leistungswerte mit einer durchschnittlichen Leistung von $176,2 \pm 37,2$ Watt bei Erreichen der 4-mmol-Laktatschwelle und $242,3 \pm 48,1$ Watt bei Erreichen der maximalen Leistungsfähigkeit. Im Gegensatz hierzu erbrachten die Teilnehmer ohne Auslandseinsatz ($n = 35$) $152,5 \pm 32,2$ W ($P_{4\text{mmol-L}}$; $p = 0,002$) und $204,4 \pm 41,9$ W (P_{max} ; $p = 0,001$).

Für die Teilnehmer der Laufbandergometrie zeigte sich kein signifikanter Unterschied, wobei die maximale Geschwindigkeit bei Teilnehmern mit Einsatzerfahrung tendenziell höher war. Teilnehmer ohne Auslandseinsatz ($n = 15$) erreichten bei 4-mmol-Laktat eine Geschwindigkeit von $10,2 \pm 1,5$ km/h und eine maximale Geschwindigkeit von $12,4 \pm 1,4$ km/h. Die Einsatzerfahrenen ($n = 17$) liefen mit einer mittleren Geschwindigkeit von $10,7 \pm 1,6$ km/h ($p = 0,385$) bei 4-mmol-Laktat und erreichten eine maximale Geschwindigkeit von $13,4 \pm 1,7$ km/h ($p = 0,084$).

5.1.6 Einfluss des Body-Mass-Index auf die Leistungsfähigkeit

Der BMI wurde rechnerisch ermittelt und Betrug im Mittel $26,6 (\pm 2,8)$. Die Häufigkeitsverteilung ist in Abb. 2 dargestellt. Die Teilnehmer ($N = 122$) wurden 3 Gruppen zugeordnet. 36 Teilnehmer in Gruppe 1 wiesen einen $\text{BMI} \leq 25 \text{ kg/m}^2$ auf, in Gruppe 2 wurden Teilnehmer mit einem BMI von $25,1 - 30 \text{ kg/m}^2$ ($n = 73$) und in die 3. Gruppe ($n = 13$) Teilnehmer mit einem BMI von $30,1 - 40 \text{ kg/m}^2$ eingeteilt.

Die Ausprägung des Body-Mass-Index in den Dienstgradgruppen wird in Tabelle 6 dargestellt. Die meisten Teilnehmer waren übergewichtig. Ein signifikanter Unterschied in der Verteilung von Übergewicht über die Dienstgradgruppen konnte nicht dargestellt werden ($p = 0,162$).

Bei der Fahrradergometrie konnten innerhalb der 3 Gruppen keine signifikanten Unterschiede der Leistungsfähigkeit bei Erreichen der 4-mmol-Laktat-Schwelle ($\chi^2(2) = 0,32$; $p = 0,853$) und der maximalen Leistung dargestellt werden ($\chi^2(2) = 2,98$; $p = 0,225$). In der Post-hoc-Testung konnten keine Tendenzen dargestellt werden (Tabelle 7).

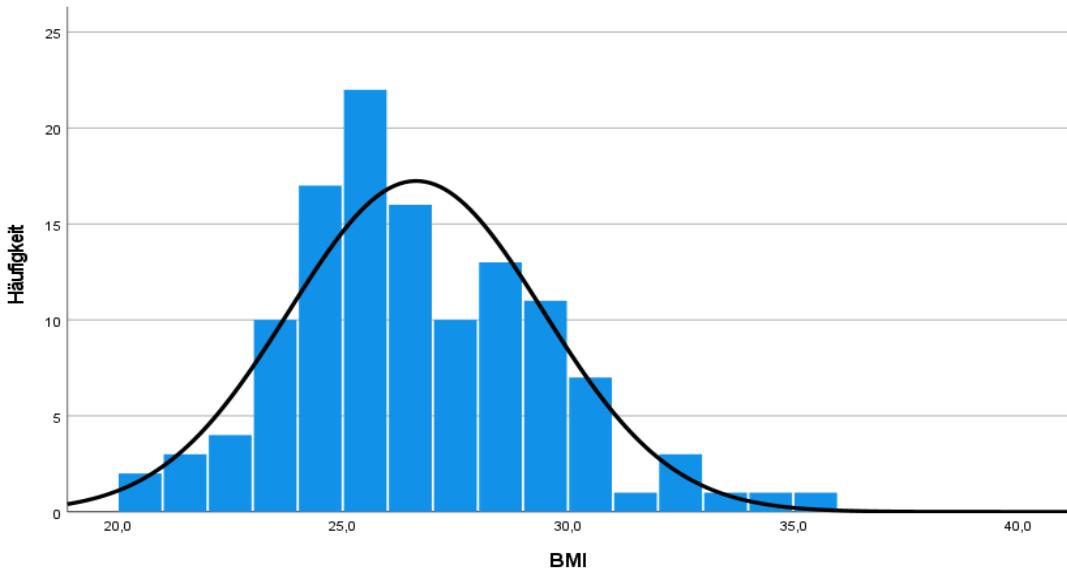


Abb. 2: Häufigkeitsverteilung des BMI: angegeben ist der BMI in kg/m^2 (x-Achse) und die Anzahl des Auftretens der jeweiligen Werte (y-Achse). Die Verteilungskurve ist rechtsschief, es liegt keine Normalverteilung vor.

Tabelle 6: Verteilungsmuster des BMI nach Dienstgradgruppen.

	gesamt	Stabsoffiziere	Generale
BMI < 25	29,8% ($n = 36$)	23,6% ($n = 13$)	34,8% ($n = 23$)
BMI 25,1 - 30	59,5% ($n = 73$)	67,3% ($n = 38$)	53% ($n = 35$)
BMI > 30	10,7% ($n = 13$)	9,1% ($n = 5$)	12,1% ($n = 8$)
	$N = 122$	$n = 55$	$n = 66$

Die Laufbandleistungsdiagnostik absolvierten insgesamt 36 Probanden. 16 Teilnehmer hatten einen $BMI \leq 25 \text{ kg/m}^2$, 20 Teilnehmer einen BMI zwischen 25,1 und 30 kg/m^2 und kein Teilnehmer einen $BMI > 30 \text{ kg/m}^2$. Teilnehmer mit einem BMI bis 25 kg/m^2 erbrachten in der Laufbandergometrie an der 4-mmol-Laktatschwelle tendenziell bessere Leistungen als die Teilnehmer mit einem $BMI > 25 \text{ kg/m}^2$ ($p = 0,08$). Bei der erreichten maximalen Geschwindigkeit zeigte sich ebenfalls kein signifikanter Unterschied ($p = 0,65$).

Tabelle 7: Darstellung der erbrachten Leistung in Abhängigkeit vom BMI.

BMI in kg/m ² (Fahrrad)	25 (n = 10)	25,1-30 (n = 53)	> 30 (n = 13)	Leistung	
25		0,30	0,43	163,6 (± 37,6)	P_{4mmol-L} in W
25,1-30	0,30		0,364	163,8 (± 37,0)	
>30	0,43	0,364		169,4 (± 35,1)	
25		0,082	0,336	237,7 (± 52,9)	P_{max} in W
25,1 - 30	0,082		0,815	217,4 (± 48,1)	
>30	0,336	0,815		221,7 (± 53,9)	
BMI in kg/m ² (Laufband)	25 (n = 16)	25,1-30 (n = 10)	> 30 (n = 0)		
25		0,08		11 (± 1,1)	v_{4mmol-L} in km/h
25,1 - 30	0,08			10,2 (± 1,8)	
25		0,65		13,1 (± 1,3)	v_{max} in km/h
25,1 - 30	0,65			12,9 (± 1,9)	
Signifikanzniveau (p =)					

5.1.7 Einfluss des Bauchumfanges auf die Leistungsfähigkeit

Der Bauchumfang (Abb. 3) betrug im Mittel 95,9 cm (± 8,2). Anhand der „S3-Leitlinie zur Prävention und Therapie der Adipositas“ und auf Grundlage wissenschaftlich anerkannter Grenzen erfolgte die Einteilung in 3 Gruppen. 46 Teilnehmer wiesen einen BU < 94 cm auf, 35 einen BU zwischen 94 und 102 cm und 24 Teilnehmer hatten einen BU größer als 102 cm. Bei 17 Teilnehmern wurde der Bauchumfang nicht bestimmt.

Die Verteilung des Bauchumfanges in Abhängigkeit der Dienstgradgruppen ist in Tabelle 8 dargestellt.

Bei der Fahrradergometrie zeigte sich an der 4-mmol-Laktat-Schwelle kein signifikanter Unterschied zwischen den 3 Gruppen ($\chi^2(2) = 1,02$; $p = 0,599$). Jedoch konnte bei der Ermittlung der maximalen Leistung ein signifikanter Unterschied festgestellt werden ($\chi^2(2) = 8,07$; $p = 0,018$). Teilnehmer mit einem Bauchumfang kleiner als 94 cm waren im Vergleich zu denen mit einem Bauchumfang von 94 - 102 cm und größer als 102 cm leistungsfähiger (Tab. 9).

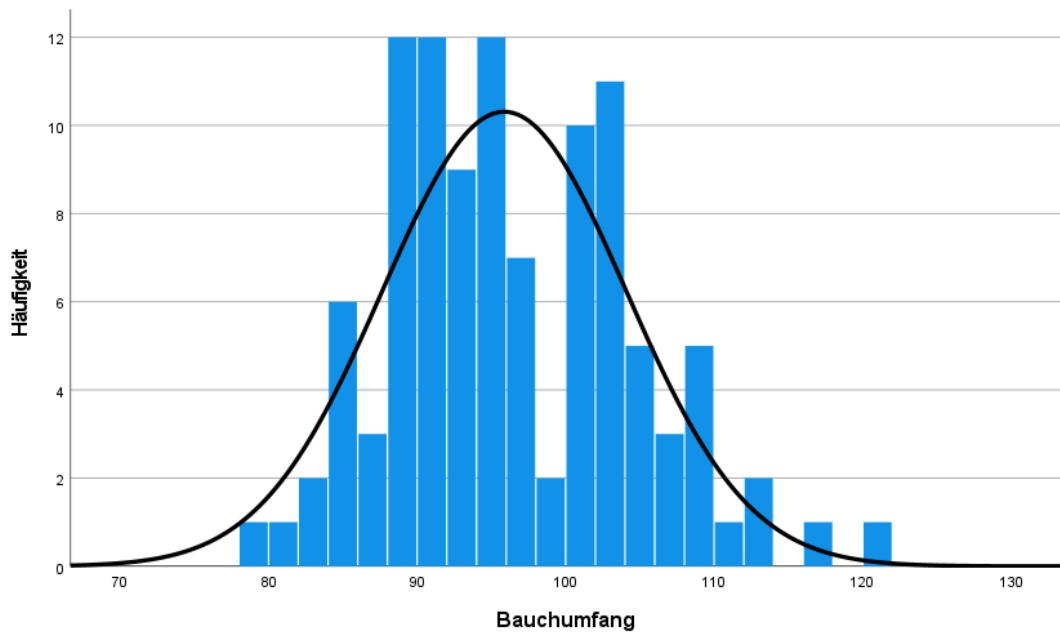


Abb. 3: Häufigkeitsverteilung des BU: angegeben ist der BU in cm (x-Achse) und die Anzahl des Auftretens der jeweiligen Werte (y-Achse). Die Verteilungskurve ist rechtsschief, es liegt keine Normalverteilung vor.

Tabelle 8: Verteilungsmuster des Bauchumfanges in Abhängigkeit der Dienstgradgruppen.

	gesamt	Stabsoffiziere	Generale
BU < 94 cm	43,8 % (n = 46)	41,7 % (n = 20)	45,6 % (n = 26)
BU 94 – 102 cm	33,3 % (n = 35)	39,6 % (n = 19)	28,1 % (n = 16)
BU > 102 cm	22,9 % (n = 24)	18,8 % (n = 9)	26,3 % (n = 15)
gesamt	N = 105	n = 48	n = 57

Zusätzlich konnte aufgezeigt werden, dass die Teilnehmer mit einem Bauchumfang < als 94 cm (Gruppe 1, n = 25) eine deutlich geringere Herzfrequenz im Bereich der individuellen anaeroben Schwelle (136 / min) aufwiesen als die Teilnehmer mit einem Bauchumfang \geq 94 cm (n = 50, 144 / min, $p = 0,026$).

Bei der Laufbandergometrie zeigte sich ein der Fahrradergometrie vergleichbares Ergebnis. Es bestand ein signifikanter Unterschied für $V_{4\text{mmol-L}}$ ($\chi^2(2) = 8,88$; $p = 0,012$) und V_{max} ($\chi^2(2) = 12,51$; $p = 0,002$). In der Post-hoc-Testung wurde aufgezeigt, dass Teilnehmer mit einem Bauchumfang < 94 cm eine signifikant höhere $V_{4\text{mmol-L}}$ erreichten als Teilnehmer mit einem Bauchumfang von 94 – 102 cm und eine

signifikant höhere V_{max} als alle Teilnehmer mit einem größeren Bauchumfang (Tab. 9).

Tabelle 9: Signifikanzniveau der Paarvergleich der Leistungsdaten in Abhängigkeit vom BU

BU in cm (Fahrrad)	< 94 (n = 25)	94 - 102 (n = 27)	> 102 (n = 13)	Leistung	
< 94		0,047	0,006	239,5 (\pm 52,5)	P_{max} in W
94 - 102	0,047		0,39	214,3 (\pm 46,2)	
> 102	0,006	0,39		204,3 (\pm 39,7)	
BU in cm (Laufband)	< 94 (n = 21)	94 - 102 (n = 9)	> 102 (n = 1)		$V_{4\text{mmol-L}}$ in km/h
< 94		0,010	0,072	11,1 (\pm 1,3)	
94 - 102	0,010		0,437	9,4 (\pm 1,5)	
> 102	0,072	0,437		8,0	
< 94		0,002	0,047	13,6 (\pm 1,4)	V_{max} in km/h
94 - 102	0,002		0,46	11,5 (\pm 0,9)	
> 102	0,047	0,46		10,0	
Signifikanzniveau (p =)					

Ein zunehmender Bauchumfang bei Führungskräften korrelierte negativ mit der körperlichen Leistungsfähigkeit. Dies konnte für die P_{max} ($r = -0,28$; $p = 0,015$), für die V_{max} ($r = -0,40$; $p = 0,025$) und die $V_{4\text{mmol-L}}$ ($r = -0,39$; $p = 0,028$) dargestellt werden.

5.1.8 Einfluss der Ernährung auf die Leistungsfähigkeit

Die Teilnehmer, die Angaben zu ihrer Ernährung machten ($N = 107$), wurden entsprechend ihres Ernährungsverhaltens in die folgenden 4 Gruppen unterteilt:

- A) isokalorisch-bedarfsdeckend ($n = 45$),
- B) hyperkalorisch-bedarfsdeckend ($n = 12$),
- C) hyperkalorisch-nicht bedarfsdeckend ($n = 4$),
- D) hypokalorisch ($n = 46$).

Tabelle 10 zeigt die erbrachte durchschnittliche Leistung. Die statistische Auswertung zeigte für die Leistungsdiagnostik an der 4-mmol-Laktatschwelle und der maximalen Leistung keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

Tabelle 10: Leistungsdaten in Abhängigkeit der Ernährung (A = isokalorisch-bedarfsdeckend, B = hyperkalorisch-bedarfsdeckend, C = hyperkalorisch-nicht bedarfsdeckend, D = hypokalorisch).

Teilnehmer (Fahrrad/Laufband)	$P_{4\text{mmol-L}}$ in W	P_{\max} in W	$V_{4\text{mmol-L}}$ in km/h	V_{\max} in km/h
Gruppe A ($n = 37/8$)	164,3 ($\pm 28,7$)	222,9 ($\pm 44,9$)	10,1 ($\pm 1,8$)	12,2 ($\pm 1,8$)
Gruppe B ($n = 7/5$)	188,3 ($\pm 44,0$)	246,4 ($\pm 62,7$)	9,9 ($\pm 1,2$)	12,4 ($\pm 1,1$)
Gruppe C ($n = 3/1$)	168,0 ($\pm 51,4$)	216,7 ($\pm 87,3$)	8,8	12,0
Gruppe D ($n = 29/17$)	158,7 ($\pm 39,6$)	214,1 ($\pm 50,8$)	10,7 ($\pm 1,5$)	13,3 ($\pm 1,6$)
Kruskal-Wallis-Test (Signifikanzniveau)	$\chi^2(3) = 4,47$, $p = 0,215$	$\chi^2(3) = 2,38$, $p = 0,498$	$\chi^2(3) = 2,69$, $p = 0,441$	$\chi^2(3) = 2,97$, $p = 0,396$

5.1.9 Einfluss der Wochenendpendler-Tätigkeit auf die Leistungsfähigkeit

Es erfolgte die Einteilung in eine Gruppe der Wochenendpendler ($n = 41$) und eine Gruppe der Nicht-Wochenendpendler ($n = 71$). Die Ergebnisse sind in der Tabelle 11 dargestellt.

In der Fahrradergometrie zeigten sich keine signifikanten Unterschiede für die Leistungen an der 4-mmol-Laktat-Schwelle und der maximalen Leistung.

Die Nicht-Wochenendpendler waren in der Laufbandleistungsdiagnostik an der 4-mmol-Laktat-Schwelle signifikanter schneller als die Wochenendpendler (Tab. 11). Für die maximalen Geschwindigkeiten konnte dieser Zusammenhang nicht bewiesen werden, es zeigte sich aber eine starke Tendenz (Tab. 11).

Tabelle 11: Leistungsdaten in Abhängigkeit der Wochenend-Pendlertätigkeit.

Teilnehmer (Fahrrad/Laufband)	$P_{4\text{mmol-L}}$ in W	P_{\max} in W	$V_{4\text{mmol-L}}$ in km/h	V_{\max} in km/h
Pendler ($n = 29/12$)	167,9 ($\pm 31,2$)	228,5 ($\pm 48,0$)	9,7 ($\pm 1,4$)	12,2 ($\pm 1,4$)
Nichtpendler ($n = 51/20$)	164,4 ($\pm 40,1$)	223,8 ($\pm 50,5$)	10,8 ($\pm 1,5$)	13,2 ($\pm 1,6$)
Signifikanzniveau ($p =$)	0,509	0,584	0,035	0,058

Zusätzlich konnte in der Auswertung festgestellt werden, dass Wochenendpendlertätigkeit mit erhöhter täglicher Arbeitszeit ($r = 0,34, p = 0,01$) und erhöhter wöchentlichen Arbeitszeit korrelierte ($r = 0,19, p = 0,049$). Tendenziell traten Erkrankungen des Bewegungsapparates bei Wochenendpendlern häufiger auf ($r = 0,181; p = 0,051$). Eine erhöhte Prävalenz für das Auftreten von Diabetes mellitus oder Hypercholesterinämie konnte nicht nachgewiesen werden. Allerdings wiesen in der Gruppe der Wochenendpendler 21 Teilnehmer einen arteriellen Hypertonus auf. In der Vergleichsgruppe trat die Erkrankung in 16 Fällen auf. Wochenendpendler litten signifikant häufiger an arteriellem Hypertonus ($p = 0,002$).

5.1.10 Einfluss privater Problemsituationen auf die Leistungsfähigkeit

Es konnte kein signifikanter Einfluss durch private Problemsituationen auf die Leistungsfähigkeit nachgewiesen werden. Dennoch zeigte sich eine Tendenz.

Die Teilnehmer, welche die Frage nach privater Problemsituation mit nein beantworteten ($n = 72$), zeigten die besseren Leistungen in der Leistungsdiagnostik. Sie erreichten im Mittel $P_{4\text{mmol-L}} 166,5 \pm 36,2$ W und $P_{\text{max}} 225,6 \pm 49,7$ W. Die Teilnehmer mit privaten Problemen ($n = 14$) leisteten im Durchschnitt $P_{4\text{mmol-L}} 155,1 \pm 38,1$ W ($p = 0,069$) und $P_{\text{max}} 208,1 \pm 52,4$ W ($p = 0,156$).

Für die Teilnehmer der Laufbanddiagnostik ($n = 31$) war keine Tendenz ablesbar. Die Teilnehmer mit privaten Problemen ($n = 5$) liefen im Mittel $V_{4\text{mmol-L}} 10,0 \pm 1,9$ km/h und $V_{\text{max}} 13,1 \pm 1,8$ km/h. Teilnehmer ohne private Probleme ($n = 26$) erreichten $V_{4\text{mmol-L}} 10,4 \pm 1,4$ und $V_{\text{max}} 12,9 \pm 1,6$ km/h.

5.1.11 Einfluss der Dienstreisetätigkeiten auf die Leistungsfähigkeit

Es wurden 2 Gruppen gebildet. Teilnehmer mit einer moderaten Dienstreisebelastung (≤ 35 Tage/Jahr) wurden der Gruppe 1 zugeordnet ($n = 53$). Der Gruppe 2 wurden die Teilnehmer mit einer starken Dienstreisebelastung (> 35 d/a) zugewiesen ($n = 56$). Die Auswertung der Laufbandleistungsdiagnostik zeigte, dass die Gruppe mit starker Dienstreisebelastung signifikant schlechtere Leistungen ($V_{4\text{mmol-L}}$) erzielte (Tab. 12). Die Analyse der Leistungsdiagnostik auf dem Fahrrad zeigte keine signifikanten Unterschiede der Leistungen (Tab. 12). Der Trend wies jedoch auch hier schlechtere Leistungen für die Gruppe der Teilnehmer mit hoher Dienstreisebelastung auf. Insgesamt wirkte sich Dienstreisetätigkeit negativ auf die Leistungsfähigkeit aus.

Tabelle 12: Leistungsdaten in Abhängigkeit moderater und starker Dienstreisetätigkeit.

Teilnehmer (Fahrrad/Laufband)	$P_{4\text{mmol-L}}$ in W	P_{max} in W	$V_{4\text{mmol-L}}$ in km/h	V_{max} in km/h
moderate Dienstreisebelastung (n = 39/14)	169,9 (± 38,5)	232,7 (± 52,6)	11,1 (± 1,4)	13,4 (± 1,5)
Starke Dienstreisebelastung (n = 39/17)	163,2 (± 35,7)	221,9 (± 44,4)	9,9 (± 1,5)	12,6 (± 1,7)
Signifikanzniveau (p =)	0,418	0,383	0,029	0,115

5.1.12 Einfluss des Nikotinkonsums auf die Leistungsfähigkeit

Die Teilnehmer wurden nach regelmäßigem Nikotinkonsum befragt. Es konnten nach der Angabe Raucher (n = 17) oder Nichtraucher (n = 105) 2 Gruppen gebildet werden. In der vorliegenden Studie wurde kein signifikanter Einfluss des Rauchverhaltens auf die körperliche Leistungsfähigkeit nachgewiesen (Tab. 13). Die überwiegende Mehrheit der Führungskräfte waren Nichtraucher.

Tabelle 13: Leistungsdaten in Abhängigkeit des Nikotinkonsums.

Teilnehmer (Fahrrad/Laufband)	$P_{4\text{mmol-L}}$ in W	P_{max} in W	$V_{4\text{mmol-L}}$ in km/h	V_{max} in km/h
Raucher (n = 11/6)	166,9 (± 41,6)	209,7 (± 48,2)	10,3 (± 1,7)	12,9 (± 1,6)
Nichtraucher (n = 75/30)	164,3 (± 36,0)	224,7 (± 63,4)	10,6 (± 1,6)	13,0 (± 1,6)
Signifikanzniveau (p =)	0,856	0,403	0,51	0,966

5.1.13 Einfluss des Alkoholkonsums auf die Leistungsfähigkeit

Zwei Teilnehmer machten keine Angabe zum Alkoholkonsum. Die anderen 120 wurden nach Konsum in 3 Gruppen: a) kein Alkohol ($n = 4$), b) regelmäßiger Konsum ($n = 103$) und c) seltener Konsum ($n = 13$) unterteilt.

Es konnte in der vorliegenden Studie kein signifikanter Einfluss des Alkoholkonsums auf die physische Leistungsfähigkeit dargestellt werden (Tab. 14). Überwiegend wurde bei den Spitzengührungskräften regelmäßiger Alkoholkonsum eingestanden.

Tabelle 14: Leistungsdaten in Abhängigkeit des Alkoholkonsums.

Teilnehmer (Fahrrad/Laufband)	$P_{4\text{mmol-L}}$ in W	P_{max} in W	$V_{4\text{mmol-L}}$ in km/h	V_{max} in km/h
kein Alkohol ($n = 3/1$)	162,3 ($\pm 32,3$)	227,7 ($\pm 47,9$)	8,7	11,3
regelmäßig Alkohol ($n = 75/28$)	166,0 ($\pm 37,6$)	225,4 ($\pm 51,3$)	10,5 ($\pm 1,5$)	13,0 ($\pm 1,4$)
selten Alkohol ($n = 7/6$)	155 ($\pm 28,9$)	202,4 ($\pm 33,3$)	11,1 ($\pm 2,2$)	13,8 ($\pm 2,1$)
Kruskal-Wallis-Test (Signifikanzniveau)	$\chi^2(2) = 0,08$, $p = 0,963$	$\chi^2(2) = 1,21$, $p = 0,506$	$\chi^2(2) = 2,63$, $p = 0,269$	$\chi^2(2) = 2,49$, $p = 0,288$

5.2. Einfluss sportlicher Aktivität auf die Leistungsfähigkeit

5.2.1 Einfluss von genereller sportlicher Aktivität auf die Leistungsfähigkeit

Erfasst wurde die generelle sportliche Aktivität, unabhängig davon, ob die Teilnehmer den Sport während der Dienstzeit oder in der Freizeit ausübten.

In die Bewertung konnten 102 Teilnehmer eingeschlossen werden. 19 von ihnen gaben an, keinen Sport zu treiben und 102 waren sportlich aktiv. Führungskräfte, die Sport trieben, waren signifikant leistungsfähiger als diejenigen, die keinen Sport trieben (Tab. 15).

Tabelle 15: Leistungsdaten der Führungskräfte in Abhängigkeit von sportlicher Aktivität generell (unabhängig ob als Dienst- oder Freizeitsport).

Teilnehmer (Fahrrad/Laufband)	$P_{4\text{mmol-L}}$ in W	P_{max} in W	$V_{4\text{mmol-L}}$ in km/h	V_{max} in km/h
Sportler (n = 69/33)	171,0 (\pm 36,5)	233,8 (\pm 47,7)	10,6 (\pm 1,5)	13,1 (\pm 1,6)
Nichtsportler (n = 17/2)	138,8 (\pm 23,1)	178,1 (\pm 33,1)	8,0 (\pm 1,0)	11,1 (\pm 0,4)
Signifikanzniveau (p =)	0,001	< 0,001	0,027	0,063

5.2.2 Einfluss von Freizeitsport auf die Leistungsfähigkeit

Die Gruppe derer, welche keinen Sport in der Freizeit trieben umfasste 19 Teilnehmer (9 Stabsoffiziere, 10 Generale), die Gruppe der Sportler umfasste 97 Teilnehmer (44 Stabsoffiziere, 52 Generale). 6 Personen konnten aufgrund fehlender Angabe nicht zugeordnet werden. Die Zugehörigkeit zu einer Dienstgradgruppe hatte keinen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit (p = 0,902).

Tabelle 16: Leistungsdaten der Führungskräfte in Abhängigkeit von Freizeitsport.

Teilnehmer (Fahrrad/Laufband)	$P_{4\text{mmol-L}}$ in W	P_{max} in W	$V_{4\text{mmol-L}}$ in km/h	V_{max} in km/h
Nichtsportler (n = 17/2)	138,8 (\pm 23,1)	178,1 (\pm 33,1)	8,0 (\pm 1,0)	11,1 (\pm 0,4)
Sportler (n = 65/32)	172,5 (\pm 37,0)	237,0 (\pm 46,7)	10,6 (\pm 1,5)	13,1 (\pm 1,6)
Signifikanzniveau (p =)	< 0,001	< 0,001	0,028	0,066

In der Fahrradergometrie bestand ein signifikanter Unterschied zwischen den Leistungen der Nichtsportler und Sportler an der 4-mmol-Laktat-Schwelle und für die maximale Leistung (Tabelle 16). Bei der Laufbandergometrie zeigten sich gleichsinnige Ergebnisse an der 4-mmol-Laktat-Schwelle (Tab. 16). Für die maximale Geschwindigkeit auf dem Laufband konnte kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden, aber es zeigte sich eine gleichgerichtete deutliche Tendenz. Führungskräfte mit regelmäßiger sportlicher Aktivität in der Freizeit waren körperlich leistungsfähiger als jene ohne sportliche Aktivität.

5.2.3 Einfluss von Dienstsport auf die Leistungsfähigkeit

61 Teilnehmer gaben an, regelmäßig am Dienstsport teilzunehmen. 19 Teilnehmer betrieben keinen Dienstsport. 42 Personen machten diesbezüglich keine Angabe und wurden in der Auswertung nicht berücksichtigt.

Die Dienstsporttreibenden waren signifikant physisch leistungsfähiger als die Gruppe der Nichtsportler (Tab. 17).

Der Unterschied bestand für die Laufband- und Fahrradergometrie und konnte sowohl an der 4-mmol-Laktat-Schwelle und der maximalen Leistung und Geschwindigkeit nachgewiesen werden (Tab. 17).

Tabelle 17: Leistungsdaten der Führungskräfte in Abhängigkeit von Dienstsport.

Teilnehmer (Fahrrad/Laufband)	$P_{4\text{mmol-L}}$ in W	P_{max} in W	$V_{4\text{mmol-L}}$ in km/h	V_{max} in km/h
Sportler (n = 40/21)	169,1 ($\pm 37,8$)	233,1 ($\pm 50,4$)	10,9 ($\pm 1,6$)	13,5 ($\pm 1,6$)
Nichtsportler (n = 17/2)	138,8 ($\pm 23,1$)	178,1 ($\pm 33,1$)	8,0 ($\pm 1,0$)	11,1 ($\pm 0,4$)
Signifikanzniveau (p =)	0,003	< 0,001	0,029	0,037

5.3 Einfluss von Erkrankungen auf die körperliche Leistungsfähigkeit

5.3.1 Diabetes mellitus

5 von 122 Teilnehmern waren an Diabetes mellitus erkrankt. Betroffen waren 5,5 % (n = 3) der Gruppe der Stabsoffiziere und 3 % (n = 2) der Generale. Die vergleichende Betrachtung war nur innerhalb der Fahrradergometrie möglich. Es konnte kein signifikanter Unterschied der körperlichen Leistungsfähigkeit zwischen den an Diabetes mellitus erkrankten und den gesunden Teilnehmern dargestellt werden (Tab. 18).

Tabelle 18: Leistungsdaten in Abhängigkeit einer Diabeteserkrankung.

Teilnehmer (Fahrradergometrie)	$P_{4\text{mmol-L}}$ in Watt	P_{max} in Watt
Diabetes mellitus ($n = 5$)	159,2 ($\pm 23,9$)	210,6 ($\pm 41,3$)
Gesund ($n = 117$)	164,9 ($\pm 37,2$)	223,5 ($\pm 50,8$)
Signifikanzniveau ($p =$)	0,897	0,454

5.3.2 Einfluss der Hypercholesterinämie auf die Leistungsfähigkeit

Bei 58 der 122 Teilnehmer bestand eine Hypercholesterinämie. 48,2 % der Stabsoffiziere ($n = 27$), 47 % der Generale ($n = 31$) waren betroffen.

47 Teilnehmer unterzogen sich der Fahrradergometrie und 11 der Laufbanddiagnostik. In der Kontrollgruppe nahmen 39 Teilnehmer an der Fahrrad- und 25 an der Laufbanddiagnostik teil. In beiden Versuchsanteilen konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Betroffenen und den Nicht-Betroffenen dargestellt werden (Tab. 19).

Tabelle 19: Leistungsdaten in Abhängigkeit einer Hypercholesterinämie.

Hypercholesterinämie (Fahrrad/Laufband)	$P_{4\text{mmol-L}}$ in W	P_{max} in W	$V_{4\text{mmol-L}}$ in km/h	V_{max} in km/h
ja ($n = 47/11$)	164,6 ($\pm 36,6$)	222,8 ($\pm 50,2$)	10,5 ($\pm 1,6$)	13,3 ($\pm 1,7$)
nein ($n = 39/25$)	163,7 ($\pm 37,2$)	223,0 ($\pm 55,9$)	10,6 ($\pm 1,5$)	13,1 ($\pm 1,5$)
Signifikanzniveau ($p =$)	0,838	0,823	0,903	0,569

5.3.3 Einfluss der arteriellen Hypertonie auf die Leistungsfähigkeit

Von 122 Teilnehmern waren 38 (15 Stabsoffiziere und 23 Generale) an Bluthochdruck erkrankt. 30 von ihnen nahmen an der Fahrrad- und 8 an der Laufbandergometrie teil.

Die Kontrollgruppe umfasste 84 Teilnehmer (56 Fahrrad- und 28 Laufbandergometrie). Teilnehmer ohne Erkrankung an arterieller Hypertonie waren unabhängig von der Art der Ergometrie leistungsfähiger. An der 4-mmol-Laktat-Schwelle zeigte sich eine ähnliche Tendenz (Tab. 20).

Tabelle 20: Leistungsdaten in Abhängigkeit einer Hypertonie.

Hypertonie (Fahrrad/Laufband)	$P_{4\text{mmol-L}}$ in W	P_{\max} in W	$V_{4\text{mmol-L}}$ in km/h	V_{\max} in km/h
ja ($n = 30/8$)	158,0 ($\pm 35,0$)	206,0 ($\pm 52,3$)	9,8 ($\pm 1,2$)	12,0 ($\pm 1,1$)
nein ($n = 56/28$)	168,0 ($\pm 37,2$)	231,8 ($\pm 47,1$)	10,7 ($\pm 1,7$)	13,3 ($\pm 1,7$)
Signifikanzniveau ($p =$)	0,223	0,02	0,118	0,037

5.3.4 Einfluss der Hyperurikämie auf die Leistungsfähigkeit

Von den 122 Teilnehmern trat bei 17 Personen eine Hyperurikämie auf (14,4 % der Stabsoffiziere ($n = 8$) und 12,1 % der Generale ($n = 8$)). In der statistischen Betrachtung der Leistungsparameter konnte kein signifikanter Unterschied belegt werden (Tab. 21).

Tabelle 21: Leistungsdaten in Abhängigkeit einer Hyperurikämie

Hyperurikämie (Fahrrad/Laufband)	$P_{4\text{mmol-L}}$ in W	P_{\max} in W	$V_{4\text{mmol-L}}$ in km/h	V_{\max} in km/h
ja ($n = 14/3$)	168,2 ($\pm 34,9$)	227,1 ($\pm 48,2$)	10,7 ($\pm 1,4$)	12,8 ($\pm 1,6$)
nein ($n = 72/33$)	163,9 ($\pm 37,1$)	221,9 ($\pm 50,9$)	10,5 ($\pm 1,7$)	13,1 ($\pm 1,7$)
Signifikanzniveau ($p =$)	0,752	0,669	0,819	0,730

5.3.5 Einfluss orthopädischer Erkrankungen auf die Leistungsfähigkeit

Erkrankungen aus dem orthopädischen Formenkreis wurden bei Stabsoffizieren häufiger beobachtet. 98,2 % der Stabsoffiziere ($n = 55$) und 84,8 % der Generale ($n = 56$) beklagten Erkrankungen aus dem orthopädischen Formenkreis ($p = 0,011$). Von den betroffenen Teilnehmern ($n = 111$) absolvierten 81 die Leistungsdiagnostik auf dem Fahrrad und 30 auf dem Laufband. In der Kontrollgruppe der Nicht-Erkrankten ($n = 11$) wurden 5 Teilnehmer auf dem Rad und 6 auf dem Laufband untersucht. In der Fahrradergometrie wurde kein signifikanter Unterschied der Leistungen an der 4 mmol-Laktat-Schwelle und der Maximalleistung nachgewiesen.

Die Leistungen in der Laufbandleistungsdiagnostik waren signifikant different. Die erkrankten Teilnehmer waren signifikant schneller als die Nicht-Erkrankten (Tab. 22).

Tabelle 22: Leistungsdaten in Abhängigkeit orthopädischer Erkrankungen

Orthop. Erkrankung (Fahrrad/Laufband)	$P_{4\text{mmol-L}}$ in W	P_{max} in W	$V_{4\text{mmol-L}}$ in km/h	V_{max} in km/h
ja ($n = 81/30$)	164,4 ($\pm 37,1$)	222,1 ($\pm 49,7$)	10,9 ($\pm 1,5$)	13,3 ($\pm 1,6$)
nein ($n = 5/8$)	167,8 ($\pm 29,4$)	233,0 ($\pm 63,2$)	9,0 ($\pm 1,2$)	11,5 ($\pm 1,0$)
Signifikanzniveau ($p =$)	0,644	0,657	0,012	0,012

5.3.6 Einfluss psychischer Erkrankungen auf die Leistungsfähigkeit

Lediglich 2 Teilnehmer gaben psychische Erkrankungen an und bildeten die Vergleichsgruppe. Die Kontrollgruppe umfasste dementsprechend 120 Teilnehmer. Die Untersuchung erfolgte ausschließlich im Rahmen der Fahrradergometrie. Die Leistungen an der 4-mmol-Laktat-Schwelle waren nicht signifikant verschieden. Es zeigte sich jedoch der starke Trend, dass Teilnehmer, die an einer psychischen Problematik litten, weniger leistungsfähig waren als nicht psychisch beeinträchtigte Teilnehmer (Tab. 23). Bei Betrachtung der Maximalleistung waren Erkrankte signifikant weniger leistungsfähig.

Tabelle 23: Leistungsdaten in Abhängigkeit psychischer Erkrankungen

Psychische Erkrankungen	$P_{4\text{mmol-L}}$ in Watt	P_{max} in Watt
ja ($n = 2$)	120 ($\pm 22,6$)	139 ($\pm 43,8$)
nein ($n = 120$)	165,7 ($\pm 36,2$)	224,8 ($\pm 48,9$)
Signifikanzniveau ($p =$)	0,057	0,039

5.4 Analyse der Labordaten

5.4.1 Korrelation und Regression von Labordaten und anthropometrischen Daten

Der BMI korrelierte positiv mit der Harnsäure ($r = 0,33, p < 0,001$), dem Blutzucker ($r = 0,30, p = 0,002$) und der GPT ($r = 0,30, p = 0,002$) und negativ mit dem HDL-

Cholesterin ($r = -0,24, p = 0,016$) (Abb. 4 - 7). Die Prädiktoren HS, BZ, GPT und HDL hatten einen statistisch signifikanten Einfluss auf den BMI ($F (4,114) = 10,627, p < 0,001$). 24,6 % der Varianz des BMI wurden durch die o.g. Werte erklärt ($R^2 = 0,246$), was einem starken Effekt (Cohen, 1992) entsprach ($f = 0,57$).

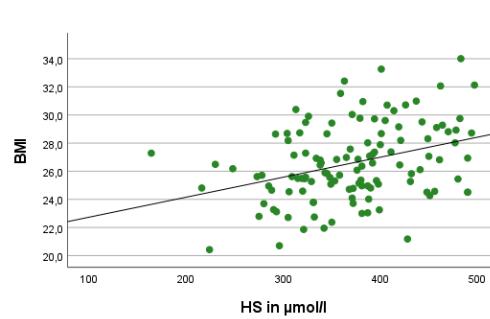


Abb. 4: Korrelation BMI / HS:
Verteilung der Harnsäurewerte in $\mu\text{mol/l}$ (x-Achse) und der BMI in kg/m^2 (y-Achse) mit Darstellung der Regressionsgeraden.

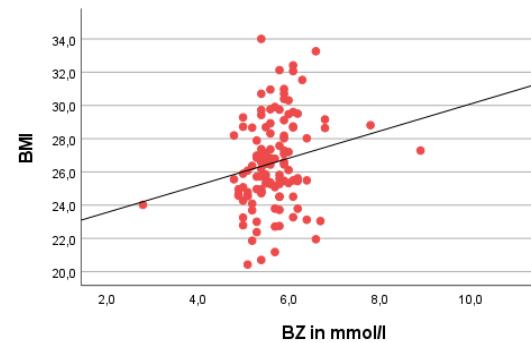


Abb. 5: Korrelation BMI / BZ:
Verteilung der Blutzuckerwerte in mmol/l (x-Achse) und der BMI in kg/m^2 (y-Achse) mit Darstellung der Regressionsgeraden.

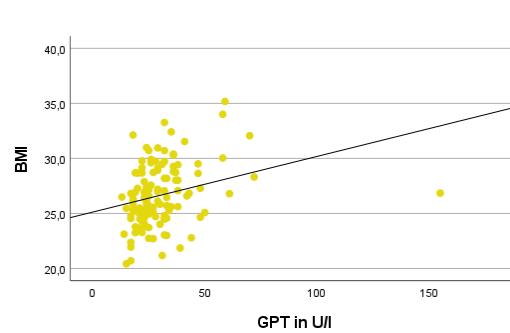


Abb. 6: Korrelation BMI / GPT:
Verteilung der GPT-Werte in U/l (x-Achse) und der BMI in kg/m^2 (y-Achse) mit Darstellung der Regressionsgeraden.

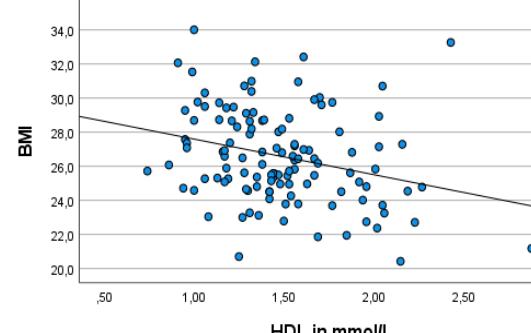


Abb. 7: Korrelation BMI / HDL:
Verteilung der HDL-Werte in mmol/l (x-Achse) und der BMI in kg/m^2 (y-Achse) mit Darstellung der Regressionsgeraden

Der Bauchumfang korrelierte positiv mit der Harnsäure ($r = 0,33, p < 0,001$), der GPT ($r = 0,30, p = 0,002$) und dem Blutzucker ($r = 0,30, p = 0,002$) und negativ mit dem HDL ($r = -0,24, p = 0,016$) (Abb. 8 - 11). Die Prädiktoren HS, BZ, GPT und HDL hatten einen signifikanten Einfluss auf den BU ($F (3,99) = 10,702, p > 0,001$). 27,26 % der Streuung des BU werden durch die Prädiktoren erklärt ($R^2 = 0,276$). Dies entsprach einem starken Effekt nach Cohen ($f = 0,62$).

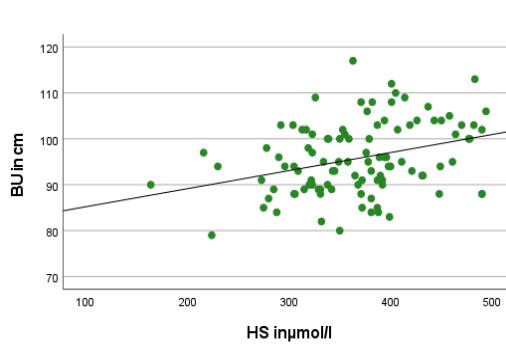


Abb. 8: Korrelation BU / HS:
Verteilung der Harnsäurewerte in $\mu\text{mol/l}$ (x-Achse) und der BU in cm (y-Achse) mit Darstellung der Regressionsgeraden.

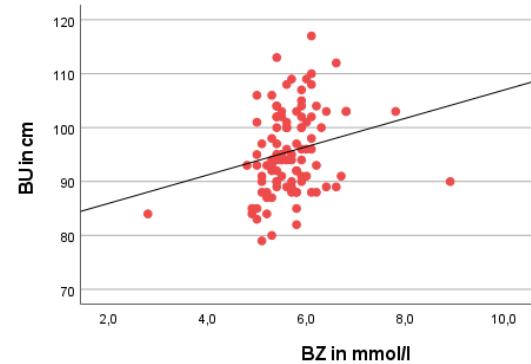


Abb. 9: Korrelation BU / BZ:
Verteilung der Blutzuckerwerte in mmol/l (x-Achse) und der BU in cm (y-Achse) mit Darstellung der Regressionsgeraden.

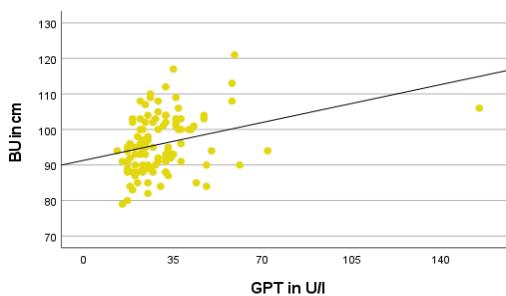


Abb. 10: Korrelation BU / GPT:
Verteilung der GPT-Werte in U/l (x-Achse) und der BU in cm (y-Achse) mit Darstellung der Regressionsgeraden.

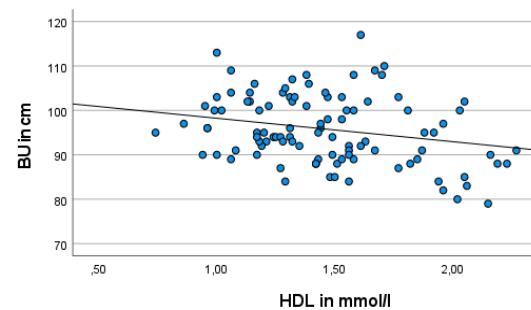


Abb. 11: Korrelation BU / HDL:
Verteilung der HDL-Werte in mmol/l (x-Achse) und der BU in cm (y-Achse) mit Darstellung der Regressionsgeraden.

Das Gewicht korrelierte positiv mit dem BZ ($r = 0,248, p = 0,006$), der HS ($r = 0,271, p = 0,003$) und der GPT ($r = 0,261, p = 0,004$) und negativ mit dem HDL ($r = -0,240, p = 0,008$). Die Variablen BZ, HS, GPT und HDL hatten einen signifikanten Einfluss auf das Gewicht ($F (4,114) = 7,131, p < 0,001$). 17,2 % der Streuung des Gewichtes wurden durch diese Variablen erklärt, was einem starken Effekt nach Cohen entsprach ($R^2 = 0,172, f = 0,45$).

Die Prädiktoren HDL, BZ, HS und GPT hatten somit in unserem Modell einen starken Effekt auf die Variablen BU, BMI und Gewicht.

5.4.2 Korrelation zwischen anthropometrischen Daten und Leistungsdaten

Die maximale Leistung (P_{\max}) korrelierte negativ mit dem BU ($r = -0,281, p = 0,015$) (Abb. 12), der GGT ($r = -0,290, p = 0,007$) und dem BZ ($r = -0,245, p = 0,025$) und positiv mit der Leistung an der 4-mmol-Laktat-Schwelle ($r = 0,856, p < 0,001$) sowie der Leistung an der individuellen anaeroben Schwelle ($r = 0,861, p < 0,001$). Der BU hatte einen Einfluss auf die P_{\max} ($F(1,73) = 6,239, p = 0,015$). Mit mittlerer Effektstärke konnten steigende maximale Leistungen mit einem niedrigeren BU erklärt werden ($f = 0,29$). 72,9 % der Streuung der maximalen Leistung konnten durch die Leistung an der 4-mmol-Laktat-Schwelle erklärt werden ($R^2 = 0,729, f = 1,6$). 76,2 % der Streuung der maximalen Leistung konnten durch P_{IAS} erklärt werden ($R^2 = 0,762, f = 1,79$). Die V_{\max} korrelierte mit der $V_{4\text{mmol-L}}$ ($r = 0,810, p < 0,001$) und der V_{IAS} ($r = 0,773, p > 0,001$). 64,6 % der Streuung der V_{\max} konnten durch die $V_{4\text{mmol-L}}$ erklärt werden ($R^2 = 0,646, f = 1,4$). Eine negative Korrelation bestand zum BU ($r = -0,402, p = 0,25$) (Abb. 13). Mit mittlerer Effektstärke konnten steigende maximale Geschwindigkeiten mit abnehmendem BU erklärt werden ($F(1,29) = 5,597, p = 0,025, f = 0,39$). Es konnte keine signifikante Korrelation der Leistungsdaten mit dem BMI oder dem Gewicht herausgestellt werden.

Die $P_{4\text{mmol-L}}$ korrelierte nach Pearson negativ mit den TG ($r = -0,228, p = 0,037$) und der GGT ($r = -0,270, p = 0,013$). Die Prädiktoren TG und GGT konnten 9,8 % der Streuung von $P_{4\text{mmol-L}}$ erklären ($F(2,81) = 5,530, p = 0,006$). Die Effektstärke nach Cohen betrug 0,32, was einem mittleren Effekt entsprach.

Für die P_{IAS} konnte ebenfalls eine negative Korrelation für die TG ($r = -0,215, p = 0,05$) und die GGT ($r = -0,275, p = 0,011$) herausgestellt werden. 11 % der Streuung konnten mit einer mittleren Effektstärke durch die Variablen TG und GGT erklärt werden ($F(2,81) = 5,360, p = 0,007, f = 0,32$).

Für die Variablen V_{IAS} und $V_{4\text{mmol-L}}$ konnten keine Korrelationen zu Laborparametern herausgestellt werden.

5.4.3 Korrelation der Laborwerte untereinander

Das Gesamtcholesterin korrelierte positiv mit dem LDL ($r = 0,902, p < 0,001$) und den TG ($r = 0,397, p < 0,001$).

Das HDL stand negativ mit den TG ($r = -0,413, p < 0,001$) und dem LDL ($r = -0,207, p = 0,024$) und der GPT ($r = -0,194, p = 0,035$) in Zusammenhang. Zusätzlich

korrelierte HDL negativ mit dem BU ($r = -0,237, p = 0,016$), dem BMI ($r = -0,283, p = 0,002$) und dem Gewicht ($r = -0,240, p = 0,008$).

Die TG korrelierten positiv mit dem Chol ($r = 0,397, p < 0,001$) und dem LDL ($r = 0,203, p = 0,027$) und negativ mit dem HDL ($r = -0,413, p < 0,001$)

Die GOT korrelierte positiv mit der GPT ($r = 0,75, p = 0,001$).

5.5 Längsschnittuntersuchung der Leistungsfähigkeit bei Mehrfachvorstellungen

Von 122 Teilnehmern wurden zur Verlaufskontrolle 37 Personen einmal, 13 Personen zweimal und lediglich eine Person dreimal wiedervorstellig.

Die statistische Untersuchung ergab für die Variablen im Längsschnitt keine signifikanten Unterschiede (Tabelle 24).

Tabelle 24: vergleichende Darstellung der Leistungsdaten, BU und BMI bei Mehrfachvorstellung an den Zeitpunkten T0 und T1

	Teilnehmer	T0	T1	$p =$
P_{\max} in Watt	24	218,5 ($\pm 42,7$)	219,5 ($\pm 37,1$)	0,820
V_{\max} in km/h	8	13,7 ($\pm 1,8$)	13,5 ($\pm 1,5$)	0,734
$P_{4\text{mmol-L}}$ in Watt	24	163,9 ($\pm 27,8$)	164,5 ($\pm 29,5$)	0,910
$V_{4\text{mmol-L}}$ in km/h	8	11,1 ($\pm 1,7$)	11,0 ($\pm 1,5$)	0,778
BU in cm	31	98,2 ($\pm 9,3$)	97,3 ($\pm 10,5$)	0,575
BMI in kg/m^2	37	27,3 ($\pm 3,3$)	26,9 ($\pm 3,4$)	0,116

5.5.1 Herzfrequenz an der individuellen anaeroben Schwelle

Bei 37 Probanden konnte in der Verlaufsbeobachtung eine deutliche Reduktion der Herzfrequenz an der individuellen anaeroben Schwelle festgestellt werden (T0: HF $140,5 \pm 16,7/\text{min}$, T1: HF $135,9 \pm 17,1/\text{min}$, $p = 0,02$).

5.5.2 Anthropometrische Daten

Die Werte des Bauchumfanges von 31 Probanden konnten statistisch ausgewertet werden. Der Bauchumfang verringerte sich von $98,2 \pm 9,3$ cm auf $97,3 \pm 10,5$ cm nicht signifikant ($p = 0,575$).

Die Betrachtung des BMI war in 37 Fällen möglich. Dieser reduzierte sich von $27,3 \pm 3,3 \text{ kg/m}^2$ auf $26,9 \pm 3,5 \text{ kg/m}^2$ bei der Zweitvorstellung nicht signifikant ($p = 0,116$). Eine Tendenz zur Verbesserung war erkennbar.

Die 37 Probanden wiesen bei Erstuntersuchung im Mittel ein Gewicht von $89,8 \pm 11,1 \text{ kg}$ auf. Es konnte eine signifikante Reduktion des Gewichtes auf $88,6 \pm 11,2 \text{ kg}$ nachgewiesen werden ($p = 0,045$).

6 Diskussion

6.1 Einfluss des Alters auf die körperliche Leistungsfähigkeit von Führungskräften der Bundeswehr

Die Betrachtung der Leistungsfähigkeit in Abhängigkeit des Alters in der vorliegenden Arbeit bestätigte die Vermutung, dass die körperliche Leistungsfähigkeit mit zunehmendem Alter sinkt. Bereits 1995 konnte eine Abnahme der aeroben Leistungsfähigkeit bei Männern zwischen 25 und 70 Jahren nachgewiesen werden (Jackson et al., 1995). Es besteht ein, von der aktiven Lebensweise abhängiger Einfluss der biologischen Alterung auf Muskelkraft und Ausdauerleistungen (Lehto, 2016; Dieter Leyk et al., 2007). Diese Arbeit zeigte einen signifikanten Unterschied für die maximale Leistung (P_{\max}), die Leistung an der 4-mmol-Laktat-Schwelle ($P_{4\text{mmol-L}}$) und die maximale Geschwindigkeit (V_{\max}). Die Geschwindigkeit an der 4-mmol-Laktat-Schwelle ($V_{4\text{mmol-L}}$) war bei den jüngeren Teilnehmern tendenziell höher. Mit hoher Wahrscheinlichkeit ist die geringe Fallzahl als limitierender Faktor für die fehlende Signifikanz anzusehen. Da in der vorliegenden Arbeit nur männliche Führungskräfte im Alter von 38 - 62 Jahren untersucht wurden, sind die Ergebnisse hinsichtlich der Allgemeingültigkeit kritisch zu betrachten. Die erreichten Leistungen der Spitzenführungskräfte der Bundeswehr ($P_{\max} = 222,3$ Watt) entsprachen etwa der Maximalleistung von deutschen Senior Managern ($P_{\max} = 229$ Watt), obwohl in der Vergleichsstudie das mittlere Alter mit $45,6 \pm 6,8$ Jahren, im Gegensatz zu $54,6 \pm 4,2$ Jahren in der vorliegenden Untersuchung, deutlich geringer war (Jedlicka et al., 2018). Ein Vergleich zu jüngeren Erwachsenen wäre wünschenswert, war im Rahmen dieser Arbeit jedoch nicht möglich, da das Erreichen der untersuchten Dienstgradgruppen altersabhängig ist. Die Leistungsverluste mit zunehmendem Alter können und dürfen jedoch nicht nur der biologischen Alterung zugeschrieben werden. Für die Ausdauerleistung und die Muskelkraft haben Training und aktive Lebensweise einen stärkeren Einfluss als die biologische Alterung (Leyk et al., 2007). So treten, statistisch nachweisbare Leistungsreduktionen bei Marathonleistungen erst nach dem 50. Lebensjahr auf und fallen vergleichsweise gering aus (Leyk et al., 2007). Der aktive Lebensstil spielt demnach eine entscheidendere Rolle als das Alter.

6.2 Einfluss von Bauchumfang und BMI auf die körperliche Leistungsfähigkeit bei Führungskräften der Bundeswehr

Der Bauchumfang war in dieser Arbeit mit zunehmendem Alter größer. Dieses Ergebnis erscheint sehr interessant vor dem Hintergrund, dass in den bisherigen Studien keine altersadjustierten Grenzwerte für den Bauchumfang bei Spitzeführungskräften herausgestellt wurden. Es existieren zwar Perzentilen für Kinder und Heranwachsende (McCarthy et al., 2001), jedoch gibt es bisher auch bei ihnen keine probaten Grenzwerte zur Festlegung von Risikogruppen (Lobstein et al., 2004). Aktuell gilt, ab > 102 cm für Männer und > 88 cm für Frauen besteht ein deutlich erhöhtes Risiko für eine metabolische Komplikation (Cornier et al., 2011). Im Rahmen der Primärprävention sollte ein Bauchumfang von < 80 cm bei Frauen und < 95 cm bei Männern angestrebt werden (Gohlke and Schuler, 2005). Ein erhöhter BMI kann für Patienten bei Infektionserkrankungen oder Krebserkrankungen Vorteile haben (Lenz et al., 2009). Ein BMI um 27 kg/m^2 im mittleren Lebensalter ist mit der geringsten Mortalität assoziiert, bei über 70-Jährigen zeigte ein BMI von $27 - 35 \text{ kg/m}^2$ die geringste Mortalität (Lenz et al., 2009). In der Altersspanne zwischen mittlerem und gehobenem Alter befand sich auch die Patienten Kohorte der vorliegenden Arbeit. Leider liegen zur vergleichenden Bewertung nur unzureichende Daten der Normalbevölkerung aus Deutschland vor. In Deutschland sind nach dem letzten Bundesgesundheitssurvey etwa 67,1 % der Männer und 53 % der Frauen übergewichtig. 23,3 % der Männer und 23,9 % der Frauen sind adipös (Mensink et al., 2013). Von den untersuchten Führungskräften der Bundeswehr waren 29,8 % normalgewichtig, 59,5 % waren übergewichtig und 10,7 % adipös. Verglichen mit zivilen Führungskräften zeigte sich hier eine Diskrepanz. Bei 823 untersuchten männlichen Managern waren durchschnittlich 38 % normalgewichtig, 52 % übergewichtig und 10 % adipös mit einem BMI über 30 kg/m^2 (Pfeiffer et al., 2001). Eine weitere Studie bei 110 Senior Managern (98 männlich und 12 weiblich) zeigte ähnliche Resultate mit 38 % mit einem BMI bis 25 kg/m^2 , 51 % mit einem BMI von $25,1 - 30 \text{ kg/m}^2$ und 11 % mit einem BMI $> 30 \text{ kg/m}^2$ (Jedlicka et al., 2018). Somit zeigten Spitzeführungskräfte der Bundeswehr ähnliche Zahlen bei den Adipösen, jedoch eine verminderte Rate an Normalgewichtigen. Allerdings muss für diesen Vergleich limitierend betrachtet werden, dass zum einen bei beiden Arbeiten das mittlere Alter mit 45,6 und 51 Jahren im Vergleich zu 54,6 Jahren deutlich geringer war und in der Arbeit von Jedlicka et al. zudem auch weibliche Probanden eingeschlossen waren. Betrachtet man die in der Arbeit von Pfeiffer et al. mit 46 - 50-Jährigen so waren bereits 64,6 % übergewichtig und 12,1 % adipös. Verglichen mit

der männlichen deutschen Normalbevölkerung, in der 67 % der Männer übergewichtig und 23 % fettleibig sind (bei den Frauen 53 % und 24 %), wiesen somit alle Führungskräfte, ob militärisch oder zivil eine niedrigere Inzidenz von Übergewicht und Adipositas auf (Jedlicka et al., 2018; Mensink et al., 2013; Pfeiffer et al., 2001). Das lässt zumindest vermuten, dass Führungskräften die Notwendigkeit eines gesunden Lebensstils bewusst war. Möglicherweise spiegelte dieses Ergebnis aber auch die Erfahrung wieder, dass bei geringerem sozioökonomischen Status die Inzidenz von Übergewicht und Adipositas steigt (RKI, 2017c).

Im Gegensatz zum BMI lässt der Bauchumfang einen Rückschluss zur Körperkomposition und dem abdominalen Fettverteilungsmuster zu (Lean et al., 1995). Die DETECT-Studie stellte mit Ergebnissen von 55000 Patienten die Wertigkeit der Bestimmung des Bauchumfanges heraus. Es wurde ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Bauchumfang und der Inzidenz bestimmter Erkrankungen (KHK, Bluthochdruck, Hyperlipidämie, Diabetes, Rauchen) deutlich (Silber, 2006). Der Stellenwert der Erfassung des Bauchumfanges für Führungskräfte der Bundeswehr konnte in dieser Arbeit bestätigt werden. Die Leistungsfähigkeit (P_{max} , V_{max} und $V_{4mmol\cdot L}$) korrelierte negativ mit dem Bauchumfang. In unserem Modell zeigte der Bauchumfang einen großen Einfluss auf die physische Leistungsfähigkeit. Die Variablen BU, BMI und Körpergewicht können zur Prognose hinsichtlich körperlicher Leistungsfähigkeit und physischer Aktivität genutzt werden. Hohe Werte sind indirekte Prädiktoren für einen passiven Lebensstil (Leyk et al., 2015). Zur objektiven Bewertung der körperlichen Leistungsfähigkeit ist jedoch eine Leistungsdiagnostik notwendig (Roecker et al., 2010). Der Wert der Leistungsdiagnostik besteht bei Führungskräften der Bundeswehr neben der Erfassung von medizinischen Risikoprofilen und der Feststellung der gesundheitlichen Eignung für bestimmte körperlich belastende Tätigkeiten (z.B. Auslandsdienst- oder Tropendienstverwendungsfähigkeit) vor allem in der Prävention mit entsprechender medizinischer Beratung zu Lebensstil, Ernährung und sportlicher Aktivität. Sie erlaubt einen interindividuellen und intraindividuellen Vergleich (Löllgen et al., 2010).

6.3 Einfluss von Arbeitszeit, Pendleraktivität und Auslandseinsätzen auf die körperliche Leistungsfähigkeit bei Führungskräften der Bundeswehr

Das tägliche Leben wird maßgeblich durch unsere Arbeit geprägt. Bei der untersuchten Kohorte betrug die durchschnittliche tägliche Arbeitszeit ca. 10,5 Stunden. Eine Arbeitszeit von mehr als 10 Stunden täglich gaben auch 59 % der Senior Manager an (Jedlicka et al., 2018). Ein Großteil der Arbeit erfolgte sitzend. Erwachsene verbringen etwa 70 % der Wachphase sitzend (Owen et al., 2010). Es konnte kein Zusammenhang zwischen der täglichen Arbeitszeit und der körperlichen Leistungsfähigkeit bei Spitzenführungskräften der Bundeswehr festgestellt werden. Mit hoher Wahrscheinlichkeit ist eine pauschalierte Erfassung der reinen Arbeitszeit nicht ausreichend. In einer weiteren Untersuchung sollte die tägliche Arbeitszeit nach unterschiedlichen Leveln der körperlichen Aktivität erfasst werden, da der Aktivitätslevel von Soldaten bei der Arbeit (und in der Freizeit) abhängig vom Dienstgrad, dem Dienstposten und der konkreten Tätigkeit ist (Schulze et al., 2015). Auslandseinsätze stellen eine besondere physische und psychische Herausforderung dar. Es sind Veränderungen der körperlichen Leistungsfähigkeit aufgrund von Erkrankungen oder Verletzungen durch Kampfhandlungen, von denen durch Nicht-Kampfhandlungen zu unterscheiden. Als häufigste Folge von Kampfhandlungen traten im Rahmen einer prospektiven Untersuchung von 4122 US-Soldaten während eines Irak-Einsatzes 242 muskuloskelettale Verletzungen auf (Belmont et al., 2011). Bei den Teilnehmern der vorliegenden Untersuchung traten keine kampfhandlungsbedingten Verletzungen auf. Teilnehmer mit Auslandserfahrung erzielten signifikant bessere Leistungen auf dem Fahrradergometer. Dies konnte für die Laufbandergometrie nicht nachgewiesen werden. Tendenziell waren jedoch auch hier die untersuchten militärischen Führungskräfte mit Auslandseinsätzen in der Anamnese leistungsfähiger. Vergleichende Untersuchungen der körperlichen Leistungsfähigkeit bei zivilen Führungskräften mit Auslandseinsätzen existieren nicht. Eine ähnliche Untersuchung bei 249 britischen Marineinfanteristen zeigte keine signifikanten Unterschiede für die aerobe Fitness oder die Kraft vor und nach einem 6 – monatigen Auslandseinsatz in Afghanistan auf (Fallowfield et al., 2014). Demgegenüber konnte eine signifikante Minderung der aeroben Leistungsfähigkeit bei 73 Soldaten der US-Kampftruppe nach einem 13 – monatigen Auslandseinsatz im Irak und bei 110 Infanteriesoldaten nach einem 9 – monatigen Auslandseinsatz in Afghanistan nachgewiesen werden (Lester et al., 2010; Sharp et al., 2008). Die Soldaten gaben an, während des Einsatzes

weniger Ausdauersport betrieben zu haben, obwohl sie Zugang zu Sportstätten hatten (Sharp et al., 2008). Die durch den Auslandseinsatz aufgetretenen Verluste der Ausdauerleistungsfähigkeit könnten durch regelmäßiges Training ausgeglichen werden, so dass auch der Zeitpunkt der Untersuchung nach dem Auslandseinsatz einen limitierenden Faktor darzustellen scheint (Sharp et al., 2008). In die Begutachtung der Auslandsdienstverwendungsfähigkeit bei der Bundeswehr fließt in der Regel eine Belastungsergometrie als PWC-Test ein. Erreicht der Soldat die erforderlichen Leistungsmerkmale nicht, so wird er als „nicht auslandsdienstverwendungsfähig“ eingestuft. Somit sind verwendungsfähige Soldaten erwartbar häufig körperlich leistungsfähiger. Auch erfolgt im Rahmen der Auslandsvorbereitung durch entsprechende Lehrgänge und Übungen ein körperliches Training (Leyk et al., 2018; Zysik, 2018). Um herauszufinden, ob der Auslandseinsatz selbst einen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit hat, sind weitere Untersuchungen notwendig. Die Frage, warum die Unterschiede nur für die Fahrradergometrie und nicht aber für die Laufbandergometrie zutrafen, kann nicht abschließend beantwortet werden. Es ist zumindest wahrscheinlich, dass die Teilnehmer, welche die Leistungsdiagnostik auf dem Laufband absolviert haben, im Vorfeld die sportlich Aktiveren waren. Die Fahrradergometrie kann auch bei sportunerfahrenen und adipösen Patienten leichter eingesetzt werden (Löllgen and Leyk, 2018). Grundsätzlich ist die Fahrradergometrie das häufiger angewendete Verfahren. Dies liegt u.a. darin begründet, dass die Ableitung des EKG methodisch einfacher gelingt (Kroidl et al., 2014). Die Ergometrie sollte sportartspezifisch erfolgen, daher wird die Laufbandergometrie oft für die Leistungsdiagnostik von Läufern genutzt (Löllgen et al., 2010).

Der Anteil der Fernpendler war bei Spitzengesellschaften der Bundeswehr mit 33,6 % im Vergleich zum Anteil der mobilen Erwerbstätigen in Deutschland mit 21 % deutlich erhöht (Wingerter, 2014). Die tatsächliche Zahl der definitionsgemäß fernpendelnden Erwerbstätigen dürfte jedoch noch niedriger sein, da in der Auswertung des statistischen Bundesamtes die Fernpendler ab einer Distanz bei einfacher Wegstrecke vom Arbeitsort zum Wohnort von mehr als 25 km eingestuft wurden (Wingerter, 2014). Das Charakteristikum des Fernpendelns ist jedoch ein mehrtägiger Aufenthalt am Arbeitsort, verbunden mit wöchentlichen oder mehrfach-wöchentlichen Fahrten zum Wohnort (Hupfeld et al., 2013). Die Mobilitätsbereitschaft und beruflich bedingte Mobilität nimmt mit dem Ausbildungsgrad zu und ist bei Hochqualifizierten, zu denen die Führungskräfte der Bundeswehr gehören, besonders ausgeprägt. Die Ergebnisse der Betrachtung der Wochenendpendler-Tätigkeit als Einflussfaktor auf die körperliche Leistungsfähigkeit zeigten annähernd

das gleiche Leistungsniveau in der Fahrradergometrie. In der Laufbandanalyse waren die Nicht-Pendler schneller als die Wochenendpendler ($V_{4\text{mmol-L}}$ signifikant und V_{max} tendenziell). Möglicherweise liegt die Ursache in der positiven Korrelation von Wochendpendlertätigkeit mit der täglichen und wöchentlichen Arbeitszeit. Wochenendpendler arbeiten vergleichend zur Gruppe der täglichen Pendler eher mehr und haben folglich weniger Freizeit und hierdurch erfolgt möglicherweise weniger Freizeitsport. Das Belastungserleben durch die Pendeltätigkeit wird sicherlich deutlich durch Persönlichkeitsmerkmale und individuelle Mobilitätserfahrungen beeinflusst (Schneider et al., 2009). Da der Soldatenberuf mit häufigen Versetzungen einhergeht, wird das Pendeln durch die Soldaten möglicherweise als eher normal betrachtet. Bei Pendlern besteht tendenziell eine höhere Belastung des Gesundheits- und Wohlbefindens (Schneider et al., 2009). Der Studie von Schneider liegt jedoch eine individuelle Selbsteinschätzung zu Grunde und objektivierte Daten lagen nicht vor. Im Rahmen der weiteren Analyse unserer Daten konnte nachgewiesen werden, dass Wochenendpendler häufiger Schlafstörungen angegeben haben. Diese Tatsache deckt sich mit der Arbeit von Schneider et al. (2009). Sie konnten darstellen, dass Fernpendler häufiger depressiv verstimmt sind, was eine häufige Ursache von Schlafstörungen ist. Bei zivilen Führungskräften gaben 7,4 % (unabhängig von Pendeltätigkeiten) Schlafstörungen an (Pfeiffer et al., 2001). Bei Spitzengesundheitskräften der Bundeswehr traten diese etwa 4 x so oft (30,4 %) auf. Ähnlich den Ergebnissen der Untersuchung des Einflusses von Pendeltätigkeit war die Betrachtung der Dienstreisetätigkeit. Eine starke Dienstreisebelastung führte zu signifikant schlechteren Leistungen in der Laufbandergometrie. Dieser Effekt zeigte sich in der Fahrradergometrie lediglich tendenziell. Hohe Dienstreisebelastungen gehen mit signifikant höherer Belastung des Wohlbefindens und u.a. stärkeren Konflikten zwischen Privat- und Berufsleben einher (Kraus et al., 2020). Die negativen Effekte sind bisher vor allem für die psychische Gesundheit untersucht worden (Ducki and Nguyen, 2016). In unserer Kohorte bei Führungskräften korrelierte die erhöhte Dienstreisetätigkeit mit der wöchentlichen Arbeitszeit. Es ist zu diskutieren, ob die sportliche Aktivität von den Möglichkeiten zur sportlichen Betätigung am Ort der Dienstreise sowie den zeitlichen Ressourcen beeinflusst wird.

6.4 Einfluss von Rauchen und Alkoholkonsum auf die körperliche Leistungsfähigkeit von Führungskräften der Bundeswehr

Ein Einfluss des Rauchens auf die körperliche Leistungsfähigkeit konnte in der vorliegenden Arbeit nicht nachgewiesen werden. Allgemein bekannt ist, dass das

inhalierte Kohlenmonoxid eine um den Faktor 300 höhere Affinität zum Eisen im Hämoglobin hat (Graf, 2011). Es erfolgt die Bildung von Methämoglobin und ca. 10 % des Hämoglobins stehen für den Sauerstofftransport nicht mehr zur Verfügung. Die maximale Sauerstoffaufnahme (VO₂max) ist für etwa 10 Stunden um bis zu 10 % reduziert (Huie, 1996; McDonough and Moffatt, 1999). Da die meisten Ergometrien in unserem Versuchsaufbau in den Vormittagsstunden angekündigt erfolgten, ist nicht auszuschließen, dass auch die Raucher den Zigarettenkonsum vor der Testung pausierten. Unter Einbeziehung der Nachtruhe wäre das Intervall ca. 10 Stunden und die Wirkung des Kohlenmonoxids wäre verschwunden. Grundsätzlich wird bei der Leistungsdiagnostik empfohlen auf den Konsum von Koffein, Nikotin, zuckerhaltigen Mahlzeiten und auch Energy-Drinks zu verzichten (Löllgen and Leyk, 2018). In der vorliegenden Arbeit waren mit etwa 14 % Rauchern deutlich weniger Nikotinkonsumenten als in der Normalbevölkerung. Die Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1) stellte deutliche höhere Zahlen vor (Männer 32,6 %, Frauen 26,9 % (Lampert et al., 2013). Bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen konnte vergleichend dargestellt werden, dass in der Gruppe der 10 - 17-jährigen Jungen 12,8 % rauchten. Unter den 18 - 25-Jährigen rauchten bereits 46,3 %. Bei den Mädchen betrug der Anteil der Raucherinnen 8,7 % bei den 10 - 17-Jährigen und 41,7 % in der Altersgruppe 18 - 25 Jahre (Leyk et al., 2012). Allerdings war der Anteil der rauchenden Führungskräfte der Bundeswehr mit 14 % etwas größer als bei zivilen Führungskräften mit Ergebnissen zwischen 10 und 11,5 % (Jedlicka et al., 2018; Pfeiffer et al., 2001). Der geringere Anteil an Rauchern in unserer Arbeit wie auch bei den zivilen Führungskräften ist möglicherweise bereits Ausdruck eines gesundheitsbewussteren Lebensstils. Unberücksichtigt blieben die tägliche Menge des Konsums und die Rauchdosis (pack years). Eine Ermittlung war retrospektiv nicht möglich. Daher konnte in unserem Modell der Effekt der Rauchdosis und der Beendigung des Konsums bezogen auf eine mögliche Verbesserung der Leistungsfähigkeit nicht untersucht werden. Außerdem muss limitierend berücksichtigt werden, dass gerade Menschen die wenig rauchen, sich selbst häufig als Nichtraucher einstufen (Schane et al., 2010). Unter Berücksichtigung des Aspekts, dass auch nachgewiesen werden konnte, dass bereits das Vorliegen eines Risikofaktors (Rauchen, Übergewicht, Bewegungsmangel) zu einer Leistungsminderung führt (Leyk et al., 2015) und der Stopp des Rauchens (in Kombination mit einem 12-wöchigen Trainingsprogramm) zu einer Verbesserung der Leistungsfähigkeit und zu einer schnellen Senkung der Tabak-abhängigen Sterblichkeit führt, kommt der Prävention des Rauchens eine große Bedeutung zu (Albrecht et al., 1998; Jha and Peto, 2014). Die Daten des DEGS1 zeigten zwar eine

im Wesentlichen konstante Raucherquote bei der erwachsenen deutschen Normalbevölkerung und bei den Führungskräften im Vergleich zu vorherigen Untersuchungen, diese ist jedoch bei Führungskräften deutlich geringer (Jedlicka et al., 2018; Pfeiffer et al., 2001; Zeiher et al., 2017).

Ein leistungssteigernder Effekt von Alkohol konnte bisher nicht bewiesen werden (Graf, 2011). Gleichwohl werden protektive Aspekte für die Hirnfunktion und die Arteriosklerose diskutiert. Alkoholkonsum (im Vergleich von moderatem zu keinem Konsum) in Kombination mit körperlichem Training ist assoziiert mit protektiven Effekten bei der Gedächtnisfunktion (Lo et al., 2014). Der Alkoholkonsum der militärischen Spitzenführungskräfte ist vergleichbar mit der Quote bei zivilen Führungskräften mit etwa 96,8 % und bei der deutschen Normalbevölkerung mit ca. 94 % (Degenhardt et al., 2018; Pfeiffer et al., 2001). Allerdings scheint der Konsum riskanter Alkoholmengen (> 20 - 24 g/d) bei Führungskräften mit 6,8 % vs. 18 % geringer zu sein (Atzendorf et al., 2019; Pfeiffer et al., 2001; RKI, 2017d). In der vorliegenden Arbeit konnte kein Einfluss auf die körperliche Leistungsfähigkeit durch Alkoholkonsum nachgewiesen werden. Das Studiendesign erfasste den Konsum anhand einer subjektiven Selbsteinschätzung. Hier sind Tendenzen zur Über- oder Unterschätzung oder bewusster Falschangabe nicht auszuschließen.

6.5 Einfluss von Sport während der Arbeit und in der Freizeit auf die körperliche Leistungsfähigkeit bei Führungskräften der Bundeswehr

In der vorliegenden Arbeit waren 83,6 % der Teilnehmer regelmäßig sportlich aktiv. Für den Bereich der zivilen Führungskräfte differieren die Aussagen deutlich, so dass ein Vergleich erschwert wird. In der Literatur finden sich Angaben zwischen 64 % (Pfeiffer et al., 2001), 76 % (Renz et al., 2004) und 88 % (Jedlicka et al., 2018). Die Zahl der sportlich nicht-aktiven erwachsenen deutschen Männer ist mit 33 % deutlich höher als bei Führungskräften (Krug et al., 2013). Das bestätigt die Aussage, dass mit höherem Bildungsstand die WHO-Empfehlungen zur Ausdaueraktivität häufiger erreicht werden (Finger et al., 2017). Sportlich aktive militärische Führungskräfte waren in dieser Arbeit körperlich leistungsfähiger. Es spielte dabei keine Rolle in welcher Form der Sport ausgeübt wurde (Freizeit- oder Dienstsport). Die physische Aktivität stellt einen beeinflussbaren Faktor dar (Kozey-Keadle et al., 2014). Die körperliche Inaktivität ist nach Angaben der WHO der viertgrößte Risikofaktor der Sterblichkeit (WHO, 2010). Sie ist an der Entstehung von 6 % aller Herzerkrankungen, 7 % der Diabetes Typ II- Erkrankungen, 10 % der Brustkrebskrankungen und 10 %

der Dickdarmerkrankungen mitverantwortlich (Lee et al., 2012). Der Effekt des Bewegungsmangels betrifft in der modernen Gesellschaft alle Altersgruppen. Als häufigste Ursachen werden Mangel an Zeit (42 %), gesundheitliche Beeinträchtigungen (13 %), fehlender Spaß und keine Motivation (20 %) angegeben (Europäische Kommission, 2014). Der Dienstsport stellt ein einfaches Mittel zur Steigerung der körperlichen Aktivität dar und bekleidet somit einen hohen Stellenwert in der Prävention (Leyk et al., 2014). Bereits im Unternehmens- und Industriesektor konnte gezeigt werden, dass die physische Aktivität der Arbeitnehmer durch gezielte Programme beeinflussbar ist und sowohl die Arbeitnehmergesundheit als auch die Unternehmensleistung gesteigert werden konnten (Whitsel et al., 2019). Allerdings müssen zur Beeinflussung des passiven Lebensstils mehrere Verhaltensebenen adressiert werden (Kozey-Keadle et al., 2014). Ein reines Übungstraining an 5 Tagen in der Woche, zeigte hier keinen Einfluss auf den Lebensstil. Der positive Effekt von Gesundheitsseminaren konnte für das statistische Herzinfarktrisiko (Procam-Score) nachgewiesen werden (Nasterlack, 2011). Hierbei umfassten die Seminare die Themen Ernährung, Entspannung, Kraft- und Ausdauertraining und die Vermittlung von Strategien zur Integration in den Alltag.

6.6 Einfluss von Erkrankungen auf die körperliche Leistungsfähigkeit bei Führungskräften der Bundeswehr

Die niedrigere Prävalenz des Diabetes mellitus von 4,1 % in der vorliegenden Studie, verglichen mit 7,2 % in der Normalbevölkerung (Heidemann et al., 2013), ist vermutlich in gesundheitlichen Einstellungs- und Weiterverpflichtungsvoraussetzungen bei Übernahmen in das Dienstverhältnis eines Berufssoldaten begründet. Ein nicht gut eingestellter Diabetes mellitus Typ 2 stellt hier, ebenso wie ein Diabetes mellitus Typ 1, grundsätzlich ein Ausschlusskriterium dar. Die Einstellung, Weiterverpflichtung oder Übernahme zum Berufssoldaten ist nur bei Erteilung einer Sondergenehmigung möglich. Da der Diabetes häufig Komorbiditäten aufweist, ist ein kausaler Rückschluss zum Einfluss auf die Leistungsfähigkeit erschwert. In unserer Arbeit konnte kein signifikanter Unterschied bewiesen werden. Allerdings ist die Wertigkeit des Ergebnisses aufgrund der geringen Fallzahl ($n = 5$) deutlich eingeschränkt. Die Klassifikation der Erkrankung in Typ I und II erfolgte nicht. Für den Diabetes Typ I konnte anhand der Untersuchung von Ausdauerleistungen bei Triathleten bewiesen werden, dass keine Einschränkung der Leistungsfähigkeit bei entsprechender medizinischer Unterstützung auftritt (Boehncke et al., 2009).

Die Hyperurikämie war in dieser Arbeit kein Einflussfaktor hinsichtlich der körperlichen Leistungsfähigkeit. Eine nähere Unterteilung in eine symptomatische und asymptomatische, sowie in primäre und sekundäre Form wurde deshalb nicht weiterverfolgt. 13,9 % der Teilnehmer wiesen eine Hyperurikämie auf. Die Quote lag somit etwas niedriger als die im Alter zunehmende Prävalenz in Deutschland von 15 - 25 % (Lehnert, 2015).

Nicht an Bluthochdruck erkrankte Teilnehmer waren leistungsfähiger. In der Literatur wird die Prävalenz des Bluthochdruckes mit 19 – 50 % in der Altersgruppe 35 - 64 Jahre angegeben (Neuhauser et al., 2016). In dieser Arbeit waren 31 % erkrankt. Bei zivilen Führungskräften lag die Prävalenz für einen Bluthochdruck zwischen 23 und 37 % (Jedlicka et al., 2018; Pfeiffer et al., 2001). Die geringere Leistungsfähigkeit ist hinreichend durch die vorzeitig eintretende kardiale Erschöpfung (Druck-Frequenzprodukt) bei Bluthochdruck erklärbar (Löllgen et al., 2010). In unserer Arbeit erfolgte keine Klassifikation der Hypertonie. Diese würde Aussagen ermöglichen, ab welchem Schweregrad die körperliche Leistungsfähigkeit tatsächlich sinkt, war aber aufgrund des retrospektiven Studiendesigns nicht durchführbar. Der Bluthochdruck stellt nach WHO mit 13 % den größten identifizierten Risikofaktor der Sterblichkeit bei Herz-Kreislauferkrankungen dar (WHO, 2010). In der Therapie spielen allgemeine Maßnahmen wie Steigerung der körperlichen Aktivität, Gewichtsreduktion und Ernährungsumstellung eine entscheidende Rolle (Deutsche Gesellschaft für Kardiologie, 2014). Die Leistungsdiagnostik ist zur Festlegung von Trainingsprogrammen hier eine sinnvolle und bisweilen notwendige Untersuchung. Orthopädische Erkrankungen hatten keinen Einfluss auf die Leistung in der Fahrradergometrie. In der Laufbanddiagnostik waren Probanden mit bekannten orthopädischen Leiden signifikant besser als Nicht-Erkrankte. Bei 91 % der Studienteilnehmer lagen orthopädische Erkrankungen (Rückenschmerzen $n = 66$, Arthrose eines großen Gelenkes $n = 6$, Überlastungssyndrome der oberen und unteren Extremität $n = 39$) vor. Im Bundesgesundheitssurvey 98 klagten 50 % der 50 – 59-Jährigen und 60 % der über 60-Jährigen über Erkrankungen des Haltungs- und Bewegungsapparates. In der DEGS1 wurden in die Betrachtung der muskuloskelettalen Erkrankungen nur die Arthrose, die Rheumatoide Arthritis und die Osteoporose einbezogen. Die Prävalenz für mindestens eine der Erkrankungen liegt bei 33,9 % für Männer und 50,1 % für Frauen (Fuchs et al., 2013). Es besteht eine deutliche Diskrepanz zu der Erkrankungshäufigkeit, der in dieser Arbeit untersuchten Teilnehmer. Bei zivilen Führungskräften differierten die Zahlen in Abhängigkeit von der Tätigkeit und werden im Mittel mit 50 % angegeben (Hunziger, 2004). Dies ist vermutlich der Tatsache geschuldet, dass hier der Rückenschmerz und die

Überlastung von Extremitäten ebenfalls als orthopädische Erkrankungen subgruppiert wurden. Unspezifische Rückenschmerzen oder Überlastungssyndrome der Extremitäten können auch aufgrund regelmäßigen Trainings entstehen (Graf, 2011). Erst bei Chronifizierung der Erkrankung, die mit Reduktion des körperlichen Trainings einhergeht, wäre dieser Effekt in der Leistungsdiagnostik abbildbar.

33,3 % der Bevölkerung erleiden innerhalb eines Jahres eine klinische bedeutsame psychische Störung (Jacobi et al., 2014). Nach dem Deutschen Gesundheitssurvey 98 wiesen 31,1 % der Bevölkerung zwischen 18 und 65 Jahren eine oder mehrere klinisch bedeutsame psychische Störungen auf. In unserer Untersuchung lag die Häufigkeit bezogen auf die Frage nach psychischen Problemen bei 20 %. Lediglich bei 1,6 % der Studienteilnehmer lag jedoch eine konkrete psychische Erkrankung vor. Bei der Verbreitung psychischer Beeinträchtigungen bei zivilen Führungskräften wird bei den aussagekräftigsten Studien von einer vergleichbaren oder erhöhten Prävalenz ausgegangen (Zimber et al., 2015). Für weitere Auswertungen sollten zur Vermeidung einer Bias standardisierte Interviews oder die Befragung mittels standardisiertem Befragungsbogen (z.B. PHQ-9) erfolgen (Jacobi et al., 2014). Wir konnten keinen Zusammenhang zwischen der Angabe psychischer Probleme und der Leistungsfähigkeit bei Führungskräften nachweisen.

6.7 Längsschnittuntersuchung bei Mehrfachvorstellungen

Im Rahmen der Verlaufsbeobachtung bei Mehrfachvorstellungen konnte keine signifikante Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit, des Bauchumfanges oder des BMI nachgewiesen werden. Für die Herzfrequenz an der individuellen anaeroben Schwelle war eine signifikante Reduktion als Zeichen eines Trainingseffektes nachweisbar. Auch für das Gewicht konnte eine signifikante Reduktion nachgewiesen werden. Insgesamt zeigte sich eine positive Tendenz und keine Verschlechterung der anthropometrischen Faktoren und der Leistungen. Die Wiedervorstellungsquote war mit 37 von 122 Teilnehmern sehr gering. Daher ist anzunehmen, dass Leistungsunterschiede aufgrund der geringen Fallzahl nicht statistisch signifikant darstellbar waren. Ferner besteht die Möglichkeit einer Verzerrung durch Positiv- oder Negativauswahl, da sich entweder nur Teilnehmer mit Einschränkungen oder besonders motivierte Teilnehmer zur Beratung hinsichtlich weiterer Verbesserungen des Gesundheitszustandes vorstellten. Die Fortsetzung der Follow-up-Untersuchungen ist medizinisch interessant. Leistungsverluste durch unzureichendes oder fehlendes Training und ungünstige Lebensgewohnheiten sind in unserer Arbeit nicht eingetreten. Eine Leistungsverbesserung könnte nur bei

entsprechenden Trainingsreizen eintreten (Rangan et al., 2011). Für betriebliche Gesundheitsseminare konnte in der Literatur bewiesen werden, dass das Herzinfarktrisiko günstig beeinflusst werden kann (Nasterlack, 2011). Auch können Arbeitsplatzprogramme zur Steigerung der körperlichen Aktivität und Reduktion muskuloskelettaler Probleme beitragen (Proper et al., 2003). Limitierte Effekte sind auch für die kardiorespiratorische Fitness, die Muskelkraft und die Körperkomposition darstellbar (Proper et al., 2003). Diese Effekte konnten auch für Erwerbslose dargestellt werden. Die Vermittlung von relevantem Gesundheitswissen parallel zur fachlichen Qualifikationsmaßnahme im Rahmen der Arbeitsmarktintegration und einem angeleiteten Ausdauer-Krafttraining (Programm Fit50+) ist geeignet den Lebensstil älterer Langzeitarbeitsloser positiv zu beeinflussen (Kreuzfeld et al., 2013). Grundsätzlich ist der Erfolg solcher Programme, unabhängig ob im Rahmen der betrieblichen Gesundheitsförderung oder bei Erwerbslosen, von der Bereitschaft zur Teilnahme abhängig. Es wird deutlich, dass die Effektivität von Programmen zur Förderung der Gesundheit auch von den Arbeitsplatzverhältnissen abhängig ist. Insbesondere die Schaffung zeitlicher Ressourcen innerhalb der Arbeitszeit und eine verbesserte Information über das Programm sind notwendig (Broding et al., 2010). Die Implementierung von gesundheitsfördernden präventiven Maßnahmen und die Erfassung des aktuellen Gesundheitszustandes sowie die flexible Gestaltung von Arbeitszeitmodellen tragen zur Verbesserung der Work-Life Balance von Führungskräften bei und haben somit einen wesentlichen Einfluss auf die wirtschaftliche Entwicklung von Unternehmen (Hunziger, 2004). Das Präventionsprogramm „Personal Health Management“ des Sportmedizinischen Institutes der Bundeswehr entspricht dieser Forderung und vereint die Erfassung des Gesundheitszustandes mit follow-up-Untersuchung und medizinischer Beratung. Für eine verbesserte Vergleichbarkeit sollten international anerkannte Scores wie der PROCAM-Score oder der CARRISMA-Score (Cardiovasculäres Risikomanagement in der Primärprävention) zusätzlich erfasst werden (Hoc, 2006). Letzterer erfasst auf Grundlage des PROCAM weitere Lebensstilfaktoren (BMI, Anzahl der gerauchten Zigaretten und körperliche Aktivität) und ermöglicht eine differenziertere Risikostratifizierung und individuellere Beratung (Gohlke, 2012). Im Rahmen der Risikostratifizierung empfiehlt die DGK die Bestimmung der Parameter Gesamtcholesterin, Triglyceride, HDL und LDL (Parhofer, 2016). Diese Werte sind Bestandteil des PROCAM-Gesundheitstestes zur Bestimmung des Herzinfarktrisikos (Fitzgerald et al., 2005). Zwischen den einzelnen Laborparametern bestanden auch in dieser Kohorte Wechselbeziehungen. So wiesen Patienten mit einer Hypercholesterinämie signifikant häufiger auch eine Hypertriglyceridämie und

erhöhte LDL-Werte auf. Studienteilnehmer mit erhöhten TG hatten meist einen erniedrigten HDL-Spiegel und wiesen erhöhte Werte für Gesamtcholesterin und LDL auf. Sie erbrachten signifikant niedrigere Leistungen im Bereich der 4-mmol-Laktatschwelle ($P_{4\text{mmol}}$). Die Bestimmung des BMI und des BU ließ Rückschlüsse auf die Harnsäure, den Blutzucker, die GPT und die HDL-Werte zu. Wir konnten den Zusammenhang von BMI und HDL (Duncan et al., 2019) und der körperlichen Aktivität und HDL (Sentí et al., 2001) bestätigen. Die Mittelwerte unserer Teilnehmer entsprachen für HDL (1,48 mmol/l \pm 0,37) und TG (1,4 mmol/l \pm 0,82) denen der zivilen Führungskräfte mit HDL (1,48 mmol/l \pm 0,45) und TG (1,42 mmol/l \pm 0,93) und zeigten einen Unterschied für den Nüchtern-BZ auf (Jedlicka et al., 2018). In unserer Kohorte wiesen 4,1 % der Teilnehmer einen Diabetes mellitus und 29 % einen Prädiabetes auf. Bei den zivilen Führungskräften lag der Anteil der prädiabetischen Stoffwechsellage bei 41 % (Jedlicka et al., 2018). Für das Gesamtcholesterin konnte ebenfalls ein Unterschied festgestellt werden. Bei zivilen Führungskräften trat die Hypercholesterinämie mit 72,1 % deutlich häufiger auf als bei den militärischen Führungskräften mit 47,5 % (Pfeiffer et al., 2001). Somit scheinen bezogen auf die Laborwerte die militärischen Führungskräfte gesünder zu sein, wenngleich nur wenige vergleichende Studien existieren.

Der Einfluss von Lifestyle-Faktoren auf die körperliche Leistungsfähigkeit von Spitzengesundheitskräften der Bundeswehr konnte nachgewiesen werden. Die Ergebnisse sind aufgrund der kleinen, nicht repräsentativen Stichprobe nur eingeschränkt beurteilbar. Es handelt sich um ein vorselektiertes Patientengut. Eine mögliche Verzerrung des Ergebnisses ist erwartbar, da neben Gesunden als Positivauswahl auch Vorerkrankte im Sinne einer Negativauslese teilnahmen, welche allerdings aufgrund der Freiwilligkeit der Veranstaltung als Menschen mit erhöhtem Gesundheitsbewusstsein angesehen werden können. Die Motivationssteigerung zur Teilnahme an betrieblichen Gesundheitsseminaren stellt einen Kernaspekt der präventiven Arbeit dar (Broding et al., 2010). Maßgeblich für den Erfolg derartiger Angebote zur Gesundheitsvorsorge sind gezielt ausgebildete professionelle Kräfte vor Ort, die unter Nutzung entsprechender Sportanlagen vor Ort motivieren (Leyk et al., 2014).

6.8 Limitationen

In der vorliegenden Arbeit wurden ausschließlich männliche Spitzengesundheitskräfte der Bundeswehr untersucht. Das spiegelte jedoch die Tatsache wider, dass zum Zeitpunkt der Untersuchung der Anteil weiblicher Führungskräfte sehr gering war, da

Frauen erst ab dem 01. Januar 2001 Zugang zu allen Laufbahnen der Bundeswehr erhielten. 2013 lag der Anteil weiblicher Führungskräfte außerhalb des Sanitätsdienstes bei 0,34 % und im Sanitätsdienst bei ca. 20,1 % (Deutscher Bundestag, 2016). Die Erhebung der Daten zur körperlichen Aktivität im Rahmen von Freizeit- und Dienstsport, Ernährung, Erkrankungen, Pendleraktivitäten, Arbeitszeiten, Dienstreisen, Auslandseinsätzen und dem Konsum von Nikotin und Alkohol erfolgte mit einem Fragebogen und war nicht objektiv messbar. Für die Zukunft könnten validierte Fragebögen wie z. B. der SF-36 ergänzend genutzt werden. Die durchgeführte Laktat-Leistungsdiagnostik auf Laufband und Fahrradergometer erfolgte mit einem individualisierten Start mit Steigerung um 1 km/h oder 50 W nach 3 – minütiger Belastung und entsprach somit nicht einem einheitlichen Protokoll. Die Stichprobe mit 122 Teilnehmern (entspricht ca. 1,29 % der Spitzengesundheitskräfte der Bundeswehr) war von kleinem bis mittleren Umfang, was insbesondere für Subgruppenanalysen und komplexe statistische Verfahren limitierend ist. Grundsätzlich war die Größe der Kohorte der vorliegenden Arbeit etwas kleiner als in vergleichbaren Arbeiten, in denen die Stichprobengrößen zwischen 823 männlichen Probanden (Pfeiffer et al., 2001), 366 männlichen Führungskräften (Renz et al., 2004) und 110 Teilnehmern (Jedlicka et al., 2018) variierten.

7 Zusammenfassung

Ziel der Arbeit war die Darstellung des Gesundheitszustandes von Spitzengrührungskräften der Bundeswehr und die Überprüfung des Einflusses von Lebensstil und Sport. Im Rahmen eines „Personal Health Management Seminars“, als Ausdruck eines betrieblichen Gesundheitsmanagementprogrammes, wurden im Zeitraum von Februar 2005 bis September 2012 am Sportmedizinischen Institut der Bundeswehr in Warendorf 122 Spitzengrührungskräfte der Bundeswehr auf freiwilliger Basis vorstellig. Die Teilnehmer wurden mithilfe eines Fragebogens und eines persönlichen Arzt-Teilnehmer-Gesprächs evaluiert und anschließend körperlich untersucht. Zusätzlich erfolgte eine labormedizinische Untersuchung. Alle Teilnehmer wurden im Weiteren einer Leistungsdiagnostik als Fahrrad- oder Laufbandergometrie mit nachfolgender sportmedizinischer Beratung zugeführt.

Als Lifestyle-Faktoren wurden Nikotinkonsum, Alkoholkonsum, berufliche Pendleraktivität, Dienstreisetätigkeit, Arbeitszeit, Teilnahme am Dienstsport und Freizeitsport untersucht. Der Body-Mass-Index und der Bauchumfang wurden als anthropometrische Daten erfasst. Die labormedizinische Untersuchung erfasste die Werte: Gesamtcholesterin, HDL, LDL, Triglyceride, Harnsäure, GOT, GPT, GGT, Blutzucker und HbA1c. Die Leistungsdiagnostik erfolgte sportartspezifisch mit der Erhebung der Daten P_{\max} , $P_{4\text{mmol}}$ (Leistung auf dem Fahrrad maximal und an der 4-mmol-Laktatschwelle), V_{\max} , $V_{4\text{mmol}}$ (Geschwindigkeit auf dem Laufband maximal und an der 4-mmol-Laktatschwelle) und der Herzfrequenz an der individuellen anaeroben Schwelle (HF_{IAS}).

Im Vergleich zur Normalbevölkerung (Grundlage waren die Daten des Bundesgesundheitssurveys) und zu zivilen Führungskräften waren die Führungskräfte der Bundeswehr tendenziell gesünder. Es konnte eine geringere Prävalenz des Diabetes mellitus (4,1% vs. 7,2%), weniger Nikotinkonsum (14% vs. 32,6%) und weniger Übergewicht (59,9% vs. 67,1%) nachgewiesen werden.

Ältere Studienteilnehmer zeigten die schlechteren körperlichen Leistungen. Militärische Spitzengrührungskräfte mit Auslandseinsätzen waren körperlich leistungsfähiger wie auch Führungskräfte mit kleinerem Bauchumfang. Der Einfluss von Sport auf die körperliche Leistungsfähigkeit konnte unabhängig davon dargestellt werden, ob die Aktivität während der Arbeitszeit als Dienstsport oder in der Freizeit erfolgte.

Bei Teilnehmern mit erhöhter Dienstreisetätigkeit zeigten sich signifikant schlechtere Leistungen in der Fahrradergometrie und tendenziell schlechtere Leistungen in der

Laufbandergometrie. Für Wochenendpendler konnte eine Leistungsminderung nur in der Laufbanddiagnostik dargestellt werden.

Für die Variablen Arbeitszeit, Nikotin- und Alkoholkonsum sowie das Vorliegen einer psychischen Erkrankung, eines Diabetes, einer Hypercholesterinämie, einer Hyperurikämie oder einer arteriellen Hypertonie konnte kein signifikanter Effekt auf die körperliche Leistungsfähigkeit belegt werden.

Die Auswertung der Mehrfachvorstellungen ($n = 37$) zeigte stabile Leistungen in der Ergometrie auf. Es traten somit keine Leistungsverluste ein. Verbesserungen konnten tendenziell erreicht werden. Sehr wahrscheinlich war die Anzahl der mehrfach untersuchten Teilnehmer zu gering, um statistisch signifikante Ergebnisse zu erhalten.

Nach Analyse der Labordaten zeigten die Werte GGT, GOT und BZ einen Zusammenhang mit der körperlichen Leistungsfähigkeit bei der Fahrradergometrie. Hohe Werte gingen mit signifikant niedrigeren Leistungen im Maximalbereich (BZ und GGT), an der 4-mmol-Laktatschwelle und der individuellen anaeroben Schwelle einher (GOT). Die Betrachtung der Wechselbeziehungen zeigte überhöhte Triglyzerid- und LDL-Werte bei Vorliegen einer Hypercholesterinämie und erniedrigte HDL-Werte bei Vorliegen einer Hypertriglyzeridämie. Die Leistungen der Laufbandergometrie korrelierten statistisch signifikant positiv mit der GOT.

Aufgrund der kleinen Stichprobe ($N = 122$) sind die Ergebnisse eingeschränkt beurteilbar. Der Einfluss von Lifestyle-Faktoren sollte im Rahmen der Fortsetzung des Programmes weiter analysiert werden.

In der vorliegenden Arbeit konnte die Sinnhaftigkeit eines Gesundheitsseminars für militärische Führungskräfte aufgezeigt werden. Das „Personal Health Management Seminar“ kann als Grundlage von betrieblichen Gesundheitsprogrammen dienen, in denen zunächst die Feststellung des IST-Zustandes und nachfolgend die Steuerung der Intervention als betriebliches Gesundheitsmanagement erfolgt.

8 Literaturverzeichnis

1. Abdelhamid, A.S., Martin, N., Bridges, C., Brainard, J.S., Wang, X., Brown, T.J., Hanson, S., Jimoh, O.F., Ajabnoor, S.M., Deane, K.H., Song, F., Hooper, L., 2018. Polyunsaturated fatty acids for the primary and secondary prevention of cardiovascular disease. Cochrane Database of Systematic Reviews. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012345.pub3>
2. Albrecht, A.E., Marcus, B.H., Roberts, M., Forman, D.E., Parisi, A.F., 1998. Effect of smoking cessation on exercise performance in female smokers participating in exercise training. *The American Journal of Cardiology* 82, 950–955. [https://doi.org/10.1016/S0002-9149\(98\)00511-6](https://doi.org/10.1016/S0002-9149(98)00511-6)
3. American Diabetes Association, 2018. Standards of Medical Care in Diabetes—2018 Abridged for Primary Care Providers. *Clin Diabetes* 36, 14–37. <https://doi.org/10.2337/cd17-0119>
4. American Diabetes Association, 2011. Standards of Medical Care in Diabetes—2011. *Diabetes Care* 34, S11–S61. <https://doi.org/10.2337/dc11-S011>
5. Arampatzis, A., Frank, J., Laube, G., Mersmann, F., 2019. Trunk muscle strength and lumbo-pelvic kinematics in adolescent athletes: Effects of age and sex. *Scand J Med Sci Sports*. <https://doi.org/10.1111/sms.13503>
6. Ärzteblatt, D.Ä.G., Redaktion Deutsches, 2000. Wie viel Alkohol macht krank? Trägt Alkohol zur Gesundheit bei? [WWW Document]. Deutsches Ärzteblatt. URL <https://www.aerzteblatt.de/archiv/23208/Wie-viel-Alkohol-macht-krank-Traegt-Alkohol-zur-Gesundheit-bei> (accessed 11.5.19).
7. Åstrand, P.-O., 1976. Quantification of exercise capability and evaluation of physical capacity in man. *Progress in Cardiovascular Diseases* 19, 51–67. [https://doi.org/10.1016/0033-0620\(76\)90008-6](https://doi.org/10.1016/0033-0620(76)90008-6)
8. Atzendorf, J., Rauschert, C., Seitz, N.-N., Lochbühler, K., Kraus, L., 2019. Gebrauch von Alkohol, Tabak, illegalen Drogen und Medikamenten. *Dtsch Arztbl International* 116, 577–584.
9. Bardin, T., Richette, P., 2017. Impact of comorbidities on gout and hyperuricaemia: an update on prevalence and treatment options. *BMC Med* 15. <https://doi.org/10.1186/s12916-017-0890-9>
10. Belmont, P.J., Thomas, D., Goodman, G.P., Schoenfeld, A.J., Zacchilli, M., Burks, R., Owens, B.D., 2011. Combat musculoskeletal wounds in a US Army Brigade Combat Team during operation Iraqi Freedom. *J Trauma* 71, E1-7. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e3181ebed>

11. Boehncke, S., Poettgen, K., Maser-Gluth, C., Reusch, J., Boehncke, W.-H., Badenhoop, K., 2009. Ausdauer-Leistungsfähigkeit von Triathlon-Athleten mit Typ-1-Diabetes. *Dtsch med Wochenschr* 134, 677–682. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1208104>
12. Boniol, M., Dragomir, M., Autier, P., Boyle, P., 2017. Physical activity and change in fasting glucose and HbA1c: a quantitative meta-analysis of randomized trials. *Acta Diabetol* 54, 983–991. <https://doi.org/10.1007/s00592-017-1037-3>
13. Bourdieu, P., 1987. Die feinen Unterschiede. Kritik der gesellschaftlichen Urteilskraft, 26th ed. Suhrkamp.
14. Brandes, M., 2012. Körperliche Aktivität oder Fitness: Was ist wichtiger für die Gesundheit? *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 55, 96–101. <https://doi.org/10.1007/s00103-011-1395-x>
15. Broding, H.C., Kiesel, J., Lederer, P., Kötter, R., Drexler, H., 2010. Betriebliche Gesundheitsförderung in Netzwerkstrukturen am Beispiel des Erlanger Modells – „Bewegte Unternehmen“. *Gesundheitswesen* 72, 425–432. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1233473>
16. Brooks, G.A., 2000. Intra- and extra-cellular lactate shuttles. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 32.
17. Burger, M., Mensink, G., 2003. Bundes-Gesundheitssurvey: Alkohol; Konsumverhalten in Deutschland, Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Robert-Koch-Institut, Berlin.
18. Caspersen, C.J., Powell, K.E., Christenson, G.M., 1985. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep* 100, 126–131.
19. Choi, H.K., Mount, D.B., Reginato, A.M., American College of Physicians, American Physiological Society, 2005. Pathogenesis of gout. *Ann. Intern. Med.* 143, 499–516. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-143-7-200510040-00009>
20. Cornier, M.-A., Després, J.-P., Davis, N., Grossniklaus, D.A., Klein, S., Lamarche, B., Lopez-Jimenez, F., Rao, G., St-Onge, M.-P., Towfighi, A., Poirier, P., American Heart Association Obesity Committee of the Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism, Council on Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology, Council on Cardiovascular Disease in the Young, Council on Cardiovascular Radiology and Intervention, Council on Cardiovascular Nursing, Council on Epidemiology and Prevention, Council on the Kidney in Cardiovascular Disease, and Stroke Council, 2011.

- Assessing adiposity: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 124, 1996–2019. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e318233bc6a>
21. Custodis, F., Laufs, U., 2011. Hypertriglyceridämie: prognostische Bedeutung und Therapiemöglichkeiten. *Dtsch med Wochenschr* 136, 1533–1542. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1281550>
 22. Daniels, T.F., Killinger, K.M., Michal, J.J., Wright Jr., R.W., Jiang, Z., 2009. Lipoproteins, cholesterol homeostasis and cardiac health. *Int J Biol Sci* 5, 474–488.
 23. de Barros, C.L.M., Mendes, T.T., Mortimer, L.Á.C.F., Simões, H.G., Prado, L.S., Wisloff, U., Silami-Garcia, E., 2011. Maximal lactate steady state is altered in the heat. *Int J Sports Med* 32, 749–753. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1277191>
 24. Degenhardt, L., Charlson, F., Ferrari, A., Santomauro, D., Erskine, H., Mantilla-Herrara, A., Whiteford, H., Leung, J., Naghavi, M., Griswold, M., Rehm, J., Hall, W., Sartorius, B., Scott, J., Vollset, S.E., Knudsen, A.K., Haro, J.M., Patton, G., Kopec, J., Carvalho Malta, D., Topor-Madry, R., McGrath, J., Haagsma, J., Allebeck, P., Phillips, M., Salomon, J., Hay, S., Foreman, K., Lim, S., Mokdad, A., Smith, M., Gakidou, E., Murray, C., Vos, T., 2018. The global burden of disease attributable to alcohol and drug use in 195 countries and territories, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet Psychiatry* 5, 987–1012. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(18\)30337-7](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(18)30337-7)
 25. Deutsche Gesellschaft für Kardiologie, 2014. Leitlinien für das Management der arteriellen Hypertonie. Börm Bruckmeier, Grünwald, Kr München.
 26. Deutsche Gesellschaft für Kardiologie, Herz- und Kreislaufforschung e.V., 2016. ESC/EAS Pocket Guidelines for the Management of Dyslipidaemias. Björn Bruckmeier Verlag GmbH.
 27. Deutscher Bundestag, 2016. Vierter Erfahrungsbericht der Bundesregierung zum Soldatinnen- und Soldatengleichstellungsgesetz. Berichtszeitraum 1. Januar 2011 bis 31. Dezember 2014. Deutscher Bundestag (Deutscher Bundestag – 18. Wahlperiode, Drucksache 18/7410).
 28. DGSP, 2007. S1-Leitlinie Vorsorgeuntersuchung.
 29. Ducki, A., Nguyen, H.T., 2016. Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt: Mobilität. <https://doi.org/10.21934/BAUA:BERICHT20160713/3D>

30. Duncan, M.S., Vasan, R.S., Xanthakis, V., 2019. Trajectories of Blood Lipid Concentrations Over the Adult Life Course and Risk of Cardiovascular Disease and All-Cause Mortality: Observations from the Framingham Study Over 35 Years. *J Am Heart Assoc* 8. <https://doi.org/10.1161/JAHA.118.011433>
31. Ehlert, T., Simon, P., 2011. Genetik und Epigenetik der körperlichen Leistungsfähigkeit.
32. Ellert, U., Kurth, B.M., 2013. Gesundheitsbezogene Lebensqualität bei Erwachsenen in Deutschland: Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsbl.* 56, 643–649. <https://doi.org/10.1007/s00103-013-1700-y>
33. Europäische Kommission, 2014. Special Eurobarometer 412 “Sport and physical activity.”
34. Fallowfield, J.L., Delves, S.K., Hill, N.E., Cobley, R., Brown, P., Lanham-New, S.A., Frost, G., Brett, S.J., Murphy, K.G., Montain, S.J., Nicholson, C., Stacey, M., Ardley, C., Shaw, A., Bentley, C., Wilson, D.R., Allsopp, A.J., 2014. Energy expenditure, nutritional status, body composition and physical fitness of Royal Marines during a 6-month operational deployment in Afghanistan. *British Journal of Nutrition* 112, 821–829. <https://doi.org/10.1017/S0007114514001524>
35. Ference, B.A., Ginsberg, H.N., Graham, I., Ray, K.K., Packard, C.J., Bruckert, E., Hegele, R.A., Krauss, R.M., Raal, F.J., Schunkert, H., Watts, G.F., Borén, J., Fazio, S., Horton, J.D., Masana, L., Nicholls, S.J., Nordestgaard, B.G., van de Sluis, B., Taskinen, M.-R., Tokgözoglu, L., Landmesser, U., Laufs, U., Wiklund, O., Stock, J.K., Chapman, M.J., Catapano, A.L., 2017. Low-density lipoproteins cause atherosclerotic cardiovascular disease. 1. Evidence from genetic, epidemiologic, and clinical studies. A consensus statement from the European Atherosclerosis Society Consensus Panel. *Eur. Heart J.* 38, 2459–2472. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx144>
36. Finger, J.D., Krug, S., Gößwald, A., Härtel, S., Bös, K., 2013. Kardiorespiratorische Fitness bei Erwachsenen in Deutschland: Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsbl.* 56, 772–778. <https://doi.org/10.1007/s00103-013-1672-y>

37. Finger, J.D., Mensink, G., Lange, C., Manz, K., 2017. Gesundheitsfördernde körperliche Aktivität in der Freizeit bei Erwachsenen in Deutschland 2. <https://doi.org/10.17886/RKI-GBE-2017-027>
38. Fitzgerald, A.P., Gohlke, H., Hense, H.-W., 2005. Risikoabschätzung tödlicher Herz-Kreislauf- Ulrich Keil. Deutsches Ärzteblatt 5.
39. Forti, N., Diament, J., 2006. High-density lipoproteins: metabolic, clinical, epidemiological and therapeutic intervention aspects. An update for clinicians. Arquivos Brasileiros de Cardiologia 87, 671–679. <https://doi.org/10.1590/S0066-782X2006001800019>
40. Freiburger Ernährungsprotokolle., 2005. Nutri-Science GmbH.
41. Fuchs, J., Rabenberg, M., Scheidt-Nave, C., 2013. Prävalenz ausgewählter muskuloskelettaler Erkrankungen. Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 56, 678–686. <https://doi.org/10.1007/s00103-013-1687-4>
42. Gaede-Illig, C., Alfermann, D., Zachariae, S., Menzel, C., 2014. Körperliche Aktivität erfassen – ein Vergleich vom IPAQ-SF und dem SenseWear Pro Armband. DZSM 2014. <https://doi.org/10.5960/dzsm.2014.130>
43. Gesetz zur Stärkung der Gesundheitsförderung und der Prävention (Präventionsgesetz)–PrävG, 2015.
44. Gidding, S.S., Allen, N.B., 2019. Cholesterol and Atherosclerotic Cardiovascular Disease: A Lifelong Problem. J Am Heart Assoc 8. <https://doi.org/10.1161/JAHA.119.012924>
45. Gohlke, H., 2012. [Primary prevention of coronary artery disease: is there a role for risk scores?]. Herz 37, 75–80. <https://doi.org/10.1007/s00059-011-3554-0>
46. Gohlke, H., Schuler, G., 2005. Empfehlungen zur Prävention und evidenzbasierte Medizin. ZS Kardiologie 94, iii1–iii5. <https://doi.org/10.1007/s00392-005-1301-3>
47. Graf, C., 2011. Lehrbuch Sportmedizin: Basiswissen, präventive, therapeutische und besondere Aspekte, überarbeitet und erweitert. ed. Deutscher Ärzteverlag, Köln.
48. Graham, T.E., 2001. Caffeine and exercise: metabolism, endurance and performance. Sports Med 31, 785–807. <https://doi.org/10.2165/00007256-200131110-00002>
49. Grøntved, A., Ried-Larsen, M., Froberg, K., Wedderkopp, N., Brage, S., Kristensen, P.L., Andersen, L.B., Møller, N.C., 2013. Screen time viewing

- behaviors and isometric trunk muscle strength in youth. *Med Sci Sports Exerc* 45, 1975–1980. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318295af56>
50. Hambrecht, R., Niebauer, J., Marburger, C., Grunze, M., Kälberer, B., Hauer, K., Schlierf, G., Kübler, W., Schuler, G., 1993. Various intensities of leisure time physical activity in patients with coronary artery disease: Effects on cardiorespiratory fitness and progression of coronary atherosclerotic lesions. *Journal of the American College of Cardiology* 22, 468–477. [https://doi.org/10.1016/0735-1097\(93\)90051-2](https://doi.org/10.1016/0735-1097(93)90051-2)
51. Hartmann, K., 2009. Ende der Märchenstunde: Wie die Industrie die Lohas und Lifestyle-Ökos vereinnahmt. *Blessing*.
52. Hashimoto, T., Brooks, G.A., 2008. Mitochondrial Lactate Oxidation Complex and an Adaptive Role for Lactate Production. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 40, 486. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31815fcb04>
53. Haskell, W.L., Lee, I.-M., 2007. Physical Activity and Public Health: Updated Recommendation for Adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation* 116, 1081–1093. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.185649>
54. Hauner, H., Moss, A., Berg, A., Bischoff, S.C., Colombo-Benkmann, M., Ellrott, T., Heintze, C., Kanthak, U., Kunze, D., Stefan, N., Teufel, M., Wabitsch, M., Wirth, A., 2014. Interdisziplinäre Leitlinie der Qualität S3 zur „Prävention und Therapie der Adipositas“: der Deutschen Adipositas-Gesellschaft e.V.; der Deutschen Diabetes Gesellschaft; der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e.V.; der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin e.V. Version 2.0 (April 2014); AWMF-Register Nr. 050-001. *Adipositas - Ursachen, Folgeerkrankungen, Therapie* 08, 179–221. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1618857>
55. Heck, H., Beneke, R., 2008. 30 Years of Lactate Thresholds - what remains to be done? *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 59, 297–302.
56. Heck, H., Mader, A., Hess, G., Mücke, S., Müller, R., Hollmann, W., 1985. Justification of the 4-mmol/l Lactate Threshold. *Int J Sports Med* 06, 117–130. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1025824>
57. Heidemann, C., Du, Y., Schubert, I., Rathmann, W., Scheidt-Nave, C., 2013. Prävalenz und zeitliche Entwicklung des bekannten Diabetes mellitus: Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsbl.* 56, 668–677. <https://doi.org/10.1007/s00103-012-1662-5>

58. Hoc, S., 2006. Kardiovaskuläre Erkrankungen: Mit CARRISMA das individuelle Risiko stratifizieren. *Dtsch Arztbl International* 103, A-272.
59. Hoffmeister, H., 1999. The relationship between alcohol consumption, health indicators and mortality in the German population. *International Journal of Epidemiology* 28, 1066–1072. <https://doi.org/10.1093/ije/28.6.1066>
60. Howie, E.K., Sui, X., Lee, D., Hooker, S.P., Hébert, J.R., Blair, S.N., 2011. Alcohol Consumption and Risk of All-Cause and Cardiovascular Disease Mortality in Men. *J Aging Res* 2011. <https://doi.org/10.4061/2011/805062>
61. Hradil, S., 2005. Soziale Ungleichheit in Deutschland, 8. ed. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbadaen.
62. Huang, Y., Cai, X., Mai, W., Li, M., Hu, Y., 2016. Association between prediabetes and risk of cardiovascular disease and all-cause mortality: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 355. <https://doi.org/10.1136/bmj.i5953>
63. Huie, M.J., 1996. The effects of smoking on exercise performance. *Sports Med* 22, 355–359. <https://doi.org/10.2165/00007256-199622060-00003>
64. Hunziger, A., 2004. Ergebnisse der Kienbaum-Studie „Die Worklife Balance internationaler Top-Manager“, in: Meifert, M.T., Kesting, M. (Eds.), *Gesundheitsmanagement im Unternehmen*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 15–26. https://doi.org/10.1007/978-3-642-17122-2_2
65. Hupfeld, J., Brodersen, S., Herdegen, R., 2013. Arbeitsbedingte räumliche Mobilität und Gesundheit 56.
66. Huttunen, J.K., 1982. Physical activity and plasma lipids and lipoproteins. *Ann. Clin. Res.* 14 Suppl 34, 124–129.
67. Jackson, A.S., BEARD, E.F., WIER, L.T., ROSS, R.M., STUTEVILLE, J.E., BLAIR, S.N., 1995. Changes in aerobic power of men, ages 25–70 yr. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 27.
68. Jacobi, F., Höfler, M., Strehle, J., Mack, S., Gerschler, A., Scholl, L., Busch, M.A., Maske, U., Hapke, U., Gaebel, W., Maier, W., Wagner, M., Zielasek, J., Wittchen, H.-U., 2014. Psychische Störungen in der Allgemeinbevölkerung: Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland und ihr Zusatzmodul Psychische Gesundheit (DEGS1-MH). *Nervenarzt* 85, 77–87. <https://doi.org/10.1007/s00115-013-3961-y>
69. Janssen, I., Katzmarzyk, P.T., Ross, R., 2002. Body mass index, waist circumference, and health risk: evidence in support of current National

- Institutes of Health guidelines. *Arch Intern Med* 162, 2074–2079. <https://doi.org/10.1001/archinte.162.18.2074>
70. Jeacocke, N.A., Burke, L.M., 2010. Methods to standardize dietary intake before performance testing. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 20, 87–103.
 71. Jedlicka, D., Braumann, K.-M., Halle, M., Petrowski, K., Predel, H.-G., 2018. Fitness and Health Status among German Senior Managers: A Cross-sectional Analysis. *Athens Journal of Health* 5, 89–106. <https://doi.org/10.30958/ajh.5-2-1>
 72. Jha, P., Peto, R., 2014. Global Effects of Smoking, of Quitting, and of Taxing Tobacco. *New England Journal of Medicine* 370, 60–68. <https://doi.org/10.1056/NEJMra1308383>
 73. Klingenheben, T., Löllgen, H., Bosch, R., Trappe, H.-J., 2018. Manual zum Stellenwert der Ergometrie. *Kardiologe* 12, 342–355. <https://doi.org/10.1007/s12181-018-0265-2>
 74. Klose, G., Laufs, U., März, W., Windler, Windler, E., 2014. Familial hypercholesterolemia: developments in diagnosis and treatment. *Dtsch Arztebl Int* 523–9. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2014.0523>
 75. Koba, S., 2018. Physical Fitness and Development of High Non-High-Density Lipoprotein Cholesterol. *J Atheroscler Thromb* 25, 1185–1187. <https://doi.org/10.5551/jat.ED105>
 76. Kozey-Keadle, S., Staudenmayer, J., Libertine, A., Mavilia, M., Lyden, K., Braun, B., Freedson, P., 2014. Changes in Sedentary Time and Physical Activity in Response to an Exercise Training and/or Lifestyle Intervention. *Journal of Physical Activity and Health* 11, 1324–1333. <https://doi.org/10.1123/jpah.2012-0340>
 77. Kraus, S., Grzech-Sukalo, H., Rieder, K., 2020. Mobile Arbeit – Home-Office, Dienstreisen, Außendienst – was ist wirklich belastend? *Z. Arb. Wiss.* 74, 167–177. <https://doi.org/10.1007/s41449-020-00214-x>
 78. Kreuzfeld, S., Preuss, M., Weippert, M., Stoll, R., 2013. Health effects and acceptance of a physical activity program for older long-term unemployed workers. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 86, 99–105. <https://doi.org/10.1007/s00420-012-0749-5>
 79. Kroidl, R., Schwarz, S., Lehnigk, B., Fritsch, J., 2014. *Kursbuch Spiroergometrie: Technik und Befundung verständlich gemacht*, 3. vollständig überarbeitete und erweiterte. ed. Thieme, Stuttgart New York.
 80. Krug, S., Jordan, S., Mensink, G.B.M., Müters, S., Finger, J., Lampert, T., 2013. Körperliche Aktivität: Ergebnisse der Studie zur Gesundheit

- Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsbl.* 56, 765–771. <https://doi.org/10.1007/s00103-012-1661-6>
81. Lampert, T., von der Lippe, E., Müters, S., 2013. Verbreitung des Rauchens in der Erwachsenenbevölkerung in Deutschland: Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsbl.* 56, 802–808. <https://doi.org/10.1007/s00103-013-1698-1>
 82. Lean, M.E., Han, T.S., Morrison, C.E., 1995. Waist circumference as a measure for indicating need for weight management. *BMJ* 311, 158–161. <https://doi.org/10.1136/bmj.311.6998.158>
 83. Lee, G., Kim, S.M., Choi, S., Kim, K., Jeong, S.-M., Son, J.S., Yun, J.-M., Park, S.M., 2018. The effect of change in fasting glucose on the risk of myocardial infarction, stroke, and all-cause mortality: a nationwide cohort study. *Cardiovasc Diabetol* 17. <https://doi.org/10.1186/s12933-018-0694-z>
 84. Lee, I.-M., Shiroma, E.J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S.N., Katzmarzyk, P.T., Lancet Physical Activity Series Working Group, 2012. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet* 380, 219–229. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61031-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61031-9)
 85. Lehnert, H., 2015. Rationelle Diagnostik und Therapie in Endokrinologie, Diabetologie und Stoffwechsel, 4., vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage. ed. Thieme Verlag. <https://doi.org/10.1055/b-003-104343>
 86. Lehto, N., 2016. Effects of age on marathon finishing time among male amateur runners in Stockholm Marathon 1979–2014. *J Sport Health Sci* 5, 349–354. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2015.01.008>
 87. Lenz, M., Richter, T., Mühlhauser, I., 2009. The morbidity and mortality associated with overweight and obesity in adulthood: a systematic review. *Dtsch Arztebl Int* 106, 641–648. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2009.0641>
 88. Lester, M.E., Knapik, J.J., Catrambone, D., Antczak, A., Sharp, M.A., Burrell, L., Darakjy, S., 2010. Effect of a 13-Month Deployment to Iraq on Physical Fitness and Body Composition. *Military Medicine* 175, 417–423. <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-09-00192>
 89. Leyk, Dieter, Erley, O., Gorges, W., 2007. Leyk D, Erley O, Gorges W, et al.: Körperliche Leistungsfähigkeit und Trainierbarkeit im mittleren und höheren Lebensalter. *Wehrmed Mschr* 2007; 51 (5 - 6): 148 – 152. *Wehrmed Mschr* 148–152.

90. Leyk, D., Erley, O., Ridder, D., Leurs, M., Rüther, T., Wunderlich, M., Sievert, A., Baum, K., Essfeld, D., 2007. Age-related changes in marathon and half-marathon performances. *Int J Sports Med* 28, 513–517.
91. Leyk, D., Rohde, U., Harbaum, T., Schoeps, S., 2018. Körperliche Anforderungen in militärischen Verwendungen: Votum für ein „Fitness-Register Ausbildung und Einsatz“. *Wehrmed Mschr*.
92. Leyk, D., Rohde, U., Hartmann, N.D., Preuß, P.A., Sievert, A., Witzki, A., 2014. Results of a Workplace Health Campaign – What Can Be Achieved? *Deutsches Aerzteblatt Online*. <https://doi.org/10.3238/ärztebl.2014.0320>
93. Leyk, D., Rüther, T., Witzki, A., Sievert, A., Moedl, A., Blettner, M., Hackfort, D., Löllgen, H., 2012. Physical fitness, weight, smoking, and exercise patterns in young adults. *Dtsch Arztebl Int* 109, 737–745. <https://doi.org/10.3238/ärztebl.2012.0737>
94. Leyk, D., Witzki, A., Willi, G., Rohde, U., Rüther, T., 2015. Even One Is Too Much: Sole Presence of One of the Risk Factors Overweight, Lack of Exercise, and Smoking Reduces Physical Fitness of Young Soldiers. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 29.
95. Lipkowitz, M.S., 2012. Regulation of uric acid excretion by the kidney. *Curr Rheumatol Rep* 14, 179–188. <https://doi.org/10.1007/s11926-012-0240-z>
96. Lo, A.H.Y., Woodman, R.J., Pachana, N.A., Byrne, G.J., Sachdev, P.S., 2014. Associations Between Lifestyle and Cognitive Function Over Time in Women Aged 40–79 Years. *JAD* 39, 371–383. <https://doi.org/10.3233/JAD-130971>
97. Lobstein, T., Baur, L., Uauy, R., 2004. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obesity Reviews* 5, 4–85. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2004.00133.x>
98. Löllgen, H., Erdmann, E., Gitt, A.K. (Eds.), 2010. *Ergometrie: Belastungsuntersuchungen in Klinik und Praxis; mit 178 Tabellen*, 3., vollst. überarb. Aufl. ed. Springer Medizin, Heidelberg.
99. Löllgen, H., Hansel, J., 2007. S1 Leitlinie Vorsorgeuntersuchung im Sport 19.
100. Löllgen, H., Leyk, D., 2018. Exercise testing in sports medicine. *Deutsches Aerzteblatt Online*. <https://doi.org/10.3238/ärztebl.2018.0409>
101. MacFarlane, L.A., Kim, S.C., 2014. Gout: a review of nonmodifiable and modifiable risk factors. *Rheum. Dis. Clin. North Am.* 40, 581–604. <https://doi.org/10.1016/j.rdc.2014.07.002>

102. Mader, A., Liesen, H., Heck, H., Philippi, H., Rost, R., Schuerch, P., Hollmann, W., 1976. Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im Labor. *Sportarzt und Sportmedizin* 27, S. 80-88, 5, S. 109-110, 112, 4 Darst.
103. Mannion, A.F., Dvorak, J., Taimela, S., Müntener, M., 2001. [Increase in strength after active therapy in chronic low back pain (CLBP) patients: muscular adaptations and clinical relevance]. *Schmerz* 15, 468–473. <https://doi.org/10.1007/s004820100034>
104. Martins, L.C.X., Lopes, C.S., 2013. Rank, job stress, psychological distress and physical activity among military personnel. *BMC Public Health* 13, 716–716. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-716>
105. Maschewsky-Schneider, U., Pott, E., 2010. Tabakprävention in Deutschland. *Bundesgesundheitsbl.* 53, 89–90. <https://doi.org/10.1007/s00103-009-1020-4>
106. McCarthy, H.D., Jarrett, K.V., Crawley, H.F., 2001. The development of waist circumference percentiles in British children aged 5.0–16.9 y. *European Journal of Clinical Nutrition* 55, 902–907. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601240>
107. McDonough, P., Moffatt, R.J., 1999. Smoking-induced elevations in blood carboxyhaemoglobin levels. Effect on maximal oxygen uptake. *Sports Med* 27, 275–283. <https://doi.org/10.2165/00007256-199927050-00001>
108. Mensink, G.B.M., Schienkiewitz, A., Haftenberger, M., Lampert, T., Ziese, T., Scheidt-Nave, C., 2013. Übergewicht und Adipositas in Deutschland: Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsbl.* 56, 786–794. <https://doi.org/10.1007/s00103-012-1656-3>
109. Myers, J., Arena, R., Franklin, B., Pina, I., Kraus, W.E., McInnis, K., Balady, G.J., American Heart Association Committee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention of the Council on Clinical Cardiology, the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism, and the Council on Cardiovascular Nursing, 2009. Recommendations for clinical exercise laboratories: a scientific statement from the american heart association. *Circulation* 119, 3144–3161. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192520>
110. Nasterlack, 2011. Evaluierung des effektes von gesundheitsseminaren auf gesundheitliche Risikofaktoren bei managern 46, 201.

111. Neuhauser, H., Diederichs, C., Boeing, H., Felix, S.B., Jünger, C., Lorbeer, R., Meisinger, C., Peters, A., Völzke, H., Weikert, C., Wild, P., Dörr, M., 2016. Hypertension in Germany. *Deutsches Aerzteblatt Online*. <https://doi.org/10.3238/ärztebl.2016.0809>
112. Owen, N., Healy, G.N., Matthews, C.E., Dunstan, D.W., 2010. Too much sitting: the population health science of sedentary behavior. *Exerc Sport Sci Rev* 38, 105–113. <https://doi.org/10.1097/JES.0b013e3181e373a2>
113. Parhofer, K.G., 2016. The Treatment of Disorders of Lipid Metabolism. *Deutsches Aerzteblatt Online*. <https://doi.org/10.3238/ärztebl.2016.0261>
114. Pfeiffer, W., Scholl, J., Renz, E., Ciré, L., Kentner, M., 2001. Wie gesund sind Führungskräfte? 17.
115. Prieske, O., Muehlbauer, T., Granacher, U., 2016. The Role of Trunk Muscle Strength for Physical Fitness and Athletic Performance in Trained Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med* 46, 401–419. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0426-4>
116. Pronk, N.P., 2009. Physical activity promotion in business and industry: evidence, context, and recommendations for a national plan. *J Phys Act Health* 6 Suppl 2, S220-235.
117. Proper, K.I., Koning, M., van der Beek, A.J., Hildebrandt, V.H., Bosscher, R.J., van Mechelen, W., 2003. The Effectiveness of Worksite Physical Activity Programs on Physical Activity, Physical Fitness, and Health. *Clinical Journal of Sport Medicine* 13.
118. Rangan, V.V., Willis, L.H., Slentz, C.A., Bateman, L.A., Shields, A.T., Houmard, J.A., Kraus, W.E., 2011. Effects of an 8-month exercise training program on off-exercise physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 43, 1744–1751. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182148a7e>
119. Raschka, C., Nitsche, L., 2016. *Praktische Sportmedizin*, 1. Edition. ed. Thieme, Stuttgart New York.
120. Redmond, J.E., Cohen, B.S., Simpson, K., Spiering, B.A., Sharp, M.A., 2013. Measuring physical activity during US Army Basic Combat Training: a comparison of 3 methods. *US Army Med Dep J* 48–54.
121. Renz, E., Pfeiffer, W., Pitzer, M., Blumrich, M., Kentner, M., 2004. Wie fit sind Führungskräfte? – Eine Querschnittsstudie zur körperlichen Aktivität und Leistungsfähigkeit von Managern. *Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed.* 508–513.
122. Richter, W.O., 2017. Erhöhte Triglyceride – was hilft? der niedergelassene arzt 72–76.

123. Richtlinie der Bundesärztekammer zur Qualitätssicherung laboratoriumsmedizinischer Untersuchungen, 2008. *Dtsch Arztebl* 314–55.
124. RKI, 2017a. Rauchen bei Erwachsenen in Deutschland. <https://doi.org/10.17886/rki-gbe-2017-030>
125. RKI, 2017b. Gesundheitsfördernde körperliche Aktivität in der Freizeit bei Erwachsenen in Deutschland. <https://doi.org/10.17886/rki-gbe-2017-027>
126. RKI, 2017c. Übergewicht und Adipositas bei Erwachsenen in Deutschland. <https://doi.org/10.17886/rki-gbe-2017-025>
127. RKI, 2017d. Alkoholkonsum bei Erwachsenen in Deutschland: Riskante Trinkmengen. <https://doi.org/10.17886/RKI-GBE-2017-031>
128. Roecker, K., 2013. Die sportmedizinische Laktatdiagnostik: Technische Rahmenbedingungen und Einsatzbereiche. *Dtsch Z Sportmed* 2013. <https://doi.org/10.5960/dzsm.2013.110>
129. Roecker, K., Prettin, S., Pottgießer, T., Olaf Schumacher, Y., Dickhuth, H.-H., 2010. Metabolische Leistungsdiagnostik und Trainingssteuerung in der Sportmedizin. *sport- und präventivmedizin* 40, 6–12. <https://doi.org/10.1007/s12534-010-0079-x>
130. Ross, R., Neeland, I.J., Yamashita, S., Shai, I., Seidell, J., Magni, P., Santos, R.D., Arsenault, B., Cuevas, A., Hu, F.B., Griffin, B.A., Zambon, A., Barter, P., Fruchart, J.-C., Eckel, R.H., Matsuzawa, Y., Després, J.-P., 2020. Waist circumference as a vital sign in clinical practice: a Consensus Statement from the IAS and ICCR Working Group on Visceral Obesity. *Nat Rev Endocrinol* 16, 177–189. <https://doi.org/10.1038/s41574-019-0310-7>
131. Schane, R.E., Ling, P.M., Glantz, S.A., 2010. Health Effects of Light and Intermittent Smoking: A Review. *Circulation* 121, 1518–1522. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.904235>
132. Scherbaum, W.A., 2009. Diabetes mellitus: Neuer Referenzstandard für HbA1c. *Deutsches Ärzteblatt*.
133. Schneider, N.F., Rüger, H., Münster, E., 2009. Berufsbedingte räumliche Mobilität in Deutschland 10.
134. Schulze, C., Lindner, T., Goethel, P., Müller, M., Kundt, G., Stoll, R., Mittelmeier, W., Bader, R., 2015. Evaluation of the Physical Activity of German Soldiers Depending on Rank, Term of Enlistment, and Task Area. *Military Medicine* 180, 518–523. <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-14-00276>
135. Sentí, M., Elosua, R., Tomás, M., Sala, J., Masiá, R., Ordovás, J.M., Shen, H., Marrugat, J., 2001. Physical activity modulates the combined effect of a

- common variant of the lipoprotein lipase gene and smoking on serum triglyceride levels and high-density lipoprotein cholesterol in men. *Hum. Genet.* 109, 385–392. <https://doi.org/10.1007/s004390100584>
136. Shahtahmassebi, B., Hebert, J.J., Hecimovich, M., Fairchild, T.J., 2019. Trunk exercise training improves muscle size, strength, and function in older adults: A randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports* 29, 980–991. <https://doi.org/10.1111/sms.13415>
137. Sharp, M.A., Knapik, J.J., Walker, L.A., Burrell, L., Frykman, P.N., Darakjy, S.S., Lester, M.E., Marin, R.E., 2008. Physical Fitness and Body Composition After a 9-Month Deployment to Afghanistan. ARMY RESEARCH INST OF ENVIRONMENTAL MEDICINE NATICK MA MILITARY PERFORMANCE DIV.
138. Silber, S., 2006. Erhöhter Bauchumfang als kardiovaskulärer Risiko-faktor in Deutschland: Ergebnisse an über 55000 Patienten.
139. Sormunen, J., Bäckmand, H.M., Sarna, S., Kujala, U.M., Kaprio, J., Dyba, T., Pukkala, E., 2014. Lifetime physical activity and cancer incidence—A cohort study of male former elite athletes in Finland. *Journal of Science and Medicine in Sport* 17, 479–484. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2013.10.239>
140. Stainsby, W.N., Brooks, G.A., 1990. Control of lactic acid metabolism in contracting muscles and during exercise. *Exerc Sport Sci Rev* 18, 29–63.
141. Stegmann, H., Kindermann, W., 1982. Comparison of prolonged exercise tests at the individual anaerobic threshold and the fixed anaerobic threshold of 4 mmol.l(-1) lactate. *Int J Sports Med* 3, 105–110. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1026072>
142. Tausche, A.-K., Jansen, T., Schröder, H.-E., 2009. Gicht – aktuelle Aspekte in Diagnostik und Therapie. *Deutsches Ärzteblatt*.
143. Tudor-Locke, C., Bassett, D.R., 2004. How Many Steps/Day Are Enough? *Sports Medicine* 34, 1–8. <https://doi.org/10.2165/00007256-200434010-00001>
144. Tudor-Locke, C., HATANO, Y., PANGRAZI, R.P., KANG, M., 2008. Revisiting “How Many Steps Are Enough?” *Medicine & Science in Sports & Exercise* 40.
145. Tudor-Locke, C., Schuna, J.M., Jr, Han, H.O., Aguiar, E.J., Green, M.A., Busa, M.A., Larrivee, S., Johnson, W.D., 2017. Step-Based Physical Activity Metrics and Cardiometabolic Risk: NHANES 2005-2006. *Med Sci Sports Exerc* 49, 283–291. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001100>

146. Warburton, D.E.R., Bredin, S.S.D., 2016. Reflections on Physical Activity and Health: What Should We Recommend? *Canadian Journal of Cardiology* 32, 495–504. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2016.01.024>
147. Warburton, D.E.R., Nicol, C.W., Bredin, S.S.D., 2006. Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ* 174, 801–809. <https://doi.org/10.1503/cmaj.051351>
148. 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., 2011. Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: a prospective cohort study. *The Lancet* 378, 1244–1253. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)60749-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60749-6)
149. Westhoff, M., Rühle, K.H., Greiwing, A., Schomaker, R., Eschenbacher, H., Siepmann, M., Lehnigk, B., 2013. Ventilatorische und metabolische (Laktat-)Schwellen. *Dtsch Med Wochenschr* 138, 275–280. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1332843>
150. Whitsel, L.P., Arena, R., Kaminsky, L.A., Berrigan, D., Katzmarzyk, P.T., Calitz, C., Grossmeier, J., Pshock, J., Lobelo, F., Pronk, N.P., 2019. Assessing Physical Activity, Sedentary Behavior, and Cardiorespiratory Fitness in Worksite Health Promotion. *Am J Health Promot* 33, 318–326. <https://doi.org/10.1177/0890117118816750>
151. WHO, 2010. Global Recommendations on Physical Activity for Health. Genf.
152. WHO, 2000. Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. WORLD HEALTH ORGN, Geneva.
153. Wingerter, C., 2014. Berufspendler: Infrastruktur wichtiger als Benzinpreis.
154. Wyss, T., Scheffler, J., Mäder, U., 2012. Ambulatory Physical Activity in Swiss Army Recruits. *Int J Sports Med* 33, 716–722. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1295445>
155. Zeiher, J., Kuntz, B., Lange, C., 2017. Rauchen bei Erwachsenen. *Journal of Health Monitoring* | 2017/2 7. <https://doi.org/10.17886/RKI-GBE-2017-03>
156. Zhang, Y., Vittinghoff, E., Pletcher, M.J., Allen, N.B., Zeki Al Hazzouri, A., Yaffe, K., Balte, P.P., Alonso, A., Newman, A.B., Ives, D.G., Rana, J.S., Lloyd-Jones, D., Vasan, R.S., Bibbins-Domingo, K., Gooding, H.C., de Ferranti, S.D., Oelsner, E.C., Moran, A.E., 2019. Associations of Blood Pressure and Cholesterol Levels During Young Adulthood With Later Cardiovascular Events. *Journal of the American College of Cardiology* 74, 330–341. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2019.03.529>

157. Ziesche, S., Köppel, M., 2017. Wirkung der Aktivität am Arbeitsplatz auf die Freizeitaktivität. *Präv Gesundheitsf* 12, 22–26. <https://doi.org/10.1007/s11553-016-0552-3>
158. Zimber, A., Henrich, S., Bockhoff, K., Wissing, C., Petermann, F., 2015. Wie stark sind Führungskräfte psychisch gefährdet? Eine Literaturübersicht zu Gesundheitsrisiken und arbeitsbezogenen Risiko- und Schutzfaktoren [Mental health risks among managers: A review]. *Zeitschrift für Gesundheitspsychologie* 23, 123–140.
159. Zysik, T., 2018. Ausbildung zum Herstellen und Halten der Einsatzbereitschaft für militärisches Personal und Zivilpersonal im Soldatenstatus 17.

9 Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
Abb.	Abbildung
AHA	American Heart Association
ASCVD	arteriosklerotische kardiovaskuläre Erkrankung
ANOVA	<i>analysis of variance</i> = einfaktorielle Varianzanalyse
AOK	Allgemeine Ortskrankenkasse
BAL	Bundesausschuss Leistungssport
BMI	<i>body-mass-index</i>
BU	Bauchumfang
BZ	Nüchtern-Blutzucker
CARRISMA	Cardiovasculäres Risikomanagement
Chol	Gesamtcholesterin
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CRP	c-reaktives Protein
d	Tag
DEGS	Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland
DGFF	Deutsche Gesellschaft zur Bekämpfung von Stoffwechselstörungen und deren Folgeerkrankungen
DGK	Deutsche Gesellschaft für Kardiologie, Herz - und Kreislauftforschung e.V.
DGSP	Deutsche Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention
EAS	<i>European Artherosclerosis Society</i>
EKG	Elektrokardiogramm
ESC	<i>European Society of Cardiology</i>
GGT	Gamma-Glutamyltransferase
GOT	Glutamat-Oxalacetat-Transaminase
GPT	Glutamat-Pyruvat-Transaminase
h	Stunde
HbA1c	glykiertes Hämoglobin
HDL	<i>high density lipoprotein</i>
Hg	Quecksilber
HS	Harnsäure
IANS	Individuelle anaerobe Schwelle
IDL	<i>intermediate density lipoprotein</i>
IGF	<i>insulin-like-growth-factor</i>

IGFBP	IGF-Bindungsprotein
IFCC	<i>international federation for clinical chemistry</i>
kcal	Kilokalorien
kg	Kilogramm
KHK	koronare Herzkrankheit
kJ	Kilojoule
km	Kilometer
km/h	Kilometer pro Stunde
LDH	Laktatdehydrogenase
LDL	<i>low density lipoprotein</i>
LT	<i>lactate threshold</i> = Laktatschwelle
m	Meter
MaxLass	<i>maximal lactate steady state</i> = maximales Laktat-Gleichgewicht
MCT	Monocarboxylase-Transportprotein
min	Minuten
n	Stichprobenumfang/Anzahl
NADH +H ⁺	Nicotinamidadenindinukleotid, reduzierte Form
NATO	<i>north-atlantic-treaty-organization</i> = Nordatlantikpaktorganisation
NGSP	<i>national glycohemoglobin standardization program</i>
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
PA	<i>physical activity</i> = körperliche Aktivität
PAR-Q	<i>Physical Activity Readiness Questionnaire</i>
P _{max} in Watt	maximale Leistung (Fahrradergometrie)
P _{4mmol-L} in Watt	Leistung an der 4-mmol-Laktatschwelle
P _{IAS} in Watt	Leistung an der IAS
PROCAM	Prospektive cardiovasculäre Münster Studie
PWC	physical working capacity
r	Pearson-Korrelationskoeffizient
RKI	Robert-Koch-Institut
Tab.	Tabelle
TG	Triglyzeride
u.a.	unter anderem
V _{max} in km/h	maximale Geschwindigkeit (Laufbandergometrie)
V _{4mmol-L} in km/h	Geschwindigkeit an der 4-mmol-Laktatschwelle
V _{IAS} in km/h	Geschwindigkeit an der IAS
VT	<i>ventilatory threshold</i> = ventilatorische anaerobe Schwelle

W

Watt

WHO

world health organization = Weltgesundheitsorganisation

z. B.

zum Beispiel

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Retrospektive Abschätzung der Glykämie nach IFCC und NGSP	15
Tabelle 2: Leistungsdaten der Fahrradergometrie in Abhängigkeit des Alters.....	29
Tabelle 3: Leistungsdaten der Laufbandergometrie in Abhängigkeit des Alters.	29
Tabelle 4: Leistungsdaten der Fahrrad- und Laufbandergometrie in Abhängigkeit der Dienstgradgruppe.	30
Tabelle 5: Leistungsdaten der Fahrrad- und Laufbandergometrie in Abhängigkeit der täglichen Arbeitszeit.....	30
Tabelle 6: Verteilungsmuster des BMI nach Dienstgradgruppen.	32
Tabelle 7: Darstellung der erbrachten Leistung in Abhängigkeit vom BMI.....	33
Tabelle 8: Verteilungsmuster des Bauchumfanges in Abhängigkeit der Dienstgradgruppen.	34
Tabelle 9: Signifikanzniveau der Paarvergleich der Leistungsdaten in Abhängigkeit vom BU	35
Tabelle 10: Leistungsdaten in Abhängigkeit der Ernährung (A = isokalorisch-..... bedarfsdeckend, B = hyperkalorisch-bedarfsdeckend, C = hyperkalorisch-nicht bedarfsdeckend, D = hypokalorisch).....	36
Tabelle 11: Leistungsdaten in Abhängigkeit der Wochenend-Pendlertätigkeit.	36
Tabelle 12: Leistungsdaten in Abhängigkeit moderater und starker	
Dienstreisetätigkeit.	38
Tabelle 13: Leistungsdaten in Abhängigkeit des Nikotinkonsums.....	38
Tabelle 14: Leistungsdaten in Abhängigkeit des Alkoholkonsums.....	39
Tabelle 15: Leistungsdaten der Führungskräfte in Abhängigkeit von sportlicher..... Aktivität generell (unabhängig ob als Dienst- oder Freizeitsport).....	40
Tabelle 16: Leistungsdaten der Führungskräfte in Abhängigkeit von Freizeitsport. 40	
Tabelle 17: Leistungsdaten der Führungskräfte in Abhängigkeit von Dienstsport. . 41	
Tabelle 18: Leistungsdaten in Abhängigkeit einer Diabeteserkrankung.....	42
Tabelle 19: Leistungsdaten in Abhängigkeit einer Hypercholesterinämie.....	42
Tabelle 20: Leistungsdaten in Abhängigkeit einer Hypertonie.....	43
Tabelle 21: Leistungsdaten in Abhängigkeit einer Hyperurikämie.....	43
Tabelle 22: Leistungsdaten in Abhängigkeit orthopädischer Erkrankungen	44
Tabelle 23: Leistungsdaten in Abhängigkeit psychischer Erkrankungen	44
Tabelle 24: vergleichende Darstellung der Leistungsdaten, BU und BMI bei	
Mehrfachvorstellung an den Zeitpunkten T0 und T1	48

11 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Häufigkeitsverteilung des Alters: angegeben sind das Alter in Jahren (x-Achse) und die Anzahl der Teilnehmer in der jeweiligen Kategorie (y-Achse). Die Verteilungskurve ist linksschief, es liegt keine Normalverteilung vor.	28
Abb. 2: Häufigkeitsverteilung des BMI: angegeben ist der BMI in kg/m ² (x-Achse) und die Anzahl des Auftretens der jeweiligen Werte (y-Achse). Die Verteilungskurve ist rechtsschief, es liegt keine Normalverteilung vor.....	32
Abb. 3: Häufigkeitsverteilung des BU: angegeben ist der BU in cm (x-Achse) und die Anzahl des Auftretens der jeweiligen Werte (y-Achse). Die Verteilungskurve ist rechtsschief, es liegt keine Normalverteilung vor.....	34
Abb. 4: Korrelation BMI / HS: Verteilung der Harnsäurewerte in µmol/l (x-Achse) und der BMI in kg/m ² (y-Achse) mit Darstellung der Regressionsgeraden.	45
Abb. 5: Korrelation BMI / BZ: Verteilung der Blutzuckerwerte in mmol/l (x-Achse) und der BMI in kg/m ² (y-Achse) mit Darstellung der Regressionsgeraden.	45
Abb. 6: Korrelation BMI / GPT: Verteilung der GPT-Werte in U/l (x-Achse) und der BMI in kg/m ² (y-Achse) mit Darstellung der Regressionsgeraden.....	45
Abb. 7: Korrelation BMI / HDL: Verteilung der HDL-Werte in mmol/l (x-Achse) und der BMI in kg/m ² (y- Achse) mit Darstellung der Regressionsgeraden	45
Abb. 8: Korrelation BU / HS: Verteilung der Harnsäurewerte in µmol/l (x-Achse) und der BU in cm (y-Achse) mit Darstellung der Regressionsgeraden.	46
Abb. 9: Korrelation BU / BZ: Verteilung der Blutzuckerwerte in mmol/l (x-Achse) und der BU in cm (y-Achse) mit Darstellung der Regressionsgeraden.	46
Abb. 10: Korrelation BU / GPT: Verteilung der GPT-Werte in U/l (x-Achse) und der BU in cm (y-Achse) mit Darstellung der Regressionsgeraden.	46
Abb. 11: Korrelation BU / HDL: Verteilung der HDL-Werte in mmol/l (x-Achse) und der BU in cm (y- Achse) mit Darstellung der Regressionsgeraden.....	46

12 Anhang

12.1 Anamnesebogen



Sportmedizinisches Institut der Bundeswehr



PRÄVENTIONSPROGRAMM PERSONAL HEALTH MANAGEMENT für militärische Führungskräfte

Sehr geehrte Teilnehmer!

Zur orientierenden Abschätzung Ihres gesundheitlichen Risikoprofils und Ihrer persönlichen Situation bitten wir Sie, den folgenden Fragebogen nach bestem Wissen vollständig auszufüllen, indem Sie die zutreffenden Antworten ankreuzen bzw. ergänzende Angaben schriftlich hinzufügen. Bei Unklarheiten können die Fragen auch im Rahmen der Eingangsuntersuchung zu Beginn des Seminars mit Hilfe Ihres untersuchenden Arztes beantwortet werden. Bitte bringen Sie den bereits ausgefüllten Bogen unbedingt zur Untersuchung mit.

Name:..... Vorname:..... DG:.....

PK:

<input type="checkbox"/>				
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

<input type="checkbox"/>

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Dienstanschrift:.....

**Sind oder waren Sie erkrankt an
wann?**

nein

ja

- | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|
| - Bluthochdruck (Hypertonie) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Koronarer Herzkrankheit (Angina pectoris, Herzinfarkt) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - arterieller Verschlußkrankheit | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Fettstoffwechselstörung (Cholesterin erhöht?) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Zuckerkrankheit (Diabetes) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Schilddrüsenerkrankung | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Gicht oder erhöhte Harnsäurewerte | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Sind oder waren Sie Zigaretten - Raucher? **nein** **ja** **Exraucher bis**
.....

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------

Zigaretten/Tag **bis 10** **bis 20** **mehr als 20**

Sind Ihre Eltern und/oder Geschwister vor dem 60. Lebensjahr erkrankt an:
nein **ja** **wer?**

Waren Sie in Kindheit und Jugend übergewichtig?

nein

ja

Wie hoch war ihr Körpergewicht bei Eintritt in die Armee?

.....

Leiden Sie unter Erkrankungen/Veränderungen des Bewegungsapparates, die eine sportliche Betätigung beeinträchtigen könnte?

nein

ja

wenn ja, welche sind das?

.....

.....

.....

.....

Wurde bei Ihnen früher ein Belastungs - EKG angefertigt?

nein

ja

Wenn

ja,

wann?.....wo?.....auffällig?.....

nein

ja

Kennen Sie Ihre Blutdruck - Werte?

wenn ja, wie hoch?

nein

ja

Kennen Sie Ihren Cholesterin - Wert?

wenn "ja", wie hoch?

nein

ja

Kennen Sie Ihren Blutzucker -Wert?

wenn "ja", wie hoch?

.....

Wie hoch ist Ihre durchschnittliche Arbeitszeit pro Tag?

.....

Wie hoch ist Ihre durchschnittliche Arbeitszeit pro Woche?

Sind Sie Wochenendpendler?

Ja

nein

Wie erreichen Sie Ihre Dienststelle (Verkehrsmittel)?

Priv. KFZ

Dst. KFZ.

Bahn

Wie groß ist die Entfernung vom Wohnort zum Dienstort?

.....

Wie lange sind Sie täglich unterwegs von oder zur Dienststelle (Gesamtzeit)?

.....

Wie viele Tage im Jahr versehen Sie ihren Dienst außerhalb der Dienststelle (z.B. Dienstreisen)

.....

Wie viele Auslandseinsätze haben Sie absolviert

.....

Haben Sie in der Kindheit und Jugend Vereinssport betrieben?

ja nein

Wenn ja, in welcher Sportart?

.....

Sind Sie im Dienst bzw. in der Freizeit sportlich/körperlich aktiv?

ja nein

Wenn ja, welche Sportarten/Alltagsaktivitäten betreiben Sie mit welchem Zeitaufwand

Sportart bzw. Aktivität (z. B. Wandern, Gymnastik, Gartenarbeit)

im Dienst

Freizeit

....././. (Min./Woche)

....././. (Min./Woche)

....././. (Min./Woche)

....././. (Min./Woche)

Beinhaltet der Dienstplan Ihrer Dienststelle wöchentlichen Dienstsport?

ja nein

In welchem Umfang (Stunden in der Woche)?

.....

Wird der Dienstsport gem. Dienstplan in Ihrer Dienststelle grundsätzlich durchgeführt?

Ja nein

Falls ja, in welcher Form? Gibt es Neigungsgruppen? Wenn ja, welche?

.....

.....
.....
Können Sie regelmäßig am Dienstsport teilnehmen?

ja nein

Wenn ja, in welcher Sportart und in welchem Umfang (wöchentliche Stundenzahl)

.....

.....
Wünschen Sie sich Verbesserungen beim Sportangebot Ihrer Dienststelle? Wenn ja, welche?

.....

.....
Glauben Sie, dass Ihre Verbesserungswünsche umgesetzt werden können? Wenn nein, warum nicht?

.....

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

12.2 Freiburger Ernährungsprotokoll

Freiburger Ernährungsprotokoll			
vom: bis: Anzahl der Tage:			
Tragen Sie für jedes von Ihnen verzehrte Lebensmittel einen Strich in die vorgesehene Spalte ein. Sollt ein Lebensmittel nicht vorhanden sein, so markieren Sie ein ähnliches oder nutzen Sie die freien Zeilen und fügen es handschriftlich dazu.			
Bitte beachten Sie die Portionsgröße und machen Sie ggf. mehrere Striche, z.B. für eine große Tasse Kaffee zwei Striche bei "Kaffee kleine Tasse", für 5 Plätzchen fünf Striche bei in der Zelle "Plätzchen Stücke". Beachten Sie, wenn möglich, Mengenangaben auf der Verpackung, ggf. bitte abwiegen. Tragen Sie bei einer Mahlzeit alle Lebensmittel einzeln ein, z.B. erhält bei Bratwurst mit Brötchen, Pommes und Cola jedes der vier Lebensmittel einen Strich. Erfassen Sie alle Getränke und alles, was Sie zwischen den Mahlzeiten essen.			
Führen Sie das Protokoll am besten ständig mit und füllen Sie es möglichst an Ort und Stelle aus.			
Abkürzungen: Bech. = Becher / Port. = Portion / St. = Stück / EL = Eßlöffel / TL = Teelöffel / Sch. = Scheibe			
Lebensmittel	Einheit	Anzahl	Σ
Brot			
Brotchen	St. 45 g		
Croissant	St. 50 g		
Graubrot	Sch. 45 g		
Hefezopf	Sch. 45 g		
Knackebrot	Sch. 10 g		
Toastbrot	Sch. 20 g		
Vollkornbrötchen	St. 55 g		
Vollkombrot	Sch. 50 g		
Weißbrot	Sch. 35 g		
Zwieback	Sch. 10 g		
Brotbelag			
Butter für 1 Scheibe Brot	TL 5 g		
Margarine für 1 Scheibe Brot	TL 5 g		
Margarine halbfett s. o.	TL 5 g		
Edelpilzkäse	Sch. 30 g		
Frischkäse	EL 30 g		
Schmelzkäse	Port. 30 g		
Schnittkäse 30% F.i.Tr.	Sch. 30 g		
Schnittkäse 50% F.i.Tr.	Sch. 30 g		
Weichkäse 45% F.i.Tr.	Sch. 30 g		
Beilagen			
Kartoffeln (Salzkart.)	Port. 200 g		
Pellkartoffeln	Port. 200 g		
Bratkartoffeln	Port. 200 g		
Kartoffelbrei	Port. 200 g		
Kartoffelknödel	St. 100 g		
Kartoffelpuffer	St. 75 g		
Kartoffelsalat	Port. 250 g		
Pommer Frites	Port. 200 g		
weißer Reis gekocht	Port. 180 g		
Natur-Reis gekocht	Port. 180 g		
Nudeln eifrei gekocht	Port. 180 g		
Vollkornnudeln gekocht	Port. 180 g		
Semmelknödel	St. 100 g		
Schupfnudeln	Port. 400 g		
Spätzle, Eiernudeln gekocht	Port. 200 g		
Soßen und Fette			
Joghurt-Salat-Soße	Port. 40 g		
Essig-Öl-Marinade	Port. 20 g		
Bechamelsoße	Port. 75 g		
Grundsoße	Port. 75 g		
Hackfleischsoße	Port. 100 g		
Jägersoße	Port. 75 g		
Käsesoße	Port. 75 g		
Grüne Soße, Kräuterquark	Port. 200 g		
Tomatensoße	Port. 75 g		
Grillsauce	Port. 20 g		
Tomatenketchup	Port. 20 g		
Tomatenmark	TL 6 g		
Senf	TL 6 g		
Mayonnaise (80% F.)	EL 12 g		
Bratfett	EL 10 g		
Pflanzenöl	EL 10 g		
Gemüse / Salate			
Blattsalat mit Dressing	Port. 60 g		
Rohkostsalat mit Dressing	Port. 180 g		
BleichSellerie, Mangold, Spinat	Blattgemüse Port. 200 g		
Grüne Bohnen	Port. 200 g		
Aubergine, Gurke, Paprika, Tomate, Zucchini	Frucht- gemüse Port. 200 g		
Gemüsemais	Port. 200 g		

Weichkäse 60 % F.i.T.	Sch. 30 g
Bierschinken	Sch. 25 g
Comed Beef	Port. 25 g
Fleischwurst	Sch. 20 g
Fleischkäse (Aufschnitt)	Sch. 30 g
Fleischsalat	Port. 50 g
Leberwurst	Port. 30 g
Mettwurst	Port. 30 g
Teewurst	Port. 30 g
Salami/Cervelatwurst	Sch. 20 g
Schinken roh	Sch. 15 g
Schinken gekocht	Sch. 30 g
Speck	Port. 30 g
Honig	EL 20 g
Konfitüre	EL 20 g
Nuß-Nougat-Creme	EL 20 g
Vegetabilier Brotaufstrich	Port. 30 g

Apfel, Birne, Quitte,...	Kernobst Port. 150 g
Aprikose, Kirsche, Mirabelle, Pfirsche, Pfirsich,...	Steinobst Port. 150 g
Banane	St. 120 g
Ananas, Kiwi, Mango, Maracuja,...	Süßfrüchte Port. 150 g
Grapefruit, Mandarine, Orange, Zitrone	Zitrusfrüchte Port. 150 g
Rosinen, Trockenobst	Port. 50 g

Sonstiges

Cornichons, saure Gurken	St. 50 g
Nüsse	Port. 100 g
Oliven	Port. 100 g
Erdnüsse gesalzen	Tasse 100 g
Erdnussflips	Tasse 50 g
Chips	Tasse 30 g
Salzstangen	Port. 30 g

Suppen / Eintöpfe

als Vorsuppe	
Suppe klar	Port. 200 g
Suppe gebunden	Port. 200 g
Cremesuppe	Port. 200 g
Gulaschsuppe	Port. 200 g
Nudelsuppe m. Huhn	Port. 200 g

Obst

Brombeere, Erdbeere, Himbeere, Johannisbeere, Heidelbeere	Beerenobst Port. 125 g
Weintraube	Port. 150 g

Fleisch / Fisch

Hackfleisch	Port. 100 g
Kalbfleisch	Port. 230 g
Rindfleisch	Port. 200 g
Schweinefleisch	Port. 200 g
Innereien	Port. 170 g
Kotelett	Port. 170 g
Schnitzel paniert	Port. 200 g
Würstchen	Port. 100 g
Brathähnchen (1/2)	Port. 370 g
Gefügel	Port. 170 g
Fisch	Port. 175 g
Fischfilet paniert	Port. 200 g
Fischkonserve abgetr.	Port. 65 g

Getränke

Kaffee	kleine Tasse 150 g
Tee	kleine Tasse 150 g
Mineralwasser	Glas 200 g
Limonade	Glas 200 g
Cola/getränke	Glas 200 g
Obst- Fruchtsaft	Glas 200 g
Obst- Fruchtnektar	Glas 200 g
Bier alkoholfrei	Glas 330 g
Bier	Glas 330 g
Weizenbier	Glas 500 g
Weißwein	Glas 200 g
Rotwein	Glas 200 g
Sekt	Glas 100 g
Likör	Glas 40 g
Schnaps, Branntwein	Glas 20 g

Hier haben Sie noch einmal die Möglichkeit Lebensmittel aufzuschreiben, die auf der Liste nicht aufgeführt sind und die Sie verzehrt haben!

Name:
Vorname:
Adresse:
Tel.Nr./ Fax/Mobil
Ggf. E-Mail:

13 Ehrenwörtliche Erklärung zu meiner Dissertation

„Evaluation des Gesundheitszustandes von Spitzenführungskräften der Bundeswehr und Untersuchung des Einflusses von bekannten Risikofaktoren, Lifestyle und Sport auf deren körperliche Leistungsfähigkeit“

Sehr geehrte Damen und Herren,

hiermit erkläre ich, dass ich die beigefügte Dissertation selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel genutzt habe. Alle wörtlich oder inhaltlich übernommenen Stellen habe ich als solche gekennzeichnet.

Ich versichere außerdem, dass ich die beigefügte Dissertation nur in diesem und keinem anderen Promotionsverfahren eingereicht habe und, dass diesem Promotionsverfahren keine endgültig gescheiterten Promotionsverfahren vorausgegangen sind.

Ort, Datum

Unterschrift

14 Lebenslauf

Persönliche Daten

geboren am 14.10.1977 in Neubrandenburg

verheiratet

2 Kinder

Vater Hans Becker, Dipl. Elektroingenieur

Mutter Christel Becker, geb. Krüger, Dipl. Betriebswirt

Schulbildung

08/84 – 06/88	Polytechnische Oberschule, Neubrandenburg
08/88 – 07/90	Kinder- und Jugendsportschule, Neubrandenburg
08/90 – 06/96	Sportgymnasium Neubrandenburg

Laufbahn

01/97	Eintritt als Zeitsoldat in die Bundeswehr
09/97 – 12/03	Studium der Humanmedizin, Rostock
12/03 – 07/05	Bundeswehrkrankenhaus Amberg, Abt. Chirurgie
07/05 – 01/06	BwK Amberg, Abt. Anästhesie und Intensivmedizin
01/06 – 03/07	Truppenarzt, Sanitätszentrum Schwerin, Allgemeinmedizin
03/07 – 02/09	Truppenarzt, Sanitätszentrum Hagenow, Allgemeinmedizin
02/09 – 12/09	Elternzeit
01/10 – 12/11	Truppenarzt, Fachsanitätszentrum Fritzlar, Allgemeinmedizin
01/12 – 12/13	Bundeswehrkrankenhaus Westerstede, Abt. Unfallchirurgie und Orthopädie
01/14 – 01/17	Evangelisches Krankenhaus Göttingen-Weende gGmbH, Unfallchirurgie und Orthopädie
01.09.2016	Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie
01/17 – heute	Facharztzentrum Orthopädie, Göttingen

Zusatzweiterbildungen

05/06 – 06/06 Notfallmedizin

02/08 – 06/10 Manuelle Therapie

09/10 – 03/12	Sportmedizin
02/10 – 11/10	Ärztliches Qualitätsmanagement
01/11 – 12/16	Studium der Osteopathie, Institut für angewandte Osteopathie
03/17 – 04/19	Studium der Kinder- und Säuglingsosteopathie, Institut für angewandte Osteopathie

Ort, Datum

Unterschrift

15 Danksagung

Ich bedanke mich ausdrücklich bei meinem Doktorvater Herrn Oberfeldarzt Priv.-Doz. Dr. med. habil. Christoph Schulze für die Unterstützung bei der Arbeit. Ohne seine notwendige Geduld und den Nachdruck wäre die Finalisierung nicht möglich gewesen.

Auch möchte ich allen Mitarbeitern des Sportmedizinischen Institutes der Bundeswehr in Warendorf, allen voran Herrn Oberstarzt Dr. med. Lison als Leiter für die Unterstützung und die wissenschaftlichen Anregungen danken.

Ganz besonderer Dank gebührt meiner Familie, die mich stets in meinem Vorhaben bestärkt und mir die notwenigen Freiräume ermöglicht hat.

Meinen Kinder Neela Marie und Neo Maximilian

Meiner Frau Maren

Meinen Eltern

16 Eigene Publikationen

Aus den Ergebnissen dieser Arbeit sind folgende Publikationen entstanden:

An evaluation of the significance of individual endogenous risk factors and medical and orthopaedic conditions on physical fitness in military executives. Schulze C, Becker M, Finze S, Holtherm C, Hinder J, Lison A. US Army Med Dep J. 2017 Oct-Dec;(3-17):105-110.

An Evaluation of the Significance of Work-Related Influence Factors on Fitness and the Development of Medical and Orthopaedic Conditions in Military Executives. Schulze C, Becker M, Finze S, Holtherm C, Hinder J, Lison A. The Scientific World Journal 2016:1-5

Zusammenhang von Leistungsfähigkeit, Vorerkrankungen und beruflicher Belastung bei Führungskräften. Schulze C, Finze S, Becker M., Lison A, Holtherm C, Bader R. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 2015, Kongressbeitrag.

17 Thesen

1. Spitzenführungskräfte der Bundeswehr sind im Vergleich zu zivilen Führungskräften und zur Normalbevölkerung gesünder.
2. Die körperliche Leistungsfähigkeit von Spitzenführungskräften in der Bundeswehr wird durch Lifestyle-Faktoren beeinflusst.
3. Regelmäßige sportliche Aktivität in der Freizeit steigert die körperliche Leistungsfähigkeit von Spitzenführungskräften der Bundeswehr.
4. Spitzenführungskräfte der Bundeswehr mit regelmäßiger Teilnahme am Dienstsport sind körperlich leistungsfähiger.
5. Jüngere Spitzenführungskräfte sind körperlich leistungsfähiger.
6. Die körperliche Leistungsfähigkeit von Spitzenführungskräften der Bundeswehr sinkt mit steigendem Bauchumfang.
7. Internistische Erkrankungen beeinflussen die körperliche Leistungsfähigkeit von Spitzenführungskräften der Bundeswehr negativ.
8. Das Auftreten orthopädischer Erkrankungen ist bei körperlich leistungsfähigeren Spitzenführungskräften häufiger als bei der Vergleichsgruppe.
9. Spitzenführungskräfte mit Auslandseinsatzerfahrung sind körperlich leistungsfähiger als jene ohne.
10. Die körperliche Leistungsfähigkeit ist nicht abhängig von der täglichen Arbeitszeit.
11. Eine hohe Dienstreisebelastung führt zu einer schlechteren körperlichen Leistungsfähigkeit.
12. Wochenendpendler weisen eine erhöhte wöchentliche Arbeitszeit und eine geringere körperliche Leistungsfähigkeit auf.
13. Die Implementierung von Dienstsport als eine Möglichkeit eines betrieblichen Gesundheitsmanagements hat einen positiven Effekt auf die körperliche Leistungsfähigkeit.