

# Prävalenz von Adipositas und damit verbundene gesundheitliche Risikofaktoren bei Soldaten der Bundeswehr<sup>1</sup>

## Prevalence of Obesity and Associated Health Risk Factors in Soldiers of the Bundeswehr

Lorenz Scheit<sup>a</sup>, Jan Schröder<sup>b</sup>, Selina Will<sup>a</sup>, Rüdiger Reer<sup>b</sup>, Manuela Andrea Hoffmann<sup>c,d</sup>

### Zusammenfassung

**Hintergrund:** Die Adipositasrate in den Streitkräften westlicher demokratischer Länder nimmt zu und beeinträchtigt die militärische Einsatzbereitschaft und Gesundheit. Dies unterstreicht den Bedarf an präventiven Gesundheitsrisikobewertungen und Gegenmaßnahmen.

**Methoden:** Die Prävalenz von Adipositas, Gesundheitsrisiken und zugrundeliegende Risikofaktoren bei Soldaten<sup>2</sup> der Bundeswehr (n = 43 214) wurden retrospektiv anhand der Daten der Pflichtuntersuchungen von 2018 bis 2022 analysiert. Zu den statistischen Methoden gehörten  $\chi^2$ -Kontingenzen und binäre logistische Regressionen.

**Ergebnisse:** Die Prävalenz von Fettleibigkeit (BMI  $\geq$  30) lag bei 18,0 %. Männliche Soldaten (OR = 3,776) und solche mit einem Offiziersdienstgrad (OR = 1,244) hatten ein erhöhtes Risiko für Fettleibigkeit. Die Zugehörigkeit zu einer Kampfereinheit verringerte das Risiko, fettleibig zu sein (OR = 0,886). Unter Berücksichtigung des BMI und des Taillenumfangs wiesen 2,4 % der Gesamtstichprobe ein extrem hohes kardiovaskuläres und metabolisches Gesundheitsrisiko auf, während 11,0 % und 11,6 % ein sehr hohes bzw. hohes Gesundheitsrisiko hatten.

**Schlussfolgerungen:** Unsere Ergebnisse unterstützen den präventivmedizinischen Ansatz, die mit Fettleibigkeit zusammenhängenden gesundheitlichen Risikofaktoren zu identifizieren und präventive Maßnahmen abzuleiten, um die Gesundheit der Soldaten zu schützen und darüber hinaus ihre Einsatzbereitschaft zu gewährleisten.

**Stichworte:** Bundeswehr, Heer, Fitness, militärische Einsatzbereitschaft, Body-Mass-Index, Übergewicht, WHtR, Adipositas, Militär, Risikofaktor

### Summary

**Background:** Obesity rates are rising in the armed forces of Western democratic countries, impacting military readiness and health. This highlights the need for preventive health risk assessments and countermeasures.

**Methods:** Using mandatory health examination data from 2018 to 2022, we analyzed the prevalence of obesity, health risks, and associated specific military risk factors (rank and unit) in 43,214 soldiers of the German Armed Forces. Statistical methods included  $\chi^2$  contingencies and binary logistic regressions.

**Results:** The prevalence of obesity (BMI  $\geq$  30) was 18.0%. Male soldiers (OR = 3.776) and those with an officer's rank (OR = 1.244) had an increased chance for obesity. Serving in a combat unit reduced the chance of being obese (OR = .886). Considering BMI and waist circumference, 2.4% of the total sample faced extremely high cardiovascular and metabolic health risks, while 11.0% and 11.6% had very high or high health risks, respectively.

**Conclusions:** Our data underscore the importance of targeting obesity-related health risk factors in soldiers to ensure their well-being and deployment readiness.

**Keywords:** Bundeswehr; army; fitness; military readiness; body mass index; overweight; WHtR; obesity; military; risk factor

### Einleitung

Streitkräfte sind für die Aufrechterhaltung der äußeren Sicherheit eines souveränen demokratischen Staates unerlässlich. Einsatzfähige Soldaten zeichnen sich durch gute körperliche und geistige Fitness bei hoher Leistungsfähigkeit aus [4, 32]. Insbesondere die aktuelle Entwicklung des kriegerischen und aggressiven Verhaltens autoritär-diktatorischer Staaten in Europa signalisiert eine Zeitenwende und unterstreicht erneut die Bedeutung einsatzfähiger Streitkräfte [19, 28].

Auf der Grundlage einfacher epidemiologischer Body-Mass-Index (BMI)-Daten ergab eine Antwort der Bundesregierung auf eine Anfrage zur Einsatzfähigkeit und schweren Adipositas im Jahr 2021, dass zwischen 2016 und 2020 nur 0,8% der Bewerber wegen schwerer Adipositas nicht zum Wehrdienst zugelassen wurden [6]. Zudem sind Messgrößen wie der Taillenumfang und das

<sup>1</sup> Der Beitrag wurde in englischer Sprache erstveröffentlicht unter Scheit L, Schröder J, Will S et al.: Assessment of Health Risk Factors and Prevalence of Obesity in Soldiers of the German Armed Forces. J Occup Med Toxicol 2024; 19: 12 (<https://doi.org/10.1186/s12995-024-00411-y>).

<sup>2</sup> Zur besseren Lesbarkeit wird ganz überwiegend die maskuline Form (z. B. Soldat, Proband) verwendet; angesprochen sind immer alle Geschlechter

<sup>a</sup> Bundeswehrkrankenhaus Hamburg, Klinik I — Innere Medizin

<sup>b</sup> Universität Hamburg, Institut für Bewegungswissenschaft, Arbeitsbereich Sport- und Bewegungsmedizin

<sup>c</sup> Institut für Präventivmedizin der Bundeswehr, Andernach/Koblenz

<sup>d</sup> Universitätsmedizin Mainz, Klinik und Poliklinik für Nuklearmedizin

damit verbundene Verhältnis von Taille zu Körpergröße (WHtR) und damit einhergehende gesundheitliche Einschränkungen erst seit 2018 Teil der verpflichtenden Gesundheitsuntersuchungen der Bundeswehr [34]. Komplexere Körperzusammensetzungsanalysen, die eine Abschätzung des Körperfetts oder der fettfreien Körpermasse ermöglichen, sind aufgrund des hohen Kosten- und Zeitaufwands nur für Spezialeinheiten der Bundeswehr verfügbar

Die zunehmende Fettleibigkeit in den westlichen Industrieländern bleibt auch bei den Streitkräften nicht ohne Folgen. Eine Zunahme des Körperfettanteils führt zu einer verminderten körperlichen Leistungsfähigkeit. Die Herausforderung für die Streitkräfte bei der Prävention von Adipositas besteht darin, die Ursachen zu ermitteln und erfolgreich Gegenmaßnahmen zur Verbesserung des Körpergewichts und der Fitness zu ergreifen, um die menschliche Leistungsfähigkeit zu optimieren.

Es gibt nur wenige Studien über den Zusammenhang zwischen Einsatzbereitschaft und Konstitution, Fettleibigkeit, körperlicher Leistungsfähigkeit oder Fitness [12,33]. Die vorliegenden Arbeiten beschreiben zum Beispiel, dass sich Sanitätsoffiziere der Bundeswehr in ihren Konstitutions- und Fitnessmerkmalen nicht von den Referenzwerten der Allgemeinbevölkerung oder der Streitkräfte insgesamt unterscheiden [26]. Diesbezüglich wurde berichtet, dass es im Bundeswehrkrankenhaus Hamburg keine relevanten Unterschiede in Konstitution, Fitness und Aktivitätsniveau zwischen verschiedenen medizinischen Berufsgruppen gibt [27]. Hinsichtlich BMI-basierter Körperkonstitutionsmerkmale zeigte sich eine erhöhte Prävalenz von Übergewicht und Adipositas in Abhängigkeit von der Dienstzeit in der Bundeswehr, die jedoch im Vergleich zu anderen Streitkräften oder der deutschen Allgemeinbevölkerung immer noch geringer war [25]. Im Hinblick auf mögliche Gesundheitsrisiken bei Bundeswehrangehörigen wurde in einer aktuellen Studie festgestellt, dass konstitutionelle (Adipositas) und kardiovaskuläre Parameter (Blutdruck) eine ähnliche Prävalenz aufweisen wie in der deutschen Zivilbevölkerung [34]. Eine Literaturrecherche internationaler Studien ergab mehrere Erhebungen bei den britischen, französischen, tschechischen, schweizerischen und US-amerikanischen Streitkräften, die verschiedene Analysemethoden zur Erklärung der beobachteten Adipositasprävalenz enthielten [7, 22, 23, 24, 30]. Vergleichbare Studien für die Bundeswehr wurden bisher nicht durchgeführt.

Da für die Bundeswehr Daten zum Taillenumfang vorliegen, könnte ein sinnvoller erster Schritt die Untersuchung der metabolischen und kardiovaskulären Gesundheitsrisiken auf der Grundlage der Kombination von BMI und Taillenumfang sein [16]. Zusätzliche, aber noch nicht verfügbare deskriptive Prävalenz-, Kontingenz-Rohdaten- und Regressionsmodell-basierte Analysen könnten sinnvoll sein, um die Auswirkungen von Adipositas und damit verbundener Risikofaktoren abzuschätzen. Derzeit

sind epidemiologische Daten zu klassischen gesundheitlichen Risikofaktoren, z. B. sozioökonomischer Status, Familienstand, und Lebensstilparametern, z. B. Ernährung und körperliche Aktivität, für die Bundeswehr nicht verfügbar oder die Register sind nicht zugänglich. Ein hilfreicher erster Ansatz könnten Analysen sein, die zugängliche Daten zum militärischen Rang oder zur Einheit einbeziehen.

Ziel unserer Studie ist es, die derzeitige Forschungslücke hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen körperlichen Gesundheitsrisiken und Adipositas bei Soldaten der Bundeswehr anhand einer angemessen großen Stichprobenspopulation zu verkleinern. Übergewicht ist nicht zwangsläufig kausal mit Gesundheitsrisiken verbunden, da ein leichtes Übergewicht keine erhöhten Risiken bergen muss und dies auch auf eine erhöhte Muskelmasse zurückzuführen sein kann [30]. Unsere Untersuchung konzentriert sich ausschließlich auf Adipositas mit einem BMI von mehr als 30 kg/m<sup>2</sup>.

Zweck der vorliegenden Untersuchungen war es,

1. die Prävalenz erhöhter kardiovaskulärer und metabolischer Gesundheitsrisiken anhand der Kombination von adipositasbezogenen BMI- und Taillenumfangsdaten zu ermitteln [16],
2. festzustellen, ob es Rohdaten-Zusammenhänge (Kontingenzen) zwischen Adipositas und dem militärischen Dienstgrad (Offiziere vs. Nicht-Offiziere) oder der militärischen Einheit (Kampfeinsatz vs. Nicht-Kampfeinsatz) gibt, und schließlich
3. den regressionsanalytisch bereinigten Einfluss des militärischen Dienstgrads und der Einheit auf den Adipositas-Status unter Soldaten der Bundeswehr abzuschätzen.

## Materialien und Methoden

### Datenerhebung und -verarbeitung

In Zusammenarbeit und mit Unterstützung des Instituts für Präventivmedizin der Bundeswehr hatten wir Zugriff auf mehrere Datenbanken (MS-Access) mit personenbezogenen Daten von fast einer halben Million Bundeswehrangehörigen, die wir zu individuell gepaarten Daten für demografische Variablen (Alter, Größe, Gewicht, Taillenumfang) und militärspezifische Daten (Dienstgrad, Truppenteil) sowie Geschlecht (männlich, weiblich, divers) kombinierten, was zu einem Gesamtdatensatz von 43214 Personen führte, die im Zeitraum von Januar 2018 bis Dezember 2022 untersucht worden waren. Wir hatten keinen Zugang zu anderen Variablen, wie z. B. Familienstand, Bildungsniveau oder diagnostizierten Krankheiten oder Syndromen.

Der BMI wurde aus der Körpermasse (kg) und der Körpergröße (cm) berechnet, die von geschultem militärischem medizinischem Personal mit geeichten Waagen und Maßbändern nach Standardverfahren auf 0,1 kg bzw.

	Alter (Jahre))	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Taillenumfang (cm)
<b>Mittelwert</b>	34,2	26,8	92,1
<b>Standardabweichung</b>	8,7	3,7	11,4
<b>Percentilen</b>	<b>25</b>	28,0	24,2
	<b>50</b>	33,0	26,3
	<b>75</b>	40,0	29,0

Tab. 1: Deskriptive Statistik der Gesamtstichprobe (N = 40 165)

0,1 cm genau gemessen wurden. Gemäß den Richtlinien des National Institute of Health & Clinical Excellence (NICE) [20] in Übereinstimmung mit den Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) [36] wurden die BMI- und Taillenumfangsdaten als normalgewichtig (BMI < 25 kg/m<sup>2</sup>), übergewichtig, aber nicht fettleibig (BMI ≥ 25–29,9 kg/m<sup>2</sup>) oder fettleibig (BMI ≥ 30 kg/m<sup>2</sup>) klassifiziert, wobei die Fettleibigkeit in Adipositas-Klasse 1 (BMI ≥ 30–34,9 kg/m<sup>2</sup>), Klasse 2 (BMI ≥ 35–39,9 kg/m<sup>2</sup>) und Klasse 3 (BMI ≥ 40 kg/m<sup>2</sup>) unterteilt wurde.

Der Taillenumfang wurde definiert als: Gesundes Gewicht (Frauen < 80 cm und Männer < 94 cm), Übergewicht (Frauen 80–87,9 cm und Männer 94–101,9 cm) und Adipositas (Frauen > 88 cm und Männer > 102 cm). BMI und Taillenumfang können mit fettleibigkeitsbedingten erhöhten Risiken in Verbindung gebracht werden, insbesondere für Diabetes Typ II oder koronare Herzkrankheiten [16].

Der militärische Dienstgrad für die Gesamtheit aller Offiziersdienstgrade sowie aller Mannschaftsdienstgrade und Unteroffiziersdienstgrade wurde dichotomisiert in Offiziere vs. Mannschafts-/Unteroffiziersdienstgrade. Die militärischen Einheiten wurden besonders bewertet und unterteilt in Kampfeinheiten (Einheiten, die mit Gegnern in direkten Kontakt kommen können) und Nicht-Kampfeinheiten, einschließlich aller unterstützenden (Nachschub, Reparatur, Versorgung) oder medizinischen Einheiten oder anderer Spezifikationen, die keinen unmittelbaren Kampfauftrag haben.

Vor Durchführung der statistischen Analyse wurden unvollständige oder inkonsistente Datensätze entfernt, z. B. wenn das Geschlecht non-binär, also als divers angegeben wurde (n=4), fehlende Werte für das Alter (n=97), den BMI aufgrund fehlender Größe oder Gewicht (n=1 164) oder wegen fehlender Taillenumfänge (n=2933). Im Falle wiederholter Messungen bei eingeschlossenen Personen (z. B. AVU-IGF) wurde die letzte Messung berücksichtigt, was bedeutet, dass alle statistischen Analysen als Querschnittskohortenstudie durchgeführt wurden.

### Stichprobe

Nach Ausschluss der Rohdaten bestand die verbleibende Stichprobe mit vollständigen Datensätzen aus 40 165 Soldaten (Tabelle 1).

Die Gesamtstichprobe kann in Kategorien von Unterstichproben für Männer, Frauen, Offiziersdienstgrade, Mannschafts-/Unteroffiziersdienstgrade militärische Kampfeinheiten, nicht kämpfende Einheiten und Unterstichproben zur Körperkonstitution für normalgewichtige, übergewichtige, aber nicht fettleibige oder fettleibige Personen mit Adipositas (differenziert in Adipositasklasse 1, 2 und 3) unterteilt werden. Der Gewichtsstatus wurde in Taillenumfangscluster unterteilt, die einen gesunden Gewichtsstatus anzeigen, für Übergewicht bzw. für Adipositas stehen (Tabelle 2).

Unsere Stichprobe unter den Bundeswehrsoldaten bestand zu 10,4 % aus Frauen, zu 18,3 % aus Personen mit einem Offiziersrang und zu 13,6 % aus Soldaten von Kampfeinheiten. Nur 32,9 % der Soldaten hatten ein normales Gewicht und einen normalen BMI, aber 18,0 % hatten einen BMI, der auf Adipositas und bei 1,6 % auf die Adipositas-Klasse 3 (BMI ≥ 40 kg/m<sup>2</sup>) hinwies. Beim geschlechtsbereinigten Taillenumfang wurden 21,5 % als fettleibig eingestuft, während 53,3 % als normal und gesund eingestuft wurden.

### Statistische Methoden

Die Rohdaten wurden als Mittelwert und Standardabweichung bei kontinuierlichen Variablen bzw. als Anzahl und Prozentsatz bei kategorialen Variablen dargestellt. Mittels Kreuztabellen und X<sup>2</sup>-Tests wurden Zusammenhänge zwischen kategorialen Variablen ermittelt. Es wurde ein Schätzmodell entwickelt, um die bereinigten Auswirkungen potenziell aussagekräftiger Variablen in Bezug auf Adipositas vorherzusagen. Das entsprechende binäre logistische Regressionsmodell umfasste Geschlecht, Alter, Taillenumfang, militärischen Rang und militärische Einheit als Prädiktoren für Fettleibigkeit. Das sich daraus ergebende logistische Odds Ratio (OR) wurde als eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für Fettleibigkeit interpretiert,

Tab. 2: Häufigkeiten der kategorialen Variablen (N=40 165)

		Anzahl (n)	(%)
Geschlecht	Weiblich	4 167	10,4
	männlich	35 998	89,5
Dienstgradgruppe	Mannsch/Uffz	32 808	81,7
	Offiziere	7 357	18,3
Einheitstyp	Nicht-Kampfeinheit	34 719	86,4
	Kampfeinheit	5 446	13,6
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	BMI < 25	13 203	32,9
	BMI ≥ 25 – 29,9	19 718	49,1
	BMI ≥ 30	7 244	18,0
Fettleibigkeit (kg/m <sup>2</sup> ) (Klasse 1–3)	BMI ≥ 30-34.9	6 264	86,5
	BMI 35-39.9	861	11,9
	BMI ≥ 40	119	1,6
Taillenumfangs-Cluster, auf den Gewichtstatus m/w justiert	Normalgewicht	21 397	53,3
	Übergewicht	10 122	25,2
	Fettleibigkeit	8 646	21,5

wenn das OR > 1 war, bzw. als eine verringerte Wahrscheinlichkeit für ein OR < 1. Alle statistischen Analysen wurden mit SPSS (Version 27.0) durchgeführt.

## Ergebnisse

### BMI und Taillenumfang

BMI und Taillenumfang zeigten Unterschiede in der Prävalenz von normalem, übergewichtigem oder fettleibigem Zustand (Tabelle 2). Kreuztabellenanalysen für BMI-Cluster (normal, übergewichtig, fettleibig) und Taillenumfang-Cluster (geschlechtsbereinigt: normal, übergewichtig, fettleibig) zeigten körperbauabhängige Gesundheitsrisiken. Ein extremes Risiko lag bei 2,4% aller eingeschlossenen Fälle vor, ein sehr hohes oder hohes Risiko wurde bei 11,0% bzw. 11,6% festgestellt. Für 19,4% bestand ein erhöhtes Risiko und 55,6% hatten kein Risiko für Typ-2-Diabetes und koronare Herzkrankheiten in Bezug auf den kombinierten BMI und Taillenumfang gemäß den NICE-Richtlinien [27] (Tabelle 3).

### Fettleibigkeit

Kontingenzanalysen zwischen Adipositas (BMI ≥ 30 vs. BMI < 30) und den kategorialen Variablen Geschlecht (männlich vs. weiblich), militärischer Dienstgrad (Offizier vs. Mannschafts-/Unteroffiziersdienstgrad) sowie militärische Einheit (Kampfeinsatz vs. Nicht-Kampfeinsatz) ergaben signifikante Assoziationen (alle  $p < 0,001$ ), die anhand der  $\chi^2$ -Werte nachgewiesen wurden (Tabelle 4). Diese Rohdatenanalysen zeigten, dass Fettleibigkeit bei Männern (18,9%) doppelt so häufig vorkam wie bei Frauen (9,3%). Offiziere wiesen eine geringere Prävalenz von Fettleibigkeit auf (14,7%) als Mannschaften und Unteroffiziere (18,8%). Bei den Soldaten der Kampfeinheiten war die Adipositasrate ebenfalls niedriger (15,5%) als bei den Soldaten aus Einheiten ohne Kampfeinsatz (18,4%).

Die Analysen für den regressionsanalytisch adjustierten Einfluss kontinuierlicher und kategorialer Variablen auf den Adipositasstatus sind in Tabelle 5 dargestellt (N=40 165). Das binäre logistische Regressionsmodell zur Vorhersage von Adipositas (BMI ≥ 30 kg/m<sup>2</sup>) war signifikant, wenn Geschlecht, Alter, Taillenumfang, militärischer Rang und militärische Einheit als Prädiktoren einbezogen wurden (Tabelle 5). Das Datenmodell erklärte 59,0% der Gesamtvarianz (Nagelkerke  $R^2 = 0,590$ ) und die korrekte Vorhersage für Adipositas betrug 89,3%.

Männlichkeit war mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit verbunden, fettleibig zu sein (OR = 3,776, 95%CI: 3,225–4,420,  $p < 0,001$ ). Älter zu sein war mit einem geringeren Risiko verbunden, fettleibig zu sein (OR = 0,970, 95%CI: 0,966–0,974,  $p < 0,001$ ). Ein größerer Taillenumfang war mit einem erhöhten Risiko verbunden, fettleibig zu sein (OR = 1,283, 95%CI: 1,276–1,290,  $p < 0,001$ ). Der Offiziersrang – im Gegensatz zum Mannschafts- und Unteroffiziersrang – war mit einem erhöhten Risiko verbunden, fettleibig zu sein (OR = 1,244, 95%CI: 1,121–1,380,  $p < 0,001$ ). Die Ableistung des Dienstes in einer militärischen Kampfeinheit war mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit verbunden, fettleibig zu sein (OR = 0,886, 95%CI: 0,795–0,988,  $p = 0,029$ ).

## Diskussion

In dieser Studie wurden aktuell verfügbare BMI- und Taillenumfangsdaten von Soldatinnen und Soldaten der Bundeswehr ausgewertet, um die mit Fettleibigkeit verbundenen metabolischen und kardiovaskulären Gesundheitsrisiken zu quantifizieren und kategoriale Assoziationen zwischen Fettleibigkeit und militärspezifischen Störfaktoren wie militärischem Rang und Truppenteil aufzuzeigen. Neben der Rohdatenanalyse konnte der geschätzte Einfluss dieser Variablen auf den Adipositas-Status mithilfe binärer logistischer Regressionsmodelle erklärt werden. Im Gegensatz zu früheren Studien, die auf Übergewicht und Adipositas im Zusammenhang mit der Dauer des Militärdienstes fokussierten [25], konzen-

Tab. 3: Kreuztabelle der mit Taillenumfang und BMI verbundenen Gesundheitsrisiken (z. B. Diabetes oder koronare Herzkrankheit)

		Taillenumfangs-Cluster (geschlechtsadjustiert)			
			Frauen < 80 cm, Männer < 94 cm	Frauen 80–87,9 cm Männer 94–101,9 cm	Frauen > 88 cm Männer > 102 cm
BMI-Klasse	<25 kg/m <sup>2</sup>	n	11 833	1 194	176
		% von N	29,5 %	3,0 %	0,4 %
	25–29,9 kg/m <sup>2</sup>	n	9 262	7 345	3 111
		% von N	23,1 %	18,3 %	7,7 %
	30–34,9 kg/m <sup>2</sup>	n	296	1 568	4 400
		% von N	0,7 %	3,9 %	11,0 %
	35–39,9 kg/m <sup>2</sup>	n	3	14	844
		% von N	< 0,01 %	< 0,01 %	2,1 %
	>40 kg/m <sup>2</sup>	n	3	1	115
		% von N	< 0,01 %	< 0,01 %	0,3 %
<b>Farbindikatoren zum Risiko-Level (NICE 2006)</b>					
<b>kein Risiko</b>		<b>erhöhtes Risiko</b>	<b>hohes Risiko</b>	<b>sehr hohes Risiko</b>	<b>extremes Risiko</b>

trierten sich unsere Prävalenzanalysen auf die Adipositasrate in der Bundeswehr.

Unsere Ergebnisse lassen sich als eine Gesamtprävalenz der Adipositas von 18 % auf der Grundlage der aktuellen BMI-Kriterien zusammenfassen, die deutlich höher war als die früher für die Bundeswehr berichteten Umfänge [25]. Bezogen auf die Kriterien BMI und Taillenumfang [16] fanden wir extreme, sehr hohe oder zumindest stark erhöhte kardiovaskuläre oder metabolische Gesundheitsrisiken von 2,4 %, 11,0 % bzw. 11,6 %. Nur 55,6 % der Soldaten wiesen kein Risiko auf. Das Regressionsmodell für den bereinigten Einfluss militärspezifischer Störfaktoren zeigte, dass die Zugehörigkeit zu einer Kampfeinheit mit einem geringeren Adipositasrisiko verbunden ist (OR=0,886), während Angehörige der Dienstgradgruppe der Offiziere ein erhöhtes Adipositasrisiko aufweisen (OR=1,244), was als Widerspruch zur niedrigeren Adipositasprävalenz von 14,7 % bei Offizieren im Vergleich zu Unteroffizieren und Mannschaften (18,8 %) missverstanden werden könnte. Dieses Ergebnis lässt sich verstehen, wenn man bedenkt, dass das Odds Ratio eine Schätzung in einem logistischen Regressionsmodell mit Anpassungen (Adjustierung) für mehrere Begleitvariablen, z. B. Geschlecht oder Zugehörigkeit zu einer Kampfeinheit, wiedergibt. So wird die erhöhte Wahrscheinlichkeit von Fettleibigkeit bei Offizieren auch durch das Geschlecht beeinflusst – da Männer

ein höheres Risiko für Fettleibigkeit haben – und durch die Art der Einheit, da die Mehrzahl der Soldaten – und damit natürlich auch der Offiziere – zu Nicht-Kampfeinheiten gehört, die ihrerseits ebenfalls eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für Fettleibigkeit aufweisen.

In Bezug auf die oben erwähnte Prävalenz der Adipositas berichteten frühere Studien über eine Prävalenz von 10 % (2016–2017) in den französischen, 12 % (2014) in den britischen und 15 % (1999–2009) in den tschechischen Streitkräften [7, 13, 22, 23, ]. Aktuellere Daten für die US-Streitkräfte, die von Hollerbach et al. im Jahr 2022 veröffentlicht wurden, wiesen eine Adipositas-Prävalenz von 18,5 % auf [13], die unseren Ergebnissen von 18 % sehr ähnlich ist und möglicherweise den aktuellen Stand der zunehmenden Adipositas-Prävalenz westlichen Gesellschaften im Allgemeinen genauer widerspiegelt. Unsere Ergebnisse, dass BMI und Taillenumfang mit metabolischen und kardiovaskulären Gesundheitsrisiken assoziiert sind und 2,4 % der Soldaten ein extremes Risiko haben, an diesen zu leiden, liefern zusätzliche Informationen zu anderen kürzlich berichteten Daten zu BMI, Blutdruck und körperlicher Fitness bei Soldaten der Bundeswehr [9]. Diese Ergebnisse unterstreichen, dass nur 55,6 % aller Soldaten kein körperkonstitutionsbedingtes Gesundheitsrisiko haben, und unterstreichen die Notwendigkeit, geeignete Gegenmaßnahmen bei Personen mit hohem Risiko zu identifizieren und zu evaluieren.

		Adipositas		gesamt
		nicht adipös	adipös	
<b>Frauen</b>	Anzahl	3 778	389	4 167
	%-Anteil	90,7%	<b>9,3 %</b>	100,0 %
<b>Männer</b>	Anzahl	29 142	6 856	35 998
	%-Anteil	81,1%	<b>18,9 %</b>	100,0 %
$\chi^2 = 238,184 \quad p < 0,001$				
<b>Mannschaften/ Unteroffiziere</b>	Anzahl	26 643	6 856	32 808
	%-Anteil	81,2%	<b>18,8 %</b>	100,0 %
<b>Offiziere</b>	Anzahl	6 165	1 080	7 357
	%-Anteil	85,3%	<b>14,7 %</b>	100,0 %
$\chi^2 = 68,703 \quad p < 0,001$				
<b>Nicht- Kampfeinheit</b>	Anzahl	28 318	6 401	34 719
	%-Anteil	81,6%	<b>18,4 %</b>	100,0 %
<b>Kampfeinheit</b>	Anzahl	4 602	844	5 446
	%-Anteil	84,5%	<b>15,5 %</b>	100,0 %
$\chi^2 = 27,503 \quad p < 0,001$				

Tab. 4: Kontingenztafel für Fettleibigkeit mit Geschlecht, militärischem Rang und Einheit (N=40 165)

In Bezug auf die kategorialen Zusammenhänge zwischen dem Adipositas-Status und dem militärischen Rang oder der militärischen Einheit fanden wir einen höheren Prozentsatz fettleibiger Soldaten unter Mannschaften oder Unteroffizieren (18,8 %) im Vergleich zu Offizieren (14,7 %) und einen niedrigeren Prozentsatz für Adipositas innerhalb von Kampfeinheiten (15,5 %) im Vergleich zu Nicht-Kampfeinheiten (18,4 %). Auch hier ist zu betonen, dass Rohdaten-Kontingenzanalysen zu unterscheiden sind von den adjustierten Effekten von Einflussfaktoren bei Regressionsmodellen, die um das Vorhandensein anderer Moderatorvariablen bereinigt wurden. Es mag zwar ein wenig überraschen, dass die Regressionsanalyse ein erhöhtes Risiko für Adipositas bei Offizieren ergab (OR = 1,224), während die Kreuztabellenanalysen eine geringere Inzidenz bei Offizieren zeigten. Dieser scheinbare Widerspruch zwischen logistischer Regression (modell-adjustierten Berechnungen) und Kontingenzanalysen (Inzidenz) wurde oben aufgeklärt, war aber für unsere Ergebnisse bezüglich der Zugehörigkeit zu militärischen Einheiten nicht problematisch. Die geringere Wahrscheinlichkeit von Fettleibigkeit in Kampf-

einheiten (OR = 0,886) steht im Einklang mit der oben erwähnten niedrigeren Prävalenzrate von 15,5 % vs. 18,4 %.

Unsere Ergebnisse stimmen auch mit früheren regressionsanalytischen Befunden für die britische und französische Armee überein, die von Sanderson et al. und Quertier et al. berichtet wurden [13, 22, 23, 24]. Im Gegensatz zu ihren Ergebnissen spielte das Alter bei unseren Ergebnissen eine untergeordnete Rolle.

Aus methodischer Sicht geht unsere Studie davon aus, dass Adipositas anhand einfacher anthropometrischer Parameter, wie z. B. Körpermasse, -größe und Taillenumfang, in geeigneter Weise festgestellt werden kann. Für epidemiologische Zwecke gelten der BMI und der Taillenumfang als valide Ersatzgrößen für die Körperkonstitution im Zusammenhang mit kardiovaskulären und metabolischen Gesundheitsrisiken [20]. Gallagher et al. stellten in einer multizentrischen Auswertung großer Populationen, die verschiedene Ethnien abdeckten, eine direkte Verbindung zwischen BMI-Werten und geschätzten Körperfettanteilen her, die mittels Bioimpedanzanalyse (BIA) ermittelt wurden. Sie fanden dabei normale

Tab. 5: Binäre logistische Regression zur Erklärung der Wahrscheinlichkeit, fettleibig zu sein (N=40165)

Variable	B-Koeffizient	Standardabweichung	p-Wert	Odd's ratio	Odd's ratio 95% CI	
					untere Grenze	obere Grenze
<b>Geschlecht</b>	<b>1,329</b>	0,080	< 0,001	<b>3,776</b>	3,225	4,420
<b>Alter</b>	<b>- 0,030</b>	0,002	< 0,001	<b>0,970</b>	0,966	0,974
<b>Taillenumfang</b>	<b>0,249</b>	0,003	< 0,001	<b>1,283</b>	1,276	1,290
<b>Dienstgrad-Gruppe</b>	<b>0,218</b>	0,053	< 0,001	<b>1,244</b>	1,121	1,380
<b>Kampfeinheit</b>	<b>- 0,121</b>	0,055	0,029	<b>0,886</b>	0,795	0,988
<b>Konstanter Term</b>	<b>- 24,996</b>	0,295	< 0,001	<b>&lt; 0,001</b>		

Körperfettanteile für gesunde Menschen [24]. Allerdings gibt es einige Schwachstellen, insbesondere bei bestimmten Bevölkerungsgruppen.

Ein hoher BMI könnte zumindest teilweise mit einer erhöhten Muskelmasse zusammenhängen, was bei einer sehr sportlichen Stichprobe von Spezialeinheiten der US-Armee nachgewiesen wurde [21]. Unsere eigenen – bisher unveröffentlichten – Echo-MRT-Daten zeigen Körperfettanteile zwischen 2,4 % und 20 % bei Soldaten der Spezialeinheiten, die nach den BMI-Kriterien als übergewichtig eingestuft worden wären ( $\text{BMI} \geq 25$ , aber  $< 30 \text{ kg/m}^2$ ). Der BMI ist ferner möglicherweise kein ausreichend empfindliches Maß für die Überwachung des Körperfettanteils im Rahmen eines Sporttrainings [2, 9]. Außerdem kann Übergewicht, wie es durch einen erhöhten BMI angezeigt wird, zumindest teilweise durch einen leicht erhöhten Körperfettanteil gekennzeichnet sein, der nicht unbedingt mit einem erhöhten kardiovaskulären oder metabolischen Gesundheitsrisiko verbunden ist. Ein leicht erhöhter BMI ( $\geq 27,5$ – $29,9 \text{ kg/m}^2$ ) könnte sogar vor bestimmten Komorbiditäten bei älteren Erwachsenen schützen (2, 9, 18). Unter- und Übergewicht stehen in Zusammenhang mit einer erhöhten Sterblichkeit. Dieser Zusammenhang spiegelt sich in einer J-Kurve wider, deren Optimum bei einem BMI von  $18,5$ – $24,9 \text{ kg/m}^2$  liegt [31]. Daher haben wir ausschließlich fettleibige Personen ( $\text{BMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$ ) für die Schätzung des potenziellen Gesundheitsrisikos berücksichtigt [16].

Während übermäßiges Körperfett in der Allgemeinbevölkerung im Zusammenhang mit Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen Anlass zur Sorge gibt, bringt es für Streitkräfte ein zusätzliches Problem mit sich, insbesondere für die militärische Einsatzbereitschaft [2, 9]. Darüber hinaus beschrieben Simchoni et al. einen negativen Zusammenhang zwischen Fettleibigkeit und ver-

minderter kognitiver Leistungsfähigkeit. Ein vermindertes kognitives Potenzial in Verbindung mit einer eingeschränkten körperlichen Leistungsfähigkeit schränkt die Einsatzbereitschaft von Soldaten ein, was sich negativ auf die Einsatzfähigkeit der Streitkräfte auswirkt [19, 28, 29]. Die negativen Auswirkungen von Adipositas auf die Einsatzbereitschaft von Soldaten wurden in mehreren Studien beschrieben, und zwar nicht nur im Hinblick auf eine geringere Rekrutierung geeigneter Personen, sondern auch im Hinblick auf eine geringere Ausdauer und Leistungsfähigkeit [20].

Gegenmaßnahmen zur Adipositas sollten nicht nur körperliche Aktivität und gesundheitsförderndes Verhalten (z. B. Ernährung, Schlaf und Lebensstil) umfassen – und zwar nicht nur bei körperlich fitteren Soldaten, sondern auch in der Zivilbevölkerung mit gleichem BMI [3, 7, 8, 13, 14, 22, 23]. Werden keine Präventivmaßnahmen für Adipositas, Lebensstil und körperliche Fitness ergriffen, würde dies zu einer großen wirtschaftlichen Belastung durch die Behandlungskosten für die daraus resultierenden Erkrankungen führen [2]. Gazdzinska et al. untersuchten das Gesundheitsverhalten polnischer Soldaten und fanden heraus, dass normalgewichtige Soldaten mit höherer Bildung, die in Großstädten leben, ein deutlich besseres Gesundheitsverhalten zeigten als Soldaten mit niedrigerer Bildung, die in ländlichen Gebieten leben und bei denen Adipositas diagnostiziert wurde [11]. Die Autoren empfehlen eine verstärkte Aufklärung über gesundheitsfördernde Verhaltensweisen und ein organisiertes Training mit psychologischer Ernährungsberatung für adipöse Soldaten [11].

Adipositasbedingte Gesundheitsrisiken beeinträchtigen die militärische Einsatzbereitschaft. Bornstein et al. untersuchten die kardiorespiratorische Fitness, den BMI und die Verletzungsraten bei Rekruten der US-Armee, um die Auswirkungen auf die militärische Einsatzbereitschaft zu

beurteilen, und bewerteten die am stärksten betroffenen US-Bundesstaaten, deren Bevölkerung in der Regel höhere Adipositas- und Krankheitsraten aufweist, was bei dort stationierten Truppenteilen zu einer geringeren militärischen Einsatzfähigkeit führte [1].

Aus unserer Sicht sind Gesundheitsförderung und forcierter Gesundheitsschutz/Prävention [3] von entscheidender Bedeutung für die Prävention von Adipositas, adipositasbedingten Erkrankungen und Verletzungen sowie für die gesundheitliche Risikobewertung bei den Streitkräften. Bei der Gesundheitsförderung geht es darum, das Bewusstsein für die Auswirkungen des Gesundheitsverhaltens auf den Soldaten und die Folgen für den militärischen Auftrag zu schärfen. Darüber hinaus sollte die künftige Forschung gegebenenfalls Interventionsmodelle (Belohnungs- oder Beratungsansätze) untersuchen.

### Limitationen

Die Daten zu Größe, Gewicht und Taillenumfang wurden im Rahmen der obligatorischen militärärztlichen Untersuchungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten (AVU-IGF) und von unterschiedlichem Personal erhoben, was trotz bestehender Standardarbeitsanweisungen zu einigen Ungenauigkeiten führen kann. Der obligatorische Charakter der Datenerfassung verhinderte jedoch eine Selektionsverzerrung (Bias), die in vergleichbaren zivilen Studien aufgrund der freiwilligen Teilnahme auftreten könnte.

Die statistischen Analysen stützten sich auf abgeglickene Daten aus unterschiedlichen Registern, wobei es personengebunden unterschiedliche fehlende Werte in den verschiedenen Registern gab, was zu einem großen Verlust von auswertbaren Fällen führte, wodurch sich das Risiko von Selektionsverzerrungen erhöhte. Allerdings war die verbleibende Stichprobe von mehr als 40.000 Soldaten immer noch sehr groß und für die statistische Analyse geeignet.

Leider waren wir auf militärspezifische-Parameter wie Dienstgrad und Einheit beschränkt. Wir hatten keinen Zugang zu etablierten Gesundheitsrisikofaktoren, die mit dem sozioökonomischen Status, dem Bildungsniveau oder Komponenten des Lebensstils wie Rauchen, Ernährungsverhalten oder körperliche Aktivität in Zusammenhang stehen.

So konnten wir weder den Einfluss des Familienstandes, noch den des sozioökonomischen Status und des Bildungsniveaus auf die Fettleibigkeit bestätigen, wie es zum einen von Sanderson et al. für die britische Armee [6, 12, 33, 34] oder zum anderen von Quertier et al. [22] für die französische Armee berichtet wurde. Auch protektive Effekte durch körperliche Aktivität und Nichtrauchen, wie sie von Yang et al. [37] für Österreichische Wehrpflichtige berichtet wurden, konnten wir nicht evaluieren. Eine wesentliche Einschränkung dieser Untersuchung bestand deshalb darin, dass keine Daten zu sozioökonomischen Aspekten, zur Familiengeschichte, zu körper-

licher Aktivität, zu Gesundheits- oder Krankheitsfragen, zum Bildungsniveau und zum Lebensstil (z. B. Ernährung, Schlaf oder Rauchen) erhoben werden konnten.

### Schlussfolgerungen

Unsere Studie liefert neue Informationen über adipositasbedingte Gesundheitsrisiken bei Soldaten der Bundeswehr durch die Kombination von BMI- und Taillenumfangsdaten in Abhängigkeit von beruflichen Faktoren (Dienstgrad und Einheit). Die Studie schließt teilweise eine Forschungslücke für die spezifische Berufsgruppe der Soldaten, da sie den Einfluss externer dienstbezogener Faktoren auf die Wahrscheinlichkeit von Adipositas aufzeigt. Der Zugang zu weiteren, derzeit rechtlich nicht zugänglichen Datenbanken der Bundeswehr könnte diese Forschungslücke weiter schließen und verbesserte präventive Maßnahmen zur Vermeidung von Adipositas und zur Förderung der Gesundheit und Erhaltung der Einsatzfähigkeit der Soldaten ermöglichen.

Die Anwendung von präventiven Maßnahmen zur Vermeidung von Adipositas und zur Förderung der Gesundheit und Erhaltung der Einsatzfähigkeit von Soldaten ist zwingend geboten. Zukünftige prospektive Studien sollten weitere klassische gesundheitliche Risikofaktoren erfassen, die dann in die verpflichtenden Gesundheitsuntersuchungen der Bundeswehr aufgenommen werden sollten.

**Das Literaturverzeichnis finden Sie in der E-Paper-Version dieses Beitrags unter [wmm-online.de](http://wmm-online.de).**

#### Manuskriptdaten

##### Zitierweise

Scheit L, Schröder J, Will S, Reer R, Hoffmann MA: Prävalenz von Adipositas und damit verbundene gesundheitliche Risikofaktoren bei Soldaten der Bundeswehr. WMM 20214: 68(11): 478-485.

DOI: <https://doi.org/10.48701/opus4-367>

##### Für die Verfasser

Oberfeldarzt Dr. Lorenz Scheit  
 Bundeswehrkrankenhaus Hamburg  
 Klinik I – Innere Medizin  
 Lesserstraße 180, 22049 Hamburg  
 E-Mail: [lorenzscheid@bundeswehr.org](mailto:lorenzscheid@bundeswehr.org)

#### Manuscript Data

##### Citation

Scheit L, Schröder J, Will S, Reer R, Hoffmann MA: Prevalence of obesity and associated health risks in soldiers of the German Armed Forces. J Occup Med Toxicol 2024; 19: 12.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/s12995-024-00411-y>

##### For the Authors

Lieutenant Colonel (MC) Dr. Lorenz Scheit, MD  
 Bundeswehr Hospital Hamburg  
 Department I – Internal Medicine  
 Lesserstraße 180, D-22049 Hamburg  
 E-Mail: [lorenzscheid@bundeswehr.org](mailto:lorenzscheid@bundeswehr.org)