

F. I. Kleindienst<sup>1</sup>  
K. J. Michel<sup>1</sup>  
J. Schwarz<sup>2</sup>  
B. Krabbe<sup>1</sup>

## Vergleich von kinematischen und kinetischen Parametern zwischen den Bewegungsformen Nordic Walking, Walking und Laufen

### *Comparison of Kinematic and Kinetic Parameters Between the Locomotion Patterns Nordic Walking, Walking and Running*

#### Zusammenfassung

Aufgrund des nachgewiesenen höheren kardiopulmonalen und kardiovaskulären Benefits und einer postulierten Reduzierung der mechanischen Belastung des Bewegungsapparates wird der Trendsportart Nordic Walking (NW) ein hohes Wachstumspotenzial bescheinigt. Die vorliegende Studie sollte überprüfen, ob biomechanische Unterschiede zwischen den Bewegungsformen NW, Walking und Laufen existieren und hieraus unterschiedliche Belastungsmuster resultieren. An der Studie nahmen 11 Probanden teil, die bereits mit der NW-Technik vertraut waren. Die kinematische Datenaufnahme erfolgte mit zwei Kamerasystemen von posterior und gleichzeitig von lateral. Synchron dazu wurden die Bodenreaktionskräfte aufgezeichnet. Die kinematischen und die kinetischen Daten zeigen Unterschiede zwischen den einzelnen Bewegungsformen. Sowohl beim NW als auch beim Walking ist die mechanische Belastung der unteren Extremitäten geringer als beim Laufen. Bei keinem der kinematischen Parameter ist ein „physiologischer Benefit“ des NW im Vergleich zum Walking zu registrieren. Zudem sind beim NW höhere vertikale und horizontale Bodenreaktionskräfte während der Landephase zu analysieren. Ausschließlich eine geringere vertikale Kraftspitze während der Abstoßphase deutet auf eine geringere mechanische Belastung beim NW im Vergleich zum Walking hin. Daher sollte überdacht werden, ob NW aufgrund seiner versprochenen „biomechanischen Vorteile“ verglichen mit Walking Übergewichtigen sowie Personen mit bestehenden Schäden an Gelenken und Sehnen der unteren Extremitäten tatsächlich zu empfehlen ist.

#### Schlüsselwörter

Nordic Walking · Walking · Laufen · Kinematik · Kinetik

#### Abstract

Based on a higher cardio-pulmonary and cardio-vascular benefit and a promised reduction of mechanical load of the musculoskeletal system Nordic Walking (NW) shows an increased market potential. The present study should investigate whether there are biomechanical differences between the locomotion patterns NW, walking and running. Moreover possible resultant load differences should be determined. Eleven subjects, who were already experienced with the NW-technique, participated in this experiment. The kinematic data were collected using two high-speed camera systems from posterior and from lateral at the same time. Simultaneously the ground reaction forces were recorded. The kinematic and the kinetic data reveal differences between the three analyzed locomotion patterns. For NW as well as walking the mechanical load of the lower extremity is lower compared to running. None of the kinematic parameters suggest a “physiological benefit” of NW compared to walking. Moreover NW shows higher vertical and horizontal forces during landing. Exclusively the lower vertical force peak during push off indicates a lower mechanical load for NW in comparison to walking. Consequently it is questionable if NW – based on its promised “biomechanical benefits” compared to walking – should be still recommended for overweight people and for people with existing musculoskeletal problems of the lower limb.

#### Key words

Nordic walking · walking · running · kinematics · kinetics

#### Institutsangaben

<sup>1</sup> adidas-Salomon AG, ait. research, Biomechanical Lab SEF, Scheinfeld

<sup>2</sup> Institut für Sportwissenschaft und Sport, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

#### Korrespondenzadresse

Dr. Frank Kleindienst · adidas-Salomon AG, ait. research, Biomechanical Lab SEF · Adi-Dassler-Straße 24 – 26 · 91443 Scheinfeld · E-mail: frank.kleindienst@adidas.de

#### Bibliografie

Sportverl Sportschad 2006; 20: 1–6 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York  
DOI 10.1055/s-2006-926592  
ISSN 0932-0555

Eine am Anfang dieses Jahres veröffentlichte GfK-Studie [6] bescheinigt der Trendsportart Nordic Walking (NW) ein hohes Wachstumspotenzial mit einem immer noch sehr stark steigenden Interessentenkreis. Laut GfK-Zahlen wuchs der NW/Walking-Schuhmarkt im ersten Quartal 2005 im Vergleich zum Vorjahr um 68% [2]. Nicht zuletzt wird dieser Trend durch eine Anzahl wissenschaftlicher Studien unterstützt, die einen höheren kardiopulmonalen und kardiovaskulären Benefit (10–30%) des Nordic Walkings im Vergleich zum Walking feststellten [3, 13, 17, 19].

Zudem wird sowohl in der populärwissenschaftlichen Literatur als auch in den Medien von einer Reduzierung der mechanischen Belastung (~30%) des Bewegungsapparates aufgrund des Stockeinsatzes beim NW gegenüber dem Walking berichtet [4, 5, 7, 12, 14, 21, 22]. Demgegenüber vertreten die Autoren von Runners World [18] die Meinung, dass es nur dann zu einer Gelenkentlastung beim NW kommt, wenn steile und vor allem unwegsame Bergabstrecken bewältigt werden. Im flachen Gelände hat das Mitführen von Stöcken keine entlastende Auswirkung auf die Gelenke an Fuß, Knie oder Hüfte [18]. Eine ähnliche Meinung vertritt auch P. Mommert-Jauch, die in einem Interview der Zeitschrift Walking special [11] die Frage, ob NW Gelenke entlastet, zwar mit ja beantwortet, jedoch unmittelbar anführt, dass dazu die Stöcke an der Körpermitte einzusetzen sind. Dann entspricht dies allerdings nicht mehr der ursprünglich typischen Nordic-Walking-Technik, sondern eher dem Gehen mit Stöcken, ähnlich dem im Gebirge [11]. In diesem Zusammenhang wird empfohlen [11, 15], – ähnlich dem normalen Walken – den Schritt nicht zu lang zu ziehen, flacher mit dem Rückfuß aufzusetzen und möglichst nicht mit gestrecktem Knie zu landen.

In der wissenschaftlichen Literatur lassen sich nur sehr wenige seriöse biomechanische Studien zum Thema NW vs. Walking finden [16]. Schwameder [20] konnte mittels der Methode der „inversen Dynamik“ nachweisen, dass es beim Bergabgehen mit Doppelstockeinsatz zu einer signifikanten Reduzierung der vertikalen Bodenreaktionskräfte, der Kniemomente (Sagittalebene) sowie Kniegelenkskräfte und somit zu einer Belastungsreduzierung von 12 bis 25% kommt. Es ist jedoch anzumerken, dass diese Reduzierung der Kniegelenksbelastung ausschließlich mit der Doppelstocktechnik und nicht mit der Diagonaltechnik nachgewiesen wurde, die in der Regel zu 90% [7] angewendet wird. In diesem Zusammenhang stellten Brunelle und Miller [1] bei einer Untersuchung mithilfe von Druckmesssohlen an 12 Probanden fest, dass die Diagonaltechnik höhere vertikale Kräfte im Fersenbereich provoziert. Auch die Resultate von Rist u. Mitarb. [16], die in ihrer Studie kinetische (Kistler® und RScan®) und kinematische Daten (Sagittalebene in 2D) erfassten, zeigen, dass aufgrund eines steileren Sohlenwinkels während des ersten Bodenkontaktes beim NW im Vergleich zum Walking (Power-Walking) die 1. vertikale Kraftspitze (Bremsphase) beim NW leicht höher ausfällt als beim Walking. Für die 2. vertikale Kraftspitze (Abstoßphase) sind jedoch beim NW ( $\bar{\delta}$  834 N) signifikant geringere Maximalkräfte im Vergleich zum Walking ( $\bar{\delta}$  869 N) zu registrieren. Aufgrund dieses biomechanischen Vorteils halten die Autoren NW verglichen mit Walking und Jogging für beispielsweise Übergewichtige sowie Personen mit bestehenden Schäden an Gelenken und Sehnen der unteren Extremitäten für geeignet. Unabhängig von dieser

Schlussfolgerung [16] kommt keine der angeführten Studien zu dem Ergebnis, dass tatsächlich der Einsatz von Stöcken bei Ausführung der Diagonaltechnik zu einer Reduzierung der mechanischen Belastung von bis zu 30% führt.

Deshalb bestand das Ziel der vorliegende Studie darin, die Frage zu beantworten, ob biomechanische Unterschiede zwischen den Bewegungsformen NW, Walking und Laufen, basierend auf kinematischen und kinetischen Parametern, in Bezug auf die unteren Extremitäten existieren und hieraus eventuell unterschiedliche Belastungsmuster zwischen den einzelnen Bewegungsformen resultieren. Möglicherweise ergeben sich hieraus spezielle Anforderungen für NW-Schuhe in Abgrenzung zu Lauf- und Walking-Schuhen.

Material und Methode

Um diese Fragestellung zu beantworten, wurde eine Laborstudie durchgeführt an der 11 Probanden (Tab. 1) teilnahmen, die bereits langjährige Erfahrung im Ausdauersport (Laufen, Trekking, MTB) nachwiesen. Bei 6 Probanden der Gesamtpersonenstichprobe handelte es sich um ausgebildete Nordic-Walking-Instruktoren.

Die kinematische Datenaufnahme erfolgte mit zwei Hochgeschwindigkeitskameranystemen (HCC) der Firma Vosskühler® aus der Frontalebene von posterior (230 Hz) und gleichzeitig aus der Sagittalebene von lateral (460 Hz). Aus der Frontalebene wurde zum Zeitpunkt  $t_0$  der  $\gamma$ -Winkel ( $\gamma_0$ ; Aufprallwinkel) aufgezeichnet. Zudem wurde der max. Eversionswinkel ( $\gamma_{max}$ ) und daraus der Path of Motion (POM;  $\gamma_0$ - $\gamma_{max}$ ) bestimmt (Abb. 1). Zudem erfolgte die Berechnung der max. Eversionsgeschwindigkeit ( $\gamma_v$ ).

Aus der Sagittalebene wurde zum Zeitpunkt  $t_0$  der Sohlenwinkel ( $\delta_0$ ) sowie die Sohlenwinkelgeschwindigkeit ( $\delta_v$ ) ausgewertet.

Synchron zur kinematischen Datenaufnahme erfasste eine Kraftmessplatte der Firma Kistler® die Bodenreaktionskräfte (1000 Hz).

Bei den vertikalen Bodenreaktionskräften ( $F_z$ ) wurden die 1. und die 2. max. Kraftspitze sowie die durchschnittliche Kraftanstiegsrate der 1. Kraftspitze bestimmt (Abb. 2). In Bezug auf die horizontalen Bodenreaktionskräfte erfolgte aufgrund der Fragestellung ausschließlich die Auswertung der horizontalen Bodenreaktionskräfte in Fortbewegungsrichtung ( $F_y$ ; anterior-posterior). Hier wa-

Tab. 1 Anthropometrische Daten und Daten zur Trainingsgestaltung

	Gesamtpersonenstichprobe (n = 11)	Frauen (n = 5)	Männer (n = 6)
Alter (Jahre)	28 ± 5	26 ± 3	29 ± 7
Körpergewicht (kg)	64 ± 9	58 ± 7	70 ± 6
Körpergröße (cm)	171 ± 6	167 ± 5	174 ± 3
Trainingsumfang (NW) (km/Woche)	20 ± 6	22 ± 2	20 ± 1
Trainingshäufigkeit (NW) (Einheiten/Woche)	2 ± 1	2 ± 0	2 ± 1
NW-Erfahrung (Jahre)	1 ± 1	0,5 ± 0,5	1,5 ± 1

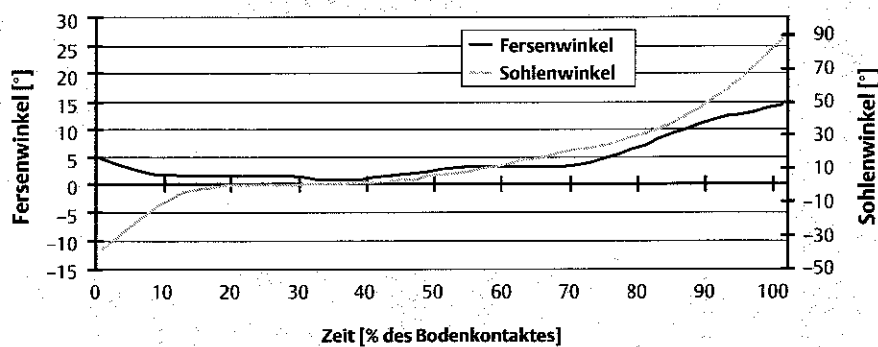


Abb. 1 Beispielgraph (NW) für den Fersenwinkel ( $\gamma$ ) aus der Frontalebene und des Sohlenwinkels ( $\delta$ ) aus der Sagittalebene.

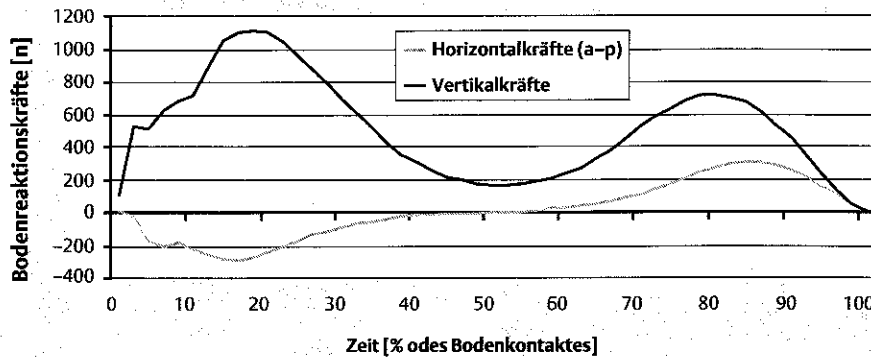


Abb. 2 Beispielgraph (NW) für die vertikale ( $F_z$ ) und horizontale ( $F_x$ ) Bodenreaktionskraft.

ren wiederum die 1. und die 2. max. Kraftspitze sowie die durchschnittliche Kraftanstiegsrate der 1. horizontalen Kraftspitze von Interesse (Abb. 2).

Die NW-Versuche wurden in der Diagonaltechnik mit Nordic-Walking-Stöcken (exel®), die der Körpergröße eines jeden einzelnen Probanden angepasst waren, durchgeführt. Jeder Proband musste in dem gleichen Schuhmodell (adidas® adistar Trail; UK 8.5) 5 gültige Versuche auf einer etwa 20 m langen Laufbahn in allen drei Bewegungsformen in der vorgegeben und durch Lichtschranken kontrollierten Geschwindigkeit in randomisierter Reihenfolge absolvieren:

- Nordic Walking (Diagonaltechnik mit Stöcken):  $2,0 \pm 0,2 \text{ ms}^{-1}$
- Walking (Diagonaltechnik ohne Stöcke):  $2,0 \pm 0,2 \text{ ms}^{-1}$
- Laufen:  $3,6 \pm 0,2 \text{ ms}^{-1}$ .

Zur Gewährleistung eines entsprechenden Armeinsatzes beim NW wurde auf Empfehlung erfahrener Nordic-Walking-Instrukto-ren eine Geschwindigkeit von  $2,0 \text{ ms}^{-1}$  gewählt. Der angegebene Geschwindigkeitsbereich für das Laufen entsprach der durchschnittlichen Geschwindigkeit von Freizeitläufern im Grundlagenausdauerbereich I (Dauerlauftempo I und II), in dem auch über 80% des Trainingsumfangs gelaufen wird [8].

Aus den 5 gültigen Versuchen pro Bewegungsform wurde der Median ermittelt und danach von allen 11 Probanden das arithmetische Mittel berechnet, welches dann wiederum für die statistische Analyse verwendet wurde. Da die Gesamtpersonenstichprobe keine Normalverteilung aufwies, kamen ausschließlich nonparametrische Testverfahren zum Einsatz. Zur Überprüfung von Signifikanzen wurden der Wilcoxon-Test und der Friedman-Test durchgeführt (Signifikanzniveau:  $p \leq 0,05$ ).

## Ergebnisse

Bei der kinematischen Datenanalyse ist festzustellen (Tab. 2), dass der Aufprallwinkel in der Frontalebene ( $\gamma_0$ ) beim Laufen im Vergleich zum NW und Walking höchst signifikant größer ausfällt (Abb. 3). Das bedeutet, dass beim NW und Walking der Fuß weniger invertiert auf den Untergrund aufsetzt als beim Laufen. Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen NW und Walking.

Bez. der max. Fußversion ( $\gamma_{\max}$ ) sind keine signifikanten Unterschiede zwischen NW versus Walking nachzuweisen (Abb. 3; Tab 2). Jedoch fällt die max. Eversion beim Laufen verglichen mit Walking signifikant geringer aus. Für den Vergleich Laufen versus NW ist ein statistischer Trend ( $p = 0,075$ ) zu registrieren. Sowohl der POM (Abb. 3) als auch die max. Eversionsgeschwindigkeit (Tab. 2) sind beim Laufen signifikant größer als beim NW/Walking. Beim Vergleich NW versus Walking sind keine signifikanten Unterschiede zu verzeichnen.

Die Analyse des Sohlenwinkels ( $\delta_0$ ) aus der Sagittalebene zeigt signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Bewegungsformen (Abb. 4; Tab. 2).

Beim NW wird der Fuß signifikant steiler als beim Walking und Laufen aufgesetzt. Dies gilt auch für Walking in Bezug auf Laufen. Aufgrund dessen ist auch die Sohlenwinkelgeschwindigkeit ( $\delta_v$ ) beim NW signifikant höher als beim Walking (Tab. 2). Die signifikant schnellere Sohlenwinkelgeschwindigkeit beim Laufen ist durch die höhere Fortbewegungsgeschwindigkeit zu erklären.

Die vertikalen Bodenreaktionskräfte (1. u. 2. Kraftspitze) sind beim Laufen signifikant höher als beim NW/Walking (Abb. 5).

Tab. 2 Kinematische und kinetische Daten der Gesamtpersonenstichprobe (total; n = 11) sowie Frauen (F, n = 5) und Männer (M; n = 6)

Parameter	Nordic Walking			Walking			Laufen		
	total	F	M	total	F	M	total	F	M
Aufprallwinkel (°)	2,6	0,6	4,2	2,8	0,7	4,6	7,5	4,9	9,2
max. Eversionswinkel (°)	-1,7	-3,0	-0,7	-1,6	-2,2	-1,0	-1,0	-1,7	-0,4
max. Eversionsgeschwindigkeit (°/s)	150	118	177	167	119	207	299	219	333
Path of Motion (°)	5,2	5,0	5,4	5,3	4,6	5,9	8,8	7,0	9,9
Sohlenwinkel (km/Woche)	35,9	35,3	36,5	31,8	29,4	33,8	23,5	23,3	23,7
max. Sohlenwinkelgeschwindigkeit (°/s)	588	643	543	529	570	494	875	938	844
Bodenkontaktzeit (ms)	604	584	620	551	537	562	238	236	239
1. max. vertikale Kraftspitze (n)	952	815	1066	904	743	1039	1194	988	1365
2. max. vertikale Kraftspitze (n)	705	641	757	768	678	843	1707	1491	1888
1. vertikale Kraftanstiegsrate (Ns <sup>-1</sup> )	8195	7305	8936	8127	6776	9253	34185	31061	36788
1. max. horizontale Kraftspitze (n)	260	249	268	213	177	242	294	254	326
2. max. horizontale Kraftspitze (n)	-239	-210	-262	-223	-180	-258	-229	-211	-243

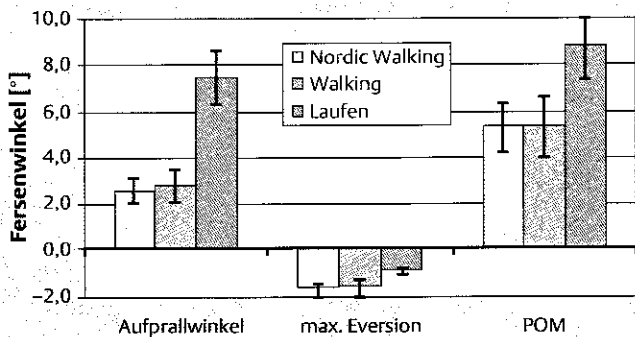


Abb. 3 Aufprallwinkel, max. Eversion und POM – Mittelwerte der einzelnen Bewegungsformen (n = 11).

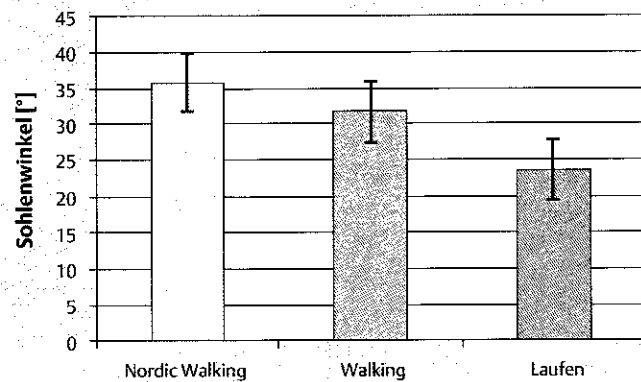


Abb. 4 Sohlenwinkel – Mittelwerte der einzelnen Bewegungsformen (n = 11).

Dies ist wiederum mit der Fortbewegungsgeschwindigkeit zu erklären und der damit zusammenhängenden Tatsache, dass beim Laufen eine „Flugphase“ existiert und beim NW/Walking ein permanenter Bodenkontakt mit zumindest einem Fuß vorliegt. Beim Vergleich NW versus Walking ist festzustellen, dass beim NW die 1. vertikale Kraftspitze (Landephase) signifikant höher und die 2. vertikale Kraftspitze (Abstoßphase) signifikant geringer als beim Walking ausfällt. Dieses Muster ist mit der unterschiedlichen kinematischen Ausprägung während der Landephase (steilerer Sohlenwinkel, 1. vertikale Kraftspitze) und dem Stockeinsatz während

der Abstoßphase (2. vertikale Kraftspitze) zu erklären. Aufgrund der höheren Fortbewegungsgeschwindigkeit fällt beim Laufen die durchschnittliche Kraftanstiegsrate bis zur 1. vertikalen Kraftspitze im Vergleich zu NW/Walking signifikant höher aus. Es sind keine signifikanten Unterschiede zwischen NW versus Walking zu registrieren (Tab. 2).

Die horizontalen Bodenreaktionskräfte in Fortbewegungsrichtung (a-p) zeigen eine signifikant höhere 1. max. Kraftspitze (Bremsphase) beim Laufen im Vergleich zu NW/Walking (Abb. 6). Auch beim Vergleich NW versus Walking ist für NW eine signifikant höhere 1. horizontale Kraftspitze zu beobachten. Dieses Muster ist erneut auf den steileren Sohlenwinkel während des Landens beim NW zurückzuführen.

Überraschenderweise lassen sich für die 2. max. Kraftspitze der horizontalen Bodenreaktionskräfte (Beschleunigungsphase) keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Bewegungsformen nachweisen (Abb. 6). Es ist ausschließlich ein statistischer Trend ( $p = 0,091$ ) dahingehend zu beobachten, dass beim NW höhere horizontale Bodenreaktionskräfte während der Beschleunigungsphase auftreten als beim Walking.

Zwar wurde aufgrund der geringen Probandenzahl keine statistische Signifikanzüberprüfung hinsichtlich geschlechtsspezifischer Unterschiede durchgeführt, jedoch weisen die Resultate auf einen deutlichen Geschlechtsdimorphismus sowohl für die kinematischen als auch für die kinetischen Daten hin (Tab. 2). Die weibliche Personenstichprobe zeigt einen stärker zentrischen Aufprallwinkel und eine höhere max. Eversion, POM und eine höhere Sohlenwinkelgeschwindigkeit. Demgegenüber lassen sich bei der männlichen Personenstichprobe eine höhere Eversionsgeschwindigkeit und generell höhere Bodenreaktionskräfte registrieren. Dieses Muster ist für jede Bewegungsform zu analysieren.

#### Diskussion

Sowohl die kinematischen als auch die kinetischen Daten zeigen Unterschiede zwischen den einzelnen Bewegungsformen, und dies nicht nur beim Laufen in Abgrenzung zum NW/Walking, son-

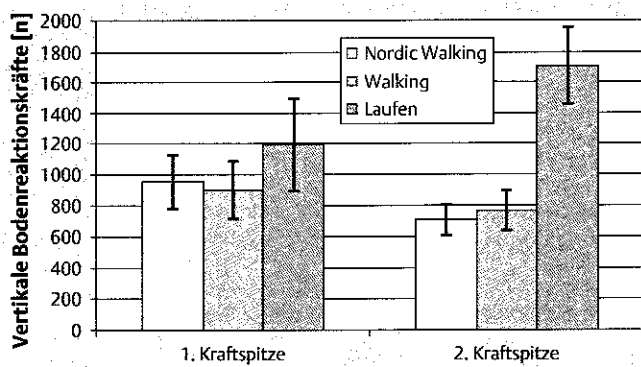


Abb. 5 Vertikale Bodenreaktionskräfte (1. und 2. max. Kraftspitze) – Mittelwerte der einzelnen Bewegungsformen (n = 11).

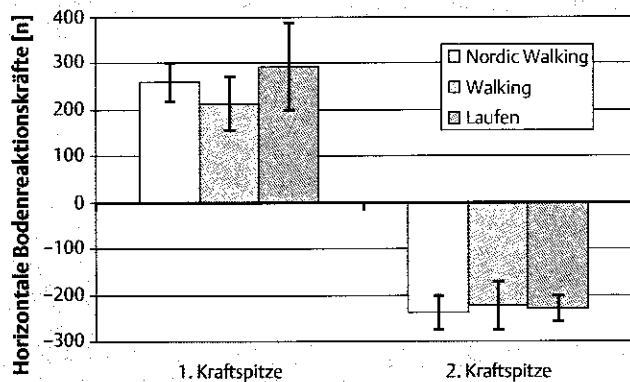


Abb. 6 Horizontale Bodenreaktionskräfte in Fortbewegungsrichtung (1. und 2. max. Kraftspitze) – Mittelwerte der einzelnen Bewegungsformen (n = 11).

dem auch zwischen NW und Walking. Sowohl beim NW als auch beim Walking ist die mechanische Belastung der unteren Extremitäten geringer als beim Laufen. Die kinematischen Parameter max. Eversionswinkel, POM und max. Eversionsgeschwindigkeit zeigen keinen „physiologischen Benefit“ des NW im Vergleich zum Walking. Ebenso wie bei Rist et al. [16] ist auch in der vorliegenden Studie ein signifikant steilerer Sohlenwinkel beim NW gegenüber dem Walking zu beobachten. Dieser signifikant steilere Sohlenwinkel beim NW führt nicht nur zu einer signifikant größeren 1. max. vertikalen Kraftspitze (Landephase) – ähnlich den Ergebnissen von Rist und Mitarbeitern [16] und den Resultaten von Brunelle und Miller [1] – sondern auch zu einer signifikant schnelleren Sohlenwinkelgeschwindigkeit und einer signifikant höheren 1. max. horizontalen Kraftspitze (Bremsphase) im Vergleich zu Walking. Dieses Muster im Zusammenhang mit einer exzentrischen Kraftentwicklung der vorderen Unterschenkelmuskulatur während der Landephase kann als Ursache für das häufig beim NW auftretende und mit „Shin-plints“ umschriebene Beschwerdemuster angesehen werden [15]. Zusammenfassend bedeutet dies, dass beim NW während der Landephase bzw. Bremsphase signifikant höhere vertikale und horizontale Bodenreaktionskräfte und eine „ungünstige“ Kinematik zu analysieren sind. Ausschließlich die signifikant geringere 2. max. vertikale Kraftspitze (Abstoßphase) deutet auf eine geringere mechanische Belastung beim NW im Vergleich zum Walking hin. Dieses Muster ist auf den Stockeinsatz zurückzuführen und wurde auch von Rist und Mitarbeitern [16] beobachtet. Jedoch verursacht der Stockeinsatz keinen „entlasten-

den Effekt“ auf die Horizontalkräfte während der Beschleunigungsphase. Es erscheint mehr als fraglich, ob ausschließlich die Reduzierung der Vertikalkräfte während der Abstoßphase zu einer generellen Reduzierung der mechanischen Belastung von bis zu 30% auf den menschlichen Bewegungsapparat – wie sie in der populärwissenschaftlichen Literatur [4, 5, 7, 12, 14, 21, 22] postuliert wird – führt. Zudem sollte nochmals überdacht werden, ob NW (in seiner ursprünglich typischen Technik) aufgrund seiner versprochenen „biomechanischen Vorteile“ im Vergleich zu Walking Übergewichtigen sowie Personen mit bestehenden Schäden an Gelenken und Sehnen der unteren Extremitäten tatsächlich zu empfehlen ist.

In Bezug auf sportartspezifisches Schuhwerk erscheint es sinnvoll, basierend auf den Studienergebnissen, nicht nur die geometrischen Dimensionen in Bezug auf die Fersenkonstruktion (Landephase;  $\gamma_0$ ,  $\gamma_v$ ,  $\delta_0$ ,  $\delta_v$ ) sportartspezifisch zu gestalten, sondern auch eine Gradierung der Dämpfungseigenschaften entsprechend der Bewegungsform zu berücksichtigen. Zudem sollte ein NW- bzw. Walking-Schuh ähnliche Stabilitätseigenschaften ( $\gamma_{max}$ ) offerieren, wie sie bei Laufschuhen zu finden sind. Aufgrund des analysierten geschlechtsspezifischen Unterschiedes werden für „Damenschuhe“ Modifikationen der Rückfußgeometrien ( $\gamma_0$ ) und der Stabilitätseigenschaften ( $\gamma_{max}$ ) empfohlen [9]. Des Weiteren sollte eine anthropometrische bzw. geschlechtsspezifische Gradierung der Dämpfungseigenschaften erfolgen [8]. Es ist anzunehmen, dass sich solche sportartspezifischen schuhtechnischen Maßnahmen verletzungsprotektiv und komfortsteigernd auswirken.

Unabhängig von diesen Empfehlungen zeigen die in dieser Studie von „außen“ analysierten Parameter, also eher beschreibende Variablen, dass der Stockeinsatz sowie die Bewegungsausführung bzw. Technik beim NW im Vergleich zum Walking in der Tat keine Gelenk schonende Funktion im Sinne einer (bis zu 30%igen) Belastungsreduzierung besitzt. Sie deuten auf das Gegenteil hin. Um diese Feststellung valide und suffizient zu verifizieren, ist es notwendig, eine Bestimmung der (tatsächlichen) Belastung im Hüft-, Knie-, Sprung- und MTP-Gelenk mittels Momentenberechnung (inverse Dynamik) durchzuführen [10]. Darüber hinaus ist es notwendig, prospektive epidemiologische Labor- und Feldstudien mit hoher Probandenzahl durchzuführen. Hier ist die Interaktion zwischen Medizinern und Biomechanikern gefragt. Nur in dieser Konstellation ist es möglich herauszufinden, wann der Einsatz von Stöcken und vor allem bei wem der Einsatz von Stöcken möglicherweise zu einer Reduzierung der Gelenkbelastung der unteren Extremitäten führt.

#### Literatur

- 1 Brunelle E, Miller MK. The effects of walking poles and ground reaction forces. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 1998; 69 (3): 30–31
- 2 Burger M. Was Sie schon immer über Walking-Schuhe wissen wollten. *Walking* 2005; 2: 40
- 3 Church TS, Earnest CP, Morss GM. Field testing of physiological responses associated with Nordic walking. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 2002; 73 (3): 296–300
- 4 Deutscher Nordic Walking Verband. Ausbildungsunterlagen zum Nordic Walking Basic Instructor. DNV, 2004
- 5 Gerig Z. Ausdauer durch sanftes Training. München: BLV, 2002

- <sup>6</sup> GfK-Studie. Sport und Mode 2005; 2: 6–7
- <sup>7</sup> Hoffmann S. Nordic-Walking – gesund und vielseitig. Orthopädie-schuhtechnik 2004; 3: 10–13
- <sup>8</sup> Kleindienst F. Gradierung funktioneller Sportschuhparameter am Laufschuh in Bezug auf eine anthropometrische Differenzierung, geschlechtsspezifische Differenzierung und geographische Differenzierung. Aachen: Shaker, 2003
- <sup>9</sup> Kleindienst F, Brüggemann GP, Krabbe B et al. Gender dimorphism in rearfoot kinematics during running. In: Koskolou M, Geladas V, Klissouras V (Hrsg). Proceedings of the 7th Annual Congress of the European College of Sport Science. Volume 2. Athens: Department of Sport Medicine and Biology of Physical Activity, Faculty of Physical Education and Sport Science, University of Athens, 2002: 628
- <sup>10</sup> Michel KJ, Kleindienst FI, Krabbe B. Development of a lower extremity model for sport shoe research. In: Syczewska M, Skalski K (Hrsg). Abstract Book of the 13th Annual Meeting of the European Society of Movement Analysis for Adults and Children WarsawThe Children's Memorial Health Institute & Faculty of Industrial Production, Warsaw University of Technology, 2004: 80
- <sup>11</sup> Mommert-Jauch P. Nordic Walking – Kritisch nachgefragt. Walking spezial 2004; 1: 44–47
- <sup>12</sup> Neureuther C. Ist Nordic Walking bei Gelenkproblemen zu empfehlen? Walking 2005; 2: 54–56
- <sup>13</sup> Porcari JP, Hendrickson TL, Walter PR et al. The physiological responses to walking with and without power poles™ on treadmill exercise. Research Quarterly for Exercise and Sport 1997; 68 (2): 161–166
- <sup>14</sup> Pramann U. Die Fitness-Revolution. Nordic Fitness 2005; 1: 28–35
- <sup>15</sup> Regelin P, Mommert-Jauch P. Nordic Walking – Aber richtig. München: BLV, 2004
- <sup>16</sup> Rist HJ, Kälin X, Hofer A. Nordic Walking – ein sportmedizinisches Konzept in Prävention und Rehabilitation. Sportorthopädie Sporttraumatologie 2004; 20: 247–250
- <sup>17</sup> Rodgers CD, Vanheest JC, Schachter CL. Energy expenditure during submaximal walking with exerstriders®. Medicine and Science in Sports & Exercise 1995; 27 (4): 607–611
- <sup>18</sup> Runners World. Stockfit – 5 Fakten zu Nordic Walking. Runners World, 2004: 10: 10
- <sup>19</sup> Schiebel F, Heitkamp HC, Thoma S et al. Nordic Walking und Walking im Vergleich. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 2003; 45 (7/8): 43, KV–093
- <sup>20</sup> Strunz U. Strunz Nordic Fitness. München: Wilhelm Heyne Verlag, 2004
- <sup>21</sup> Von Stengel S, Bartosch H. Nordic Walking – Effektives Ganzkörpertraining mit dem sanften Ausdauertraining. München: Copress Verlag, 2004
- <sup>22</sup> Schwameder H, Roithner R, Müller E et al. Knee joint forces during downhill walking with hiking poles. Journal of Sports Science 1999; 17: 969–978