



Nimmerichter, Alfred et al.

Leistungsfähigkeit polizeilicher Sondereinheiten in Österreich. Ausdauer- und Kraftfähigkeit der Einsatzeinheiten COBRA und WEGA

SIAK-Journal – Zeitschrift für Polizeiwissenschaft und polizeiliche Praxis (3/2021), 30-39.

doi: 10.7396/2021_3_C

Um auf diesen Artikel als Quelle zu verweisen, verwenden Sie bitte folgende Angaben:

Nimmerichter, Alfred et al. (2021). Leistungsfähigkeit polizeilicher Sondereinheiten in Österreich. Ausdauer- und Kraftfähigkeit der Einsatzeinheiten COBRA und WEGA, SIAK-Journal – Zeitschrift für Polizeiwissenschaft und polizeiliche Praxis (3), 30-39, Online: http://dx.doi.org/10.7396/2021_3_C.

© Bundesministerium für Inneres – Sicherheitsakademie / Verlag NWV, 2021

Hinweis: Die gedruckte Ausgabe des Artikels ist in der Print-Version des SIAK-Journals im Verlag NWV (<http://nwv.at>) erschienen.

Online publiziert: 12/2021

Leistungsfähigkeit polizeilicher Sondereinheiten in Österreich

Ausdauer- und Kraftfähigkeit der Einsatzeinheiten COBRA und WEGA



ALFRED NIMMERICHTER,
Leitung Fakultät Sport,
Fachhochschule Wiener Neustadt.



BERNHARD PRINZ,
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Fakultät Sport, Fachhochschule
Wiener Neustadt.



KLAUS WIRTH,
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Fakultät Sport, Fachhochschule
Wiener Neustadt.

Die vorliegende Studie beschreibt die physische Leistungsfähigkeit der polizeilichen Sondereinheiten in Österreich. Bei 196 Bediensteten der Einsatzeinheiten COBRA und WEGA wurden die Ausdauer- und Kraftfähigkeit im Rahmen von leistungsdiagnostischen Untersuchungen erhoben. Als Maß der Ausdauerleistungsfähigkeit wurden die maximale Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_{2max}$) sowie die maximale Laufgeschwindigkeit (V_{max}) bei einem Laufbandtest erhoben. Die Maximalkraft wurde bei den Übungen Kniebeuge, Bankdrücken, Latzug und Beinbeuger erhoben. Die erhobene $\dot{V}O_{2max}$ von $49,8 \pm 4,7$ mL \cdot min $^{-1}$ \cdot kg $^{-1}$ wurde bei einer V_{max} von 16,3 km \cdot h $^{-1}$ erreicht. Im Vergleich zu internationalen Studien an Sondereinheiten im militärischen oder polizeilichen Dienst (\sim 38-45 mL \cdot min $^{-1}$ \cdot kg $^{-1}$) kann die Ausdauerleistungsfähigkeit als überdurchschnittlich bezeichnet werden. Zieht man sportmedizinische Referenzwerte für gesunde, untrainierte Personen heran, so liegt der überwiegende Anteil der Probanden oberhalb der 50 % Perzentile und kann als „gut“ bis „sehr gut“ eingestuft werden. Die Maximalkraft bei den Übungen Kniebeuge, Bankdrücken, Latzug und Beinbeuger lag bei $115,0 \pm 23,6$ kg, $105,5 \pm 16,5$ kg, 86,1 kg und 60,0 kg. Die Maximalkraft bei den Übungen Kniebeuge und Bankdrücken in Relation zum Körpergewicht lag bei $1,4 \pm 0,3$ kg \cdot kg $^{-1}$ und $1,3 \pm 0,2$ kg \cdot kg $^{-1}$ und entspricht jenen in der Literatur beschriebenen Referenzwerten. Zusammenfassend kann die Ausdauer- und Kraftfähigkeit der Einsatzeinheiten COBRA und WEGA als entsprechend hoch bezeichnet werden, um die körperlichen Anforderungen im Einsatz bewältigen zu können.

1. EINFÜHRUNG¹

Weltweit setzen Nationen auf Spezial- oder Sondereinheiten im militärischen oder polizeilichen Dienst. Die polizeilichen Sondereinheiten des Bundesministeriums für Inneres (BMI) sind die Einsatzeinheiten COBRA und WEGA. Sie nehmen Aufträge mit hoher Gefährdungslage, wie Personenschutz, Geiselnahmen oder Terrorismusbekämpfung wahr. Im Rahmen dieser Einsätze müssen vielfältige Aufgaben wie Nahkampf, Seiltechnik, Fahrtechnik oder

sogar Spezialfertigkeiten wie Fallschirmspringen, Tauchen oder Präzisionsschießen wahrgenommen werden, weshalb an die Mitarbeiter dieser Einheiten besondere psycho-physische Anforderungen gestellt werden. Bei den physischen Anforderungen bezieht sich die wissenschaftliche Literatur meist auf die Ausdauer- und die Kraftfähigkeit (Maupin et al. 2018; Pryor et al. 2012; Robinson et al. 2018). Die Ausdauerfähigkeit ist abhängig von der Kapazität des Organismus, die benötigte

Energie für körperliche Belastung über den oxidativen/aeroben Stoffwechsel bereitstellen zu können. Diese wird über die maximale Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_{2max}$) definiert, die dabei die maximale Rate des Sauerstofftransport- und Verwertungssystems (Lunge, Herz-Kreislaufsystem, Muskulatur, Mitochondrien) beschreibt (Bassett/Howley 2000; Poole/Jones 2017). Die Kraftfähigkeit wird meist als Maximalkraft über das 1-Wiederholungsmaximum ($1WH_{max}$) bestimmt. Es beschreibt das maximale Gewicht, das bei einer Zielübung bewegt werden kann. Bedienstete von Sondereinheiten müssen bei ihren Einsätzen Schutzkleidung und eine Vielzahl an Ausrüstungsgegenständen mit einem Gewicht von bis zu 30 kg über einen längeren Zeitraum tragen und transportieren (Robinson et al. 2018). Sowohl die Ausdauer- als auch die Kraftfähigkeit sind daher wichtig, um die Leistungsfähigkeit im Einsatz aufrechtzuerhalten. Abseits von Einsätzen stellt ein adäquates Niveau der physischen Leistungsfähigkeiten eine wichtige Voraussetzung in der Prävention von Stress und Verletzungen sowie der Belastungstoleranz im Trainingsprozess dar (Orr et al. 2020a; Robinson et al. 2016).

Die Vielzahl an unterschiedlichen Testverfahren und Zielübungen erschweren den Vergleich der Leistungsfähigkeit unterschiedlicher Nationen oder Spezialeinheiten. So wird z.B. zur Bestimmung der Ausdauerfähigkeit die $\dot{V}O_{2max}$ häufig nicht direkt gemessen (Pryor et al. 2012), sondern indirekt, über „20-m Multistage Fitness Tests (MSFT)“ (Maupin et al. 2018; Orr et al. 2020a; Robinson et al. 2018) oder 2400-m Distanzläufe (Lockie et al. 2020), geschätzt. Indirekte Schätzungen weichen jedoch signifikant von der gemessenen $\dot{V}O_{2max}$ ab und erlauben daher keine valide Beurteilung der Ausdauerfähigkeit (Cooper et al. 2005; St Clair Gibson et al. 1998).

Auch im Rahmen der Kraftdiagnostik kommt eine Vielzahl unterschiedlicher Testverfahren zum Einsatz. Hierzu gehören neben der Ermittlung des $1WH_{max}$ vor allem isometrische und isokinetische Messungen. In einer Vielzahl von Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass eine Steigerung der Maximalkraft nach einer Trainingsperiode oftmals nur in den Testbedingungen ermittelt werden konnte, die dem entsprach, was Inhalt des Trainingsprozesses war. So wurde in verschiedenen Studien gezeigt, dass es spezifische Anpassungen an im Training gewählte Gelenkwinkel, Bewegungsgeschwindigkeiten und Kontraktionsformen gibt. Hieraus lässt sich folgern, dass Kraftsteigerungen zu einem Teil an motorische Aufgaben gebunden sind (Carroll et al. 2001; dies. 2002; Sale/MacDougall 1981). In der wissenschaftlichen Literatur ist in diesem Zusammenhang oftmals von dem Problem des Transfers von Kraftfähigkeiten in unterschiedliche motorische Aufgaben die Rede (Carroll et al. 2001). Insbesondere die beiden Arbeitsgruppen um Thorstensson und Rutherford (Rutherford et al. 1986; Rutherford/Jones 1986; Thorstensson et al. 1976) konnten bereits in den 1970er und 1980er Jahren auf die Problematik spezifischer Anpassungen an ein Krafttraining aufmerksam machen. In diesen Studien konnte gezeigt werden, dass bereits ein Wechsel der Arbeitsweise eines Muskels oder einer Muskelgruppe bzw. die Testung der Kraftfähigkeit mittels einer anderen Krafttrainingsübung für dieselbe Muskelgruppe, die nicht der Trainingsübung entsprach, dazu führen kann, dass eine Leistungssteigerung nicht valide ermittelt werden kann. Eine Vielzahl weiterer Studien konnte diese schlechte Übertragbarkeit einer gesteigerten Leistungsfähigkeit auf ungewohnte Testbedingungen bestätigen. Hierzu gehören die Auswirkungen eines dynamischen Kraft-

trainings auf isometrische Testbedingungen, in denen nur ein geringer oder gar kein Transfer festgestellt werden konnte (Berger 1962; ders. 1963; Carroll et al. 1998; Ewing et al. 1990; Gettman et al. 1980; Jones/Rutherford 1987; Lüthi et al. 1986; O'Shea/O'Shea 1989; Rasch/Pierson 1964; Sale 1988; Smith/Melton 1981), spezifische Anpassungen an die Bewegungsgeschwindigkeit (Akima et al. 1999; Behm/Sale 1993; Caiozzo et al. 1981; Coyle et al. 1981; Ewing et al. 1990; Kanehisa/Miyashita 1983; Kaneko et al. 1983; Lesmes et al. 1978), den Gelenkwinkel (Bandy/Hanten 1993; Kitai/Sale 1989; Knapik et al. 1983; Rasch et al. 1961; Rasch/Pierson 1964) und die muskuläre Arbeitsweise im Allgemeinen (Carroll et al. 1998; Colliander/Tesch 1990a; ebd. 1990b; Ewing et al. 1990; Farthing/Chilibeck 2003a; Farthing/Chilibeck 2003b; Higbie et al. 1996; Hortobagyi et al. 1996a; Hortobagyi et al. 1996b; Jones/Rutherford 1987; Lüthi et al. 1986; Sale/MacDougall 1981; Seger et al. 1998; Seger/Thorstensson 2005). Hieraus resultieren dieselben Probleme, die bereits für die Ausdauerdiagnostik thematisiert wurden. Daten unterschiedlicher Studien sind nur schwer vergleichbar und in Abhängigkeit dessen, was Inhalt des Trainings der jeweiligen Sondereinheiten war, weshalb zum Teil die Validität der Ergebnisse kritisch hinterfragt werden muss.

Das Ziel dieser Studie war es, die Ausdauer- und Kraftfähigkeit der polizeilichen Sondereinheiten der Einsatzheiten COBRA und WEGA zu evaluieren.

2. METHODEN

2.1 Probanden

Insgesamt haben 196 männliche Bedienstete der Sondereinheiten (COBRA und WEGA) an der Studie teilgenommen. Die Probanden wurden über die Inhalte der Untersuchung aufgeklärt und haben

die „Probandeninformation und Einwilligungserklärung zur Teilnahme an der Studie“ unterzeichnet.

2.2 Studiendesign

Alle Untersuchungen fanden in klimatisierten Laboren, bei einer Temperatur von 22°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 40 bis 45 % statt. Nach dem Eintreffen der Probanden wurden der orthopädisch-unfallchirurgische Status sowie Körpergröße, Gewicht (Seca 813 und 213, Deutschland) und der Körperfettanteil mittels Bio-Impedanz-Analyse (Body Explorer, Juwell Medical, Deutschland) in standardisierter Rückenlage erhoben. Um alle leistungsdiagnostischen Untersuchungen in ermüdungsfreiem Zustand absolvieren zu können, erfolgten die Kraftdiagnostik der vier Zielübungen (Nackenkniebeuge, Beinbeugen, Bankdrücken und Latzug) am Vormittag und die Ausdauerdiagnostik (Laufbandtest) am Nachmittag.

2.3 Ausdauerdiagnostik

Zur Bestimmung der Ausdauerleistungsfähigkeit wurden die Probanden einem Laufbandtest unterzogen (Saturn h/p Cosmos, Sports & Medical GmbH, Deutschland). Nach einer Drei-Minuten-Aufwärmphase bei einer Geschwindigkeit von 4 km·h⁻¹ wurde der Test bei 6 km·h⁻¹ begonnen und rampenförmig mit einer Rate von 1 km·h⁻¹ pro Minute, bis zur subjektiven Ausbelastung, gesteigert. Dabei wurden kontinuierlich die Atemgase ($\dot{V}O_2$ und $\dot{V}CO_2$) und die pulmonale Ventilation ($\dot{V}E$) Atemzugpro-Atemzug gemessen sowie die Herzfrequenz (HF) erfasst (MetaMax3B, Cortex Biophysik GmbH, Deutschland). Vor Testbeginn wurden die Atemgassensoren mit einer Eichgasmischung (5 Vol% CO₂, 16 Vol% O₂) und der Volumenstromsensor mit einer Drei-Liter-Pumpe kalibriert.

Als Maß der Ausdauerleistungsfähigkeit wurden die maximale Sauerstoffaufnahme

($\dot{V}O_{2max}$) als höchster Durchschnittswert über 30 s sowie die maximale Laufgeschwindigkeit (V_{max}) bei subjektiver Ausbelastung erhoben. Als submaximale Leistungskorrelate wurden die erste und zweite Ventilatorische Schwelle (VT1, VT2) aus dem Verlauf der gemessenen Atemgase und der Ventilation bestimmt (Beaver et al. 1986). Als VT1 wurde die Geschwindigkeit definiert, an dem das Atemäquivalent für O_2 ($\dot{V}E/\dot{V}O_2$) nach einem initialen Absinken das erste Mal zu steigen beginnt, ohne dass dabei das Atemäquivalent für CO_2 ($\dot{V}E/\dot{V}CO_2$) ansteigt. Als VT2 wurde die Geschwindigkeit definiert, an dem auch das Atemäquivalent für CO_2 ansteigt.

2.4 Kraftdiagnostik

Kernpunkte der Kraftdiagnostik sind die Erhebung valider Daten und das Erfassen möglichst vieler Muskelgruppen in einem überschaubaren zeitlichen Rahmen. Um möglichst valide Ergebnisse zu erhalten, wurde auf Krafttrainingsübungen zurückgegriffen, die den (möglichst vielen) Teilnehmern bekannt waren. Getestet wurde die Maximalkraft mittels der Übungen Nackenkniebeuge, Bankdrücken, Beinbeugen im Liegen und dem Latzug in den Nacken. Diese Übungen erlauben es zudem muskuläre Funktionsketten zu analysieren. Die Nutzung gängiger Trainingsübungen liefert zudem den Vorteil, dass Mängel in der Bewegungsausführung diagnostiziert werden können, die über kurze oder lange Sicht zu einer Schädigung insbesondere des passiven Bewegungsapparates führen könnten. Nach einem individuellen Aufwärmen wurde innerhalb von maximal fünf Versuchen die maximale Last ermittelt, die unter der Voraussetzung einer korrekten Übungsausführung einmal im Rahmen der vorgegebenen Bewegungsamplitude bewegt werden konnte. Zwischen den Versuchen lag eine Pause von vier bis fünf Minuten.

2.5 Statistik

Alle Variablen wurden mittels Shapiro-Wilk Test auf Normalverteilung überprüft. Die Variablen Alter, Latzug, Beinbeuger und V_{max} waren nicht normalverteilt ($p < 0.05$) und werden daher als Median (Md) dargestellt. Für alle anderen Variablen erfolgt die deskriptive Darstellung als Mittelwert \pm Standardabweichung ($M \pm SD$).

3. ERGEBNISSE

Die Probanden waren zum Zeitpunkt der Untersuchung 33,4 Jahre alt. Die Körpergröße, das Gewicht und der Körperfettanteil waren $180,3 \pm 5,2$ cm, $83,4 \pm 7,3$ kg und $20,7 \pm 3,9$ %.

Die $\dot{V}O_{2max}$ lag bei $49,8 \pm 4,7$ mL \cdot min $^{-1}$ kg $^{-1}$ und wurde bei einer V_{max} von 16,3 km \cdot h $^{-1}$ und einer HF $_{max}$ von 186 ± 9 Schläge min $^{-1}$ erreicht. Die submaximalen Leistungskorrelate VT1 und VT2 wurden bei $9,7 \pm 1,4$ km \cdot h $^{-1}$ und $13,3 \pm 1,4$ km \cdot h $^{-1}$ erreicht. Die $\dot{V}O_2$ und die HF an der VT1 lagen bei $33,9 \pm 4,9$ mL \cdot min $^{-1}$ kg $^{-1}$ und 148 ± 15 Schläge min $^{-1}$ und an der VT2 bei $44,4 \pm 4,7$ mL \cdot min $^{-1}$ kg $^{-1}$ und 173 ± 10 Schläge min $^{-1}$.

Die absolute Maximalkraft bei den Übungen Kniebeuge, Bankdrücken, Latzug und Beinbeuger lag bei $115,0 \pm 23,6$ kg, $105,5 \pm 16,5$ kg, $86,1$ kg und $60,0$ kg. Für die Übungen Kniebeuge ($1,4 \pm 0,3$ kg \cdot kg $^{-1}$) und Bankdrücken ($1,3 \pm 0,2$ kg \cdot kg $^{-1}$) wurde die Relativkraft (kg pro kg Körpergewicht) zur besseren Vergleichbarkeit mit Forschungsergebnissen berechnet.

4. CONCLUSIO²

Ziel dieser Studie war es, die konditionellen Fähigkeiten Ausdauer und Kraft der polizeilichen Sondereinheiten COBRA und WEGA zu evaluieren. Als primäre Kenngröße der Ausdauerleistungsfähigkeit wurde die $\dot{V}O_{2max}$ bestimmt, die im Mittel bei $49,8 \pm 4,7$ mL \cdot min $^{-1}$ kg $^{-1}$ lag. Studien an internationalen Sondereinheiten zeigen,

dass der Schwankungsbereich der $\dot{V}O_{2\max}$ zwischen etwa 25–59 $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ liegt und sehr groß ist (Marins et al. 2019). Diese großen Unterschiede liegen überwiegend in den Bestimmungsmethoden. Hier finden sich sowohl indirekt abgeleitete Berechnungen als auch direkt gemessene Werte (Lockie et al. 2020; Maupin et al. 2018; Pryor et al. 2012). Marins u.a. (Marins et al. 2019) zeigen in ihrem Übersichtsartikel, dass sich die tatsächlich gemessene $\dot{V}O_{2\max}$ in 21 Studien ($38,7 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$) von der indirekt abgeleiteten $\dot{V}O_{2\max}$ in 18 Studien ($44,8 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$) deutlich unterscheidet. Zieht man diese Werte zum Vergleich mit jenen der Sondereinheiten COBRA und WEGA heran, so kann deren Ausdauerleistungsfähigkeit als überdurchschnittlich bezeichnet werden. Zur differenzierten Betrachtung können sportmedizinische Referenzwerte für gesunde, untrainierte Personen herangezogen werden. Sowohl das „American College of Sports Medicine“ als auch die „British Association of Sports and Exercise Sciences“ geben für gesunde Erwachsene im Alter von 18 bis 65 Jahren ein Mindestmaß von 150 min (5x30 min pro Woche) moderatem oder 75 min intensivem Ausdauertraining an, um den Gesundheitsstatus zu

erhalten (Haskell et al. 2007; O'Donovan et al. 2010). Referenzwerte der $\dot{V}O_{2\max}$ in der Alterskategorie 20–29 Jahre, liegen bei $47,6 \pm 11,3 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ und nehmen pro Dekade um etwa $5 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ ab (Kaminsky et al. 2015).

Das Durchschnittsalter in der vorliegenden Studie lag bei etwa 33 Jahren und die zu erwartende $\dot{V}O_{2\max}$ (50 % Perzentile) sollte bei $42,4 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ liegen. Diese Anforderung an gesunde, untrainierte Personen erreicht der größte Teil (95 %) der untersuchten Probanden. 39% der Teilnehmer liegen zwischen $42,4$ und $49,2 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ (50 bis 75 % Perzentile) und 57 % sogar darüber (Abbildung 1).

In Tabelle 1 (siehe Seite 35) sind die 25 bis 75 % Perzentilen für drei Alterskategorien der Teilnehmer dargestellt. Hier zeigt sich, dass alle Teilnehmer oberhalb der 25 % Perzentile in der jeweiligen Alterskategorie liegen. Bei den Unter-30-jährigen, mit einer durchschnittlichen $\dot{V}O_{2\max}$ von $51,2 \pm 3,4 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$, befinden sich 79 % der Probanden in der 50 bis 75 % Perzentile und 8 % oberhalb der 75 % Perzentile. Die größte Gruppe der 30 bis 39-jährigen weist mit $50,1 \pm 4,7 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ nur eine geringfügig niedrigere $\dot{V}O_{2\max}$ auf, weshalb hier der größte Anteil der Probanden (57 %) oberhalb der 75 % Perzentile liegt. Die $\dot{V}O_{2\max}$ der Über-39-jährigen liegt bei $46,8 \pm 4,9 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ und ist im Mittel etwas geringer als jene der jüngeren Kollegen. Jedoch liegen in dieser Gruppe 67 % der Teilnehmer oberhalb des altersspezifischen Referenzwertes für die 75 % Perzentile. Zieht man zur qualitativen Beurteilung der $\dot{V}O_{2\max}$ die Kategorien „gering, mittel, gut und sehr gut“ für die jeweiligen Perzentilen heran, so kann die Ausdauerleistungsfähigkeit für den überwiegenden Teil der Sondereinheiten als „gut“ bis „sehr gut“ bezeichnet werden. Bei 5 % der Teilnehmer liegt die $\dot{V}O_{2\max}$ jedoch in der

Quelle: Nimmerichter/Prinz/Wirth

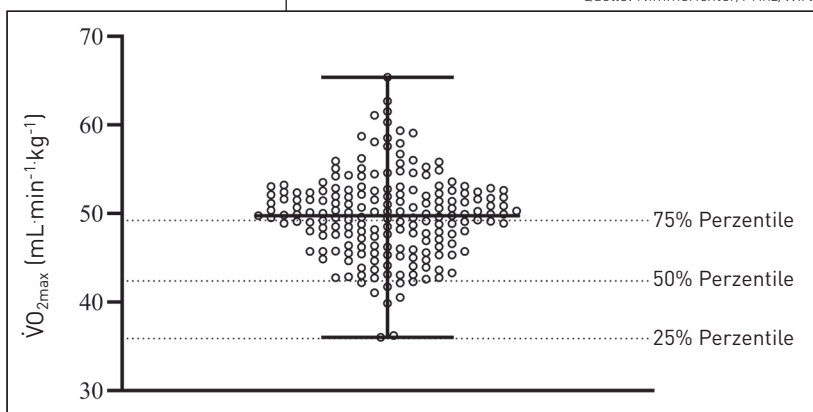


Abb. 1: Maximale Sauerstoffaufnahme aller Teilnehmer (n = 196) im Vergleich zu Referenzwerten (25 bis 75 % Perzentilen) nach Kaminsky et al. 2015. Durchgezogene schwarze Linien zeigen Mittelwert und Bereich

25 bis 50 % Perzentile und kann daher als „mittel“ beurteilt werden.

Hier muss angemerkt werden, dass diese Referenzwerte nicht für regelmäßig Trainierende gelten, sondern das zu erwartende Mindestmaß bei den erwähnten Erwachsenen zum Erhalt der Gesundheit darstellen. Auf Grund des breiten Aufgabenfeldes der Sondereinheiten muss hier das individuelle Haupteinsatzgebiet einzelner Personen beachtet werden. So können etwa jene mit geringerer Ausdauerleistungsfähigkeit eine deutlich größere Kraftfähigkeit aufweisen und umgekehrt. Unabhängig davon, sollte der gesundheitspräventive Aspekt der Ausdauerleistungsfähigkeit beachtet werden. Zahlreiche Studien belegen den positiven, präventiven Effekt von Ausdauertraining auf Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen, sowie der Verringerung von Stress und der Erhöhung der Belastungstoleranz im Berufsalltag (Orr et al. 2020a; Robinson et al. 2016).

Während es generell schwierig ist, genaue Vorgaben für Kraftwerte sowohl für den Gesundheitssport als auch für Einsatzkräfte festzulegen, ist es jedoch möglich, eine Beurteilung im Sinne von „trainiert“ und „untrainiert“ vorzunehmen. Marins u. a. (Marins et al. 2019) verweisen in diesem Zusammenhang darauf, dass bei Polizeieinheiten gemessene Kraftwerte häufig mit denen untrainierter Personen vergleichbar sind oder geringfügig darüber liegen. Dies muss jedoch vor dem Hintergrund erhöhter Anforderungen im Einsatz als nicht befriedigend angesehen werden. In der medizinischen Literatur herrscht weitestgehend Einigkeit darüber, dass ein Krafttraining bzw. die damit einhergehenden Adaptationen eine präventive Wirkung neben weiteren positiven Effekten, insbesondere bzgl. Verletzungen des aktiven und passiven Bewegungsapparates, hat (Fleck/Falkel 1986; Garber et al. 2011; Kraemer et al. 2002; Shaw et al.

Quelle: Nimmerichter/Prinz/Wirth

Alter (Jahre)	Perzentile	$\dot{V}O_{2max}$ (mL·min ⁻¹ ·kg ⁻¹)	Anteil der Probanden (%)
<30 (n=52)	<25	<40,1	0
	25–50	40,1–48,0	13
	50–75	48,0–55,2	79
	>75	>55,2	8
30–39 (n=108)	<25	<35,9	0
	25–50	35,9–42,4	4
	50–75	42,4–49,2	37
	>75	>49,2	57
>39 (n=36)	<25	<31,9	0
	25–50	31,9–37,8	6
	50–75	37,8–45,0	28
	>75	>45	67

Tab. 1: Prozentueller Anteil der Probanden in den jeweiligen altersabhängigen Perzentilen der Ausdauerleistungsfähigkeit. Referenzwerte der Perzentilen nach Kaminsky et al. 2015

2016; Westcott 2012; Winett/Carpinelli 2001). Auch wenn zum Beispiel bei Volkskrankheiten wie dem Rückenschmerz die Datenlage nicht eindeutig ist, so ist von positiven Effekten auszugehen (Kraemer et al. 2002; Westcott 2012; Winett/Carpinelli 2001). Stellt man die im Rahmen dieser Untersuchung erhobenen Kraftdaten den in der Literatur beschriebenen gegenüber, so muss zunächst darauf hingewiesen werden, dass Unterschiede zu den hier präsentierten Daten nicht nur auf Leistungsunterschiede zurückzuführen sind, sondern auch durch Variationen in der Testdurchführung/Übungsausführung erklärt werden können. So liegen die relativen Kraftwerte für den Latzug etwa auf dem Niveau des eigenen Körpergewichts ($0,98 \pm 0,13$ kg·kg⁻¹). In den Studien von Robinson u.a. (Robinson et al. 2018) bzw. Orr u.a. (Orr et al. 2020b) kamen die Arbeitsgruppen bei der Übung Klimmzug mit proniertem Griff zu Relativkraftwerten, die bei 1,3–1,4 kg·kg⁻¹ lagen. Solche Unterschiede dürfen vor dem Hintergrund größerer Freiheitsgrade bei der Durchführung von Klimmzügen nicht verwundern. Vergleiche können hier demnach nur mit Vorsicht vorgenommen werden. Bei der Übung Kniebeuge (Beugetiefe: Oberschenkel pa-

Quelle: Nimmerichter/Prinz/Wirth

Übung	Relativkraft (kg pro kg Körpergewicht)	Einheit	Quellen
Bankdrücken	≤1,1	Polizei, Militär	Boyce et al. 2009; Crawley et al. 2016, Groeller et al. 2015; Harman et al. 2008; Thomas et al. 2004; Warr et al. 2013
	>1,1–1,2	Militär	Sporis et al. 2012
	>1,2–1,3	Polizei, Marine	Lagestad/van den Tillaar 2014; Orr et al. 2018, 2020b; Pryor et al. 2012; Robinson et al. 2018; Solberg et al. 2015
Kniebeuge	>1,2–1,3	Militär	Heilbronn et al. 2020; Harman et al. 2008; Warr et al. 2013
	>1,4–1,5	Polizei	Robinson et al. 2018

Tab. 2: Referenzwerte für die Übungen Bankdrücken und Kniebeuge von militärischen und polizeilichen Einheiten

parallel zum Boden) ist bei gesunden, sportlichen, aber im Krafttraining unerfahrenen Männern unter der Voraussetzung, dass die Übung mit ausreichender Bewegungsqualität ausgeführt werden kann, im Maximalkrafttest eine Zusatzlast, die etwa dem eigenen Körpergewicht entspricht, als normal anzusehen. Ein regelmäßiges Krafttraining sollte mindestens zu Rela-

tivkraftwerten von ca. 1,5 kg·kg⁻¹ führen. Personen, die Werte produzieren, die darüber hinausgehen und sich 2,0 kg·kg⁻¹ nähern, sind als gut trainiert zu beurteilen. Äquivalent hierzu sollten Personen, die regelmäßig Krafttraining durchführen, bei der Übung Bankdrücken in der Lage sein, ihr eigenes Körpergewicht im Maximalkrafttest zu bewältigen. Bei dieser Übung ist ab Werten von etwa dem 1,5 kg·kg⁻¹ von einem guten Leistungsniveau zu sprechen. In Tabelle 2 sind Studien angeführt, die Referenzwerte für die Übungen Bankdrücken und Kniebeuge bei militärischen und polizeilichen Einheiten darstellen. Die im Rahmen der vorliegenden Studie erhobene Maximalkraft im Bankdrücken (1,3 ± 0,2 kg·kg⁻¹) und der Kniebeuge (1,4 ± 0,3 kg·kg⁻¹) entsprechen jenen in der Literatur beschriebenen Referenzwerten.

Zusammenfassend kann sowohl die Ausdauer- als auch die Kraftfähigkeit der Einsatzeinheiten COBRA und WEGA als entsprechend hoch bezeichnet werden, um den notwendigen körperlichen Anforderungen im täglichen Einsatz gewachsen zu sein.

¹ Offenlegung: Diese Studie wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Inneres gefördert (BMI-BH1600/0223-II/DSE/Stabsangelegenheiten/2017). Die Autoren erklären keine Interessenskonflikte.

² Danksagung: Die Autoren bedanken sich bei den Studienteilnehmern für ihren Einsatz im Rahmen der Untersuchungen sowie bei den zuständigen Leitern und Mitarbeitern der Stützpunkte für die Kooperation. Darüber hinaus möchten wir

uns bei Claus Bader, Anton Wukovits und Manfred Zöger für die Unterstützung bei der Datenerhebung bedanken.

Quellenangaben

Akima, Hiroshi et al. (1999). Early phase adaptations of muscle use and strength to isokinetic training, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31 (4), 588–594.
Bandy, William D./Hanten, William P. (1993). Changes in torque and electromyographic activity of the quadriceps fe-

moris muscles following isometric training, *Physical Therapy*, 23 (7), 455–467.
Bassett, David R./Howley, Edward T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32 (1), 70–84.
Beaver, William L. et al. (1986). A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange, *Journal of Applied Physiology*, 60 (6), 2020–2027.

- Behm, David G./Sale, Digby G. (1993). Intended rather than actual movement velocity determines the velocity-specific response, *Journal of Applied Physiology*, 74 (1), 359–368.
- Berger, Richard A. (1962). Comparison of static and dynamic strength increases, *The Research Quarterly*, 33 (3), 329–333.
- Berger, Richard A. (1963). Effects of dynamic and static training on vertical jumping ability, *The Research Quarterly*, 34 (4), 419–424.
- Boyce, Robert W. et al. (2009). Longitudinal changes in strength of police officers with gender comparisons, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (8), 2411–2418.
- Caiozzo, Vincent J. et al. (1981). Training-induced alterations of the in vivo force-velocity relationship of human muscle, *Journal of Applied Physiology*, 51 (3), 750–754.
- Carroll, Timothy J. et al. (1998). Resistance training frequency: strength and myosin heavy chain response to two and three bouts per week, *European Journal of Applied Physiology*, 78 (3), 270–275.
- Carroll, Timothy J. et al. (2001). Neural adaptations to resistance training, *Sports Medicine*, 31 (12), 829–840.
- Carroll, Timothy J. et al. (2002). The sites of neuronal adaptation by resistance training in humans, *Journal of Physiology*, 544 (2), 641–652.
- Colliander, Erland B./Tesch, Per A. (1990a). Effects of eccentric and concentric muscle actions in resistance training, *Acta Physiologica Scandinavica*, 140 (1), 31–39.
- Colliander, Erland B./Tesch, Per A. (1990b). Response to eccentric and concentric resistance training in females and males, *Acta Physiologica Scandinavica*, 141 (2), 149–156.
- Cooper, Stephen M. et al. (2005). The repeatability and criterion related validity of the 20 m multistage fitness test as a predictor of maximal oxygen uptake in active young men, *British Journal of Sports Medicine*, 39 (4), e19.
- Coyle, Edward F. et al. (1981). Specificity of power improvements through slow and fast isokinetic training, *Journal of Applied Physiology*, 51 (6), 1437–1442.
- Crawley, Amy A. et al. (2016). Physical fitness of police academy cadets: baseline characteristics and changes during a 16-week academy, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30 (5), 1416–1424.
- Ewing, John L. et al. (1990). Effects of velocity of isokinetic training on strength, power, and quadriceps muscle fibre characteristics, *European Journal of Applied Physiology*, 61 (1–2), 159–162.
- Farthing, Jonathan P./Chilibeck, Philip D. (2003a). The effect of eccentric training at different velocities on cross-education, *European Journal of Applied Physiology*, 89 (6), 570–577.
- Farthing, Jonathan P./Chilibeck, Philip D. (2003b). The effects of eccentric and concentric training at different velocities on muscle hypertrophy, *European Journal of Applied Physiology*, 89 (6), 578–586.
- Fleck, Steven J./Falkel, Jeff E. (1986). Value of resistance training for the reduction of sport injuries, *Sports Medicine*, 3 (1), 61–68.
- Garber, Carol E. (2011). Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43 (7), 1334–1359.
- Gettman, Larry R. et al. (1980). Physiological changes after 20 weeks of isotonic vs isokinetic circuit training, *Journal of Sports Medicine*, 20 (3), 265–274.
- Groeller, Herbert et al. (2015). How effective is initial military-specific training in the development of physical performance of soldiers? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29 (11), 158–162.
- Harman, Everatt A. et al. (2008). Effects of two different eight-week training programs on military physical performance, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22 (2), 524–534.
- Haskell, William L. et al. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39 (8), 1423–1434.
- Heilbronn, Brian E. et al. (2020). Effects of periodized vs. nonperiodized resistance training on army-specific fitness and skills performance, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34 (3), 738–753.
- Higbie, Elizabeth J. et al. (1996). Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neuronal activation, *Journal of Applied Physiology*, 81 (5), 2173–2181.
- Hortobagyi, Tibor et al. (1996a). Adaptive response to muscle lengthening and shortening in humans, *Journal of Applied Physiology*, 80 (3), 765–772.
- Hortobagyi, Tibor et al. (1996b). Greater initial adaptations to submaximal muscle lengthening than maximal shortening, *Journal of Applied Physiology*, 81 (4), 1677–1682.
- Jones, David A./Rutherford, Olga M. (1987). Human muscle strength training: The effects of three different regimes and the nature of the resultant changes, *Journal of Physiology* 391 (1), 1–11.
- Kaminsky, Leonard A. et al. (2015). Reference Standards for Cardiorespiratory Fitness Measured With Cardiopulmonary Exercise Testing: Data From the Fitness Registry and the Importance of Exercise

- National Database, *Mayo Clinic Proceedings*, 90 (11), 15–23.
- Kanehisa, Hiroaki/Miyashita, Mitsumasa (1983). Specificity of velocity in strength training, *European Journal of Applied Physiology*, 52 (1), 104–106.
- Kaneko, Makoto et al. (1983). Training effect of different loads on the force-velocity relationship and mechanical power output in human muscle, *Scandinavian Journal of Sports Sciences*, 5 (2), 50–55.
- Kitai, Takashima A./Sale, Digby G. (1989). Specificity of joint angle in isometric training, *European Journal of Applied Physiology*, 58 (7), 744–748.
- Knapik, Joseph J. et al. (1983). Angular specificity and test mode specificity of isometric and isokinetic strength training, *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* (2), 58–65.
- Kraemer, William J. et al. (2002). Resistance training for health and performance, *The Journal of Current Sports Medicine Reports*, 1 (3), 165–171.
- Lagestad, Pal/van den Tillaar, Roland (2014). A Comparison of training and physical performance of police students at the start and end of three-year police education, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28 (5), 1394–1400.
- Lesmes, George R. et al. (1978). Muscle strength and power changes during maximal isokinetic training, *Medicine and Science in Sports*, 10 (4), 266–269.
- Lockie, Robert G. et al. (2020). Recruit Fitness Standards From a Large Law Enforcement Agency: Between-Class Comparisons, Percentile Rankings, and Implications for Physical Training, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34 (4), 934–941.
- Lüthi, Jean M. et al. (1986). Structural changes in skeletal muscle tissue with heavy-resistance exercise, *International Journal of Sports Medicine*, 7 (3), 123–127.
- Marins, Eduardo F. et al. (2019). Characterization of the Physical Fitness of Police Officers: A Systematic Review, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33 (10), 2860–2874.
- Maupin, Danny et al. (2018). Profiling the metabolic fitness of a special operations police unit, *Journal of Occupational Health*, 60 (5), 356–360.
- O'Donovan, Gary et al. (2010). The ABC of Physical Activity for Health: a consensus statement from the British Association of Sport and Exercise Sciences, *Journal of Sports Sciences*, 28 (6), 573–91.
- Orr, Robin M. et al. (2018). Assessing differences in anthropometric and fitness characteristics between police academy cadets and incumbent officers, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32 (9), 2632–2641.
- Orr, Robin M. et al. (2020a). The Relationship between Aerobic Test Performance and Injuries in Police Recruits, *International Journal of Exercise Science*, 13 (4), 1052–1062.
- Orr, Robin M. et al. (2020b). The relationship between strength measures and task performance in specialist tactical police, *Journal of Strength and Conditioning Research*, (in press).
- O'Shea, Katie L./O'Shea, John P. (1989). Functional isometric weight training: its effects on dynamic and static strength, *Journal of Applied Sport Science Research*, 3 (2), 30–33.
- Poole, David C./Jones, Andrew M. (2017). Measurement of the maximum oxygen uptake Vo_{2max} : Vo_{2peak} is no longer acceptable, *Journal of Applied Physiology*, 122 (4), 997–1002.
- Pryor, Riana R. et al. (2012). Fitness characteristics of a suburban special weapons and tactics team, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26 (3), 752–757.
- Rasch, Philip J. et al. (1961). The effect of isometric exercise upon the strength of antagonistic muscles, *Internationale Zeitschrift für angewandte Physiologie einschließlich Arbeitsphysiologie*, 19 (1), 18–22.
- Rasch, Philip J./Pierson, William R. (1964). One position versus multiple positions in isometric exercise, *American Journal of Physical Medicine*, 43 (1), 10–12.
- Robinson, Jeremy et al. (2018). Aerobic Fitness is of Greater Importance than Strength and Power in the Load Carriage Performance of Specialist Police, *International Journal of Exercise Science*, 11 (4), 987–998.

- Robinson, Mark et al. (2016). *Low fitness, low body mass and prior injury predict injury risk during military recruit training: a prospective cohort study in the British Army*, *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 2 (1), e000100.
- Rutherford, Olga M. et al. (1986). *Strength training and power output: transference effects in the human quadriceps muscle*, *Journal of Sport Sciences*, 4 (2), 101–107.
- Rutherford, Olga M./Jones, David A. (1986). *The role of learning and coordination in strength training*, *European Journal of Applied Physiology*, 55 (1), 100–105.
- Sale, Digby G. (1988). *Neuronal adaptation to resistance training*, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20 (5), 135–145.
- Sale, Digby G./MacDougall, Danielle (1981). *Specificity in strength training – A review for the coach and athlete*, *Canadian Journal of Applied Sport Science*, 6 (2), 87–92.
- Seger, Jan Y. et al. (1998). *Specific effects of eccentric and concentric training on muscle strength and morphology in humans*, *European Journal of Applied Physiology*, 79 (1), 49–57.
- Seger, Jan Y./Thorstensson, Alf (2005). *Effects of eccentric versus concentric training on thigh muscle strength and EMG*, *International Journal of Sports Medicine*, 26 (1), 45–52.
- Shaw, Ina et al. (2016). *Review of the role of resistance training and musculoskeletal injury prevention and rehabilitation*, *Gavin Journal of Orthopedic Research and Therapy*, 16 (1), 1–5.
- Smith, Michael J./Melton, Paul (1981). *Isokinetic versus isotonic variable-resistance training*, *The American Journal of Sports Medicine*, 9 (4), 275–279.
- Solberg, Paul A. et al. (2015). *Development and implementation of a new physical training concept in the norwegian navy special operations command*, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29 (11), 204–210.
- Sporis, Goran et al. (2012). *Effects of a training program for special operations battalion on soldiers' fitness characteristics*, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26 (10), 2872–2882.
- St Clair Gibson, Alan et al. (1998). *Prediction of maximal oxygen uptake from a 20-m shuttle run as measured directly in runners and squash players*, *Journal of Sports Sciences*, 16 (4), 331–335.
- Thomas, David Q. et al. (2004). *Physical fitness profile of army ROTC cadets*, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (4), 904–907.
- Thorstensson, Alf et al. (1976). *Effect of strength training on enzyme activities and fibre characteristics in human skeletal muscle*, *Acta Physiologica Scandinavica*, 96 (3), 392–398.
- Warr, Bradley J. et al. (2013). *Influence of training frequency on fitness levels and perceived health status in deployed national guard soldiers*, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27 (2), 315–322.
- Westcott, Wayne L. (2012). *Resistance training is medicine: effects of strength training on health*, *The Journal of Current Sports Medicine Reports*, 11 (4), 165–171.
- Winett, Richard A./Carpinelli, Ralph N. (2001). *Potential health-related benefits of resistance training*, *Preventive Medicine*, 33 (5), 503–513.