



universität
wien

Diplomarbeit

Titel der Arbeit

Komfort- und Diskomfortempfinden bei ergonomischen
Sicherheitsschuhen – eine quasiexperimentelle
Feldstudie

Verfasserin

Rosalia Pampalk

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im Oktober 2008

Studienkennzahl: 298

Studienrichtung: Psychologie

Betreuer: Univ.-Prof. Dr. Christian Korunka

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei jenen Personen aufrichtig bedanken, die am Gelingen dieser Arbeit beteiligt waren.

Zu allererst danke ich meinem Betreuer Univ.-Prof. Dr. Christian Korunka für seine Unterstützung bei der Planung und Durchführung des Diplomarbeitprojektes. Durch seine Anregungen und Hilfestellungen während der Abfassung meiner Arbeit habe ich sehr viel lernen können.

Für das Zustandekommen dieser praxisnahen Studie danke ich der AUVA. Ein herzlicher Dank gilt Frau Mag. Brigitte-Cornelia Eder für die ertragreiche Zusammenarbeit und die großartige Koordination des Projektes.

Ein weiteres Dankeschön richtet sich an den Betrieb Magna Heavy Stamping. Ich bedanke mich bei den Mitarbeiter(inne)n, die durch ihre Teilnahme diese Studie ermöglicht haben. Besonders herzlich bedanke ich mich bei den beiden Sicherheitsbeauftragten Herrn Thomas Pirker und Herrn Dietmar Harb für ihr Engagement bei der Durchführung der Studie.

Dank sagen möchte ich auch meiner ehemaligen Praktikumsbetreuerin Frau Mag. Martina Molnar, die mir gezeigt hat, dass Psychologie etwas Praktisches ist und dadurch meinen Enthusiasmus für Arbeits- und Organisationspsychologie geweckt hat.

Ich danke meinen Eltern von ganzem Herzen für die Ermöglichung meines Studiums und für das „trotzdem“, welches sie mich immer spüren ließen. Ein besonderer Dank richtet sich an meinen Freund für den Rückhalt, ohne den ich diese Arbeit nicht geschafft hätte. Bei meinen engen Freundinnen möchte ich mich für die vielen inspirierenden Gespräche und die aufregende Studienzeit bedanken.

Für die Hilfe beim Korrekturlesen danke ich meiner Schwester Lena Pampalk sowie meinen Freundinnen Claudia Heiss und Ulrike Kaiser. Schließlich möchte ich meiner Kollegin Regina Rettig-Reisinger für die Unterstützung und die gelungene Zusammenarbeit herzlich danken.

Anmerkung:

Die folgende empirische Untersuchung wurde aufgrund des Umfangs und des Arbeitsaufwandes im Rahmen zweier Diplomarbeiten bearbeitet. Für beide Arbeiten wurde zu deren Beantwortung derselbe Datensatz herangezogen, allerdings werden unterschiedliche Fragestellungen untersucht.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	I
1 Einleitung	1
2 Einige Fakten von Sicherheitsschuhen	3
2.1 Klassifizierung und gesetzliche Sicherheitsvorschriften.....	3
2.2 Ergonomische Kriterien der ÖNORM	5
2.3 Forderung nach spezifischen ergonomischen Richtlinien.....	6
2.4 Exkurs: Anforderung Rutschhemmung	8
3 Gesundheitliche Auswirkungen von Steharbeitsplätzen.....	9
3.1 Arbeitsbedingte Muskel-Skelett-Erkrankungen	9
3.1.1 Physiologische Ursachen.....	9
3.1.2 Soziokulturelle Ursachen	10
3.1.3 Risikofaktoren	11
3.2 Präventionsmaßnahmen bei Steharbeitsplätzen	12
3.2.1 Bodenmatten	13
3.2.2 Schuheinlagen	15
3.2.3 Ergonomische Arbeitssicherheitsschuhe	19
3.2.4 Kompressionsstrümpfe	24
4 Psychologische Aspekte von Komfort und Diskomfort	26
4.1 Ein Modell zu Komfort und Diskomfort (Zhang et al., 1996)	26
4.1.1 Komfort und Diskomfort	26
4.1.2 Ergonomie und Ästhetik.....	31
4.1.3 Kritik an dem Modell von Zhang, Helander und Drury (1996).....	33
4.2 Objektive und subjektive Komfort-Messungen	35
5 Ziel der Untersuchung	38

6	Forschungsfragen und Hypothesen.....	40
6.1	Fragestellung 1 – Komfort und Diskomfort.....	40
6.2	Fragestellung 2 – Wahrnehmung von ergonomischen Kriterien	41
6.3	Fragestellung 3 – Alter	41
6.4	Fragestellung 4 – Tragedauer.....	42
6.5	Fragestellung 5 – Rückenprobleme.....	42
6.6	Fragestellung 6 – Fußbeschwerden	43
6.7	Fragestellung 7 – Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat.....	43
7	Methode	45
7.1	Studiendesign	45
7.2	Ablauf	46
7.3	Der Betrieb: Magna Heavy Stamping	47
7.4	Untersuchungsmaterial	48
7.4.1	Fragebogen	48
7.4.2	Skalen	48
7.4.3	Demographische Merkmale.....	50
7.4.4	Manipulationscheck.....	50
7.4.5	Kontrollvariablen.....	50
7.4.6	Personenspezifischer Code	51
8	Beschreibung der Stichprobe	52
8.1	Stichprobengröße.....	52
8.1.1	Optimale Stichprobengröße.....	52
8.1.2	Tatsächliche Stichprobengröße	52
8.2	Demographische Merkmale	54
8.2.1	Geschlecht.....	55
8.2.2	Alter.....	55

8.2.3	Körpergröße	55
8.2.4	Körpergewicht.....	56
8.2.5	Überwiegende Arbeitsposition	56
8.2.6	Betriebszugehörigkeit	56
8.2.7	Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat	57
9	Ergebnisse	59
9.1	Überprüfung des Fragebogens.....	59
9.2	Voraussetzungen für die Varianzanalyse	60
9.3	Hypothesentests.....	62
9.3.1	Fragestellung 1 – Komfort und Diskomfort	63
9.3.2	Fragestellung 2 – Wahrnehmung von ergonomischen Kriterien.....	64
9.3.3	Fragestellung 3 – Alter	66
9.3.4	Fragestellung 4 – Tragedauer.....	68
9.3.5	Fragestellung 5 – Rückenprobleme	70
9.3.6	Fragestellung 6 – Fußbeschwerden	72
9.3.7	Fragestellung 7 – Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat	74
10	Diskussion.....	77
10.1	Zusammenfassung der Ergebnisse	77
10.2	Implikationen für die Praxis.....	78
10.3	Limitationen und weiterer Forschungsbedarf.....	81
11	Literatur.....	83
	Anhang A – Explorative Datenanalyse	89
	Anhang B – Fragebogen zur Vorerhebung	94
	Anhang C – Eidesstattliche Erklärung	98
	Anhang D – Lebenslauf.....	99

1 Einleitung

Steharbeit ist in der Gastronomie, in Heil- und Pflegeberufen, im Verkauf, aber vor allem in der Industriebranche stark vertreten. Bei stundenlangem Stehen handelt es sich jedoch um eine Zwangshaltung, die den Körper auf eine unnatürliche Weise belastet (BAUA, 2005). Häufig kommt es vor, dass Arbeiter(innen), die Steharbeit leisten, über Schmerzen im Rücken und in den Beinen als Ursache von zu langem Stehen klagen (Kim, Stuart-Buttle & Marras, 1994). In Europa leiden 33 % der Berufstätigen an Rückenschmerzen, 13 % an Muskelschmerzen in den oberen Gliedmaßen und 12 % an Muskelschmerzen in den unteren Gliedmaßen. Muskel-Skelett-Erkrankungen zählen somit in Europa zu den häufigsten arbeitsbedingten Erkrankungen (Europäische Stiftung zur Verbesserung der Lebens- und Arbeitsbedingungen, 2002). Fuß-, Bein- und Rückenbeschwerden stellen für Personen mit Steharbeitsplätzen ein großes gesundheitliches Problem dar, vor allem dann, wenn die Arbeit auf einem harten und kalten Boden geleistet werden muss (Johnson, 1994). Steharbeit kann des weiteren zu lokaler Muskelermüdung führen (Kim et al., 1994) und Kreislauferkrankungen sowie Krampfadern verursachen (BAUA, 2005). Zhang, Drury & Woolley (1991) zufolge beeinflusst Steharbeit, neben Körperbewegung, die wahrgenommene Müdigkeit und die erbrachte Leistung der Mitarbeiter(innen).

Um diesen gesundheitsschädigenden Effekten von Steharbeit entgegenzuwirken, wurden verschiedene Präventionsmaßnahmen gesetzt. Da gerade in Bereichen der industriellen Fertigung Arbeitssicherheitsschuhe bei der Verrichtung der Steharbeit getragen werden müssen und ihre gesundheitsfördernde Rolle noch unklar ist, widmet sich diese Arbeit der psychologischen und physiologischen Wirkung des Tragens von Sicherheitsschuhen. In der vorliegenden Arbeit werden folgende Fragen behandelt: Sind Komfort und Diskomfort zwei voneinander unabhängige Dimensionen, die von unterschiedlichen Faktoren bestimmt werden? Können Mitarbeiter(innen) ergonomisch hochwertige Sicherheitsschuhe von ergonomisch minderwertigen unterscheiden? Wovon wird diese Diskriminationsfähigkeit beeinflusst? Worauf legen Mitarbeiter(innen) bei Sicherheitsschuhen wert und welche Rolle spielen ästhetische Eigenschaften der Sicherheitsschuhe bei der Wahrnehmung von Tragekomfort?

Sicherheitsschuhe dienen in erster Linie zum Schutz vor Verletzungen der Füße. In wie weit schützen sie jedoch den Fuß und den restlichen Körper vor arbeitsbedingten Erkrankungen? Wie beeinflusst die Kombination von Sicherheitsschuhen und Steharbeit die Entwicklung von arbeitsbedingten Muskel-Skelett-Erkrankungen?

Bei der Untersuchung handelt es sich um eine Feldstudie mit dem Ziel Implikationen für die Praxis zu finden. Im Mittelpunkt steht das Anliegen der Firma Magna Heavy Stamping aus einer Auswahl an Sicherheitsschuhen den für ihre Mitarbeiter(innen) bestgeeignetsten Schuh zu bestimmen. Die Planung und Durchführung geschah in Zusammenarbeit mit der Abteilung für Unfallverhütung und Berufskrankheitenbekämpfung der AUVA (Allgemeine Unfallversicherungsanstalt).

Zur Beantwortung dieser Fragen wurden die drei Sicherheitsschuhe Cofra Ghibli, Atlas Ergotex 300 und Cofra Automotive miteinander verglichen. Die Industriehalbschuhe erfüllen die Sicherheitsanforderungen der ÖNORM EN ISO 20345 (2004) für den Schutzgrad S1 und unterscheiden sich in ergonomischen sowie in modischen Kriterien. In dieser Studie soll geprüft werden, ob sich diese Unterschiede zwischen den Schuhen in den Bewertungen der Mitarbeiter(innen) widerspiegeln.

2 Einige Fakten von Sicherheitsschuhen

In diesem Kapitel wird ein Überblick über die sicherheitstechnischen und ergonomischen Anforderungen an Sicherheitsschuhe gegeben. Des weiteren wird beispielhaft auf die zurzeit häufigste Unfallursache Sturzunfälle durch Ausrutschen und die daraus folgende Wichtigkeit der Rutschhemmung von Sicherheitsschuhen eingegangen.

2.1 Klassifizierung und gesetzliche Sicherheitsvorschriften

Sicherheitsschuhe dienen dem Schutz vor Verletzungen der Füße, wie beispielsweise durch das Eintreten spitzer Gegenstände oder durch das Herabfallen schwerer Objekte. In der ÖNORM EN ISO 20345 (2004) werden daher verschiedene Sicherheitsfunktionen als Grundanforderung an Sicherheitsschuhe aufgelistet. Die genormten Grundanforderungen beziehen sich auf die Bauart des Schuhwerks, das Schuhoberteil, das Blatt- und Quartierfutter, die Lasche sowie die Brand- und Laufsohle (Loch, 2003). Ein charakteristisches Schutzmerkmal von Sicherheitsschuhen sind Zehenkappen aus beispielsweise Metall oder Aluminium. Ferner bestehen Sicherheitsschuhe meist aus einer durchtrittsicheren Einlage, einem Knöchelschutz, einem Polsterkragen, einem Mittelfußschutz, einer Überkappe sowie einer antistatischen, öl- und chemikalienbeständigen Sohle. Neben diesen Grundanforderungen bestehen diverse Zusatzanforderungen, wie beispielsweise ein geschlossener Fersenbereich oder eine profilierte Laufsohle (BGR 191, 2007, ÖNORM EN ISO 20345, 2004).

Sicherheitsschuhe sind dann von den Mitarbeiter(inne)n zu tragen, wenn sie gesundheitsgefährdenden Umwelteinflüssen ausgesetzt sind. Die Auswahl und Benutzung von Sicherheitsschuhen richtet sich folglich nach Art und Umfang der Gefährdung, weswegen auch anfangs eine Ermittlung des Unfallrisikos durchgeführt werden muss (BGR 191, 2007).

Eine Kategorisierung von Fußschutz ist für die Abstimmung der Schutzfunktion des Sicherheitsschuhs auf die Gefährdung am Arbeitsplatz unentbehrlich (Loch, 2003). Fußschutz wird je nach Grad an Schutzgewährleistung in folgende drei Arten unterteilt:

- **Berufsschuhe** mit dem Kurzzeichen O sind „Schuhe mit Schutzmerkmalen zum Schutz des Trägers vor Verletzungen, die bei Unfällen auftreten könnten“ (ÖNORM EN ISO 20347, 2004, S.5).
- **Schutzschuhe** mit dem Kurzzeichen P sind „Schuhe mit Schutzmerkmalen zum Schutz des Trägers vor Verletzungen, die bei Unfällen auftreten können, mit Zehenkappe, deren Schutzwirkung gegen mechanische Einwirkungen mit einer Prüfenergie von mindestens 100 J gegen Druck bei einer Druckbeanspruchung von mindestens 10 kN geprüft wird“ (ÖNORM EN ISO 20346, 2004, S.5).
- **Sicherheitsschuhe** mit dem Kurzzeichen S sind „Schuhe mit Schutzmerkmalen zum Schutz des Trägers vor Verletzungen, die bei Unfällen auftreten können, mit Zehenkappen, deren Schutzwirkung gegen Stoßeinwirkung mit einer Prüfenergie von mindestens 200 J und gegen Druck bei einer Druckbeanspruchung von mindestens 15 kN geprüft wird“ (ÖNORM EN ISO 20345, 2004, S.4).

Aus diesen Definitionen ist erkennbar, dass Sicherheits- und Schutzschuhe eine Zehenkappe haben müssen, Berufsschuhe dagegen nicht. Berufsschuhe können zwar auch mit einer Zehenkappe ausgerüstet sein, jedoch werden an diese keine Anforderungen gestellt. Der Unterschied zwischen Sicherheits- und Schutzschuhen liegt darin, dass Sicherheitsschuhe einer doppelt so starken Stoßeinwirkung und einer deutlich stärkeren Druckbeanspruchung standhalten müssen (BGR 191, 2007).

Fußschutz wird des weiteren anhand seiner Materialbeschaffung in zwei Kategorien klassifiziert. Lederschuhe und Schuhe aus anderen Materialien für den Trockenbereich, mit der Ausnahme von Vollgummi- oder Gesamtpolymerschuh, erhalten den Code I. Vollgummischuhe oder Gesamtpolymerschuhe hingegen bekommen den Code II (ÖNORM EN ISO 20345, 2004).

In Bezug auf die Schafthöhe nimmt die ÖNORM EN ISO 20345 (2004) eine weitere Differenzierung der Sicherheitsschuhe in folgende fünf Schuhformen vor:

- Halbschuh
- niedriger Stiefel
- halbhoher Stiefel
- hoher Stiefel
- Oberschenkelhoher Stiefel

2.2 Ergonomische Kriterien der ÖNORM

In der ÖNORM EN ISO 20344 (2004) widmet sich ein kurzes Kapitel den ergonomischen Merkmalen von Sicherheitsschuhen. In diesem Abschnitt wird festgehalten, dass die spezifischen ergonomischen Merkmale von Schuhen bei Trageversuchen von drei Proband(inn)en bewertet werden müssen. Während der Tragezeit gehen die Versuchspersonen drei alltäglichen Tätigkeiten nach. Diese sind: fünf Minuten langes Gehen bei einer Geschwindigkeit von etwa 6 km/h, eine Minute langes Auf- und Absteigen von ungefähr 20 Treppen und Hinknien (ÖNORM EN ISO 20345, 2004). Zu der Bewertung der ergonomischen Kriterien sollen laut ÖNORM EN ISO 20344 (2004) folgende Merkmale herangezogen werden:

- Die Innenseite der Schuhe soll frei von rauen, scharfkantigen oder harten Stellen sein, die Reizungen oder Verletzungen hervorrufen könnten.
- Die Zehenkappe oder die Kantenbedeckung der Zehenkappe soll frei von Stellen sein, an denen man sich einklemmen könnte.
- Die Schuhe sollten frei von Merkmalen sein, die nach Meinung der Versuchsperson zu einer Gefährdung führen könnten.
- Das Verschlusssystem soll angemessen einstellbar sein.
- Die bereits genannten Tätigkeiten sollen ohne Probleme ausgeführt werden können.

Abgesehen davon, dass diese Tätigkeiten die vielseitigen und langandauernden Belastungen von Steharbeit nicht widergeben können, sind die „spezifischen ergonomischen Merkmale“, anhand derer die Proband(inn)en die Schuhe bewerten, unvollständig und ungenau. Des Weiteren ist aus der ÖNORM EN ISO 20344 (2004)

jedoch nicht ersichtlich, ob alle oder nur einige dieser eben genannter Kriterien erfüllt sein müssen, damit der entsprechende Schuh als ergonomisch angesehen werden kann.

2.3 Forderung nach spezifischen ergonomischen Richtlinien

Zwar werden – wie in den beiden vorherigen Kapiteln gezeigt – zahlreiche Richtlinien für die Unfallverhütung von Sicherheitsschuhen in der ÖNORM EN ISO 20345 (2004) beschrieben, eine ÖNORM mit ähnlichen, klar definierten und umfassend erfassten Mindestansprüchen an den Tragekomfort von Sicherheitsschuhen existiert jedoch noch nicht. Damit das Tragen von Sicherheitsschuhen nicht bloß Schutz vor Verletzungen bietet, sondern auch das Entstehen bzw. das Zunehmen von Beschwerden am gesamten Bewegungsapparat verhindert, müssen die ergonomischen Anforderungen ebenfalls gesetzlich geregelt werden.

Jäger (2002) fasst folgende ergonomischen Kriterien für Sicherheitsschuhe zusammen:

- hohe Passgenauigkeit
- anatomisches Fußbett
- Polsterung am Knöchel und an der Zunge
- flexible Sohle für ein gesundes Abrollverhalten
- Schockabsorption im Fersenbereich
- geringes Gewicht
- gute Wärmeleitfähigkeit
- Wasserdichtheit in Außenbereichen

In einer Studie mit 356 Frauen zwischen 20 und 36 Jahren konnte gezeigt werden, dass die mangelnde Passgenauigkeit der Schuhe nicht nur zu Schmerzen an den Füßen, sondern auch zu Fußdeformitäten führen können (Frey, Thompson, Smith, Sanders & Horstman, 1993). In den BGR 191 (2007) werden daher die Vermeidung von Druckerzeugung in den Zehenschutzkappen auf die Zehen sowie eine individuelle Anpassung des Schuhs durch beispielsweise Schnürung oder Klettverschlüsse an die Fußform oder an besondere Arbeitshaltungen als zusätzliche ergonomische Richtlinien angeführt. Die Forderung nach einer guten Passgenauigkeit an Sicherheitsschuhe stellt jedoch aufgrund von Fußdeformitäten und der Tatsache, dass jeder Fuß eine eigene

Form aufweist, ein wesentliches Problem dar (Squadrone, Rodano, Preatoni, Andreoni & Pedotti, 2005). Außerdem können gleiche Schuhgrößen unterschiedlicher Hersteller eine unterschiedliche Passform besitzen (BGR 191, 2007). Um eine gute Passgenauigkeit zu erreichen, wurden zur Fußvermessung ergonomische Maßsysteme entwickelt, die unter den beiden Namen Mehrweitsystem und Mondopoint-System bekannt sind. Mit Hilfe dieser Messverfahren werden vom bekleideten Fuß die Länge als auch seine größte Breite gemessen, damit die Schuhe anschließend an diese individuellen Größen angepasst werden können. Es müssen dabei die Maße beider Füße vermessen werden, weil oft kleine Unterschiede zwischen dem rechten und dem linken Fuß existieren. Da sich das Fußvolumen im Laufe des Tages vergrößert, werden die Größe und Länge der Füße prinzipiell am Ende eines Arbeitstages erfasst (BGR 191, 2007). Für eine gute Passgenauigkeit muss ein guter Halt im Ballen- und Fersenbereich gewährleistet sein, da es ansonsten zu einer Verschiebung der Mittelfußknochen in Richtung Fußsohle kommen kann und somit lokale Druckspitzen begünstigt werden (Walther & Grosse, 2006). Des weiteren muss für die Zehen im Vorschuh eine ausreichende Bewegungsfreiheit gegeben sein (BGR 191, 2007).

Neben der Passform der Sicherheitsschuhe spielt die Klimamembran in Bezug auf Tragekomfort ebenfalls eine zentrale Rolle. Einer Studie von Squadrone et al. (2005) zufolge hängt die Luftfeuchtigkeit im Schuh stark mit dem Empfinden von Diskomfort zusammen. Innerhalb von acht Stunden produzieren Füße im Sitzen etwa 20 g Schweiß. Diese entstandene Feuchte muss auf dem schnellsten Weg nach außen gelangen, damit der Fuß nicht zu viel Wärme abgibt, sowie Blasen und die Auskühlung der Füße verhindert werden können. Für ein angenehmes Temperaturverhalten im Schuh muss daher eine Temperatur zwischen 29° und 32° herrschen (Jäger, 2002). Rys und Konz (1994) führten Studien durch, bei denen sie die Hauttemperatur an den Füßen und Beinen unter verschiedenen Bodenbedingungen untersuchten. Obwohl die durch das lange Stehen beeinflussten Temperaturen an Waden und Rist nicht immer konsistent sind, kann angenommen werden, dass die Temperaturen an Bein und Fuß innerhalb von 30 Minuten zunächst um 2°C steigen und dann gleich bleiben bzw. etwas absinken. Bei komfortablen Fußböden sind diese Temperaturen folglich höher als bei weniger komfortablen (Rys et al., 1994).

2.4 Exkurs: Anforderung Rutschhemmung

Den Unfallstatistiken der AUVA (2007) zufolge gehören Sturz und Fall mit 28,13 % bereits seit fünf Jahren zu den häufigsten Unfallursachen während der Arbeitszeit, wobei Männer zwischen 35 und 45 Jahren am häufigsten stürzen. Stürze führen in den meisten Fällen zu Zerrungen und Verstauchungen in den Beinen und tragen im Durchschnitt Kosten in der Höhe von € 17.104,- mit sich (AUVA, 2007). Aus diesem Grund stellt die Verhütung von Unfällen durch Ausrutschen und Stolpern ein wesentliches Anliegen dar. Die Ursachen von Sturzunfällen werden vor allem in dem nicht sicherheitsgerechten Verhalten wie „Unachtsamkeit“ bzw. „Unkonzentriertheit“ gesehen (Fischer, 2005). Eine Präventionsmaßnahme stellen daher Kampagnen wie die Initiative „! GIB ACHT – Baba und fall net“ von der AUVA dar, die darauf abzielen, Arbeitgeber(innen), Lehrer(innen) und Schüler(innen) auf die hohe Unfallgefahr durch Sturz und Fall zu sensibilisieren.

Eine nicht weniger gering schätzende Rolle spielen jedoch auch die technischen Gegebenheiten wie die Fußbodenbeschaffenheit und das Schuhwerk (Fischer, 2005). Zur Messung der rutschhemmenden Eigenschaften von Schuhen und Fußböden werden sowohl Labor-Prüfverfahren, wie das stationäre Begehungsverfahren auf der schiefen Ebene, als auch ortsunabhängige Prüfverfahren, wie beispielsweise mobile Gleitreibungsmessverfahren, angewendet. Eine Zunahme von Rauigkeit bzw. Profilierung und Elastizität bei Schuhsohlen sowie bei Fußböden führt zu vermehrter Rutschsicherheit. Neben dem Schuhwerk und der Fußbodenbeschaffenheit ist es für die Rutschhemmung von entscheidender Bedeutung, ob ein Zwischenmedium in Form von Nässe oder Gleitmittel vorhanden ist oder nicht. Die Reinigung von Fußböden mit nicht-schichtbildenden Putzmitteln sorgt ebenfalls für eine erhöhte Rutschhemmung. Des weiteren wird der Rutschvorgang von Umweltbedingungen und menschenbezogenen Faktoren wie der Wahrnehmung und der Erkennbarkeit von rutschigen Fußböden beeinflusst. Das Gehverhalten, im Speziellen die Gehgeschwindigkeit, plötzliche Richtungsänderungen oder plötzliches Stehenbleiben sind in diesem Bezug besonders wichtig. Um ein geeignetes Messverfahren zu entwickeln, ist demzufolge eine ganzheitliche Ansicht der Einflussfaktoren notwendig (Fischer, 2005).

3 Gesundheitliche Auswirkungen von Steharbeitsplätzen

Im Folgenden werden die Ursachen, Risikofaktoren, Auswirkungen sowie wirksame Strategien zur Vorbeugung von arbeitsbedingten Muskel-Skelett-Erkrankungen aufgezeigt.

3.1 Arbeitsbedingte Muskel-Skelett-Erkrankungen

Beschwerden und Bewegungseinschränkungen in Nacken, Schultern, Rücken oder Gliedmaßen sind bei Arbeitnehmer(innen) weit verbreitet und werden als Muskel-Skelett-Erkrankungen bezeichnet. Es handelt sich dabei um Verletzungen der Sehnen, Muskel, Bänder, Knochen, Nerven oder Gefäße. Zumeist sind die oberen Extremitäten und der untere Rücken betroffen (Amell & Kumar, 2001). Bereits ein Drittel der Berufstätigen in Europa leidet unter Rückenbeschwerden. Muskel-Skelett-Erkrankungen zählen somit in Europa zu den häufigsten arbeitsbedingten Erkrankungen (Europäische Stiftung zur Verbesserung der Lebens- und Arbeitsbedingungen, 2002). Diese meist chronischen Schmerzzustände stehen in Verbindung mit langandauernden Krankenständen, die für den (die) Arbeitgeber(in) und den Staat hohe Kosten implizieren. Die finanziellen Folgen von arbeitsbedingten Muskel-Skelett-Erkrankungen umfassen die direkten medizinischen Kosten, Entschädigungsbeträge, Produktionsverlust und Überstunden als auch die Ausbildung neuer Mitarbeiter(innen), um die erkrankten Mitarbeiter(innen) zu ersetzen (Amell et al., 2001). Vor allem jedoch für den (die) Betroffene(n) und deren Familien bringt solch eine Erkrankung hohe psychologische, soziale und finanzielle Belastungen mit sich. Effektive Präventionsmaßnahmen gegen Muskel-Skelett-Erkrankungen sind daher für den Staat, die Arbeitgeber(innen), die Betroffenen als auch für die Gesellschaft ein notwendiger Schritt, um bedeutende Kosten zu sparen.

3.1.1 Physiologische Ursachen

Beschwerden im unteren Rücken, schmerzhaftes Füße, geschwollene Beine, allgemeine muskuläre Müdigkeit und weitere Gesundheitsprobleme stehen in Zusammenhang mit Steharbeit. Die Beibehaltung einer aufrechten Position für mehrere Stunden bedeutet eine hohe muskuläre Anstrengung. Somit wird durch eine aufrechte Körperhaltung die Blutzufuhr zu den angespannten Muskeln reduziert, was die Ermüdung beschleunigt

und in weiterer Folge zu Schmerzen in der Bein- und Rückenmuskulatur führt. Wenn dies fortdauernd vorkommt, können sich die Venen entzünden und sich eventuell chronische Krampfadern bilden. Des weiteren kann Steharbeit eine Blockierung der Hüft-, Wirbelsäulen-, Knie- und Fußgelenke bewirken. Letztendlich kann Steharbeit durch degenerative Schädigung der Sehnen und Bänder rheumatische Krankheiten bedingen (Carson, 1994). Rys und Konz (1989, zitiert nach Rys und Konz, 1994, S. 683) entdeckten, dass Steharbeit eine signifikant höhere Hauttemperatur an den Füßen und Beinen, sowie signifikant niedrigere Herzfrequenzen hervorruft, was wiederum zu einer eingeschränkten Blutzirkulation führt.

Um den Entstehungsmechanismus von Kreuzschmerzen zu verstehen, verglichen Gregory und Callaghan (2008) die Effekte unterschiedlicher Bodenmatten auf eine Reihe physiologischer Variablen. In ihrer Studie wurden 16 Versuchspersonen ohne Rückenbeschwerden dazu aufgefordert für zwei Stunden praxisnahe Arbeitsaufgaben zu erledigen. Mittels Elektromyografie, aktivem Bewegungsanalysesystem, Infrarotspektroskopie, Tele-Thermometer und subjektiver Beurteilung von Kreuzschmerzen wurde untersucht, ob zwei Stunden Steharbeit einen Einfluss auf 40 biologischen Variablen (z.B. durchschnittliche Muskelaktivität des Rectus Abdominis oder die durchschnittliche Sauerstoffanreicherung der Muskeln) haben. Es zeigte sich, dass sich bei 14 der 16 Versuchsteilnehmer(innen) über die zwei Stunden Steharbeit, die bisher keine chronischen Kreuzschmerzen hatten und zu Beginn der Studie vollkommen asymptomatisch waren, Kreuzschmerzen bildeten. Diese Studienergebnisse unterstützen infolgedessen das physiologische Entstehungsmodell von Muskel-Skelett-Erkrankungen.

3.1.2 Soziokulturelle Ursachen

Obwohl arbeitsbedingte Muskel-Skelett-Erkrankungen oft als Erkrankungen verstanden werden, bei denen die Arbeitswelt die Ursache darstellt, behauptet Hadler (1992, zitiert nach Amell et al., 2001, S. 258), dass die Entstehungsursachen in der soziokulturellen Umgebung liegen. Die Arbeitstätigkeit an sich sei nicht der Grund für die Entwicklung von Muskel-Skelett-Erkrankungen, vielmehr sind Hadler zufolge soziale Akzeptanz für Arbeitsunfähigkeit, Arbeitsunzufriedenheit, aufgebauchten normalen Muskelschmerzen, erhöhte Aufmerksamkeit auf Alterseffekte, finanzielle Interessen

von Arbeitsmediziner(inne)n und Ergonom(inn)en und ein fehlerhaftes Arbeiter-Vergütungssystem, welches Arbeiter(innen) für das Nicht-Arbeiten belohnt dafür verantwortlich (Hadler, 1992, zitiert nach Amell et al., 2001, S. 258). Es besteht jedoch kein Zweifel, dass die Symptome der Betroffenen real sind. Vielmehr weist diese Ansicht darauf hin, dass es sich bei Muskel-Skelett-Erkrankungen um ein sehr komplexes Phänomen handelt, bei dem physiologische als auch psychosoziale Aspekte eine wesentliche Rolle beitragen. Auf diesem Modell aufbauend sollten die Maßnahmen zur Vermeidung von Muskel-Skelett-Erkrankungen einen multikausalen Lösungsansatz, nämlich eine Kombination aus psychophysiologischen, psychosozialen als auch soziopolitischen Interventionen darstellen (Amell et al., 2001).

3.1.3 Risikofaktoren

Chronische Beschwerden in Verbindung mit dem Muskel-Skelett-System stellen einen weiteren wesentlichen Faktor dar. Sie haben eine negative und finanzielle Wirkung auf das Gesundheitssystem und auf die Arbeitswelt als auch einen bedeutsamen Einfluss auf die Lebenszufriedenheit der Betroffenen. Oleske, Lavender, Gunnar, Andersson, Morrissey, Zold-Kilbourn, Allen und Taylor (2006) führten zur Bestimmung der Risikofaktoren von wiederkehrenden Episoden von Kreuzschmerzen eine überaus umfangreiche Langzeitstudie durch. Die Stichprobe bestand aus 352 Mitarbeiter(inne)n der Automobilbranche mit kürzlich diagnostizierten Kreuzschmerzen. Zur Anwendung kamen neben physiologischen Messungen, wie die des Blutdrucks, auch psychologische Erhebungsinstrumente. Als Beispiele dienen etwa der „Oswestry Back Pain Disability Questionnaire“ zur Erhebung der Lebensbeeinträchtigung durch die Erkrankung und der „SF-12 Health Survey“ zur Erfassung der physiologischen als auch der mentalen Gesundheit. Das Risiko, aufgrund der Arbeit an Kreuzschmerzen zu erkranken, wurde mittels „Lumbar Motion Monitor“ erfasst, bei dem die Häufigkeit von Hebe- und Drehbewegungen, sowie Vorwärts- und Seitwärtsbeugungen aufgezeigt wurden. Demographische Angaben wurden ebenfalls befragt. Die Intervention bestand aus 5 Informationsveranstaltungen zu den Themen Umgang mit Kreuzschmerzen, gesunder Lebensstil und sicheres Heben. Des weiteren trug eine mittels Randomisierung ausgewählte Hälfte der Versuchspersonen eine ergonomische Rückenstütze während der Arbeit. Bei einem Vergleich jener

Versuchsteilnehmer(innen), bei denen die Episoden von Kreuzbeschwerden wieder auftraten mit denen ohne wiederkehrenden Schüben zeigte sich, dass sich die beiden Gruppen in ihrer allgemeinen physischen Gesundheit signifikant voneinander unterschieden, in ihrer mentalen Gesundheit jedoch nicht. Die Untersuchungsergebnisse ergaben ein 24.4 % Risiko einer wiederkehrenden Episode von Kreuzschmerzen innerhalb der nächsten zwölf Monate nach der Erstdiagnose. In Bezug auf das relative Risiko repräsentiert jede Einheit einer Verbesserung der physischen Gesundheit eine 5.1 % Senkung des Risikos an Kreuzschmerzen zu erleiden. Eine weitere unerwartete Erkenntnis ist ein fehlender Zusammenhang zwischen Arbeitszufriedenheit, mentaler Gesundheit und wiederkehrenden Episoden. Die Autor(inn)en weisen daraufhin, dass dies eine wichtige Einsicht dafür ist, dass die physiologischen Gesundheitsfaktoren in der Ätiologie von Kreuzschmerzen eine wichtigere Rolle spielen als die psychologischen Faktoren. Je mehr Arbeitsstellen eine Person innerhalb einer Zeitspanne von zwölf Monaten hatte, desto größer die Gefahr einer erneuten Episode, wobei sich das Risiko von 15.4 % nach einem Jobwechsel auf 30.8 % verdoppelte, die arbeitsbedingte Gefahr blieb jedoch gleich. Die Ursache dieser Erscheinung könnten die unbekannten und ungewohnten Aufgaben darstellen. Als unabhängige Prädiktoren für eine wiederkehrende Episode von Kreuzschmerzen erwiesen sich in dieser Untersuchung hohes Stressniveau, niedrige körperliche Gesundheit, starke Rückenschmerzen und dessen Beeinträchtigung auf das Alltagsleben, Wirbelsäulendeformität, sowie häufiger Jobwechsel.

Weitere Risikofaktoren für muskuloskelettale Beschwerden in den Knöcheln und Füßen, sowie Fersensporn stellen ein überdurchschnittlich hoher Body-Mass-Index, überwiegende Steharbeit und hohe physische Arbeitsleistung dar (D'Souza, Franzblau & Werner, 2005).

3.2 Präventionsmaßnahmen bei Steharbeitsplätzen

Aus **Kapitel 3.1** ist die Notwendigkeit von Maßnahmen zur Vermeidung der Entstehung von arbeitsbedingter Muskel-Skelett-Erkrankung als auch zur Verhinderung von Folgeschäden ersichtlich. Steharbeit kann jedoch auch Deformitäten an den Füßen oder Beinen, Schwellungen an den unteren Extremitäten und Verengung der Blutgefäße herbeiführen. Prävention ist daher in vielen Ländern zu einem der

wichtigsten Prioritäten geworden (King, 2002). Je nachdem in welchem Entwicklungsstadium sich die Krankheit befindet, unterscheidet man drei Arten von Prävention. Die Primärprävention umfasst einerseits die Verhinderung von der Entstehung der Krankheit und andererseits die Beibehaltung der Gesundheit der Mitarbeiter(innen) (z.B. Verwendung von Sicherheitsschuhen mit Vorfußdämpfung bei gesunden Mitarbeiter(innen)). Ziel der Sekundärprävention ist die Früherkennung von symptomlosen Krankheitsvorstadien. Eine Maßnahme der Sekundärprävention könnte beispielsweise das Tragen von orthopädisch verschriebenen Einlagen sein. Die Vermeidung von Verschlimmerungen der bereits bestehenden Erkrankung ist Aufgabe der Tertiärprävention. Als Beispiel einer Maßnahme der Tertiärprävention dient die Einführung von mechanischen Hebehilfen für Mitarbeiter(innen), die bereits Symptome von Muskel-Skelett-Erkrankung aufweisen, um die biomechanische Belastung und weitere Verletzungsgefahren zu reduzieren (Amell et al., 2001).

Um den weiter oben dargestellten, negativen Auswirkungen von Steharbeitsplätzen auf harten Böden prophylaktisch entgegenzuwirken, wurden in den letzten Jahren verschiedene Verfahren entwickelt, auf die in den nächsten Kapiteln näher eingegangen wird.

3.2.1 Bodenmatten

Eine weitverbreitete Präventionsmaßnahme zur Milderung der negativen Auswirkungen auf den Körper, die durch Steharbeit herbeigeführt werden, sind ergonomische Bodenmatten. Elastische Bodenmatten oder sogenannte Anti-Ermüdungsmatten sollen die Erschöpfung durch langes Stehen zu reduzieren. King (2002) beschreibt ihre Funktionsweise wie folgt:

„These mats (Anm. Anti-Ermüdungsmatten) are engineered to make the body naturally and imperceptibly sway, which encourages subtle movement by calf and leg muscles. This promotes blood flow and keeps blood from stagnating in the veins, which causes workers to feel fatigued.“ (S.478)

In diesem Abschnitt soll nun ein Einblick in die zahlreichen Studien gegeben werden, die sich der Quantifizierung der Wirkung von ergonomischen Bodenmatten auf den unteren Rücken, sowie die Beine und Füße widmen (King, 2002).

Eine Studie mit dem Ziel, die ergonomische Wirkung von sieben unterschiedlichen Bodenmatten auf die Müdigkeit und Beschwerden von Mitarbeiter(inne)n mit Steharbeitsplätzen zu untersuchen, führten Redfern und Chaffin (1988) durch. Die drei untersuchten Gummi-Bodenmatten unterschieden sich in ihrer Dicke (1.6 mm, 6.4 mm und 9.7 mm). Bei zwei weiteren Matten handelte es sich um harte Bodenmatten mit und ohne dreischichtiger Polsterfüllung. Geprüft wurden außerdem die Effektivität einer viskoelastischen Bodenmatte zwecks Schockabsorption und einer unebenen Bodenmatte, um sehr kleine Bewegungen der Fußgelenke zu fördern und somit Beinmüdigkeit zu reduzieren. Mittels Fragebogen wurde das Diskomfortempfinden, die generelle Müdigkeit im ganzen Körper und die Beinmüdigkeit von 14 Versuchspersonen in allen Bodenbedingungen erfasst. Das Diskomfortempfinden war in den beiden Bedingungen harter Betonboden und harte Bodenmatte am stärksten, und in den Bedingungen dickste Gummimatte und harte Bodenmatte mit zusätzlich drei-schichtiger Polsterfüllung am schwächsten ausgebildet. Die weicheren Bodenmatten riefen demgemäß weniger Beinmüdigkeit hervor als die harten, wobei eine zu weiche Bodenmatte (unebene Bodenmatte) eine vermehrte Müdigkeit bewirken kann. Die Untersuchungsergebnisse zeigten außerdem einen starken Zusammenhang zwischen Beinmüdigkeit und genereller Müdigkeit, was darauf schließen lässt, dass der Boden nicht nur auf die Beine, sondern auf den gesamten Körper einwirkt. Der stärkste Effekt der Bodenbedingungen erwies sich in den Beinen. Je weiter entfernt vom Boden, desto kleiner die Wirkung (Redfern et al., 1988). Die Ergebnisse einer experimentellen Studie von Kim et al. (1994) zeigten im Gegensatz dazu, dass die mittels EMG überprüften Anti-Ermüdungsmatten zu keiner signifikanten Reduktion der Beinmuskulatur führten. Die Rückenmuskulatur ist die einzige Muskelgruppe, der die elastischen Bodenmatten zugutekommen. Eine Erklärung hierfür könnte sein, dass Steharbeit stärkere Beschwerden im Rücken als in den Beinen verursacht und eine Bodenmatte somit in den Beinen weniger Schmerzlinderung bewirken kann als im Rücken. Für diese Erläuterung sprechen die Ergebnisse einer

Untersuchung von Hansen, Winkel und Jorgensen (1998), bei der zwei Stunden Steharbeit eine Zunahme des Diskomfortempfindens von 6 zu 30 % im unteren Rücken, aber lediglich von 3 zu 14 % in den Beinen hervorrief.

Von einer anti-ermüdeten Wirkung von Bodenmatten berichteten ebenfalls Kim et al. (1994). Sie entdeckten eine verminderte Ermüdung der Streckmuskeln des Rumpfes bei Steharbeit auf einer komprimierbaren Bodenmatte im Vergleich zu einer weniger elastischen Bodenmatte und dem Betonboden. Diesen Anti-Ermüdungseffekt begründeten Kim et al. (1994) durch die vermehrte Pendelbewegung auf der elastischen Bodenmatte und der folglich dynamischeren Kontraktionsmuster des Rumpf-Streckmuskels.

Hinnen und Konz (1994) erforschten die Kriterien einer optimalen Anti-Ermüdungsmatte. Mit Hilfe 16 weiblicher Steharbeiter(innen) und 5 unterschiedlicher Matten fanden sie heraus, dass eine ergonomisch wirksame Bodenmatte eine Dicke von mindestens 1.27 cm besitzen sollte. Konform zu den Studienergebnissen von Redfern et al. (1988) zeigte sich ein U-förmiger Zusammenhang zwischen Komprimierbarkeit der Bodenmatte und Komfort, wobei das Komfortempfinden bei einer Komprimierbarkeit von 3 bis 4 % vom Körpergewicht am niedrigsten und bei einer zu starken oder zu schwachen am stärksten ausgeprägt war. Rys et al. (1994) erkannten, dass elastische Bodenmatten mit einer 6 % Komprimierbarkeit zu signifikant mehr Komfortempfinden führen als Bodenmatten mit 18 % Komprimierbarkeit. Da Weichheit bei Bodenmatten nicht unbedingt gesundheitsfördernd ist, sondern im Gegenteil zu weiche Bodenmatten eine Gefahr des Stürzens bergen, und durch exzessive Pendelbewegungen eine Verletzung der unteren Extremitäten verursachen können, werden Bodenmatten mit einem Druckwiderstand von 6 bis 9 Mega Pascals empfohlen (Shelly, 2005).

3.2.2 Schuheinlagen

Vor allem Mitarbeiter(innen) mit äußerst flachen Füßen und jene mit außergewöhnlich hohem Fußgewölbe sind besonders anfällig für körperlichen Beschwerden und Müdigkeit, die durch Steharbeit verursacht werden. Das Problem dabei ist die ungleiche Gewichtsverteilung auf die Füße. Personen mit sehr hohen Fußgewölben

haben wesentlich mehr Druck im Vorderfußbereich sowie auf den Fersen und können die Stöße nicht so gut auffangen wie ihre Kolleg(inn)en mit niedrigeren Fußgewölben. Beschwerden an den Hüften sind eine häufige Folge davon. Mitarbeiter(innen) mit Plattfüßen knicken ihre Füße nach innen, was auf Dauer die Knie- und Hüftgelenke beschädigt. Orthopädische Einlagen werden daher individuell aus einem Fußabdruck hergestellt. Dadurch füllen orthopädische Einlagen den Raum zwischen Fuß- und Innensohle des Schuhs, unterstützen die einzigartige Form des Fußes und absorbieren Druck auf sehr flache Füße, indem sie das nach innen Knicken der Füße verhindern (Fernberg, 1999).

Schuheinlagen sind im Kontrast zu Bodenmatten nicht an einen fixen Ort gebunden und können somit als „mobile Bodenmatten“ angesehen werden. Von zentraler Bedeutung ist die Frage, ob Schuheinlagen den Bodenmatten gegenüber zusätzlich einen ergonomischen Vorteil erweisen. Eine Studie zur Gegenüberstellung der Effektivität von Schuheinlagen mit der von Bodenmatten im Hinblick auf Beinmüdigkeit führte King (2002) durch. Die Stichprobe bestand aus 27 Fabrikarbeiter(inne)n, die mehr als acht Stunden durchgehend im Stehen arbeiteten. Untersucht wurden folgende vier Bodenbedingungen: Holzfußboden, Bodenmatte, Schuheinlagen sowie die Kombination Bodenmatte und Schuheinlagen. Die elastische Bodenmatte besteht aus rutschfestem Polyurethan. Bekannt für ihre besonders starke Schockabsorption und langanhaltende Beständigkeit wurden viskoelastische Schuheinlagen eingesetzt. Die Versuchsteilnehmer(innen) trugen alle dasselbe Paar Sicherheitsschuhe. Härte der Bodenbedingung sowie allgemeine Müdigkeit, Beinmüdigkeit und der empfundene Diskomfort in den jeweiligen Untersuchungsbedingungen wurde in Verbindung mit den spezifischen Körperregionen an den Füßen, Knöcheln, Unterschenkel, Oberschenkel, Hüften, unterer Rücken als auch am oberen Rücken erfasst. Mittels zufälliger Zuordnung wurden die Stichproben drei Versuchsgruppen mit unterschiedlicher Vorgabereihenfolge der Versuchsbedingungen zugeordnet. In Bezug auf Härte, allgemeine Müdigkeit und Beinmüdigkeit erhielt der Holzfußboden die schlechtesten Bewertungen. Das Diskomfortempfinden war in der Bodenbedingung Schuheinlagen mit Bodenmatte am niedrigsten. Es zeigte sich eine signifikante Interaktion zwischen Körpergröße und Bodenbedingung in Bezug auf Diskomfort.

Kleinere Personen empfanden beim Stehen am Holzfußboden wesentlich mehr Diskomfort als die Größeren. Orlando und King (2004) bestätigten dieses Ergebnis, indem sie in ihrer Studie beobachten konnten, dass kleinere Mitarbeiter(innen) in der Holzboden-Bedingung mehr Diskomfort in den Beinen und zusätzlich mehr Beinmüdigkeit empfanden als die größeren Teilnehmer(innen). Dies könnte auf die Bestimmungsgrößen des Arbeitsplatzes und damit verbundene Schwierigkeiten mit dem Greifen nach Gegenständen für kleinere Mitarbeiter(innen) zusammenhängen. Des weiteren erwies sich ein Zusammenhang zwischen Arbeitsdauer und Diskomfortempfinden in Verbindung mit bestimmten Körperregionen unter den jeweiligen Bodenbedingungen. Je länger die Arbeitszeit, desto mehr Diskomfort verspürten die Versuchspersonen der harten Bodenbedingung in der Hüfte. Ein ähnlicher Wirkungszusammenhang ergab sich in den Füßen und Knien in der Bodenmattenbedingung. In den beiden anderen Versuchsbedingungen, Schuheinlagen und Bodenmatte in Kombination mit Schuheinlagen, war dieser Effekt nicht zu erkennen. Diese Ergebnisse sprechen für einen kumulierenden Effekt von dauerhafter Steharbeit auf das Diskomfortempfinden in den Füßen, sowie Hüft- und Kniegelenken. Bezüglich des Alters der Mitarbeiter(innen) zeigte sich in den beiden Bedingungen harter Holzfußboden und Bodenmatte ein signifikanter Zusammenhang. Die älteren Teilnehmer(innen) empfanden am harten Boden mehr Diskomfort in ihren Füßen und Hüften als die jüngeren (King, 2002). Auch bei Orlando et al. (2004) kann eine verstärkte Sensibilität im höheren Alter beobachtet werden. Nur bei den älteren Versuchspersonen konnte durch das Tragen von Schuheinlagen und das Stehen auf Bodenmatten eine Abnahme des Diskomfortempfindens in den Füßen beobachtet werden. Die Schlüsse der Bodenmatte-Bedingungen der beiden Untersuchungen widersprechen jedoch einander. Bei King (2002) verspürten die älteren Versuchspersonen mehr, bei Orlando et al. (2004) hingegen weniger, Beinmüdigkeit und Diskomfort in den Füßen. Obwohl die Resultate dieser Studien nicht konform zueinander sind, kann daraus geschlossen werden, dass das Alter in den Auswirkungen von Steharbeit auf körperliche Beschwerden eine beeinflussende Rolle spielt.

Für die beiden Variablen Alter und Arbeitsdauer veranlassten die Bedingungen harter Boden und Bodenmatte in der Studie von King (2002) ein stärkeres

Diskomfortempfinden als die beiden anderen Versuchsbedingungen. Eine Erklärung für dieses unerwartete Ergebnis könnte sein, dass Bodenmatten in den an der Untersuchung teilnehmenden Unternehmen eine weitverbreitete Intervention sind und die Schuheinlagen als auch die Kombination aus Schuheinlagen und Bodenmatten für die älteren und mehr erfahrenen Mitarbeiter(innen) eine willkommene Abwechslung darstellte. Die Ursache dieses Phänomens könnte allerdings auch darin liegen, dass das Tragen von Schuheinlagen eine Reduktion von Diskomfort bewirkt. Ein Vergleich der Bodenbedingungen miteinander zeigte, dass das Diskomfortempfinden und die Beinmüdigkeit auf dem harten Boden am Stärksten ausgeprägt waren. Steharbeit auf weicheren Bodenbedingungen wirkt folglich weniger ermüdend und ist komfortabler. Kein signifikanter Unterschied im Diskomfortempfinden konnte zwischen den Schuheinlagen, der Bodenmatte sowie der Kombination Schuheinlage und Bodenmatte festgestellt werden. Da sich der harte Boden nur von den Schuheinlagen und der Kombinationsbedingung differenzierte, jedoch kein Unterschied zwischen hartem Boden und Bodenmatte in Hinblick auf Diskomfort bestimmt werden konnte, könnte dies für eine tendenziell stärkere gesundheitsfördernde Wirkung von Schuheinlagen auf Füße, Knie, Hüfte und unteren Rücken bedeuten (King, 2002). Bei Redfern et al. (1988), sowie bei King (2002), führten die Schuheinlagen zu signifikant weniger Diskomfortempfinden als ein harter Betonboden. Orlando et al. (2004) konnten jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Bodenbedingungen harter Holzfußboden, viskoelastische Schuheinlagen und elastische Bodenmatte in Bezug auf allgemeine Müdigkeit, Beinmüdigkeit und Diskomfort in verschiedenen Körperregionen erkennen. Eine besonders aktuelle Metaanalyse von Studien zur Überprüfung der gesundheitsfördernden Wirkung von Einlegesohlen zieht die Schlussfolgerung, dass Schuheinlagen keinen lindernden Effekt auf Rückenbeschwerden haben (Sahar, Cohen, Ne'eman, Kandel, Odebiyi, Lev, Brezis & Lahad, 2008).

Die Wirkung von Schock-absorbierenden Schuheinlagen überprüften Faunø, Kålund, Andreasen und Jørgensen (1993) mit Hilfe einer Stichprobe bestehend aus 91 Fußballschiedsrichter(inne)n während eines fünftägigen Turniers. Dabei wurden die Beschwerden in Wade, Oberschenkel, Rücken, Achillessehne und Knie der beiden

Untersuchungsgruppen (mit und ohne Schock-absorbierenden Ferseneinlagen) miteinander verglichen. Am zweiten, dritten und vierten Untersuchungstag waren die Beschwerden in Rücken, Waden und Achillessehne in der Gruppe mit Schock-absorbierenden Ferseneinlagen signifikant weniger. Diese Ergebnisse stimmen mit jenen von Wosk und Voloshin (1985) überein.

In der Sportforschung wurde von Mündermann, Nigg, Stefanyshyn und Humble (2002) das Komfortempfinden von vier Schuheinlagen, die sich in ihrer Weichheit voneinander unterschieden, beim Laufen miteinander verglichen. Dabei zeigte sich, dass die Versuchspersonen die weicheren Schuheinlagen bevorzugten. Bei einer Stichprobe von 206 Militärbediensteten zeigte sich ein ähnliches Ergebnis (Mündermann, Stefanyshyn & Nigg, 2001). Alle sechs untersuchten Schuheinlagen wurden bezüglich des Komfortempfindens besser beurteilt als die Kontrollbedingung keine Schuheinlage. Allerdings empfanden die Versuchspersonen der Bedingungen harte Schuheinlage sowie Schuheinlage mit viskosem Material im Vorderfußbereich signifikant weniger Komfort als die Teilnehmer(innen) mit den anderen Schuheinlagen (weiches Material im Vorderfuß-/Rückfußbereich, elastisches Material im Vorderfußbereich). Werden personenspezifischen Charakteristika mitberücksichtigt, lässt sich beispielsweise erkennen, dass Personen mit niedrigem Fußgewölbe harten Schuheinlagen aus viskosem Material mehr Komfort zuschreiben als weichen Schuheinlagen aus elastischem Material, während Personen mit hohem Fußgewölbe weiche Schuheinlagen aus elastischem Material bevorzugten. Daraus kann geschlossen werden, dass die Härte bzw. die Weichheit von Schuheinlagen für das Empfinden von Komfort, neben personenbezogenen Charakteristiken, eine entscheidende Rolle spielt (Mündermann et al., 2001).

3.2.3 Ergonomische Arbeitssicherheitsschuhe

Nicht-ergonomisches Schuhwerk kann schwerwiegende, langanhaltende Beschwerden in Füßen, Knöchel, Knie, Hüfte und Rücken hervorrufen. Eine Erschütterung des Skelettes durch tägliches Gehen auf hartem Untergrund ist Johnson (1994) zufolge die Hauptursache von Rückenschmerzen. Arbeiter(innen), die vorwiegend im Stehen arbeiten, attribuieren ihre Fußbeschwerden auf ihre Schuhe. In einer Studie von Marr

und Quine (1993) gaben 91 % der Befragten an, orthopädische Fußprobleme zu haben und führten diese auf ihre Sicherheitsschuhe zurück.

Zahlreiche Wissenschaftler belegten bereits, dass die ergonomischen Eigenschaften von Schuhwerken einen Einfluss auf die menschliche Gesundheit haben. So zeigte bereits Basford und Smith (1988), dass viskoelastische Schuheinlagen Beschwerden von Steharbeiter(innen) in Rücken, Beinen und Füßen reduzieren können. Das Fußbett dient etwa der Stütze des Fußes und der Ventilation. Fußbetten mit einer dem Fuß angepassten Wölbung unterstützen das Fußgewölbe, reduzieren somit die Belastung durch die Druckspitzen auf die Fußsohle und können des weiteren die Bildung von Fersensporen verhindern (Burgess, Jordan & Bartlett, 1997, Chiu & Wang, 2007, Kogler, Solomonidis & Paul, 1995). Chiu et al. (2007) konnten außerdem beweisen, dass durch das Tragen von Schuhen mit passender Wölbung die elektromyografische Aktivität im medialen Wadenmuskel reduziert und der Ermüdungsprozess der Waden somit verlangsamt werden kann.

Die Laufsohle und die Zwischensohle der Schuhe bieten vorwiegend eine Stoßdämpfung, eine Friktion mit der Unterlage sowie eine reduzierte Aufprallbelastung des Fußes. Das Material und die Dicke der Fußsohle bestimmen dabei den Wirkungsgrad der Stoßdämpfung. Eine Außensohle mit einem 1.8 bis 3.6 cm hohen Absatz ermöglicht eine Verringerung des Drucks an der Ferse und am Vorderfuß, sowie des Diskomfortempfindens am Knöchel. Nicht nur das Material, sondern v. a. die Passung des Schuhs an die Füße tragen wesentlich zu Tragekomfort bei. Die Form des Schuhmodells, die Risthöhe, die Tiefe des Zehenteils und die Breite des Vorderfußes spielen dabei wichtige Rollen (Chiu et al, 2007). Frey et al. (1993) konnten mit ihrer Untersuchung zeigen, dass ein schmaler Zehenteil die Belastung an der medialen Seite des Vorderfußes verstärkt. Arbeiter(innen), die Steharbeit leisten, wird folglich empfohlen, Schuhe mit breitem Zehenteil zu tragen. Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Betrachtung ergonomischer Schuhe ist die Höhe des Fersenteils, da sie die Druckverteilung, vertikale Stoßkraft, Bewegung der Fußgelenke, Muskelaktivität, Körperschwerpunkt und Auflagekraft der Fußsohle beeinflusst. So weisen beispielsweise Schuhe mit einem hohen Absatz eine wesentlich stärkere vertikale Stoßkraft auf als niedrige Schuhe (Stefanyshyn, Nigg, Fisher, O'Flynn & Liu, 2000).

Während die getesteten Schuhe bei Chiu et al. (2007) keinen Effekt auf die Bewegungen der Knie- und Fußgelenke hatten, ließ sich bei Stefanyshyn et al. (2000) bei Schuhen mit höheren Absätzen eine vermehrte Krümmung der Gelenke feststellen.

Sobel, Levitz, Caselli, Christos und Rosenblum (2001) fragten ihre Untersuchungsteilnehmer(innen) nach ihren Verhaltensweisen zur Verminderung von Diskomfort. Die häufigsten Handlungen, die die Polizist(inn)en auf diese Frage antworteten, waren: Schuhe kurz ausziehen, Füße hochlegen und Schuhe wechseln. Au und Goonetilleke (2007) führten eine Studie zur Erfassung der wesentlichen Eigenschaften komfortabler Damenschuhe durch. Dabei zeigte sich, dass die Passform in der Zehenregion, Region des Fußgewölbes als auch der Ein- und Austrittsregion einen signifikanten Einfluss auf das Komfortempfinden in den Schuhen hatte. Unpassende Schuhe haben eine deformierende Wirkung auf die Füße und können Hallux valgus, Hammerzehen, Hühneraugen, Hornhaut und weitere Fußerkrankungen hervorrufen. Dies bestätigt die Studie von Frey et al. (1993), bei der 80 % der 356 Untersuchungsteilnehmerinnen Fußbeschwerden und 76 % zumindest eine Fußdeformität hatten, wobei Hallux valgus die häufigste Fußerkrankung war. Die Ursache liegt in der unzureichenden Passform der Schuhe. 88 % der Befragten trugen Schuhe, die ihnen um durchschnittlich 1.2 cm zu klein waren. Bei den Frauen ohne Fußdeformitäten waren die Schuhe nur um durchschnittlich 0.60 cm zu klein (Frey et al., 1993).

Zusammenhänge zwischen mechanischen Charakteristiken von Schuhen und Komfortempfinden untersuchten Squadrone et al. (2005). Die stärkste Korrelation erwies sich zwischen der Flexibilität des Obermaterials und Komfort mit einem Wert von .68. Starke Assoziationen von Komfort zu Schuhflexibilität, Schockabsorption, Schuhtorsion, Friktion der Außensohle und der Weichheit des Schuhs waren ebenfalls zu beobachten. Negative Korrelationen zeigten sich zwischen Komfort und Luftfeuchtigkeit ($r = -.57$), Komfort und Gewicht ($r = -.41$), sowie Komfort und Temperatur ($r = -.29$) (Squadrone et al., 2005).

Ein wichtiges Gebiet, auf dem intensiv über gesundheitsförderndes Schuhwerk geforscht wird, ist die Diabetesforschung. Reiber, Smith, Wallace, Sullivan, Hayes, Vath,

Maciejewski, Yu, Heagerty und LeMaster (2002) führten eine Studie durch, bei der sie überprüften, ob extra tief und breit geformte therapeutische Schuhe mit ergonomischen Einlagen die Gefahr einer Wiederentstehung von Fußgeschwüren bei Diabetespatient(inn)en nach zwei Jahren Tragedauer vermindern können. Durch Randomisierung teilten sie 400 Untersuchungsteilnehmer(innen) zwei Versuchs- und einer Kontrollgruppe zu. Die Personen der beiden Versuchsbedingungen erhielten zwar dasselbe therapeutische Schuhwerk, jedoch sich in ihrem Material unterscheidende Schuheinlagen. Da sich die Inzidenzrate von wiederkehrenden Fußgeschwüren zwischen den Gruppen nicht signifikant voneinander unterschied, konnte die therapeutische Wirkung der Schuhe nicht nachgewiesen werden (Reiber et al., 2002).

Zum Thema Tragekomfort von Schuhen finden sich in der Sportschuhforschung ebenfalls interessante Untersuchungen. Bei der Überprüfung der Komfortkriterien von Sportschuhen fanden Miller, Nigg, Liu, Stefanyshyn und Nurse (2000) beispielsweise heraus, dass die Passgenauigkeit des Schuhs an den Fuß für Komfortempfinden eine hohe Bedeutung hat. Dennoch reicht eine gute Passform für einen hohen Tragekomfort alleine nicht aus. Mechanische Charakteristiken der Schuhe wie die Drehsteifigkeit und die Polsterung spielen in Bezug auf Komfortempfinden neben personenbezogenen Eigenschaften wie der Ausrichtung des Skeletts ebenfalls wichtige Rollen.

Bei Arbeitsplätzen, wo die Arbeit die meiste Zeit über im Stehen oder Gehen erledigt wird, verhelfen weiche Schuhe zu einer Verminderung der Druckbelastung auf die Ferse und des Risikos eines Fußödems (Hansen et al., 1998). In einer Untersuchung von Zhang et al. (1991) wurde ebenfalls überprüft, ob das Tragen von weichen Schuhen und das Stehen auf weichen Unterlagen einen Effekt auf die Fuß- und Beinermüdung haben. Die Untersuchungsbedingungen bestanden aus vier Bodenmatten (Betonboden, Bodenmatten mit 3.2 mm, 6.4 mm und 9.6 mm Dicke) und zwei weiteren Schuhen (weiche Turnschuhe und harte Lederschuhe). Neben Biomechanischen Messverfahren (EMG, Haltungs- und Bewegungsanalysen), wurden psychophysische Erhebungsinstrumente (Fragebögen zur Erhebung der Anspannung und Beschwerden am Körper) sowie Methoden zur Erfassung der erbrachten Leistung angewendet. Es wurde beobachtet, dass das Diskomfortempfinden über die Zeit linear

zunahm. Interessanterweise zeigte sich die erwartete anti-ermüdende Wirkung der weichen Schuhe erst nach einer Stunde. Der Unterschied zwischen weichen und harten Schuhen war jedoch nicht signifikant (Zhang et al., 1991). Dies könnte darauf zurückgeführt werden, dass die Versuchspersonen aufgefordert wurden aus ihrem eigenen Sortiment ein Paar weiche und ein Paar harte Schuhe mitzunehmen. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass sich die als weich kategorisierten Schuhe in wesentlichen Eigenschaften voneinander unterschieden und dass die erwarteten Unterschiede zwischen weichen und harten Schuhen dadurch nicht entdeckt werden konnten.

Eine weitere Studie zu dem Thema Weichheit von Schuhen führten Walther et al. (2006) durch. Mit Hilfe von Fragebögen und objektiven Druckverteilungsmessungen überprüften sie den Effekt von Vorfußdämpfungen in Sicherheitsschuhen auf die Druckverteilung. Nach einer umfangreichen orthopädischen Untersuchung des gesamten Bewegungsapparates bekamen die 72 Versuchspersonen zwei Arbeitssicherheitsschuhe zu tragen, die sich in ihrer Vorfußdämpfung voneinander unterschieden. Die Studienergebnisse ergaben, dass die Fußbreite von 73.7 % der Untersuchungsteilnehmer(innen) entweder zu breit oder zu schmal war und somit nicht der Standardbreite von Sicherheitsschuhen entsprach. Eine Schlussfolgerung der Autoren war es daher Sicherheitsschuhe mit Mehrweitensystem (siehe **Kapitel 2.3**) zu verwenden. Walther et al. (2006) entdeckten des weiteren einen Alterseffekt, bei dem die älteren Versuchsteilnehmer(innen) eine signifikante Präferenz für die Schuhe mit Vorfußdämpfung aufwiesen. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass das Fettpolster unter der Fußsohle im Laufe des Lebens dünner wird und ältere Personen demnach auf harten Böden empfindlicher reagieren als jüngere (Walther et al., 2006). Diese Erkenntnis stimmt mit den Untersuchungsergebnissen von King (2002), sowie Meyer, Hèry, Herrault, Hubert, François, Hecht und Villa (1997) überein. Außerdem zeigten die Studienergebnisse von Walther et al. (2006) bei Mitarbeiter(innen) mit hohen Druckspitzen, im Vergleich zu Personen mit ausgeglichener Druckverteilung im Schuh, einen besonders starken Druckverminderungseffekt der Vorfußdämpfung.

Zusammenfassend soll an dieser Stelle festgehalten werden, dass ein ergonomischer Schuh neben einer geringen Bauhöhe, Stabilität im Rückfuß und eine Schock-

absorbierende Wirkung aufweisen sollte (Mayer, Müller, Hirschmüller & Baur, 2004). Zur Verringerung lokaler Druckspitzen sind Sicherheitsschuhe mit Vorfußdämpfung zu empfehlen (Walther et al., 2006).

3.2.4 Kompressionsstrümpfe

Kompressionsstrümpfe finden vergleichsweise zu den anderen Präventionsmaßnahmen wie Bodenmatten, Schuheinlagen und ergonomischen Arbeitssicherheitsschuhen bei Steharbeitsplätzen wenig Anwendung. Die Anzahl der Studien zur Überprüfung der präventiven Wirkung von Kompressionsstrümpfen zur Vorbeugung sowie Behandlung von Krampfadern und Beinvenenthrombosen als auch deren Folge, die chronische Veneninsuffizienz ist daher relativ gering.

Flore, Gerardino, Santoliquido, Catananti, Pola und Tondi (2007) untersuchten die Wirkung von Kompressionsstrümpfen auf den Blutdruck sowie auf die Bildung von reaktionsfreudigen Formen des Sauerstoffs, welche zu oxidativem Stress im Organismus führen und in weiterer Folge chronische Veneninsuffizienz verursachen kann. Die Stichprobe bestand aus 178 Operations- und Ambulanzschwestern, sowie aus Angestellten der Reinigungsbranche, die während einer Arbeitsschicht mindestens fünf Stunden lang stehen. Bei den Versuchspersonen der Bedingung ohne Kompressionsstrümpfe war eine signifikante Erhöhung des Blutdrucks zu erkennen. Die Operationsschwestern ohne Kompressionsstrümpfe zeigten außerdem eine zusätzliche Zunahme der reaktiven Sauerstoffarten, während sich bei den Teilnehmerinnen der Bedingung Kompressionsstrümpfe keine signifikante Veränderung des Blutdrucks und der Anzahl der reaktionsfreudigen Formen des Sauerstoffs im Blut zu beobachten war. Diese Erkenntnis spricht daher für einen Zusammenhang von Steharbeit und chronischer Veneninsuffizienz sowie für eine präventive Wirkung von Kompressionsstrümpfen (Flore et al., 2007).

Chiu et al. (2007) führten ebenfalls eine Studie zur Untersuchung der Effektivität von Kompressionsstrümpfen durch. Mittels biomechanischer (Haltungs- und Bewegungsanalysen, sowie Druckverteilungsmessungen im Schuh), physiologischer (Elektromyografie) und psychophysiologischer Erhebungsinstrumente (Fragebogen zur

Erfassung des Diskomfortempfindens, Visuelle Analog Skala¹) konnte festgestellt werden, dass das Tragen von Kompressionsstrümpfen einen positiven Effekt auf die Reduzierung des Diskomfortempfindens im unteren Rücken, Knien, Waden und in der Mittelfuß- und Fersenregion hat.

¹ Bei der sogenannten Visuellen Analog Skala handelt es sich um eine numerische Einschätzungsskala zur Erhebung der Schmerzintensität (Schädler, Kool, Lüthi, Marks, Pfeffer, Oesch & Wirz, 2006).

4 Psychologische Aspekte von Komfort und Diskomfort

In folgendem Kapitel wird zunächst auf die unterschiedlichen Definitionen von Komfort und Diskomfort eingegangen. Dabei wird das Modell von Zhang, Helander und Drury (1996) vorgestellt und von verschiedenen Blickwinkeln aus analysiert. Anschließend wird auf die relative Bedeutung von Ästhetik zur Ergonomie eingegangen. Abschließend wird ein Überblick von Studien gegeben, in denen objektive als auch subjektive Messungen von Komfort und Diskomfort zur Anwendung kamen.

4.1 Ein Modell zu Komfort und Diskomfort (Zhang et al., 1996)

Zhang, Helander und Drury (1996) sind der Auffassung, dass Komfort und Diskomfort von unterschiedlichen Variablen beeinflusst werden. Diesem Ansatz nach kann Komfort und Diskomfort gleichzeitig empfunden werden. Das Tragen von Damenschuhen mit sehr hohen Absätzen soll an dieser Stelle als Erklärung dienen. Im Vergleich zu bequemen Turnschuhen empfindet die Dame hohen Diskomfort (Druckstellen an der Ferse und Zehen, Muskelermüdung im Waden, usw.), während sie zur gleichen Zeit Gefallen am Tragen der Schuhe findet.

4.1.1 Komfort und Diskomfort

Das aktuelle Universallexikon (1994, Bd. 5, S.1033) definiert Komfort als „Gesamtheit der Einrichtungen in einer Wohnung oder an einem Gerät, die der Bequemlichkeit dienen“. Komfort bedeutet ursprünglich Trost und Stärkung, hergeleitet von Spätlateinisch (confortare). Die Dudenredaktion (2001) beschreibt Komfort als Behaglichkeit und Bequemlichkeit. Diskomfort wird oft als das Gegenteil von Komfort verstanden. Dieser Auffassung zufolge sind Komfort und Diskomfort die beiden Gegenpole eines Kontinuums und erstrecken sich von extremen Diskomfort über einen neutralen Zustand zu extremen Komfort (Vergara & Page, 2000, zitiert nach Kuijt-Evers, Groenesteijn, de Looze & Vink, 2004). Eine weitere Definition sieht Komfort als die Absenz von Diskomfort (Au et al., 2006). Herzberg (1972, zitiert nach Zhang et al., 1996, S. 377) bezeichnet Komfort dementsprechend als ein neutrales Gefühl und als Zustand der totalen Abwesenheit des Bewusstseins von einem Gefühl. Diese Begriffsbestimmung konzeptualisiert Komfort als zwei separate Zustände: Komfort präsent und Komfort abwesend. Zhang et al. (1996) definieren Komfort und

Diskomfort als zwei voneinander unabhängige Faktoren, die nicht auf einem Kontinuum liegen. Die Unstimmigkeiten zwischen den Autor(inn)en betreffen die Unterschiede zwischen Komfort und Diskomfort. Obwohl es offensichtlich keine eindeutige Definition von Komfort und Diskomfort zu geben scheint, konnten de Looze, Kuijt-Evers und Van Dieën (2003) in ihrer Metaanalyse folgende Gemeinsamkeiten in den verschiedensten Definitionen erkennen:

1. Komfort ist ein Konstrukt, das subjektiv festgelegt und damit personenbezogen ist.
2. Komfort wird von Faktoren beeinflusst, die sich in ihrer Natur unterscheiden (physikalisch, physiologisch und psychologisch).
3. Komfort ist eine Reaktion auf die Umgebung.

In ihrer Studie versuchten Zhang et al. (1996) die Einflussvariablen von Komfort und Diskomfort zu identifizieren. Um zu vermeiden, dass Teilnehmer(innen) Beschreibungen für Komfort und Diskomfort als zwei Gegenpole eines Kontinuums geben, wurden zwei Fragebögen entwickelt, einer, um Deskriptoren von Komfort zu erfassen und der andere, um Deskriptoren von Diskomfort zu sammeln. Zunächst wurden 104 Versuchspersonen aufgefordert, das Gefühl von Komfort (z.B. angenehm, ruhig und wohl fühlen) oder Diskomfort (müde, angespannt und ruhelos) zu beschreiben. Danach beurteilten weitere 34 Untersuchungsteilnehmer(innen) auf einer fünfstufigen Skala, wie sehr Bezeichnungen aus der Literatur auf Komfort bzw. Diskomfort zutreffen. Wenn mindestens 70 % der Befragten denselben Deskriptor nannten, wurde er für die weitere Untersuchung verwendet. Abschließend wurden die restlichen 43 Deskriptoren mit Hilfe von multidimensionaler Skalierung, Faktorenanalyse und Clusteranalyse einer Einordnungsanalyse unterzogen. Aus dieser Untersuchung wurde von den Autoren der Schluss gezogen, dass Komfort und Diskomfort auf unterschiedlichen Faktoren basieren. Gefühle des Diskomforts werden hauptsächlich mit Schmerzen und Müdigkeit assoziiert. Es wird angenommen, dass Diskomfortempfinden auf physiologischen Beschränkungen beruht und von biomechanischen Faktoren, wie Winkel der Gelenke, Druck auf die Bandscheiben, Muskelkontraktion und verringerter Blutzirkulation, vermittelt wird. Diskomfort nimmt folglich über die Arbeitszeit und mit steigender Müdigkeit zu. Komfort hingegen steht

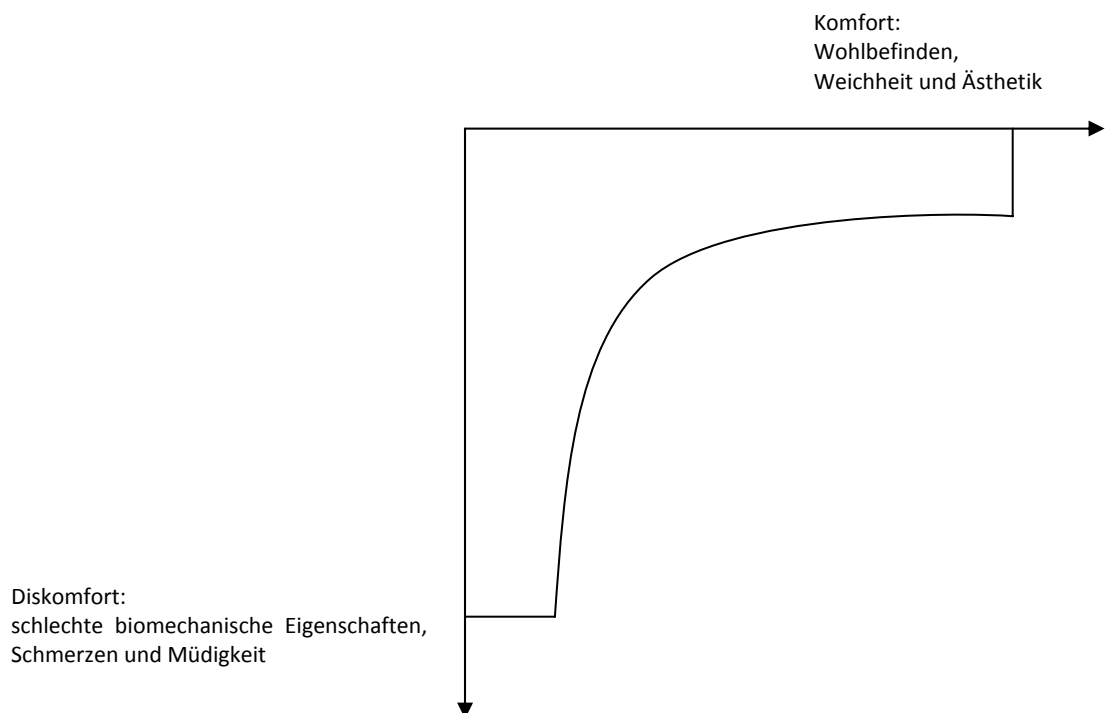
in Verbindung mit Gefühlen der Entspannung und des Wohlfühlens. Das Gefühl von Komfort kann durch ein ästhetisches Design verstärkt werden. Dieses Modell erinnert an die Zwei-Faktoren-Theorie von Herzberg, Mausner & Snyderman (1959) über die Arbeitszufriedenheit und -motivation. Herzberg et al. (1957) befragten in ihrer Untersuchung 200 Angestellte des mittleren Managements nach Situationen in ihrem Beruf, in denen sie sich außergewöhnlich gut oder schlecht fühlten. Dabei zeigte sich, dass die Situationen in denen Personen zufrieden mit ihrer Arbeit waren mit aufgabenbezogenen Faktoren assoziiert wurden, wie beispielsweise persönliche Weiterentwicklung, Verantwortung oder der Inhalt der Arbeit an sich. Negative Gefühle hingegen standen in Zusammenhang mit kontextuellen Ursachen, so wie interpersonelle Beziehungen zu Kolleg(inn)en, das Gehalt und Arbeitsplatzsicherheit. Die Autoren ziehen aufgrund der Studienergebnisse den Schluss, dass Arbeitszufriedenheit und Arbeitsunzufriedenheit zwei voneinander unabhängige Dimensionen sind, da sie auf unterschiedliche Faktoren zurückzuführen sind.

Zur Veranschaulichung des Modells von Zhang et al. (1996) dient **Abbildung 4-1**. Es wird von einem symmetrischen Übergang von Komfort in Diskomfort und umgekehrt ausgegangen. Obwohl eine Verbesserung der biomechanischen Eigenschaften das Niveau von Komfort nicht steigert, kann eine Verschlechterung Komfort in Diskomfort verwandeln. In anderen Worten, die Abwesenheit von Komfort führt nicht automatisch zu Diskomfort, weil dafür das Vorhandensein biomechanischer Limitationen notwendig ist. So lange keine grundsätzlichen ergonomischen Design-Regeln verletzt werden, würde sich demzufolge kein(e) Mitarbeiter(in) über Diskomfort beklagen. Das Komfortempfinden wächst erst dann an, wenn zusätzliche Kriterien wie Ästhetik, Weichheit und Wohlbefinden gegeben sind (Zhang et al., 1996). Dies bedeutet, dass die Komfortfaktoren bei der Anwesenheit von Diskomfortfaktoren (schlechte biomechanische Eigenschaften, Schmerzen und Müdigkeit) eine sekundäre Rolle einnehmen. Den Diskomfortfaktoren wird folglich ein dominierender Effekt zugeschrieben (Helander & Zhang, 1997).

Ein niedriges Diskomfortempfinden steht in Zusammenhang mit dem gesamten Wertebereich der Komfortbeurteilungen von 1 bis 9, während stark ausgeprägter Diskomfort nur mit niedrigem Komfortempfinden einhergeht. Umgekehrt wurden die

niedrigen Werte von Komfort ebenfalls mit dem gesamten Wertebereich des Diskomfortempfindens und hohe Ausprägungen von Komfort lediglich mit niedrigem Diskomfort assoziiert. Niedrige Ausprägungen von Diskomfort können folglich kein starkes Komfortempfinden vorhersagen. Ebenso kann ein niedriges Komfortniveau kein starkes Diskomfortempfinden prognostizieren. Hohe Werte in Komfort können indessen mit niedrigen Ausprägungen von Diskomfort und umgekehrt assoziiert werden.

Abbildung 4-1 – Modell von Komfort und Diskomfort nach Zhang, Helander & Drury (1996)



In einer weiteren Studie von Helander et al. (1997), bei der 20 Versuchspersonen und weitere 37 Teilnehmer(innen) verschiedene Bürostühle drei Mal täglich bewerteten, konnte dieses eben dargestellte Modell bestätigt werden. Außerdem wurde ein Effekt von Ästhetik der Bürostühle auf Komfort, jedoch nicht auf Diskomfort beobachtet. Auf dieses Phänomen wird in **Kapitel 4.1.2** näher eingegangen. Die Autoren der Studie erwarteten sich dass die biomechanischen Probleme (z.B. Druckspitzen und eingeschränkte Blutzirkulation) zwar für alle Bürostühle über den Tag zunehmen, sie jedoch für einige Stühle größer werden würden als für andere. Die Zeitvariable (Tageszeit)

hatte aufgrund der starken Assoziation zu Müdigkeit den dominierendsten Einfluss auf das Diskomfortempfinden. Dies ist konform zu den Erkenntnissen von Basford et al. (1988), dass die Schuhbedingung mit den geringsten Schmerzen in Beinen, Füßen oder Rücken die meist bevorzugte Bedingung ist. Das Komfortempfinden veränderte sich hingegen nicht über die Zeit. Trotz eindeutiger Unterschiede in Bezug auf Druckverteilung und Verkrampfungen zwischen den Stühlen, war überraschenderweise keine signifikante Wechselwirkung zwischen Stuhl und Zeit in Bezug auf Diskomfort festzustellen. Diskomfort kann folglich als eine Funktion von Zeit und Müdigkeit angesehen werden. Da Komfort keine Veränderungen über die Zeit aufwies, ist es möglich, den Komfort von Bürostühlen sofort zu bewerten. Des weiteren ließen sich interessanterweise bei den Komfortfaktoren signifikante Unterschiede erkennen, bei den Diskomfortfaktoren jedoch nicht. Dies kann als Schwierigkeit von Personen, biomechanische Eigenschaften wahrzunehmen, interpretiert werden (Helander et al., 1997).

Michel und Helander (1994, zitiert nach Helander, 2003, S. 1313) verglichen in ihrer Studie Stehstühle mit gewöhnlichen Stühlen. Da Stehstühle den Druck auf die Wirbelsäule und somit auch ihre Schrumpfung verringern, war eine Präferenz der Stehstühle zu erwarten. Es zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen Personen mit Rückenproblemen und jenen ohne Beschwerden in Bezug auf ihre Präferenz. Die Teilnehmer(innen) ohne Rückenprobleme favorisierten die gewöhnlichen Stühle und klagten in keiner Versuchsbedingung über Schmerzen. Die Versuchspersonen mit Rückenproblemen empfanden hingegen große Schmerzen beim Sitzen auf den gewöhnlichen Stühlen und bevorzugten die Stehstühle. Die Autoren weisen daher daraufhin, dass Personen mit Rückenproblemen aufgrund ihrer Sensibilität für biomechanische Eigenschaften ergonomische Unterschiede zwischen Stühlen besser wahrnehmen können als Personen ohne Rückenprobleme.

Aufbauend auf dem Modell für Sitzkomfort und -diskomfort von Zhang et al. (1996) definiert Helander (2003, S. 1315) die beiden Zustände wie folgt: „Discomfort is based on poor biomechanics and fatigue. Comfort is based on aesthetics and plushness of chair design [sic] and a sense of relaxation and relief. “

Die wichtigste Implikation der Arbeiten von Zhang et al. (1996) und Helander et al. (1997) ist, dass Komfort und Diskomfort nicht gemeinsam auf einer Skala erfasst werden sollen, da sie zwei unabhängige Faktoren darstellen.

4.1.2 Ergonomie und Ästhetik

Forscher(innen) der Ergonomie haben einen großen Beitrag in Bezug auf Sicherheit, Produktivität, Benutzerfreundlichkeit und Komfort von Mensch-Maschine-Systemen geleistet, dennoch wurde der Ästhetik in der Wissenschaft wenig Beachtung geschenkt (Liu, 2003; Lindgaard & Whitfield, 2004). Während die Ästhetik in Bezug auf Produktdesign schon immer von Bedeutung war, wird sie im 21. Jahrhundert eine zunehmend wichtigere Rolle spielen. Um am Absatzmarkt erfolgreich zu sein, müssen Herstellerfirmen daher zusätzlich zu technischen und ergonomischen Überlegungen ästhetische und subjektive Qualitäten in die Gestaltung von Möbeln, Geräten und anderen Objekten miteinbeziehen (Liu, 2003). Bereits Grant (1991, zitiert nach Zhang et al., 1996) erkannte in einer Komfortstudie die Wichtigkeit von Ästhetik. Die Ergebnisse zeigten, dass die getesteten Bürostühle in Abhängigkeit von der Ästhetik der Tücher, mit denen die Stühle anfangs bedeckt waren, als mehr oder weniger komfortabel bewertet wurden.

Helander (2003) führte eine Untersuchung über die ergonomischen und ästhetischen Eigenschaften von Bürostühlen durch. Bei dieser Studie bewerteten 20 Versuchspersonen zehn Bürostühle drei Mal täglich, wobei die Testdauer pro Stuhl einen Tag betrug. Da trotz Anwendung vier unterschiedlicher Messverfahren nur wenige signifikante Unterschiede zwischen den Bürostühlen in Bezug auf Diskomfort entdeckt werden konnten, schloss Helander (2003) darauf, dass Menschen Schwierigkeiten haben, Diskomfort, sowie feine ergonomische Unterschiede zwischen Bürostühlen wahrzunehmen. Die Autoren führen diese Probleme bei der Wahrnehmung von Diskomfort auf eine schwache propriozeptive Rückmeldung von den Bändern, Gelenken und der Wirbelsäule zurück. Das Komfortempfinden betreffend war jedoch eine sehr gute Diskriminierungsfähigkeit der Versuchspersonen zu beobachten. Alle getesteten Bürostühle erfüllten ergonomische Grundvoraussetzungen. Es ist daher nachvollziehbar, dass eine Einordnung der Stühle in Bezug auf Diskomfort schwierig war. Diese Studienergebnisse zeigen auf, wie

anpassungsfähig und unempfindlich der menschliche Körper auf Änderungen im ergonomischen Design von Bürostühlen reagiert. Viele zusätzliche ergonomische Eigenschaften von Bürostühlen sind demzufolge unnötig, weil sie von dem (der) Benutzer(in) nicht wahrgenommen werden können. Ästhetik und Weichheit hingegen sind wesentliche Grundelemente von Komfort. Da klare Unterschiede zwischen den Stühlen bezüglich der Komfortfaktoren Wohlbefinden, Ästhetik und Weichheit feststellbar sind und daraus eindeutige Implikationen für die Bürostuhl-Designer ableitbar sind, wird ihnen mehr Bedeutung zugemessen als den Diskomfortfaktoren. Solange ergonomische Grundvoraussetzungen gegeben sind, werden sich keine Benutzer(innen) von Bürostühlen über Diskomfort beschweren. Damit sie die Stühle jedoch als komfortabel empfinden können, muss der Stuhl ästhetisch gestaltet sein. Helander (2003) zufolge haben ästhetische Eigenschaften daher einen höheren Stellenwert als ergonomische.

Ähnlich wie bei der Bedürfnispyramide von Maslow (1970) wird in diesem Modell von Grundbedürfnissen ausgegangen, die erfüllt sein müssen, damit nach Stillung der Bedürfnisse der nächst höheren Stufe gestrebt werden kann. Eine gute Ergonomie bleibt folglich die Grundvoraussetzung für Komfortempfinden und spielt auch weiterhin eine entscheidende Rolle für Komfort (Helander, 2003).

Mitarbeiter(innen) legen Wert auf die Ästhetik ihrer persönlichen Schutzausrüstung. Demzufolge verhelfen modisch und ästhetisch gestaltete Schutzkleidungen zur Trageakzeptanz von Mitarbeiter(inne)n. Ein übertrieben modisches Design kann jedoch das Gegenteil bewirken, indem es das Bild eines (einer) qualifizierten Handwerkers (Handwerkerin) schädigt und einen unseriösen Eindruck macht. Einige Herstellerfirmen von persönlicher Schutzausrüstung haben diese hohe Bedeutung von Ästhetik bereits realisiert. Beispielsweise ähneln Sicherheitsschuhe immer mehr modischen Freizeitschuhen. Oft kann die Aufgabe, die gesamte Belegschaft zu motivieren, die vorgeschriebene Sicherheitskleidung ständig zu tragen und dabei auch zu akzeptieren, eine große Herausforderung sein. Subjektive Faktoren von Komfortempfinden und Ästhetik spielen dabei eine entscheidende Rolle. Partizipation bei den Entscheidungsprozessen der Auswahl und finanzielle Beteiligung der Mitarbeiter(innen) beim Ankauf der persönlichen Schutzausrüstung können daher

hohe Trageakzeptanz bewirken (Akbar-Khanzadeh, Bisesi & Rivas, 1995, Rochester, 2007).

4.1.3 Kritik an dem Modell von Zhang, Helander und Drury (1996)

Die Sichtweise, Diskomfort wäre nicht das Antonym zu Komfort, wurde von zahlreichen Autoren kritisiert (Au et al., 2007; Kuijt-Evers et al., 2004). In diesem Kapitel werden Studienergebnisse zusammengefasst, die die Definition von Diskomfort als das Gegenteil von Komfort bestätigen und das Modell von Zhang (1996) et al. widerlegen.

Die Behauptung, Komfort und Diskomfort seien zwei unabhängige Faktoren, stellt eine Problematik dar. Ein hohes Diskomfortempfinden kann jedoch nur entstehen, wenn der Komfort niedrig ist und umgekehrt ein starkes Komfortempfinden, wenn Diskomfort niedrig ist.

Eine Studie mit dem gleichen Ziel wie die von Zhang et al. (1996), nämlich die Bestimmung der zugrundeliegenden Faktoren von Komfort und Diskomfort, ist die von Kuijt-Evers et al. (2004). Zunächst wurden die Versuchspersonen wie bei Zhang et al. (1996) mittels zweier Fragebögen, eines für Komfort und eines für Diskomfort, aufgefordert, ihre Gefühle zu beschreiben, wenn sie Komfort (n=11) bzw. Diskomfort (n=11) beim Verwenden von Schraubenziehern und Zangen empfanden. Danach bewerteten die Studienteilnehmer(innen) ebenfalls wie bei Zhang et al. (1996), ob die aus der Literatur gesammelten Deskriptoren mit Komfort bzw. Diskomfort in Verbindung stehen. Für weitere Analysen wurden jene Bezeichnungen verwendet, die von mindestens 70 % der Befragten genannt wurden. Folgende sechs Komfortfaktoren wurden extrahiert: Funktionalität, Handhaltung und Muskelaktivität, Schmerzen in der Hand und in den Fingern, Handoberfläche (z. B. Blasenbildung auf der Handfläche), Charakteristiken des Handgriffs sowie Ästhetik. Es zeigte sich im Gegensatz zu Zhang et al. (1996), dass allgemeine Gefühle wie glücklich oder zufrieden sein, so wie Ästhetik nicht mit Komfort oder Diskomfort assoziiert wurden. Des weiteren unterschieden sich die Deskriptoren von Komfort nicht von den Bezeichnungen für Diskomfort. Dies widerspricht den Ergebnissen der Untersuchung von Zhang et al. (1996). Nach Kuijt-Evers et al. (2004) können diese gegensätzlichen Ergebnisse auf die unterschiedlichen

Produkte (Bürostühle vs. Handwerkszeug) zurückgeführt werden. Außerdem waren die Untersuchungsgegenstände (Schraubenzieher und Zangen) bei der Bewertung der Verknüpfungen von Komfort mit den Deskriptoren im Gegensatz zu der Studie von Zhang et al. (1996) nicht präsent. Bei Kuijt-Evers et al. (2004) wurden die Proband(inn)en aufgefordert, sich vorzustellen, sie würden acht Stunden intensiv mit einem Schraubenzieher oder einer Zange arbeiten. Die unterschiedlichen Methoden könnten folglich auch Ursache der uneinheitlichen Studienergebnisse sein (Kuijt-Evers et al., 2004).

In einer späteren Studie von Kuijt-Evers, Twisk, Groenesteijn, de Looze und Vink (2005) bewerteten 20 Personen vier Schraubenzieher, die sich sowohl im Durchmesser und Form des Griffs als auch in ihrer Oberflächenstruktur und Farbe unterschieden. Mit Hilfe einer Abbildung der Hand und des Handgelenks konnten lokale Schmerzen erhoben werden. Zur Erfassung des Komforts der Schraubenzieher wurde ein weiterer Fragebogen mit 24 Deskriptoren und einer weiteren Frage, das generelle Komfortempfinden betreffend, eingesetzt. Es konnten folgende sechs Faktoren bestimmt werden: Funktionalität und körperliche Interaktion (z. B. Benutzerfreundlichkeit), ungünstige Effekte auf den Körper (z. B. verursacht Schmerzen), Charakteristiken des Handgriffs (z. B. gute Friktion zwischen Griff und Hand), Qualität (z. B. ist sicher), Farbe (z. B. schöne Farbe) und Ästhetik (z. B. sieht professionell aus). Während Funktionalität und körperliche Interaktion, ungünstige Effekte auf den Körper sowie Ästhetik Prädiktoren für Komfort sind, wird Diskomfort von dem Faktor ungünstige Effekte auf den Körper vorhergesagt (Kuijt-Evers, 2005). Dieses Ergebnis ist wieder nicht vereinbar mit dem Modell von Zhang et al. (1996), das von unterschiedlichen Faktoren für Komfort und Diskomfort ausgeht. Ein Zusammenhang zwischen Ästhetik und Komfort konnte zwar nachgewiesen werden, Ästhetik zeigte jedoch einen geringfügigen Effekt auf das generelle Komfortempfinden. In Bezug auf den erwarteten Komfort und folglich auch auf Kaufentscheidungen spielt die Ästhetik eine wichtige Rolle (Kuijt-Evers, 2005).

Au et al. (2007) zufolge betreffen die wahrnehmbaren Unterschiede zwischen bequemen und unbequemen Schuhen taktile (Passform, Textur, Gefühl in den Schuhen und Klima innerhalb der Schuhe), auditive (Geräusche) und olfaktorische Gefühle

(Gerüche). Diese subjektiven Wahrnehmungen erwiesen sich in ihrer Untersuchung als positiv für die bequemen und negativ für die unbequemen, was die Definition von Komfort als ein positives Gefühl und von Diskomfort als ein negatives Gefühl unterlegt. Des weiteren unterschieden sich die bequemen von den unbequemen Schuhen nicht durch ihre ästhetischen Eigenschaften, was den Studienergebnissen von Zhang et al. (1996) widerspricht.

Ein weiteres Studienergebnis, welches nicht mit jenen von Zhang et al. (1996) übereinstimmt, liefern Mündermann et al. (2002). In ihrer Untersuchung konnten die Versuchspersonen die Unterschiede zwischen verschiedenen Schuhbedingungen in Bezug auf spezifische Komfortfaktoren gut wahrnehmen. Zhang et al. (1996) dagegen behaupten, Menschen können die ergonomischen Eigenschaften nicht wahrnehmen.

4.2 Objektive und subjektive Komfort-Messungen

Im Folgenden werden objektive Messverfahren für Komfort- bzw. Diskomfort subjektiven gegenübergestellt. Des weiteren wird der Zusammenhang von objektiven und subjektiven Bemessungen untersucht.

Aufgrund Messungen des Fußvolumens, Temperatur an Fuß und Wade, Muskelaktivität, Herzfrequenz, Blutdruck und Druckverteilung auf den Fuß sowie Analysen der Körperbewegungen werden die körperlichen und biomechanischen Wirkungen von Bodenbedingungen erhoben (Burgess et al., 1997, Chiu et al., 2007, de Looze et al., 2003, Flore et al., 2007, Hansen et al., 1998, Kim et al., 1994, Oleske et al., 2006, Rys et al., 1994, Stefanyshyn et al., 2000, Walther et al., 2006, Zhang et al., 1991). Diese körperlichen Effekte dienen je nach Ausmaß als Inzidenz von Komfort oder Diskomfort.

Unter subjektiven Messverfahren versteht man die individuelle Einschätzung des Komfort- bzw. Diskomfortempfindens. Als Beispiele dienen etwa „Comfort questionnaire for hand tools“ von Kuijt-Evers et al. (2005), „General Comfort Scale“ (Shackel, Chidsey & Shipley, 1969, zitiert nach Helander & Zhang, 1997, S.897), „Body Part Discomfort Scale“ (Corlett & Bishop, 1976, zitiert nach Helander & Zhang, 1997, S.897), „Chair Evaluation Checklist“ (Helander et al., 1997) sowie paarweises Vergleichen mit anschließender Rangordnung (Helander, 2003). Helander (2003)

konnte in seiner Studie mit Hilfe der paarweisen Vergleiche und Rangordnung mehr signifikante Unterschiede zwischen den Bürostühlen als mit anderen subjektiven Erhebungsmethoden erfassen. Der Vorteil von paarweisen Vergleichen könnte Helander (2003) zufolge darin liegen, dass die Gedächtnisspur von biomechanischen Zuständen nur einige Sekunden andauert. Proband(inn)en können bei paarweisen Vergleichen zwischen den Bürostühlen rasch wechseln und den vorhandenen Stuhl dadurch besser mit den verblassenden Impressionen vom vorherigen Stuhl gegenüberstellen (Helander, 2003). Aufgrund der hohen Anzahl unterschiedlicher subjektiver Erhebungsinstrumente (Akbar-Khanzadeh et al., 1995, Au et al., 2007, Faunø et al., 1993, Sobel et al., 2001, Orlando et al., 2004), können die Studienergebnisse nicht miteinander verglichen werden. Visuelle Analog Skalen finden in der Komfortforschung ebenfalls häufig Verwendung (Chiu et al., 2007, Gregory et al., 2008, Hansen et al., 1998, King, 2002, Marr et al., 1993, Miller et al., 2000, Mündermann et al., 2001). Es handelt sich dabei um eine Linie mit zwei gegensätzlichen Extremen an den beiden Enden. Zur Messung von Tragekomfort können beispielsweise die beiden Zustände „überhaupt nicht komfortabel“ und „völlig komfortabel“ formuliert werden (Mündermann et al., 2002).

Rys et al. (1994) untersuchten welche physiologischen Messmethoden für die Evaluierung von verschiedenen Bodenbedingungen am besten geeignet sind. Dazu wurden Messungen des Fußvolumens, der Herzfrequenz, der elektrischen Muskelaktivität und der Hauttemperatur durchgeführt. Die Ergebnisse der Fußvolumenmessungen nach 240 Minuten langem Stehen zeigten eine Zunahme des Volumens um 1.4 %. Da die Erhebung des Fußvolumens jedoch im Wasser stattfand und das Wasser die Bein- und Fußschwellungen beeinflusst haben könnte, ist dieses Verfahren zur Bewertung von Bodenbedingungen nicht zufriedenstellend. Elektromyografie erwies sich ebenfalls als ein schlechtes Verfahren zur Messung von Diskomfort und Müdigkeit bei Steharbeit, da es bei statischem Stehen nur zu geringen Muskelaktivitäten kommt. Die Messung der Herzfrequenz und Hauttemperatur sind dafür besser geeignet. Dies beweisen beispielsweise die Studienergebnisse von Rys et al. (1988, zitiert nach Rys und Konz, 1994, S. 683), die ergaben, dass die durchschnittliche Herzfrequenz nach 120 Minuten langem Stehen auf einem Teppich

um 5 % niedriger ist als auf einem Betonboden. Die besten Ergebnisse wurden Rys et al. (1994) zufolge jedoch mittels subjektiver Befragungsinstrumente erzielt.

Lee, Ferraiuolo und Temming zufolge (1993, zitiert nach de Looze, Kuijt-Evers & Dieën, 2003, S.986) haben objektive im Vergleich zu subjektiven Methoden folgende Vorteile: verbrauchen weniger Zeit, beanspruchen weniger Untersuchungspersonen, sind weniger anfällig auf Messfehler und sind im Gestaltungsprozess früher anwendbar. Objektive Messverfahren sind jedoch indirekte Methoden zur Erfassung von Komfort bzw. Diskomfort. Sie dienen bestenfalls als Indikation für das Komfort- bzw. Diskomfortempfinden eines Individuums (de Looze et al., 2003). Das Ziel der Metaanalyse von de Looze et al. (2003) war die Prüfung des Zusammenhangs zwischen objektiven und subjektiven Messverfahren von Komfort und Diskomfort. Nur unter der Bedingung, dass eine Beziehung zwischen den beiden Methoden besteht, können objektive Erhebungsinstrumente als Ergänzung von subjektiven eingesetzt werden. Die Ergebnisse von 21 Studien, in denen sowohl objektive als auch subjektive Erhebungsmethoden zur Anwendung kamen, wurden dazu analysiert. Druckverteilungsmessungen haben die stärkste Verbindung zu subjektiven Befragungen. Dies stimmt mit den Ergebnissen von Chiu et al. (2007) überein. In ihrer Untersuchung konnte ebenfalls ein signifikant positiver Zusammenhang zwischen subjektiv empfundenen Diskomfort und objektiven Druckverteilungsmessungen festgestellt werden. Die Kombination von Druckverteilungsmessungen mit subjektiven Messverfahren kann demzufolge als wertvolle Forschungsmethode angesehen werden (de Looze et al., 2003). Bewegungsanalyse und Elektromyografie hingegen standen in keinem signifikanten Zusammenhang mit den subjektiven Messungen (de Looze, 2003).

5 Ziel der Untersuchung

Im Laufe der Jahre veränderte sich das Augenmerk bei der Gestaltung von Sicherheitsschuhen. Zunächst war der Schutz vor Verletzungen die einzige Funktion, die ein Sicherheitsschuh zu erfüllen hatte. Aufgrund vermuteter negativer Auswirkungen durch das Tragen von Sicherheitsschuhen auf den Stütz- und Bewegungsapparat wurden zusätzlich zu den Sicherheitsansprüchen auch ergonomische Anforderungen an Sicherheitsschuhe gestellt. Ziel dieser Studie ist es daher, den Zusammenhang zwischen Sicherheitsschuhen und Gesundheit zu durchleuchten.

Helander (2003) zeigt, dass Verbraucher(innen) Schwierigkeiten haben, ergonomische Merkmale von Bürostühlen wahrzunehmen. Da ästhetische Eigenschaften hingegen sehr leicht zu identifizieren sind, scheinen sie für den (die) Verbraucher(in) einen höheren Stellenwert einzunehmen. Aus dieser Erkenntnis heraus ergibt sich die Frage, ob Mitarbeiter(innen) die ergonomischen Eigenschaften von Sicherheitsschuhen überhaupt wahrnehmen können. Demzufolge ist ein weiteres wissenschaftliches Ziel dieser Untersuchung zu klären, ob Mitarbeiter(innen) diese Fähigkeit besitzen. Des weiteren soll untersucht werden, ob das Design oder die ergonomischen Kriterien der Sicherheitsschuhe für die Mitarbeiter(innen) eine größere Rolle spielen.

Auffallend ist die hohe Anzahl von Studien, die Komfort und Diskomfort als gegensätzliche Pole eines Kontinuums erheben. Während zahlreiche Studien lediglich Diskomfort oder Komfort alleine evaluieren, existiert keine wissenschaftliche Untersuchung, bei der Komfort und Diskomfort getrennt voneinander auf unterschiedlichen Skalen ermittelt worden sind (de Looze et al., 2003). Aus diesem Grund war die Überprüfung des von Zhang et al. (1996) postulierten Modells, bei dem Komfort und Diskomfort als zwei unabhängige Faktoren gesehen werden, für die vorliegende Untersuchung von besonderem Interesse.

Darüber hinaus ist es ein besonderes Anliegen dieser Untersuchung, lebensnahe und praktisch anwendbare Folgerungen abzuleiten. Aus diesem Grunde handelt es sich um eine Felduntersuchung, die in einem Betrieb in der Automobilindustrie stattgefunden hat.

Zur Überprüfung der Hypothesen, die im nächsten Kapitel vorgestellt werden, kamen in dieser Studie die drei Sicherheitsschuhe Cofra Ghibli, Atlas Ergotex 300 und Cofra Automotive zum Einsatz. Während alle drei Schuhe die Sicherheitsanforderungen der ÖNORM EN ISO 20345 (2004) für den Schutzgrad S1 erfüllen, unterscheiden sich die Industriehalbschuhe in ergonomischen sowie in modischen Kriterien. Es soll demgemäß in dieser Untersuchung geprüft werden, ob sich diese Unterschiede zwischen den Schuhen in den Bewertungen der Mitarbeiter(innen) widerspiegeln.

6 Forschungsfragen und Hypothesen

Basierend auf den bisherigen psychologischen und medizinischen Forschungsarbeiten wurden für diese Untersuchung die im Folgenden erläuterten Fragestellungen und Hypothesen abgeleitet. Während sich die Fragestellungen 1 bis 4 mit den psychologischen Aspekten der Wahrnehmung von ergonomischen Besonderheiten befassen, beschäftigen sich die Fragestellungen 5 bis 7 mit den medizinischen Aspekten.

6.1 Fragestellung 1 – Komfort und Diskomfort

Sind Komfort und Diskomfort zwei voneinander unabhängige Faktoren?

Das Grundmodell, welches in diese Studie untersucht wird, besagt dass Komfort und Diskomfort zwei voneinander unabhängige Faktoren sind. Ein(e) Mitarbeiter(in) beschwert sich demzufolge nicht über Diskomfort, so lange keine grundsätzlichen ergonomischen Design-Regeln verletzt werden. Eine Reduktion von Diskomfort durch eine Verbesserung von ergonomischen Kriterien erweckt aber nicht automatisch den Eindruck von Komfort. Erst bei Erfüllung zusätzlicher Kriterien wie Ästhetik, Weichheit und Wohlbefinden steigt das Komfortempfinden (Zhang et al., 1996). Es wird daher angenommen, dass der Faktor Komfort mit Ästhetik, Gefühl von Entspannung und Weichheit assoziiert wird. Des weiteren wird vermutet, dass Müdigkeit, Beschwerden, Druckstellen und Passform mit Diskomfort zusammenhängen.

Hypothese 1A

Es besteht ein signifikant positiver Zusammenhang zwischen Komfort und den Faktoren Ästhetik, Gefühl von Entspannung und Weichheit.

Hypothese 1B

Es besteht ein signifikant positiver Zusammenhang zwischen Diskomfort und den Faktoren Müdigkeit, Fußbeschwerden und Thermophysiologie der Schuhe.

Hypothese 1C

Es besteht kein Zusammenhang zwischen den beiden Skalen Komfort und Diskomfort.

6.2 Fragestellung 2 – Wahrnehmung von ergonomischen Kriterien

Können Mitarbeiter(innen) die ergonomischen Eigenschaften von Sicherheitsschuhen wahrnehmen?

Der Studie von Helander (2003) zufolge haben Verbraucher(innen) Schwierigkeiten, zwischen Bürostühlen unterschiedlicher ergonomischer Qualität zu differenzieren. Der Grund dafür sind mangelhafte propriozeptive Rückmeldungen aus den Muskeln, Gelenken und Sehnen. Viele ergonomische Eigenschaften, deren beabsichtigte Wirkung die Reduzierung von Diskomfort beim Sitzen ist, sind demzufolge nicht voneinander unterscheidbar, da sie nicht wahrgenommen werden können. Die zweite entscheidende Fragestellung der Untersuchung ist daher, ob Mitarbeiter(innen) eines industriellen Betriebes über die Fähigkeit verfügen, die ergonomischen Eigenschaften von Sicherheitsschuhen wahrzunehmen.

Hypothese 2

Die Bewertungen der drei Sicherheitsschuhtypen in Bezug auf Diskomfort unterscheiden sich signifikant voneinander. Das Diskomfortempfinden ist bei Personen der Schuhbedingung „ergonomisch hochwertig und mittelmäßig ästhetisch“ am schwächsten und bei den Versuchsteilnehmer(inne)n der Bedingung „ergonomisch minderwertig und sehr ästhetisch“ am stärksten ausgeprägt.

6.3 Fragestellung 3 – Alter

Können ältere Personen die ergonomischen Kriterien von Sicherheitsschuhen leichter wahrnehmen als Jüngere?

Walther et al. (2006), King (2002), sowie Meyer et al. (1997) entdeckten Alterseffekte in Bezug auf die Wahrnehmung von Diskomfort. In ihren Studien zeigte sich, dass ältere Mitarbeiter(innen) hinsichtlich der Einschätzung von Diskomfort sensibler sind als Jüngere. Es soll daher weiters untersucht werden, ob dieser Wahrnehmungsunterschied zwischen älteren und jüngeren Mitarbeiter(inne)n auch in Bezug auf Diskomfort bei Sicherheitsschuhen zu beobachten ist.

Hypothese 3

Bei den älteren Teilnehmer(inne)n sind die Unterschiede zwischen den Bewertungen der Sicherheitsschuhe in Bezug auf Diskomfort stärker ausgeprägt als bei den Jüngeren.

6.4 Fragestellung 4 – Tragedauer

Können die ergonomischen Kriterien von Sicherheitsschuhen nach zwei Wochen besser wahrgenommen werden als nach einem Tag?

Ob und wie sich das Empfinden von Diskomfort über den Tag verändert, untersuchten Helander und Zhang (1997). Ihre Erwartung, dass das Diskomfortempfinden für ergonomisch schlecht gestaltete Stühle im Laufe eines Tages steigt, für ergonomisch hochwertige Bürostühle hingegen sinkt, konnte durch ihre Studie nicht bestätigt werden. Die Unterschiede zwischen verschiedenen Bürostühlen in Bezug auf Diskomfort kristallisieren sich während eines Tages nicht heraus, stattdessen steigt das Diskomfortempfinden im Laufe des Tages unabhängig vom Stuhlmodell an. In dieser Studie soll folglich untersucht werden, wie sich das Empfinden von Diskomfort nach einem Tag, nach einer Woche und nach zwei Wochen bei dem Tragen der Sicherheitsschuhe entwickelt.

Hypothese 4

Das Diskomfortempfinden der Mitarbeiter(innen) verändert sich über die Tragedauer der Sicherheitsschuhe, wobei die Unterschiede zwischen den Schuhbedingungen über die Zeit größer werden.

6.5 Fragestellung 5 – Rückenprobleme

Können Mitarbeiter(innen) mit Rückenproblemen die ergonomischen Kriterien von Sicherheitsschuhen leichter wahrnehmen als Personen ohne Rückenprobleme?

Michel und Helander (1994, zitiert nach Helander, 2003, S. 1313) fanden heraus, dass Menschen mit Rückenproblemen auf die unterschiedlichen ergonomischen Eigenschaften von Bürostühlen wesentlich empfindsamer reagieren als Personen ohne Rückenprobleme. Die Versuchspersonen ohne Rückenprobleme konnten beim Testen der verschiedenen Stühle Unterschiede im Druck auf die Wirbelsäule wahrnehmen.

Sobel et al. (2001) wiesen bereits daraufhin, dass Menschen mit Rückenproblemen sensibler auf die ergonomischen Merkmale von Schuhen reagieren als Menschen ohne Rückenbeschwerden. Die Hypothese wird aufgrund dieses wissenschaftlichen Hintergrundwissens gerichtet formuliert.

Hypothese 5

Bei Menschen mit Rückenproblemen sind die Unterschiede zwischen den Bewertungen der Schuhe in Bezug auf Diskomfort stärker ausgeprägt als bei Personen ohne Rückenprobleme.

6.6 Fragestellung 6 – Fußbeschwerden

Wie entwickeln sich die Fußbeschwerden über zwei Wochen? Zeigen sich Unterschiede in den Fußbeschwerden zwischen ergonomischen und weniger ergonomischen Sicherheitsschuhen?

Eine weitere Fragestellung ist jene, ob und nach wie vielen Tagen sich die Unterschiede in den ergonomischen Kriterien der Sicherheitsschuhe auf die Fußbeschwerden auswirken.

Hypothese 6

Je länger die Tragedauer der Sicherheitsschuhe, desto größer sind die Unterschiede zwischen den Schuhbedingungen in Bezug auf Fußbeschwerden.

6.7 Fragestellung 7 – Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat

Welchen Einfluss hat das ergonomische Design der Sicherheitsschuhe auf die Beschwerden des Stütz- und Bewegungsapparats?

Zwar existieren zahlreiche Studien, die einen Hinweis auf den Zusammenhang zwischen dem Tragen von Sicherheitsschuhen und den Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparates geben, bestätigt wurde dieser Zusammenhang bisher allerdings nicht (Loch, 2003). Es stellt sich daher die Frage, ob und nach wie vielen Tagen sich die postulierte Wirkung der ergonomischen Merkmale von Sicherheitsschuhen auf die Gesundheit der Mitarbeiter(innen) wahrnehmen lässt.

Hypothese 7

Je länger die Tragedauer der Sicherheitsschuhe, desto größer sind die Unterschiede zwischen den Schuhbedingungen in Bezug auf Beschwerden des Bewegungsapparats.

7 Methode

In folgendem Kapitel werden zunächst das Studiendesign und der Ablauf der Untersuchung präsentiert. Anschließend wird auf die Zuordnung zu den Versuchsgruppen eingegangen und abschließend werden die Beschreibungen der Stichprobe und des Betriebes dargestellt.

7.1 Studiendesign

Bei dieser experimentellen Felduntersuchung wurde zur Überprüfung der Wahrnehmung von Sicherheitsschuhen ein Studiendesign mit wiederholten Messungen mehrerer abhängiger Variablen gewählt. Bei sogenannten Messwiederholungsplänen werden alle Faktorstufenkombinationen für jede Stichprobe einzeln untersucht. Vorausgesetzt wird allerdings, dass von jeder Versuchsperson die Messungen aller Messzeitpunkte vorhanden sind (Bortz & Döring, 2005). Die Studie dauerte zwei Wochen an, wobei die erste Befragung zu den alten Sicherheitsschuhen vor der Ausgabe der neuen Schuhe, die Zweite nach einem Tag, die Dritte nach einer Woche und die Vierte nach zwei Wochen Tragedauer des neuen Sicherheitsschuhs stattfanden.

Die Herstellerfirmen der in dieser Studie verwendeten Sicherheitsschuhe heißen Cofra und Atlas. Alle drei Arten von Sicherheitsschuhen erfüllen die europäische Norm 20345 S1, unterscheiden sich jedoch in ihren ergonomischen und ästhetischen Eigenschaften. Die Einteilung der Schuhe erfolgte aufgrund einer Expertenbeurteilung der sicherheitstechnischen Prüfstelle der AUVA. Die Expertise besteht aus einem Sichtbefund und einem Tragetest über mindestens acht Stunden. Folgende Kriterien wurden dafür herangezogen:

- Passform
- Polsterungen an Zunge und oberem Rand
- Flexible Sohle
- Dämpfung
- Gewicht des Schuhs
- Temperatur im Schuh
- Druckstellen

- Usability

Basierend auf diesen Kriterien wurde folgende Kategorisierung der, in der Studie verwendeten, Schuhe vorgenommen:

Cofra Ghibli: ergonomisch minderwertig und sehr ästhetisch

Atlas Ergotex 300: ergonomisch hochwertig und mittelmäßig ästhetisch

Cofra Automotive: mittelmäßig ergonomisch und nicht ästhetisch

Abbildung 7-1 – Kriterien der drei untersuchten Sicherheitsschuhe

	Atlas Ergotex 300	Cofra Automotive	Cofra Ghibli
Ergonomische Kriterien	+	~	-
Ästhetische Kriterien	~	-	+
Kriterien der Sicherheit	+	+	+

Cofra Ghibli: ergonomisch minderwertig und sehr ästhetisch

Atlas Ergotex 300: ergonomisch hochwertig und mittelmäßig ästhetisch

Cofra Automotive: mittelmäßig ergonomisch und nicht ästhetisch

Abbildung 7-1 gibt die induzierten Unterschiede zwischen den Sicherheitsschuhen wieder. Der ergonomisch beste Schuh ist demzufolge der Atlas Ergotex 300 und der ergonomisch Schlechteste ist der Cofra Ghibli, welcher dafür der modischste Schuh von den Dreien ist. Die gesamten Sicherheitsschuhe wurden von Magna Heavy Stamping bezahlt.

7.2 Ablauf

Im Vorfeld der Untersuchung wurden nach Schichtende Informationsveranstaltungen abgehalten, bei denen der Studienablauf und der Fragebogen im Detail erläutert wurden. Zusätzlich wurden die Mitarbeiter(innen) gebeten, an allen vier Befragungen teilzunehmen und alle Fragen zu beantworten, um statistisch aussagekräftige Aussagen zu gewähren. Im Fall einer Abwesenheit bei einer Befragung wurden die Mitarbeiter(innen) dazu aufgefordert, den Fragebogen selbstständig bei ihrem Stellvertreter des Fairnesskomitees abzuholen und ausgefüllt sowie kuvertiert in den Feedbackpostkasten zu werfen. Im Anschluss an die Informationsveranstaltung

wurden die Mitarbeiter(innen) mittels Fragebogen zu ihrem alten Sicherheitsschuh befragt. Danach erhielt jeder Mitarbeiter seinen Testschuh. Die Befragungen zu dem neuen Sicherheitsschuh wurden jeweils nach einem Tag, einer Woche und zwei Wochen durchgeführt. Beide Versuchsleiterinnen waren bei allen Befragungen anwesend und standen somit für Fragen seitens der Mitarbeiter(innen) zur Verfügung. Die Befragungen fanden im Zeitraum vom 4. bis 20. März 2008 statt.

Um dem Einfluss von unkontrollierbaren Störvariablen entgegenzuwirken, erfolgte die Gruppenzuteilung zu den drei Schuhbedingungen (ergonomisch hochwertig und mittelmäßig ästhetisch, mittelmäßig ergonomisch und nicht ästhetisch sowie ergonomisch minderwertig und sehr ästhetisch) zufällig über eine Online-Randomisierung.

Als Anreiz für die Teilnahme an der Studie, wurde den Mitarbeiter(inne)n die Befragungszeit als reguläre Arbeitszeit ausbezahlt. Des weiteren durften sich die Untersuchungsteilnehmer(innen) die Sicherheitsschuhe im Anschluss an die Untersuchung behalten.

7.3 Der Betrieb: Magna Heavy Stamping

Da die Zielgruppe dieser Studie Personen mit Steharbeitsplätzen ist, wurde die Studie in einem industriellen Betrieb durchgeführt. Mitarbeiter(innen), die den Großteil ihrer Arbeit im Stehen verbringen, wurden von ihren Abteilungsleitern über den Schuhtest informiert. Anfang Februar 2008 meldeten sich 161 Mitarbeiter(innen) aus den Arbeitsbereichen Presswerk, Logistik und Rohbau freiwillig für die Studie an.

Magna Heavy Stamping, eine Zweigniederlassung der Magna Metalforming AG, ist ein metallverarbeitender Betrieb und ein Systemanbieter von Großblechteilen inklusive Außenhautteilen und Rohbauassemblierungen für die Automobilindustrie. Ihren Hauptsitz hat die Firma in Oberwaltersdorf in Niederösterreich. Per April 2008 beschäftigt der Standort in Albersdorf 494 Angestellte, 132 Arbeiter(innen) und 136 Leiharbeiter(innen). Geführt wird der dreischichtige Betrieb jeweils von Montag bis Samstag. Der Schichtwechsel findet jeweils um 6 Uhr, 14 Uhr und 22 Uhr statt.

Ausfälle durch Krankenstände und mangelnder Motivation waren zu erwarten. Um den Ausfällen aufgrund fehlender Motivation entgegenzuwirken, wurde bei der

Informationsveranstaltung auf die Vergütung der Befragungszeiten als reguläre Arbeitszeit und auf die Möglichkeit, sich die Schuhe nach der Untersuchung zu behalten, aufmerksam gemacht. Es wurde darauf hingewiesen, dass die Studienergebnisse der Verbesserung der Arbeitsbedingungen und somit auch der Gesundheit der Mitarbeiter(innen) dienen. Den Untersuchungsteilnehmer(inne)n wurde erklärt, dass die Vollständigkeit der Fragebögen über die vier Messzeitpunkte hinweg eine notwendige Voraussetzung für aussagekräftige Ergebnisse sei. Des weiteren wurde den Versuchspersonen vermittelt, dass sie in Sache Sicherheitsschuhen sehr kompetent seien und ihr persönliches Urteil deshalb von großer Bedeutung sei. Ausfälle durch Krankenstände wurden versucht möglichst zu verhindern, indem den Mitarbeiter(innen) die Möglichkeit geboten wurde, die Fragebögen außerhalb der offiziellen Befragungszeitpunkte zu beantworten und abzugeben.

7.4 Untersuchungsmaterial

In diesem Abschnitt wird auf die Erhebungsinstrumente im Detail eingegangen. Des weiteren werden Ausfälle von Versuchspersonen und die Stichprobengröße präsentiert.

7.4.1 Fragebogen

Das Untersuchungsmaterial besteht aus einem Fragebogen, der in Anlehnung an Helander und Zhangs „Chair Evaluation Checklist“ (1997) und den Wahrnehmungsfragebogen von Au und Goonetilleke (2007) konzipiert wurde. Den Versuchspersonen wurde bei der ersten als auch bei der letzten Befragung die Langversion des Fragebogens vorgegeben. Die Kurzversion war bei der zweiten und dritten Befragung auszufüllen. Während die Kurzversion ausschließlich aus Fragen zu dem Komfort- und Diskomfortempfinden der Schuhe besteht, enthält die Langversion zusätzliche Fragen zum Sicherheitsverhalten der Mitarbeiter(innen).

7.4.2 Skalen

Mit Hilfe des Fragebogens werden die vier Skalen: Komfort, Diskomfort, Fußbeschwerden sowie Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat erfasst.

Der Fragebogen beinhaltet die Skalen der im Modell von Zhang et al. (1996) vorkommenden psychologischen Variablen Komfort und Diskomfort. Komfort setzt sich aus den Subskalen Wohlbefinden, Weichheit, Zufriedenheit mit dem Gewicht der Schuhe, Geruchsneutralität, ausreichend Platz für die Zehen und der allgemeinen Komfort-Variable zusammen. Diskomfort hingegen besteht aus den Subskalen Müdigkeit, eingeschränkte Bewegungsfreiheit, unangenehme Geräusche, unangenehme Temperatur in den Schuhen und der allgemeinen Diskomfort-Variable. Die beiden Skalen wurden mit einer fünfstufigen Ratingskala (0 % = „Nein, trifft nicht zu“ bis 100 % = „Ja, trifft völlig zu“) erfasst und anschließend in Prozente umgerechnet.

Ergänzend zu den beiden Skalen Komfort und Diskomfort, wurden weitere Variablen erfasst, die die Thermophysiologie, Geräusche, Passform und das Sicherheitsempfinden, sowie die allgemeine Bewertung der Schuhe betreffen.

Um die affektiven Eigenschaften der Sicherheitsschuhe zu erfassen, bestehen die Fragebögen des weiteren aus einem von Osgood, Suci und Tannenbaum 1957 entwickelten semantischen Differential (Bortz et al., 2001). Anhand folgender Eigenschaftspaare wurden die Schuhe bewertet: weich versus hart, starr versus beweglich, leise versus laut, schwer versus leicht, modisch versus unmodisch, schön versus hässlich, warm versus kalt sowie rutschig versus rutschfest.

In Anlehnung an die „Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms“ von Kuorinka, Jonsson, Kilbom, Vinterberg, Biering-Sørensen, Andersson und Jørgensen (1987) wurde eine Beschwerdeliste zur Erfassung der Skala, Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat, eingesetzt. Neben den Körperregionen wurde außerdem die Intensität der Beschwerden erhoben, wobei die Ausprägungen folgendes bedeuten: 0 = keine Schmerzen, 1 = leichte Schmerzen, 2 = mäßige Schmerzen und 3 = starke Schmerzen. Während die Beschwerdelisten der drei Befragungen nach dem Einsatz der neuen Sicherheitsschuhe die aktuellen Schmerzen erfassen, fragt die Beschwerdeliste, die vor der Intervention angewandt wurde, nach den Schmerzen in den letzten zwölf Monaten. Zusätzlich wurde gemessen, in welchem Ausmaß die Versuchsperson die angegebenen Schmerzen auf ihre Sicherheitsschuhe zurückführt.

Des weiteren beinhaltet der Fragebogen die Skala Fußbeschwerden, die den Mittelwert der einzelnen Druckstellen und Beschwerden (Blasen, Schmerzen, offene Hautstellen und Hautrötungen) darstellt.

7.4.3 Demographische Merkmale

King (2002) entdeckte in seiner Studie einen signifikanten Zusammenhang zwischen Körpergröße und Diskomfort in Oberschenkel und unterer Rücken beim Stehen auf Bodenmatten und Tragen von Schuheinlagen. Des weiteren empfanden die älteren Versuchspersonen während des Arbeitens auf dem harten Betonboden und auf der Bodenmatte signifikant mehr Diskomfort in ihren Gelenken als die Jungen. Dies ist konform zu den Studienergebnissen von Meyer et al. (1997), in denen sich zeigte, dass jüngere Mitarbeiter(innen) beim Tragen von Sicherheitsmasken weniger Diskomfort empfanden als die älteren Teilnehmer(innen). Orlando et al. (2004) berichten ebenfalls von einem Alterseffekt in Bezug auf Diskomfortempfinden. Basierend auf diesen Studienergebnissen, enthält der Fragebogen neben den bereits genannten Skalen folgende soziodemographische Angaben: Alter, Geschlecht, Körpergröße, Gewicht, überwiegende Arbeitsposition und Anzahl der Jahre im Betrieb.

7.4.4 Manipulationscheck

Da Schönheit bekanntlich im Auge des (der) Betrachters (Betrachterin) liegt, wurde mit Hilfe eines Manipulationschecks überprüft, ob die graduelle Einteilung der Sicherheitsschuhe in „sehr ästhetisch“, „mittelmäßig ästhetisch“ und „nicht ästhetisch“ mit dem subjektiven Empfinden der Untersuchungsteilnehmer(innen) übereinstimmt. Um die Manipulation in Bezug auf die Ästhetik der Schuhe zu überprüfen, wurden die Versuchspersonen gebeten ihre Schuhe anhand der beiden Eigenschaftspaare, modisch versus unmodisch und schön versus hässlich, mit 7-stufiger Ratingskala zu bewerten. Es zeigte sich, dass die Manipulation in die erwartete Richtung gewirkt hat.

7.4.5 Kontrollvariablen

Als Kontrollvariablen wurden die Arbeitsschicht, bisherige Fehlstellungen des Fußes und die Tragedauer der bisherigen Sicherheitsschuhe erhoben. Ob die Versuchsperson die Einlegesohlen der Sicherheitsschuhe trägt, ob sie eine Bodenmatte beim Arbeiten verwendet und ob sie orthopädische Einlagen trägt, wurde ebenfalls gefragt.

7.4.6 Personenspezifischer Code

Den Untersuchungsteilnehmer(inne)n wurde bei der Informationsveranstaltung die Anonymität ihrer persönlichen Angaben verbal zugesichert. Um dies zu gewährleisten, wurde zu Beginn der Befragungen von jeder Versuchsperson ein persönlicher Code erstellt, der sich aus dem ersten Buchstaben des Vornamens der Mutter, dem ersten Buchstaben der Marke des eigenen Autos², und dem Geburtsmonat zusammensetzt. Dieser Code ermöglichte somit die Zuordnung der Fragebögen zu dem jeweiligen Befragten über die vier Messzeitpunkte hinweg.

² Im Vorfeld der Studie wurde von dem Sicherheits- und Umweltbeauftragten der Firma Magna Heavy Stamping sichergestellt, dass jede(r) Versuchsteilnehmer(in) ein eigenes Auto besitzt.

8 Beschreibung der Stichprobe

Dieses Kapitel widmet sich dem geplanten Stichprobenumfang, sowie der Beschreibung der Stichprobe in Bezug auf die tatsächliche Stichprobengröße in den einzelnen Versuchsbedingungen und soziodemographische Informationen.

8.1 Stichprobengröße

In diesem Abschnitt wird auf die Bestimmung der optimalen Stichprobengröße und den ausfallsbedingten, tatsächlichen Stichprobenumfang eingegangen.

8.1.1 Optimale Stichprobengröße

Damit ein bedeutsamer Effekt auch als solcher erkannt werden kann, muss die optimale Stichprobengröße dementsprechend im Vorfeld der Untersuchung festgelegt werden. Anhand des Signifikanzniveaus (α), der Teststärke ($1-\beta$) und der Effektgröße des Signifikanztests (d) kann die optimale Stichprobengröße berechnet werden. Bei einem α -Niveau von 5 %, einer Teststärke von 80 % und einem mittleren Effekt von $d = 0.5$ empfiehlt sich für eine Varianzanalyse mit zwei Freiheitsgraden ein Stichprobenumfang von 52 Personen pro Versuchsbedingung. Dementsprechend waren insgesamt 156 Versuchspersonen für diese Studie geplant.

8.1.2 Tatsächliche Stichprobengröße

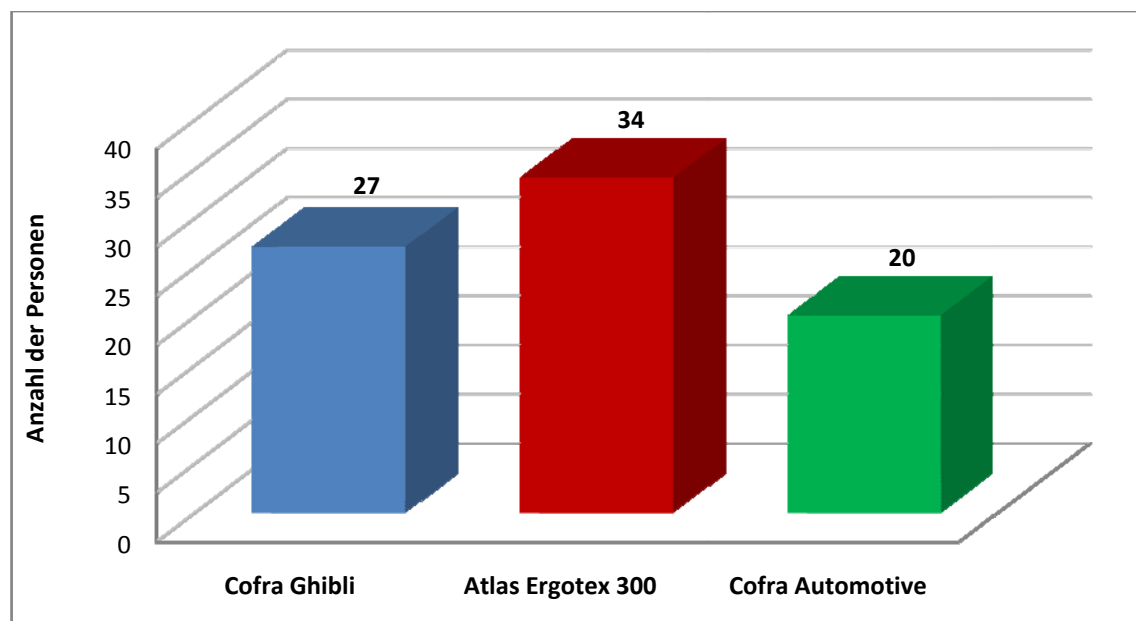
Im Rahmen dieser Studie wurden die Daten von 161 Mitarbeiter(inne)n erhoben. Da sich bei der Befragung herausstellte, dass zwei Mitarbeiter(innen) zahlreiche Fragen aus sprachlichen Gründen nicht verstehen konnten, mussten sie die Studie abbrechen. Die Fragebögen von drei weiteren Versuchspersonen konnten wegen Leseschwächen nicht in die Auswertung miteinbezogen werden. Abzüglich dieser fünf Ausfälle besteht die Ausgangsstichprobe aus 156 Mitarbeiter(innen).

Für die Analysen liegen insgesamt 81 komplette Fragebogensets vor. Da die Stichprobe 156 Personen beträgt, beläuft sich die Rücklaufquote somit auf 51.92 Prozent. Aufgrund starker Schmerzen an den Füßen, die durch die neuen Sicherheitsschuhe verursacht wurden, fiel eine Vielzahl an Versuchspersonen aus. Die Anzahl an Testabbrecher(inne)n, die ihre Schuhe zurückgegeben haben, beläuft sich auf 23 Personen. Bei der Analyse der retournierten Sicherheitsschuhe ist ein systematischer

Ausfall zu beobachten. Die meisten Testabbrecher(innen) (N=14) gab es in der mittelmäßig ergonomischen und nicht ästhetischen Schuhbedingung. Acht Versuchspersonen der ergonomisch schlechtesten und eine Person der ergonomisch besten Versuchsbedingung brachen die Untersuchung ebenfalls ab. Da bei der Planung der Studie nicht mit Testabbrecher(inne)n gerechnet wurde, konnten ihre Schuhprobleme nicht im Detail erfasst werden.

Abbildung 8-1 zeigt die Verteilung der Proband(inn)en mit vollständigen Fragebogensets. In dieser Verteilung werden die Ausfälle der bereits erwähnten Testabbrecher(innen) widerspiegelt. Die wenigsten Fragebogensets gibt es von den Versuchspersonen der Schuhbedingung „mittelmäßig ergonomisch und nicht ästhetisch“ in der auch die meisten Teilnehmer(innen) den Schuhtest abgebrochen haben.

Abbildung 8-1 – Verteilung der Versuchspersonen, die an allen Befragungen teilgenommen haben

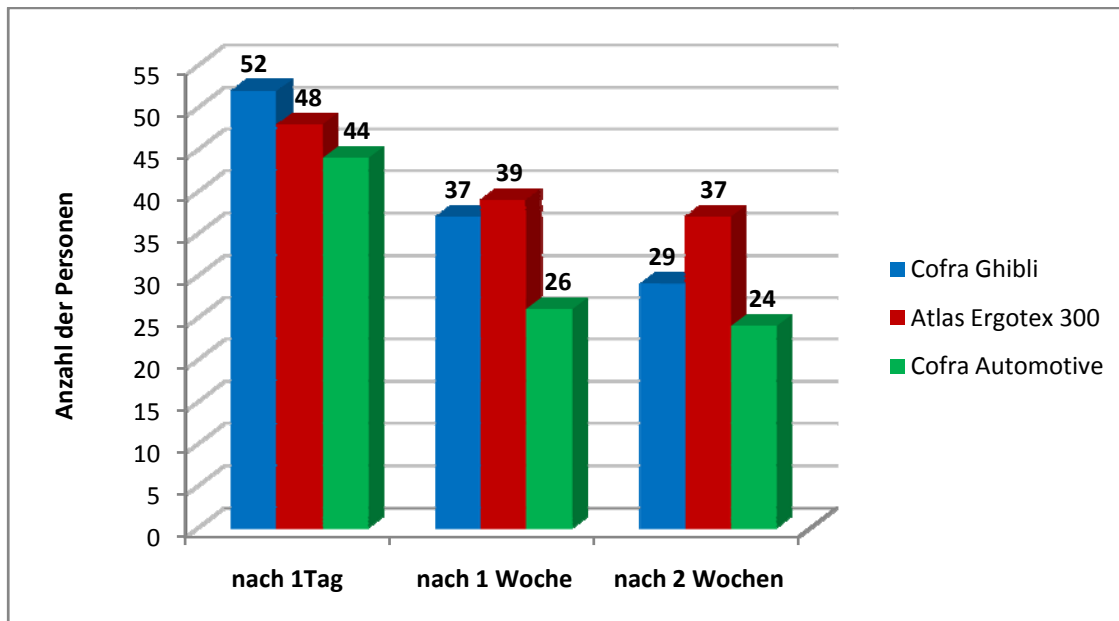


Cofra Ghibli:	ergonomisch minderwertig und sehr ästhetisch
Atlas Ergotex 300:	ergonomisch hochwertig und mittelmäßig ästhetisch
Cofra Automotive:	mittelmäßig ergonomisch und nicht ästhetisch

Des weiteren konnten neun vollständig ausgefüllte Fragebögen nicht in die Auswertung miteinbezogen werden, weil die personenspezifischen Codes keinem früheren Code entsprachen.

Anhand **Abbildung 8-2** ist zu erkennen, dass, obwohl zu Beginn der Studie den drei Bedingungen gleich viele Versuchspersonen zugeteilt worden sind, es bereits nach einem Tag geringe Unterschiede in der Anzahl der Testabbrecher(innen) pro Schuhbedingung gibt. Es scheint, als wären die Proband(inn)en der Schuhbedingung „ergonomisch minderwertig und sehr ästhetisch“ zu Beginn der Studie noch sehr zufrieden mit ihrem Schuh. Nach zwei Wochen jedoch bricht etwa ein Viertel der Teilnehmer(innen) (N=8) die Studie ab.

Abbildung 8-2 – Verteilung aller Versuchspersonen über die Schuhbedingungen pro Messzeitpunkt



Cofra Ghibli:	ergonomisch minderwertig und sehr ästhetisch
Atlas Ergotex 300:	ergonomisch hochwertig und mittelmäßig ästhetisch
Cofra Automotive:	mittelmäßig ergonomisch und nicht ästhetisch

8.2 Demographische Merkmale

In diesem Kapitel werden die Teilnehmer(innen) anhand der erfassten demographischen Eigenschaften beschrieben.

8.2.1 Geschlecht

Mit einem geringen Frauenanteil wurde aufgrund der Berufsbranche gerechnet. Die Stichprobe besteht aus 151 Männern (96.8 %) und aus fünf (3.2 %) Frauen.

8.2.2 Alter

Das Alter der teilnehmenden Personen ist in Tabelle **Tabelle 8-1** dargestellt. 43 Personen (27 %) sind jünger als 30 Jahre, 65 Versuchsteilnehmer(innen) (42 %) sind zwischen 30 und 39 Jahre alt, 34 Personen sind zwischen 40 und 49 Jahre alt und 14 Mitarbeiter(innen) sind 50 Jahre alt oder älter. Die Stichprobe besteht somit aus einem größeren Anteil an jüngeren Untersuchungsteilnehmer(inne)n.

Tabelle 8-1 – Stichprobenverteilung nach Alter

Alter	N	Prozent
bis 29	43	27
30 bis 39	65	42
40 bis 49	34	22
ab 50	14	9
Gesamt	156	100

8.2.3 Körpergröße

In **Tabelle 8-2** wird die Körpergröße der Versuchspersonen zusammengefasst. Die meisten Teilnehmer(innen) sind zwischen 171 und 180 cm groß.

Tabelle 8-2 – Stichprobenverteilung nach Körpergröße

Körpergröße in cm	N	Prozent
bis 170	19	12
171 bis 180	83	53
181 bis 190	48	31
über 190	6	4
Gesamt	156	100

8.2.4 Körpergewicht

Das durchschnittliche Körpergewicht beträgt 71 bis 90 kg. Das Körpergewicht der Mitarbeiter(innen) zeigt **Tabelle 8-3**.

Tabelle 8-3 – Stichprobenverteilung nach Gewicht

Gewicht in kg	N	Prozent
bis 70	26	17
71 bis 90	78	50
91 bis 110	43	27
über 110	9	6
Gesamt	156	100

8.2.5 Überwiegende Arbeitsposition

Die am Häufigsten angegebene überwiegende Arbeitsposition ist Gehen. **Tabelle 8-4** stellt die deskriptiven Statistiken der überwiegenden Arbeitspositionen dar.

Tabelle 8-4 – Stichprobenverteilung nach überwiegender Arbeitsposition

Überwiegende Arbeitsposition	N	Prozent
gehend	103	66
sitzend	24	15
stehend	29	19
Gesamt	156	100

8.2.6 Betriebszugehörigkeit

Bezüglich der Betriebszugehörigkeit lässt sich feststellen, dass die Mehrheit der befragten Mitarbeiter(innen) zwei bis fünf Jahre im Betrieb tätig ist. **Tabelle 8-5** zeigt überblicksmäßig die Betriebszugehörigkeit der Versuchsteilnehmer(innen) in Jahren.

Tabelle 8-5 – Stichprobenverteilung nach Betriebszugehörigkeit

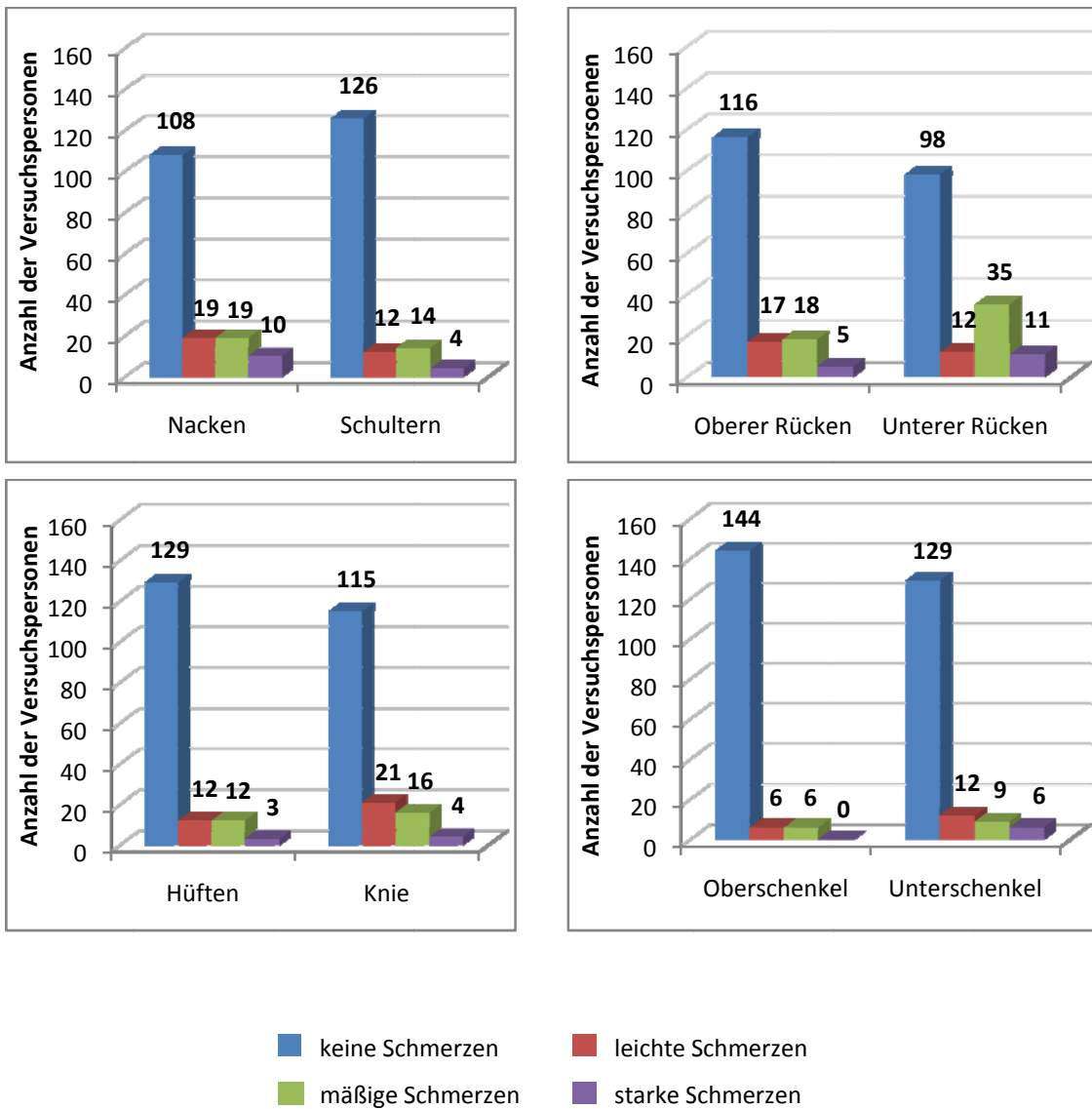
Betriebszugehörigkeit	N	Prozent
bis 6 Monate	7	5
7 Monate bis 1 Jahr	8	5
2 bis 5 Jahre	80	51
6 bis 10 Jahre	59	38
über 10 Jahre	2	1
Gesamt	156	100

Die meisten Befragten sind zwischen 30 und 39 Jahre alt, wiegen zwischen 71 bis 90 kg und sind zwischen 171 und 180 cm groß. 66 % der Untersuchungsteilnehmer(innen) gaben Gehen, 15 % Sitzen und 19 % Stehen als ihre überwiegende Arbeitsposition an.

8.2.7 Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat

Die Betrachtung der erfassten Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat in den letzten zwölf Monaten vor der Untersuchung zeigt, dass in den einzelnen Körperregionen stets die Mehrheit an Mitarbeiter(innen) angab, keine Beschwerden gehabt zu haben. 53 Personen (34 %) gaben an, überhaupt keine Schmerzen im letzten Jahr gehabt zu haben. Dagegen führten 27 Versuchspersonen (17 %) an mindestens einer Körperstelle starke Schmerzen an. Die beiden Körperregionen unterer Rücken und Nacken sind die am häufigsten betroffenen Stellen. In den Oberschenkeln gaben die wenigsten Personen an Beschwerden zu haben. **Abbildung 8-3** fasst die Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat der befragten Mitarbeiter(innen) in den letzten zwölf Monaten vor der Studie zusammen.

Abbildung 8-3 - Stichprobenverteilung nach Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat



9 Ergebnisse

Zunächst wird in diesem Abschnitt auf die Qualität der gemessenen Skala und auf die Prüfung der Voraussetzungen für die Anwendung von Varianzanalysen eingegangen. Anschließend werden die Komplikationen während der Studie beschrieben und die Daten analysiert. Danach werden die in **Kapitel 6** bereits vorgestellten Fragestellungen und Hypothesen überprüft.

9.1 Überprüfung des Fragebogens

Um das Gütekriterium Reliabilität des Fragebogens zu überprüfen, wurden die Skalen Komfort, Diskomfort, Fußbeschwerden sowie Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat mittels Reliabilitätsanalyse untersucht. Unter Reliabilität wird die Messgenauigkeit der jeweiligen Instrumente verstanden. Tests sollten in der Lage sein, den wahren Wert des untersuchten Merkmals ohne Messfehler zu erfassen (Bortz et al., 2005). Zur Überprüfung der Messgenauigkeit des Fragebogens wurde in dieser Studie der Alpha-Koeffizient von Cronbach verwendet, da dieser am Häufigsten Gebrauch findet. Der Reliabilitätskoeffizient kann einen Wert zwischen 0 und 1 annehmen. Beträgt die Reliabilität 0 bedeutet dies, dass der Messwert nur aus Messfehlern besteht, beträgt sie jedoch 1, so ist der Messwert identisch mit dem wahren Wert des zu überprüfenden Merkmals. Damit ein Test das Kriterium der Reliabilität erfüllt, sollte er eine Reliabilität von über .8 besitzen (Weise, 1975, zitiert nach Bortz & Döring, 2005, S. 199).

Der Cronbach's Alpha Koeffizient der Skala Komfort beträgt bei dem Testzeitpunkt vor Beginn der Intervention bei acht Items .806. Die Skala Diskomfort weist bei sechs Items ein Cronbach Alpha von .758 auf. Die Skala Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat besitzt für alle 8 Items eine Reliabilität von .732. Die Reliabilität der Dimension Fußbeschwerden beträgt ein Cronbach's Alpha von .627. Die Reliabilitätskoeffizienten können folglich für die Skala Komfort als mittelmäßig ($.9 > \alpha > .8$) und für die restlichen Skalen als niedrig ($\alpha < .8$) beschrieben werden (Weise, 1975, zitiert nach Bortz & Döring, 2005, S. 199).

9.2 Voraussetzungen für die Varianzanalyse

Die Erfüllung der Bedingungen für die in dieser Studie angewendeten statistischen Analyseverfahren untersucht, wird in diesem Abschnitt überprüft. Backhaus, Erichson, Plinke und Weiber (2003) zufolge sind für den Einsatz von Varianzanalysen folgende Voraussetzungen zu beachten:

1. metrisches Skalenniveau der abhängigen Variablen
2. Homogenität der Varianzen unter den Faktorstufen
3. Homogenität der Korrelationen zwischen den Messzeitpunkten (Sphärizität)
4. Normalverteilung der Merkmalsausprägungen
5. Additivität der Einflussgrößen
6. Unabhängigkeit der Faktoren (bei mehrfaktoriellen Varianzanalysen)

Die erste Voraussetzung des metrischen Skalenniveaus wird von den vier Skalen, Komfort, Diskomfort, Fußbeschwerden und Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat, erfüllt. Die Skalen besitzen Intervallskalenniveau. Die Prüfung der Homogenität der Varianzen (zweite Voraussetzung) wurde für die einzelnen Hypothesentests anhand des F-Tests kontrolliert. Die Voraussetzung der Sphärizität wurde mit Hilfe des Mauchly-Tests ebenfalls für die alle angewendeten Analysemethoden überprüft. Die Ergebnisse dieser Überprüfungen sind bei den jeweiligen Hypothesentests zusammengefasst.

Die Normalverteilung der Skalen, Komfort, Diskomfort, Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat sowie Fußbeschwerden wurde mittels Kolmogoroff-Smirnov-Test überprüft. Dabei wird untersucht, ob die Verteilung der Daten von einer Normalverteilung abweicht oder nicht. Ein nicht signifikanter p-Wert würde demgemäß für eine Normalverteilung der Daten sprechen. Aus **Tabelle 9-1** ist zu erkennen, dass die Skala Komfort zu allen Messzeitpunkten normalverteilt ist.

Tabelle 9-1 – Normalverteilung der Skala Komfort

	Mittelwert	Standardabweichung	p-Wert
vorher (T0)	59.44	20.62	.13
nach 1 Tag (T1)	57.73	21.10	.59
nach 1 Woche (T2)	57.61	22.06	.90
nach 2 Wochen (T3)	60.94	21.08	.57
Durchschnitt von T1, T2 u. T3	57.86	16.01	.86

Die Ergebnisse der Normalverteilungsprüfung der Skala Diskomfort sind in **Tabelle 9-2** zusammengefasst. Die Skala Diskomfort ist ebenfalls normalverteilt.

Tabelle 9-2 – Normalverteilung der Skala Diskomfort

	Mittelwert	Standardabweichung	p-Wert
vorher (T0)	27.51	18.80	.23
nach 1 Tag (T1)	38.72	24.02	.36
nach 1 Woche (T2)	36.42	26.14	.11
nach 2 Wochen (T3)	33.90	23.08	.47
Durchschnitt von T1, T2 u. T3	39.38	23.30	.70

Die Skala Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat ist hingegen nicht normalverteilt. Diese Erkenntnis ist jedoch theoriekonform, da davon ausgegangen werden kann, dass die meisten Menschen keine Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat haben. **Tabelle 9-3** zeigt die Ergebnisse des Kolmogoroff-Smirnov-Tests.

Tabelle 9-3 – Normalverteilung der Skala Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat

	Mittelwert	Standardabweichung	p-Wert
vorher (T0)	0.40	0.47	.00
nach 1 Tag (T1)	0.27	0.41	.00
nach 1 Woche (T2)	0.26	0.38	.00
nach 2 Wochen (T3)	0.19	0.37	.00
Durchschnitt von T1, T2 u. T3	0.27	0.40	.00

Wie aus **Tabelle 9-4** ersichtlich wird, ist die Skala Fußbeschwerden ebenfalls nicht normalverteilt. Bei der optischen Prüfung der Daten lässt sich eine schiefe Verteilung der Merkmalsausprägungen erkennen.

Tabelle 9-4 – Normalverteilung der Fußbeschwerden

	Mittelwert	Standardabweichung	p-Wert
vorher (T0)	0.08	0.12	.00
nach 1 Tag (T1)	0.14	0.15	.00
nach 1 Woche (T2)	0.13	0.17	.00
nach 2 Wochen (T3)	0.27	0.4	.00
Durchschnitt von T1, T2 u. T3	0.19	0.21	.00

Die beiden Skalen Fußbeschwerden und Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat erfüllen nicht die Voraussetzung der Normalverteilung. Die Varianzanalyse ist jedoch, bei Stichproben mit gleich großen Zellenbesetzungen, Verletzungen der Voraussetzungen gegenüber relativ robust (Backhaus et al., 2003). Deswegen wird in diesem Fall die Varianzanalyse zur Überprüfung der Hypothesen dennoch angewendet.

Um die Additivität der Einflussgrößen zu gewährleisten, muss eine strikte Zufallsauswahl der Stichprobe aus der Population durchgeführt werden. Dies hätte jedoch den Rahmen des für diese Diplomstudie vorgesehenen Aufwandes erheblich überschritten.

9.3 Hypothesentests

Folgendes Kapitel widmet sich der Präsentation der Untersuchungsergebnisse. Zunächst werden die Resultate der Fragestellungen und Hypothesen mit psychologischem Hintergrund und anschließend werden die Fragestellungen und Hypothesen mit den medizinischen Aspekten beantwortet.

Die statistische Auswertung wurde mit Hilfe des Computerprogramms SPSS Version 15.0 für Windows durchgeführt. Das Alpha Niveau für die jeweiligen Signifikanztests beträgt stets 5 %. Einzelne fehlende Werte in den Fragebögen wurden durch die Mittelwerte der Versuchsgruppe ersetzt.

Zur Prüfung der Hypothesen wurden Korrelations- und Faktorenanalysen, sowie einfaktorielle Varianzanalysen mit und ohne Messwiederholung angewendet. Auf die Prüfung der Voraussetzungen für die Varianzanalysen wurde bereits in **Kapitel 9.2** eingegangen.

9.3.1 Fragestellung 1 – Komfort und Diskomfort

In dieser Fragestellung geht es darum zu prüfen, ob Komfort und Diskomfort signifikant zusammenhängen oder ob es sich dabei um zwei voneinander unabhängige Faktoren handelt.

Hypothese 1A

Es besteht ein signifikant positiver Zusammenhang zwischen Komfort und den Faktoren Ästhetik, Gefühl von Entspannung und Weichheit.

Die Prüfung der Hypothese wurde über eine Korrelationsanalyse berechnet. In **Tabelle 9-5** sind die Korrelationskoeffizienten dargestellt. Ein Minus vor dem Koeffizienten weist auf einen negativen, ein Plus auf einen positiven Zusammenhang hin. Je höher der Koeffizient, desto stärker hängen die Variablen zusammen. Bei einem p-Wert von .000 sind die drei Zusammenhänge signifikant positiv. Demnach wird die, weiter oben formulierte, Alternativhypothese angenommen.

Tabelle 9-5 – Korrelationsanalyse für Komfort

	Korrelation
Ästhetik und Komfort	0.36
Entspannung und Komfort	0.85
Weichheit und Komfort	0.76

Hypothese 1B

Es besteht ein signifikant positiver Zusammenhang zwischen Diskomfort und den Faktoren Müdigkeit, Fußbeschwerden und Thermophysiologie der Schuhe.

Zur Testung dieser Hypothese wurde ebenfalls eine Korrelationsanalyse durchgeführt. **Tabelle 9-6** zeigt die signifikanten positiven Korrelationen ($p = .000$). Die Alternativhypothese wird angenommen.

Tabelle 9-6 – Korrelationsanalyse für Diskomfort

	Korrelation
Müdigkeit und Diskomfort	0.84
Thermophysiologie und Diskomfort	0.62
Fußbeschwerden und Diskomfort	0.44

Hypothese 1C

Es besteht kein Zusammenhang zwischen Komfort und Diskomfort.

Um diese Hypothese zu Überprüfen wurde ebenso wie bei den beiden anderen Hypothesentests eine Produkt-Moment-Korrelation berechnet. Der Korrelationskoeffizient beträgt -0.64. Der Zusammenhang zwischen den beiden Skalen Komfort und Diskomfort ist mit einem p-Wert von .00 signifikant negativ. Somit wird die Nullhypothese beibehalten.

9.3.2 Fragestellung 2 – Wahrnehmung von ergonomischen Kriterien

Fragestellung 2 beschäftigt sich damit, ob Personen im Stande sind, die ergonomischen Kriterien von Sicherheitsschuhen wahrzunehmen.

Hypothese 2

Die Bewertungen der drei Sicherheitsschuhtypen in Bezug auf Diskomfort unterscheiden sich signifikant voneinander. Das Diskomfortempfinden ist bei Personen der ergonomisch hochwertigen und mittelmäßig ästhetischen Schuhbedingung am schwächsten und bei den Versuchsteilnehmer(inne)n der Bedingung ergonomisch minderwertig und sehr ästhetisch am stärksten ausgeprägt.

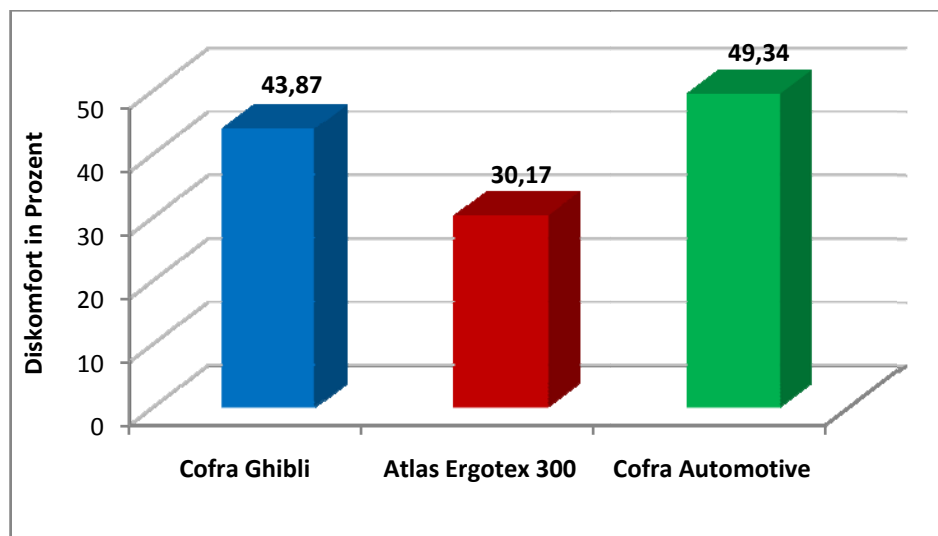
Zur Prüfung der Hypothese wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse durchgeführt. Für jede Person wurde der Mittelwert des Diskomfortempfindens über die Messzeitpunkte berechnet. Die Voraussetzung der Homogenität der Varianzen ist bei einem F-Wert von 1.16 (df1 = 2, df2 = 141) und einem p-Wert von .32 gegeben. In **Tabelle 9-7** und **Abbildung 9-1** werden die Ergebnisse der Varianzanalyse präsentiert. Die Schuhbedingungen haben einen signifikanten Effekt auf das Diskomfortempfinden der Mitarbeiter(innen), jedoch unterscheiden sich nicht alle drei Schuhe voneinander. Die Nullhypothese wird daher beibehalten. Die Post Hoc Analyse nach Bonferroni zeigt,

dass der Schuh der Bedingung ergonomisch hochwertig und mittelmäßig ästhetisch wie erwartet als signifikant weniger diskomfortabel empfunden wird als die beiden anderen Schuhbedingungen. Die beiden ergonomisch schlechteren Schuhe unterscheiden sich jedoch nicht voneinander ($p = .55$).

Tabelle 9-7 – Ergebnisse der einfaktoriellen Varianzanalyse: Schuhbedingung in Bezug auf Diskomfort

Diskomfort	N	M	SD	F	df	p
- mittelmäßig ergonomisch - nicht ästhetisch	52	43.87	21.41			
- ergonomisch hochwertig - mittelmäßig ästhetisch	48	30.17	16.25			
- mittelmäßig ergonomisch - nicht ästhetisch	44	49.34	21.67			
Schuh				11.49	2	.00

Abbildung 9-1 – Diskomfort pro Schuh ohne Berücksichtigung des Ästhetik-Einflusses

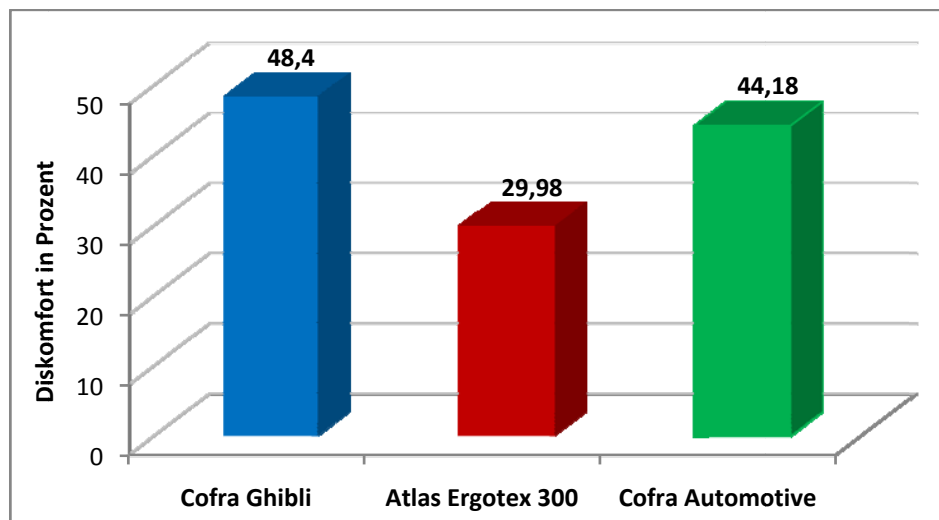


Cofra Ghibli:	ergonomisch minderwertig und sehr ästhetisch
Atlas Ergotex 300:	ergonomisch hochwertig und mittelmäßig ästhetisch
Cofra Automotive:	mittelmäßig ergonomisch und nicht ästhetisch

Aufgrund der Vermutung, dass die Ästhetik der Schuhe einen Einfluss auf das Diskomfortempfinden hat, wurde sie als Kovariate in die Varianzanalyse mit einberechnet. Mit einem F-Wert von 14.97 ($df = 1$) und einem p-Wert von .00 beeinflusst die Ästhetik der Schuhe das Diskomfortempfinden signifikant. Der

Vergleich von **Abbildung 9-1** mit **Abbildung 9-2** lässt erkennen, dass der schönere, jedoch ergonomisch minderwertige Schuh aufgrund seiner hohen Ästhetik signifikant besser bewertet und somit weniger als diskomfortabel empfunden wird. Der unästhetische und mittelmäßig ergonomische Schuh wird wegen seines schlechten Aussehens hingegen als diskomfortabler bewertet.

Abbildung 9-2 – Diskomfort pro Schuh mit Berücksichtigung des Ästhetik-Einflusses



Cofra Ghibli:	ergonomisch minderwertig und sehr ästhetisch
Atlas Ergotex 300:	ergonomisch hochwertig und mittelmäßig ästhetisch
Cofra Automotive:	mittelmäßig ergonomisch und nicht ästhetisch

9.3.3 Fragestellung 3 – Alter

Ob ältere Personen die ergonomischen Kriterien von Sicherheitsschuhen leichter wahrnehmen können als Jüngere wird in Fragestellung 3 erwägt.

Hypothese 3

Bei den älteren Teilnehmer(inne)n sind die Unterschiede zwischen den Bewertungen der Sicherheitsschuhe in Bezug auf Diskomfort stärker ausgeprägt als bei den Jüngeren.

Um die älteren Versuchspersonen mit den Jüngeren zu vergleichen, wurde das Alter mittels Mediansplit in die beiden Kategorien, Jung (unter 40 Jahre) und Alt (40 Jahre und älter), unterteilt. Wieder wurde der Mittelwert jeder einzelnen Person über die

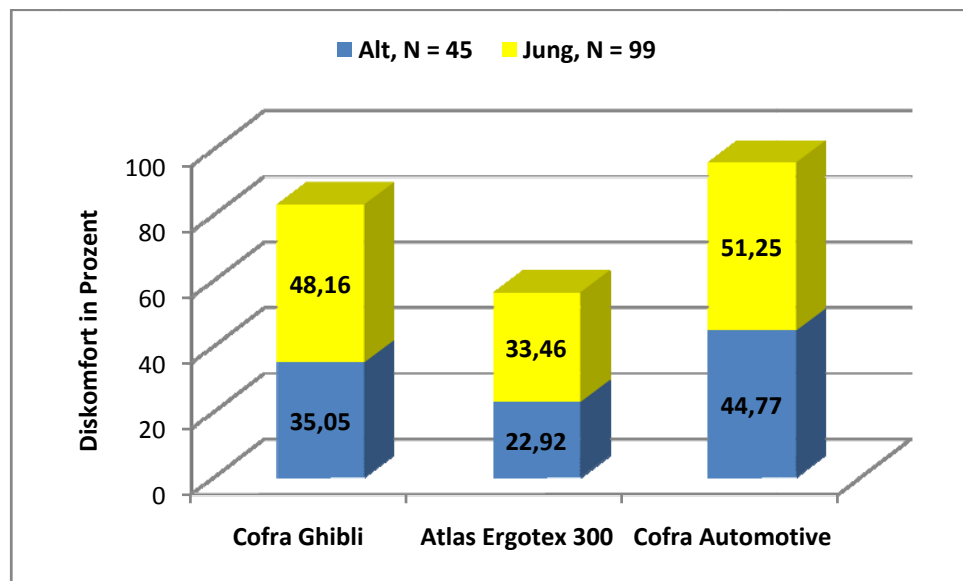
drei Messzeitpunkte nach Beginn der Intervention in die Berechnung miteinbezogen. Zusätzlich wurde kontrolliert, ob sich das Alter der Versuchspersonen in den verschiedenen Schuhbedingungen nicht unterscheidet. Zur Überprüfung der Hypothese wurde eine zweifaktorielle Varianzanalyse, mit der Schuhbedingung und dem Alter als unabhängige Variablen und dem Diskomfortempfinden als abhängige Variable, berechnet. Die Voraussetzung der Homogenität der Varianzen kann bei einem F-Wert von 0.86 (df1 = 5, df2 = 138) und einem p-Wert von .51 als erfüllt angesehen werden.

Tabelle 9-8 und **Abbildung 9-3** zeigen, dass es zwar einen signifikanten Einfluss des Alters, jedoch keine signifikante Wechselwirkung zwischen dem Alter und der Schuhbedingung gibt. Die Älteren Versuchspersonen empfinden die Schuhe generell weniger diskomfortabel als die Jüngeren. Die Nullhypothese wird beibehalten.

Tabelle 9-8 – Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse: Alter und Schuh in Bezug auf Diskomfort

	Diskomfort	N	M	SD	F	df	p
JUNG	- ergonomisch minderwertig - sehr ästhetisch	35	48.16	20.72			
	- ergonomisch hochwertig - mittelmäßig ästhetisch	33	33.46	14.67			
	- mittelmäßig ergonomisch - nicht ästhetisch	31	51.25	22.73			
ALT	- ergonomisch minderwertig - sehr ästhetisch	17	35.05	20.62			
	- ergonomisch hochwertig - mittelmäßig ästhetisch	15	22.92	17.68			
	- mittelmäßig ergonomisch - nicht ästhetisch	13	44.77	18.94			
Alter					8.14	1	.01
Schuh					10.66	2	.00
Alter * Schuh					0.29	2	.75

Abbildung 9-3 – Unterschiede zwischen den Alters- und Schuhgruppen in Bezug auf Diskomfort



Cofra Ghibli:	ergonomisch minderwertig und sehr ästhetisch
Atlas Ergotex 300:	ergonomisch hochwertig und mittelmäßig ästhetisch
Cofra Automotive:	mittelmäßig ergonomisch und nicht ästhetisch

Die Hypothese wurde zur Vervollständigung zusätzlich anhand einer zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung überprüft. Die Ergebnisse der beiden Analysemethoden stimmen überein. Da sich bei der Testung der Hypothese 2 herausstellte, dass die Ästhetik der Schuhe einen signifikanten Einfluss auf das Diskomfortempfinden hat, wurde sie als eine weitere erklärende Variable in das faktorielle Design miteinbezogen. Die Ergebnisse der Varianzanalyse weisen ebenfalls keine signifikante Wechselwirkung zwischen dem Alter und der Schuhbedingung ($F = 0.33$, $df = 2$, $p = .72$) auf.

9.3.4 Fragestellung 4 – Tragedauer

Fragestellung 4 bezieht sich auf die Tragedauer der Schuhe und ihren Einfluss auf das Diskomfortempfinden in den jeweiligen Schuhbedingungen.

Hypothese 4

Das Diskomfortempfinden der Mitarbeiter(innen) verändert sich über die Tragedauer der Sicherheitsschuhe, wobei die Unterschiede zwischen den Schuhbedingungen in Bezug auf Diskomfort über die Zeit größer werden.

Um diese Hypothese zu testen wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung durchgeführt. Als unabhängige Variable diente wieder die Schuhbedingung. Die abhängige Variable stellte das Diskomfortempfinden nach einem Tag, nach einer Woche und nach zwei Wochen dar. Die Voraussetzung der Sphärizität ist bei einem Chi-Quadrat von 0.65 (df = 2) und einem p-Wert von .72 erfüllt.

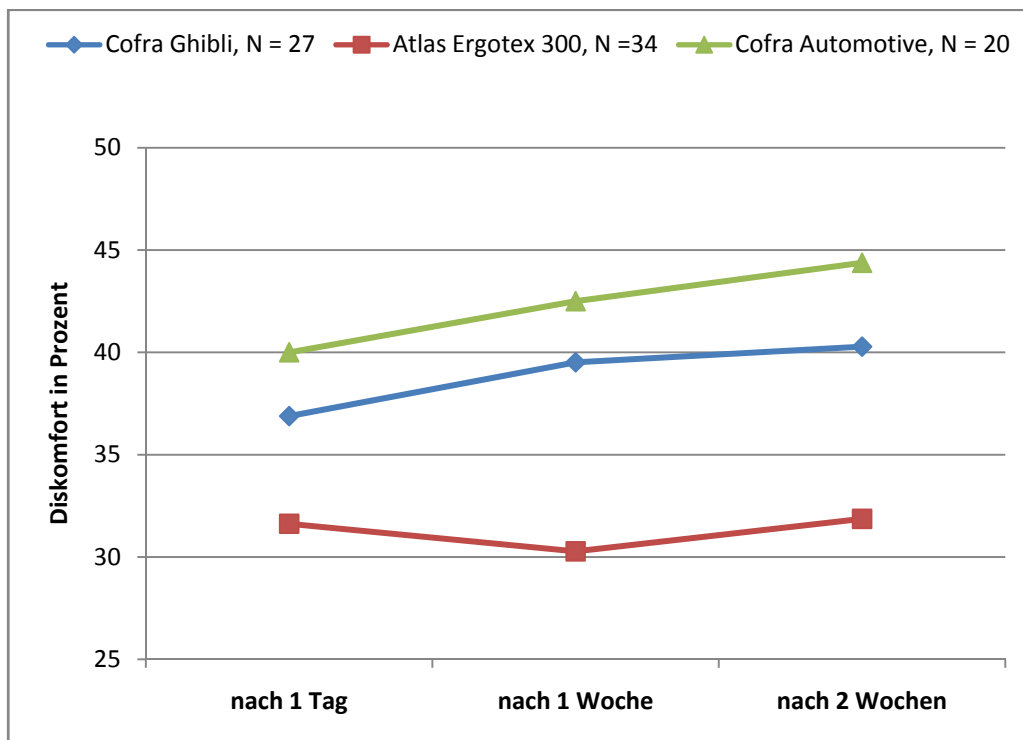
Die deskriptiven und interferenzstatistischen Statistiken werden in **Tabelle 9-9** dargestellt. Es gibt weder eine signifikante Veränderung über die Zeit unabhängig von der Schuhbedingung, noch einen signifikanten Unterschied zwischen den Schuhbedingungen in ihrem Verlauf des Diskomfortempfindens über die Zeit. Die Nullhypothese wird folglich beibehalten.

Tabelle 9-9 – Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwh.: Tragedauer und Schuh in Bezug auf Diskomfort

Diskomfort		M	SD	F	df	p
ergonomisch minderwertig & sehr ästhetisch	- nach 1 Tag	36.88	21.27			
	- nach 1 Woche	39.51	22.89			
	- nach 2 Wochen	40.28	23.94			
ergonomisch hochwertig & mittelmäßig ästhetisch	- nach 1 Tag	31.62	17.74			
	- nach 1 Woche	30.27	21.43			
	- nach 2 Wochen	31.86	17.53			
mittelmäßig ergonomisch & nicht ästhetisch	- nach 1 Tag	40.00	22.96			
	- nach 1 Woche	42.50	25.13			
	- nach 2 Wochen	44.38	27.48			
Tragedauer				0.79	2	.46
Schuh				2.42	2	.10
Tragedauer * Schuh				0.28	4	.89

Erwähnenswert ist jedoch der in **Abbildung 9-4** tendenziell beobachtbare Unterschied zwischen dem ergonomisch hochwertigem und mittelmäßig ästhetischem und den beiden anderen Schuhbedingungen. Während das Diskomfortempfinden in der ergonomisch besseren Schuhbedingung relativ stabil bleibt, steigt es in den beiden schlechteren Bedingungen über die Zeit kontinuierlich an.

Abbildung 9-4 – Unterschiede zwischen Schuhen im Verlauf des Diskomfort über die Tragedauer



Cofra Ghibli:	ergonomisch minderwertig und sehr ästhetisch
Atlas Ergotex 300:	ergonomisch hochwertig und mittelmäßig ästhetisch
Cofra Automotive:	mittelmäßig ergonomisch und nicht ästhetisch

Die Ästhetik der Schuhe wurde zur Kontrolle wieder als Kovariate in ein weiteres faktorielles Design miteinbezogen. Unter Berücksichtigung des Einflusses der Ästhetik auf das Diskomfortempfinden existiert ebenfalls keine signifikante Wechselwirkung zwischen der Tragedauer und der Schuhbedingung ($F = .62$, $df = 4$, $p = .65$).

9.3.5 Fragestellung 5 – Rückenprobleme

In Fragestellung 5 geht es darum, ob Personen mit Rückenproblemen die ergonomischen Kriterien von Sicherheitsschuhen leichter wahrnehmen können als Personen ohne Rückenprobleme.

Hypothese 5

Bei Menschen mit Rückenproblemen sind die Unterschiede zwischen den Bewertungen der Schuhe in Bezug auf Diskomfort stärker ausgeprägt als bei Personen ohne Rückenprobleme.

Um diese Hypothese zu testen, wurde eine zweifaktorielle Varianzanalyse berechnet. Dazu wurde der Mittelwert des Diskomfortempfindens über die drei Messzeitpunkte nach Beginn der Intervention verwendet. Wenn eine Versuchsperson angab, in den letzten zwölf Monaten Beschwerden im oberen oder unteren Rücken gehabt zu haben, dann wurde sie als Person mit Rückenproblemen kategorisiert. Bei einem F-Wert von 1.54 ($df_1 = 5$, $df_2 = 138$) und einem p-Wert von .18 ist die Voraussetzung der Homogenität der Varianzen erfüllt.

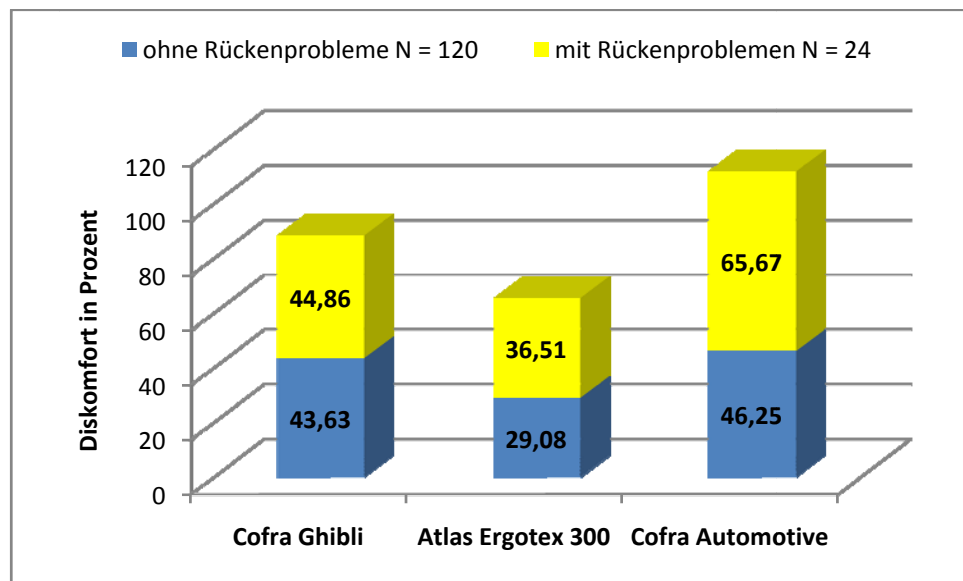
Tabelle 9-10 stellt die deskriptiven und interferenzstatistischen Statistiken der Hypothesentestung dar. Es besteht keine signifikante Wechselwirkung zwischen Rückenprobleme und Schuhbedingung. Die Nullhypothese wird beibehalten.

Tabelle 9-10 – Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse: Rückenprobleme und Schuh in Bezug auf Diskomfort

	Diskomfort	N	M	SD	F	df	p
KEINE	- ergonomisch minderwertig - sehr ästhetisch	42	43.63	20.13			
	- ergonomisch hochwertig - mittelmäßig ästhetisch	41	29.08	16.31			
	- mittelmäßig ergonomisch - nicht ästhetisch	37	46.25	21.23			
RÜCKENPROBLEME	- ergonomisch minderwertig - sehr ästhetisch	10	44.86	27.39			
	- ergonomisch hochwertig - mittelmäßig ästhetisch	7	36.51	15.48			
	- mittelmäßig ergonomisch - nicht ästhetisch	7	65.67	17.02			
Rücken					4.42	1	.04
Schuh					8.23	2	.00
Rücken * Schuh					1.47	2	.23

Wie in **Abbildung 9-5** erkennbar, empfinden Personen mit Rückenproblemen in allen Schuhbedingungen signifikant mehr Diskomfort als Menschen ohne Beschwerden am Rücken.

Abbildung 9-5 – Unterschiede zwischen Rückenproblem- und Schuhgruppen in Bezug auf Diskomfort



Cofra Ghibli: ergonomisch minderwertig und sehr ästhetisch

Atlas Ergotex 300: ergonomisch hochwertig und mittelmäßig ästhetisch

Cofra Automotive: mittelmäßig ergonomisch und nicht ästhetisch

Zur Kontrolle der Ergebnisse dieses Hypothesentests wurde zusätzlich eine zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung durchgeführt. Die Ergebnisse der beiden Analysemethoden stimmen überein. Das faktorielle Design mit der Ästhetik als Kovariate kommt zu denselben Ergebnissen wie die obige Varianzanalyse ohne Berücksichtigung des Einflusses von Ästhetik auf das Diskomfortempfinden.

9.3.6 Fragestellung 6 – Fußbeschwerden

Fragestellung 6 bezieht sich darauf, wie sich die Fußbeschwerden der Mitarbeiter in den jeweiligen Schuhbedingungen über zwei Wochen Tragedauer entwickeln.

Hypothese 6

Je länger die Tragedauer der Sicherheitsschuhe, desto größer sind die Unterschiede zwischen den Schuhbedingungen in Bezug auf Fußbeschwerden.

Zur Prüfung der Hypothese wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung angewendet. Die Fußbeschwerden zu den drei Messzeitpunkten sind die abhängigen Variablen und die Schuhbedingung die Unabhängige. Die

vorausgesetzte Sphärizität wird bei einem Chi-Quadrat von 5.80 (df = 2) und einem p-Wert von .06 als gerade noch erfüllt angesehen werden.

Die Ergebnisse bezüglich des Verlaufes der Fußbeschwerden in den jeweiligen Schuhbedingungen sind in **Tabelle 9-11** zusammengefasst.

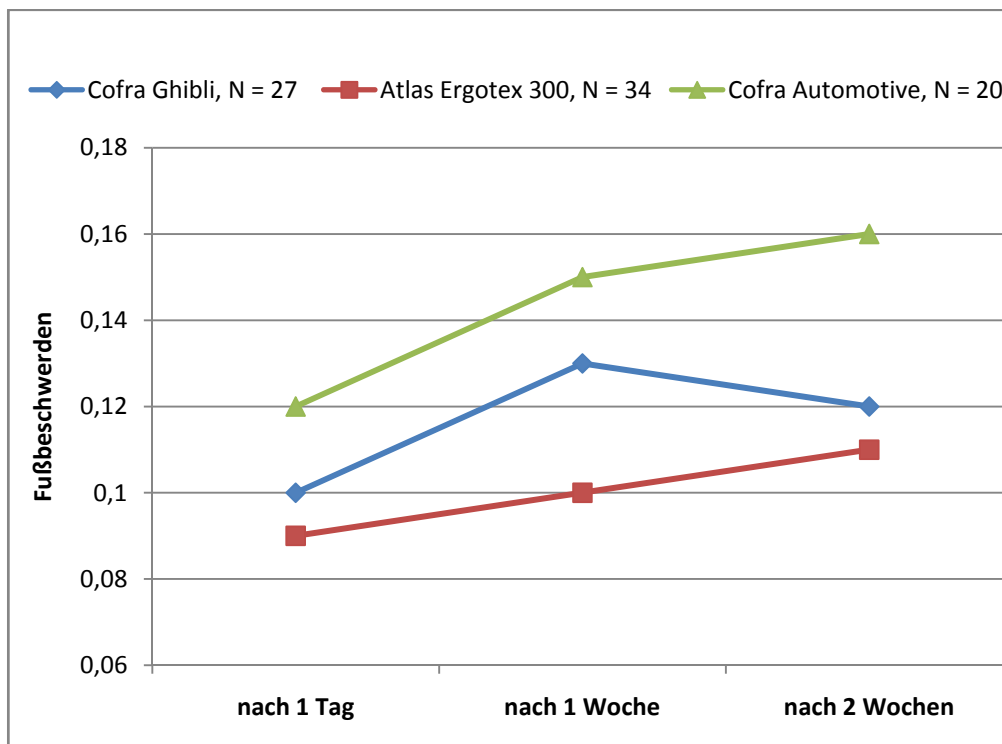
Tabelle 9-11 – Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwh.: Tragedauer und Schuh in Bezug auf Fußbeschwerden

Fußbeschwerden		M	SD	F	df	p
ergonomisch minderwertig & sehr ästhetisch	- nach 1 Tag	0.10	0.17			
	- nach 1 Woche	0.13	0.21			
	- nach 2 Wochen	0.12	0.19			
ergonomisch hochwertig & mittelmäßig ästhetisch	- nach 1 Tag	0.09	0.12			
	- nach 1 Woche	0.10	0.13			
	- nach 2 Wochen	0.11	0.14			
mittelmäßig ergonomisch & nicht ästhetisch	- nach 1 Tag	0.12	0.16			
	- nach 1 Woche	0.15	0.18			
	- nach 2 Wochen	0.16	0.17			
Tragedauer				2.63	2	.08
Schuh				0.49	2	.61
Tragedauer * Schuh				0.32	4	.86

Es zeigt sich, dass sich die Mitarbeiter(innen) der drei Schuhgruppen im Verlauf ihrer Fußbeschwerden nicht signifikant voneinander unterscheiden. Die Wechselwirkung zwischen der Tragedauer und der Schuhbedingung ist nicht signifikant. Die Nullhypothese wird somit beibehalten.

Aus **Abbildung 9-6** lässt sich erkennen, dass die Fußbeschwerden tendenziell ($p = .08$) in allen Schuhbedingungen zunehmen. In der Schuhbedingung ergonomisch minderwertigen und sehr ästhetischen Schuhbedingung nehmen die Fußbeschwerden jedoch zuerst stark zu und dann leicht ab.

Abbildung 9-6 – Unterschiede zwischen Schuhen im Verlauf der Fußbeschwerden über die Tragedauer



Cofra Ghibli:	ergonomisch minderwertig und sehr ästhetisch
Atlas Ergotex 300:	ergonomisch hochwertig und mittelmäßig ästhetisch
Cofra Automotive:	mittelmäßig ergonomisch und nicht ästhetisch

Der Einfluss der Ästhetik wurde durch ein weiteres faktorielles Design überprüft. Sie hat keine signifikante Wirkung auf die Fußbeschwerden ($F=1.13$, $p=.29$).

9.3.7 Fragestellung 7 – Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat

Fragestellung 7 widmet sich den Einfluss des ergonomischen Designs der Sicherheitsschuhe auf die Beschwerden des Stütz- und Bewegungsapparats.

Hypothese 7

Je länger die Tragedauer der Sicherheitsschuhe, desto größer sind die Unterschiede zwischen den Schuhbedingungen in Bezug auf Beschwerden des Bewegungsapparats.

Zur Prüfung der Hypothese wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung berechnet. Die Schuhbedingung stellt den erklärenden Faktor und die Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat die abhängige Variable dar. Die

Voraussetzung der Sphärizität ist mit einem Chi-Quadrat von 4.66 (df = 2) und einem p-Wert von .10 gegeben.

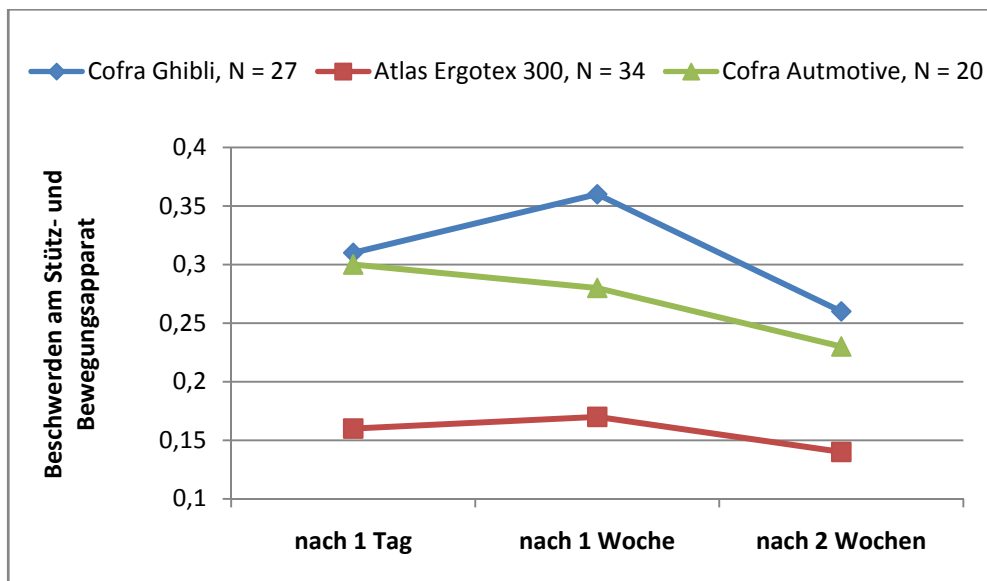
Die deskriptiven und interferenzstatistischen Statistiken sind in **Tabelle 9-12** zusammengefasst. Es zeigt sich, dass es keine signifikant unterschiedlichen Verläufe zwischen den Schuhbedingungen in Bezug auf Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat gibt. Die Nullhypothese wird angenommen. Die Beschwerden am den Stütz- und Bewegungsapparat verändern sich jedoch signifikant über die zwei Wochen.

Tabelle 9-12 – Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwh.: Tragedauer und Schuh in Bezug auf Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat

Beschwerden am Bewegungsapparat		M	SD	F	df	p
ergonomisch minderwertig & sehr ästhetisch	- nach 1 Tag	0.31	0.40			
	- nach 1 Woche	0.36	0.41			
	- nach 2 Wochen	0.26	0.43			
ergonomisch hochwertig & mittelmäßig ästhetisch	- nach 1 Tag	0.16	0.25			
	- nach 1 Woche	0.17	0.26			
	- nach 2 Wochen	0.14	0.22			
mittelmäßig ergonomisch & nicht ästhetisch	- nach 1 Tag	0.30	0.55			
	- nach 1 Woche	0.28	0.52			
	- nach 2 Wochen	0.23	0.51			
Tragedauer				4.72	2	.01
Schuh				1.40	2	.25
Tragedauer * Schuh				0.99	4	.42

Die Beschwerden nehmen zu Beginn leicht zu und sinken nach zwei Wochen Tragedauer wieder ab. In **Abbildung 9-7** ist dieser Entwicklungsverlauf gut zu erkennen. Vor allem Personen der ergonomisch minderwertigen und sehr ästhetischen Bedingung zeigen diesen Veränderungen über die Zeit. Einen Einfluss von der Ästhetik der Schuhe auf die Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat gibt es nicht ($F=1.60$, $p=.21$).

Abbildung 9-7 – Unterschiede zwischen Schuhen im Verlauf der Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat über die Tragedauer



Cofra Ghibli:	ergonomisch minderwertig und sehr ästhetisch
Atlas Ergotex 300:	ergonomisch hochwertig und mittelmäßig ästhetisch
Cofra Automotive:	mittelmäßig ergonomisch und nicht ästhetisch

10 Diskussion

In diesem Kapitel werden die zuvor detailliert beschriebenen Ergebnisse inhaltlich betrachtet und diskutiert, um Implikationen für die Praxis abzuleiten. Abschließend werden die Limitationen der Untersuchung erörtert und der weitere Forschungsbedarf besprochen.

10.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Ziel dieser Studie war es zu untersuchen, ob Mitarbeiter(innen) die ergonomischen Eigenschaften von Sicherheitsschuhen wahrnehmen können und welche Rolle dabei die ästhetischen Charakteristiken der Schuhe spielen. Im Mittelpunkt stand das Modell von Zhang et al. (1996), das Komfort und Diskomfort als zwei unabhängige Dimensionen betrachtet. Ein weiteres Ziel dieser Untersuchung war die Überprüfung der gesundheitlichen Auswirkung vom Tragen der Sicherheitsschuhe.

In Zusammenarbeit mit der Abteilung für Unfallverhütung und Berufskrankheitenbekämpfung der AUVA wurde die Studie im Zeitraum 4.-20. März 2008 in der Firma Magna Heavy Stamping in Albersdorf, Österreich durchgeführt. Von anfänglich 161 Untersuchungsteilnehmer(inne)n nahmen insgesamt 81 Mitarbeiter(innen) an allen vier Erhebungszeitpunkten teil.

Um zu überprüfen, ob Mitarbeiter(innen) die ergonomischen Eigenschaften von Sicherheitsschuhen wahrnehmen können, wurden in der vorliegenden Untersuchung drei unterschiedliche Paar Sicherheitsschuhe miteinander verglichen. Die Industriehalbschuhe erfüllen die Sicherheitsanforderungen der ÖNORM EN ISO 20345 (2004) für den Schutzgrad S1 und unterscheiden sich in ergonomischen sowie in ästhetischen Kriterien.

Die ergonomischen Unterschiede zwischen den Sicherheitsschuhen konnten von den Versuchspersonen nur zum Teil wahrgenommen werden. Des weiteren ließen sich die Mitarbeiter(innen) bei der Bewertung der ergonomischen Kriterien von den ästhetischen Eigenschaften der Schuhe beeinflussen. Der schönere Schuh wurde als bequemer und der unmodische Schuh als unbequemer bewertet (siehe **Kapitel 9.3.2**).

Dass Personen im höheren Alter (siehe **Kapitel 9.3.3**) oder mit Rückenproblemen (siehe **Kapitel 9.3.5**) sensibler auf die ergonomischen Unterschiede reagieren, konnte in dieser Untersuchung nicht bestätigt werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass das Modell von Zhang et al. (1996) bei Sicherheitsschuhen keine Gültigkeit hat. Komfort und Diskomfort hängen signifikant zusammen und können daher nicht als zwei unabhängige Faktoren behandelt werden (siehe **Kapitel 9.3.1**). Aus der Analyse der ergonomischen Kriterien (siehe **Kapitel 0**) und der Erkenntnis, dass Ästhetik das Diskomfortempfinden signifikant beeinflusst, ist ersichtlich, dass Komfort und Diskomfort nicht unterschiedlichen Faktoren zugrundeliegen. Vielmehr können Komfort und Diskomfort aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse als zwei Extreme eines Kontinuums angesehen werden.

Die Unterschiede zwischen den Schuhen in Bezug auf Diskomfort veränderten sich überraschenderweise nicht signifikant über die Zeit (siehe **Kapitel 9.3.4**). Dies bedeutet, dass sich die Mitarbeiter(innen) bereits nach einem Tag ein unveränderbares Bild über den Sicherheitsschuh gemacht haben.

Bezüglich der Fußbeschwerden konnte ebenfalls keine signifikante Wechselwirkung zwischen Tragedauer und Schuhbedingung erfasst werden (siehe **Kapitel 9.3.6**). Dieses Phänomen ist jedoch wahrscheinlich auf die zahlreichen Testabbrecher(innen) aufgrund zu starker Fußbeschwerden zurückzuführen.

Unterschiedliche Verläufe in Bezug auf Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat zwischen den drei Schuhbedingungen konnten über die zwei Wochen keine festgestellt werden (siehe **Kapitel 9.3.7**). Um die aus **Kapitel 3.2.3** erkennbare gesundheitsfördernde Wirkung von Sicherheitsschuhen zu prüfen, sollte die Tragedauer wesentlich verlängert werden.

10.2 Implikationen für die Praxis

Obwohl der Tragekomfort von Schuhen, vor allem von Sicherheitsschuhen in der Arbeitswelt, ein sehr wichtiges Thema darstellt, ist es derzeit ein wenig erforschtes Gebiet. Die von der ÖNORM vorgegebenen ergonomischen Richtlinien für Sicherheitsschuhe und deren Prüfverfahren reichen für die Gewährleistung von

Tragekomfort nicht aus. Des weiteren ist die Methodik für die Bewertung von Tragekomfort bis heute nicht klar festgelegt. Aus diesem Grund waren die Bestimmung von ergonomischen Schuheigenschaften, deren Wahrnehmung und ihre Auswirkungen auf den Körper das Hauptaugenmerk dieser Studie.

Die Mitarbeiter(innen) konnten die ergonomischen Unterschiede zwischen den Sicherheitsschuhen nur zum Teil wahrnehmen. Der ergonomisch hochwertige Schuh wurde als solcher bewertet. Unterschiede zwischen dem mittelmäßig ergonomischen und ergonomisch minderwertigen konnten jedoch nicht aufgedeckt werden. Dieses Ergebnis ist konform zu denen von Helander (2003). Eine Interpretation könnte sein, dass die Sicherheitsschuhe am Markt die wahrnehmbaren und somit die wichtigsten ergonomischen Kriterien bereits erfüllen und, dass zusätzliche ergonomische Kriterien, die über Grundvoraussetzungen hinaus gehen, subjektiv nicht wahrgenommen werden können. Wie aus **Kapitel 3.2.3** ersichtlich, haben ergonomische Sicherheitsschuhe eine gesundheitsfördernde Wirkung. Die ergonomische Gestaltung von Sicherheitsschuhen spielt folglich eine wesentliche Rolle und sollte demnach vollständig sowie genau in den ÖNORMEN vorgeschrieben werden.

Ästhetische Eigenschaften von Sicherheitsschuhen beeinflussen das Diskomfortempfinden der Untersuchungsteilnehmer(innen) (siehe **Kapitel 9.3.2**). Da Mitarbeiter(innen) Wert auf die Ästhetik ihrer persönlichen Schutzausrüstung legen, sollte – neben der primären Erfüllung der normierten Sicherheitskriterien – auch der modischen und ästhetischen Gestaltung in Zukunft mehr Bedeutung zugeschrieben werden. Das Hauptaugenmerk bei der Herstellung von Sicherheitsschuhen liegt weiterhin bei den Sicherheitskriterien.

Damit ein(e) Mitarbeiter(in) die Sicherheitsschuhe als komfortabel empfindet, müssen die Schuhe folgende ergonomische Kriterien erfüllen: ausreichend Platz für die Zehen, Weichheit, Schaftpolsterung, Geruchsneutralität und nicht Verursachung von Fußbeschwerden. Zu Diskomfortempfinden führen unangenehme Temperatur in den Sicherheitsschuhen, Fußbeschwerden, keine Schaftpolsterung und keine Weichheit. Die Faktoren Weichheit, Fußbeschwerden und Schaftpolsterung liegen sowohl Komfort als auch Diskomfort zugrunde. Des weiteren beeinflusst die Ästhetik das

Diskomfortempfinden der Untersuchungspersonen. Das Modell von Zhang et al. (1996) findet aufgrund dieser Ergebnisse keine Gültigkeit. Komfort und Diskomfort können demzufolge als zwei Gegenpole einer Dimension angesehen und als solche erhoben werden.

Alter und Rückenprobleme erhöhen die Sensibilität für die Wahrnehmung ergonomischer Eigenschaften nicht. Mitarbeiter(innen), die in den letzten zwölf Monaten Beschwerden in Nacken, Schultern, oberer oder unterer Rücken, Hüfte, Oberschenkel, Knie oder Unterschenkel hatten, empfanden zwar generell mehr Diskomfort in den Schuhen als jene ohne Beschwerden, eine Interaktion mit den Schuhbedingungen konnte jedoch keine festgestellt werden. Ältere Personen berichteten unabhängig von den Schuhbedingungen über mehr Diskomfort in den Sicherheitsschuhen.

Die Unterschiede zwischen den Schuhen in Bezug auf Diskomfort veränderten sich nicht signifikant über die Zeit. Ähnlich wie bei Helander et al. (1997) konnte keine signifikante Wechselwirkung zwischen Tragedauer und Schuhbedingung beobachtet werden. Die Tragedauer hat keinen Effekt auf das Diskomfortempfinden. Dieses Ergebnis legt den Schluss nahe, dass bereits ein Tag Testtragen ausreicht um sich ein umfassendes und unveränderbares Bild über den Schuh zu machen.

Bezüglich der Fußbeschwerden konnte ebenfalls keine signifikante Wechselwirkung zwischen Tragedauer und Schuhbedingung erfasst werden. Eine Ursache dieses überraschenden Ergebnisses könnte die hohe Anzahl der Testabbrecher(innen) sein.

Über die letzten 20 Jahre hinweg gab es bei den Komfortstudien von unterschiedlichen Bodenbedingungen eine Entwicklung, bei der vermehrt quantitative statt qualitative Erhebungsverfahren eingesetzt wurden. Für größere Stichprobenumfänge wurde auf aufwendigere Methoden, die jedoch ein umfangreiches Bild verschafften, verzichtet. Um ein ganzheitliches Bild zu bekommen ist es dennoch notwendig sowohl subjektive als auch objektive Messinstrumente anzuwenden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass ästhetischen und modischen Kriterien bei der Gestaltung von Sicherheitsschuhen mehr Beachtung geschenkt werden sollte. Aufgrund des starken Zusammenhangs zwischen Sicherheitsschuhen

und Gesundheit (siehe **Kapitel 3.2.3**) wird die Forderung nach einer klareren und vollständigeren Normierung für ergonomische Kriterien gestellt. Schließlich können Tragetests von Sicherheitsschuhen, die lediglich das subjektive Komfortempfinden erfassen möchten, nach einem Tag Tragedauer durchgeführt werden. Wichtig ist dabei die Berücksichtigung des Einflusses von Ästhetik. Studien mit dem Ziel die gesundheitlichen Auswirkungen vom Tragen der Sicherheitsschuhe zu untersuchen, sollten hingegen in einem wesentlich längeren Zeitrahmen als zwei Wochen stattfinden.

10.3 Limitationen und weiterer Forschungsbedarf

Der erste Kritikpunkt betrifft die Tragedauer der Sicherheitsschuhe. Es stellte sich heraus, dass zwei Wochen Tragedauer viel zu kurz waren, um bedeutsame Veränderungen in den Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat zu erheben, die auf die Sicherheitsschuhe zurückgeführt werden können. Damit die gesundheitlichen Auswirkungen von ergonomischen Sicherheitsschuhen untersucht werden können, muss eine wesentlich längere Tragedauer gewählt werden.

In Bezug auf die Personen, die die Untersuchung aufgrund von zu starker Fußbeschwerden abbrechen, ist ebenfalls eine Reihe an kritischen Überlegungen angebracht. Leider ging aufgrund dessen, dass sogenannte Testabbrecher(innen) in der Planungsphase der Untersuchung nicht bedacht wurden, sehr viel Information verloren. Die Anzahl an Testabbrecher(inne)n, die ihre Schuhe zurückgegeben haben, beläuft sich auf 23 Personen. Die Anzahl jener Untersuchungsteilnehmer(innen), die die Studie aufgrund von starken Schmerzen abbrechen und die Schuhe jedoch nicht zurückgaben, ist nicht bekannt. Aufgrund der retournierten Sicherheitsschuhe konnte glücklicherweise ein systematischer Ausfall beobachtet werden. Die meisten Testabbrecher(innen) gab es in der Bedingung mit dem mittelmäßig ergonomischen und unästhetischen Schuh. In der ergonomisch besten Bedingung gab es die wenigsten Testabbrecher(innen). Aufgrund dieser Erfahrung sollte in künftigen Untersuchungen den Mitarbeiter(inne)n angeboten werden, die Schuhe in jedem Fall behalten zu dürfen. Allerdings sollten im Fragebogen einige zusätzlichen Fragen zu einem möglichen Testabbruch gestellt werden. Beispielsweise könnte danach gefragt werden,

nach wie vielen Tagen die Untersuchung abgebrochen wurde oder was die Ursache dafür war.

Eine weitere Limitation ist die Tatsache, dass die Untersuchungsteilnehmer(innen) mit den Teilnehmer(innen) der anderen Versuchsbedingungen kommunizierten und deren Schuhe sehen konnten. Dies könnte beispielsweise dazu geführt haben, dass eine Versuchsperson der ergonomisch schlechtesten Schuhbedingung ihren Sicherheitsschuh im Vergleich zu den anderen Schuhen bewertete und die Beurteilung somit schlechter ausfiel. Außerdem wurde der Anschein geweckt, dass eine Art Gruppendenken in den Versuchsbedingungen entstand, die das Studienergebnis verfälscht haben könnte. Es sah danach aus, als hätten einige offizielle Testabbrecher(innen) ihre eigene Meinung an die vermutete Gruppenmeinung angepasst und die Studie aus diesem Grund abgebrochen. Da es sich dabei allerdings nur um eine Vermutung handelt, wäre dies für weiterführende Untersuchungen ein spannendes Thema.

Die niedrige Anzahl an vollständig ausgefüllten Fragebogensets ist allerdings auch durch das nachvollziehbare Bedürfnis der Mitarbeiter(innen), nach Schichtende ehestmöglichst nach Hause zu kommen, erklärbar. Des weiteren erwiesen sich Fahrgemeinschaften, bei denen nur einige Personen an der Untersuchung teilnahmen und andere nicht, ebenfalls als problematisch.

Es existiert bereits eine große Menge an Studien über die Auswirkungen von verschiedenen Bodenbedingungen auf den Körper. Aufgrund unterschiedlicher Messverfahren können diese Untersuchungsergebnisse jedoch nicht verglichen und somit keine einheitlichen Aussagen getroffen werden. Des weiteren wurden in den meisten Studien keine Testgütekriterien angeführt. Es besteht folglich ein Mangel an qualitätsgesicherten Fragebögen zur Erfassung des Komfort- bzw. Diskomfortempfindens. Meiner Meinung nach kann mittels Erhebungsmethoden zur Messung des allgemeinen, globalen Komfortempfindens keine ausreichende Menge an Informationen gewonnen werden. Vielmehr müssen differenzierte Fragebögen entwickelt werden, die die Qualitätskriterien erfüllen, um spezifische Implikationen für die Gestaltung von Sicherheitsschuhen zu treffen.

11 Literatur

Akbar-Khanzadeh, F., Bisesi, M. S. & Rivas, R. D. (1995). Comfort of personal protective equipment. *Applied Ergonomics*, 26 (3), 195-198.

Allgemeine Unfallversicherungsanstalt (2007). *Sturz und Fall. Unfallstatistik 2003 - 2007*. Wien: AUVA, Abteilung Statistik.

Amell, T. & Kumar, S. (2001). Work-Related Musculoskeletal Disorders: Design as a Prevention Strategy. A Review. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 11 (4), 255-265.

Au, E. Y. L. & Goonetilleke, R. S. (2007). A qualitative study on the comfort and fit of ladies' dress shoes. *Applied Ergonomics*, 38, 687-696.

Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W. & Weiber, R. (2003). *Multivariate Analysemethoden: eine anwendungsorientierte Einführung* (10. neubearbeitete Aufl.). Berlin: Springer Verlag.

Basford, J. R. & Smith, M. A. (1988). Shoe Insoles in the Workplace. *Orthopedics* 11, 285-288.

Bortz, J. & Döring, N. (2005). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler* (3. überarbeitete Auflage). Berlin: Springer Verlag.

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2005). *Stehend K.O. – Wenn Arbeit durchgestanden werden muss*. Dortmund: BAUA.

Burgess, S., Jordan, C. & Bartlett, R. M. (1997). The Influence of a small insert in the footbed of a shoe, upon plantar pressure distribution. *Clinical Biomechanics*, 12 (3), 5-6.

Chiu, M.-C. & Wang, M.-J. J. (2007). Professional footwear evaluation for clinical nurses. *Applied Ergonomics*, 38, 133-141.

De Looze, M. P., Kuijt-Evers, L. F. M. & Van Dieën, J. (2003). Sitting comfort and discomfort and the relationships with objective measures. *Ergonomics*, 46 (10), 985-997.

Dudenredaktion (Hrsg.). (2001). *Deutsches Universalwörterbuch*. Mannheim: Dudenverlag.

D'Souza, J. C., Franzblau, A. & Werner, R. A. (2005). Review of Epidemiologic Studies on Occupational Factors and Lower Extremity Musculoskeletal and Vascular Disorders and Symptoms. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 15 (2), 129-165.

Europäische Stiftung zur Verbesserung der Lebens- und Arbeitsbedingungen (2002). *Dritte Europäische Umfrage über die Arbeitsbedingungen 2000*. Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften.

Faunø, P., Kålund, S., Andreasen, I. & Jørgensen, U. (1993). Soreness in Lower Extremities and Back is Reduced by Use of Shock Absorbing Heel Inserts. *International Journal of Sports Medicine*, 14 (5), 288-290.

Fischer, H. (2005). *Beurteilung der Rutschsicherheit von Fußböden* (Forschungsbericht). Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

Flore, R., Gerardino, L., Santoliquido, A., Catananti, C., Pola, P & Tondi, P. (2007). Reduction of oxidative stress by compression stockings in standing workers. *Occupational Medicine*, 57, 337-341.

Fernberg, P. M., (1999). Don't Stand for Fatigue. *Occupational Hazards*, 61 (6), 76-79.

Frey, C., Thompson, F., Smith, J., Sanders, M. & Horstman, H. (1993). American Orthopaedic Foot and Ankle Society Women's Shoe Survey. *Foot Ankle* 14 (2), 78-81.

Gregory, D. E. & Callaghan, J. P. (2008). Prolonged standing as a precursor for the development of low back discomfort: An investigation of possible mechanisms. *Gait and Posture*, 28, 86-92.

Hansen, L., Winkel, J. & Jørgensen, K. (1998). Significance of mat and shoe softness during prolonged work in upright position: based on measurements of low back muscle EMG, foot volume changes, discomfort and ground force reactions. *Applied Ergonomics*, 29 (3), 217-224.

- Helander, M. G. (2003). Forget about ergonomics in chair design? Focus on aesthetics and comfort! *Ergonomics*, 46 (13/14), 1306-1319.
- Helander, M. G. & Zhang, L. (1997). Field studies of comfort and discomfort in sitting. *Ergonomics*, 40 (9), 895-915.
- Herzberg, F., Mausner, B. & Snyderman, B. (1959). *The motivation to work*. New York: Wiley.
- Hinnen, P. & Konz, S. (1994). Fatigue Mats. In F. Aghazadeh (Ed.), *Advances in Industrial Ergonomics and Safety VI* (S. 323-327). London: Taylor & Francis.
- Jäger, W. (2002). Sicherheitsschuhe heute: Fußschutz mit Tragekomfort. *Die BG*, 105-108.
- Johnson, J. (1994). Footwear alleviates aches, fatigue through better fit, shock absorption. *Occupational Health & Safety*, 63 (3), 68-70.
- Kim, J. Y., Stuart-Buttle, C. & Marras, W. S. (1994). The effects of mats on back and leg fatigue. *Applied Ergonomics*, 25 (1), 29-34.
- King, P. M. (2002). A comparison of the effects of floor mats and shoe in-soles on standing fatigue. *Applied Ergonomics*, 33, 477-484.
- Kogler, G. F., Solomonidis, S. E. & Paul, J. P. (1995). Biomechanics of longitudinal arch support mechanisms in foot orthoses and their effect on plantar aponeurosis strain. *Clinical Biomechanics*, 11 (5), 243-252.
- Kuijt-Evers, L. F. M., Groenesteijn, L., de Looze, M. P. & Vink, P. (2004). Identifying factors of comfort in using hand tools. *Applied Ergonomics*, 35 (5), 453-458.
- Kuijt-Evers, L. F. M., Twisk, J., Groenesteijn, L., de Looze, M. P. & Vink, P. (2005). Identifying predictors of comfort and discomfort in using hand tools. *Ergonomics*, 48 (6), 692-702.
- Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-Sørensen, F., Andersson, G. & Jørgensen, K. (1987). Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied Ergonomics*, 18, 233-237.

- Linden Verlag (1994). *Das aktuelle Universallexikon*. Bergisch Gladbach: Linden Verlag.
- Lindgaard, G. & Whitfield, T. W. A. (2004). Integrating aesthetics within an evolutionary and psychological framework. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 5 (1), 73-90.
- Liu, Y. (2003). Engineering aesthetics and aesthetic ergonomics: Theoretical foundations and a dual-process research methodology. *Ergonomics*, 46 (13/14), 1273-1292.
- Loch, S. (2003). *Prävalenz von Erkrankungen am Bewegungsapparat bei Sicherheitsschuhträgern*. Unveröff. Diss., Technische Hochschule, Aachen.
- Marr, S. J. & Quine, S. (1993). Shoe concerns and foot problems of wearers of safety footwear. *Occupational Medicine*, 43, 73-77.
- Mayer, F., Müller, S., Hirschmüller, A. & Baur, H. (2004). Evidenzbasierte Konzepte der Schuh- und Einlagenversorgung im Laufsport – Grundlagen für die ärztliche Beratung. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55 (3), 81-82.
- Meyer, J. P., Héry, M., Herrault, J., Hubert, G., François, D., Hecht, G. & Villa, M. (1997). Field study of subjective assessment of negative pressure half-masks. Influence of the work conditions on comfort and efficiency. *Applied Ergonomics*, 28 (5/6), 331-338.
- Miller, J. E., Nigg, B. M., Liu, W., Stefanyshyn, D. J. & Nurse, M. A. (2000). Influence of Foot, Leg and Shoe Characteristics on Subjective Comfort. *Foot Ankle International*, 21 (9), 759-767.
- Mündermann, A., Stefanyshyn, D. J. & Nigg, B. M. (2001). Relationship between footwear comfort of shoe inserts and anthropometric and sensory factors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33 (11), 1939-1945.
- Mündermann, A., Nigg, B. M., Stefanyshyn, D. J. & Humble, R. N. (2002). Development of a reliable method to assess footwear comfort during running. *Gait and Posture*, 16, 38-45.

Oleske, D. M., Lavender, S. A., Andersson, G. B. J., Morrissey, M. J., Zold-Kilbourn, P., Allen, C. & Taylor, E. (2006). Risk Factors for Recurrent Episodes of Work-Related Low Back Disorders in an Industrial Population. *Spine*, 31 (7), 789-798.

Orlando, A. R. & King, P. M. (2004). Relationship of Demographic Variables on Perception of Fatigue and Discomfort Following Prolonged Standing Under Various Flooring Conditions. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 14 (1), 63-76.

ÖNORM EN ISO 20344 (2004). *Persönliche Schutzausrüstung – Prüfverfahren für Schuhe*. Wien: Österreichisches Normungsinstitut.

ÖNORM EN ISO 20345 (2004). *Persönliche Schutzausrüstung – Sicherheitsschuhe*. Wien: Österreichisches Normungsinstitut.

ÖNORM EN ISO 20346 (2004). *Persönliche Schutzausrüstung – Schutzschuhe*. Wien: Österreichisches Normungsinstitut.

ÖNORM EN ISO 20347 (2004). *Persönliche Schutzausrüstung – Berufsschuhe*. Wien: Österreichisches Normungsinstitut.

Redfern, M. S. & Chaffin, D. B. (1988). The Effects of Floor Types on Standing Tolerance in Industry. In F. Aghazadeh (Ed.), *Trends in Ergonomics/Human Factors V* (S. 401-405). New York: Elsevier Science Publishers B. V.

Reiber, G. E., Smith, D. G., Wallace, C., Sullivan, K., Hayes, S., Vath, C., Maciejewski, M. L., Yu, O., Heagerty, P. J. & LeMaster, J. (2002). Effect of Therapeutic Footwear on Foot Reculceration in Patients With Diabetes. A Randomized Controlled Trial. *Journal oft he American Medical Association*, 287 (19), 2552-2558.

Rochester, C. (2007). Form versus function. *Health and Safety at Work*, 29 (1), 25-28.

Rys, M. & Konz, S. (1994). Standing. *Ergonomics*, 37 (4), 677-687.

Sahar, T., Cohen, M. J., Ne'eman, V., Kandel, L., Odebiyi, D. O., Lev., I., Brezis, M. & Lahad, A. (2008). Insoles for prevention and treatment of back pain (Review). *The Coch-rane Database of Systematic Reviews 2008*, 3, 1-22.

Schädler, S., Kool, J., Lüthi, H., Marks, D., Oesch, P., Pfeffer, A. & Wirz, M. (2006). *Assessments in der Neurorehabilitation*. Bern: Hans Huber Verlag.

Shelly, A. (2005). Best Practices: Standing Surfaces for Workers. *Occupational Health and Safety*, 74 (6), 128-134.

Sobel, E., Levitz, S. J., Caselli, M. A., Christos, P. J. & Rosenblum, J. (2001). The Effect of Customized Insoles on the Reduction of Postwork Discomfort. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 91 (10), 515-520.

Squadrone, R., Rodano, R., Preatoni, E., Andreoni, G. & Pedotti, A. (2005). The EUROShoE approach to ergonomics of foot and shoe. *Ergonomia IJE&HF*, 27 (1), 43-51.

Stefanyshyn, D. J., Nigg, B. M., Fisher, V., O'Flynn, B. & Liu, W. (2000). The Influence of High Heeled Shoes on Kinematics, Kinetics, and Muscle EMG of Normal Female Gait. *Journal of Applied Biomechanics*, 16, 309-319.

Walther, M. & Grosse, V. (2006). Vorfußdämpfung im Sicherheitsschuh – eine prospektive Studie in der Automobilindustrie. *Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie*, 56 (10), 312-321.

Wosk, J. & Voloshin, A. S. (1985). Low Back Pain: Conservative Treatment with Artificial Shock Absorbers. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 66, 145-148.

Zhang, L., Drury, C. G. & Woolley, S. M. (1991). Constrained standing: Evaluating the foot/floor interface. *Ergonomics*, 34 (2), 175-192.

Zhang, L., Helander, M. G. & Drury, C. G. (1996). Identifying Factors of Comfort and Discomfort in Sitting. *Human Factors*, 38 (3), 377-389.

Anhang A – Explorative Datenanalyse

In diesem Kapitel werden Fragestellungen beantwortet, für die aufgrund mangelnder Literatur keine Hypothesen formuliert werden konnten.

A.1 Ergonomische Kriterien

Zwar existieren zahlreiche Normen über die Sicherheitskriterien von Sicherheitsschuhen, Mindestansprüche an den Tragekomfort werden in den Normen jedoch nur oberflächlich erwähnt. Im Folgenden wird daher der Frage nachgegangen, welche ergonomischen Kriterien zu mehr Tragekomfort führen, sowie welche Kriterien Diskomfort verhindern. Dazu wurde mit einer Regressionsanalyse untersucht, wie stark die Einflüsse der jeweiligen ergonomischen Kriterien auf den Komfort bzw. Diskomfort sind.

Zunächst wurde mittels Korrelationsanalyse festgestellt, bei welchen Variablen die stärksten Effekte auf die Bewertung von Komfort bzw. Diskomfort zu erwarten sind. Komfort wurde hier mit dem Item „Meine Sicherheitsschuhe sind komfortabel“ und Diskomfort mit dem Item „Meine Sicherheitsschuhe sind unbequem“ erfasst. **Tabelle A-1** fasst die Korrelationskoeffizienten der ergonomischen Kriterien zusammen. Ein signifikanter Korrelationskoeffizient bedeutet, dass er sich signifikant von 0 unterscheidet.

Tabelle A-11-1 - Korrelationsmatrix zur Bestimmung der ergonomischen Kriterien

Variablen	Komfort	Diskomfort
ausreichend Platz für Zehen	.41**	-.11
Fußbeschwerden	-.34**	.42**
weich	.35**	-.40**
Schaftpolsterung	.33**	-.35**
rutschfest	.12	-.09
unangenehme Geräusche	-.29**	.29
geruchsneutral	.32**	-.28**
unangenehme Temperatur	-.30**	.43**
eingeschränkte Bewegungsfreiheit	-.23**	.37**
Füße schwitzen in den Schuhen	-.21**	.29**
starr	-.22**	.28**
laut	-.22**	.21**
leicht	.207**	-.21*
Schuhe sind breit genug	.292**	-.20*
modisch	.235**	-.17*
schön	.221**	-.13

** Die Korrelation ist auf einem Alpha-Niveau von 1 % signifikant.

* Die Korrelation ist auf einem Alpha-Niveau von 5 % signifikant.

Jene ergonomischen Kriterien, bei denen die stärkste Wirkung auf Komfort bzw. Diskomfort zu erwarten waren, wurden in das Regressionsmodell mit einberechnet. Mit einem F-Wert von 18.53 (df = 5) und einem p-Wert von .00 ist das geschätzte Modell auch über diese Stichprobe hinaus für die Grundgesamtheit gültig (Backhaus et al., 2003). **Tabelle A-2** zeigt die Ergebnisse der Regressionsanalyse für das Komfortempfinden. Der standardisierte Regressionskoeffizient, Beta, gibt die Gewichtung der einzelnen ergonomischen Kriterien wieder. Demnach ist das ergonomische Kriterium, ausreichend Platz für die Zehen zu haben, für den Tragekomfort in den Sicherheitsschuhen das Bedeutendste.

Tabelle A-11-2 – Prüfung der Regressionskoeffizienten in Bezug auf Komfort

	B	Std	Beta	T	p
Zehen haben ausreichend Platz	0.27	0.08	.23	3.36	.00
Fußbeschwerden	-39.03	17.65	-.15	-2.21	.03
Schaftpolsterung	0.21	0.07	.21	2.98	.00
geruchsneutral	0.18	0.06	.21	3.11	.00
unangenehme Temperatur	0.01	0.07	.01	1.27	.90
weich	0.23	0.07	.22	3.24	.00

Folgende ergonomische Kriterien haben einen signifikanten Einfluss auf das Komfortempfinden in den Sicherheitsschuhen: ausreichend Platz für Zehen, Weichheit, Schaftpolsterung, Geruchsneutralität und nicht Verursachen von Fußbeschwerden. Die Temperatur innerhalb des Sicherheitsschuhs hat keinen signifikanten Effekt auf den Tragekomfort.

In Bezug auf Diskomfort in Sicherheitsschuhen wurde ebenfalls eine Regressionsanalyse mit jenen ergonomischen Kriterien als abhängige Variablen durchgeführt, von denen die stärksten Einflüsse zu erwarten waren. Bei einem F-Wert von 16.53 (df = 5) und einem p-Wert von .00 besitzt das berechnete Modell Gültigkeit für die Grundgesamtheit. In **Tabelle A-3** sind die Ergebnisse der Regressionsanalyse zusammengefasst.

Tabelle A-11-3 – Prüfung der Regressionskoeffizienten in Bezug auf Diskomfort

	B	Std	Beta	T	p
Fußbeschwerden	51.61	16.87	.22	3.06	.00
Schaftpolsterung	-0.17	0.07	-.18	-2.50	.01
unangenehme Temperatur	0.19	0.06	.23	3.11	.00
eingeschränkte Bewegungsfreiheit	0.10	0.07	.10	1.36	.18
weich	-0.19	0.07	-.18	-2.51	.01

Zu einer Erhöhung des Diskomfortempfindens tragen folgende ergonomische Kriterien bei: unangenehme Temperatur in den Sicherheitsschuhen, Fußbeschwerden, keine

Schaftpolsterung und harte Schuhsohlen. Das Kriterium, eingeschränkte Bewegungsfreiheit, hat keinen signifikanten Einfluss auf das Empfinden von Diskomfort.

A.2 Schuhvergleich

Eine für die Firma Magna Heavy Stamping relevante Frage bezieht sich darauf, welcher von den getesteten Schuhen der Beste ist und ob dieser dem alten Sicherheitsschuh vorzuziehen ist. **Tabelle A-4** fasst Mittelwerte und Standardabweichungen der Schuhgruppen zusammen.

Tabelle A-4 – Deskriptive Statistiken der Schuhbedingungen in Bezug auf ergonomische Kriterien

Skala	Uvex		Cofra Ghibli		Atlas Ergotex 300		Cofra Automotive	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Diskomfort	28.9	19.21	41.09	24.06	30.41	17.67	44.27	25.65
Komfort	60.36	19.34	60.26	21.75	64.8	18.5	55.27	22.6
Fußbeschwerden	0.08	0.12	0.12	0.18	0.1	0.14	0.15	0.16
Ästhetik	53.52	23.35	75.83	22.12	58.11	28.02	39.98	30.75
schlechte Thermophysilogie	60.58	31.44	72.84	32.23	52.03	30.41	70.83	29.18
unangenehme Geräusche	21.56	21.76	30.21	26.76	27.14	24.28	37.48	30.06
Zufriedenheit mit dem Gewicht	57.71	24.58	73.24	26.12	75.66	19.27	67.88	26.45
positive Bewertung	64.37	24.22	49.71	31.77	60.59	27.47	44.79	28.21
starr	32.32	20.99	35.93	24.22	28.05	20.21	36.27	27.81
Sicherheit	74.22	19.25	58.72	23.56	61.73	29.33	57.46	27.26

Mittels einfaktorieller Varianzanalysen wurden die in dargestellten Mittelwerte verglichen. Der Schuh Cofra Ghibli unterscheidet sich signifikant von den anderen Schuhen in Bezug auf die Ästhetik, wobei sich die beiden Sicherheitsschuhe, Uvex und Atlas Ergotex 300 nicht voneinander unterscheiden. Der Sicherheitsschuh Cofra Automotive wird als signifikant weniger ästhetisch beurteilt als die anderen Schuhe.

In Bezug auf die Sicherheit wurde der Uvex signifikant besser eingestuft als die anderen Schuhe. Die beiden Schuhbedingungen Atlas Ergotex 300 und Cofra Ghibli wurden jedoch als signifikant leichter wahrgenommen als der Schuh Uvex.

Die allgemeine Bewertung betreffend unterscheiden sich Uvex und Ergotex nicht voneinander. Der Uvex wird jedoch signifikant besser bewertet als die beiden anderen Schuhe, Cofra Ghibli und Cofra Automotive. Die unangenehmen Geräusche betreffend lassen sich lediglich signifikante Unterschiede zwischen dem alten Schuhmodell, Uvex, und dem Cofra Automotive erkennen. Der Atlas Ergotex 300 hat eine signifikant bessere Thermophysiologie als der Cofra Ghibli.

Bezüglich des Diskomfortempfindens unterscheiden sich der Uvex nicht vom Atlas Ergotex 300. Der alte Schuh unterscheidet sich jedoch signifikant von den Schuhbedingungen Cofra Ghibli und Cofra Automotive. Der Atlas Ergotex 300 ist signifikant weniger diskomfortabel als der Schuh Cofra Automotive. Bezüglich der Fußbeschwerden nach zwei Wochen Tragedauer gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Schuhbedingungen.

Bei den Fußbeschwerden nach einem Tag gibt es allerdings Differenzen zwischen den Schuhbedingungen. Die beiden besseren Schuhe, Uvex und Atlas Ergotex 300, unterscheiden sich nicht signifikant voneinander. Der alte Schuh, Uvex, bereitet den Mitarbeiter(innen) signifikant weniger Fußbeschwerden als die Schuhe, Cofra Ghibli und Cofra Automotive.

Der Schuh Atlas Ergotex 300 wurde in Bezug auf Komfort zwar deskriptiv besser bewertet als die drei anderen Schuhe, signifikant unterscheidet er sich allerdings nur vom Cofra Automotive. In der Schuhbedingung Cofra Automotive gibt es signifikant mehr Personen mit Druckstellen als in der Bedingung Uvex.

Anhang B – Fragebogen zur Vorerhebung



T₀

Sehr geehrter Mitarbeiter!

Herzlichen Dank, dass Sie an dieser Untersuchung teilnehmen!

Um Ihre Anonymität zu gewährleisten, wird für die Auswertung der Fragebögen eine Codierung verwendet. Bei Unklarheiten können Sie sich gerne an uns wenden.

Das Forscherteam:
Regina Rettig-Reisinger & Rosalia Pampalk
✉ a0202465@unet.univie.ac.at

Ihr persönlicher Code:

Ihre Code Erstellung:	Vorname der Mutter	1. Buchstabe	
	Marke meines Autos	1. Buchstabe	
	eigenes Geburtsmonat	in Ziffern (01 bis 12)	

1. Beispiel:

Ihre Code Erstellung:	Mutter: S usi	1. Buchstabe	S A 12
	Automarke: A udi	1. Buchstabe	
	Geb.datum: 24. 12 .1963	in Ziffern (01 bis 12)	

2. Beispiel:

Ihre Code Erstellung:	Mutter: M aria	1. Buchstabe	M M 04
	Automarke: M itsubishi	1. Buchstabe	
	Geb.datum: 01. 04 .1980	in Ziffern (01 bis 12)	

Vorerst bitten wir Sie, einige Angaben zu Ihrer Person zu machen. Diese Daten werden vertraulich behandelt! Der einzelne Ausfüller dieses Fragebogens kann nicht ermittelt werden. Bitte füllen Sie diesen Fragebogen vollständig aus!

Geschlecht:	☐ weiblich	☐ männlich
Alter:	☐ bis 29	☐ 40 – 49
	☐ 30 – 39	☐ ab 50
Körpergröße in cm:	☐ bis 170	☐ 181 – 190
	☐ 171 – 180	☐ über 190
Gewicht:	☐ bis 70	☐ 91 – 110
	☐ 71 – 90	☐ über 110
Überwiegende Arbeitsposition:	☐ gehend	☐ stehend
	☐ sitzend	
Anzahl der Jahre in diesem Betrieb:	☐ bis 6 Monate	☐ 6 – 10 Jahre
	☐ 7 Monate – 1 Jahr	☐ über 10 Jahre
	☐ 2 – 5 Jahre	

Bitte geben Sie den Grad Ihrer Zustimmung bei allen Aussagen an! Bei einigen Aussagen wird es Ihnen vielleicht schwer fallen, ein Urteil abzugeben. Antworten Sie trotzdem einfach so, wie es Ihrem spontanen Gefühl am ehesten entspricht.

	Nein, trifft nicht zu	Trifft weniger zu	Weiß nicht	Trifft eher zu	Ja, trifft völlig zu
Zu Arbeitsbeginn freue ich mich schon darauf, meine Sicherheitsschuhe anzuziehen.	☐	☐	☐	☐	☐
Wenn ich meine Sicherheitsschuhe trage, fühle ich mich entspannt.	☐	☐	☐	☐	☐
Meine Sicherheitsschuhe machen unangenehme Geräusche.	☐	☐	☐	☐	☐
Ich würde meine Sicherheitsschuhe meinen Freunden/ Kollegen empfehlen.	☐	☐	☐	☐	☐
Ich denke während der Arbeit sehr oft daran, dass ich Sicherheitsschuhe trage.	☐	☐	☐	☐	☐
Wenn ich meine Sicherheitsschuhe trage, fühle ich mich müde.	☐	☐	☐	☐	☐
Ein schwerer Sicherheitsschuh vermittelt mir ein besseres Gefühl der Sicherheit.	☐	☐	☐	☐	☐
Ein hoher Tragekomfort ist mir sehr wichtig.	☐	☐	☐	☐	☐
Wenn ich meine Sicherheitsschuhe trage, fühle ich mich unruhig.	☐	☐	☐	☐	☐
Ich fühle mich wohl in meinen Sicherheitsschuhen.	☐	☐	☐	☐	☐
Der obere Rand meiner Sicherheitsschuhe ist ausreichend gepolstert.	☐	☐	☐	☐	☐
Meine Sicherheitsschuhe sind unbequem.	☐	☐	☐	☐	☐
Meine Sicherheitsschuhe sind breit genug.	☐	☐	☐	☐	☐
Auch wenn mein Sicherheitsschuh unbequem ist, ziehe ich ihn an, weil er mich vor Unfällen schützt.	☐	☐	☐	☐	☐
Ich trage meine Sicherheitsschuhe gerne.	☐	☐	☐	☐	☐
Spüren Sie einen unangenehmen Druck Ihren Sicherheitsschuhen?	☐ ja ☐ nein				

Wenn ja, wo empfinden Sie diesen Druck? Mehrere Antworten sind möglich!

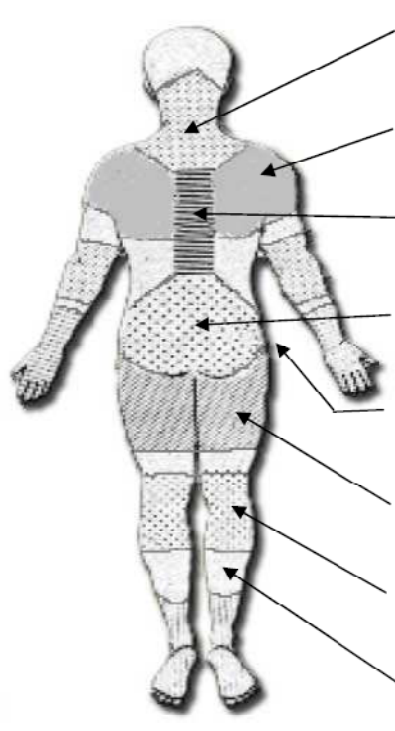
		
☐ Ballen	☐ Ferse	☐ Fußgewölbe
		
☐ Außenknöchel	☐ Zehen	☐ Rist
		
☐ Achillessehne	☐ Innenknöchel	

	Nein, trifft nicht zu	Trifft weniger zu	Weiß nicht	Trifft eher zu	Ja, trifft völlig zu
Ich nehme meine Sicherheitsschuhe nach der Arbeit mit nach Hause.	☐	☐	☐	☐	☐
Auch nach einem langen Arbeitstag bleibt mein Sicherheitsschuh geruchsneutral.	☐	☐	☐	☐	☐
In meinen derzeitigen Sicherheitsschuhen fühle ich mich sehr sicher.	☐	☐	☐	☐	☐
Die Temperatur in meinen Sicherheitsschuhen ist unangenehm.	☐	☐	☐	☐	☐
Ich fühle mich durch meine Sicherheitsschuhe in meiner Bewegungsfreiheit eingeschränkt.	☐	☐	☐	☐	☐
Meine Sicherheitsschuhe sind komfortabel.	☐	☐	☐	☐	☐
Meine Zehen haben ausreichend Platz.	☐	☐	☐	☐	☐
Ich glaube, meine Sicherheit bei der Arbeit selbst kontrollieren zu können.	☐	☐	☐	☐	☐
Ich bin mit meinen Sicherheitsschuhen generell zufrieden.	☐	☐	☐	☐	☐
Meine Füße schwitzen in meinen Sicherheitsschuhen.	☐	☐	☐	☐	☐
Ich bin mit dem Gewicht meines Sicherheitschuhs zufrieden.	☐	☐	☐	☐	☐
Haben Sie andere Beschwerden beim Tragen Ihrer Sicherheitsschuhe?	☐ ja ☐ nein				
Wenn ja, welche? Mehrere Antworten sind möglich!	☐ Blasen ☐ offene Hautstellen ☐ Hornhaut ☐ Hautrötungen ☐ Schmerzen				
Haben Sie die Einlegesohlen in Ihren derzeitigen Sicherheitsschuhen getragen?	☐ ja ☐ nein				
Verwenden Sie regelmäßig eine Bodenmatte als Unterlage beim Arbeiten?	☐ ja ☐ nein				
Tragen Sie orthopädische Einlagen?	☐ ja ☐ nein				
Wurde bei Ihnen vom Orthopäden eine Fehlstellung des Fußes diagnostiziert?	☐ ja ☐ nein				
Wenn ja, welche? Mehrere Antworten sind möglich!	☐ Senkfuß ☐ Plattfuß ☐ Spitzfuß ☐ Hohlfuß ☐ Knickfuß ☐ Hallux valgus ☐ Spreizfuß ☐ andere: _____				
In welcher Schicht haben Sie heute gearbeitet?	☐ Frühschicht ☐ Nachtschicht ☐ Spätschicht				
Wie lange haben Sie Ihre derzeitigen Sicherheitsschuhe bereits?	ungefähr _____ Monate				

Nun bitten wir Sie Ihre Schuhe anhand der folgenden Eigenschaftspaare zu bewerten.
Bitte kreuzen Sie nur ein Antwortkästchen pro Zeile an!

	3	2	1	0	1	2	3	
weich	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	hart
starr	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	beweglich
leise	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	laut
schwer	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	leicht
modisch	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	unmodisch
schön	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	hässlich
warm	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	kalt
rutschig	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	rutschfest

Hatten Sie in den letzten 12 Monaten in den folgenden Körperregionen Schmerzen oder Beschwerden? Wenn ja, wo und wie stark?



1. Nacken
☐ ja ☐ nein
☐ leicht ☐ mäßig ☐ stark

2. Schultern
☐ ja ☐ nein
☐ leicht ☐ mäßig ☐ stark

3. Oberer Rücken
☐ ja ☐ nein
☐ leicht ☐ mäßig ☐ stark

4. Unterer Rücken
☐ ja ☐ nein
☐ leicht ☐ mäßig ☐ stark

5. Hüften
☐ ja ☐ nein
☐ leicht ☐ mäßig ☐ stark

6. Oberschenkel
☐ ja ☐ nein
☐ leicht ☐ mäßig ☐ stark

7. Knie
☐ ja ☐ nein
☐ leicht ☐ mäßig ☐ stark

8. Unterschenkel
☐ ja ☐ nein
☐ leicht ☐ mäßig ☐ stark

Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-Sørensen, F., Andersson, G. & Jørgensen, K. (1987)

	Nein, trifft nicht zu	Trifft weniger zu	Weiß nicht	Trifft eher zu	Ja, trifft völlig zu
Ich führe die angegebenen Schmerzen auch auf meine Sicherheitsschuhe zurück.	☐	☐	☐	☐	☐

Vielen Dank für Ihre Mithilfe!

Anhang C – Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere, dass ich die Diplomarbeit ohne fremde Hilfe und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Quellen angefertigt habe und dass die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen hat.

Wien, am 16.10.2008

Rosalia Pampalk

Anhang D – Lebenslauf

Persönliche Daten

Name	Pampalk Rosalia
Adresse	Heumühlgasse 3/2/31, 1040 Wien
Geburtstag	21. Jan. 1984
Geburtsort	Maputo, Mosambik
Nationalität	Österreich und USA



Ausbildung

10/2002 – 11/2008	Studium der Psychologie , Universität Wien 1. Abschnitt im März 2005 beendet, Studienschwerpunkte in Wirtschafts- und Bildungspsychologie sowie in Forschung und Evaluation
09/2006 – 02/2007	ERASMUS Auslandssemester in Rom, Universität „La Sapienza“ Spezialisierungen auf kognitive Ergonomie und Arbeitsplatzgestaltung sowie Kommunikation in Organisationen
09/1994 – 06/2002	Bundesrealgymnasium Ettenreichgasse , Wien

Berufserfahrung

07/2007 – 08/2007	Data Systems Austria, Wien Abteilung für Marketing und Kommunikation, Ferialpraktikum
03/2007– 06/2007	human-ware GmbH, Wien Mitarbeit bei Seminaren und Vorträgen in den Bereichen Ergonomie für die Firmen Baxter AG und TÜV-Österreich, Praktikum
11/2005 – 05/2006	Hill International, Wien Berufsberatung und Karrierecoaching sowie Diagnostik und Testentwicklung, Praktikum im Rahmen des Studiums
04/2003 – 08/2005	Österreichisches Rotes Kreuz, Wien Bearbeitung von Kundenanfragen, Einzelspenderwerbung, Geringfügig

EDV – Kenntnisse

MS Office (Word, Excel, Powerpoint, Outlook), SPSS, Windows

Sprachen

Deutsch und Englisch (Muttersprachen), Italienisch (sehr gut in Wort und Schrift), Spanisch und Portugiesisch (Grundkenntnisse)