

# **Gesund durch Nordic Walking - Prävention oder Mythos?<sup>a</sup>**

Dr. Thomas Jöllenbeck<sup>1</sup>, Prof. Dr. Christian Grüneberg<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Klinik Lindenplatz, Institut für Biomechanik, Bad Sassendorf

<sup>2</sup>Europa Fachhochschule Fresenius, Fachbereich Gesundheit, Studiengang Therapiewissenschaft (M.Sc.), Idstein

## **Zusammenfassung**

Nordic Walking scheint den Sprung von einer Trendsportart zu einer neuen Volkssportart geschafft zu haben. Vor allem die präventiven Effekte, die der neuen Sportart vehement zugeschrieben werden, sind verantwortlich für diese Entwicklung. Wissenschaftlich liegen jedoch erst seit kurzem fundierte Ergebnisse zu verschiedenen Aspekten von Nordic Walking vor. Der vorliegende Beitrag beleuchtet daher Nordic Walking hinsichtlich seiner präventiven Effekte aufgrund der vorliegenden Befunde. Insgesamt kann Nordic Walking bei entsprechender Technik und Intensität vielen Anforderungen einer präventiven sportlichen Aktivität gerecht werden, vor der immer noch bestehenden Vorstellung der Gelenkentlastung muss jedoch gewarnt werden.

## **Schlüsselwörter**

Prävention – Gesundheit - Nordic Walking

<sup>a</sup>Modifizierter Auszug aus dem Beitrag: Jöllenbeck, T., Grüneberg, C.: "Prävention durch Nordic Walking - Gesundheitsbezogene Effekte für Bewegungsapparat und Herz-Kreislauf-System". Sportorthopädie - Sporttraumatologie 22, 132-138 (2006)

## Vom Trend- zum Freizeitsport

Nach einer Anfang 2005 veröffentlichten Studie der Gesellschaft für Konsumforschung (GfK) betreiben in Deutschland ca. 2 Millionen Menschen die Sportart Nordic Walking mit deutlich steigender Tendenz bei 8-10 Millionen Interessierten. Zum Vergleich dazu gibt es 6,5 Millionen aktive Walker und 17 Millionen Jogger. Dabei ist Nordic Walking neben sportlichen (Wieder-) Einsteigern vor allem bei Frauen (Anteil 69%) sowie bei Personen mittleren und höheren Lebensalters besonders beliebt. Legt man Zahlen der ISPO 2005 zugrunde, scheint der Übergang von einer Trendsportart zum Freizeitsport vollzogen (1).

Entstanden ist Nordic Walking aus dem bewährten Sommertraining finnischer Langläufer, das 1997 in einem Zeitschriftenartikel des finnischen Sportstudenten Marko Kantaneva über das "Gehen mit Stöcken" als Fitnesskur für jedermann beschrieben wurde. Diese Idee wurde von der finnischen Firma Exel, die u.a. Skistöcke produziert, dankbar aufgegriffen und forciert.

## Warum gerade Nordic Walking ?

Was treibt nun so viele vormals oft inaktive Menschen zum Gang mit Stöcken? Nach GfK-Angaben tendieren inzwischen 40% der Deutschen zu der Meinung, dass diese Sportart zwar gewöhnungsbedürftig, dafür aber gut für die Gesundheit sei. Zwei Drittel der Befragten halten Nordic Walking für ein sanftes Training und es besteht ein steigendes Interesse, an entsprechenden Kursen teilzunehmen. Gründe hierfür sind die vor allem von Industrie und Nordic-Walking-Verbänden propagierten und von populärwissenschaftlichen und kommerziellen Medien verbreiteten positiven Effekte, mit denen Nordic Walking assoziiert wird.

Demnach kann durch Nordic Walking

- ein erhöhter Kalorienverbrauch
- eine Kräftigung der gesamten Haltemuskulatur
- eine Aufrichtung des Oberkörpers
- eine Verbesserung der aeroben Ausdauer
- eine 30%-ige Entlastung der unteren Extremitäten

bewirkt werden.

Dem Trend zum Gesundheitssport haben sich neben Tourismus-, Gesundheits- und Wellnesszentren auch Rehakliniken und Physiotherapiepraxen angeschlossen und bieten regelmäßig Nordic Walking Kurse und Treffs an. Auch viele Krankenkassen haben in der Zwischenzeit entweder eigene Nordic Walking Kurse im Angebot oder unterstützen ihre Mitglieder finanziell beim Besuch entsprechender Kurse. Zudem propagieren unterschiedliche Allgemeinmediziner sowie u.a. orthopädische Fachkreise die Empfehlung, Nordic Walking als gelenkschonende Sportart bei vorliegenden Beschwerden im Bereich Knie oder Hüfte zu betreiben. Somit deutet einiges darauf hin, dass Nordic Walking nicht nur Freizeitsport ist, sondern sich darüber hinaus auf dem Weg zu einer präventiven Volkssportart befindet.

Der rasanten Entwicklung des Nordic Walking mangelt es jedoch daran, dass erst wenige wissenschaftliche Beiträge vorliegen, die die propagierten Meinungen zum präventiven Charakter von Nordic Walking auf ihren Wahrheitsgehalt hin überprüft haben. Daher wird in der Folge versucht, die Frage nach Möglichkeiten der Prävention durch Nordic Walking anhand vorliegender Studien zu beantworten.

### **Verbesserung von Ausdauer und Kraft**

Der Gesundheitsförderung kommt vor dem Hintergrund steigender Kosten im Gesundheitswesen eine besondere gesundheitspolitische Bedeutung zu. Es kann als gesichert gelten, dass körperliche Aktivität positive Effekte zur Prävention von Krankheiten aufweist und somit wesentliches Element der Gesundheitsförderung ist. In Zeiten des metabolischen Syndroms schon im Jugend- und jungen Erwachsenenalter kann Adipositas, Hypertonie und Diabetes mellitus Typ II mit körperlicher Aktivität wirksam vorgebeugt bzw. begegnet werden (7).

Ausdauerbelastungen - zu denen Nordic Walking gehört - sind mit erhöhtem Kalorienverbrauch verbunden. Sie führen zu positiven Anpassungen wie Gewichtsreduktion und moderater Absenkung des Blutdruckes. Wesentliche Elemente der Ausdauerbelastung sind Intensität, Dauer und Häufigkeit der sportlichen Betätigung. Bei Diabetes mellitus Typ II wird zudem Kraftausdauertraining zur Verminderung der muskulären Insulinresistenz empfohlen (7). Nach Schlömmer (25) ist Nordic Walking als ein effektives Krafttraining für die wirbelsäulennahe Muskulatur anzusehen, ebenso für Rumpf- und Armmuskulatur. Der Effekt sei vergleichbar mit den Anpassungen im klassischen Skilanglauf. Nordic Walking könnte über diesen Wirkungsmechanismus wegen der Beteiligung großer Teile der Muskulatur auch für Personen mit Diabetes mellitus Typ II sinnvoll sein. Trotz allem Optimismus - die Hypothesen müssen in nächster Zeit durch wissenschaftliche Untersuchungen abgesichert oder widerlegt werden.

### **Intensität und Energieverbrauch**

Studien zu physiologischen Belastungsparametern zeigen beim Nordic Walking im Vergleich zum Walking eine erhöhte Sauerstoffaufnahme, erhöhten Kalorienverbrauch sowie eine erhöhte Herzfrequenz (5, 12, 19, 24). Insgesamt liegen alle untersuchten Intensitäten beim Nordic Walking über der vom *American College of Sports Medicine* (ACSM, 1995) (3) empfohlenen minimalen Intensität von 60% HF<sub>max</sub> (max. Herzfrequenz), die als notwendig erachtet wird, um kardio-pulmonale Anpassungen zu erzielen. Beim Walking hingegen liegen die Intensitäten von einer Ausnahme abgesehen unter dieser Schwelle. Trotz der höheren Intensität wird Nordic Walking von den Teilnehmern jedoch nicht (5) oder nur wenig (21) anstrengender empfunden als Walking. Zusammenfassend scheint somit bei gleicher Geschwindigkeit nur Nordic Walking kardio-pulmonale Anpassungseffekte zu ermöglichen und ist in dieser Hinsicht dem Walking überlegen.

Hinsichtlich des Energieverbrauchs wird in vielen anglo-amerikanischen Studien die körperliche Aktivität durch das metabolische Äquivalent (MET, metabolic equivalent)

ausgedrückt (2), d.h. durch das Verhältnis von metabolischer Arbeitsrate zu metabolischer Ruherate. 1 MET als Basis entspricht dem Energieverbrauch eines Erwachsenen beim ruhigen Sitzen (1 MET = 3,5 ml//kg/min).

Laufen mit einer Geschwindigkeit von 9,66 km/h (6 mph) entspricht einer schweren körperlichen Intensität von 10 MET, Walking (Hiking, cross country) einer Intensität von 6 MET(2). Eine Studie (19) konnte bei Nordic Walking bei einer Geschwindigkeit von 6,5 km/h einen Energieverbrauch von 7,7 MET bei Männern oder 6,3 MET bei Frauen ermitteln, entsprechend einer schweren körperlichen Aktivität. Eine andere Studie (4) konnte bei geringerer Geschwindigkeit (5,8 km/h) beim Nordic Walking lediglich eine moderate körperliche Aktivität ermitteln (zwischen 3,7 und 4,3 MET).

Insgesamt zeigt Nordic Walking gegenüber Walking einen deutlich höheren Energieumsatz. Die Intensität findet sich je nach Geschwindigkeit im Bereich moderater bis schwerer körperlichen Aktivität.

Bei diesen Ergebnissen muss jedoch beachtet werden, dass die in den angeführten Studien untersuchten Ganggeschwindigkeiten von 5,8 km/h bzw. 6,5 km/h recht hoch sind und durch den gewöhnlichen Nordic Walker kaum erreicht werden. Somit dürften die Effekte in der Realität auch deutlich niedriger ausfallen.

### **Dosis-Wirkungs-Verhältnis ist entscheidend**

Für präventive Effekte scheint neben der Intensität vor allem die Dauer und Häufigkeit der körperlichen Aktivität bedeutsam zu sein (Dosis-Wirkungs-Verhältnis, 7, 18).

Pfaffenberger (18) sieht bei einem zusätzlichen Kalorienverbrauch von 2000 kcal/Woche eine Grenze erreicht, oberhalb derer kein weiterer Nutzen für die Inzidenz von Herz-Kreislauf-Erkrankungen mehr erkennen ist.

Diese Grenze stellt laut Dickhuth et al. (2007) den Übergang zwischen einem moderaten und einem hohen Aktivitäts- oder Fitnessstatus dar (7). Der Benefit für das Herz-Kreislauf-System scheint jedoch aufgrund des nicht-linearen Zusammenhangs zwischen Energie(mehr)verbrauch und Gesundheitseffekten schon bei wesentlich geringeren Aktivitätsgraden mit einem Kalorienmehrverbrauch von ca. 1000 kcal/Woche hoch zu sein (7).

Aus präventiver Sicht müsste demnach ein Nordic Walker für einen kalorisch günstigen Mehrverbrauch von 1000 kcal/Woche je nach Geschwindigkeit (5,8 bis 6,5 km/h, 5, 19) zwischen 120 und 190 Min/Woche, bei angestrebten 2000 kcal zwischen 4 und 6,5 Std./Woche aktiv sein, bei niedrigeren Geschwindigkeiten entsprechend mehr. Zum Vergleich gaben die erfahrenen Nordic Walker mittleren Alters (51 J.) einer Feldstudie (13) an, verteilt auf 2-3 Trainingstermine rund 3 Std/Woche Nordic Walking verteilt auf 2-3 Trainingstermine zu betreiben. Dies würde einer moderaten Aktivität mit einem geschätzten Kalorien(mehr)verbrauch von ca. 1250-1500 kcal/Woche entsprechen.

## **Nordic Walking und Gelenkbelastung**

Ein häufiges orthopädisches Beschwerdebild mit fortschreitendem Alter sind arthrotische Veränderungen in den Hüft-, Knie- und Sprunggelenken. Gelenkschonende Sportarten oder Bewegungsvarianten wie Nordic Walking sind geeignet, eine Fortsetzung bzw. Wiederaufnahme der sportlichen Aktivität zu ermöglichen.

Weit verbreitet ist die Meinung, dass sich beim Nordic Walking durch den Einsatz von Stöcken eine 30%-ige Entlastung der unteren Extremitäten ermöglichen lässt (8, 23). Wissenschaftliche Studien können diese Behauptung nicht stützen. Lediglich Schwameder (26) konnte beim *Bergabgehen mit steilem Gefälle von 25°* beim Doppelstockeinsatz eine Reduzierung der Vertikalkräfte unter dem Fuß von 8-15% aufzeigen.

In der Zwischenzeit wurden viele Untersuchungen zum Nordic Walking und zur propagierten Gelenkentlastung durchgeführt. Durch Nordic Walking konnte z.B. gegenüber Walking keine Entlastung der Gelenke der unteren Extremitäten festgestellt werden, weder im Labor (11, 15, 16, 21, 27) noch im Feld (10, 13, 14, 25). Allen Studien gemein ist, dass das erste Kraftmaximum beim Nordic Walking (siehe Abbildung 1a, 1) sogar etwas höher ausfällt als beim Walking. Für das zweite vertikale Kraftmaximum werden höhere Kräfte, (11) keine Unterschiede (13, 14) oder etwas geringere Kräfte beim Nordic Walking berichtet (10, 16, 21, 25). Die höheren Bodenreaktionskräfte beim Fußaufsatz werden mit dem steileren Aufsatzwinkel bedingt durch die etwas größere Schrittlänge beim Nordic Walking begründet (11, 15, 16, 21). Damit verbunden sind eine stärkere Pronation und Pronationsgeschwindigkeit beim Fußaufsatz, die insgesamt zu einer höheren Belastung des Bewegungsapparates führen (11). Mittels biomechanischer Modelle konnte gezeigt werden, dass die mechanische Belastung im Kniegelenk in der Landephase höher ist als beim Walking (15).

Bei einer Untersuchung der Belastungsgrößen beim Nordic Walking im Vergleich zum Laufen bei gleicher Geschwindigkeit (9) konnte gezeigt werden, dass die Vertikalkräfte beim Nordic Walking etwa 30% und die Kraftanstiegsraten sogar um mehr als 50% geringer sind als beim Joggen (9). Angesichts der gegenüber Jogging reduzierten Gelenkbelastungen kann Nordic Walking bei überlastungsbedingten Beschwerden des Bewegungsapparates für Jogger durchaus eine empfehlenswerte Alternative darstellen.

## **Bedeutung der Stöcke beim Nordic Walking**

Die Entlastung durch die Stöcke beim Nordic Walking wird in Ihrer Wirkung insgesamt erheblich überschätzt. Die teilweise etwas geringeren Bodenreaktionskräfte beim Abdruck werden dem Vorschub durch die Stöcke zugeschrieben. So betragen die Stockkräfte im Maximum 80-110 N (25) und im Mittel bei insgesamt 20.000 analysierten Schritten lediglich 46 N in Richtung der Stockachse, 37 N in vertikaler Richtung bei einem Aufsatzwinkel von 34° und 26 N in horizontaler Richtung (13, siehe auch Abbildung 1). Verschiedene Untergründe wie Asphalt oder Feldweg sowie leichte Steigung oder leichtes Gefälle führten zu nahezu gleichen Ergebnissen (13). Im Vergleich dazu lagen die vertikalen Bodenreaktionskräfte im Mittel beim Fußaufsatz wie beim Fußabdruck bei rd. 1000 N.



Während die Bedeutung des Stockeinsatzes in seiner entlastenden Wirkung falsch eingeschätzt wird, bleibt aber zu vermuten, dass gerade bei unsicheren oder übergewichtigen Personen die Stöcke einen wesentlichen Beitrag zur **Gangsicherheit** und zum **Gleichgewicht** leisten können. Ferner beschreiben praktizierende Nordic Walker die Bewegungsform als angenehm und motivierend.

Aus der Praxis wird immer wieder von Beschwerden im Bereich der Armgelenke und der Schulter berichtet, die durch den Stockeinsatz beim Nordic Walking verursacht sind. Hier scheint die Vorbereitung der Arm-Schultermuskulatur und der Schulung der Technik mit angemessener Dosierung der Stockkräfte eine besondere Bedeutung zuzukommen.

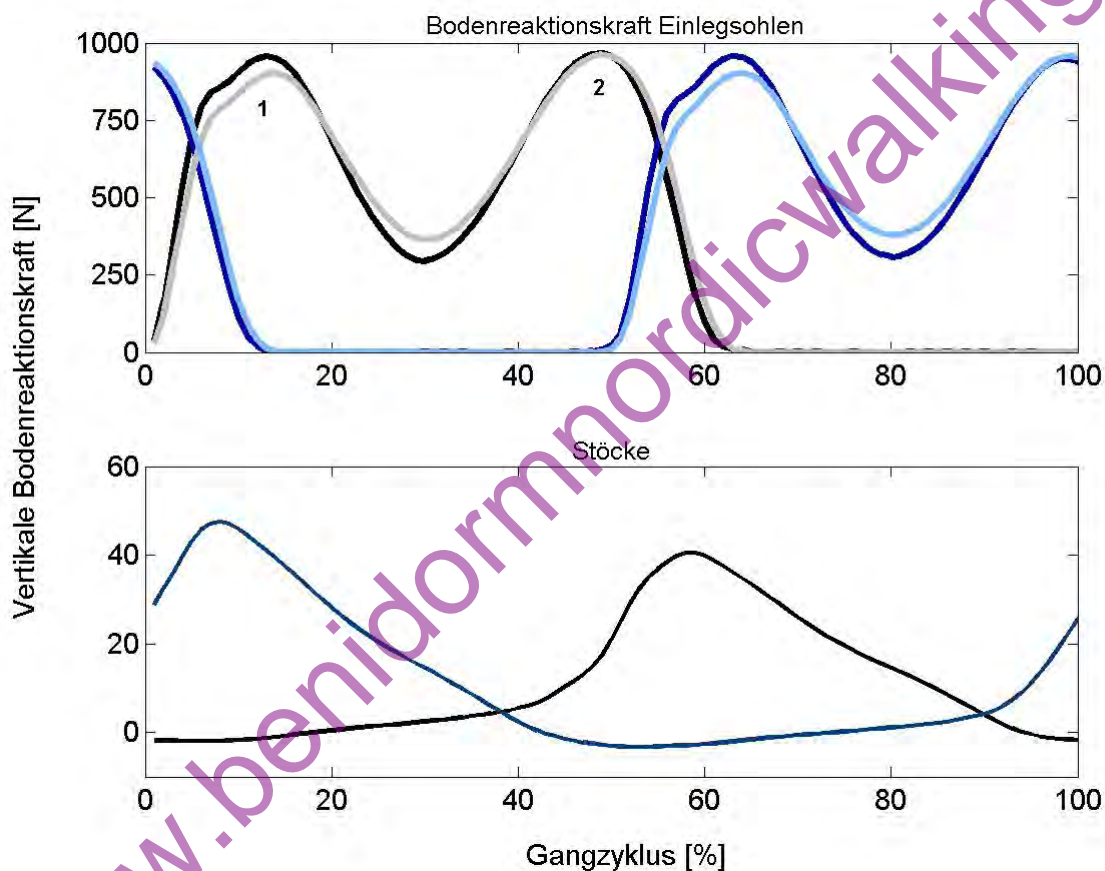


Abbildung 1a (oben): Durchschnittliche Bodenreaktionskraft ( $n=20$ ), die während einer Feldstudie (13) mit Einlegesohlen bei Nordic Walking (schwarz rechter Fuß, dunkelblau linker Fuß) und Walking (grau rechter Fuß, hellblau linker Fuß) in Bezug auf den Gangzyklus gemessen worden ist. Das 1. Kraftmaximum (Nummer 1) ist bei Nordic Walker höher, das zweite Kraftmaximum (Nummer 2) nahezu gleich. Abbildung 1b (unten): Gesamtkraft längs der Stockachse, die während Nordic Walking im linken Stock (blau gepunktet) und im rechten Stock (schwarz gepunktet) in einer Feldstudie (13) gemessen worden ist.

## Fazit

Wenn von lediglich 27-30% der deutschen Bevölkerung eine sportliche Aktivität von 1 Std./Woche oder mehr angegeben wird, so lässt dies noch ein großes Potential für die Gesundheitsförderung und Prävention von Erkrankungen erkennen (7). Demnach gilt es für eine effektive Prävention, neben der Definition von Risikogruppen vor allem geeignete Formen der körperlichen Aktivität zu finden und die dazu erforderlichen Strukturen zu schaffen (4). In dieser Hinsicht scheint Nordic Walking eine geeignete Sportart zu sein. Insbesondere die Tatsache, dass sich vormals wenig oder nicht aktive Personen nun sportlich bewegen, ist positiv zu werten.

Nordic Walking kann ohne besonderen Aufwand, man braucht lediglich Stöcke, jederzeit, an jedem Ort und bei jedem Wetter, nahezu unabhängig von Untergrund und Geländeform, allein oder in der Gruppe und in beliebiger Dauer betrieben werden.

Vorausgesetzt, Nordic Walking wird mit entsprechender Intensität und Häufigkeit betrieben, sind positive Effekte für das Herz-Kreislauf-System ebenso wie bei Adipositas, Hypertonie, Osteoporose oder Diabetes mellitus Typ II zu erwarten. Auch eine Verminderung des Risikos für einige maligne Tumorerkrankungen durch die sportliche Aktivität allgemein scheint möglich. Ebenso positiv ist die Einbeziehung großer Teile der Muskulatur bedingt durch den Stockeinsatz beim Nordic Walking zu bewerten. Insbesondere die damit verbundene höhere Intensität bei gleicher Geschwindigkeit und Belastungsempfindung verschafft Nordic Walking gegenüber dem Walking Vorteile.

Von einer generellen Empfehlung von Nordic Walking als einer gelenkschonenden Bewegung muss jedoch gewarnt werden. Nordic Walking ist schneller und dynamischer als Spaziergehen und damit ebenso wie Walking mit höheren Gelenkbelastungen verbunden. Insbesondere die Kniegelenksbelastung ist höher als beim Walking. Und auch die Stockkräfte bedürfen hinsichtlich der Dosierung und der Technik einer besonderen Beachtung, damit Beschwerden und Folgeschäden in Schulter- und Armgelenken vermieden werden. Daher ist der Besuch eines Nordic Walking Kurses empfehlenswert, soweit sich die Instruktoren auf dem aktuellen Wissensstand befinden. Auch wenn die propagierte Gelenkentlastung gegenüber dem Walking nicht gegeben ist, so bietet Nordic Walking doch für Jogger mit Belastungsproblemen eine vergleichsweise gelenkschonende Alternative im gewohnten Bewegungsumfeld.

## Literaturverzeichnis

- 1 Burger, R., Grüneberg, C. (2007): Nordic Walking - Gesundheitssport? In: Freiwald, J., Jöllenbeck, T., Olivier, N. (Hrsg.): Prävention und Rehabilitation. Sportverlag Strauß, Köln, 379-384.
- 2 Ainsworth, B.E., Haskell, W.L., Leon, A.S., Jacobs, D.R., Montoye, H.J., Sallis, J.F., Pfaffenberger, R.S. (1993): Compendium of Physical Activities: Classification of energy cost of human physical activities. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25, 1, 71-80
- 3 American College of Sports Medicine (1995): Guidelines for graded exercise testing and prescription, 5. Auflage, Philadelphia
- 4 Berg, A., Deibert, P., Berg, A. Jr, König, D., Dickhuth H.H. (2004): Current views on the importance of physical activity. *Münchener Medizinische Wochenzeitschrift, Fortschritte der Med*, 146, 27-30
- 5 Church T.S., Earnest C.P., Morss G.M. (2002): *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 73 (3), 296-300
- 6 Deutscher Nordic Walking/Blading Verband (2005): „Was ist Nordic Walking?“ In: <http://www.nordicfitnessworld.info>
- 7 Dickhuth, H.H., Berg, A., Schmid, K., Röcker, K., König, D. (2007): Prävention durch körperliche Aktivität - was ist gesichert? In: Freiwald, J., Jöllenbeck, T., Olivier, N. (Hrsg.): Prävention und Rehabilitation. Sportverlag Strauß, Köln, 9-19.
- 8 Geyer (2005): Mit Stockeinsatz zum Ziel. *physiopraxis*, 4, 36-38
- 9 Hagen, M., Hennig, E.M., Stieldorf, P. (2006): Belastungsgrößen beim Nordic Walking im Vergleich zum Laufen. In: E-Journal Bewegung und Training, Supplement: Prävention und Rehabilitation, Biomechanik, Sportmotorik, Trainingswissenschaft: Bad Sassendorf, 2006
- 10 Hartmann, M., Schwirtz, A., Schlömmer, E. (2007): Gelenkentlastung durch Nordic Walking? Wie stellen sich die versprochenen Effekte aus der Sicht der Biomechanik dar. In: Freiwald, J., Jöllenbeck, T., Olivier, N. (Hrsg.): Prävention und Rehabilitation. Schriften des BISP, Sportverlag Strauß, 407-413.
- 11 Hennig, E.M., Hagen, M., Stieldorf, P. (2007): Nordic Walking versus Walking - eine biomechanische Belastungsanalyse. In: Freiwald, J., Jöllenbeck, T., Olivier, N. (Hrsg.): Prävention und Rehabilitation. Schriften des BISP, Sportverlag Strauß, 393-398.
- 12 Höltke, V., Steuer, M., Jöns, H., Krakor, S., Steinacker, T., & Jakob, E. (2005): Walking vs. Nordic-Walking II - Belastungsparameter im Vergleich. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56, 7/8, 243.
- 13 Jöllenbeck, T., Leyser, D., Grüneberg, C., Mull, M., Classen, C. (2007): Nordic Walking - Eine Feldstudie über den Mythos Gelenkentlastung. In: Freiwald, J., Jöllenbeck, T., Olivier, N. (Hrsg.): Prävention und Rehabilitation. Sportverlag Strauß, Köln, 399-405.



- 14 Jöllenbeck, T., Leyser, D., Grüneberg, C. (2006): Nordic walking - A field study of biomechanical loading of the lower extremities. *Isokinetics and Exercise Science* 14, 2, 127
- 15 Kleindienst, F., Steif, F., Wedel, F., Campe, S., Krabbe, B. (2006): Bestimmung der Gelenkbelastung der unteren Extremitäten mittels inverser Dynamik beim Nordic Walking und Walking, *Sportorthopädie – Sporttraumatologie*, 22, 2, 107-108
- 16 Kleindienst, F.I., Michel, K.J., Schwarz, J., Krabbe, B. (2006): Vergleich von kinematischen und kinetischen Parametern zwischen den Bewegungsformen Nordic Walking, Walking und Laufen, *Sportverletzung – Sportschaden*, 20, 25-30
- 17 Löllgen H (2003): Primärprävention kardialer Erkrankungen. *Deutsches Ärzteblatt* 15, 987-999
- 18 Paffenberger, R.S., Hyde, R.T., Wing, A.L., Hsieh, C.C. (1984): Physical activity, all cause mortality, and longevity of college alumni. *New England Journal of Medicine* 314, 605-613
- 19 Porcari, J.P., Hendrickson, T.L., Walter, P.R., Terry, L., & Walsko, G. (1997): The physiological response to walking with and without power poles on treadmill exercise. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 68 (2), 161–166.
- 20 Pusch, H. (2005): Nordic Walking als Osteoporosetherapie – erste Resultate. In: *Kongressband zum 3. Internationalen Nordic Walking Kongress*, Bad Tatzmannsdorf
- 21 Rist, H.J., Kälin, X., Hofer, A. (2004): Nordic Walking – ein sportmedizinisches Konzept in Prävention und Rehabilitation. *Sportorthopädie – Sporttraumatologie*, 20, 247-250
- 22 Samitz, G. & Baron, R. (2002): Epidemiologie der körperlichen Aktivität. In Samitz, G. & Mensink, G. (Hrsg.). *Körperliche Aktivität in Prävention und Therapie*. München: Hans Marseille Verlag, 11-31.
- 23 SAZ College: Exel Produktschulung (2000). <http://www.nordicwalking.com>
- 24 Schiebl, F., Heitkamp, H., Thoma, S., Hipp, A., & Horstmann, T. (2003). Nordic Walking und Walking im Vergleich. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 54, 7/8, 43
- 25 Schlömmner, E. (2005): Plantare Druckverteilung und auftretende Stockkräfte bei erfahrenen Nordic Walkern. *Diplomarbeit TU München*
- 26 Schwameder, H., Roithner, R., Müller, E., Niesen, W., Raschner, C. (1999): Knee joint forces during downhill walking with hiking poles. *Journal of Sports Sciences*, 17, 969-978
- 27 Willson, J., Torry, M.R., Decker, M.J., Kernozek, T., Steadman, J.R. (2001): Effects of walking poles on lower extremity gait mechanics. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1, 142-147.

## **Autoren**

Priv. Doz. Dr. Thomas Jöllenbeck

Klinik Lindenplatz

Institut für Biomechanik

Weslarner Straße 29

D-59505 Bad Sassendorf

Tel.: +49 2921 501 3414

Fax: +49 2921 501 4310

Email: [Thomas.Joellenbeck@Saline.de](mailto:Thomas.Joellenbeck@Saline.de)

<http://www.badsassendorf.de/generator.aspx/templateId=renderPage/id=4542.html>

## **(Korrespondenzadresse)**

Prof. Dr. Christian Grüneberg

Professor für Physiotherapie und Therapiewissenschaft

Europa Fachhochschule Fresenius

Fachbereich Gesundheit

Studiengang Therapiewissenschaft (M.Sc.)

Limburger Straße 2

D-65510 Idstein

Tel.: +49 6126 935236

Fax.: 49 6126 935210

Email: [grueneberg@fh-fresenius.de](mailto:grueneberg@fh-fresenius.de)

Web: <http://www.fh-fresenius.de>