

The background of the entire page is a grid of 20 thermal imaging photographs of human feet. The images are arranged in a 5x4 grid. Each image shows the bottom of a foot or the lower legs and feet, with colors ranging from dark blue (cooler) to bright yellow and red (warmer). The feet are shown in various positions, some standing on a platform, some with feet together, and some wearing different types of shoes like sneakers and dress shoes. The overall effect is a scientific and technical representation of foot temperature and pressure distribution.

VERNÜNFTIG STEHEN

Verbesserung des Stehkomforts der Mitarbeiter

Von Professor Redha Tair
Professor in Biomechanik,
Ergonomie und Klinische Forschung an der Universität von Reims Champagne Ardenne, Frankreich
www.redha-tair.com

NO TRAK[®]

Inhaltsverzeichnis

- 1. Zweck der Forschung**
- 2. Methodik der Forschung**
- 3. Wie wir stehen: Druck auf den Fuß**
- 4. Das Testverfahren**
- 5. Die Ergebnisse**
- 6. Aussagen & Schlussfolgerungen**
- 7. Hinweise an den stehenden Arbeiter**
- 8. Über den Autor: Professor Redha Taiar**



VERNÜNFTIG STEHEN

Verbesserung des Stehkomforts der Mitarbeiter

Von Professor Redha Tair

Professor in Biomechanik,

Ergonomie und Klinische Forschung an der Universität von Reims Champagne Ardenne, Frankreich

www.redha-tair.com

Das Ziel der Forschung, die wir durchführen, ist es, den Stehkomfort der Mitarbeiter in der Arbeit zu verbessern durch die Untersuchung der ergonomischen Gestensteuerung und durch die Verringerung der Belastung auf die Gelenkebene in realen experimentellen Situationen.

Die Untersuchung der aufrechten Position des menschlichen Körpers, der Stabilität des Körpers und seiner Ergonomie während der Arbeit, die Abstimmung der verschiedenen Segmente, um die Körper-Balance beizubehalten und um die Zahl der Muskel-Skelett-Erkrankungen zu begrenzen, sind

die hervozuhebenden Hauptelemente, die das Leben der Mitarbeiter (am Arbeitsplatz) verbessern.

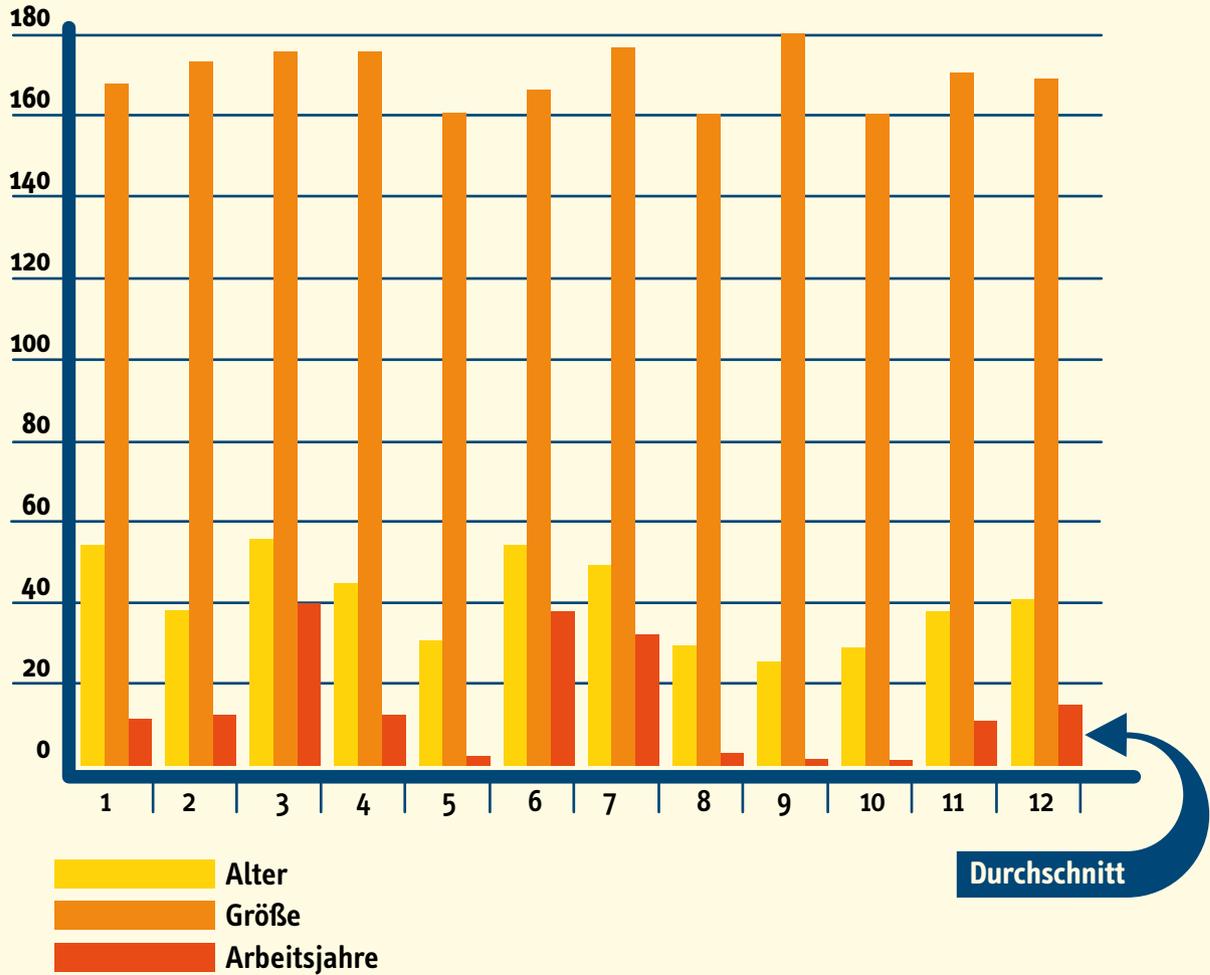
Die Schwierigkeiten, die von Benutzern angegeben wurden, haben eine große Bedeutung für Unternehmen, die ein hohes Arbeitsergebnis erzielen möchten.

Basierend auf der Optimierung von neuen Materialien, besteht das Projekt darin, Prototypen zu entwickeln, die dazu bestimmt sind, die Ergonomie am Arbeitsplatz zu verbessern und den Komfort zu optimieren (neue Anti-Ermüdungsmatten).

Forschungsmethodik

1. Testpersonen
2. Zeitraum der Untersuchung
3. Ausstattung der Untersuchung
4. Benutzte Skala: Borg-Skala

Die Population der Studie zählt 10 männliche und 10 weibliche Subjekte.





Untersuchungen

2010

Woche 42

Erfahrung der Testpersonen/Arbeiter ohne Anti-Ermüdungsmatten.

2011

Woche 2

Erfahrung der Testpersonen/Arbeiter mit Anti-Ermüdungsmatten.

2011

Woche 6

Erfahrung der Testpersonen/Arbeiter, um die Präferenz für die Art der Anti-Ermüdungsmatte zu bestimmen.

Arbeitsschichten:

Die Arbeitsschichten der Studie:

Morgens: 8 Uhr bis 12 Uhr

Nachmittags: 13 Uhr bis 17 Uhr

Getestet nach 1, 2, 3, 4, 5, 6 Arbeitsstunden und am Ende einer Schicht.



Ausstattung der Untersuchung

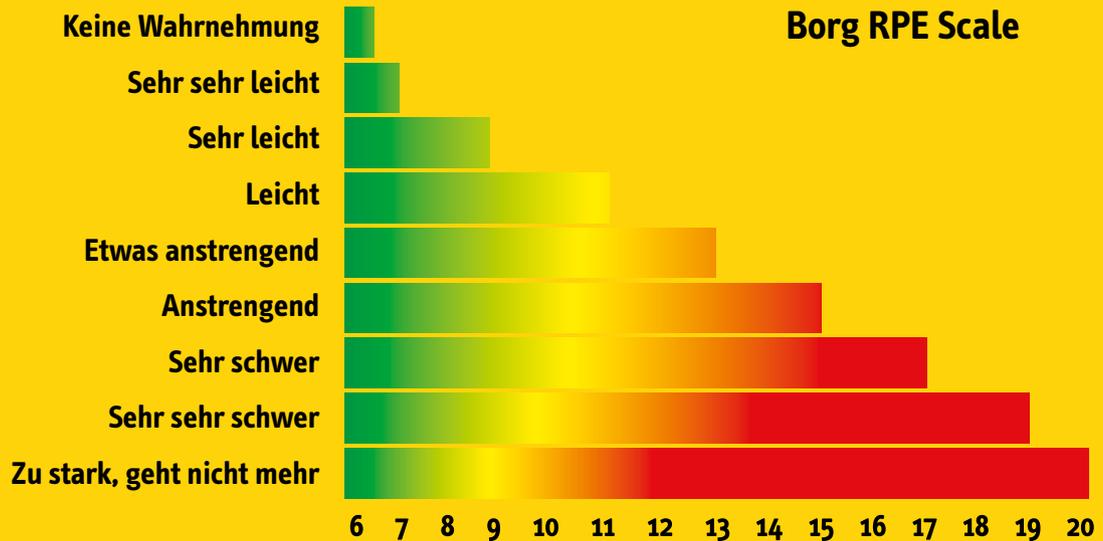
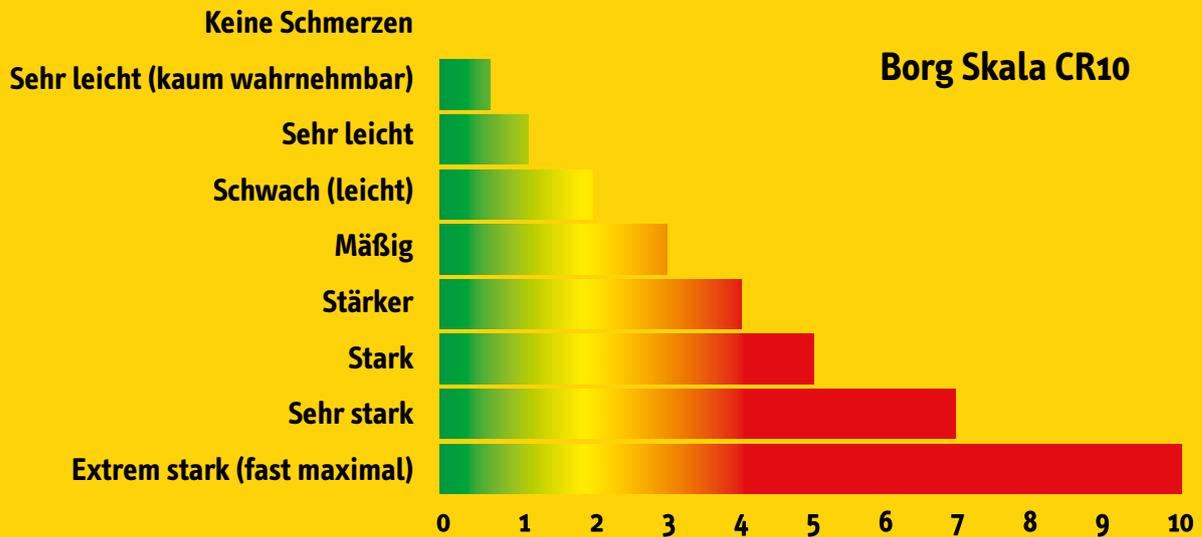
2

Die ersten Messungen wurden mit einer Druck-Plattform, die mit 1400 Drucksensoren ausgestattet ist, durchgeführt. Die Plattform wurde vor dem Arbeitsplatz aufgebaut.

Für diesen Test habe ich eine « Zebris » Fußdruck-Plattform verwendet. Diese Plattform, die eine große Zahl Sensoren enthält, wird es uns ermöglichen den dynamischen und statischen Druck, der durch die Füße ausgeübt wird, umzusetzen/umzuleiten. Diese Unterlage ist mit 32 x 47 Sensoren ausgestattet, in Summe 1504. Ein Sensor ist 1 cm² groß, hat eine Genauigkeit von 0,5N/cm² und eine Erfassungsfrequenz von 60Hz.

Mess-Skala: Borg-Skala

Die Borg-Skala, um die Intensität der Schmerzen zu messen



Prüfverfahren

Gelenkschmerzen

Schultern

Ellbogen

Handgelenke

Hände

Hüften

Knie

Fußgelenke

Füße

Schmerzen im Rückgrat

Halswirbel

Rücken

Lendenwirbel

Weitere Signale

Kopfschmerzen

Augen

Ohren

Magen

Beine

Stress

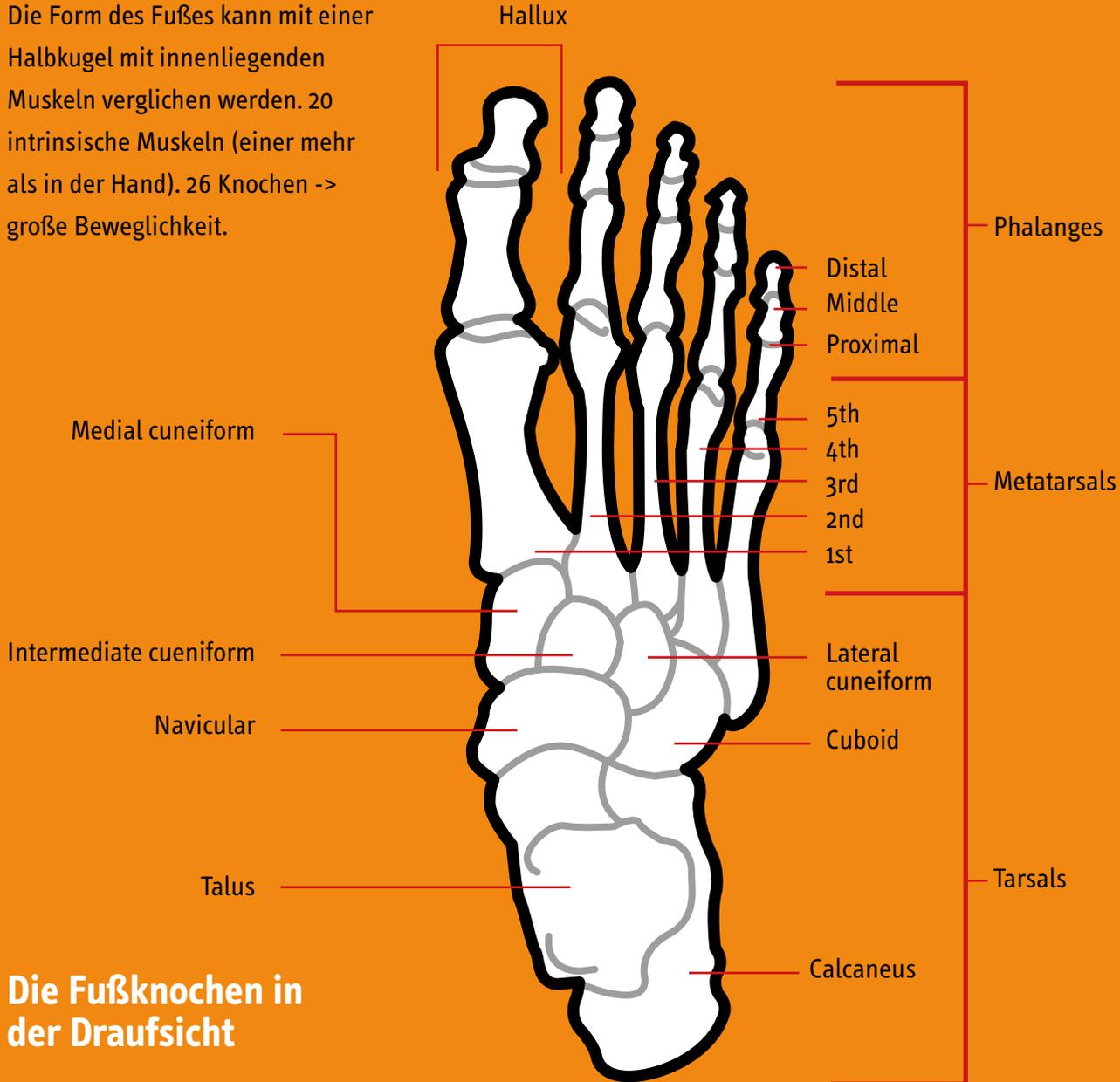
2

Wie wir stehen: Druck auf den Fuß

1. Anatomie des Fußes
2. Druck während des Laufens
3. Druck während des Stehens

Anatomie des Fußes

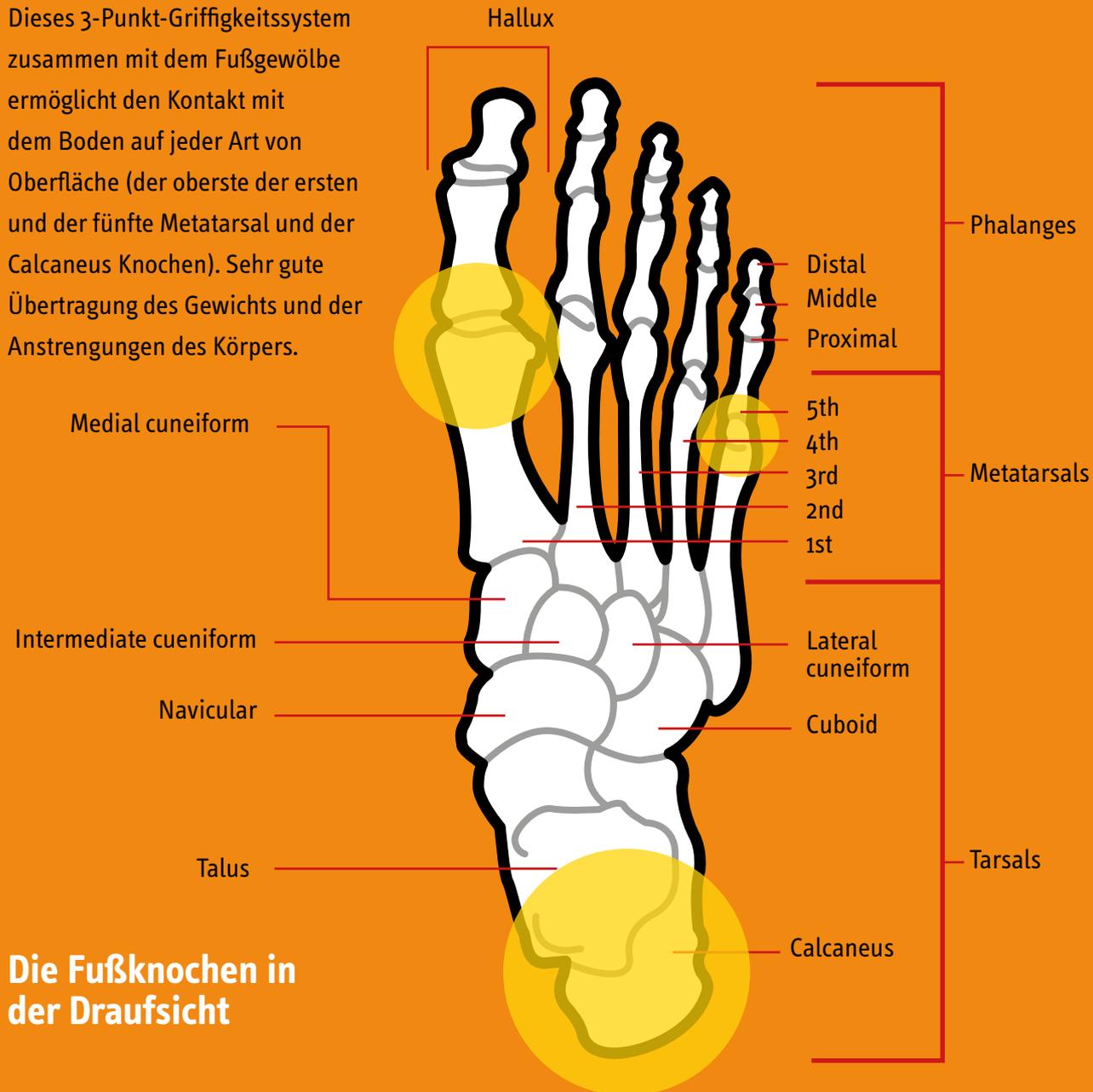
Die Form des Fußes kann mit einer Halbkugel mit innenliegenden Muskeln verglichen werden. 20 intrinsische Muskeln (einer mehr als in der Hand). 26 Knochen -> große Beweglichkeit.



Die Fußknochen in der Draufsicht

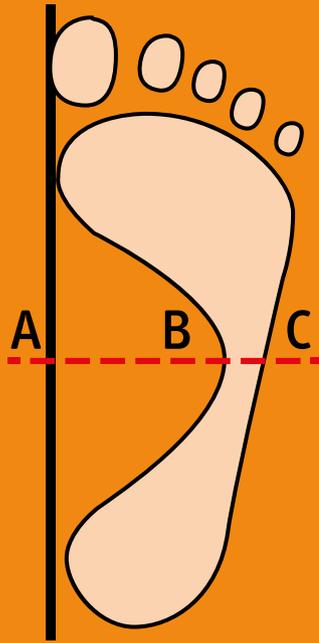
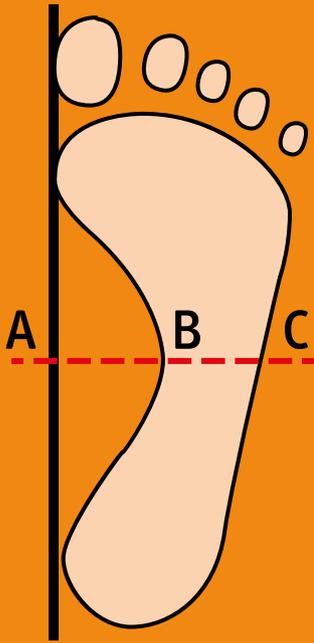
3 Bodenkontakt-Punkte

Dieses 3-Punkt-Griffigkeitssystem zusammen mit dem Fußgewölbe ermöglicht den Kontakt mit dem Boden auf jeder Art von Oberfläche (der oberste der ersten und der fünfte Metatarsal und der Calcaneus Knochen). Sehr gute Übertragung des Gewichts und der Anstrengungen des Körpers.

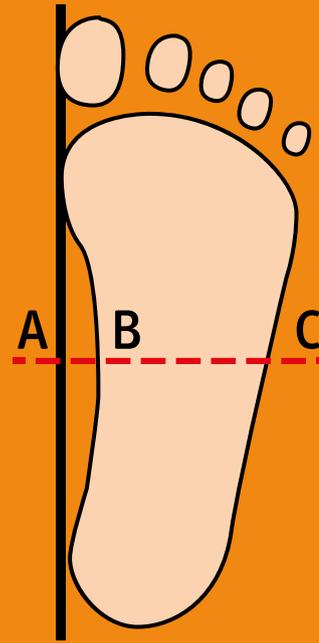


Die Fußknochen in der Draufsicht

Fuß-Formen



$BC < 1 \text{ cm}$



$AB < 1 \text{ cm}$

1. Normaler Fuß:

Hat keine wesentlichen biomechanischen Probleme

2. Cavus Fuß:

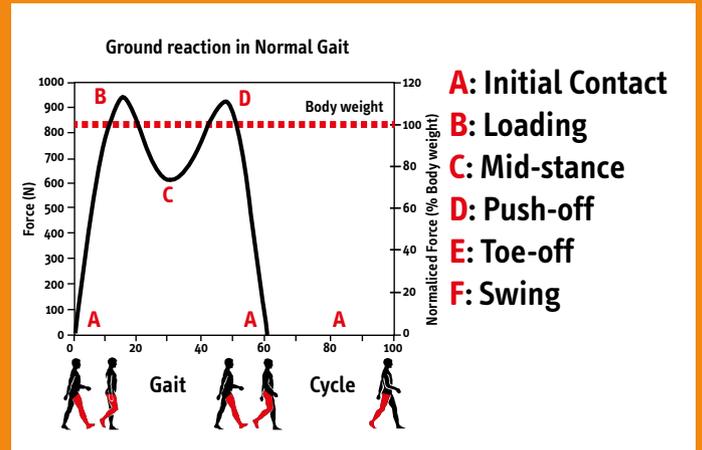
zeichnet sich durch ein sehr hohes Fußgewölbe aus

3. Flacher Fuß (Plattfuß):

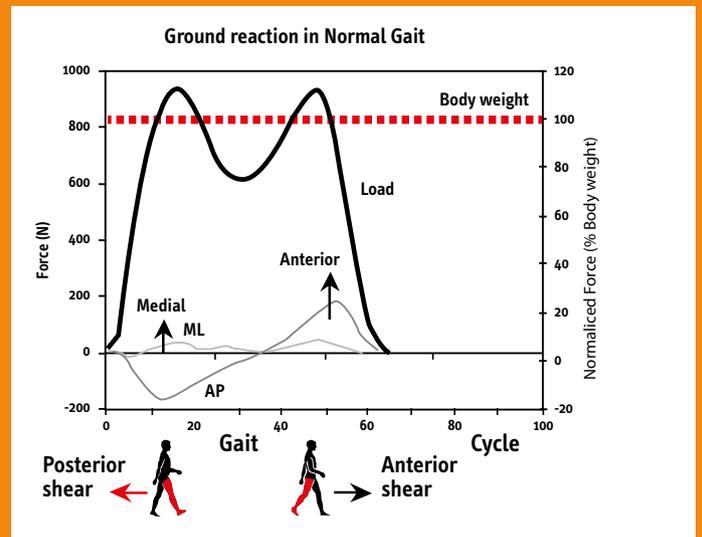
zeigt ein eingefallenes Fußgewölbe. Im bewegungslosen Zustand kann eine Neigung festgestellt werden, die mit der Reproduktion der Bewegung hervorgehoben werden könnte.

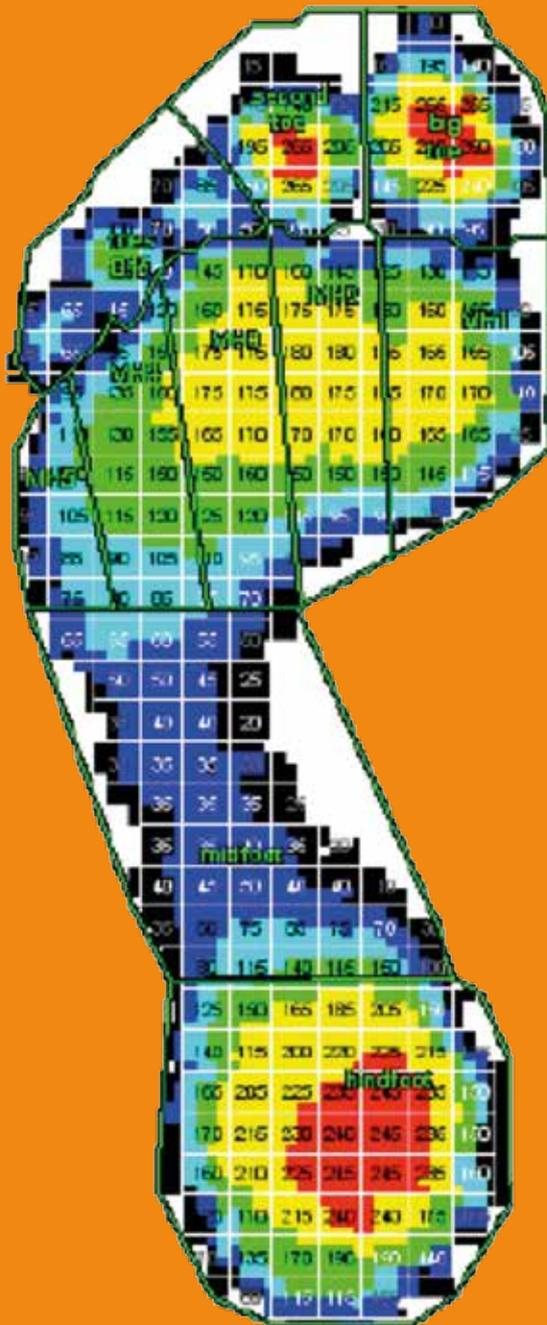


Vertikale GRF: Normale Gangart



Für eine Person, die normal läuft, gibt es Kontaktphasen, die durch relativ kurze zeitliche Phasen gekennzeichnet sind. Während der Arbeit tendieren wir dazu kleine Bewegungen zu machen, was zu zunehmenden Gelenkbeschränkungen und Muskel-Skelett-Problemen führt.





In Pen

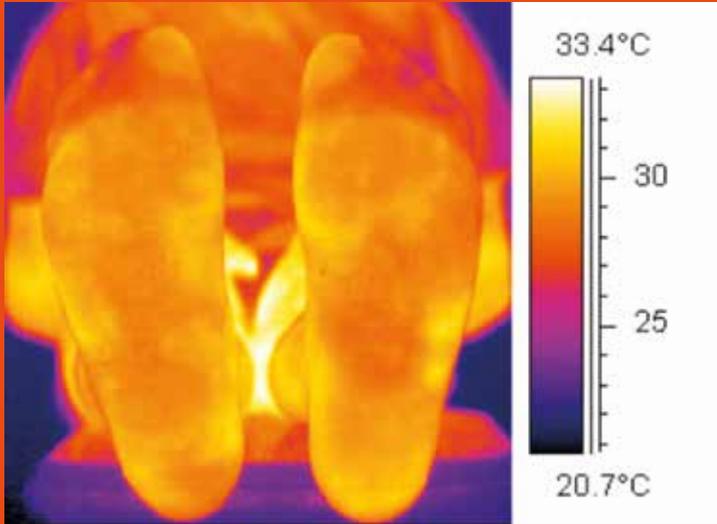


Der Fußdruck hängt von der Kontaktfläche des Fußes mit dem Boden ab. Ein ausgeprägter Druck wird in der Qualität der Bewegung beherrschend sein.

Die Tests

1. Messungen während des Stehens
2. Statik ohne Matte
3. Statik mit Matte
4. Dynamik mit Matte

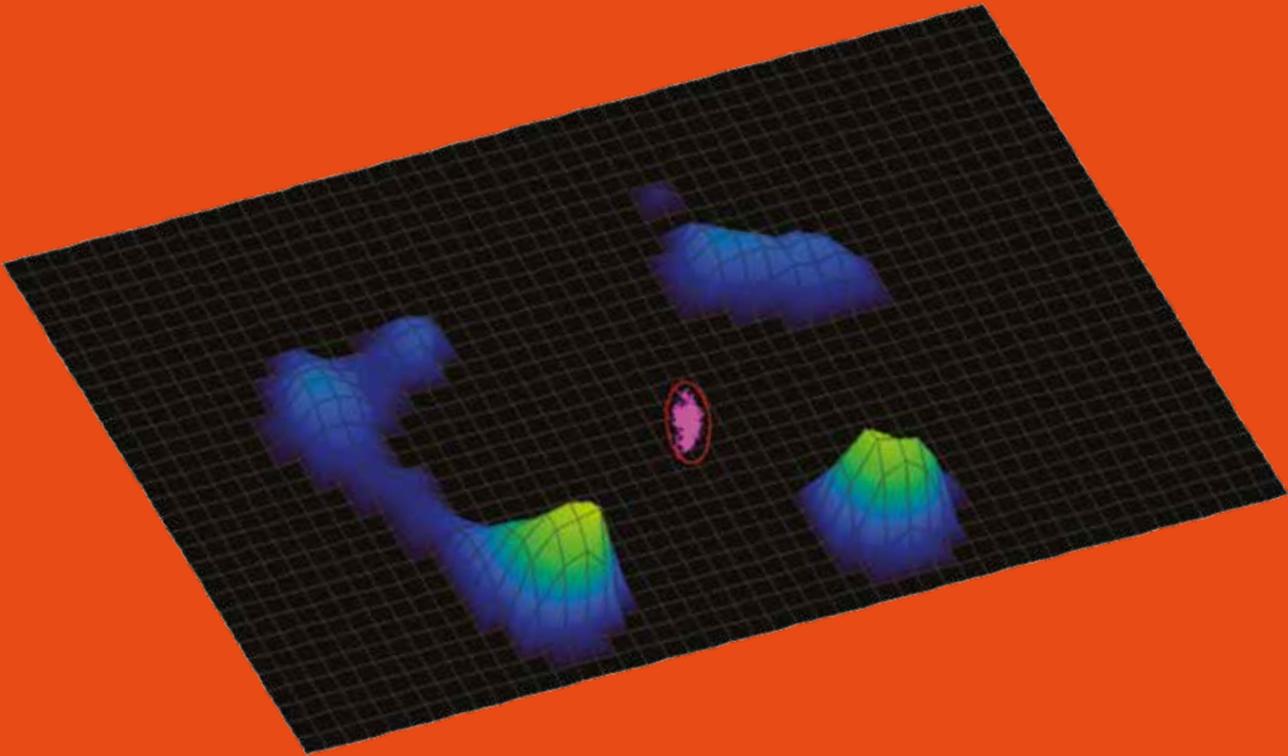
Die Tests



Dieses Experiment wird es uns ermöglichen die Entwicklung des Fußdrucks nach einer definierten Bewegung zu beobachten. Der Proband wird eine aufrechte Position auf der « Zebri »-Plattform beibehalten. Wir beobachten zur gleichen Zeit über einen Farbverlauf die Entwicklung der verschiedenen Belastungen, die durch die Fußfläche im Kontakt mit der Maschine entstehen (von blau zu rot nimmt der Druck zu).

Die Ergebnisse werden in einer statischen Position erzielt, die das Einhalten einer aufrechten Position repräsentieren, und in einer dynamischen Position, die durch eine tatsächliche Arbeitssituation vor der Fertigungsmaschine charakterisiert ist.

Während des Experiments war die Plattform auf jeder Anti-Ermüdungs-Matte positioniert. Der Test bestand darin, 3 Minuten aufrecht zu stehen. Wir halten die Entwicklung des Fußdrucks in Abhängigkeit von der Ermüderscheinung fest und wir messen den Einfluss von 7 Arbeitsstunden auf das mechanische Verhalten des Nutzers. Um die Verlässlichkeit der Ergebnisse zu erhöhen, wurden mehrfache Tests durchgeführt. Das gleiche experimentelle Verfahren wurde für die dynamische Analyse angewandt.



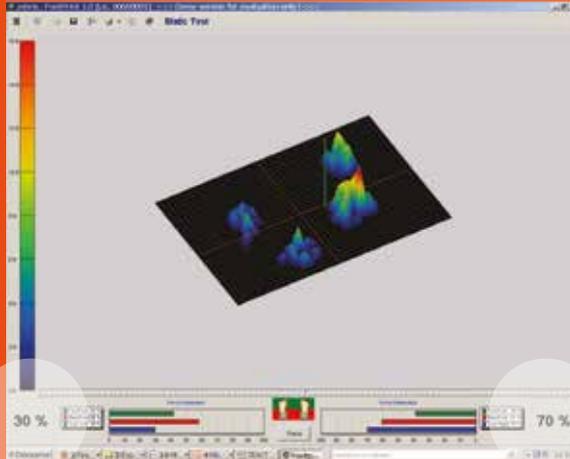
Das Bild zeigt die Verteilung des Drucks unterhalb des Fußes in einer aufrechten Position. Ich habe eine Aufnahme von einer Minute gemacht, um die Entwicklung des Druckmittelpunkts festzustellen.

Der rote Kreis zeigt, wie letzterer entstanden ist. Wir bemerken, dass die pink farbigen Punkte im Inneren des Kreises verteilt sind. Das bedeutet, dass der Körper sich bewegt hat, um seine Balance zu halten.

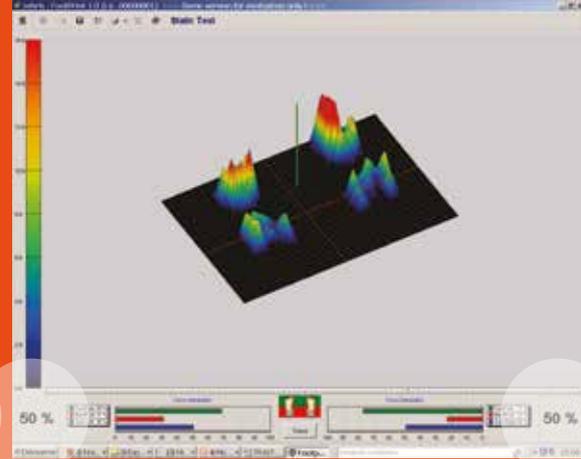
Die Tests

Ich habe in diesem Fall verschiedene Bilder genommen, um den Unterschied in der Stabilität der Körperhaltung mit und ohne Matten zu demonstrieren.

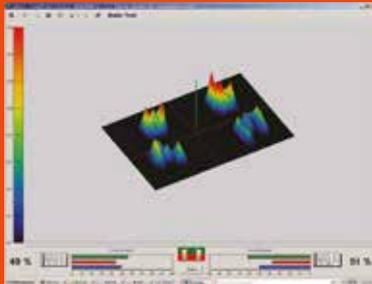
Statik ohne Matte



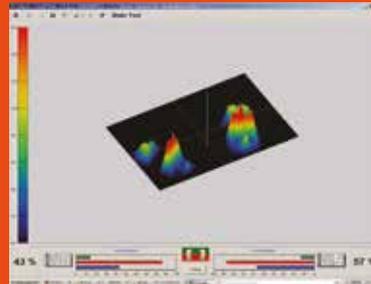
Statik mit Matte



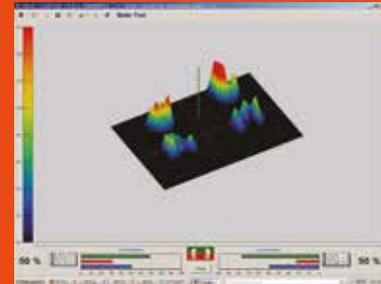
Test mit Präferenz für eine Mattenart



Statik ERI C
479 Cushion Trax®

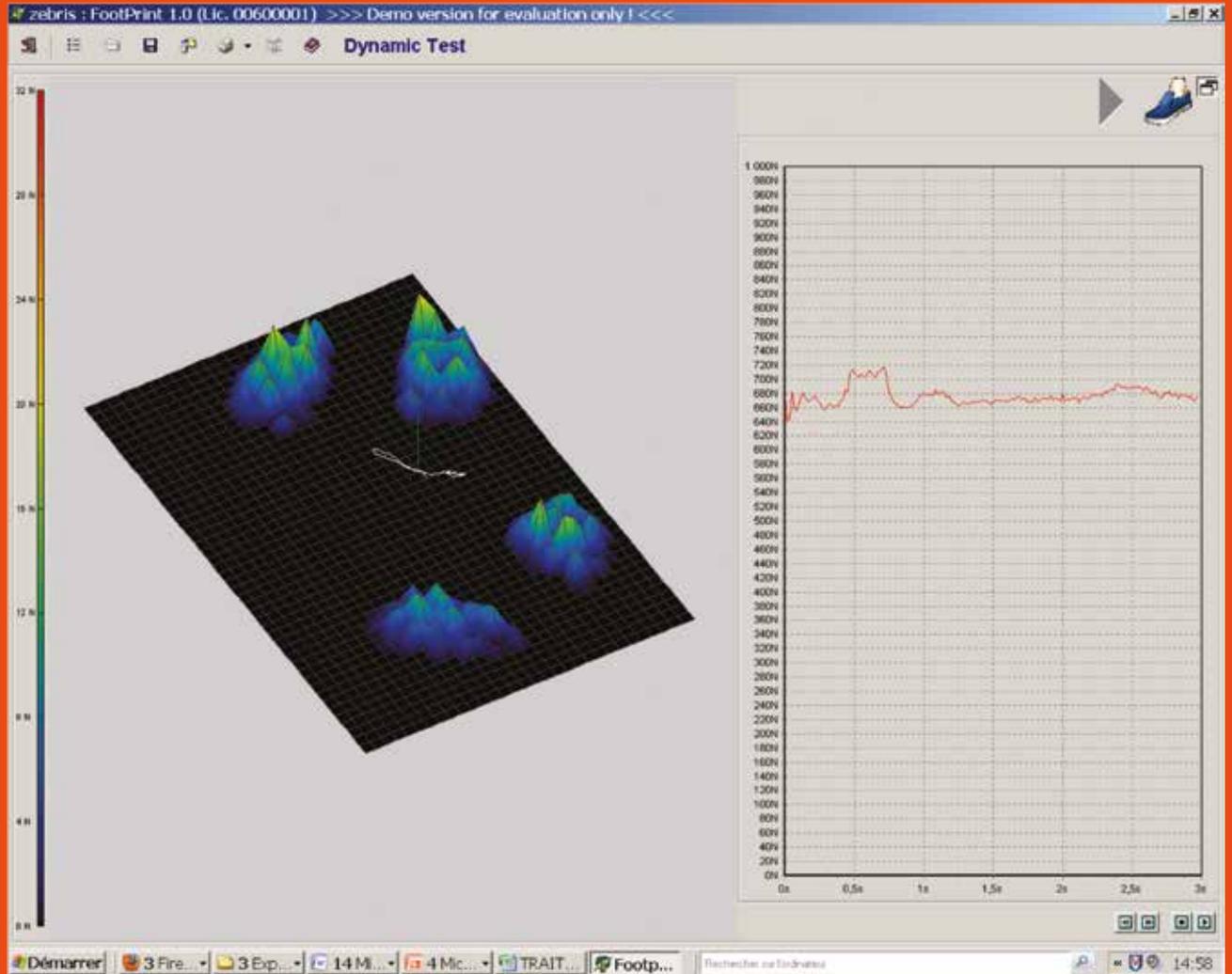


Statik ATIA A
450 Skywalker™ II PUR

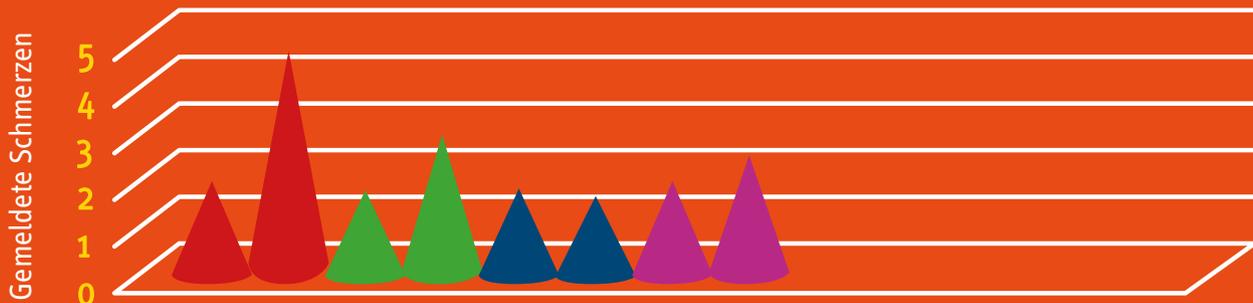


Statik ERI B
556 Cushion Ease Solid™

Dynamik mit Matten



Analyse der qualitativen Daten



- Anzahl der gemeldeten Gelenkschmerzen zu Beginn ohne Matten
- Gemeldete Schmerzen am Schluss ohne Matten
- Anzahl der gemeldeten Gelenkschmerzen zu Beginn mit ATIA A
- Gemeldete Schmerzen am Schluss mit ATIA A
- Anzahl der gemeldeten Gelenkschmerzen zu Beginn mit ERI B
- Gemeldete Schmerzen am Schluss mit ERI B
- Anzahl der gemeldeten Gelenkschmerzen zu Beginn mit ERI C
- Gemeldete Schmerzen am Schluss mit ERI C

**“Ohne eine Matte
gibt es eine Dysfunktion
in der Balance der Person”**

Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, dass unabhängig von der Testdauer, der Fuß und dadurch auch der Körper sich bewegen, um das für die stehende Position erforderliche Gleichgewicht zu finden und beizubehalten.

Ohne Matte

Wir haben bemerkt, dass es ohne Matte zu einer Störung im Gleichgewicht der Person kommt, was zu Beschwerden führen kann, die durch monotone Tätigkeiten und andere einschränkende Arbeitsfaktoren verschlimmert werden können. Hier beobachten wir, dass mit einer Verteilung des Fußdrucks (30% und 70%) der größte Teil des Körpergewichts auf der rechten Seite ist. Dieses Ungleichgewicht ist sehr schädlich für den menschlichen Körper.



Mit Matte

Wir haben festgestellt, dass auf Arbeitsplätzen, wo Mitarbeiter ständig kleine Bewegungen machen, die von uns getesteten Anti-Ermüdungsmatten Eigenschaften zeigen, die den Komfort des Muskel-Skeletts in stehenden Positionen erhöhen. Dies kann überprüft werden über die Konstanz der Kraftentwicklungskurve während der Bewegung.



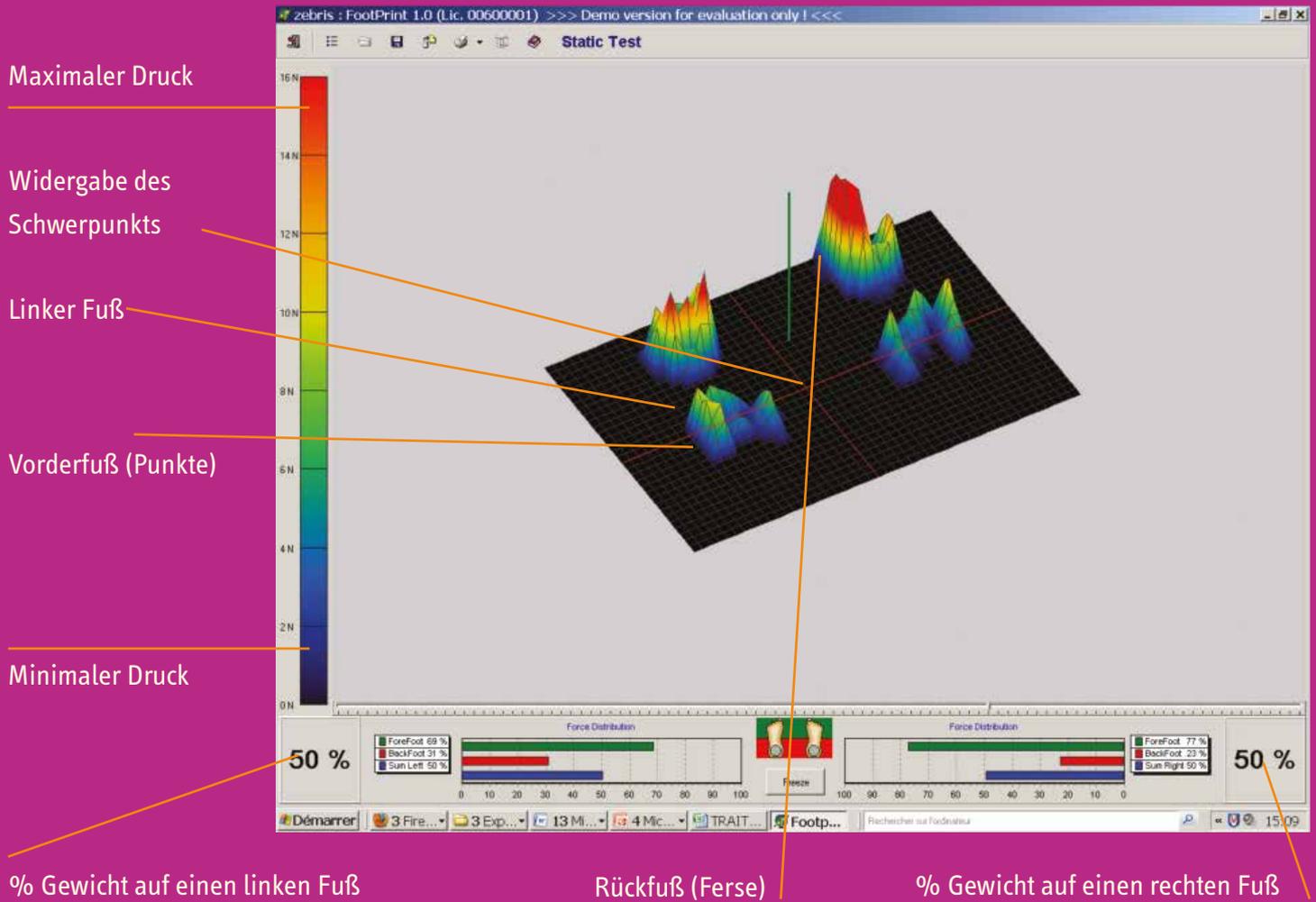


Um eine stehende Position beizubehalten braucht man ein sehr ausgeprägtes körperliche Gleichgewicht, um Beschwerden und deren Folgen auf das Alltagsleben der Arbeitnehmer zu verringern.

In dieser Untersuchung haben wir aufgezeigt, dass sich der Körper der Testperson in einer statischen Position bewegt, um seine Balance zu behalten. Diese erste Manipulation „Variation im Fußdruck“ hat es ermöglicht die Bewegungen des Körpers in einer statischen Position herauszustellen.

Ergebniss

Auf einer Anti-Ermüdungsmatte stehen



Aussagen

Cushion Trax®



André: Sehr gut, aber ich finde sie zu weich. Ich habe den Eindruck darauf einzuschlafen, sonst fühle ich aber keine Ermüdung auf dieser Matte.

Dolorès: Ich mag die Matte, weil es entspannend für die Füße ist und ich spürte die Ermüdung erst viel später als normalerweise, wenn ich die Arbeit verlasse, habe ich keine Schmerzen mehr in meinen Beinen.

Adeline: Es ist komfortabel und sehr gut adaptiert: ich fühle weniger Ermüdung in meinen Beinen am Ende des Arbeitstags.

Estelle: Die weichste Matte, aber die Tränenblechoberfläche ist hinderlich für die Unterstützung des Fußes

Ghislaine: **Die Beste.**

Aussagen

Skywalker™ II PUR

André: Zu hart. Ich habe noch immer Schmerzen in meinen Fußsohlen.

Dolorès:

Adeline: Diese ist die schlechteste. Sie ist gar nicht geeignet. Ich habe noch dieselben Schmerzen in meinen Beinen wie zuvor.

Estelle: Zweiter Platz. Sie nimmt weniger auf, mehr Schmerzen in den Waden und Oberschenkeln.

Ghislaine: Weniger komfortabel: fühlt sich härter an.



Aussagen

Cushion Ease™

André: Perfekt, dies ist die beste, ich habe praktisch keine Schmerzen mehr.

Dolorès: Ich mag diese Matte auch, das Aufwärmen meiner Fußsohlen und die Schmerzen in meinen Beinen kommen viel später als zuvor.

Adeline: Dies ist die Beste. Ich fühle mich besser, ohne Zweifel liegt das an der der Stärke der Matte. Ich habe weniger Schmerzen in meinen Beinen.

Estelle: Die Beste: sie wirkt am Anfang ziemlich hart, aber dieses Gefühl verschwindet später. Die Oberfläche ist ganz flach ohne Unregelmäßigkeiten, weniger Ermüdung in den Beinen am Ende des Tages und weniger Muskel- und Gelenkprobleme, bessere Aufnahme des Gewichtes.

Ghislaine: Die schlechteste Matte: Eindruck, dass die Unterstützung mehr auf der rechten Seite ist, ich bin nicht im Gleichgewicht, Schmerzen im unteren Rücken und in den Beinen.



Schlussfolgerungen

1. Erläuterungen zur Biomechanik
2. Ein automatisches System
3. Änderung der automatischen Funktionalität

Schlussfolgerungen



Einige Erklärungen zur Biomechanik und einer aufrechten Körperhaltung

Die Muskeln halten die Teile unseres Skeletts in einer senkrechten Position und korrigieren laufend das gesamte Gleichgewicht. Die beiden Füße sind der Ausgangspunkt für die Balance.

Die Druckpunkte der Fußsohle auf den Boden zeigen die verschiedenen Strategien, die jeder von uns anwendet, um aufrecht zu stehen: mehr Druck auf den hinteren oder auf vorderen Teil des Fußes; mehr auf den linken Fuß oder mehr auf den rechten Fuß.

Schlussfolgerungen

Ein automatisches System

Diese Haltung (aufrecht) ist in unserem neuromuskulären System programmiert und es sind immer dieselben Muskeln, die diese Arbeit leisten, ohne dass wir uns darüber bewusst sind. Diese Automatik der Muskelbewegung ist in unserem Gehirn gespeichert und wird systematisch in jeder Situation (sogar außerhalb der Arbeit) benutzt.

Die Muskelfasern, die beteiligt an dieser Programmierung beteiligt sind, werden Aschenputtel-Fasern genannt, da sie, selbst wenn sie ermüdet sind, immer noch ihre Arbeit machen...das ist der Anfang von Muskel-Skelett-Problemen (Schmerzen, Kontrakturen, Tendinitis, ...).



Die Druckzonen der Fußsohlen auf den Boden können Anzeichen geben über das Funktionieren der angewendeten Muskelgruppen. Wir haben beobachtet, dass unsere Fußabdrücke auf dem Boden gekennzeichnet sind von höheren und niedrigeren Druckstufen (entweder verteilt sich der Druck stärker auf die Hinterseite (Hacken) oder auf die Vorderseite (Fußspitzen); entweder nach außen oder nach innen, entweder nach links oder nach rechts).

Es ist möglich dieses automatische Funktionieren zu verändern . . .



durch Übernahme der Kontrolle über die Befehle der Muskeln an das Gehirn. Das Erlernen eines neuen Bewegungsmodells erfordert über mehrere Wochen hinweg besondere Aufmerksamkeit und Konzentration. Das alte Modell wird dann ersetzt durch das neue und wird aber auch unbewusst und automatisch funktionieren.

Jedes Bewegungs- oder Haltungssystem wird über das Gehirn kontrolliert, dies ermöglicht einen Kompromiss zwischen einer schnellen Ausführung und dem Sparen von Energie. Wenn das System unausgeglichen ist, wird die schnelle Reaktionsgeschwindigkeit auf Kosten des Energieverbrauchs (Ermüdung) beibehalten. Zusammenfassend, um die Balance „schnelle Reaktion / Energiesparen / Effizienz“ wieder zu gewinnen, ist es notwendig sich bewusst zu werden über die verschiedenen Fußdruckpunkte auf den Boden und die geeignetste Muskelnutzung (von Kopf bis Fuß). Dies kann relativ einfach durch die Änderung des Fußdrucks auf den Boden in die Tat umgesetzt werden: indem man sich von Zeit zu Zeit zwingt den Druck auf die Fußspitzen zu verlagern oder auf die Hinterseite der Füße; oder von der Innenseite zur Außenseite des Fußes oder mehr zur rechten Seite und danach mehr zur linken Seite.

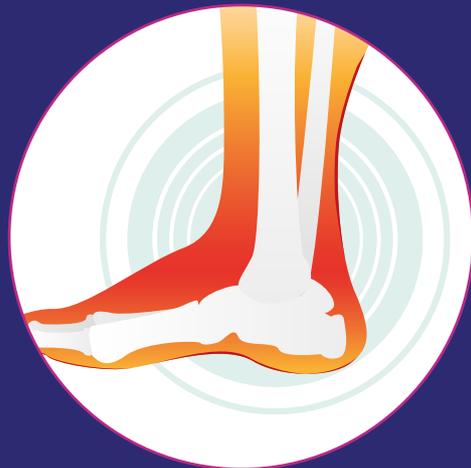
Ratschlag für Mitarbeiter

1. Ändern Sie den Druck auf den Fuß
2. Benutzen Sie Anti-Ermüdungsmatten

Ratschlag für Mitarbeiter

Vorschlag einer Methode, um die Muskelfunktionen wieder auszubalancieren

Die Erklärung der Biomechanik und die Visualisierung des Fußdrucks auf den Boden bekräftigen den Vorschlag und rechtfertigen die Notwendigkeit, den Druck auf den Fuß in eine aufrechte Position zu verändern. Es wird empfohlen den Druckpunkt im Inneren des Schuhs regelmäßig (einmal im Monat) zu verändern.



Ratschlag für Mitarbeiter

Ändern Sie den Druck auf den Fuß

Die Veränderung des Drucks ist der erste Schritt, um die aufrecht stehende Position zu verbessern, initiiert durch die Person selbst:

- Drücken Sie den Fuß nach vorne (biegen Sie die Zehen leicht, in dem Sie die entlang der Schuhsohle kratzen)
- Drücken Sie sich nach hinten auf die Fersen (heben Sie die Fußspitzen leicht an, indem Sie den Schuh mit den Zehennägeln berühren)
- Verlagern Sie das Gewicht auf die Außenkante des Fußes
- Drücken Sie sich auf die Innenseite des Fußes
- Drücken Sie sich mehr nach links
- Drücken Sie sich mehr nach rechts

Ratschlag für Mitarbeiter

Benutzen Sie Anti-Ermüdungsmatten

Der zweite Schritt im Verbesserungsprozess ist der Boden, indem Anti-Ermüdungsmatten, die mit den neuesten technischen Materialien hergestellt wurden, verwendet werden.

Der Gebrauch von Anti-Ermüdungsmatten ermöglicht das korrekte Ausbalancieren und eine gleichmäßige Verteilung zwischen dem linken und dem rechten Bein.

Diese Beobachtung kann auf allen Matten gemacht werden. Es sollte erwähnt werden, dass diese Balance um so besser ist, je genauer die Matten an die Personen angepasst werden.

Es wurden für jeden Nutzer Empfehlungen ausgesprochen, um von den besten Ergebnissen dieses Experiments zu profitieren.

Der Gebrauch von Anti-Ermüdungsmatten hat geholfen die Vorzüge neuer Materialien auf die Optimierung der menschlichen Mechanik hervorzuheben.

Über den Autor



Prof. Redha Tairar

Email: redha.tairar@univ-reims.fr

Tel: +33 067 794 4628

Fax: +33 032 691 3806

www.redha-tairar.com



Prof. Dr. Redha Tairar ist ein Experte in den Bereichen Biomechanik, menschlicher Fortbewegungsapparat, Kinematik und kinetische Analyse und biomedizinische Technologien an der Universität von Reims in Frankreich.

Für mehr Informationen über seine Arbeit:

www.redha-tairar.com.

NOTRAX[®]

MATS FOR PROFESSIONAL USE

www.notrax.eu