

Untersuchung des biomechanischen Einflusses eines Rucksacks auf die Bewegung: IMU basierte Bewegungsanalyse in einem Hindernisparcours

Sven Krieg

Student im Studiengang Bachelor of Science Sportwissenschaft mit Profil Gesundheitsförderung
Institut für Sportwissenschaft, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät, Eberhard Karls Universität Tübingen

Einleitung und Problemstellung

Diese Bachelorarbeit entstand in Kooperation mit dem Fraunhofer IPA. Die Bewegungsfreiheit und Leistungsfähigkeit von Soldat:innen wird stark durch Ausrüstung beeinflusst. Um dies standardisiert zu evaluieren, wird von der NATO der LEAP-Parcours genutzt, der militärisch relevante Bewegungen simuliert. In einem Projekt des Fraunhofer IPA wird dieser Parcours mit Messtechnik ausgestattet, um Ausrüstung systematisch zu analysieren. Bisherige Forschung fokussierte meist Marschbelastungen, wobei komplexere Bewegungssituationen kaum untersucht wurden. Diese Arbeit führt eine Pilotstudie zur Messtechnik durch und untersucht den Einfluss eines Rucksacks auf die Bewegungsausführung.

Methode

Teilnehmende: 11 Versuchspersonen

Parcours: 7 Stationen mit unterschiedlichen Bewegungsaufgaben: u.a. Sprint, Wendigkeit, Verletztentransport, Übersteigen von Hindernissen, Balancieren, Kriechen



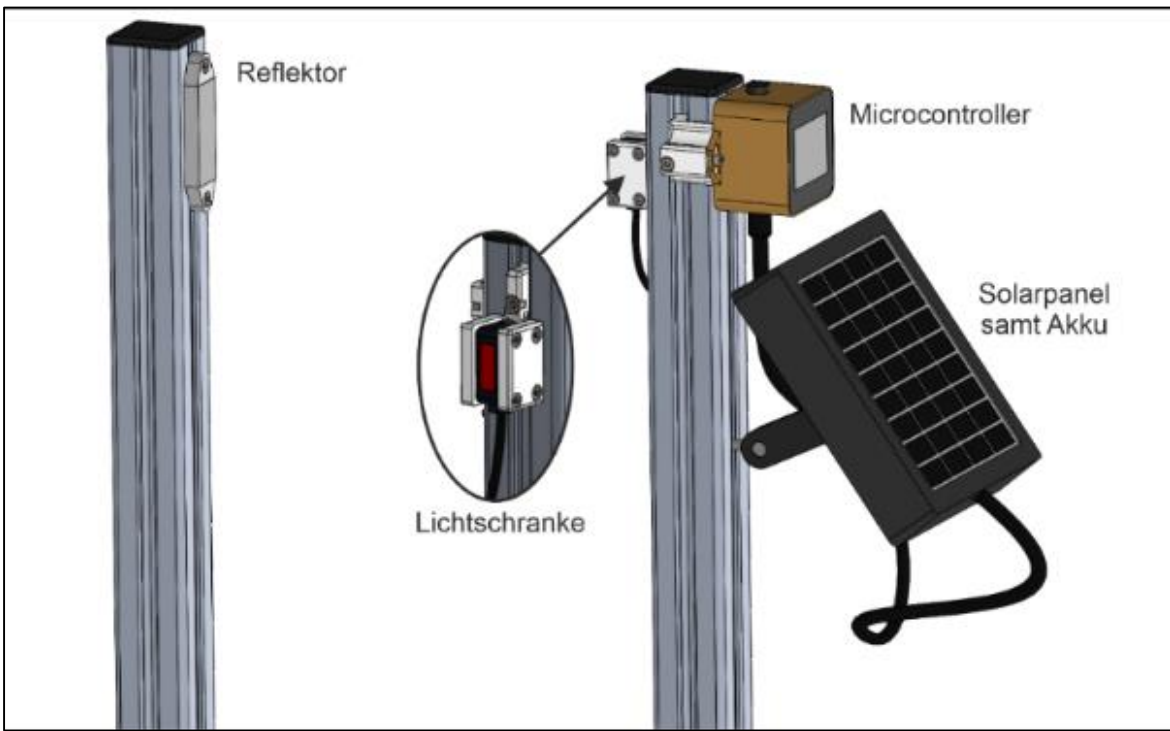
Abb. 2: Versuchsaufbau des Hindernisparcours.

Messtechnik:



Bewegungserfassung:

- Noraxon Ultium Motion
- 16 IMU-Sensoren mittels Straps am Körper fixiert



Lichtschranken zur Stations- & Zeiterfassung

Auswertungsschritte

Einlesen der Rohdaten

Berechnung biomechanischer Parameter

Statistische Analyse

Ergebnisdarstellung in Plots

Theoretischer Hintergrund: IMU Bewegungsanalyse

IMUs sind kleine Sensoren, die Beschleunigungen, Drehgeschwindigkeiten und Magnetfelder messen. Dadurch können Bewegungen des Körpers im Raum erfasst werden. Dies ermöglicht einfache, mobile und realitätsnahe Bewegungsanalysen.

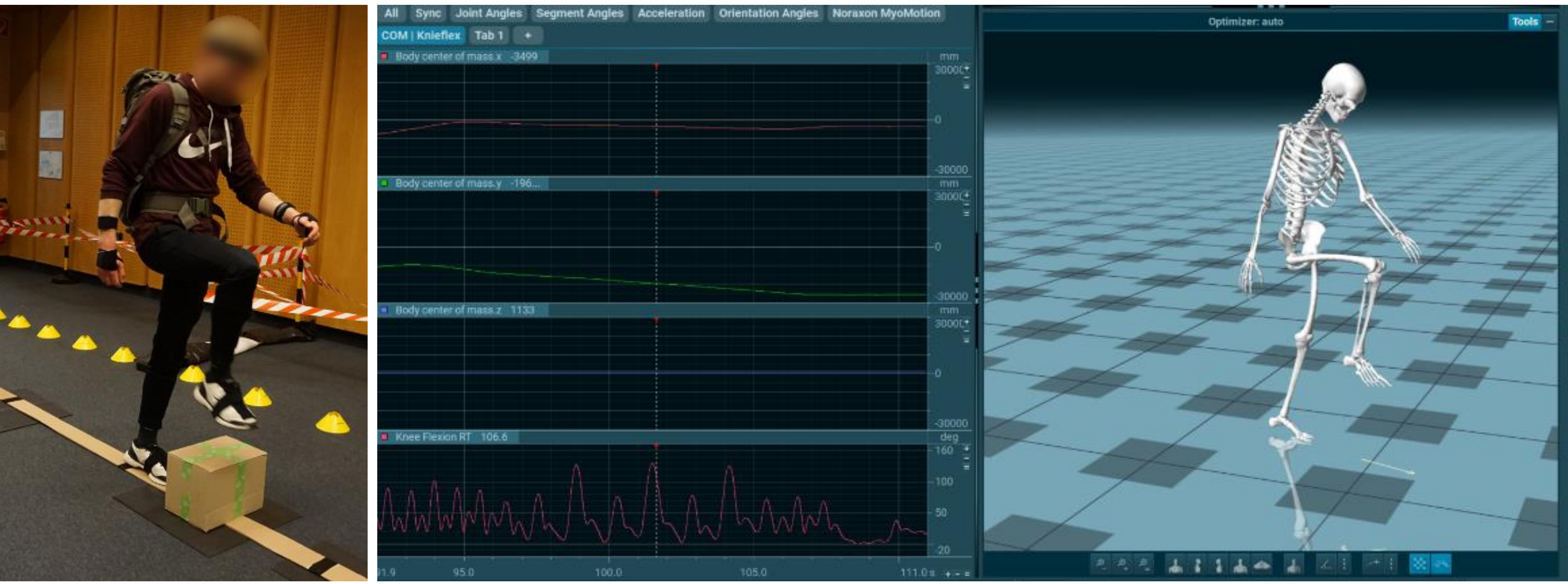


Abb. 1: Proband im Parcours und Darstellung seiner Bewegung in der Software.

Ergebnisse

Tabelle 1: Übersicht der Parameter mit signifikanter Veränderung ($p < 0.05$) und mit großer Effektgröße. $\uparrow$ = Zunahme, $\downarrow$ = Abnahme unter Rucksackbedingung.

Station	Parameter	Veränderung
Station 1: Sprint	Hinderniszeit	$\uparrow$ ($p=0.003$)
	Maximalgeschwindigkeit	$\downarrow$ ($p<0.001$)
	Stützzeit	$\uparrow$ ($p<0.001$)
	Verhältnis Stütz-/Flugzeit	$\uparrow$ ($p=0.012$)
Station 2: Agility Run	Hinderniszeit	$\uparrow$ ($p=0.021$)
Station 3: Verletztentransport	Rückenflexion	$\downarrow$ ($p=0.002$)
Station 4: Mauer	Hinderniszeit	$\uparrow$ ($p=0.027$)
Station 5: Bounding Rushes	Hinderniszeit	$\uparrow$ ($p<0.001$)
	Ablege-/Aufstehzeit	$\uparrow$ ($p=0.009$)
	Knie Flexion links	$\uparrow$ ($p=0.021$)
	Knie Flexion rechts	$\uparrow$ ($p=0.004$)
Station 6: Balancierbalken	%-Anteil im Doppelstütz	$\uparrow$ ($p=0.019$)
Station 7: Low Crawl	Hinderniszeit	$\uparrow$ ($p<0.001$)
	Kriechzeit	$\uparrow$ ($p<0.001$)

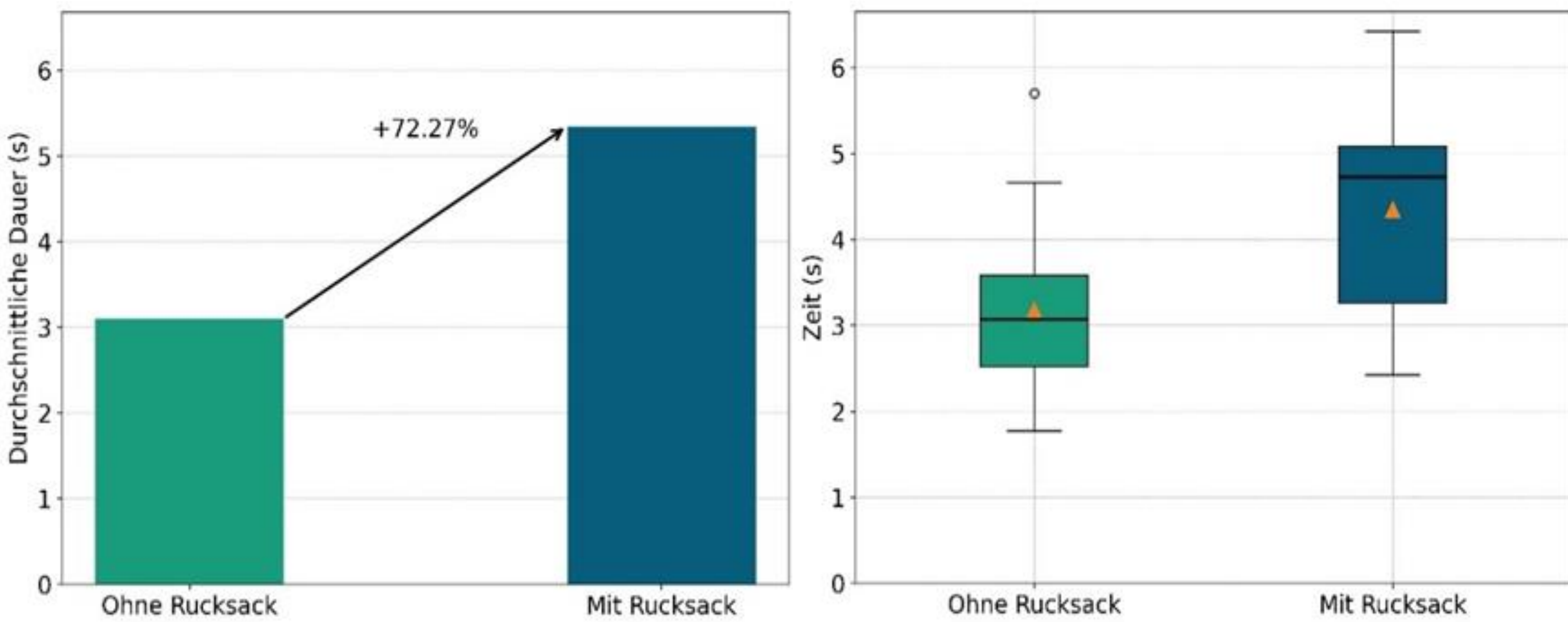


Abb. 3: Vergleich der Zeitdauer für das Ablegen und Aufstehen (in s) ohne und mit Rucksack an Station 5: Bounding Rushes. Links: Einzelergebnis von VP 07, rechts: Stichprobenverteilung ($n = 11$). Dargestellt sind Balken- bzw. Boxplots mit Mittelwert (Dreieck), Median (Querstrich), Interquartilsabstand (Box) und Ausreißern (Kreise).

Diskussion

Das Tragen des Rucksacks führte zu messbaren Veränderungen in der Bewegungsausführung. Diese äußern sich in einer geringeren Bewegungsdynamik und angepassten Strategien zur Stabilisierung unter zusätzlicher Last. Die eingesetzte IMU-Messtechnik erwies sich trotz begrenzter Stichprobengröße und vereinfachtem Parcours als geeignet zur Erfassung der Bewegungsunterschiede. Die Pilotstudie lieferte eine wertvolle Grundlage für die Optimierung zukünftiger Untersuchungen und realitätsnäherer Folgestudien.

Literatur

