

Aus dem  
Institut für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin  
und Versorgungsforschung des Universitätsklinikums Tübingen

Zusammenhang zwischen arbeitsbedingter  
Stehexposition und Varikoserisiko – Querschnittliche  
Validierung bestehender Risikobeurteilungsansätze  
im Deutschen Arbeitsschutz

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin

der Medizinischen Fakultät  
der Eberhard Karls Universität  
zu Tübingen

vorgelegt von  
Barton, Katharina

2025

Dekan: Professor Dr. B. Pichler

1. Berichterstatter: Professor Dr. B. Steinhilber
2. Berichterstatter: Professorin Dr. A. Strölin

Tag der Disputation: 16.07.2025

## Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis .....	5
Abbildungsverzeichnis .....	5
Abkürzungsverzeichnis.....	7
1. Einleitung.....	1
Einführung.....	1
Definition zentraler Begriffe.....	3
Venenstatus.....	3
Steharbeit.....	9
Forschungsstand .....	14
Zusammenhang zwischen venösen Erkrankungen und Steharbeit .....	14
Bestimmung der Stehdauer als Basis-Messgröße zur Beurteilung von Gesundheitsrisiken des venösen Systems bei Steharbeit.....	16
Vergleich von subjektiver und objektiver Datenerfassung .....	19
Weitere Risikofaktoren einer Varikose .....	21
Ziel- und Fragestellung der Arbeit.....	24
Hypothesen und Fragestellungen .....	25
2. Material und Methoden.....	26
Fallzahl.....	26
Rekrutierung der Probanden und Probandinnen .....	26
Ein- und Ausschlusskriterien .....	26
Ablauf der Versuchstage .....	28
Aufstellung sämtlicher studienbedingter Untersuchungen.....	29
Einordnung der Dissertation in die Forschungsprojekte des Arbeitsphysiologischen Labors	33
Gesamtkonzept der Studie zur Validierung eines Risikoindex zur Vorhersage von venösen Erkrankungen und Muskel-Skelett-Beschwerden bei Steharbeit .....	33
Datenanalyseverfahren und Auswertungsstrategien .....	34
Datenaufarbeitung Aktigraph und SPSS-Eingabe.....	34
Auswertung der Aktigraph Rohdaten entsprechend der Risikobeurteilungsansätze.....	35
Statistische Methoden .....	38
3. Ergebnisse .....	44
Studienpopulation.....	44
Zusammenhang zwischen der Stehdauer der Risikobeurteilungsansätze.....	48
Risikofaktor arbeitsbedingter Stehexposition.....	57
Prävalenz einer Varikose .....	57

Prävalenz der Ausprägung einer Varikose .....	60
Zusammenhang zwischen der Prävalenz der Ausprägung einer Varikose und den Risikofaktoren unabhängig von der arbeitsbedingten Stehexposition.....	64
Vergleich der Risikobeurteilungsansätze .....	66
4. Diskussion.....	67
Studienpopulation.....	67
Zusammenhang zwischen der Stehdauer der Risikobeurteilungsansätze.....	68
Risikofaktor arbeitsbedingter Stehexposition.....	69
Prävalenz einer Varikose .....	69
Prävalenz der Ausprägung einer Varikose .....	71
Zusammenhang zwischen der Prävalenz der Ausprägung einer Varikose und den Risikofaktoren unabhängig von der arbeitsbedingten Stehexposition.....	73
Vergleich der Risikobeurteilungsansätze .....	74
Sensorgestützte Erfassung der andauernden Stehdauer .....	76
Limitationen und Stärken der Studie .....	77
Messinstrument CEAP-Klassifikation .....	77
Messinstrument Aktigraph.....	78
Zeitraumen .....	79
Fazit und Ausblick.....	79
5. Zusammenfassung.....	82
6. Literaturverzeichnis.....	84
7. Erklärung zum Eigenanteil.....	90
8. Danksagung .....	91
9. Anhang .....	92
Variablen und Bedeutung .....	92
Ausschluss der Probanden und Probandinnen .....	93
CRF Ein -und Ausschlusskriterien .....	94
Bewegungstagebuch .....	97
Fragebogen.....	105
Programmierung der Stehdefinitionen .....	118

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: C-Kategorien der CEAP-Klassifikation .....	8
Tabelle 2: Stehdefinitionen der Risikobeurteilungsansätze der LASI, LMM und AMR..	13
Tabelle 3: Auflistung vergleichbarer Studien.....	17
Tabelle 4: Risikokategorien für Stehbelastung der AMR, LMM und LASI.....	19
Tabelle 5: Ein- und Ausschlusskriterien.....	27
Tabelle 6: Deskriptive Statistik der metrischen Variablen der Studienpopulation .....	45
Tabelle 7: Deskriptive Statistik der nominalen Variablen der Studienpopulation .....	46
Tabelle 8: Prüfung auf Normalverteilung .....	47
Tabelle 9: Deskriptive Statistik der Stehdauer der Risikobeurteilungsansätze .....	48
Tabelle 10: Unterschiede zwischen der Stehdauer der Risikobeurteilungsansätze .....	49
Tabelle 11: Zusammenhang der Stehdauer der unterschiedlichen Risikobeurteilungsansätze durch Ermittlung des Korrelationskoeffizienten mit Hilfe der Pearson-Korrelation .....	54
Tabelle 12: Kreuztabelle der Prävalenz einer Varikose in Abhängigkeit der verschiedenen Risikokategorien der Risikobeurteilungsansätze.....	57
Tabelle 13: Zusammenhang zwischen Prävalenz der Varikose und Risikokategorien der drei Risikobeurteilungsansätze.....	58
Tabelle 14: Kreuztabelle der Odds Ratio der Prävalenz einer Varikose in Abhängigkeit der verschiedenen Risikokategorien der Risikobeurteilungsansätze.....	59
Tabelle 15: Kreuztabelle der Prävalenz der Ausprägung der Varikose in Abhängigkeit der verschiedenen Risikokategorien der Risikobeurteilungsansätze.....	61
Tabelle 16: Zusammenhang zwischen Prävalenz der Ausprägung der Varikose und Risikokategorien der drei Risikobeurteilungsansätze .....	62
Tabelle 17: Kreuztabelle der Odds Ratio der Prävalenz der Ausprägung einer Varikose in Abhängigkeit der verschiedenen Risikokategorien der Risikobeurteilungsansätze ..	62
Tabelle 18: Risikofaktorenanalyse .....	65
Tabelle 19: Plausibilitätsprüfung der verschiedenen Risikobeurteilungsansätze den Zusammenhang zwischen der Risikokategorien zur Stehdauer und einer Varikose mit Hilfe des Likelihood-Quotienten zu erfassen.....	66

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ablauf der Versuchstage.....	29
Abbildung 2. Achsenbezeichnung des Aktigraphen.....	30
Abbildung 3: Algorithmus zur Bestimmung der Inclinometer .....	32
Abbildung 4: Flowchart der studienteilnehmenden Testpersonen.....	44
Abbildung 5: Histogramm der Häufigkeiten der CEAP-Klassifikationen unter der Studienpopulation.....	47
Abbildung 6: Häufigkeiten der Stehdauern AMR kumulativ.....	50
Abbildung 7: Häufigkeiten der Stehdauern LMM kumulativ .....	51
Abbildung 8: Häufigkeiten der Stehdauern LASI kumulativ .....	51
Abbildung 9: Zusammenhang der Stehdauer AMR mit LMM.....	52
Abbildung 10: Zusammenhang der Stehdauer AMR mit LASI.....	53

Abbildung 11: Zusammenhang der Stehdauer LMM mit LASI .....	53
Abbildung 12: Vergleich der Stehdauer AMR/ LASI mit Hilfe des Bland-Altman-Plot ...	55
Abbildung 13: Vergleich der Stehdauer AMR/ LMM mit Hilfe des Bland-Altman-Plot ...	56
Abbildung 14: Vergleich der Stehdauer LASI/ LMM mit Hilfe des Bland-Altman-Plot ...	56

## Abkürzungsverzeichnis

AfAMed	Ausschuss für Arbeitsmedizin
ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
AMR	Arbeitsmedizinische Regeln
BAuA	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
BMI	Body-Mass-Index
BMAS	Bundesministerium für Arbeit und Soziales
CEAP	Clinical condition, etiology, anatomic localisation, pathophysiology
CRF	Case Report Form
Et al.	Et alia
LASI	Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik
LMM	Leitmerkmalsmethode
OR	Odds Ratio
WHO	World Health Organisation

# 1. Einleitung

## **Einführung**

Viele Beschäftigte sind an ihrem Arbeitsplatz langandauernder Steharbeit ausgesetzt. Bei einer Umfrage der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) im Jahr 2018 wurden mehr als 20.000 Erwerbstätige in Deutschland zu ihrer Arbeitssituation befragt. Aufgrund der Daten zeigt sich, dass mehr als jeder zweite (53,5 %) der Befragten häufig im Stehen arbeitet. Von ihnen fühlt sich rund jeder vierte (26,7 %) durch die vermehrte Steharbeit belastet (Lück et al., 2019). Dabei ist der Anteil an Steharbeit in verschiedenen Berufsbereichen unterschiedlich hoch. Die Bauberufe waren mit einem Anteil von 92,9 % am häufigsten betroffen. Einen ebenfalls erhöhten Anteil an Steharbeit weisen Fertigungsberufe, Dienstleistungsberufe, Kaufleute und Verkehrsberufe auf (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2008). Steharbeit gilt hierbei als Risikofaktor für die Entstehung von Venenkrankheiten (z. B. Varikose) in der unteren Extremität (Huo Yung Kai et al., 2021). In einer 2003 durchgeführten Venenstudie wurden Venenveränderungen bei rund 90 % der deutschen Bevölkerung festgestellt, wobei die Ausprägung variiert (Rabe et al., 2003). Eine schwerwiegende Ausprägung ist die chronische Veneninsuffizienz, welche damals jeden sechsten Mann und jede fünfte Frau in Deutschland betraf. Subjektives Leiden für Gefäßerkrankungen und damit verbundene typische Beinbeschwerden innerhalb der letzten vier Wochen gaben mehr als jeder zweite (56,4 %) der Testpersonen der Bonner Venenstudie an (Rabe et al., 2003). In einer weltweit durchgeführten epidemiologischen Erhebung chronischer Venenkrankheiten wurden ähnliche Ergebnisse gefunden wie in der Bonner Venenstudie (Rabe et al., 2012). In der von der BAuA durchgeführten Umfrage gab rund jeder zehnte der Befragten an, unter geschwollene Beine zu leiden (11,2 %), von denen sich mehr als ein Drittel (37,5 %) aus diesem Grund in den letzten zwölf Monaten in Behandlung begab (Lück et al., 2019).

Im Arbeitsschutzgesetz ist geregelt, dass der Arbeitgeber nach dem Grundsatz handelt, die Gefährdung der Gesundheit der Beschäftigten möglichst zu

vermeiden und verbleibende Folgeschäden zu minimieren (§ 4 Absatz 1 Satz 1 ArbSchG). Der Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI) entwarf im Jahr 2009 eine Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen bei Steharbeit. In den folgenden Jahren wurde ebenfalls ein Risikokonzept der Arbeitsmedizinischen Regeln (AMR), sowie eine Risikobeurteilung der Leitmerkmalsmethode (LMM) für Steharbeit entwickelt, um gesundheitliche Risiken wie chronische Venenkrankheiten zu reduzieren (Ausschuss für Arbeitsmedizin (AfAMed), 2022; Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2020).

Die verwendeten Definitionen zur Identifizierung von Steharbeit variieren zwischen diesen drei Risikobeurteilungsansätzen. Die Stehdefinition dient im Allgemeinen als Grundvoraussetzung für die Erfassung der Steharbeit. Aufgrund der variierenden Stehdefinitionen könnten sich im Hinblick auf die Risikominderung von chronischen Venenkrankheiten verschiedene Ergebnisse ergeben. Um präzisere Aussagen über diese Annahme treffen zu können, ist eine Überprüfung der Stehdefinitionen empfehlenswert. Zu keinem der Risikobeurteilungsansätze konnte eine Validierung anhand von Erkrankungen bzw. Beschwerden, die mit Steharbeit assoziiert sind, in der Fachliteratur gefunden werden. Daher ist unklar, wie verlässlich die Risikobeurteilungen tatsächlich sind und wie wirksam abgeleitete Arbeitsgestaltungsmaßnahmen werden können.

Des Weiteren wurden in der im Rahmen dieser Arbeit ausgewerteten Fachliteratur ausschließlich subjektive Messmethoden zur Beurteilung der Steharbeit verwendet. Es erscheint ratsam, die Risikobeurteilungsansätze durch den Einsatz von objektiven Messgeräten zu überprüfen, um so die daraus resultierenden Handlungsempfehlungen zur Gestaltung von Steharbeit im deutschen Arbeitsschutz genauer zu analysieren. Die objektive Messung des Stehanteils macht es möglich den Stehanteil am Arbeitsplatz sehr präzise zu erfassen und so einen Zusammenhang zwischen Steharbeit und Venenkrankheiten zu erkennen. Diese Erkenntnisse sind von Bedeutung, um zukünftig Arbeitsplatzgestaltungen im Hinblick auf eine Reduzierung des Gesundheitsrisikos zu optimieren.

Ziel dieser Dissertation ist daher die Validierung von gängigen Ansätzen zur Risikobeurteilung von Steharbeit im deutschen Arbeitsschutz mittels objektiver Messmethoden für Steharbeit und klinischer Untersuchung des Venenstatus.

Der erste Abschnitt der Dissertation behandelt die Einführung in die Grundlagen. Dies umfasst die Klärung wichtiger Definitionen und Konzepte im Zusammenhang mit dem Venenstatus und der Steharbeit. Des Weiteren erfolgt eine Darstellung des aktuellen Forschungsstands zum Thema Steharbeit und dessen Messung.

Im zweiten Abschnitt der Dissertation wird die Studie, einschließlich der angewandten Forschungsmethodik erläutert, aus der die Daten für diese Dissertation stammen. Anschließend werden die Ergebnisse vorgestellt und im Rahmen der aufgestellten Forschungsfragen diskutiert. Zum Abschluss erfolgt ein Fazit, welches den Bezug zur Praxis verdeutlicht und ebenfalls einen Ausblick für zukünftige Handlungsempfehlungen beinhaltet.

## **Definition zentraler Begriffe**

In dem folgenden Kapitel werden zunächst zentrale Begriffe und Konzepte erläutert, welche dem Verständnis der Fragestellung dieser Arbeit dienen. Zu Beginn wird auf den Venenstatus eingegangen, wobei anatomische und physiologische Grundlagen, verschiedene Stadien und die Diagnostik von chronischen Venenkrankheiten thematisiert werden. Im Anschluss werden Hintergründe zum Thema „Steharbeit“ erläutert, wobei hier auf die Stehdauer als Messgröße, die Definition von Steharbeit und dessen Arbeitsschutz in Deutschland eingegangen wird.

## **Venenstatus**

### ***Anatomische Grundlagen des Venensystems der unteren Extremität***

Venen sind dünnwandige, weitlumige Gefäße, welche das Blut von der Peripherie Richtung Herz transportieren. Das Venensystem der unteren Extremität lässt sich in drei Gruppen gliedern. Diese Gruppen werden entsprechend ihrer Lage zu der Muskelfaszie (Fascia lata) benannt. Zunächst

gibt es ein tiefes (subfasziales) Venensystem, welches unter der Muskelfaszie verläuft. Die drei zum arteriellen System parallel verlaufenden tiefen Unterschenkelvenen vereinigen sich im Bereich der Kniekehle zur Vena poplitea. Diese teilt sich im Verlauf des Oberschenkels in die oberflächliche Vena femoralis und die tiefe Vena femoralis. Am proximalen Oberschenkel treffen diese beiden Venen zur Vena femoralis communis zusammen, die oberhalb des Leistenbandes als Vena iliaca communis bezeichnet wird (Krusche, 2010).

Als zweites gibt es ein oberflächliches (epifasziales) Venensystem, welches oberhalb der Muskelfaszie liegt. Die Hauptvenen des oberflächlichen Systems (Stammvenen) transportieren das Blut von der Außenseite des Unterschenkels zur Kniekehle (Vena saphena parva) und von der Innenseite zum Leistenbereich (Vena saphena magna) (Krusche, 2010).

Das dritte Venensystem bilden die Perforanzvenen, welche die Muskelfaszie durchbrechen und das oberflächliche mit dem tiefen Venensystem verbinden.

Etwa 90 % des venösen Blutvolumens befinden sich im tiefen Venensystem, während nur 10 % im oberflächlichen Venensystem zu finden sind. Dies liegt daran, dass das Blut unter physiologischen Druckverhältnissen durch Perforanzvenen von den oberflächlichen Venen in die tiefen Venen geleitet wird (Krusche, 2010). Um die Strömungsrichtung zu sichern und einen Rückfluss des Blutes zu verhindern, gibt es Venenklappen, welche eine Ventilfunktion ausüben (Noppeney & Nüllen, 2022). Die Venenklappen sind geöffnet, solange das Blut Richtung Herz transportiert wird. Das Blut, welches im Anschluss zurück in die Peripherie fließt, füllt die Taschenklappen aus und führt so zu einem Schluss der Venenklappen. Histologisch haben Venen einen dreischichtigen Wandaufbau, der von innen nach außen aus der Tunica interna, media und adventitia besteht (Aumüller et al., 2020).

## ***Physiologie und Pathophysiologie des Venensystems der unteren Extremität***

Die Funktionen des Venensystems lassen sich in den Bluttransport, die Blutspeicherung und die Thermoregulation unterteilen. Im Vergleich zu Arterien besitzen Venen eine deutlich dünnere Muskelschicht, wodurch sie sehr dehnbar sind. Ein Anteil von 90 % des gesamten Blutvolumens befindet sich im venösen System und dient somit der Speicherung des Blutes. Das Venensystem gehört zum Niederdrucksystem, weshalb der Blutdruck lediglich bei rund 15 mmHg liegt. Der Blutdruck reicht als alleiniger Faktor nicht aus, um das venöse Blut gegen die Schwerkraft in Richtung Herz zu transportieren. Um einen gerichteten Blutfluss von der Peripherie Richtung Herz bei aufrechter Körperhaltung sicherzustellen (Transportfunktion), gibt es daher noch weitere Mechanismen, die den venösen Rückfluss sicherstellen (Krusche, 2010).

Den effektivsten Mechanismus stellt die Muskelpumpe dar, welche durch die Kontraktion der Skelettmuskulatur die Venen verformt, sodass das Blut herzwärts gepumpt wird (Aumüller et al., 2020). Weiterhin fördert die arteriovenöse Kopplung den venösen Rückfluss. Die Venen und Arterien verlaufen parallel zueinander in einem bindegewebigen Gefäßbündel. Die arterielle Pulswelle führt zu einer Erweiterung der Arterie und komprimiert die nah verlaufene Vene, sodass die arteriovenöse Kopplung zu einer Antriebskraft für den venösen Rückstrom wird. Ferner spielt die Sogwirkung des Herzens eine wichtige Rolle. Durch die Verlagerung der Ventilebene bei der Systole in Richtung Herzspitze entsteht ein Unterdruck, wodurch das venöse Blut angesaugt wird. Ein weiterer Mechanismus ist der intrathorakale Unterdruck, welcher bei der Inspiration durch das Absinken des Diaphragmas entsteht. Dieser führt zu einer Erweiterung der Venen im Thorax. Gleichzeitig entsteht im Bereich des Abdomens durch die Senkung des Diaphragmas ein Überdruck, welcher das Blut Richtung Herz drückt (Schünke & Faller, 2020).

Eine gewisse Volumenzunahme der Beinvenen im Tagesverlauf ist als physiologisch anzusehen. Wenn die Venenklappen jedoch aufgrund von Venenerweiterung (Varikosis) oder Klappenzerstörung (Thrombose) geschädigt sind,

kann das Blut nicht mehr effektiv in Richtung des Herzens fließen. Diese hämodynamische Störung führt zu einer Verringerung der Blutfluss-geschwindigkeit und einem nach distal gerichteten Rückstrom des Blutes, welcher als Reflux bezeichnet wird (Krusche, 2010). Im Anfangsstadium ist der Reflux durch die Nachtruhe voll reversibel. Bei anhaltendem Reflux kommt es zu einer vermehrten Volumenlast und gesteigerten Druck (venöse Hypertonie), weshalb die kapilläre Filtration gesteigert wird und Ödeme begünstigt werden. Es kann weiterhin durch die vermehrte Filtration und Mikrozirkulationsprobleme zu der Schädigung oberflächlicher Venen kommen, welche zu Wundheilungsstörungen (z. B. Ulcus cruris) führen (Pape et al., 2019). Eine weitere Dilatation der Venenwände verlangsamt die Blutströmung und führt erneut zu Thrombosen, wodurch ein Teufelskreislauf entsteht, welcher über Jahre hinweg zu einer venösen Insuffizienz führt (Mahnken et al., 2019).

### ***Nomenklatur und Einteilung der venösen Krankheitsbilder***

Unter dem Begriff einer chronisch venösen Störung (engl. chronic venous disorder) versteht man das gesamte Spektrum morphologischer und funktioneller Abnormalitäten des venösen Systems (Eklof et al., 2009). Stattdessen beschreibt der Begriff der chronischen Venenkrankheit (engl. chronic venous disease) jede morphologische und funktionelle Abnormalität des Venensystems von langer Dauer, die sich durch Symptome oder Veränderungen manifestiert, die eine weitere Untersuchung oder auch Behandlung erfordern (Eklof et al., 2009).

Die Varikose ist eine degenerative Erkrankung der Venenwand im oberflächlichen Venensystem der Beine. Hierbei können sich unter dem Einfluss verschiedener Risikofaktoren im Laufe des Lebens Varizen in unterschiedlicher Ausprägung und Schweregrad entwickeln (Pannier et al., 2019).

Zu Beginn einer chronischen Venenkrankheit treten variköse Veränderungen wie Teleangiektasien und retikulären Venen auf, welche lediglich eine kosmetische Bedeutung haben. Teleangiektasien (sogenannte „Besenreiser“) bilden ein spinnengewebsartiges Netz bestehend aus sehr kleinen intradermalen Varizen. Sie haben eine gewundene Form, eine lila-rötliche Farbe und einen Durchmesser

von <1 mm (Herold, 2009). Sie kommen bevorzugt in der Kniekehle und an der Außenseite von Ober- und Unterschenkeln vor und wölben sich nicht über das Hautniveau hinaus (Herold, 2009; Suttorp et al., 2020).

Bei fortgeschrittenen chronischen Venenkrankheiten können jedoch weitere Symptome wie die Entstehung von Varizen auftreten. Varizen, auch Krampfadern genannt, werden von der Welt-Gesundheits-Organisation (WHO) als sackförmige dilatierte, oberflächliche Venen bezeichnet, wobei die Venendilatation umschrieben oder streckenförmig sein kann (Herold, 2009). Varizen haben einen Durchmesser von mindestens 3 mm (Suttorp et al., 2020).

Klinisch äußert sich die Varikose durch ein Schwere- und Spannungsgefühl in den Beinen, welches sich durch Bewegung verbessert. Es kommt ferner zu Schmerzen im Bereich der Varizen und einer Neigung zu abendlichen Knöchelödemen (Baenkler et al., 2021). Es kann zusätzlich zu einem Juckreiz und Druckgefühl kommen und zu nächtlichen Fuß -und Wadenkrämpfen (Herold, 2009).

Unterschieden wird die Varikose in zwei Arten, welche sich vor allem in ihrer Entstehungsweise unterscheiden. Der mit einer Häufigkeit von 95 % vorkommenden primären Varikose liegt eine idiopathische Herkunft ohne fassbare Ursache zugrunde. Die sekundäre Varikose ist stattdessen erworben und ist eine Spätfolge einer anderen Pathologie des Venensystems. So kann beispielweise eine Phlebothrombose im tiefen Venensystem ein Grund für eine Abflussbehinderung sein, wodurch sich Kollateralen und somit eine Varikose bilden (Herold, 2009).

Die chronisch venöse Insuffizienz (engl. chronic venous insufficiency) wird auch als chronisch venöses Stauungssyndrom bezeichnet. Es wird als venöse Hypertonie im Stehen mit Venen -und Hautveränderungen definiert (Herold, 2009).

### ***Klinische Diagnostik einer chronischen Venenkrankheit***

Die Diagnostik einer chronischen Venenkrankheit erfolgt heutzutage wissenschaftlich korrekt nach der CEAP-Klassifikation. Diese wurde im Jahr 1996 durch

ein internationales Komitee des amerikanischen Venenforums eingeführt und in den Folgejahren erweitert, um eine zuverlässige und reproduzierbare Diagnosestellung der Venenkrankheit zu ermöglichen. Auch die deutsche Gesellschaft für Phlebologie empfiehlt in ihren Leitlinien zur Diagnostik und Klassifikation die Einteilung nach CEAP. Die für diese Studie relevante Einteilung des klinischen Stadiums mittels der C-Kategorien von C0 bis C6 zeigt (Pannier et al., 2019).

*Tabelle 1: C-Kategorien der CEAP-Klassifikation*

<b>Klasse</b>	<b>Klinische Zeichen</b>
<b>C0</b>	Keine sichtbaren oder tastbaren Zeichen einer venösen Insuffizienz
<b>C1</b>	Besenreiser und/oder retikuläre Venen
<b>C2</b>	Varikose
<b>C3</b>	Ödem
<b>C4a</b>	Pigmentierung, Ekzem
<b>C4b</b>	Atrophie blanche, Dermatoliposklerose
<b>C5</b>	Abgeheiltes Ulcus cruris venosum
<b>C6</b>	Florides Ulcus cruris venosum

Quelle: In Anlehnung an Pannier et al., 2019

Die chronische venöse Insuffizienz ist bei der CEAP-Klassifikation ab dem klinischen Stadium C3 bis C6 definiert. Zusätzlich betrachtet die Klassifikation ebenfalls ätiologische (E), anatomische (A) und pathophysiologische (P) Aspekte (Pannier et al., 2019; Zegarra & Tadi, 2023).

Laut der Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Phlebologie soll im Rahmen der standardisierten Diagnostik zusätzlich zu einer klinischen Beurteilung ein bildgebendes Verfahren eingesetzt werden. Die Methode der ersten Wahl ist hier die Duplexsonographie. Ergänzend kann eine Venenfunktionsmessung durchgeführt werden. Die Duplexsonographie ist eine nicht-invasive Untersuchungsmethode, welche Auskunft über die Pathologie und Hämodynamik des tiefen Venensystems geben kann. Sie dient dazu nähere Informationen zur Morphologie der Venen, zur Lokalisation der Pathologien, dem Diameter und der Beurteilung der Klappenfunktion zu erfassen. Daher sollte eine Duplexsonografie in jedem Fall bei einer symptomatischen Varikose vor der Beratung über die Notwendigkeit sowie Ausmaß und Art der Behandlung durchgeführt werden (Pannier et al., 2019).

## **Steharbeit**

### ***Stehdauer als Messgröße***

Um die Auswirkungen von andauernder Steharbeit auf die Entwicklung von chronischen Venenkrankheiten zu untersuchen, ist es zunächst erforderlich, die Stehdauer der Beschäftigten als Messgröße zu erfassen.

Man kann zwischen objektiven und subjektiven Messmethoden zur Erfassung der Stehdauer unterscheiden. Bei den subjektiven Messmethoden wird die Stehdauer von der Testperson selbst eingeschätzt. Im Gegensatz dazu wird bei der objektiven Datenerfassung die Stehdauer unabhängig von der Testperson erhoben.

Die subjektive Messmethode ist eine der gängigsten Methoden, insbesondere bei groß angelegten epidemiologischen Studien zur Erhebung der Stehdauer. Es können verschiedene Verfahren gewählt werden. Zum einen kann die Stehdauer durch eine analoge visuelle Skala in Fragebögen erfasst werden (Robertson et al., 2014) oder anhand von Schätzungen der Beschäftigten selbst. Dieser subjektive Ansatz dient als zeitsparende, weithin verfügbare und kostengünstige Methode für größere Stichproben (Prince et al., 2008).

Auch für die objektivere Messmethode gibt es verschiedene Erfassungsmethoden. Ein Ansatz basiert auf einer Expositionsmatrix, welche von Experten und Expertinnen entwickelt wurde und die Stehdauer der Beschäftigten in unterschiedlichen Berufsgruppen berechnet (Rubak et al., 2014). Ein weiterer Ansatz ist die Aktigraphie, welche die körperliche Aktivität über einen längeren Zeitraum erheben kann. Das als Aktigraph bezeichnete Messgerät wird während der gesamten Messdauer von der Testperson an einer dafür geeigneten Körperregion wie dem Oberschenkel getragen, um die Daten über die körperliche Aktivität zu erfassen.

### ***Definitionen von Steharbeit***

Statisches Stehen wird als eine Körperhaltung definiert, bei der eine Person lange Zeit in einer Position bleibt, sodass sie exakt auf derselben Stelle steht (Balasubramanian et al., 2009).

Dynamisches Stehen bezieht sich hingegen auf eine Körperhaltung, bei der die Person kontinuierlich ihre Position ändert. Dies kann durch den Wechsel des Körpergewichts von einem auf den anderen Fuß oder auch durch einzelne Schritte erreicht werden (Balasubramanian et al., 2009).

Der Begriff der „andauernden Steharbeit“ wird von verschiedenen Gremien, welche für den Schutz und die Förderung der Gesundheit in der Arbeitswelt zuständig sind, unterschiedlich definiert. In den Vereinigten Staaten hat das Nationale Institut für Arbeitsmedizin „andauernde Steharbeit“ mit einer Dauer von vier Stunden oder mehr täglich; und/oder ununterbrochenes Stehen von mehr als einer Stunde innerhalb dieser vier Stunden definiert (Waters & Dick, 2015). Der Gesundheitsrat der Niederlande hat das Stehen als eine Position definiert, in der der Körper auf den Beinen ruht und in der die Beine innerhalb eines Kreises mit einem Radius von einem Meter gegenüber dem ursprünglichen Standort bewegt werden. Von andauerndem Stehen wird ausgegangen, wenn die Exposition die Ein-Stunden-Marke oder die tägliche Exposition von vier Stunden überschreitet (Health Council of the Netherlands, 2011). In der Schweiz betrachtet das Institut für Wirtschaft, Bildung und Forschung das Stehen als langandauernd, wenn die Arbeit mehr als fünf Stunden täglich im Stehen verrichtet wird, ohne dass die Möglichkeit zum regelmäßigen Sitzen besteht (Staatssekretariat für Wirtschaft SECO, 2016).

Aus den gegebenen Definitionen wird deutlich, dass es zwar verschiedene numerische Angaben gibt, jedoch keine gleichen Kriterien für andauernde Steharbeit existieren. In jeder Definition wird zum einen die Stehdauer (ununterbrochen am Stück oder täglich) und der Radius des Bewegungsumfangs berücksichtigt.

### ***Arbeitsschutz in Deutschland in Bezug auf Steharbeit***

Der Arbeitsschutz ist in Deutschland gesetzlich geregelt mit dem Ziel, die Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer und Arbeitnehmerinnen zu schützen. Das System ist hierarchisch gegliedert und umfasst verschiedene staatliche Ebenen, Institutionen und Akteure, welche folgend erläutert werden.

Auf Bundesebene bildet das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) die Grundlage des Arbeitsschutzes. Das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) ist auf dieser Ebene zuständig und legt die Rahmenvorgaben fest (Blümel & Plaumann, 2021). Des Weiteren gehört die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) der Bundesebene an. Die BAuA ist eine Berater- und Forschungseinrichtung des Bundes und dient somit als Schnittstelle von Wissenschaft und Politik. Sie widmet sich Aufgaben zur Sicherheit, Gesundheit und der menschengerechten Gestaltung der Arbeit. Mit ihrer Forschung zielt sie darauf ab, Ansätze für ein zielgerichtetes und angemessenes Arbeitsschutzhandeln zu entwickeln, um vorsorglich die Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz sicher zu stellen. Die Forschungsergebnisse der BAuA dienen als wissenschaftliche Grundlage für politisches Handeln sowie die betriebliche Praxis (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), o.D.).

Der Ausschuss für Arbeitsmedizin (AfAMed) ist ebenfalls eine Einrichtung auf Bundesebene, die direkt der BAuA zugeordnet ist und berät mit seinem Gremium, welches aus Vertretern verschiedener Fachbereiche besteht, den BMAS in allen Fragen des medizinischen Arbeitsschutzes (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), o.D.).

Die Umsetzung des Arbeitsschutzes erfolgt auf Landesebene durch die jeweiligen Länder, die eigene Arbeitsschutzgesetze und Verordnungen erlassen. Der Landesarbeitsminister bzw. das Landesarbeitsministerium sind hierfür zuständig (Blümel & Plaumann, 2021). Der Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI) befindet sich in Deutschland auf der Ebene der Bundesländer.

LASI übernimmt als ein koordinierendes Gremium der Länder folgende Aufgaben. Er berät Institutionen auf Bundesebene zu allen Fragen der Sicherheit, des Schutzes und der Förderung der Gesundheit in der Arbeitswelt. In Zusammenarbeit mit der Bundesregierung, Unfallversicherungen und den Sozialpartnern trägt der LASI zur Umsetzung und Weiterentwicklung der deutschen Arbeitsschutzstrategie bei. Ferner unterstützt der LASI den Bund bei

der Wahrnehmung seiner Aufgaben im Bereich internationaler Angelegenheiten. Des Weiteren erarbeitet LASI strategische Positionierungen der Länder zu grundlegenden Fragen des Arbeitsschutzes (LASI, 2022).

Im Jahr 2009 veröffentlichte der LASI eine Handlungsanweisung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen. In dieser wird der Begriff „andauernde Steharbeit“ definiert, wenn es zum einen keine Möglichkeit gibt, sich wenige 20 cm zur Seite, nach vorn oder nach hinten zu bewegen. Zum anderen darf es keine zeitweilige Entlastung durch Gehen oder Sitzen geben, sodass Stehen zu einer Zwangshaltung wird (Berger et al., 2009).

Eine zweite Definition wurde von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) im Jahr 2020 in der erweiterten Leitmerkmalermethode (LMM) veröffentlicht. Die LMM mit Handlungsempfehlung zur Beurteilung und Gestaltung von Belastungen bei Körperzwangshaltungen berücksichtigt dabei verschiedene Teil-Tätigkeiten. Demnach sind Körperzwangshaltungen alle anstrengenden Körperhaltungen, die durch den Arbeitsprozess vorgegeben werden und ununterbrochen (wiederholt  $\geq 10$  Sekunden oder wenn  $\geq 1$  Minute) durchgeführt werden. Das ständige Stehen darf laut dieser Definition auch durch wenige Schritte unterbrochen werden, wie es in Berufen im Verkauf oder bei Maschinenbedienern der Fall ist (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2020).

Eine dritte Definition wurde in Form der Arbeitsmedizinischen Regeln (AMR) Nummer 13.2 im Jahr 2022 bekannt gegeben. In dieser Arbeit bezieht sich die Erwähnung der AMR ausschließlich auf die AMR-Nummer 13.2. Die AMR geben den aktuellen Stand der Arbeitsmedizin und sonstigen arbeitsmedizinischen Erkenntnisse wieder. Sie werden von dem Ausschuss für Arbeitsmedizin (AfAMed) entwickelt und im Anschluss vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) bekannt gegeben (Ausschuss für Arbeitsmedizin (AfAMed), 2022).

In der AMR wird Langandauerndes Stehen als jedes Stehen definiert, welches jedoch durch Gehen über sehr kurze Strecken unterbrochen werden darf. Beim

Gehen von längeren Strecken, in der Regel ab ca. 5 m, wird das andauernde Stehen unterbrochen (Ausschuss für Arbeitsmedizin (AfAMed), 2022).

In der nachfolgenden Tabelle sind die drei zuvor beschriebenen Definitionen zur andauernden Steharbeit tabellarisch zusammengefasst.

*Tabelle 2: Stehdefinitionen der Risikobeurteilungsansätze der AMR, LMM und LASI*

<b>AMR</b>	<b>LMM</b>	<b>LASI</b>
Jedes Stehen auch verbunden mit Gehen über sehr kurze Strecken (in der Regel bis ca. 5 m-Strecken) erfordert statische Haltnungsarbeit und kann nach langer Zeit rückenbelastend wirken, wenn es nicht durch Pausen unterbrochen werden kann (Ausschuss für Arbeitsmedizin (AfAMed), 2022).	Ständiges Stehen zählt als Zwangshaltung, wenn sie durch den Arbeitsprozess vorgegeben sind und ununterbrochen (einmalig $\geq 1$ Minute, wiederholt $\geq 10$ Sekunden) eingenommen wird (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2020).	Arbeit in der Körperhaltung Stehen, die ohne die Möglichkeit, sich wenige 20 cm zur Seite, nach vorn, nach hinten zu bewegen oder ohne zeitweilige Entlastung durch Gehen oder Sitzen zur Zwangshaltung wird (Berger et al., 2009).

*AMR: Arbeitsmedizinische Regeln, LMM: Leitmerkmalsmethode, LASI: Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik*

## **Forschungsstand**

Dieses Kapitel widmet sich dem Forschungsstand mit Blick auf die Thematik dieser Arbeit. Zunächst wird die aktuelle Studienlage zum Zusammenhang von langandauernder Steharbeit und venösen Erkrankungen dargelegt. Ebenso wird die Studienlage zu der Bestimmung der Stehdauer als Messgröße aufgearbeitet. Im Anschluss wird ein Vergleich der subjektiven und objektiven Datenerfassung vorgenommen.

### **Zusammenhang zwischen venösen Erkrankungen und Steharbeit**

Zwischen andauerndem Stehen und einer Varikose kann ein kausaler Zusammenhang hergestellt werden. Es wirken grundsätzlich zwei hämodynamische Kräfte auf die Venen. Zum einen der laminare Stress, der durch den fließenden Blutstrom auf die innere Auskleidung der Gefäßwand ausgeübt wird. Zum anderen die zirkumferentielle Wandspannung, die durch eine Veränderung des intraluminalen Drucks entsteht (Pfisterer et al., 2014). Der intraluminale Druck kann durch einen erhöhten hydrostatischen Druck ansteigen, der unter anderem durch andauerndes Stehen hervorgerufen werden kann. Der Wandstress aktiviert Signalkaskaden, wodurch es zu einer vaskulären Umstrukturierung, insbesondere einer hyperplastischen Zellproliferation der glatten Muskulatur und Endothelzellen, kommt. Dies führt zu der korkenzieherartigen Morphologie der Venen (Varizen), welche auf ein longitudinales Wachstum der Venen zwischen zwei festen Enden hinweist (Pfisterer et al., 2014).

Dieser kausale Zusammenhang zwischen andauerndem Stehen und einer Varikose wurde von verschiedenen Studien (Chen & Guo, 2014; Łastowiecka-Moras, 2021; Shakya et al., 2020; Tüchsen et al., 2005) untersucht. Hierbei zeigte sich das Risiko für Anzeichen einer Varikose in der Kontrollgruppe im Vergleich zur Referenzgruppe unterschiedlich, je nach Dauer des Stehens pro Tag. Eine Querschnittsstudie im Iran, die 197 Friseurinnen auf Varizen untersuchte, zeigte beispielsweise ab einer Stehdauer von über drei Stunden ein 2,34-fach erhöhtes Risiko für das Auftreten von Varizen im Vergleich zur Referenzgruppe, die bis zu drei Stunden pro Tag stand (Ebrahimi et al., 2015). Eine weitere iranische

Querschnittsstudie mit 203 Pflegekräften verglich eine Stehdauer von über fünf Stunden mit einer Referenzgruppe, die weniger als zwei Stunden pro Tag stand. In dieser Studie hatte die Kontrollgruppe im Vergleich zur Referenzgruppe ein 2,3-fach erhöhtes Risiko, an Varizen zu erkranken (Sharif Nia et al., 2015). Eine prospektive dänische Studie mit 38.036 Teilnehmer und Teilnehmerinnen untersuchte die Stehdauer von sechs bis sieben Stunden pro Tag im Vergleich zur Referenzgruppe mit weniger als vier Stunden pro Tag. Bei Männern wurde ein erhöhtes Risiko mit einem Faktor von 3,17 und bei Frauen von 2,34 im Vergleich zur Referenzgruppe festgestellt, welche in Zukunft eine Operation aufgrund von einer Varikose zu benötigen (Tabatabaeifar et al., 2015).

In einer Querschnittsstudie aus Japan wurde die Stehdauer untersucht und dabei zwischen andauerndem Stehen mit und ohne Unterbrechungen durch Bewegung differenziert. Die Ergebnisse zeigten, dass das Risiko, eine Varikose zu entwickeln, bei einer Stehdauer von über oder gleich fünf Stunden in Kombination mit Bewegung geringer war (OR: 0,89) im Vergleich zu einer Stehdauer von über oder gleich fünf Stunden ohne Bewegung (OR: 1,98). Diese Werte wurden mit der Referenzgruppe verglichen, die entweder überhaupt nicht oder weniger als fünf Stunden stand (Kohno et al., 2014).

Diese Erkenntnisse verdeutlichen die Bedeutung der Unterscheidung zwischen statischem und dynamischem Stehen. Da bei statischem Stehen kein Schritt gegangen wird, ist die Aktivität der Muskel-Venen-Pumpe, welche das venöse Blut gegen die Schwerkraft zurück zum Herzen pumpt, begrenzt. Dadurch kann sich das Blut in den Venen der unteren Extremität stauen und auf lange Sicht zu einem venösen Reflux führen. Durch die Schritte während des dynamischen Stehens wird die Muskel-Venen-Pumpe der Wadenmuskulatur angesteuert, sodass die Blutzirkulation verbessert wird (Stick et al., 1989).

Auch beim kontinuierlichen Gehen kommt es zur Aktivierung der Muskel-Venen-Pumpe der Wadenmuskulatur, welche den venösen Rückfluss unterstützt und so ein Ödem verhindernder Faktor ist (Stick et al., 1989). Daher empfehlen einige

Studien Gehen als Intervention bei andauernder Steharbeit (Balasubramanian et al., 2009; Garcia et al., 2016; Wall et al., 2020).

Um Stehen von Gehen abzugrenzen, ist auch die Qualität des Schrittes relevant. Eine experimentelle Studie verglich zwei Szenarien mit unterschiedlichem Gehanteil während der Standphase. Dabei zeigte sich, dass das Szenario mit geringerem Gehanteil zu einer signifikant stärkeren Volumenzunahme in den unteren Extremitäten führte als das Szenario mit höherem Gehanteil. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass zur Entlastung bei Steharbeit „reale“ Gehbewegungen in den Arbeitsalltag integriert werden müssen. Ein kleiner Schritt zur Seite oder wenige Schritte reichen nicht aus, um eine Volumenzunahme zu reduzieren. Ausschlaggebend ist es, dass „reale“ Schritte gemacht werden, damit die Beinmuskulatur dynamisch aktiviert wird und so der Rückfluss angeregt wird (Rücker et al., 2022). Wie ein „realer“ Schritt definiert wird, ist unklar und ist aktuell Stand der wissenschaftlichen Forschung am Arbeitsinstitut Tübingen.

### **Bestimmung der Stehdauer als Basis-Messgröße zur Beurteilung von Gesundheitsrisiken des venösen Systems bei Steharbeit**

Die bisherigen Erkenntnisse sehen eindeutig langandauernde Steharbeit als einen Risikofaktor für das Auftreten von chronischen Venenkrankheiten. Die Beurteilung der Stehdauer und die daraus resultierende Kategorisierung in den folgenden Studien ist uneinheitlich und macht deutlich, dass die Kategorisierung der Stehdauer nach wie vor Gegenstand wissenschaftlichen Forschung ist. In der folgenden Tabelle sind fünf Studien aufgeführt. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden nur Studien herangezogen, welche ihre Kategorisierung in Stehstunden pro Tag eingeteilt haben. Andere Studien gaben die Stehdauer pro Monat (Chen & Guo, 2014) oder in Prozentangaben (Robertson et al., 2014) an, weshalb diese Studien in der Übersicht nicht berücksichtigt wurden.

Tabelle 3: Auflistung vergleichbarer Studien

Studien Nummer	Autor, Jahr der Publikation	Studien-design	Studien-population	Erhebung des Venenstatus	Kategorisierung der Stehexposition	Ergebnis: Zusammenhang zwischen Prävalenz von Krampfadern und Stehexposition
<b>Studie 1</b>	Ebrahimi et al., 2015	Querschnittstudie, Iran, Rekrutierung: 2012	Friseurinnen, n = 197 ♀ 18–68 J.	Varizen (Fragebogen + körperliche Untersuchung, Schweregrad Score)	Ref: ≤3 h >3 h (Fragebogen)	Stehen: >3 h OR = 2,34 (1,05 bis 5,22) p-Wert = 0,038
<b>Studie 2</b>	Kohno et al., 2014	Querschnittstudie, Japan, Rekrutierung: 2012	n = 318 ♂113 ♀205 ≥45 J.	Varizen (Duplexsonografie, CEAP-Klassifikation)	Ref: kein oder <5 h pro Tag ≥5 h (Fragebogen)	Stehen: ≥5 h ohne Unterbrechung durch Bewegung OR=1,98 (1,04 bis 3,77) p-Wert = 0,037 ≥5 h mit Unterbrechung durch Bewegung OR=0,89 (0,40 bis 1,98) p-Wert = 0,768
<b>Studie 3</b>	Sharif et al., 2015	Querschnittstudie, Iran, Rekrutierung: 2010	Pflegepersonal n = 203 ♂58 ♀145 M 40 J.	Varizen (CEAP-Klassifikation)	Ref: <2 h 2 – 4 h >4 h (Fragebogen)	Prävalenz von Beinvarizen und Stehen: 2 – 4 h: OR = 1,3 (0,4 bis 3,7) p-Wert = 0,647 >4 h: OR = 3,8 (1,2 bis 11,9) p-Wert = 0,021 Intensität der Krampfadern: 2 – 4 h: OR = 0,9 (0,4 bis 2,2) p-Wert = 0,86 >4 h: OR = 2,3 (1,01 bis 5,4) p-Wert = 0,049
<b>Studie 4</b>	Tabatabaefar et al., 2015	Prospektive Studie, Dänemark, Follow-up: 1980–2011	Muskuloskelettale Forschungsdatenbank n = 38.036 ♂16.259 ♀21.777 18-65 J. M 42-45 J.	Varizenoperation, Krankenhausregister	Ref: <4 h ≥4 – <6 h ≥6 – ≤7,3 h (Expositionsmatrix)	Stehen/Gehen: ≥4 – <6 h: HR= ♂ 2,65 (1,52 bis 4,62) / ♀ 2,42 (1,91 bis 3,06) ≥6 – ≤7,3 h: HR = ♂ 3,17 (2,06 bis 4,89) / ♀ 2,34 (1,72 bis 3,19)
<b>Studie 5</b>	Yun et al., 2018	Querschnittstudie, Korea, 2014	Pflegepersonal n = 414 ♂7 ♀407 M 30 J.	Varizen (Duplexsonografie)	Ref: <2 h 2 – 4 h >4 h (Fragebogen)	Stehen: 2 – 4 h OR = 1,03 (0,53 bis 2,0) ≥4 h OR = 1,53 (0,75 bis 3,14)

*h: Stunden, OR: Odds Ratio, HR: Hazard Ratio, M: Mittelwert*

In den tabellarisch aufgeführten fünf Studien wurde die Dauer der Stehexposition in Stunden kategorisiert. Zwei der fünf Studien verwenden eine dichotome Variable, um die Stehdauer zu kategorisieren. Studie 1 untersucht den Einfluss der Stehdauer auf das Auftreten einer Varikose mit der Kategorisierung bis zu drei Stunden und über drei Stunden (Ebrahimi et al., 2015). Studie 2 unterteilt die Stehdauer stattdessen in unter fünf Stunden und gleich/über fünf Stunden (Kohno et al., 2014).

In drei der fünf Studien wird die Stehdauer in drei Risikokategorien unterteilt. In den Studien 3 und 5 wird die Risikobeurteilung in bis zu zwei Stunden, bis zu vier Stunden und über vier Stunden klassifiziert (Sharif Nia et al., 2015; Yun et al., 2018). In der Studie 4 wird die Kategorisierung in unter vier, vier bis unter sechs und sechs bis sieben Stunden und zwölf Minuten (7,2 Stunden) eingeteilt (Tabatabaeifar et al., 2015).

Die bisherige Einteilung der Studien 3 und 5 ähneln der Kategorisierung der AMR und LMM. Allerdings gibt es dort anstatt drei eine vierte Risikokategorie für die Stehexpositionen von über sechs Stunden. In den Risikobeurteilungen der AMR und LMM wird eine Kategorisierung von bis zu 1/4, bis zu 1/2, bis zu 3/4 und über 3/4 verwendet. Diese können bei einem Arbeitstag von acht Stunden auf Kategorien von bis zu zwei Stunden, bis zu vier Stunden, bis zu sechs Stunden und über sechs Stunden umgerechnet werden (Sharif Nia et al., 2015; Yun et al., 2018).

Wie bei der AMR und LMM werden in der Risikobeurteilung der LASI ebenfalls vier Risikokategorien verwendet, die sich auf einen achtstündigen Arbeitstag beziehen. Allerdings unterscheiden sich die Kategorien für die Stehdauer der LASI von den bisherigen Studien, die in der Tabelle aufgeführt sind. Die Risikobeurteilung zur Steharbeit in LASI ist zeitlich gestaffelt in Kategorien von bis zu zweieinhalb Stunden, bis vier Stunden, bis fünfeinhalb Stunden und über fünfeinhalb Stunden unterteilt. Die Zeitspannen der einzelnen Risikokategorien der LASI sind nicht einheitlich, sondern variieren zwischen eineinhalb und zweieinhalb Stunden.

In der folgenden Tabelle sind die einzelnen Risikokategorien für die Stehbelastung der AMR, LMM und LASI dargestellt. Die Zeitangaben beziehen sich stets auf einen Arbeitstag von acht Stunden.

*Tabelle 4: Risikokategorien für Stehbelastung der AMR, LMM und LASI*

Risikokategorie	Stehbelastung	AMR	LMM	LASI
1	Gering	≤2 h	≤2 h	≤2,5 h
2	Mäßig erhöht	>2 bis ≤4 h	>2 bis ≤4 h	>2,5 bis ≤4 h
3	Wesentlich erhöht	>4 bis ≤6 h	>4 bis ≤6 h	>4 bis ≤5,5 h
4	Hoch	>6 h	>6 h	>5,5 h

*h: Stunden*

Die Ansätze der Risikobeurteilungen LASI, AMR und LMM, welche die Stehdauer in verschiedene Kategorien einteilen, wurden bisher noch nicht wissenschaftlich validiert. Es ist daher unklar, ob diese Kategorien tatsächlich geeignet sind, um das Risiko von gesundheitlichen Problemen wie chronischen Venenkrankheiten bei andauernder Steharbeit zu bewerten. Dies ist ein Defizit in dem Gebiet der Arbeitsmedizin und besonders bedeutend für die Prävention von arbeitsbedingten Belastungen im Hinblick auf chronische Venenkrankheiten.

Die in dieser Arbeit durchgeführte Validierung der Risikobeurteilungsansätze der AMR, LMM und LASI soll dazu beitragen, die verwendeten Kategorisierungen zu überprüfen und gegebenenfalls zu verbessern. Dabei werden die drei Ansätze der Risikobeurteilungen als Grundlage für die Kategorisierung der Stehdauer verwendet und mit den erhobenen Daten zum Venenstatus der Beschäftigten verglichen.

### **Vergleich von subjektiver und objektiver Datenerfassung**

Die Wahl der Messmethode zur Erfassung der körperlichen Aktivität, wie Stehen, Sitzen und Gehen, beeinflusst maßgeblich das beobachtete Ausmaß der Aktivität (Prince et al., 2008). In einigen zuvor aufgeführten Studien wurde die Stehdauer mithilfe von Fragebögen gemessen (Ebrahimi et al., 2015; Kohno et al., 2014; Sharif Nia et al., 2015; Yun et al., 2018). Dabei sollten die Probanden und

Probandinnen die Stundenanzahl der Steharbeit selbst einschätzen. Es wurde festgestellt, dass die Validität von Selbstberichten fragwürdig sein kann, da Fragebögen oft retrospektiv sind und die gemeldeten Daten aufgrund von Erinnerungsfehlern oder sozialer Erwünschtheit beeinflusst werden können (Durante & Ainsworth, 1996; Prince et al., 2008).

Studien, welche die subjektive und objektive Erfassung von körperlicher Aktivität verglichen, zeigten Unterschiede in den Ergebnissen und lediglich eine geringe bis mäßige Korrelationen zwischen selbstberichteten Daten und objektiven Messungen (Prince et al., 2008; Wick et al., 2016). Die Selbsteinschätzungen der körperlichen Aktivität waren sowohl höher als auch niedriger als die objektiv gemessenen Werte (Prince et al., 2008). Demografische Variablen (Geschlecht, Alter, BMI) können das Ausmaß der selbstberichteten Fehleinschätzung von körperlicher Aktivität beeinflussen (Skender et al., 2016; Wick et al., 2016).

Genauere Informationen über körperliche Aktivität werden idealerweise von objektiven Messmethoden gewonnen. Bei der Erfassung der Daten der Körperaktivität mittels objektiver Messgeräte wie einem Aktigraphen zeigte sich eine geringere Variabilität in Bezug auf Validität und Zuverlässigkeit als bei subjektiven Messmethoden (Dowd et al., 2018). Eine zusätzliche Verwendung eines subjektiven Messinstruments wird jedoch empfohlen, um die kontextbezogenen Informationen zur körperlichen Aktivität zu erheben (Skender et al., 2016).

In dieser Dissertation wird zur Erhebung der körperlichen Aktivität wie der Steh-, Sitz- und Gehdauer eine objektive, sensorgestützte Messmethode gewählt. Zusätzlich wird ein Aktivitätstagebuch erhoben, sodass die objektiv erhobenen Daten mit subjektiven Daten ergänzt werden können. Als Messgerät wurde der Aktigraph GT9X+ Link ausgewählt. Dieses Modell ist eine Weiterentwicklung des GT3X und verfügt neben dem Beschleunigungssensor auch über einen Herzfrequenzsensor und eine drahtlose Konnektivität zu externen Geräten (UserGuide Actigraph GT9X). Beide Modelle erzielten in Studien ähnliche

Ergebnisse und weisen daher eine gute Vergleichbarkeit für die Messung der körperlichen Aktivität auf (Clevenger et al., 2020; Montoye et al., 2018).

Die Trageposition des Aktigraphen spielt eine entscheidende Rolle bei der Erfassung der körperlichen Aktivität. Je nach Trageposition können verschiedene Aktivitäten wie Gehen, Stehen oder Sitzen besser erkannt werden. Die Trageposition am Oberschenkel eignet sich am besten für die Erfassung der Körperhaltung Stehen (Edwardson et al., 2016). In einer im Labor durchgeführten Testung erfasste der am Oberschenkel getragene Aktigraph GT3X 100 % der Stehdauer und >95 % der Zeit in verschiedenen Sitzhaltungen korrekt (Steeves et al., 2015). In einer weiteren Studie lag die Sensitivität für die Unterscheidung zwischen sitzender, stehender, gehender, laufender und Rad fahrender Aktivität in den standardisierten Versuchen bei 99-100 % und 95 % für das Treppengehen. Die Spezifität war für alle Aktivitäten höher als 99 %. Während im freien Feld (140 Stunden Messungen) die Sensitivität und Spezifität für die Erkennung der Sitzhaltung bei 98 % bzw. 93 % lag (Skotte et al., 2014).

### **Weitere Risikofaktoren einer Varikose**

Neben der Steharbeit gibt es noch weitere Risikofaktoren, welche das Auftreten von chronischen Venenkrankheiten beeinflussen können. In weiteren Studien zum Thema andauernden Stehen wurden Risikofaktoren wie das Alter, das Geschlecht, BMI, positive Familienanamnese und Berufsdauer auf ihren Zusammenhang mit einer Varikose untersucht. Folgend werden die bisherigen Erkenntnisse dieser Risikofaktoren aus vorherigen Studien beschrieben.

Das Alter gilt als ein wichtiger Risikofaktor für die Entwicklung einer Varikose. Mehrere Studien haben eine signifikante Korrelation zwischen dem Alter und einer erhöhten Intensität der Varikose feststellen können (Robertson et al., 2014; Sharif Nia et al., 2015; Tabatabaeifar et al., 2015). Die Ursache dafür liegt wahrscheinlich in einem erhöhten Druck auf die oberflächlichen Venen, welcher durch eine Schwäche der Beinmuskulatur und zusätzlichen Schäden an den Gefäßwänden sowie Venenklappen im Zusammenhang mit dem Alterungsprozess entsteht (Robertson et al., 2014).

Das Geschlecht kann ebenfalls die Entwicklung einer Varikose begünstigen (Carpentier et al., 2004; Kohno et al., 2014; Sharif Nia et al., 2015). In einer Studie von Sharif wurde sogar ein bis zu 6-fach erhöhtes Risiko für die Prävalenz sowie Intensität bei Frauen festgestellt verglichen zu Männern (Sharif Nia et al., 2015). Insbesondere eine Schwangerschaft beeinflusst das Auftreten einer Varikose, wobei Mehrfachgebärende deutlich häufiger betroffen sind als Frauen ohne Schwangerschaft. Als mögliche Gründe gelten die physiologischen Veränderungen, welche mit einer Schwangerschaft einhergehen. Zum einen nimmt das Blutvolumen während der Schwangerschaft zu und es kommt ebenfalls durch hormonelle Einflüsse zu einer Gefäßdilatation. Zum anderen führt eine Gewichtszunahme und ein erhöhter abdomineller Druck zum Versagen der Venenklappen, wodurch das Risiko eine Varikose zu entwickeln steigt (Sharif Nia et al., 2015).

Der Body-Mass-Index (BMI) ist ein Indikator für das Verhältnis zwischen Körpergewicht und Körpergröße. Bei einem erhöhten BMI, was oftmals mit Übergewicht oder einer Adipositas einhergeht, ist das Risiko eine Varikose zu entwickeln, erhöht (Ebrahimi et al., 2015; Kohno et al., 2014; Robertson et al., 2014; Sharif Nia et al., 2015). Der erhöhte abdominelle Druck kann auf die oberflächlichen Venen in den Beinen wirken und den Blutfluss beeinträchtigen (Sharif Nia et al., 2015).

Eine positive Familienanamnese gilt ebenso als Risikofaktor bei der Varikose (Chen & Guo, 2014; Ebrahimi et al., 2015; Kontosić et al., 2000; Sharif Nia et al., 2015; Vashist et al., 2018). Bei den Untersuchungen von Familienangehörigen und Betroffenen zeigte sich, dass das familiäre Auftreten einer Varikose bei Verwandten ersten Grades eine der wichtigsten Ursachen für eine Varikose bei beiden Geschlechtern war. Das Krankheitsrisiko wird zum einen von genetischen als auch von Umweltfaktoren beeinflusst, welche Familienmitglieder oftmals teilen (Vashist et al., 2018). Personen mit einer familiären Vorgeschichte einer Varikose hatten eine etwa doppelt so hohe Wahrscheinlichkeit auf schwere oder leichte/moderate Krampfadern im Vergleich zu Personen ohne eine positive Familienanamnese (OR: 1,99; 95 % CI: 1,03 - 3,82) (Ebrahimi et al., 2015).

In der vorliegenden Dissertation werden daher die Risikofaktoren Alter, das Geschlecht, BMI, positive Familienanamnese und Berufsdauer erfasst, um diese gegebenenfalls in der Datenanalyse als moderierende Variable zu berücksichtigen.

## **Ziel- und Fragestellung der Arbeit**

Das Ziel dieser Dissertation besteht darin, die Risikobeurteilungsansätze der AMR, LMM und LASI für Gesundheitsgefährdungen aufgrund von Steharbeit am Beispiel von Venenkrankheiten zu validieren. In einem ersten Schritt soll untersucht werden, ob die Definitionen der andauernden Steharbeit in den drei Beurteilungsansätzen übereinstimmen und ob es überhaupt eine Assoziation zu chronischen Venenkrankheiten gibt.

Im Anschluss sollen Risikofaktoren, welche einen Einfluss auf den Venenstatus von Beschäftigten haben, identifiziert werden, welche gegebenenfalls als moderierende Variable in die Analyse miteinbezogen werden müssen. Neben Risikofaktoren wie Alter, Geschlecht, BMI, positive Familienanamnese und Berufsdauer wird besonders auf die Stehdauer am Arbeitsplatz der Beschäftigten eingegangen. Genauer untersucht werden die Prävalenz und die Ausprägung der Varikose und ihr Zusammenhang mit der andauernden Steharbeit.

Des Weiteren wird geprüft, welcher der Risikobeurteilungsansätze am besten geeignet ist, um einen Zusammenhang zwischen der langandauernden Steharbeit und der Varikose zu beschreiben.

Diese Erkenntnisse sind für die Verbesserung der Prävention arbeitsbedingter Belastungen in Bezug auf chronischen Venenkrankheiten wichtig. Aus den zuvor beschriebenen Zielen ergeben sich folgende vier Thesen und Fragestellungen.

## Hypothesen und Fragestellungen

*Fragestellung 1:* Gibt es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Stehdauer der Risikobeurteilungsansätze der AMR, LMM und LASI?

*Fragenkomplex 2:* Risikofaktor arbeitsbedingter Stehexposition

Prävalenz einer Varikose

*Fragestellung 2.a:* Gibt es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Prävalenz der Varikose und den Risikokategorien der Risikobeurteilungsansätze?

*Fragestellung 2.b:* Nimmt die Prävalenz der Varikose mit Zunahme der Risikokategorien signifikant zu?

Prävalenz der Ausprägung einer Varikose

*Fragestellung 2.c:* Gibt es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Prävalenz der Ausprägung einer Varikose und den Risikokategorien der Risikobeurteilungsansätze?

*Fragestellung 2.d:* Nimmt die Prävalenz der Ausprägung einer Varikose mit Zunahme der Risikokategorien signifikant zu?

*Fragestellung 3:* Gibt es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Prävalenz der Ausprägung einer Varikose und den Risikofaktoren unabhängig von der arbeitsbedingten Stehexposition (Alter, BMI, Geschlecht, positive Familienanamnese und Berufsdauer)?

*Fragestellung 4:* Welcher Risikobeurteilungsansatz ist am besten geeignet, um einen Zusammenhang zwischen andauernder Steharbeit und einer Varikose zu beschreiben?

## 2. Material und Methoden

### **Fallzahl**

Für die Gesamtstudie „Validierung eines Risikoindex zur Vorhersage von venösen Erkrankungen und Muskel-Skelett-Beschwerden bei Steharbeit“ wurde von der Biometrie der medizinischen Fakultät eine Fallzahl von 478 Probanden und Probandinnen berechnet. Da diese Dissertation ein Teil der oben genannten Studie bildet, wurde die Fallzahl auf 138 nach unten korrigiert und wird explorativ, ohne eine konkrete Fallzahlberechnung, durchgeführt.

### **Rekrutierung der Probanden und Probandinnen**

An dieser Querschnittsstudie nehmen 138 Beschäftigte aus verschiedenen Unternehmen teil. Die Unternehmen werden im Vorfeld angeschrieben und über die Studie informiert. Für die Pseudonymisierung der personenbezogenen Daten bekommt jeder und jede Beschäftigte eine Studien-Identifikationsnummer, welche sich aus der Studie (S), dem Betrieb (b) und der Probandennummer (P) zusammensetzt. Die Beschäftigten erhalten für die Teilnahme an der Studie eine Aufwandsentschädigung von 30,- €. Die Studie wurde durch die Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Universität Tübingen am 06.09.2021 beraten (Projektnummer: 571/2021BO2).

### **Ein- und Ausschlusskriterien**

Im folgenden Kapitel werden die Ein- und Ausschlusskriterien der Probanden und Probandinnen erläutert. Diese ergaben sich aus den Anforderungen des übergeordneten Gesamtprojektes, in welches diese Dissertation eingebettet ist. Dementsprechend wurden die Ein- und Ausschlusskriterien so gewählt, dass neben der beruflichen Stehexposition möglichst keine anderen Faktoren zur Erklärung des Venen- und Muskel-Skelett-Status der Studienteilnehmenden beitragen. Beispielsweise wurde das Einschlusskriterium Alter zwischen 25 und 55 Jahren gewählt, um Alterseffekte, die sich auf den Venenstatus auswirken könnten, zu begrenzen.

Ein weiteres Kriterium wurde festgelegt, dass die Beschäftigten bereits seit zwei Jahren mindestens 30 Stunden an mindestens vier Tagen pro Woche in ihrem Beruf tätig waren und nicht dauerhaft in der Nachtschicht arbeiteten. Außerdem muss für einen Einschluss in die Studie eine Einverständniserklärung der Probanden und Probandinnen vorliegen. Weiterhin wird der Gesundheitsstatus anamnestisch abgefragt, um mögliche Ausschlusskriterien wie eine aktuelle Schwangerschaft zu identifizieren. Es werden Beschwerden im Bereich der Wirbelsäule und der unteren Extremität erfasst. Ferner können neurologische Erkrankungen, vermehrte Risikofaktoren für eine Thrombose oder auch kardiovaskuläre Erkrankungen zu einem Ausschluss der Studie führen. In Tabelle 5 sind die Ein- und Ausschlusskriterien aufgelistet.

*Tabelle 5: Ein- und Ausschlusskriterien*

<b>Einschlusskriterien</b>	<b>Ausschlusskriterien</b>
Alter zwischen 25 und 55 Jahren	Personen unter Einfluss von Analgetika
Mindestens zwei Jahre in der aktuellen Tätigkeit beschäftigt	Dauerhafte Arbeit in Nachtschichten
30 Stunden an mindestens vier Tagen arbeiten	Aktuelle Schwangerschaft
Vorliegende Einverständniserklärung	Diagnostizierte Fehlstellungen/Fehlbildungen der Wirbelsäule, Erkrankungen des Rückenmarks, Operationen an der Wirbelsäule
	Plegien an der unteren Extremität
	Endoprothese an der unteren Extremität
	Parkinson
	Symptomatische sensorische und/oder motorische Polyneuropathie
	Diabetes mellitus mit Polyneuropathie und/oder Ulcera
	Blutgerinnungsstörung

---

Hormonbehandlung in den Wechsel-  
jahren

---

Infektionskrankheiten mit erhöhtem  
Thromboserisiko

---

Aktuell Fieber >38 Grad

---

Kardiovaskuläre Vorerkrankungen:  
Herzinfarkt, Schlaganfall, Lungen-  
embolie, koronare Herzerkrankung

---

Offene Wunden an den unteren  
Extremitäten

---

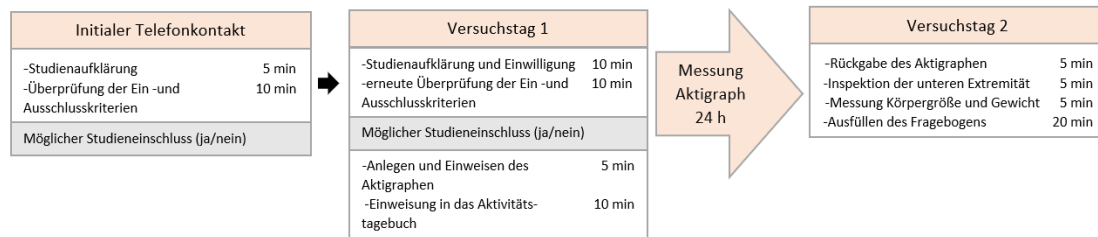
Personen, die auf Grund sprachlicher  
oder kognitiver Hemmnisse nicht in der  
Lage sind, die Untersuchung durchzu-  
führen

---

## **Ablauf der Versuchstage**

Der Untersuchungszeitraum pro Testperson unterteilt sich in zwei aufeinanderfolgende Untersuchungstage. Zunächst findet ein initialer Telefonkontakt statt, bei dem eine kurze Studienaufklärung und Abfrage der Ein- und Ausschlusskriterien erfolgt. Am ersten Untersuchungstag wird der Anamnesebogen und die Einverständniserklärung mit der Testperson besprochen. Das Ziel des ersten Versuchstages ist die Erfassung des Aktivitätsprofils. Dafür wird ein Aktigraph ausgegeben, welcher die körperlichen Aktivitäten in den folgenden 24 Stunden erfasst. Die Beschäftigten werden angewiesen den Gürtel zum Schlafen und bei Wasseraktivitäten abzulegen. Darüber hinaus wird ein Aktivitätstagebuch von der Testperson geführt. An dem zweiten Versuchstag findet die Inspektion der unteren Extremität im Hinblick auf den Venenstatus statt. Des Weiteren werden u. a. Daten wie das Körpergewicht, Größe, Alter, positive Familienanamnese und Geschlecht erfasst.

Abbildung 1: Ablauf der Versuchstage



Quelle: Eigene Darstellung

## Aufstellung sämtlicher studienbedingter Untersuchungen

Im Folgenden werden die verschiedenen Erhebungsinstrumente und Untersuchungen beschrieben, welche für die Datenerhebung genutzt werden.

### 1. Anamnesebogen

Vor Beginn der Studie wird ein Anamnesebogen erhoben, womit abgefragt wird, ob der Beschäftigte die Ein- und Ausschlusskriterien der Studie erfüllt. Dieser wird in Case Report Form (CRF) erfasst und beinhaltet allgemeine Fragen wie das Alter der Person, den aktuellen Gesundheitsstand und Vorerkrankungen des Beschäftigten.

### 2. Erfassung der körperlichen Aktivität mittels Aktigraph und Aktivitätstagebuch

Die Messung der körperlichen Aktivität wird mittels eines AktiGraphen GT9X der Firma ActiGraph (USA) über 24 Stunden erfasst. Der Aktigraph wird in der Mitte des Oberschenkels an einer randomisierten Beinseite über der Hose an einem elastischen Gurt getragen. Alle Testpersonen erhalten eine ausführliche Einweisung in die Benutzung des Gerätes. Das Aktivitätstagebuch wird während der 24 Stunden parallel geführt. Hierbei werden Informationen zum Beginn und Ende der Arbeitsschicht notiert. Außerdem werden die Uhrzeiten, an denen der Aktigraph abgelegt wurde, protokolliert, um später die aufgezeichneten Bewegungsprofile besser interpretieren zu können.

Basierend auf Informationen des Herstellers ActiGraph und eigenen Testungen mit dem Gerät, wurden folgende Erkenntnisse über die Funktionsweise des tragbaren Actigraph GT9X Link zur Messung körperlicher Aktivität gewonnen. Er

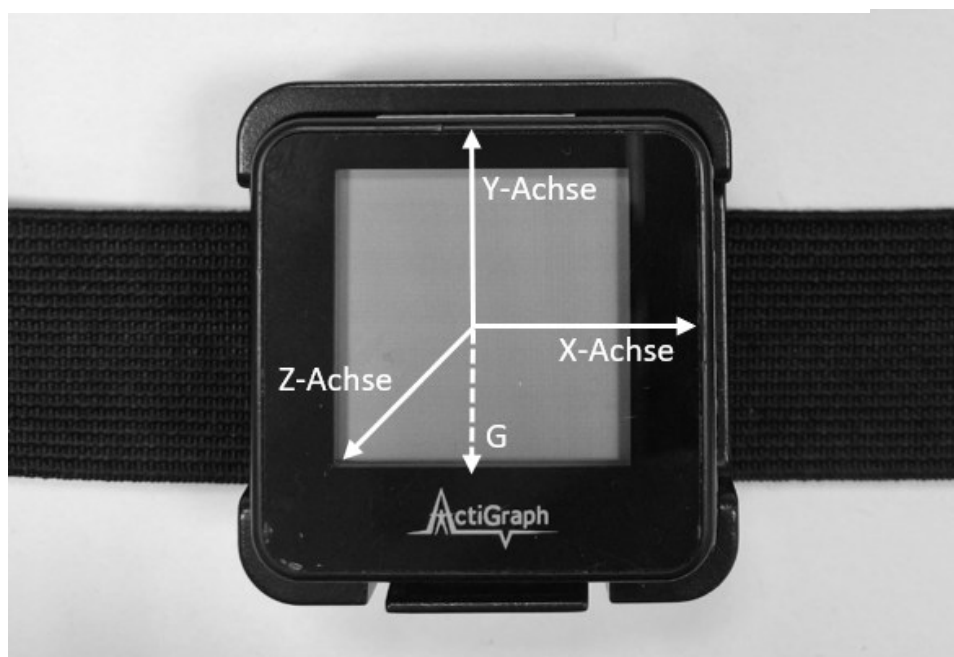
ist mit zwei Sensoren ausgestattet: einem Beschleunigungssensor und einem Neigungssensor, von denen jeder Sensor seine eigenen Achsen besitzt (Barwais et al., 2023).

Der Beschleunigungssensor (Accelerometer) misst lineare Beschleunigungen in drei Richtungen x, y und z und die Intensität einer Bewegung, welche später in Form von Counts quantifiziert wird (ActiGraph, 2018). Er erfasst Änderungen in der Beschleunigung in den genannten Richtungen.

Beschleunigungssensor:

- x-Achse: seitliche Bewegungen entlang der x-Achse
- y-Achse: vertikale Bewegungen entlang der y-Achse
- z-Achse: vorwärts-rückwärts Bewegungen entlang der z-Achse  
(ActiGraph, 2020)

Abbildung 2. Achsenbezeichnung des Aktigraphen



Quelle: Eigene Darstellung

Der Neigungssensor (Inclinometer) erfasst die Neigung und die genaue Winkeländerung des Geräts indem die Beschleunigung in einer Achse mit der Richtung der Gravitation (G) abgeglichen wird. Durch dieses Prinzip kann

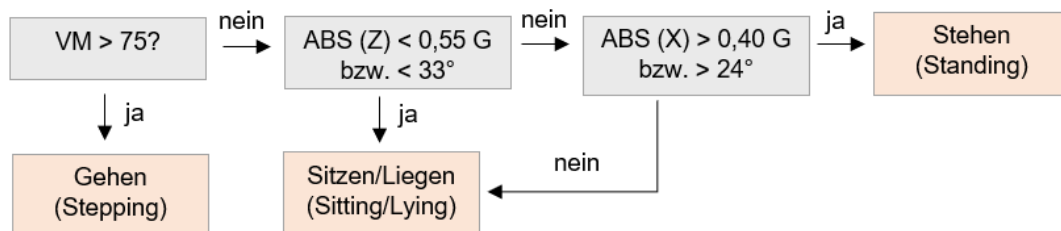
zwischen verschiedenen Körperhaltungen wie Stehen (Standing), Liegen (Lying) oder Sitzen (Sitting) differenziert werden (Barwais et al., 2023). Prinzipiell deutet eine flache Neigung darauf hin, dass die Person liegt oder sitzt, während eine aufrechte Neigung darauf hinweist, dass die Person steht oder geht.

Die Achsen des Neigungssensors beziehen sich ebenfalls auf die drei Raumrichtungen: x, y und z. Es werden hierbei die Drehungen um die drei Achsen berücksichtigt in Bezug auf den Gravitationsvektor G (Fisher, 2010). Bei den Neigungsgraden werden die absoluten Werte betrachtet.

- Neigungswinkel-x: Die x-Achse verläuft seitlich horizontal (links – rechts). Der Neigungswinkel-x misst dabei die Drehung um die x-Achse, also die Neigung nach vorne und hinten. Dies tritt zum Beispiel bei Bewegungen wie dem Anheben des Beines beim Gehen oder beim Hinsetzen auf. Wenn das Gerät 90° senkrecht steht, erfasst der Aktigraph die Körperhaltung Stehen. Liegt das Gerät waagrecht bei 0°, erfasst der Aktigraph stattdessen die Körperhaltung Sitzen. Der Grenzwert für diese Neigung liegt bei etwa 24°. Wenn die gemessene Neigung zwischen 0-24° liegt, wird Sitzen/ Liegen erkannt. Bei einer gemessenen Neigung darüber zwischen 25-90° wird dagegen Stehen erkannt (ActiGraph, 2019).
- Neigungswinkel-z: Die z-Achse verläuft horizontal (vorne-hinten). Der Neigungswinkel-z misst die Drehung um die z-Achse, also die seitliche Neigung (Kippung nach links/rechts). Dies kann beispielsweise bei Bewegungen wie dem seitlichen Abspreizen des Beines oder dem Liegen auf der Seite auftreten. Wenn das Gerät 90° senkrecht steht, registriert der Aktigraph die Körperhaltung Stehen. Wenn das Gerät dagegen 0° waagrecht positioniert ist, erfasst der Aktigraph die Körperhaltung Sitzen. Der Grenzwert liegt hier bei etwa 33°. Liegt die gemessene Neigung zwischen 0-32°, wird die Körperhaltung Sitzen/ Liegen erkannt. Wenn die Neigung darüber zwischen 33-90° liegt, wird die Körperhaltung Stehen erkannt (ActiGraph, 2019).
- Neigungswinkel-y: Die y-Achse verläuft senkrecht (oben-unten). Der Neigungswinkel-y misst die Drehung um die eigene Achse (ActiGraph, 2019).

Um den Inclinometer Gehen (Stepping) zu ermitteln wird die Aktivität mittels der Vektorgröße berechnet. Die Vektorgröße wird aus der Quadratwurzel der Summen der Quadrate der verschiedenen Achsen x, y und z berechnet. Sobald die Vektorgröße, welche die Aktivität beschreibt, gleich oder größer als 75 ist, erkennt der Aktigraph die Aktivität als Gehen (Stepping). Wenn die Vektorgröße kleiner als 75 ist, wird die Körperhaltung je nach Winkelgeraden einer anderen Körperhaltung zugeordnet. Das folgende Flussdiagramm bildet den Algorithmus zur Bestimmung der Inclinometer ab (ActiGraph, 2019).

Abbildung 3: Algorithmus zur Bestimmung der Inclinometer



Quelle: In Anlehnung an ActiGraph, 2018

Des Weiteren erkennt der Aktigraph den Inclinometer Steps, welcher die einzelnen Schritte misst. Die Körperhaltung wird berechnet, indem der Winkel des Geräts über die gesamte Epoche (30-mal pro Sekunde) abgetastet und der vorherrschende Winkel ausgewählt wird (ActiGraph, 2018).

Durch die Kombination der Informationen aus den Beschleunigungs -und Neigungssensoren kann der GT9X Link die Art und Intensität der körperlichen Aktivität einer Person erfassen (Barwais et al., 2023).

### 3. Erhebung des Venenstatus

Am zweiten Versuchstag wird eine Inspektion der unteren Extremität durchgeführt, um Anzeichen von chronischen Venenkrankheiten zu erkennen. Zusätzlich wird im Verlauf der oberflächlichen Venen eine Palpation durchgeführt, sodass Varizen und Ödeme beurteilt werden können. Die Einteilung findet nach der internationalen CEAP-Klassifikation statt.

## **Einordnung der Dissertation in die Forschungsprojekte des Arbeitsphysiologischen Labors**

Im Arbeitsphysiologischen Labor des Instituts für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und Versorgungsforschung wird eine Studie zur Validierung eines Risikoindex zur Vorhersage von venösen Erkrankungen und Muskel-Skelett-Beschwerden bei Steharbeit durchgeführt. Die vorliegende Dissertation bildet einen Teil dieses Projektes hinsichtlich der Validierung der Ansätze der Risikobeurteilungen der AMR, LASI und LMM ab. Weitere verwandte Fragestellungen, die nicht Teil dieser Dissertation sind, werden von anderen Doktoranden bearbeitet. Folgend wird das Gesamtkonzept der Studie vorgestellt und anschließend erläutert, welche ihrer Bestandteile mit der vorliegenden Dissertation in Verbindung stehen, um ein besseres Verständnis über das Gesamtkonzept der Studie zu schaffen.

### **Gesamtkonzept der Studie zur Validierung eines Risikoindex zur Vorhersage von venösen Erkrankungen und Muskel-Skelett-Beschwerden bei Steharbeit**

Das Ziel der Validierungsstudie ist es das Vorliegen eines venösen Refluxes in mindestens einem Venensegment, das Vorliegen von Muskel-Skelett-Beschwerden im unteren Rücken und der unteren Extremität und den Geh-, Steh- und Sitzanteil sowie deren Wechsel am Arbeitsplatz zu untersuchen. Dafür wird eine Studienpopulation von 478 Beschäftigten an zwei Versuchstagen untersucht. Der erste Versuchstag dient zur Erfassung des Bewegungsprofils, bei dem ein Aktigraph und Herzfrequenzsensor in den folgenden 24 Stunden getragen wird. Zusätzlich wird ein Aktivitätstagebuch ausgefüllt, indem Arbeits- und Freizeitaktivitäten protokolliert werden. An dem zweiten Versuchstag findet die Inspektion mittels der CEAP-Klassifikation und die Ultraschallmessung der unteren Extremität statt. Anschließend wird die Körpergröße und das Gewicht erhoben. Folgend werden verschiedene Funktionstest zur Erfassung von Muskel-Skelett-Beschwerden durchgeführt. Hierbei werden Tests zur Prüfung der Mobilität der Wirbelsäule, der Balance und ein Schmerzprovokationstest durchgeführt. Außerdem wird ein Fragebogen von den Beschäftigten ausgefüllt,

welcher allgemeine und soziodemographische Angaben zur Person, berufliche Tätigkeiten, Bewegungsaktivitäten und physische und psychische Belastungen am Arbeitsplatz abgefragt.

Für diese Studie werden in der vorliegenden Dissertation die Daten des Bewegungsprofiles des Aktigraphens, Aktivitätstagebuchs, Fragebogens und der Klassifikation nach CEAP verwendet.

## **Datenanalyseverfahren und Auswertungsstrategien**

### **Datenaufarbeitung Aktigraph und SPSS-Eingabe**

Die erhobenen Daten werden direkt nach der Aufnahme vor Ort im Unternehmen auf Vollständigkeit überprüft. Die Daten aus dem Anamnesebogen und der Erfassung des Venenstatus werden im Arbeitsphysiologischen Labor durch mehrere Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen zunächst kodiert und folgend in SPSS übertragen. Nicht ausgefüllte Felder, die hätten ausgefüllt werden müssen, werden mit einer -99 gekennzeichnet. Dieser Fall trat beispielweise ein, wenn die Testperson das Ausfüllen des Feldes vergessen hatte. Nicht valide Felder, die von der Testperson nicht ausfüllbar waren, werden mit -77 gekennzeichnet. Dies betrifft beispielsweise Testpersonen, die angaben Nichtraucher zu sein und die Folgefrage zur täglichen Zigarettenanzahl daher nicht beantworten konnten. Dagegen werden unplausible Werte mit einer -88 versehen. Dies geschah beispielsweise bei Testpersonen, die obwohl sie die Angabe Nichtraucher machten, trotzdem in der Folgefrage drei Zigaretten pro Tag angaben. Bei Unklarheiten der Antworten der Beschäftigten wird die entsprechende Fragestellung in ein separates Dokument mit Problemfällen eingetragen. Der Umgang mit solchen Unklarheiten wird innerhalb des Teams besprochen und von der jeweiligen Person korrigiert. Der komplette Datensatz bei SPSS wird im Anschluss durch eine zweite Person kontrolliert, um die Kodierung und die SPSS-Eingabe auf Richtigkeit zu prüfen.

Zur Erfassung der Daten der körperlichen Aktivität wird der Aktigraph ausgelesen und auf einen Studiencomputer übertragen. Für die Auswertung der Daten wird die Software ActiLife 6 von ActiGraph verwendet. Die eingelesene Messzeit wird

anhand der Daten der Start-, End- und Pausenzeit aus dem Aktivitätstagebuch auf die Arbeitsstunden zusammengeschnitten. In einer weiteren Analyse wird der Datensatz der Aktigraph Tragezeit bereinigt, indem die Orientierung des Aktigraphensensors, die Ladezeit und die Daten auf eine Nichttragezeit kontrolliert werden.

### **Auswertung der Aktigraph Rohdaten entsprechend der Risikobeurteilungsansätze**

Die Rohdaten des Aktigraphen stellen die Körperhaltungen Stehen, Sitzen, Liegen oder Gehen pro Sekunde dar. Wird eine Körperhaltung wie z. B. Stehen eingenommen, wird sie in der entsprechenden Spalte „Stehen“ mit einer 1 markiert. In den übrigen Körperhaltungen, welche in diesem Moment nicht eingenommen werden, wird eine 0 eingetragen.

Bei der Erfassung der Daten kann es zu Aliasing Effekten kommen. Der Aliasing Effekt tritt in der digitalen Signalverarbeitung auf, wenn ein Signal mit zu niedriger Frequenz abgetastet wird und somit das Abtasttheorem nicht eingehalten wird. Das Abtasttheorem besagt, dass in dem abzutastenden Signal keine Frequenzanteile vorkommen dürfen, die höher als die halbe Abtastfrequenz sind. Folgend kann es zu Fehlern in der Signalverarbeitung und zu unerwünschten Effekten wie Rauschen und Verzerrung im Signal führen (Beucher, 2019). Dieser Effekt kann ebenfalls während der Messung mit dem Aktigraphen auftreten. Der Aktigraph erfasst seine Position als den Winkel [°] relativ zur Erdnormalen (Senkrechten) 30-mal in der Sekunde und zeichnet den dominierenden Winkel jeder Sekunde auf. Bezogen auf die Auswertung mit dem Aktigraphen bedeutet dies, dass Körperbewegungen wie multiple Schritte sich möglicherweise in den Zeitraum einer Sekunde aufsummieren, anstatt sich auf einen längeren Zeitraum von zwei oder drei Sekunden zu verteilen.

Um Verzerrungen in der Signalverarbeitung zu reduzieren und somit eine Glättung des Signals vorzunehmen, wird ein Moving Average (zeitlich gleitender Mittelwert aus drei Werten) gebildet. In den folgenden Programmierungen wird die Stehdauer durch die Körperhaltung „Standing“ errechnet. Die Körperhaltungen "Stepping" und "Sitting/Lying" werden nur dann als solche gewertet,

wenn der Mittelwert dreier Werte  $\geq 1$  beträgt. Dies ist praktisch sinnvoll, da geringfügige Ausgleichsbewegungen wie Gewichtsverlagerungen im Stehen nicht sofort zu einem Abbruch der Stehdauer führen sollten.

Bei Testungen im Arbeitsphysiologischen Labors wurde festgestellt, dass durch das Tragen des Aktigraphen an lediglich einem Bein, „Steps“ während des Gehens (Stepping) nicht als Einzelschritte, sondern als Doppelschritte erfasst wurden. Um diesen Umstand zu korrigieren, wurde ein neuer Inclinometer namens „Schritte“ eingeführt. Dieser verdoppelt die erfassten „Steps“, sobald Gehen (Stepping) erkannt wird. Im Falle einer Nichttragezeit wird die andauernde Stehdauer innerhalb dieses Zeitraums auf 0 zurückgesetzt.

Folgend werden die Bedingungen der einzelnen Stehdefinitionen aufgeführt und die Anwendung auf die Aktigraphdaten in Kürze erläutert. Eine detailliertere Programmierungsübersicht ist dem Anhang beigelegt.

### **AMR-Methode**

Das langandauernde Stehen, wie es von der AMR definiert wird, bezieht sich auf jede Form des Stehens, welches auch mit kurzen Gehstrecken verbunden sein kann (in der Regel bis zu einer Länge von etwa 5 m) (Ausschuss für Arbeitsmedizin (AfAMed), 2022).

Der Aktigraph misst lediglich die Anzahl der Schritte, nicht aber die zurückgelegte Gehdistanz. Aus diesem Grund wird die Distanz von einer 5 m langen Strecke in dieser Studie in Schrittlängen umgerechnet. Für Frauen entspricht eine Doppelschrittlänge 1,28 m, was umgerechnet einer Einzelschrittlänge von 0,64 m entspricht (Perry, 2003). Um die 5-m-Grenze zu erreichen, muss eine Frau mehr als 7 Einzelschritte gehen, was einer Distanz von 4,48 m entspricht. Mit 8 Einzelschritten wird bereits eine Distanz von 5,12 m zurückgelegt und somit die 5-m-Grenze überschritten.

Für Männer beträgt hingegen eine Doppelschrittlänge 1,46 m und entspricht einer Einzelschrittlänge von 0,73 m (Perry, 2003). Hier muss ein Mann mehr als 6 Einzelschritte (4,38 m) gehen, um die 5-m-Grenze zu überschreiten. Bei 7

Einzelschritten wird bereits mit einer Distanz von 5,11 m die 5-m-Grenze überschritten.

Es werden insgesamt zwei Analysen durchgeführt, da durch die Stehdefinitionen der Risikobeurteilungsansätze über die Stehdauer nicht ersichtlich wird, ob es sich bei der gemessenen Stehdauer um die am längsten ununterbrochene Stehdauer am Stück oder die einzelnen Stehdauern kumulativ berechnet handelt. Aus diesem Grund wird in der ersten Analyse die längste ununterbrochene Stehdauer am Stück aus dem gesamten Arbeitstag berechnet. In der zweiten Analyse werden dagegen die einzelnen Stehdauern kumulativ berechnet. Die Programmierung aus MATLAB ist im Anhang beigefügt.

### ***LMM-Methode***

Das langandauernde Stehen wird in der LMM als eine Körperzwangshaltung angesehen und umfasst jenes Stehen, welches ununterbrochen einmalig  $\geq 1$  Minute oder wiederholt  $\geq 10$  Sekunden eingenommen wird (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2020). Die einzelnen Stehdauern ab 10 Sekunden werden im Anschluss aufsummiert. Die Programmierung aus MATLAB ist im Anhang beigefügt.

### ***LASI-Methode***

Laut LASI umfasst andauernde Steharbeit jenes Stehen, ohne die Möglichkeit sich wenige 20 cm zur Seite, nach vorn, nach hinten zu bewegen oder ohne zeitweilige Entlastung durch Gehen oder Sitzen zur Zwangshaltung wird (Berger et al., 2009).

Dies hat in der Auswertung zur Folge, dass die Stehdauer unterbrochen wird, sobald während des Stehens ein Schritt erfolgt, da ein durchschnittlicher Einzelschritt größer als 20 cm ist. Das gewichtete Standing aus den Aktigraphdaten muss daher einen Moving Average von  $>0,5$  aufweisen. Durch einen festgelegten Moving Average von  $>0,5$  und nicht  $\geq 1$  wird sichergestellt, dass nicht jede Gewichtsverlagerung zu einem Abbruch des gewichteten Standing führt. Liegt der Moving Average beim gewichteten Standing  $\leq 0,5$  kommt es zu einem

Abbruch der Stehdauerzählung. Es werden erneut zwei Versionen erstellt. Bei der ersten Version wird die längste Stehdauer berechnet. In der zweiten Version werden die einzelnen Stehdauern kumulativ berechnet. Die Programmierung dieser beiden Versionen wird im Anhang aufgeführt.

## **Statistische Methoden**

Die erhobenen Daten werden als Rohdaten in einer Basistabelle in pseudonymisierter Form mittels SPSS (Version 29 für Windows) zusammengefügt. Die Statistische Auswertung erfolgt ebenfalls mithilfe der Statistiksoftware SPSS. Die Graphiken werden mit Excel und SPSS erstellt.

Zu Beginn wird eine deskriptive Analyse der Daten durchgeführt. Je nach Skalenniveau werden unterschiedliche Berechnungen durchgeführt. Für niedrig skalierte Werte (nominal und ordinal) wie zum Beispiel dem Geschlecht wird die absolute Anzahl und relative Häufigkeit in Bezug auf die Studienpopulation angegeben. Bei höher skalierten Werten (Intervall -und Verhältnisskala) werden der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung berechnet (Weiß, 2019).

Die metrischen Daten werden in einem weiteren Schritt auf ihre Normalverteilung hin überprüft. Dafür werden der Kolmogorov-Smirnov und Shapiro-Wilk Test durchgeführt. Beide Tests weisen auf eine Signifikanz hin, was darauf hindeutet, dass keine Normalverteilung vorliegt. Im Anschluss werden daher die Q-Q-Diagramme zur visuellen Überprüfung auf bedeutsame Abweichungen herangezogen. Bei der visuellen Inspektion der Q-Q-Diagramme zeigen sich jedoch keine bedeutsamen Abweichungen, weshalb davon ausgegangen werden kann, dass eine Normalverteilung vorliegt.

Die statistischen Tests werden alle auf Basis eines 95 %-Konfidenzintervalls durchgeführt. Das Signifikanzniveau ( $p$ -Wert) wurde als  $p < 0,05$  festgelegt.

## Zusammenhang zwischen der Stehdauer der Risikobeurteilungsansätze

Folgend werden die statistischen Methoden der ersten Fragestellung beschrieben, welche den signifikanten Zusammenhang zwischen der Stehdauer der Risikobeurteilungsansätze der AMR, LMM und LASI prüfen.

Um die Risikobeurteilungsansätze miteinander zu vergleichen, wird zunächst eine deskriptive Statistik durchgeführt. Anschließend werden  $t$ -Tests durchgeführt, um zu prüfen, ob die resultierenden Stehdauern auch statistisch signifikant verschieden sind.

Nachfolgend wird der Zusammenhang zwischen den drei Risikobeurteilungsansätzen mit Methoden der Korrelationsanalyse untersucht. Bei den Daten der Stehdauer handelt es sich um metrische Werte, weshalb sich eine Pearson Korrelation anbietet, um eine Aussage über die Richtung und Stärke der Korrelation zu machen (Weiß, 2019).

Um einen ersten Überblick über die Korrelationen zu bekommen, wird zunächst eine grafische Darstellung angefertigt und geprüft, ob es sich um einen linearen Zusammenhang handelt. Die Stehdauer zweier Risikobeurteilungsansätze werden als Wertepaar in ein Koordinatensystem eingetragen, wodurch eine Punktwolke entsteht (Weiß, 2019).

Für die Aussage über die Stärke des linearen Zusammenhangs muss in einem nächsten Schritt die Berechnung des Pearson-Korrelationskoeffizienten ( $r$ ) ermittelt werden (Duller, 2019).

Es gilt:

- $r < |0,1|$ : Sehr schwacher Zusammenhang
- $r \geq |0,1|$  bis  $< |0,3|$ : Schwacher Zusammenhang
- $r \geq |0,3|$  bis  $< |0,5|$ : Mittelstarker Zusammenhang
- $r \geq |0,5|$  bis  $< |0,7|$ : Starker Zusammenhang
- $r \geq |0,7|$  bis  $< |0,9|$ : Sehr starker Zusammenhang
- $r \geq |0,9|$ : Annähernd perfekter Zusammenhang (Fröhlich et al., 2020)

In einem weiteren Schritt werden die Zusammenhänge zwischen jeweils zwei Risikobeurteilungsansätzen mit Hilfe eines Bland-Altman-Plot dargestellt. Das Diagramm stellt die Differenz zwischen der Probandenstehdauer der beiden Risikobeurteilungsansätze auf der y-Achse und den Mittelwert der beiden Methoden auf der x-Achse dar (Weiß, 2019).

### **Risikofaktor arbeitsbedingter Stehexposition**

Folgend werden die statistischen Methoden des zweiten Fragenkomplexes beschrieben, welche sich mit der arbeitsbedingten Stehexposition als Risikofaktor beschäftigt.

Zunächst erfolgt eine Zuordnung der Stehdauer der Risikobeurteilungsansätze zu ihren Kategorien (Risikokategorie 1 bis 4) in Abhängigkeit des Venenstatus, welcher mit der CEAP-Klassifikation erhoben wurde. Da die arbeitsbedingte Stehexposition als der zu untersuchende Risikofaktor in dieser Arbeit gilt, wird der Venenstatus mittels zweier Verfahren analysiert. Als erstes wird die Prävalenz der Varikose beurteilt. Als zweites wird zusätzlich die Ausprägung der Varikose geprüft.

### ***Prävalenz einer Varikose***

Einführend in den Fragenkomplex der Prävalenz einer Varikose wird eine Kreuztabelle erstellt, um die Verteilung der Prävalenz der Varikose (C0: keine Anzeichen einer Varikose, C1-C3: Varikose) in Abhängigkeit der Risikobeurteilungen der Risikobeurteilungsansätze übersichtlich darzustellen.

*Fragestellung 2.a:* Gibt es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Prävalenz der Varikose und den Risikokategorien der Risikobeurteilungsansätze?

Es wird geprüft, ob es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Prävalenz einer Varikose und der Risikokategorien der Risikobeurteilungsansätze der AMR, LMM und LASI gibt. Hierfür wird der Spearman-Rho-Test

verwendet, da dieser für die Verwendung ordinaler Variablen geeignet ist (Weiß, 2019).

*Fragestellung 2.b:* Nimmt die Prävalenz der Varikose mit Zunahme der Risikokategorien signifikant zu?

Die Prävalenz von Varikose wird mittels einer logistischen Regression analysiert. Die abhängige Variable ist die Prävalenz einer Varikose, die in diesem Fall als dichotom angenommen wird (ja: C1-C6 /nein: C0). Als unabhängige Variablen werden hier die Stehdauerkategorien der Risikobeurteilungsansätze der AMR, LMM und LASI verwendet (Weiß, 2019).

Für die drei Risikobeurteilungsansätze werden je zwei Regressionen mit unbereinigten und bereinigten Daten mit dem Risikofaktor Alter durchgeführt.

### ***Prävalenz der Ausprägung einer Varikose***

Um den Zusammenhang zwischen der Ausprägung einer Varikose und den Risikokategorien der AMR, LMM und LASI zu untersuchen, werden verschiedene statistische Tests durchgeführt. Zunächst wird eine Kreuztabelle erstellt, um die Verteilung der Ausprägung der Varikose (CEAP-Klassifikation) in Bezug auf die Risikobeurteilungen der Risikobeurteilungsansätze übersichtlich darzustellen.

*Fragestellung 2.c:* Gibt es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Prävalenz der Ausprägung einer Varikose und den Risikokategorien der Risikobeurteilungsansätze?

Um die Ausprägung der Varikose und der Risikokategorien der Risikobeurteilungsansätze der AMR, LMM und LASI auf einen signifikanten Zusammenhang hin zu überprüfen, wird in dieser Analyse der Spearman-Rho-Test verwendet (Weiß, 2019).

*Fragestellung 2.d:* Nimmt die Prävalenz der Ausprägung einer Varikose mit Zunahme der Risikokategorien signifikant zu?

Es wird eine ordinale Regression mit logistischer Link-Funktion durchgeführt, um eine mögliche signifikante Zunahme der Ausprägung einer Varikose zu untersuchen (Weiß, 2019). Anhand der ORs als auch dem Signifikanzniveaus können Aussagen über das Risiko einer Zunahme der Ausprägung einer Varikose gemacht werden. Als abhängige Variable wird in diesem Fall die Ausprägung der CEAP-Klassifikation von C0-C3 herangezogen. Als unabhängige Variable werden die Risikokategorien der AMR, LMM und LASI verwendet. Die Risikokategorien 3+4 werden in der Analyse zu einem Bereich zusammengefügt, da in der Risikokategorie 4 „Nullhäufigkeiten“ auftraten, was statistisch unplausible Ergebnisse verursachte.

Es werden Regressionen sowohl mit unbereinigten und bereinigten Daten, welche altersstandardisiert sind, für alle drei Risikobeurteilungsansätze durchgeführt.

### **Zusammenhang zwischen der Prävalenz der Ausprägung einer Varikose und den Risikofaktoren unabhängig von der arbeitsbedingten Stehexposition**

Folgend wird die statistische Methodik der dritten Fragestellung beschrieben, welche den signifikanten Zusammenhang zwischen der Prävalenz der Ausprägung einer Varikose und den Risikofaktoren unabhängig von der arbeitsbedingten Stehexposition (Alter, BMI, Geschlecht, positive Familienanamnese und Berufsdauer) untersucht.

Um zu prüfen, ob es einen signifikanten Zusammenhang zwischen bekannten Risikofaktoren und der Prävalenz der Ausprägung einer Varikose gibt, wird eine Risikofaktorenanalyse mithilfe einer ordinalen Regression durchgeführt. Diese wird für die drei Risikobeurteilungsansätze AMR, LMM und LASI einzeln angewendet. Es werden die Risikofaktoren Alter, Geschlecht, BMI, positive

Familienanamnese und Berufsdauer auf den Zusammenhang einer Varikose geprüft (Weiß, 2019).

### **Vergleich der Risikobeurteilungsansätze**

Im Folgenden wird die statistische Methodik der vierten Fragestellung erläutert, welche überprüft, welcher Risikobeurteilungsansatz am besten geeignet ist, um einen Zusammenhang zwischen andauernder Steharbeit und einer Varikose zu beschreiben.

Um beurteilen zu können, ob es einen signifikanten Unterschied zwischen den Korrelationen der Stehdauer der Risikobeurteilungsansätzen (Tabelle 11) mit der Ausprägung einer Varikose gibt und somit eine Stehdauer der Risikobeurteilungsansatz höher mit einer Varikose korreliert als eine andere, werden *t*-Tests durchgeführt. Insgesamt werden drei *t*-Tests mit jeweils zwei Korrelationen der Stehdauer der Risikobeurteilungsansätze analysiert (AMR mit LMM, LMM mit LASI und AMR mit LASI). Da Korrelationen normalerweise nicht normalverteilt sind, wird zuvor eine Z-Standardisierung durchgeführt, um eine direkte Vergleichbarkeit zu ermöglichen. Durch die Z-Standardisierung werden dimensionslose Werte ermittelt, die angeben, um wie viele Standardabweichungen ein Einzelwert vom Mittelwert abweicht (Fröhlich et al., 2020; Weiß, 2019).

Um die Plausibilität der durch die Modelle der Risikobeurteilungsansätze hervorgebrachten Risikokategorien im Hinblick auf den Venenstatus zu bewerten, wird der Likelihood-Quotient-Test verwendet (Weiß, 2019).

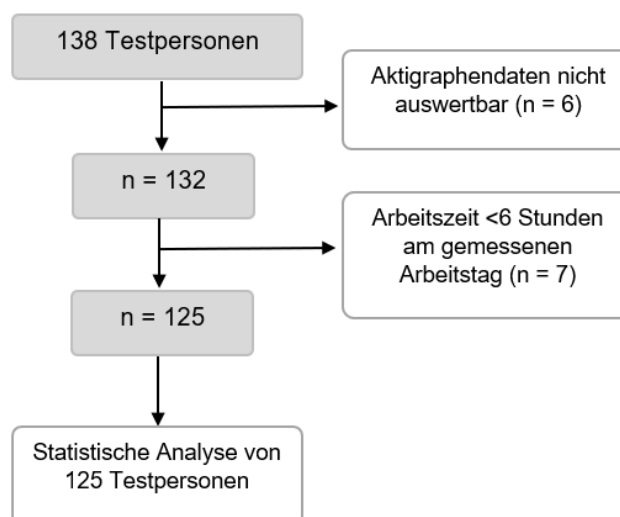
### 3. Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Arbeit präsentiert. Zu Beginn wird die Studienpopulation näher beschrieben, um einen besseren Eindruck von der Größe und Charakteristika der Studienpopulation zu bekommen. Darauffolgend werden die Ergebnisse der einzelnen Fragestellungen chronologisch präsentiert.

#### Studienpopulation

In dem Zeitraum vom 14. Oktober 2021 bis zum 1. August 2023 wurden die Daten von 138 Testpersonen erhoben. Für die Auswertung konnten 132 Datensätze gewonnen werden, die anderen waren aus verschiedenen Gründen nicht auswertbar (siehe Anhang). Des Weiteren wurde eine Mindestarbeitszeit von sechs Stunden am Tag der Messung für die Auswertung festgelegt, da die Testpersonen nur so die Möglichkeit hatten die Risikokategorie 4 (Tabelle 4) der Risikobeurteilungsansätze in der Theorie zu erreichen. Daher reduzierte sich die Anzahl der Datensätze auf 125, die in die statistische Auswertung einfließen (siehe Anhang).

Abbildung 4: Flowchart der studienteilnehmenden Testpersonen



*n*: Stichprobengröße

Von den 125 Testpersonen waren 79 (63,2 %) weiblich und 46 (36,8 %) männlich. Das durchschnittliche Alter der Kohorte betrug  $39,1 \pm 9,26$  Jahre beim Zeitpunkt der Datenerhebung. Weiterhin wurde der durchschnittliche BMI der Testpersonen berechnet, welcher bei  $25,57 \pm 4,05$  kg/m<sup>2</sup> liegt. Der Mittelwert des BMI liegt damit im Bereich der Präadipositas. Die Testpersonen stammten aus verschiedenen Berufsklassifikationen. Die meisten Testpersonen arbeiteten in einem der Bereiche „Verkehr, Logistik, Schutz und Sicherheit“ (Abs. 37/ Rel. 29,6 %), „Kaufmännische Dienstleistungen, Warenhandel, Vertrieb, Hotel und Tourismus“ (Abs. 39/ Rel. 31,2 %) oder im Bereich „Gesundheit, Soziales, Lehre und Erziehung“ (Abs. 23/ Rel. 18,4 %). Im Durchschnitt arbeiteten die Testpersonen bereits  $13,37 \pm 8,96$  Jahre in ihrer Tätigkeit. Die Arbeitszeit pro Woche betrug im Schnitt  $39,08 \pm 3,78$  Stunden, wobei hier Werte unter 30 Stunden ausgeschlossen wurden, ebenso unvollständige Daten. Die Arbeitszeit pro Tag betrug  $7,91 \pm 0,75$  Stunden. Auch hier wurden unplausible Angaben ausgeschlossen (Cut-off >24 Stunden). Eine positive Familienanamnese auf Krampfadern wiesen 74 (59,2 %) Testpersonen auf, wobei bei 68 (54,4 %) beide Elternteile betroffen waren und bei sechs (4,8 %) Testpersonen lediglich ein Elternteil betroffen war. Eine negative Familienanamnese lag bei 50 (40 %) der Testpersonen vor. Unter den weiblichen Testpersonen hatten bereits 34 (43 %) eine Schwangerschaft, wobei die Anzahl der Geburten zwischen 1 und 7 lag. Bei der Betrachtung des Venenstatus der Testpersonen durch die CEAP-Klassifikation zeigt sich, dass nur jede vierte Testperson (Abs. 30/Rel. 24 %) keine Anzeichen von chronischer Venenkrankheit hat. Dagegen befindet sich etwa die Hälfte der Testpersonen (Abs. 69/Rel. 55,2 %) im C1 Stadium. Die Stadien C2 und C3 kamen unter den Testpersonen nicht häufig vor, sodass diese für die statistische Auswertung in eine Kategorie zusammengefügt wurden. Stadien höher als C3 wurden in dieser Kohorte nicht beobachtet.

*Tabelle 6: Deskriptive Statistik der metrischen Variablen der Studienpopulation*

<b>Deskriptive Statistik</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Std.-Abweichung</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>N</b>	<b>fehlende Werte</b>	<b>Cut-off Werte</b>
<b>Alter [Jahre]</b>	39,1	9,26	24	55	125		
<b>BMI [kg/m<sup>2</sup>]</b>	25,57	4,05	17,79	37,33	125		
<b>Berufsjahre</b>	13,37	8,96	0	37,08	109	16x keine Angabe	

<b>Arbeitszeiten/ Woche [h]</b>	39,08	3,78	30	52,5	122	1x keine Angabe 2x unplausible Werte	Ein- schluss ≥30 h
<b>Arbeitszeiten/ Tag [h]</b>	7,91	0,75	6	10,5	122	3x unplausible Werte	Ein- schluss ≤24 h

*BMI: Body Mass Index, Std.: Standard, Min: Minimum, Max: Maximum*

*Tabelle 7: Deskriptive Statistik der nominalen Variablen der Studienpopulation*

	<b>Häufigkeit</b>	<b>Prozent</b>
<b>Geschlecht</b>		
Männlich	46	36,8
Weiblich	79	63,2
Gesamt	125	100
<b>positive Familienanamnese auf Krampfadern</b>		
Nein	50	40
ein Elternteil	68	54,4
beide Eltern	6	4,8
Keine Angabe	1	0,8
Gesamt	125	100
<b>Berufsklassifikation</b>		
Rohstoffgewinnung, Produktion und Fertigung	11	8,8
Bau, Architektur, Vermessung und Gebäudetechnik	5	4
Naturwissenschaft, Geografie und Informatik	2	1,6
Verkehr, Logistik, Schutz und Sicherheit	37	29,6
Kaufmännische Dienstleistungen, Warenhandel, Vertrieb, Hotel und Tourismus	39	31,2
Unternehmensorganisation, Buchhaltung, Recht und Verwaltung	8	6,4
Gesundheit, Soziales, Lehre und Erziehung	23	18,4
Gesamt	125	100
<b>Schwangerschaft</b>		
ja (vorherige Schwangerschaft)	34	43
nein (keine vorherige Schwangerschaft)	44	55,7
Keine Angabe	1	1,3
Gesamt weiblich	79	100

CEAP-Klassifikation Intensität		
C0	30	24
C1	69	55,2
C2 + C3	26	20,8
Gesamt	125	100

CEAP-Klassifikation Prävalenz		
C0	30	24
C1+C2+C3	95	76
Gesamt	125	100

CEAP: Clinical condition, etiology, anatomic localisation, pathophysiology

Abbildung 5: Histogramm der Häufigkeiten der CEAP-Klassifikationen unter der Studienpopulation

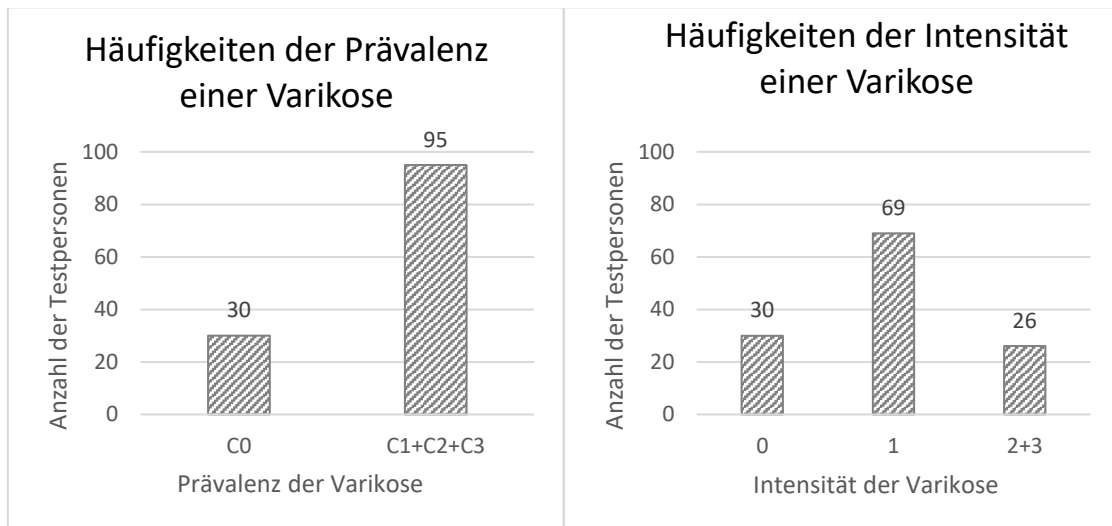


Tabelle 8: Prüfung auf Normalverteilung

	Kolmogorov-Smirnov		Shapiro-Wilk		Schiefe		Kurtosis	
	Statistik	p-Wert	Statistik	p-Wert	Statistik	Std.-Fehler	Statistik	Std.-Fehler
BMI	0,09	0,011	0,962	0,001	0,71	0,22	0,36	0,43
Alter	0,11	<0,001	0,927	<0,001	0,19	0,22	-1,33	0,43

Std.: Standard

## Zusammenhang zwischen der Stehdauer der Risikobeurteilungsansätze

Folgend werden die Ergebnisse der ersten Fragestellung, ob es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Stehdauer der Risikobeurteilungsansätze der AMR, LMM und LASI gibt, aufgeführt.

Zunächst wird die Stehdauer der unterschiedlichen Stehdefinitionen der drei Risikobeurteilungsansätze (AMR, LMM und LASI) deskriptiv beschrieben (Tabelle 9) und auf ihre Unterschiede hin untersucht (Tabelle 10). Im Anschluss werden die Häufigkeiten der Stehdauer der einzelnen Risikobeurteilungsansätze graphisch in den Abbildung 6-8 in Form von Balkendiagrammen dargestellt. Nach der einzelnen Analyse der Stehdauer jedes einzelnen Risikobeurteilungsansatz werden abschließend die Stehdauern auf mögliche Zusammenhänge hin überprüft. Zunächst wird der Zusammenhang der Stehdauer in graphischen Darstellungen in Form von Punktwolken (Abbildung 9-11) veranschaulicht und wird nachfolgend von Korrelationen der Stehdauer der einzelnen Risikobeurteilungsansätzen (Tabelle 11) und den Bland-Altman-Plots (Abbildung 12-14) ergänzt.

Tabelle 9: Deskriptive Statistik der Stehdauer der Risikobeurteilungsansätze

Risiko- beurteilungs- ansatz	Mittelwert	Median	Std.- Abweichung	Minimum	Maximum
AMR Stehdauer max (h)	0,25	0,17	0,24	0,03	1,88
AMR Stehdauer kumulativ (h)	4,01	4,22	1,69	0,43	7,59
LMM Stehdauer kumulativ (h)	2,53	2,26	1,37	0,12	6,31
LASI Stehdauer max (h)	0,08	0,06	0,06	0,02	0,40
LASI Stehdauer kumulativ (h)	3,23	3,19	1,49	0,25	6,69

AMR: Arbeitsmedizinische Regeln, LMM: Leitmerkmalsmethode, LASI: Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik, Std.: Standard, h: Stunden

Tabelle 10: Unterschiede zwischen der Stehdauer der Risikobeurteilungsansätze

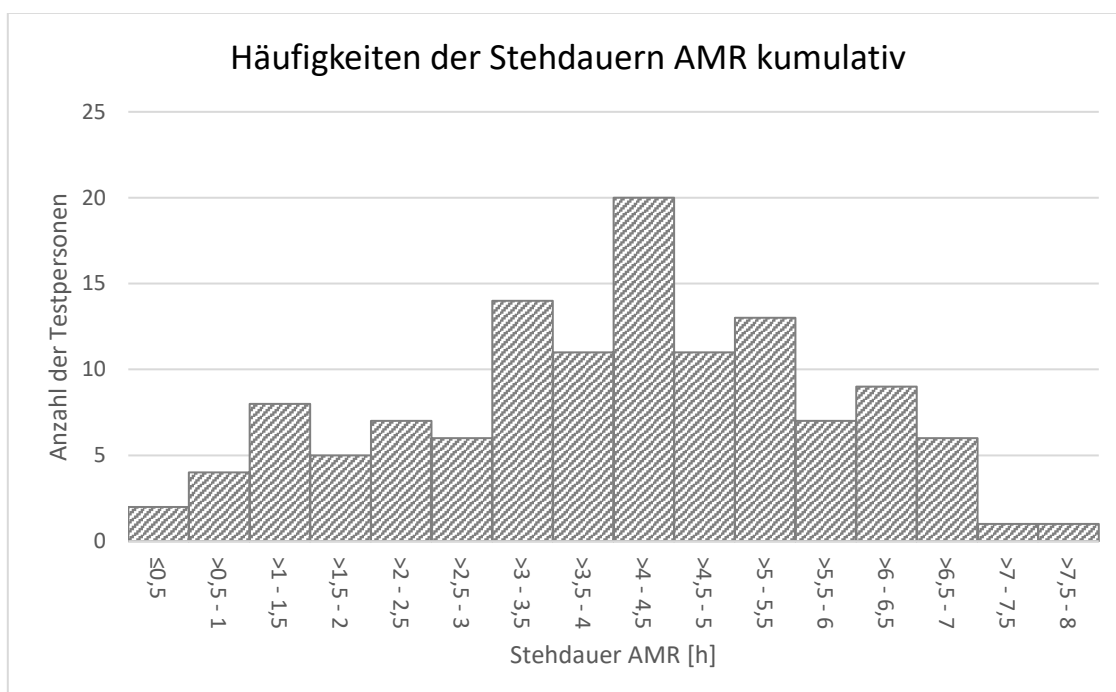
Risiko- beurteilungs- ansatz	Risiko- beurteilungs- ansatz	Differenz (h)	Std.- Fehler- diff.	p- Wert	95 % Konfidenz- intervalle	
					Unterer	Oberer
AMR Stehdauer kumulativ	LASI Stehdauer max	3,93	0,14	<0,0001	3,66	4,20
AMR Stehdauer kumulativ	AMR Stehdauer max	3,76	0,14	<0,0001	3,49	4,03
LASI Stehdauer kumulativ	LASI Stehdauer max	3,15	0,14	<0,0001	2,88	3,42
LASI Stehdauer kumulativ	AMR Stehdauer max	2,98	0,14	<0,0001	2,71	3,25
LMM Stehdauer kumulativ	LASI Stehdauer max	2,45	0,14	<0,0001	2,18	2,71
LMM Stehdauer kumulativ	AMR Stehdauer max	2,27	0,14	<0,0001	2,00	2,54
AMR Stehdauer kumulativ	LASI Stehdauer max	0,78	0,14	<0,0001	0,52	1,05
AMR Stehdauer max	LASI Stehdauer max	0,17	0,14	0,21	-0,10	0,44

*h: Stunden, Std.-Fehlerdiff: Standard-Fehlerdifferenz*

Bei der kumulativen Stehdauer hat die AMR-Methode den höchsten Mittelwert mit  $4,01 \pm 1,69$  Stunden, gefolgt von der LASI-Methode mit  $3,23 \pm 1,49$  Stunden. Den niedrigsten Wert hatte die LMM-Methode mit  $2,53 \pm 1,37$  Stunden. Bei den Unterschieden zwischen den Stehzeiten verschiedener Kombinationen an Risikobeurteilungsansätzen zeigt sich, dass signifikante Unterschiede sowohl für alle kumulativen Stehdauern untereinander, als auch für alle kumulativen Stehdauern im Vergleich zu maximalen Stehdauern bestehen. Die Differenz der signifikanten Unterschiede hat eine Spannbreite von 3,93 Stunden bis 0,7 Stunden. Im Gegensatz dazu zeigen sich zwischen den maximalen Stehdauern der Risikobeurteilungsansätze untereinander keine signifikanten Unterschiede. Die maximale Stehdauer am Stück beträgt bei der „AMR Stehdauer max“ durchschnittlich  $0,25 \pm 0,24$  Stunden und bei der „LASI

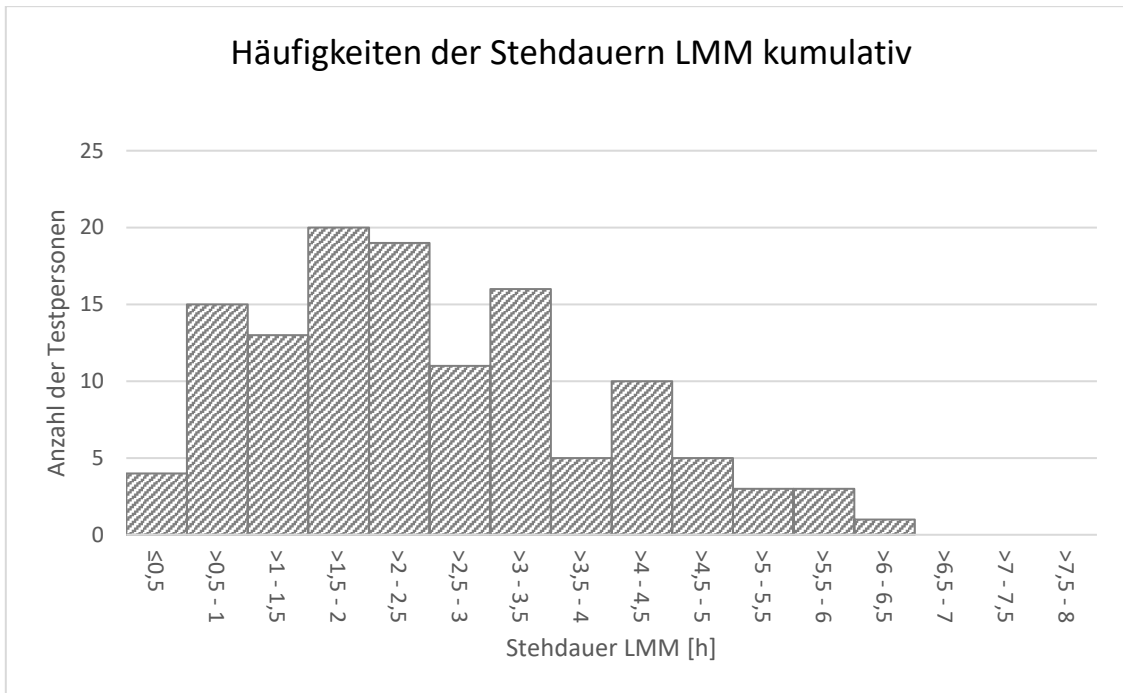
Stehdauer max“  $0,08 \pm 0,06$  Stunden. Diese Stehdauern sind für eine realistische Bewertung von Gesundheitsrisiken aufgrund von langem berufsbedingtem Stehen unrealistisch. Daher wurden die beiden Stehdefinitionen der „LASI Stehdauer max“ und „AMR Stehdauer max“ von allen weiteren Analysen ausgeschlossen. Weitere statistische Berechnungen werden lediglich mit den drei kumulativen Stehdefinitionen durchgeführt, welche folgend nur noch mit AMR, LMM und LASI bezeichnet werden.

Abbildung 6: Häufigkeiten der Stehdauern AMR kumulativ



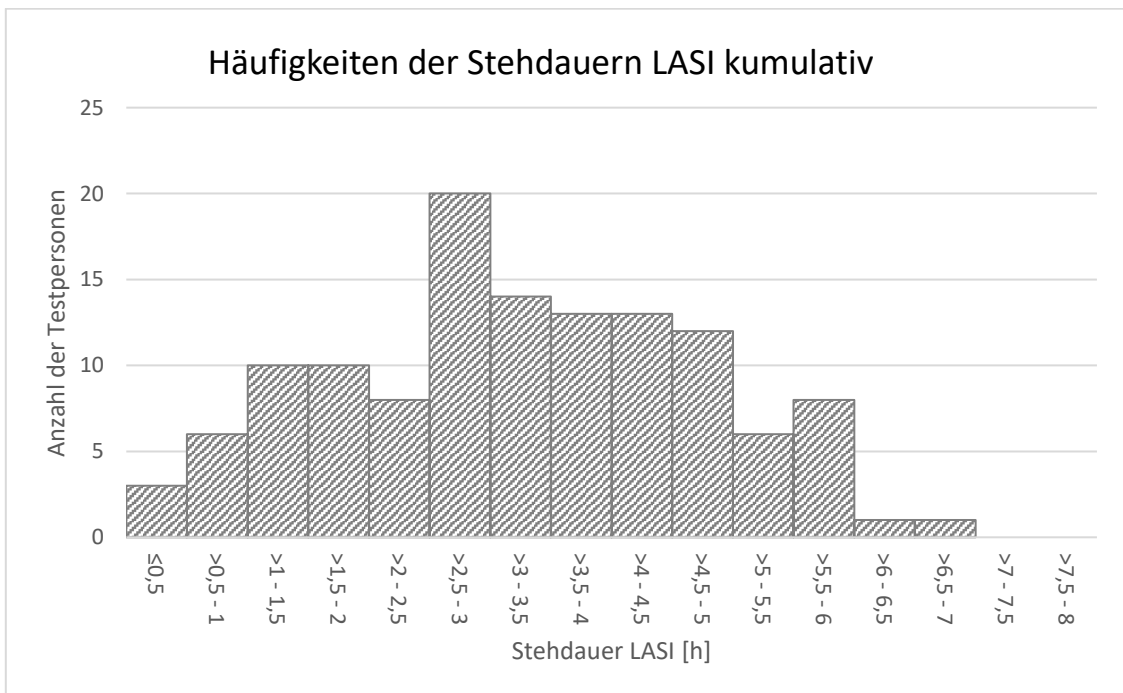
AMR: Arbeitsmedizinische Regeln

Abbildung 7: Häufigkeiten der Stehdauern LMM kumulativ



LMM: Leitmerkmalsmethode

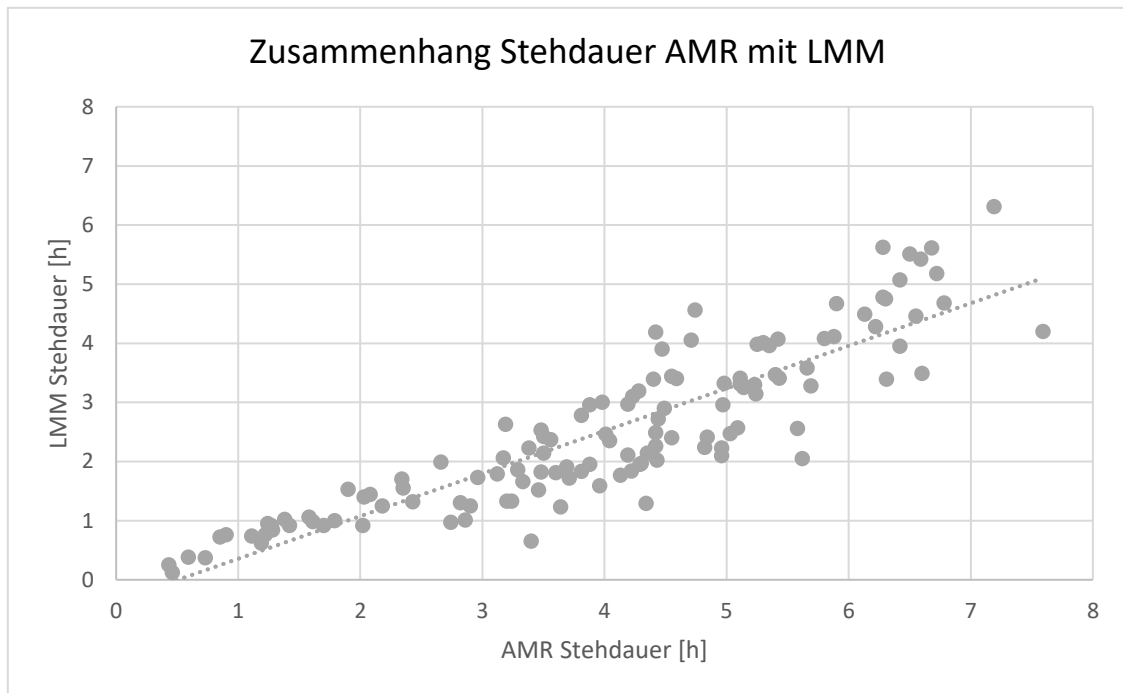
Abbildung 8: Häufigkeiten der Stehdauern LASI kumulativ



LASI: Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik

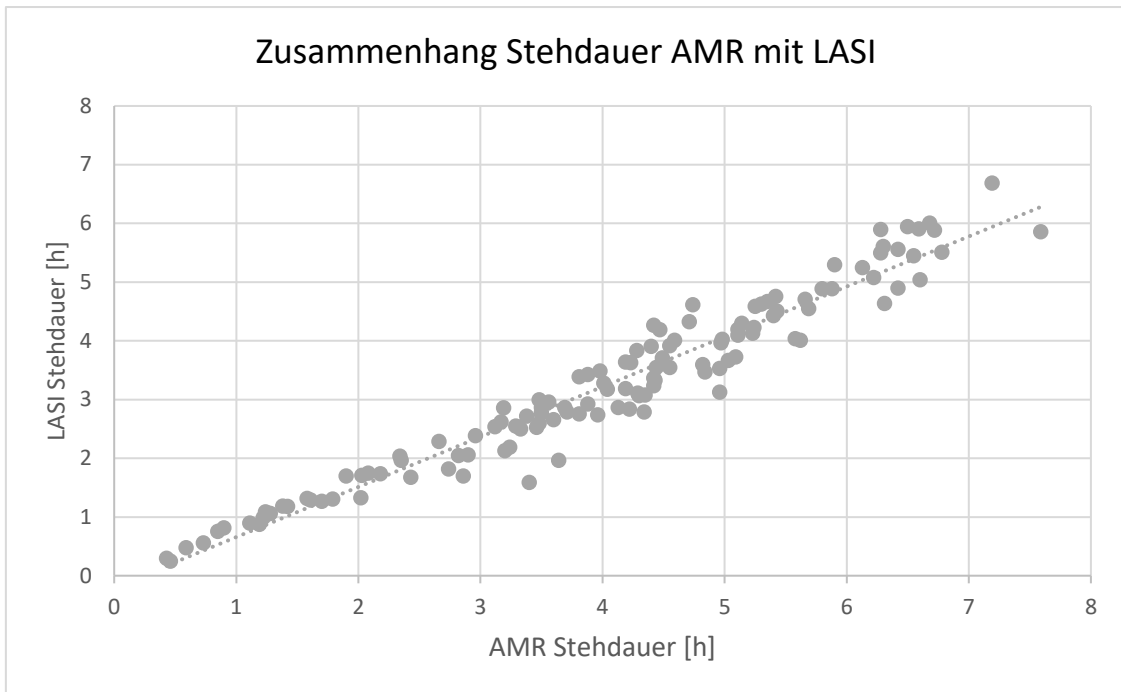
**Grafische Darstellung des Zusammenhangs der Stehdauer der unterschiedlicher Risikobeurteilungsansätze durch Punktwolken (Abbildung 9-11)**

*Abbildung 9: Zusammenhang der Stehdauer AMR mit LMM*



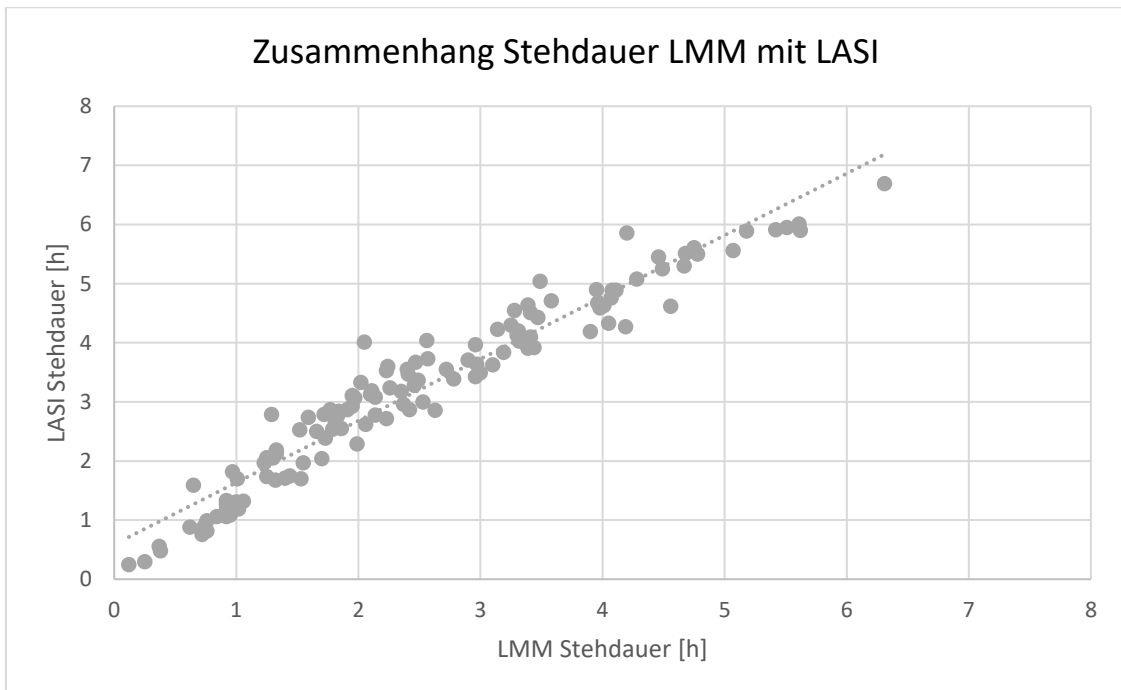
*AMR: Arbeitsmedizinische Regeln, LMM: Leitmerkmalsmethode*

Abbildung 10: Zusammenhang der Stehdauer AMR mit LASI



*AMR: Arbeitsmedizinische Regeln, LASI: Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik*

Abbildung 11: Zusammenhang der Stehdauer LMM mit LASI



*LMM: Leitmerkmalsmethode, LASI: Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik*

Alle Punkte der verschiedenen Korrelationen in den Punktwolken weisen eine allgemeine aufsteigende Tendenz auf, was auf eine positive Korrelation hindeutet. Im Anschluss wurden lineare Regressionsgeraden in die Punktwolken gelegt, um den vorhandenen linearen Zusammenhang zwischen den Stehdauern der Risikobeurteilungsansätze in den Punktwolken deutlich zu machen.

*Tabelle 11: Zusammenhang der Stehdauer der unterschiedlichen Risikobeurteilungsansätze durch Ermittlung des Korrelationskoeffizienten mit Hilfe der Pearson-Korrelation*

<b>Pearson-Korrelation</b>	<b>Korrelationskoeffizient (r)</b>	<b>Standardfehler des Schätzers</b>	<b>Sig.</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Korrigiertes R<sup>2</sup></b>	<b>Mittlere Differenz</b>
<b>AMR/LMM</b>	0,89	0,640	<0,001	0,79	0,79	0,74
<b>AMR/LASI</b>	0,97	0,399	<0,001	0,95	0,94	0,39
<b>LMM/LASI</b>	0,97	0,381	<0,001	0,94	0,93	0,35

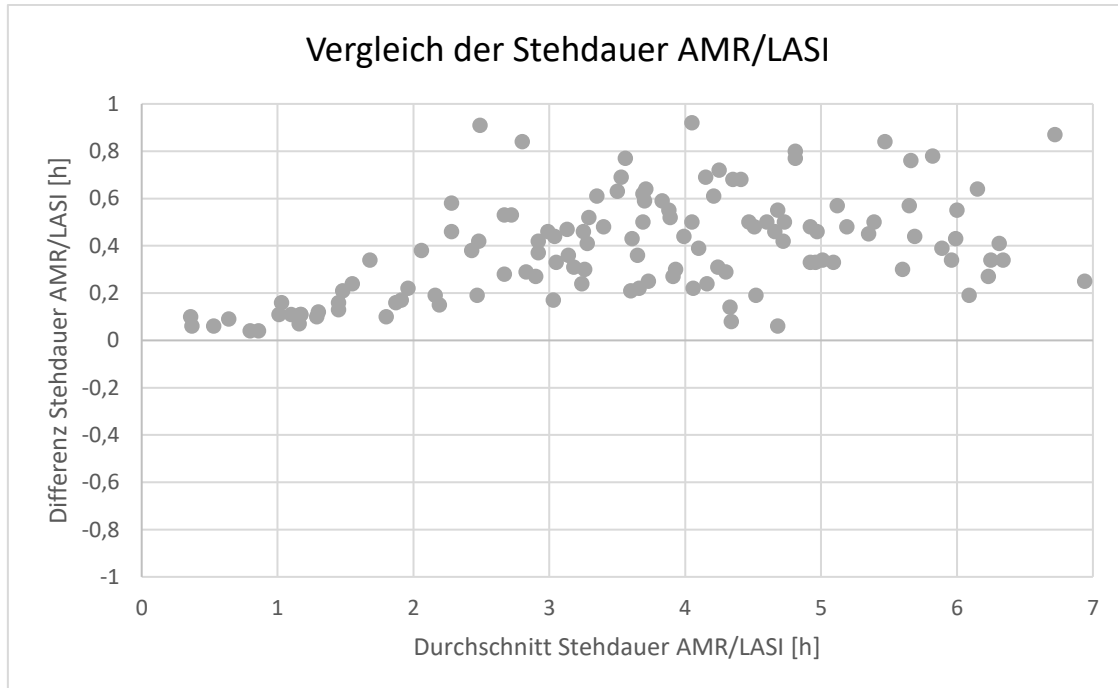
*AMR: Arbeitsmedizinische Regeln, LMM: Leitmerkmalsmethode, LASI: Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik, Sig.: Signifikant, Std.: Standard*

Die Stehdauern der Risikobeurteilungsansätze der AMR und LMM zeigen einen sehr starken Zusammenhang mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,89 (AMR/LMM). Die Stehdauern der Risikobeurteilungsansätze der AMR/ LASI und LMM/ LASI haben mit 0,97 (AMR/LASI) und 0,97 (LMM/LASI) einen annähernd perfekten Zusammenhang.

Bei dem nachfolgenden Bland-Altman-Plot beträgt die durchschnittliche Differenz zweier Stehdauern 0,74 Stunden (AMR/LMM), 0,39 Stunden (AMR/LASI) und 0,35 Stunden (LMM/LASI).

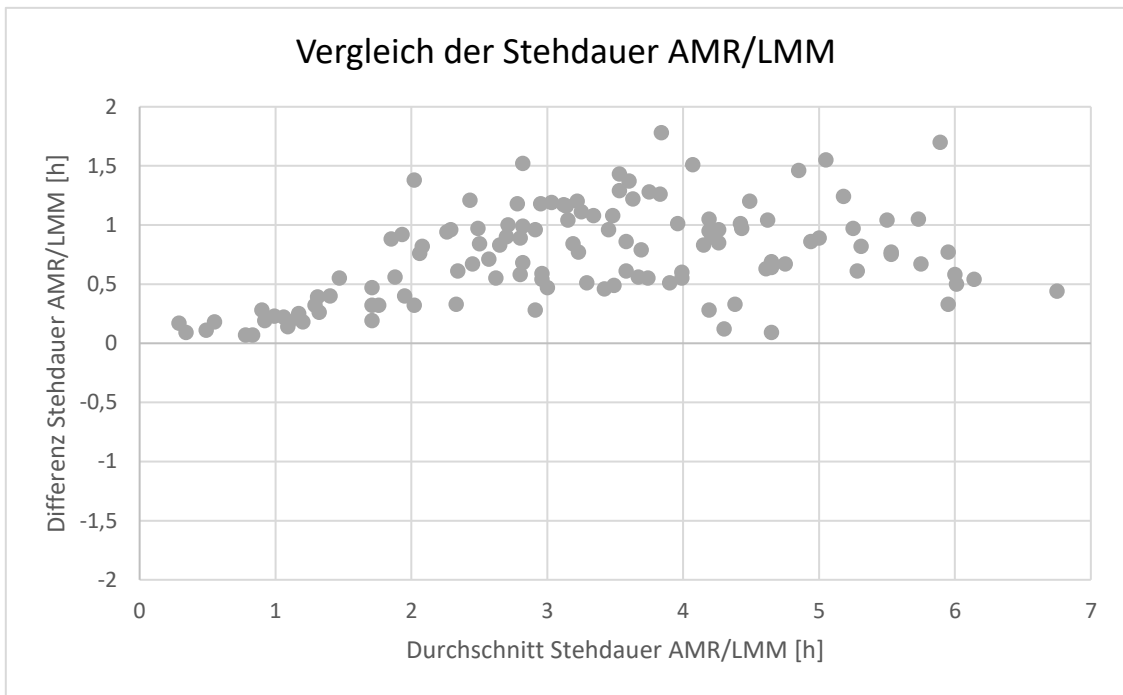
## Grafische Darstellung zum Vergleich der Stehdauer der unterschiedlichen Risikobeurteilungsansätze durch den Bland-Altman-Plot (Abbildung 12-14)

Abbildung 12: Vergleich der Stehdauer AMR/ LASI mit Hilfe des Bland-Altman-Plot



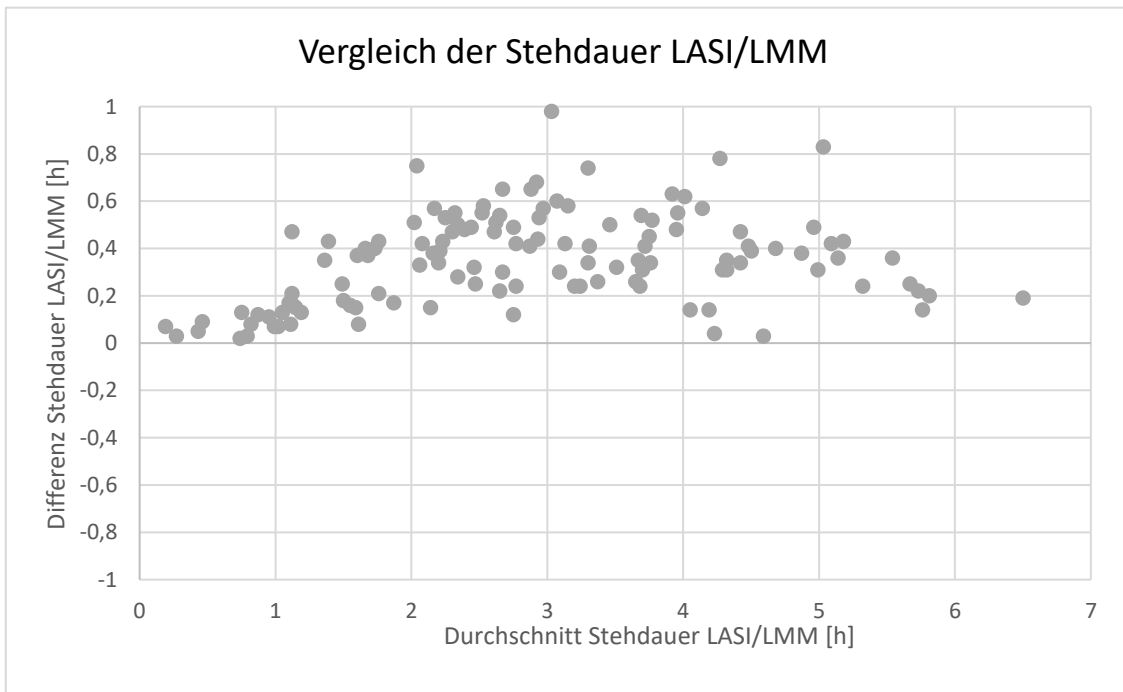
*AMR: Arbeitsmedizinische Regeln, LASI: Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik*

Abbildung 13: Vergleich der Stehdauer AMR/ LMM mit Hilfe des Bland-Altman-Plot



AMR: Arbeitsmedizinische Regeln, LMM: Leitmerkmalsmethode

Abbildung 14: Vergleich der Stehdauer LASI/ LMM mit Hilfe des Bland-Altman-Plot



LMM: Leitmerkmalsmethode, LASI: Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik

In den drei Diagrammen der Bland-Altman-Plots der Risikobeurteilungsansätze ist zu erkennen, dass die Differenz zu Beginn gegen Null liegt. Ab einer Stehdauer von etwa zwei Stunden steigt die Differenz deutlich an. Dies ändert sich ab einer Stehdauer von etwa vier Stunden, wo die Differenz der Stehdauer nicht weiter zunimmt. Insbesondere fällt auf, dass bei niedrigeren Durchschnitten der Stehdauer die Differenz zwischen den geprüften Risikobeurteilungsansätzen geringer ist. Im Gegensatz dazu steigt die Differenz der geprüften Risikobeurteilungsansätze, wenn der Durchschnitt der Stehdauer zu nimmt.

### **Risikofaktor arbeitsbedingter Stehexposition**

Folgend werden die Ergebnisse der zweiten Fragestellung erläutert, in welcher der Zusammenhang zwischen einer Varikose und den Einschlussfaktor der arbeitsbedingten Stehexposition dargestellt wird. In dem ersten Fragenkomplex wird auf die Prävalenz einer Varikose eingegangen, wohingegen in einem weiteren Fragenkomplex die Prävalenz der Ausprägung einer Varikose analysiert wird.

### **Prävalenz einer Varikose**

Im Folgenden wird der Zusammenhang der arbeitsbedingten Stehexposition anhand der Risikokategorien und der Prävalenz einer Varikose (CEAP-Klassifikation) als erstes anhand einer Kreuztabelle (Tabelle 12) und anschließend über Zusammenhangsanalysen (Tabelle 13) dargestellt. Schließlich werden die Odds Ratio für das Vorliegen einer Venenveränderung in den einzelnen Risikokategorien angeben (Tabelle 14).

### ***Gibt es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Prävalenz der Varikose und den Risikokategorien der Risikobeurteilungsansätze?***

*Tabelle 12: Kreuztabelle der Prävalenz einer Varikose in Abhängigkeit der verschiedenen Risikokategorien der Risikobeurteilungsansätze*

<b>Risikokategorie</b>	<b>N</b>	<b>C0</b>	<b>C1 + C2 + C3</b>
<b>AMR</b>			
1	19	5	14
2	38	13	25

3 + 4	68	12	56
<b>Gesamt</b>	125	30	95
<b>LMM</b>			
1	52	18	34
2	51	9	42
3 + 4	22	3	19
<b>Gesamt</b>	125	30	95
<b>LASI</b>			
1	37	14	23
2	47	9	38
3 + 4	41	7	34
<b>Gesamt</b>	125	30	95

*AMR: Arbeitsmedizinische Regeln, LMM: Leitmerkmalsmethode, LASI: Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik*

In der Kreuztabelle der Prävalenz der CEAP-Häufigkeiten zeigt sich ebenfalls die Tendenz, dass Testpersonen, welche weniger Stehen und somit in niedrigeren Risikokategorien zugeteilt sind, weniger Venenauffälligkeiten zeigen, als Testpersonen, welche in eine höhere Risikokategorie fallen.

*Tabelle 13: Zusammenhang zwischen Prävalenz der Varikose und Risikokategorien der drei Risikobeurteilungsansätze*

Risikobeurteilungs- Ansatz	Spearman-Rho ( $\rho$ )	p-Wert	95 % Konfidenzintervalle	
			Unterer	Oberer
<b>AMR</b>	0,19	0,018	0,04	1,00
<b>LMM</b>	0,21	0,010	0,06	1,00
<b>LASI</b>	0,21	0,011	0,05	1,00

*AMR: Arbeitsmedizinische Regeln, LMM: Leitmerkmalsmethode, LASI: Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik, Sig.: Signifikanz*

Die Ergebnisse machen deutlich, dass es einen signifikanten Zusammenhang zwischen den Risikokategorien der Risikobeurteilungsansätze der AMR, LMM und LASI und der Prävalenz einer Varikose gibt (AMR: p-Wert = 0,018; LMM: p-Wert = 0,010; LASI: p-Wert = 0,011). Die Stärke dieses Zusammenhangs liegt bei allen drei Risikobeurteilungsansätzen zwischen 0,1 und 0,3, was auf einen

schwachen Zusammenhang schließen lässt (AMR:  $\rho = 0,19$ ; LMM:  $\rho = 0,21$ ; LASI:  $\rho = 0,21$ ).

**Nimmt die Prävalenz der Varikose mit Zunahme der Risikokategorien signifikant zu?**

Tabelle 14: Kreuztabelle der Odds Ratio der Prävalenz einer Varikose in Abhängigkeit der verschiedenen Risikokategorien der Risikobeurteilungsansätze

Risiko- bereich	OR nicht adjustiert	P-Wert nicht adjustiert	OR Alter adjustiert	P-Wert Alter adjustiert
<b>AMR</b>				
1	1,00	-	1,00	-
2	0,69 (0,20 – 2,33)	0,547	0,91 (0,24 – 3,40)	0,886
3 + 4	1,67 (0,50 – 5,51)	0,403	1,88 (0,52 – 6,84)	0,335
<b>LMM</b>				
1	1,00	-	1,00	-
2	2,47 (0,99 – 6,19)	0,054	2,15 (0,80 – 5,76)	0,129
3 + 4	3,35 (0,87 – 12,87)	0,078	2,91 (0,68 – 12,50)	0,151
<b>LASI</b>				
1	1,00	-	1,00	-
2	2,57 (0,96 – 6,88)	0,060	5,57 (1,73 – 17,93)	0,004
3 + 4	2,96 (1,03 – 8,45)	0,043	3,08 (0,92 – 10,29)	0,067

AMR: Arbeitsmedizinische Regeln, LMM: Leitmerkmalsmethode, LASI: Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik, OR: Odds Ratio

**Unbereinigte Ergebnisse**

Einen signifikanten Unterschied von dem Risiko der Prävalenz einer Varikose der Referenzgruppe (=Risikokategorie 1) und den anderen Risikogruppen (2 und 3+4) der AMR und der LMM sind nicht feststellbar, die  $p$ -Werte liegen jeweils über dem festgelegten Signifikanzniveau von  $p < 0,05$ .

Bei dem Risikobeurteilungsansatz LASI gibt es ebenfalls keinen signifikanten Unterschied des Risikos der Prävalenz einer Varikose zu der Referenzgruppe und Risikokategorie 2 ( $p$ -Wert  $> 0,05$ ). Im Gegensatz dazu gibt es bei dem Risikobeurteilungsansatz LASI einen signifikanten Unterschied zwischen der

Referenzgruppe und den Risikokategorien 3+4. Der  $p$ -Werte liegen mit 0,043 unter dem festgelegten Signifikanzniveau.

Die OR bei der Risikokategorie 3+4 beträgt bei LASI 2,96 (1,03 – 8,45), was bedeutet, dass das Risiko eine Varikose zu haben für Beschäftigte in der Risikokategorie 3+4 dreimal so hoch ist wie in der Referenzgruppe.

#### *Bereinigte Ergebnisse, adjustiert mit dem Risikofaktor Alter*

Ein signifikanter Unterschied von dem Risiko der Prävalenz einer Varikose der Referenzgruppe (=Risikokategorie 1) und den anderen Risikogruppen (2 und 3+4) der AMR und der LMM ist nicht feststellbar, die  $p$ -Werte liegen jeweils über dem festgelegten Signifikanzniveau von  $p < 0,05$ .

Im Gegensatz dazu gibt es bei dem Risikobeurteilungsansatz LASI einen signifikanten Unterschied zwischen der Referenzgruppe und den Risikokategorien 2. Der  $p$ -Wert liegt mit 0,004 unter dem festgelegten Signifikanzniveau. Bei der Betrachtung der Referenzgruppe und der Risikokategorie 3+4 gibt es wiederum keinen signifikanten Unterschied des Risikos einer Varikose ( $p$ -Wert  $> 0,05$ ).

Die OR bei der Risikokategorie 2 beträgt bei LASI 5,57 (1,73 – 17,93), was bedeutet, dass das Risiko für Beschäftigte in der Risikokategorie 2 mehr als fünfmal so hoch ist eine Varikose zu entwickeln, verglichen mit der Referenzgruppe.

#### **Prävalenz der Ausprägung einer Varikose**

Nachfolgend wird der Zusammenhang der arbeitsbedingten Stehexposition anhand der Risikokategorien und der Prävalenz der Ausprägung einer Varikose (CEAP-Klassifikation) zunächst anhand einer Kreuztabelle (Tabelle 15) und im Anschluss über Zusammenhangsanalysen (Tabelle 16) dargestellt. Ferner werden die Odds Ratio für die Prävalenz der Ausprägung einer Varikose in den einzelnen Risikokategorien angegeben (Tabelle 17).

Tabelle 15: Kreuztabelle der Prävalenz der Ausprägung der Varikose in Abhängigkeit der verschiedenen Risikokategorien der Risikobeurteilungsansätze

	Risikobeurteilung	C0	C1	C2 + C3	Gesamt
<b>AMR</b>	1	5	10	4	19
	2	13	21	4	38
	3	12	31	8	51
	4	0	7	10	17
<b>Gesamt</b>		30	69	26	125
<b>LMM</b>	1	18	26	8	52
	2	9	35	7	51
	3	3	8	10	21
	4	0	0	1	1
<b>Gesamt</b>		30	69	26	125
<b>LASI</b>	1	14	17	6	37
	2	9	34	4	47
	3	7	16	8	31
	4	0	2	8	10
<b>Gesamt</b>		30	69	26	125

*AMR: Arbeitsmedizinische Regeln, LMM: Leitmerkmalsmethode, LASI: Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik*

In der Kreuztabelle der CEAP-Häufigkeiten zeigt sich eine Tendenz, dass Testpersonen, welche weniger Stehen und somit niedrigeren Risikokategorien zugeteilt sind, weniger ausgeprägte Venenauffälligkeiten zeigen, als Testpersonen, welche einen höheren Stehanteil haben. In dem Risikobeurteilungsansatz der AMR fallen mehr Testpersonen in höhere Risikokategorien verglichen mit den Ansätzen der LMM und LASI. Hingegen zeigen sich in dem Risikobeurteilungsansatz der LMM mehr Testpersonen in den tieferen Risikokategorien mit lediglich einer Testperson in der Risikokategorie 4. Der Ansatz LASI liegt in seiner Verteilung der Stehbeurteilung zwischen den Ansätzen der AMR und LMM.

**Gibt es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Prävalenz der Ausprägung einer Varikose und den Risikokategorien der Risikobeurteilungsansätze?**

Tabelle 16: Zusammenhang zwischen Prävalenz der Ausprägung der Varikose und Risikokategorien der drei Risikobeurteilungsansätze

Risikobeurteilungsansatz	Spearman-Rho ( $\rho$ )	p-Wert	95 % Konfidenzintervalle	
			Unterer	Oberer
AMR	0,26	0,002	0,11	1,00
LMM	0,27	0,001	0,12	1,00
LASI	0,30	<0,001	0,15	1,00

AMR: Arbeitsmedizinische Regeln, LMM: Leitmerkmalsmethode, LASI: Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik, Sig.: Signifikanz

Die Ergebnisse machen deutlich, dass es einen signifikanten Zusammenhang zwischen den Risikokategorien der Risikobeurteilungsansätzen der AMR, LASI und LMM und der Prävalenz der Ausprägung einer Varikose gibt (AMR:  $p$ -Wert = 0,002; LMM:  $p$ -Wert = 0,001; LASI:  $p$ -Wert = <0,001). Die Stärke des Zusammenhangs liegt bei den Risikobeurteilungsansätzen der AMR und LMM zwischen 0,1 und 0,3, was auf einen schwachen Zusammenhang hindeutet (AMR:  $\rho$  = 0,26; LMM:  $\rho$  = 0,27). Bei dem Risikobeurteilungsansatz LASI zeigt sich hingegen ein mittelstarker Zusammenhang (LASI:  $\rho$  = 0,3).

**Nimmt die Prävalenz der Ausprägung einer Varikose mit Zunahme der Risikokategorien signifikant zu?**

Tabelle 17: Kreuztabelle der Odds Ratio der Prävalenz der Ausprägung einer Varikose in Abhängigkeit der verschiedenen Risikokategorien der Risikobeurteilungsansätze

Risiko-bereich	OR nicht adjustiert	P-Wert nicht adjustiert	OR Alter adjustiert	P-Wert Alter adjustiert
<b>AMR</b>				
1	1,00	-	1,00	-
2	0,59 (0,2 – 1,72)	0,331	0,72 (0,24 – 2,19)	0,565
3 + 4	1,53 (0,57 – 4,11)	0,404	1,58 (0,57 – 4,38)	0,381

<b>LMM</b>				
1	1,00	-	1,00	-
2	1,64 (0,77 – 3,5)	0,203	1,28 (0,59 – 2,81)	0,532
3 + 4	6,07 (2,19 – 16,86)	<0,001	4,87 (1,66 – 14,23)	0,004
<b>LASI</b>				
1	1,00	-	1,00	-
2	1,49 (0,64 – 3,44)	0,356	2,26 (0,93 – 5,49)	0,730
3 + 4	4,05 (1,64 – 9,99)	0,002	3,67 (1,44 – 9,33)	0,060

*AMR: Arbeitsmedizinische Regeln, LMM: Leitmerkmalsmethode, LASI: Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik, OR: Odds Ratio*

### *Unbereinigte Ergebnisse*

Einen signifikanten Unterschied von dem Risiko der Prävalenz der Ausprägung einer Varikose der Referenzgruppe (=Risikokategorie 1) und den anderen Risikogruppen (2 und 3+4) der AMR ist nicht feststellbar, die  $p$ -Werte liegen jeweils über dem festgelegten Signifikanzniveau von  $p < 0,05$ .

Bei den Risikobeurteilungsansätzen der LMM und LASI gibt es ebenfalls keinen signifikanten Unterschied des Risikos der erhöhten Ausprägung einer Varikose als zu der Referenzgruppe und Risikokategorie 2 ( $p$ -Wert  $> 0,05$ ). Im Gegensatz dazu gibt es bei beiden Risikobeurteilungsansätzen signifikante Unterschiede zwischen der Referenzgruppe und den Risikokategorien 3+4. Die  $p$ -Werte liegen mit  $<0,001$  und  $0,002$  unter dem festgelegten Signifikanzniveau.

Der OR bei der Risikokategorie 3+4 beträgt bei der LMM 6,07, was bedeutet, dass das Risiko für Beschäftigte in den Risikokategorien 3+4 6-mal so hoch ist eine höhere Intensität einer Varikose zu entwickeln wie in der Referenzgruppe. Die gleiche Tendenz zeigt sich bei dem Risikobeurteilungsansatz LASI, wo der OR in der Risikogruppe 3+4 einen Wert von 4,05 hat, somit etwa das Vierfache Risiko verglichen zu der Referenzgruppe.

### *Bereinigte Ergebnisse, adjustiert mit dem Risikofaktor Alter*

Einen signifikanten Unterschied von dem Risiko einer erhöhten Ausprägung einer Varikose zwischen der Referenzgruppe (=Risikokategorie 1) und den anderen Risikogruppen (2 und 3+4) der AMR und der LASI kann nicht festgestellt werden, da die  $p$ -Werte jeweils über dem festgelegten Signifikanzniveau von  $p < 0,05$  liegen.

Bei dem Risikobeurteilungsansatz der LMM gibt es ebenfalls keinen signifikanten Unterschied des Risikos einer erhöhten Ausprägung einer Varikose der Referenzgruppe und Risikokategorie 2 ( $p$ -Wert  $> 0,05$ ). Im Gegensatz dazu gibt es bei dem Risikobeurteilungsansatz der LMM einen signifikanten Unterschied zwischen der Referenzgruppe und den Risikokategorien 3+4. Der  $p$ -Werte liegt mit 0,004 unter dem festgelegten Signifikanzniveau.

Der OR bei dem Risikokategorie 3+4 beträgt bei der LMM 4,87 (1,66 – 14,23), was bedeutet, dass das Risiko für Beschäftigte der Risikokategorie 3+4 fast 5-mal so hoch ist eine höher ausgeprägte Venenkrankheit zu entwickeln wie in der Referenzgruppe.

### **Zusammenhang zwischen der Prävalenz der Ausprägung einer Varikose und den Risikofaktoren unabhängig von der arbeitsbedingten Stehexposition**

Im Anschluss werden die Ergebnisse der dritten Fragestellung, ob es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Prävalenz der Ausprägung einer Varikose und den Risikofaktoren unabhängig von der arbeitsbedingten Stehexposition (Alter, BMI, Geschlecht, positive Familienanamnese und Berufsdauer) gibt, dargestellt. Dafür werden folgend die Zusammenhangsanalysen (Tabelle 18) aufgeführt.

In den Ergebnissen in (Tabelle 18) zeigt sich, dass nur der Risikofaktor Alter mit  $p < 0,001$  signifikant ist. Die anderen Risikofaktoren BMI, Geschlecht, positive Familienanamnese und Berufsdauer sind in dieser Stichprobe nicht signifikant.

Tabelle 18: Risikofaktorenanalyse

Risiko- beurteilungs- ansätze	Risiko- faktoren	Schätzer	Std- Fehler	Sig.	Konfidenzintervall 95 %	
					Unter- Grenze	Ober- grenze
<b>AMR</b>	Alter	0,12	0,03	0,000	0,06	0,19
	BMI	0,02	0,05	0,692	-0,08	0,13
	Geschlecht	-0,03	0,44	0,950	-0,90	0,84
	positive Familien- anamnese	0,28	0,37	0,445	-0,44	1,00
	Berufsjahre	0,00	0,00	0,735	-0,00	0,01
<b>LMM</b>	Alter	0,12	0,03	0,000	0,06	0,18
	BMI	0,03	0,05	0,576	-0,07	0,13
	Geschlecht	-0,10	0,44	0,812	-0,97	0,76
	positive Familien- anamnese	0,32	0,37	0,391	-0,41	1,04
	Berufsjahre	0,00	0,00	0,745	-0,00	0,01
<b>LASI</b>	Alter	0,12	0,03	0,000	0,06	0,19
	BMI	0,01	0,05	0,817	-0,09	0,12
	Geschlecht	-0,01	0,45	0,981	-0,88	0,86
	positive Familien- anamnese	0,25	0,37	0,498	-0,48	0,98
	Berufsjahre	0,00	0,00	0,761	-0,004	0,01

AMR: Arbeitsmedizinische Regeln, LMM: Leitmerkmalsmethode, LASI: Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik, BMI: Body Mass Index, Sig.: Signifikanz, Std.: Standard

## Vergleich der Risikobeurteilungsansätze

Im Folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der vierten Fragestellung, welcher Risikobeurteilungsansatz am besten geeignet ist, um einen Zusammenhang zwischen andauernder Steharbeit und einer Varikose zu beschreiben, dargestellt.

Im *t*-Test zeigt sich zwischen den Korrelationen der Stehdauer der Risikobeurteilungsansätzen der AMR und LMM im Hinblick auf die Ausprägung einer Varikose kein signifikanter Unterschied  $0,73 \ t (122) = -0,34, p = 0,73$ . In den Korrelationen der LMM und LASI kann man ebenfalls keinen signifikanten Unterschied feststellen  $0,21 \ t (122) = -1,26, p = 0,21$ . In den Korrelationen der AMR und LASI dagegen ließ sich ein signifikanter Unterschied feststellen  $0,04 \ t (122) = -2,08, p = 0,04$ , was bedeutet, dass der Risikobeurteilungsansatz der LASI besser mit der Ausprägung einer Varikose korreliert als der Risikobeurteilungsansatz der AMR.

*Tabelle 19: Plausibilitätsprüfung der verschiedenen Risikobeurteilungsansätze den Zusammenhang zwischen der Risikokategorien zur Stehdauer und einer Varikose mit Hilfe des Likelihood-Quotienten zu erfassen*

<b>Risikobeurteilungsansatz</b>	<b>Likelihood-Quotient</b>	<b>Df</b>	<b>p-Wert</b>
<b>AMR</b>	21,55	6	0,001
<b>LMM</b>	17,76	6	0,007
<b>LASI</b>	28,64	6	<0,001

*AMR: Arbeitsmedizinische Regeln, LMM: Leitmerkmalsmethode, LASI: Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik, Df: Degree of freedom, Sig.: Signifikanz*

Alle *p*-Werte des Likelihood-Quotienten liegen unter dem Signifikanzniveau von  $p = 0,05$  und sind somit signifikant. Dies bedeutet, dass alle drei Risikobeurteilungsansätze dafür geeignet sind, den Zusammenhang zwischen der Risikokategorien zur Stehdauer und der Varikose zu beschreiben.

## 4. Diskussion

### **Studienpopulation**

Insgesamt wurden 125 Testpersonen in die Studie eingeschlossen. In vergleichbaren Studien finden sich ähnlich große Studienpopulationen mit 197 und 203 Testpersonen (Ebrahimi et al., 2015; Sharif Nia et al., 2015). Eine andere Studie hatte dagegen mit 35.000 Testpersonen ein weitaus größeres Probandenkollektiv. Dies hat jedoch den Nachteil, dass im Rahmen der Studie deutlich zeitsparende und einfachere Messmethoden verwendet wurden verglichen zu der vorliegenden Studie (Tabatabaeifar et al., 2015).

Das Ziel der vorliegenden Arbeit besteht darin, die Validität der Risiko- beurteilungsansätze der AMR, LMM und LASI zur Einteilung der arbeits- bedingten Stehexposition in Risikokategorien im Zusammenhang mit dem Venenstatus zu validieren. Daher wurden in der Studie lediglich Arbeitnehmer und Arbeitnehmerinnen eingeschlossen. In vergleichbaren Studien wurden ebenfalls Testpersonen am Arbeitsplatz untersucht (Ebrahimi et al., 2015; Sharif Nia et al., 2015; Yun et al., 2018), wohingegen bei anderen Studien die Testpersonen aus einem Wohngebiet oder einem Krankenhausregister aus- gewählt wurden (Kohno et al., 2014; Tabatabaeifar et al., 2015). In dem eingeschlossenen Probandenkollektiv der vorliegenden Studie wurden Test- personen aus unterschiedlichen Berufsbranchen eingeschlossen, was deutlich realitätsgetreuer ist als in vergleichbaren Studien bei denen die Kohorte lediglich aus einer Berufsgruppe wie beispielsweise Friseurinnen oder Pflegepersonal stammt (Ebrahimi et al., 2015; Sharif Nia et al., 2015; Yun et al., 2018). Das Probandenkollektiv dieser Studie ist nicht darauf ausgelegt bevölkerungs- repräsentativ für Deutschland zu sein, wie etwa die Bonner Venenstudie (Rabe et al., 2003). Vielmehr sollen Risikobewertungsansätze bei arbeitsbedingten Steharbeit verglichen und deren Validität zur Risikoeinschätzung venöser Veränderungen in der arbeitenden Bevölkerung aufzuzeigen. Die Testpersonen wurden nicht zufällig ausgewählt, sondern wurden für die Studie rekrutiert. Dadurch besteht ebenfalls die Möglichkeit von Verzerrungen in den Ergebnissen.

## **Zusammenhang zwischen der Stehdauer der Risikobeurteilungsansätze**

Im folgenden Abschnitt wird die erste Fragestellung, ob es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Stehdauer der Risikobeurteilungsansätze der AMR, LMM und LASI gibt, diskutiert.

Die Mittelwerte der Stehdauern der Risikobeurteilungsansätze lassen sich in der folgenden absteigenden Rangfolge einordnen: AMR kumulativ, LASI kumulativ, LMM kumulativ, AMR max und LASI max (Tabelle 9). Es zeigt sich, dass der kumulative AMR Risikobeurteilungsansatz mit seiner Stehdefinition am großzügigsten ist, da er in seiner Stehdefinition eine Gehstrecke von 5 m erlaubt. Im Gegensatz dazu wird die Stehdefinition der kumulativen LASI bereits unterbrochen, wenn ein einzelner Schritt gegangen wird. Auch die Stehdefinition der kumulativen LMM ist deutlich strenger und schreibt ein Stehen am Stück von mindestens 10 Sekunden vor. Durch diese deutlich striktere Definition zeigt sich eine geringere durchschnittliche Stehdauer. Der Mittelwert der maximalen Stehdauer der Risikobeurteilungsansätze der AMR und LASI fallen sehr klein aus. Dies verdeutlicht, dass Beschäftigten ihre statischen Stehanteile immer wieder durch dynamischen Gehanteile unterbrechen und somit der reine statische Stehanteil als sehr gering beurteilt werden kann. Diese Differenzierung zwischen einem statischen und dynamischen Stehanteil sollte daher in einer Stehdefinition unbedingt berücksichtigt werden.

Die Ergebnisse der variierenden Stehdauer machen die Unterschiede der Risikobeurteilungsansätze der AMR, LMM und LASI deutlich. Genauer lassen sich diese Differenzen auf die verschiedenen Stehdefinitionen, die von den jeweiligen Risikobeurteilungsansätzen als Grundlage genutzt werden, zurückführen. Jeder Risikobeurteilungsansatz verwendet seine eigenen Kriterien, um die Stehdauer zu definieren, was schlussendlich zu den beobachteten Unterschieden innerhalb der Ergebnisse der Stehdauer führt.

Beim Vergleich der durchschnittlichen Stehdauern fiel auf, dass es größere Abweichungen bei den maximal gemessenen Stehdauern der AMR und LASI

gab, welche im Gegensatz zu den kumulativ gemessenen Stehdauern sehr kurz ausfielen. Diese beiden maximalen Stehdauern der AMR und LASI, welche durch ununterbrochenes statisches Stehen geprägt sind, wurden in einem nächsten Schritt als unrealistisch eingestuft und daher aus der weiteren Analyse ausgeschlossen. Es zeigt sich, dass eine präzise Definition der Steharbeit als Grundlage für alle darauf aufbauenden Forschungen enorm wichtig ist, da sie einen erheblichen Einfluss auf die Ergebnisse der Stehdauern der einzelnen Studien hat.

Bei der Betrachtung der Korrelationskoeffizienten zwischen den Ansätzen (AMR/LMM, AMR/LASI, LMM/LASI) zeigt sich, dass die Korrelationen der AMR und LMM mit LASI nahezu einen perfekten Zusammenhang zeigen (Tabelle 11). Zwischen den Risikobeurteilungsansätzen der AMR/LMM selbst gibt es jedoch größere Unterschiede. Das kann darauf hinweisen, dass LASI und AMR sowie LASI und LMM ähnlichere Definitionen für das Stehen verwenden, während die Kriterien der AMR und LMM insgesamt weiter voneinander abweichen. Die durchschnittlichen Differenzen zwischen den Ansätzen werden ebenfalls durch den Bland-Altman-Plot verdeutlicht. Gerade bei Beschäftigten mit einem hohen Stehanteil und daher besonders gefährdeten Risikogruppe werden die Unterschiede der Stehdauern der Risikobeurteilungsansätze größer. Diese Ergebnisse verdeutlichen erneut die Bedeutung einer präzisen Definition von Stehen, um besonders gefährdete Risikogruppen vor Venenkrankheiten zu schützen.

## **Risikofaktor arbeitsbedingter Stehexposition**

### **Prävalenz einer Varikose**

#### ***Gibt es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Prävalenz der Varikose und den Risikokategorien der Risikobeurteilungsansätze?***

Die Prävalenz der Varikose kommt in dieser Studie bei etwa drei von vier Testpersonen vor. Dies stimmt mit den Häufigkeiten der Prävalenz einer anderen Studie überein, welche den Venenstatus ebenfalls mittels der CEAP-Klassifikation visuell erhoben hat (Sharif Nia et al., 2015). In Studien, welche den Venenstatus mit Hilfe der Duplexsonografie erhoben haben, war die Prävalenz

der Varikose mit 20,1 % und 16,2 % deutlich niedriger (Kohno et al., 2014; Yun et al., 2018) als in Studien mit einer visuellen Erhebung des Venenstatus. In einer Studie mit einer visuellen Erhebung durch die Kategorisierung in Schwierigkeitsgrade (Unterscheidung zwischen keiner, milder oder schwerer Varikose), hatte dagegen fast jede zweite Testperson eine Varikose (47,7 %) (Ebrahimi et al., 2015). Aus den unterschiedlichen Häufigkeiten der Prävalenz in den Ergebnissen zeigt sich, dass das Messinstrument und die verwendete Klassifikation eine entscheidende Bedeutung haben, um den Venenstatus zu erfassen. Es lässt sich vermuten, dass Studien mit einem visuell erhobenen Messinstrument insgesamt eine höhere Prävalenz an Venenleiden zeigen, als Studien, welche den Venenstatus mit einer Duplexsonografie erhoben haben. Dies könnte daran liegen, dass bei der Duplexsonografie ein Reflux von 0,5 Sekunden definiert ist, damit eine Varikose diagnostiziert werden kann. Durch dieses Vorgehen werden nicht immer alle Stadien der Venenkrankheiten als Varikose gewertet. Dies gilt besonders für die frühen Stadien einer Varikose wie dem C1 Stadium, wo sich lediglich Teleangiectasien und retikuläre Venen zeigen, nicht aber ein vermehrter Rückfluss des Blutes.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse zur Prüfung eines Zusammenhangs zwischen der Prävalenz der Varikose und der Risikokategorien der AMR, LMM und LASI (Tabelle 13) zeigt sich, dass diese miteinander in Zusammenhang stehen, jedoch nur leicht miteinander korrelieren.

### ***Nimmt die Prävalenz der Varikose mit Zunahme der Risikokategorien signifikant zu?***

In einem weiteren Schritt wurde geprüft, ob die Prävalenz einer Varikose mit Zunahme der Risikokategorien signifikant zunimmt. Aus den Ergebnissen (Tabelle 14) wird deutlich, dass die Ergebnisse sich in den Risikobeurteilungsansätzen voneinander unterscheiden. Die AMR und LMM zeigten keinen signifikanten Unterschied in der Prävalenz zwischen den Risikokategorien, was darauf hindeutet, dass diese Ansätze die Stehdauer nicht als entscheidenden Faktor für eine Varikose sehen. Im Gegensatz dazu, zeigt der Risikobeurteilungs-

ansatz LASI einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Stehdauer und der Prävalenz der Varikose in der Risikokategorie 2. Die erhöhte OR für die Kategorie 2 verdeutlicht die Bedeutung andauernder Steharbeit nach den Kriterien der LASI. Die unterschiedlichen Ergebnisse zwischen den Risiko-beurteilungsansätzen sind durch ihre unterschiedlichen Definitionen der Steharbeit bedingt.

Ähnliche Ergebnisse zeigen sich in einer vergleichbaren Studie, welche die Prävalenz einer Varikose im Zusammenhang der Stehdauer geprüft hat. Hier gab es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Gruppe mit über vier Stunden Steharbeit verglichen zur Referenzgruppe, welche unter zwei Stunden stand. Das Risiko der Entstehung einer Varikose war um den Faktor 3,8 erhöht, verglichen zur Referenzgruppe. Im Kontrast dazu konnte bei dieser Studie jedoch kein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe mit zwei bis vier Stunden Stehdauer festgestellt werden (Sharif Nia et al., 2015).

### **Prävalenz der Ausprägung einer Varikose**

#### ***Gibt es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Prävalenz der Ausprägung einer Varikose und den Risikokategorien der Risikobeurteilungsansätze?***

Die Zunahme der Ausprägung der Varikose kann mit Hilfe der verschiedenen CEAP-Klassifikationsstadien geprüft werden. Unter den 74 % der Testpersonen mit einer Varikose, fallen mehr als die Hälfte in das Stadium C1 (55,2 %). Jede fünfte Testperson befindet sich in Stadium C2+C3 (20,8 %). In einer vergleichbaren Studie, welche ebenfalls die CEAP-Klassifikation verwendete, fielen deutlich mehr Testpersonen in das Stadium C1 als in der vorliegenden Studie (55,2 % vs. 35,5 %) (Sharif Nia et al., 2015). Außerdem sind in der vergleichbaren Studie mehr Testpersonen von schwereren Venenleiden betroffen, sodass 34,5 % in das Stadium C2+C3 fallen verglichen mit der vorliegenden Studie 20,8 % (Sharif Nia et al., 2015). Zusätzlich kommt in der Studie das Stadium C4 mit 2,5 % vor, welches in der vorliegenden Studie nicht festgestellt werden konnte (Sharif Nia et al., 2015). Ein Grund für die

schwerwiegende Varikose könnte der höhere Anteil an Frauen in der Vergleichsstudie sein als bei der vorliegenden Studie (71,4 % vs. 63,2 %). Einige Studien weisen darauf hin, dass Frauen insgesamt ein höheres Risiko an einer Varikose zu erkranken haben als Männer (Kohno et al., 2014; Sharif Nia et al., 2015).

Bei der Prüfung, ob es einen Zusammenhang zwischen der Ausprägung der Varikose und den Risikokategorien der Risikobeurteilungsansätze gibt, zeigt sich wie Tabelle 16 dargestellt ein signifikanter Zusammenhang. Es wird außerdem deutlich, dass die Stärke dieses Zusammenhangs zwischen den verschiedenen Risikobeurteilungsansätzen variiert. Ein mittelstarker Zusammenhang, welcher sich bei LASI ergab, könnte darauf hinweisen, dass dieser Risikobeurteilungsansatz besser geeignet ist, um die Variabilität der Varikose zu erklären als die Ansätze der AMR und LMM mit einem lediglich schwachen Zusammenhang.

### ***Nimmt die Prävalenz der Ausprägung einer Varikose mit Zunahme der Risikokategorien signifikant zu?***

Bei der Fragestellung, ob die Ausprägung der Varikose mit Zunahme der Risikokategorien signifikant zunimmt, gab es Unterschiede zwischen den unbereinigten und den bereinigten Ergebnissen, weshalb diese getrennt voneinander interpretiert werden.

#### ***Unbereinigte Ergebnisse***

Die unbereinigten Ergebnisse in Tabelle 17 zeigen, dass es bei der AMR keinen signifikanten Unterschied in der Ausprägung der Varikose zwischen der Referenzgruppe und den Risikokategorien gibt. Daraus lässt sich vermuten, dass die Stehdauer der AMR als einziger Risikofaktor nicht ausreicht, um einen signifikanten Einfluss auf die Ausprägung der Varikose zu haben. Dies spiegelt sich ebenfalls in der Risikokategorie 2 bei den unbereinigten Ergebnissen der LMM als auch LASI wider. In der Risikokategorie 3+4 treten im Kontrast dazu signifikante Unterschiede auf. Dies deutet möglicherweise darauf hin, dass eine

längere Stehdauer in höheren Risikokategorien mit einem Risiko einer erhöhten Ausprägung der Varikose assoziiert ist.

### *Bereinigte Ergebnisse*

Nach der Anpassung der Ergebnisse durch den Risikofaktor Alter sind die signifikanten Unterschiede bei der AMR und LASI nicht mehr vorhanden, lediglich bei dem Risikobeurteilungsansatz LMM in der Risikokategorie 3+4. Daraus lässt sich schließen, dass das Alter ein wichtiger Risikofaktor in der Beziehung zwischen Stehdauer und der Ausprägung einer Varikose ist und daher unbedingt bei der Auswertung berücksichtigt werden sollte. Die stetige Signifikanz bei der LMM in der Risikokategorie 3+4 unterstreicht den Zusammenhang andauernder Steharbeit und der Ausprägung der Varikose, selbst nach Berücksichtigung anderer signifikanter Risikofaktoren wie dem Alter.

Eine ähnliche Tendenz einer Zunahme der Ausprägung der Varikose zeigt sich in einer weiteren Studie, bei der das Risiko bei der Gruppe mit vier Stunden Stehdauer um den Faktor 2,3 zunimmt verglichen zur Referenzgruppe, welche weniger als zwei Stunden steht. Bei der Gruppe, welche zwischen zwei bis vier Stunden steht, welches die Risikokategorie 2 der vorliegenden Studie entspricht, konnte jedoch ebenfalls kein signifikanter Unterschied gefunden werden. Dies verdeutlicht, dass besonders längere Stehdauern ab vier Stunden einen größeren Effekt haben und kürzere Stehdauern möglicherweise keine Auswirkungen auf den Venenstatus haben (Sharif Nia et al., 2015).

### **Zusammenhang zwischen der Prävalenz der Ausprägung einer Varikose und den Risikofaktoren unabhängig von der arbeitsbedingten Stehexposition**

Folgend wird die dritte Fragestellung, ob es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Prävalenz der Ausprägung einer Varikose und den Risikofaktoren unabhängig von der arbeitsbedingten Stehexposition (Alter, BMI, Geschlecht, positive Familienanamnese und Berufsdauer) gibt, diskutiert.

Für die Beurteilung der Validität der verschiedenen Risikobewertungsansätze wurde in dieser Studie der Einfluss verschiedener Risikofaktoren auf eine Varikose geprüft. In den Ergebnissen (Tabelle 18) zeigt sich, dass lediglich der Risikofaktor Alter einen signifikanten Zusammenhang darstellte. Im Gegensatz dazu wird aus den Ergebnissen deutlich, dass die weiteren Risikofaktoren BMI, Geschlecht, positive Familienanamnese und die Berufsdauer in dieser Stichprobe nicht mit einer Varikose assoziiert sind.

Der signifikante Zusammenhang zwischen andauernder Steharbeit und der Varikose lässt darauf schließen, dass zunehmendes Alter mit einer höheren Wahrscheinlichkeit eines Venenleidens verbunden ist. Dieser signifikante Zusammenhang zwischen Alter und einer Varikose ließ sich ebenfalls durch andere vergleichbare Studien belegen (Sharif Nia et al., 2015; Tabatabaeifar et al., 2015).

Die anderen potenziellen Risikofaktoren wie das Geschlecht, eine positive Familienanamnese, der BMI und die Berufsjahre zeigten in den Ergebnissen keinen signifikanten Zusammenhang mit einer Varikose. Auch in anderen früheren Studien zeigten diese Risikofaktoren keine kontinuierliche Signifikanz, wohingegen andere Studien einen signifikanten Zusammenhang feststellen konnten (Huo Yung Kai et al., 2021). Diese Inkongruenzen der Ergebnisse können möglicherweise durch Unterschiede in den Stichprobenzusammensetzungen oder durch populationsbezogene Merkmale bestimmt werden. Die in dieser Studie teilnehmenden Probanden und Probandinnen zeigten beispielsweise keine schwerwiegenden chronischen Venenkrankheiten, sodass keine Werte über dem C3 der CEAP-Klassifikation auftraten.

### **Vergleich der Risikobeurteilungsansätze**

Im Anschluss wird die vierte Fragestellung diskutiert, welcher Risikobeurteilungsansatz am besten geeignet ist, um einen Zusammenhang zwischen andauernder Steharbeit und einer Varikose zu beschreiben.

Die Signifikanz aller Likelihood-Quotienten-P-Werte (Tabelle 19), welcher Ausschluss darüber gibt, ob die Risikobeurteilungsansätze geeignet sind, um

einen Zusammenhang zwischen den Risikokategorien der Stehexposition und der Varikose zu beschreiben, unterstreicht die Plausibilität aller drei Risikobeurteilungsansätze (AMR, LMM, LASI). Dies bestätigt die Eignung dieser Ansätze für die Risikobeurteilung einer Varikose bei arbeitsbedingter Stehexposition. Ziel war es ebenso die Frage zu klären, welcher Risikobeurteilungsansatz besser mit einer Varikose korreliert und somit geeigneter ist, die arbeitsbedingte Stehexposition und das damit verbundene venöse Gefährdungspotential zu beurteilen. Die *t*-Tests zwischen den Korrelationen der AMR und LMM, sowie der LMM und LASI zeigten keinen signifikanten Unterschied, woraus geschlossen werden kann, dass diese Risikobeurteilungsansätze qualitativ gleichwertig beurteilt werden können. Im Gegensatz dazu gab es im Vergleich zwischen den Korrelationen AMR und LASI einen signifikanten Unterschied. Dieses Ergebnis legt nahe, dass der Risikobeurteilungsansatz des LASI besser mit der Varikose korreliert als der Ansatz AMR. Aus dieser Erkenntnis lässt sich schlussfolgern, dass sich der Risikobeurteilungsansatz des LASI mit dessen Risikokategorisierung im Zusammenhang der Varikose besser eignet und daher die präziseren Ergebnisse liefert als der Risikobeurteilungsansatz der AMR. Um genauere Hintergründe über die Schlussfolgerung zu erlangen, warum der Risikobeurteilungsansatz des LASI besser geeignet ist, sollten weitere Untersuchungen gemacht werden. Es bleibt bisher noch ungeklärt, welche spezifischen Kriterien zur Überlegenheit der LASI-Methode beitragen. Eine Besonderheit und Unterschied des Risikobeurteilungsansatzes des LASI zu der AMR-Methode ist, dass das Stehen abgebrochen wird, sobald ein Schritt gegangen wird. Aus diesem Grund sollte in weiteren Untersuchungen besonders untersucht werden, wie ein reeller Schritt aussehen muss, damit die Muskelpumpe aktiviert wird und somit das Blut Richtung Herz gepumpt wird. Außerdem sollte untersucht werden wie hoch die Anzahl an Schritten sein muss, damit der Blutrückfluss und dadurch ein protektiver Effekt im Hinblick auf eine Varikose bestehen. Mit diesen Fragen beschäftigt sich eine Studie aus dem arbeitsmedizinischen Labor Tübingens. Die Erkenntnisse könnten dazu beitragen das Stehen in zukünftige Risikobeurteilungsansätze präziser zu

definieren und somit das Risiko einer Entwicklung von chronischen Venenkrankheiten durch Steharbeit zu reduzieren.

### **Sensorgestützte Erfassung der andauernden Stehdauer**

Eine Besonderheit dieser Studie im Vergleich zu bisherigen Studien ist, dass für die arbeitsbedingte Stehexposition durch Sensoren objektiv erfasst wurde. Dies ermöglicht eine präzisere Erfassung der Stehdauer und somit eine bessere Validierung der Risikobeurteilungsansätze. Auch in anderen arbeitsbezogenen Bereichen wurde eine sensorgestützte Expositionserfassung bereits erfolgreich angewendet. Eine randomisierte, kontrollierte Studie aus den Vereinigten Königreich hatte das Ziel, ein Programm mit Interventionen zum Reduzieren der Sitzdauer, zu validieren. Hierfür wurde auf kurze (drei Monate), mittlere (sechs Monate) und lange (zwölf Monate) Zeiträume die arbeitsbedingte Sitzexposition durch einen Beschleunigungssensor (Accelerometer) bei der Interventions- und Kontrollgruppe gemessen. In den Ergebnissen zeigte sich eine erfolgreich reduzierte Sitzdauer mit positiven arbeitsbezogenen und psychologischen Aspekten (Edwardson et al., 2022). In dieser und ähnlichen Studien wurde lediglich die Exposition einer Körperhaltung bei gesunden Testpersonen erfasst, wofür sich das Accelerometer sehr gut eignet (Edwardson et al., 2022; Hallman et al., 2015).

Bei weiteren durchaus komplexeren Messungen mit dem Accelerometer wie der Messung des Aktivitätsniveau, als auch bei besonderen Studienpopulation bietet das Accelerometer jedoch auch einige Herausforderungen, die bedacht werden sollten. Eine Studie, welche das Aktivitätsprofil zwischen gesunden und chronisch kranken Testpersonen vergleicht, zeigt auf, dass Grenzwerte der Accelerometer, welche die Testpersonen in die jeweiligen Aktivitätskategorien (z. B. wenig, mittlere oder intensive Aktivität) zwischen gesunden und chronisch kranken Personen variieren können, da der Ruheenergieverbrauch sich unterscheidet (Streng, 2019). Für zukünftige Vergleiche zwischen verschiedenen Gruppen von Probanden und Probandinnen wäre es daher wünschenswert, Grenzwerte zu haben, die an die spezifischen Merkmale der jeweiligen

Population angepasst werden können. Dies würde eine korrekte Klassifikation der durchgeführten Aktivitäten ermöglichen und die Vergleichbarkeit zwischen den Gruppen gewährleisten (Streng, 2019).

Ein Problem im Zusammenhang mit Accelerometern allgemein ist derzeit die fehlende Standardisierung, was zu einer schlechteren Vergleichbarkeit verschiedener Studienergebnisse führt (Streng, 2019). Ein wesentlicher Faktor dafür ist die nicht-standardisierte Durchführung von Kalibrierungsstudien, die dazu führt, dass für dieselben Accelerometer-Modelle verschiedene Grenzwerte entstehen (Kozey et al., 2010; Streng, 2019). Des Weiteren führen nicht einheitliche Definitionen in der Datenverarbeitung zu einer erschwerten Vergleichbarkeit der Ergebnisse (Streng, 2019).

Präzise einheitliche Definitionen sind nicht nur in der Accelerometrie wichtig, sondern wie diese Studie besonders hervorhebt auch für die Definition der Körperhaltungen in den Risikobeurteilungsansätzen. Die Stehdefinitionen der Risikobeurteilungsansätze waren sehr allgemein gehalten, wodurch eine Abgrenzung zwischen Gehen, dynamischen Stehen und statischen Stehen erschwert war. Zusätzlich bestand durch die unklaren Stehdefinitionen die Schwierigkeit die Angaben in präzise Kodierungen in MATLAB umzuwandeln. Um genauere Informationen über die Definitionen zu erlangen, wurden die Autoren der Risikobeurteilungsansätze kontaktiert. Außerdem wurden die Stehdefinitionen in einem Team von Experten und Expertinnen des Arbeitsmedizinischen Labors besprochen, um einen gemeinsamen Konsens zu erlangen. Mit Hilfe der Antworten der Autoren und dem Expertenteams wurde schlussendlich die Kodierung für den Aktigraphen durchgeführt.

## **Limitationen und Stärken der Studie**

### **Messinstrument CEAP-Klassifikation**

Als Messinstrument wurde für den Venenstatus die CEAP-Klassifikation verwendet. Diese dient als international anerkannte Methode zur Erfassung des Venenstatus, was zu einer Standardisierung der Ergebnisse führt. Des Weiteren

ist die CEAP-Klassifikation schnell durchführbar, weshalb sie im klinischen Alltag geläufig ist. Der Venenstatus wurde von verschiedenen Untersuchenden erhoben, was zugleich eine Stärke als auch Schwäche der Studie darstellt. Es spiegelt zum einen die Bedingungen des alltäglichen Klinikalltags in Deutschland wider, kann jedoch ebenfalls zu subjektiven Bewertungsdifferenzen führen. Um diese Differenzen zu reduzieren, erfolgte ein Teamtraining, indem geregelte Vorgaben festgelegt wurden und Unklarheiten besprochen wurden. Eine Prüfung der Gütekriterien dieser Messinstrumente wurde in einer weiteren Dissertation des arbeitsmedizinischen Labors der Universität Tübingen vorgenommen.

### **Messinstrument Aktigraph**

Ein weiteres Stärkemerkmale dieser Studie im Vergleich zu anderen ist der Einsatz des Aktigraphen als Messinstrument zur Erfassung der Stehdauer. Der Aktigraph bietet den Vorteil, dass er die Stehdauer objektiv erfassen kann. Dadurch kommt es zu keinen subjektiven Verzerrungen bei der Beurteilung der Stehdauer durch die Testperson.

Der Aktigraph wurde nach einer Einführung durch einen Experten oder Expertin von den Testpersonen selbst betätigt. Dabei muss auf die richtige Benutzung des Gerätes vertraut werden. Durch eine spätere Überprüfung der Aktigraphendaten wurde das Risiko einer falschen Trageweise ebenfalls reduziert. Der Aktigraph wurde ausgewählt, da er besonders dafür geeignet ist Stehen zu erfassen. Die genaue Funktionsweise des Aktigraphens wurde von der Firma ActiGraph auch nach mehrfacher Kontaktaufnahme nur begrenzt erklärt. Es blieb zunächst unklar, wie groß ein Schritt sein muss, um erkannt zu werden oder ob der Aktigraph auch Schritte des kontralateralen Beins erkennt. Da es keine genaueren Angaben des Herstellers gab, wurden eigene Testreihen durchgeführt, um die Funktionsweise des Aktigraphens besser zu verstehen. Auf dieser Grundlage wurden die Programmierungen auf MATLAB durchgeführt.

## **Zeitraumen**

Eine weitere Limitation dieser Studie ist der Zeitrahmen der Messzeit. Der Aktigraph wurde insgesamt 24 Stunden getragen, was lediglich einen Arbeitstag einschließt. Die Stehdauer kann in verschiedenen Berufen von Tag zu Tag variieren, weshalb die begrenzte Tragezeit gegebenenfalls nicht repräsentativ auf das gesamte Berufsleben der Testpersonen ist. Die in dieser Arbeit durchgeführte Validierung der Risikobeurteilungsansätze erfolgte im Rahmen einer Querschnittsstudie. Bislang wurde keine Validierung der Risikobeurteilungsansätze der AMR, LMM und LASI im Hinblick auf den Venenstatus durchgeführt, weshalb diese Querschnittsstudie einen ersten Eindruck über die Validität der Ansätze liefert und daher von extremer Bedeutung für den deutschen Arbeitsschutz ist. Trotzdem könnte eine Längsschnittstudie einen detaillierteren Einblick in das Stehverhalten der Beschäftigten ermöglichen, da sie im Vergleich zur Querschnittsstudie die Stehdauer über einen längeren Zeitraum erfasst. Eine Längsschnittstudie, die zur Verbesserung der Validierung der Risikobeurteilungsansätze beitragen könnte, wäre daher wünschenswert.

## **Fazit und Ausblick**

Folgend werden die Schlussfolgerungen der einzelnen Forschungsfragen kompakt zusammengefasst. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass es einen starken Zusammenhang zwischen den drei Risikobeurteilungsansätzen gibt, wobei unterschiedliche Stehdefinitionen zu Abweichungen untereinander führen. Daraus lässt sich schließen, dass die Definition von Stehen in der Arbeitswelt eine wichtige Rolle spielt, welche die Ergebnisse der Risikobeurteilungen erheblich beeinflusst. Die Unterschiede in den Ergebnissen der AMR, LMM und LASI weisen darauf hin, dass eine Standardisierung mit einer klaren Stehdefinition als Grundlage notwendig ist, um vergleichbare Ergebnisse zu erzielen. Hierzu sollte ebenfalls auf Unterschiede zwischen dynamischem und statischem Stehen eingegangen werden, da Gehen als protektiver Faktor im Hinblick auf Oedembildung gilt (Garcia et al., 2016; Stick et al., 1989; Wall et al., 2020). Es gilt zu klären, ab wann ein Schritt als „realer“ Schritt bewertet werden

kann und wie viele Schritte erfolgen müssen, um protektiv auf das Venensystem zu wirken. Um diese noch offenen Fragestellungen zu klären, ist noch weitere Forschung erforderlich.

Basierend auf den Ergebnissen dieser Auswertung, können weiterhin einheitliche Risikobeurteilungsansätze erarbeitet werden, sodass ein gemeinsamer Standard für die Bewertung der Stehdauer erstellt werden kann. Obwohl alle drei Risikobeurteilungsansätze der AMR, LMM und LASI dafür geeignet sind, den Zusammenhang zwischen arbeitsbedingter Stehexposition und einer Varikose zu beschreiben, lässt sich aus den vorliegenden Ergebnissen vermuten, dass der Risikobeurteilungsansatz des LASI dem Ansatz der AMR überlegen ist. Daher sollte als Leitfaden für weitere arbeitsmedizinische Regelungen, der Risikobeurteilungsansatz des LASI dem Ansatz des AMR vorgezogen werden, da dieser eine bessere Korrelation zwischen arbeitsbedingter Stehexposition und dem Venenstatus zeigte. Dies trifft jedoch nur zu, wenn die Definitionen für das Stehen so festgelegt sind wie in dieser Studie.

Durch die vorliegenden Ergebnisse aus der Studie wird außerdem deutlich, dass sowohl Alter als auch zum Teil andauernde Steharbeit als Risikofaktoren für eine Varikose identifiziert werden konnten. Bei der Betrachtung der Prävalenz gab es einen schwachen Zusammenhang zwischen der Prävalenz und den Risikokategorien der Risikobeurteilungsansätze. Ein schwacher bis mittelstarker Zusammenhang zeigte sich ebenso bei der Intensität, wobei er bei dem Risikobeurteilungsansatz der kumulativen Auslegung des LASI am stärksten ausgeprägt war.

Bei der Betrachtung der Prävalenz konnte die Stehdauer als Risikofaktor lediglich bei dem Risikobeurteilungsansatz des LASI identifiziert werden und bei der Intensität hingegen bei dem Risikobeurteilungsansatz der LMM. Bei den restlichen Risikokategorien hatte die Stehdauer keinen signifikanten Einfluss auf den Venenstatus. Mit diesen Erkenntnissen sollten in Zukunft präventive Maßnahmen ergriffen werden, um die Auswirkungen der Risikofaktoren auf die

Venen zu reduzieren und Beschäftigte vor den gesundheitlichen Folgen wie chronischen Venenkrankheiten zu schützen.

## 5. Zusammenfassung

**Hintergrund und Fragestellung:** Andauernde Steharbeit kann das Auftreten gesundheitlicher Folgen wie chronischen Venenkrankheiten begünstigen. Aus diesem Grund erarbeiteten verschiedene Arbeitsschutzgremien Risikobeurteilungsansätze (Arbeitsmedizinische Regel Nr. 13.2 (AMR), Leitmerkmalmethode Körperzwangshaltung (LMM) und Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI)), welche das Stehen bei der Arbeit beurteilen. Zunächst wurde das Stehen definiert und in einem zweiten Schritt die Stehdauer der Risikobeurteilungsansätze in Risikokategorien 1-4 mit verschiedenen Graden an Stehbelastung eingeteilt.

**Ziel der Dissertation:** Das Ziel dieser Dissertation ist die Validierung der Risikobeurteilungsansätze AMR, LASI und LMM sowie ihrer Risikokategorisierung für Gesundheitsrisiken durch Steharbeit am Beispiel von Venenkrankheiten. Es wird untersucht, ob die Stehdauer der Ansätze miteinander korreliert und ob ein Zusammenhang zwischen der Prävalenz/Ausprägung der Varikose und den Stehdauer-Risikokategorien sowie anderen Risikofaktoren besteht. Zudem wird geprüft, welcher Ansatz am besten geeignet ist, den Zusammenhang zwischen langandauernder Steharbeit und Varikose zu beschreiben.

**Methodik:** In dieser Querschnittsstudie wurden 125 von 138 Beschäftigten mit unterschiedlicher arbeitsbedingter Stehexposition eingeschlossen. An zwei Versuchstagen wurden Daten erfasst: Am ersten Tag das Aktivitätsprofil während der Arbeit mittels Aktigraphen, am zweiten Tag eine Inspektion der unteren Extremität mit CEAP-Klassifikation zur Bestimmung des Venenstatus. Die Aktigraph-Daten wurden mit MATLAB gemäß den Risikobeurteilungsansätzen AMR, LMM und LASI in Risikokategorien 1-4 eingeteilt. Es wurden fünf Versionen der Ansätze geprüft: AMR\_Stehdauer\_max, LASI\_Stehdauer\_max, AMR\_Stehdauer\_kumulativ, LASI\_Stehdauer\_kumulativ und LMM\_Stehdauer\_kumulativ (nach Ausschluss der „max“-Versionen nur noch als AMR/LMM betitelt). Die „max“-Versionen berücksichtigten die längste ununterbrochene

Stehdauer, die „kumulativ“-Version die Gesamtstehdauer. Die Auswertung erfolgte mit SPSS und Excel, wobei lineare Korrelationen und Regressionsanalysen verwendet wurden.

**Ergebnisse:** Die Stehdauer am Stück der „AMR Stehdauer max“ ( $0,25 \pm 0,24$  Stunden) und der „LASI Stehdauer max“ ( $0,08 \pm 0,06$  Stunden) sind unrealistisch für eine Gesundheitsrisikobewertung aufgrund von langem Stehen und wurden aus den Analysen ausgeschlossen. Weitere Berechnungen wurden nur mit den kumulativen Stehdefinitionen LASI, AMR und LMM durchgeführt. Es zeigte sich ein starker Zusammenhang zwischen diesen Stehdauern (AMR/LMM: 0,89; AMR/LASI: 0,97; LMM/LASI: 0,97). Es gab einen schwachen bis mittelstarken Zusammenhang zwischen den Risikokategorien der drei Ansätze und der Prävalenz sowie Ausprägung der Varikose. Besonders die Stehdauer bei LASI war in der Risikokategorie 2 signifikant (Faktor 5,57; Prävalenz der Varikose). Bei LMM wurde ein erhöhtes Risiko für Varikose in den Risikokategorien 3+4 festgestellt (Faktor 4,87; Ausprägung der Varikose). Neben der Stehdauer wurde zudem das Alter als signifikanter Risikofaktor identifiziert. Es zeigte sich weiterhin, dass alle Risikobeurteilungsansätze geeignet sind, den Zusammenhang zwischen den Risikokategorien zur Stehdauer und der Varikose aufzuzeigen. Es wurde ein signifikanter Unterschied zwischen LASI und AMR festgestellt, wobei LASI besser mit der Varikose korrelierte.

**Diskussion:** Die Studie verdeutlicht, dass eine einheitliche Definition des Stehens sowie eine standardisierte Kalibrierung der Aktigraphen erforderlich sind, um vergleichbare Ergebnisse zu gewährleisten. Sowohl das Alter als auch teilweise andauerndes Stehen konnten als Risikofaktoren identifiziert werden. Obwohl alle drei Ansätze den Zusammenhang zwischen Steharbeit und Venenstatus beschreiben, deutet die Auswertung darauf hin, dass der LASI-Risikobeurteilungsansatz dem AMR überlegen ist. Mit diesen Erkenntnissen sollten in Zukunft präventive Maßnahmen ergriffen werden, um die Auswirkungen der Risikofaktoren auf die Venen zu reduzieren und Beschäftigte vor den gesundheitlichen Folgen wie chronischen Venenkrankheiten zu schützen.

## 6. Literaturverzeichnis

- ActiGraph. (2018). *What are counts?* ActiGraph. Retrieved 10.05.2023 from <https://actigraphcorp.my.site.com/support/s/article/What-are-counts>
- ActiGraph. (2019). *How is Inclination Determined (for Thigh Wear Location)?* ActiGraph. Retrieved 10.05.2023 from <https://actigraphcorp.my.site.com/support/s/article/How-is-Inclination-Determined-for-Thigh-Wear-Location>
- ActiGraph. (2020). *ActiGraph Link device orientation.* Retrieved 10.05.2023 from <https://actigraphcorp.my.site.com/support/s/article/ActiGraph-Link-device-orientation-Serial-numbers-starting-with-TAS>
- Aumüller, G., Aust, G., & Conrad, A. (2020). *Duale Reihe Anatomie* (5. ed.). Thieme.
- Ausschuss für Arbeitsmedizin (AfAMed). (2022). *AMR Nr. 13.2 Tätigkeiten mit wesentlich erhöhten körperlichen Belastungen mit Gesundheitsgefährdungen für das Muskel-Skelett-System.* Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Retrieved from <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/AMR/AMR-13-2.html>
- Baenkler, H., Bals, R., & Goldschmidt, H. (2021). *Kurzlehrbuch Innere Medizin* (4 ed.). Thieme.
- Balasubramanian, V., Adalarasu, K., & Regulapati, R. (2009). Comparing dynamic and stationary standing postures in an assembly task. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 39(5), 649-654. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2008.10.017>
- Barwais, F. A., Cuddihy, T. F., Rachele, J. N., & Washington, T. L. (2023). ActiGraph GT3X determined variations in “free-living” standing, lying, and sitting duration among sedentary adults. *Journal of Sport and Health Science*, 2(4), 249-256. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jshs.2013.06.003>
- Berger, H., Caffier, G., Schultz, K., & Trippler, D. (2009). *Bewegungsergonomische Gestaltung von andauernder Steharbeit, Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen.* Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI). [https://lasi-info.com/publikationen/lasi-veroeffentlichungen?tx\\_ikanoslasipublications\\_publications%5Baction%5D=show&tx\\_ikanoslasipublications\\_publications%5Bcontroller%5D=Publication&tx\\_ikanoslasipublications\\_publications%5Bpublication%5D=34&cHash=8d25d41bcc1c5ce090d56f0ca627ce20](https://lasi-info.com/publikationen/lasi-veroeffentlichungen?tx_ikanoslasipublications_publications%5Baction%5D=show&tx_ikanoslasipublications_publications%5Bcontroller%5D=Publication&tx_ikanoslasipublications_publications%5Bpublication%5D=34&cHash=8d25d41bcc1c5ce090d56f0ca627ce20)
- Beucher, O. (2019). *Signale und Systeme: Theorie, Simulation, Anwendung* (3 ed.). Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-662-58044-8>
- Blümel, S., & Plaumann, M. (2021). Akteure und Strukturen der Gesundheitsförderung und Prävention. *Leitbegriffe der Gesundheitsförderung und Prävention. Glossar zu Konzepten, Strategien und Methoden.* <https://doi.org/https://doi.org/10.17623/BZGA:Q4-i001-2.0>
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. (2008). *Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit 2006 - Unfallverhütungsbericht Arbeit.* Dortmund/ Berlin/ Dresden: Bundesministerium für Arbeit und Soziales,
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. (2020). *Erweiterte Leitmerkalmethode zur Beurteilung und Gestaltung von Belastungen bei Körperzwanghaltungen, LMM-KH-E.* Retrieved from [https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physische-Belastung/Leitmerkalmethode/Leitmerkalmethode\\_node.html](https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physische-Belastung/Leitmerkalmethode/Leitmerkalmethode_node.html)
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). (o.D.). *Aufgaben der BAuA.* Retrieved 28.04.2023 from [https://www.baua.de/DE/Aufgaben/Aufgaben\\_node.html](https://www.baua.de/DE/Aufgaben/Aufgaben_node.html)
- Carpentier, P. H., Maricq, H. R., Biro, C., Ponçot-Makinen, C. O., & Franco, A. (2004). Prevalence, risk factors, and clinical patterns of chronic venous disorders of lower

- limbs: a population-based study in France. *J Vasc Surg*, 40(4), 650-659.  
<https://doi.org/10.1016/j.jvs.2004.07.025>
- Chen, C. L., & Guo, H. R. (2014). Varicose veins in hairdressers and associated risk factors: a cross-sectional study. *BMC Public Health*, 14, 885. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-885>
- Clevenger, K. A., Pfeiffer, K. A., & Montoye, A. H. K. (2020). Cross-generational comparability of hip- and wrist-worn ActiGraph GT3X+, wGT3X-BT, and GT9X accelerometers during free-living in adults. *J Sports Sci*, 38(24), 2794-2802.  
<https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1801320>
- Dowd, K. P., Szeklicki, R., Minetto, M. A., Murphy, M. H., Polito, A., Ghigo, E., van der Ploeg, H., Ekelund, U., Maciaszek, J., Stemplewski, R., Tomczak, M., & Donnelly, A. E. (2018). A systematic literature review of reviews on techniques for physical activity measurement in adults: a DEDIPAC study. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 15(1), 15.  
<https://doi.org/10.1186/s12966-017-0636-2>
- Duller, C. (2019). *Einführung in die Statistik mit EXCEL und SPSS* (4 ed.). Springer Gabler Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-662-59410-0>
- Durante, R., & Ainsworth, B. E. (1996). The recall of physical activity: using a cognitive model of the question-answering process. *Med Sci Sports Exerc*, 28(10), 1282-1291.  
<https://doi.org/10.1097/00005768-199610000-00012>
- Ebrahimi, H., Amanpour, F., & Bolbol Haghighi, N. (2015). Prevalence and risk factors of varicose veins among female hairdressers: a cross sectional study in north-east of Iran. *J Res Health Sci*, 15(2), 119-123.
- Edwardson, C. L., Biddle, S. J. H., Clemes, S. A., Davies, M. J., Dunstan, D. W., Eborall, H., Granat, M. H., Gray, L. J., Healy, G. N., Jaicim, N. B., Lawton, S., Maylor, B. D., Munir, F., Richardson, G., Yates, T., & Clarke-Cornwell, A. M. (2022). Effectiveness of an intervention for reducing sitting time and improving health in office workers: three arm cluster randomised controlled trial. *Bmj*, 378, e069288.  
<https://doi.org/10.1136/bmj-2021-069288>
- Edwardson, C. L., Rowlands, A. V., Bunnewell, S., Sanders, J., Esliger, D. W., Gorely, T., O'Connell, S., Davies, M. J., Khunti, K., & Yates, T. (2016). Accuracy of Posture Allocation Algorithms for Thigh- and Waist-Worn Accelerometers. *Med Sci Sports Exerc*, 48(6), 1085-1090. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000865>
- Eklof, B., Perrin, M., Delis, K. T., Rutherford, R. B., & Gloviczki, P. (2009). Updated terminology of chronic venous disorders: the VEIN-TERM transatlantic interdisciplinary consensus document. *J Vasc Surg*, 49(2), 498-501. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2008.09.014>
- Fisher, C. J. (2010). *Using an Accelerometer for Inclination Sensing*. Analog Devices. Retrieved 10.05.2023 from <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/app-notes/an-1057.pdf>
- Fröhlich, M., Mayerl, J., Pieter, A., & Kemmler, W. (2020). *Einführung in die Methoden, Methodologie und Statistik im Sport*. Springer Spektrum Berlin, Heidelberg.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-662-61039-8>
- Fuchs, R., Klapereski, S., Gerber, M., & Seelig, H. (2015). Messung der Bewegungs- und Sportaktivität mit dem BSA-Fragebogen. Eine methodische Zwischenbilanz. *Health Psychology*, 23. <https://doi.org/10.1026/0943-8149/a000137>
- Garcia, M. G., Wall, R., Steinhilber, B., Läubli, T., & Martin, B. J. (2016). Long-Lasting Changes in Muscle Twitch Force During Simulated Work While Standing or Walking. *Hum Factors*, 58(8), 1117-1127. <https://doi.org/10.1177/0018720816669444>
- Hallman, D. M., Gupta, N., Mathiassen, S. E., & Holtermann, A. (2015). Association between objectively measured sitting time and neck-shoulder pain among blue-collar workers.

- Int Arch Occup Environ Health*, 88(8), 1031-1042. <https://doi.org/10.1007/s00420-015-1031-4>
- Health Council of the Netherlands. (2011). *Standing, kneeling and squatting work*. The Hague: Health Council of the Netherlands Retrieved from <https://www.healthcouncil.nl/documents/advisory-reports/2011/12/23/working-while-standing-kneeling-or-squatting>
- Herold, G. (2009). *Innere Medizin*. Gerd Herold Verlag.
- Huo Yung Kai, S., Ferrieres, J., Carles, C., Turpin, M., Lapebie, F. X., Dutheil, F., Bura-Riviere, A., & Esquirol, Y. (2021). Lower limb venous and arterial peripheral diseases and work conditions: systematic review. *Occup Environ Med*, 78(1), 4-14. <https://doi.org/10.1136/oemed-2019-106375>
- INQA-WAI-Netzwerk. (2017). *Wie steht es um Ihre Arbeitsfähigkeit?*. Retrieved 13.12.2024 from <https://www.wainetzwerk.de/de/testen-sie-ihre-arbeitsfaehigkeit-493.html>
- Kohno, K., Niihara, H., Hamano, T., Takeda, M., Yamasaki, M., Mizumoto, K., Nabika, T., Morita, E., & Shiwaku, K. (2014). Standing posture at work and overweight exacerbate varicose veins: Shimane CoHRE Study. *J Dermatol*, 41(11), 964-968. <https://doi.org/10.1111/1346-8138.12643>
- Kontosić, I., Vukelić, M., Drescik, I., Mesaros-Kanjski, E., Materljan, E., & Jonjić, A. (2000). Work conditions as risk factors for varicose veins of the lower extremities in certain professions of the working population of Rijeka. *Acta Med Okayama*, 54(1), 33-38. <https://doi.org/10.18926/amo/32311>
- Kozey, S. L., Lyden, K., Howe, C. A., Staudenmayer, J. W., & Freedson, P. S. (2010). Accelerometer output and MET values of common physical activities. *Med Sci Sports Exerc*, 42(9), 1776-1784. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181d479f2>
- Kreuzfeld, S., Seibt, R., Kumar, M., Rieger, A., & Stoll, R. (2016). German version of the Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaire (CMDQ): translation and validation. *J Occup Med Toxicol*, 11, 13. <https://doi.org/10.1186/s12995-016-0100-2>
- Krusche, P. P. (2010). *Rekrutierung einer großen Patientenkohorte und Berechnung der Heritabilität für die Ausbildung einer Varikosis der unteren Extremität* [Christian-Albrechts-Universität]. Kiel. [https://macau.uni-kiel.de/servlets/MCRFileNodeServlet/dissertation\\_derivate\\_00003949/dissertation\\_krusche\\_2010.pdf](https://macau.uni-kiel.de/servlets/MCRFileNodeServlet/dissertation_derivate_00003949/dissertation_krusche_2010.pdf)
- LASI. (2022). *Aufgaben des LASI*. Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI). Retrieved 18.05.2023 from <https://lasi-info.com/ueber-den-lasi/aufgaben-des-lasi>
- Łastowiecka-Moras, E. (2021). Standing and sitting postures at work and symptoms of venous insufficiency - results from questionnaires and a Doppler ultrasound study. *Int J Occup Saf Ergon*, 27(4), 963-969. <https://doi.org/10.1080/10803548.2020.1834232>
- Lück, M., Hünefeld, L., Brenscheidt, S., Bödefeld, M., & Hünefeld, A. (2019). *Grundauswertung der BIBB/BAuA Erwerbstätigenbefragung 2018, Vergleich zur Grundauswertung 2006 und 2012*. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin Retrieved from <https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/F2417-2.html>
- Mahnken, A., Thomas, C., & Wilhelm, K. (2019). *Interventionelle Radiologie*. Thieme.
- Montoye, A. H. K., Nelson, M. B., Bock, J. M., Imboden, M. T., Kaminsky, L. A., Mackintosh, K. A., McNarry, M. A., & Pfeiffer, K. A. (2018). Raw and Count Data Comparability of Hip-Worn ActiGraph GT3X+ and Link Accelerometers. *Med Sci Sports Exerc*, 50(5), 1103-1112. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001534>
- Noppeney, T., & Nüllen, H. (2022). *Varikose* (2. ed.). Springer, Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-59117-8>

- Nübling, M., Stöbel, U., Hasselhorn, H., Michaelis, M., & Hofmann, F. (2005). *Methoden zur Erfassung psychischer Belastungen. Erprobung eines Messinstrumentes (COPSOQ)*. Dortmund/Berlin/Dresden
- Pannier, F., Noppeney, T., & Alm, J. (2019). *S2k - Leitlinie Diagnostik und Therapie der Varikose*. AWMF online. [https://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/037-018l\\_S2k\\_Varikose\\_Diagnostik-Therapie\\_2019-07.pdf](https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/037-018l_S2k_Varikose_Diagnostik-Therapie_2019-07.pdf)
- Pape, H., Kurtztz, A., & Silbernagel, S. (2019). *Physiologie* (9 ed.). Thieme.
- Perry, J. (2003). *Ganganalyse: Norm und Pathologie des Gehens*. Urban und Fischer. <https://books.google.es/books?id=Zj3xwAEACAAJ>
- Pfisterer, L., König, G., Hecker, M., & Korff, T. (2014). Pathogenesis of varicose veins - lessons from biomechanics. *Vasa*, 43(2), 88-99. <https://doi.org/10.1024/0301-1526/a000335>
- Prince, S. A., Adamo, K. B., Hamel, M. E., Hardt, J., Connor Gorber, S., & Tremblay, M. (2008). A comparison of direct versus self-report measures for assessing physical activity in adults: a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 5, 56. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-5-56>
- Rabe, E., Guex, J. J., Puskas, A., Scuderi, A., & Fernandez Quesada, F. (2012). Epidemiology of chronic venous disorders in geographically diverse populations: results from the Vein Consult Program. *Int Angiol*, 31(2), 105-115.
- Rabe, E., Pannier-Fischer, F., Bromen, K., Schuldt, K., Stang, A., Poncar, C., Wittenhorst, M., Bock, E., Weber, S., & Jörkel, K. H. (2003). Bonn Vein Study by the German Society of Phlebology: Epidemiological study to investigate the prevalence and severity of chronic venous disorders in the urban and rural residential populations. *Phlebologie*, 32, 1-14.
- Robertson, L. A., Evans, C. J., Lee, A. J., Allan, P. L., Ruckley, C. V., & Fowkes, F. G. (2014). Incidence and risk factors for venous reflux in the general population: Edinburgh Vein Study. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 48(2), 208-214. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2014.05.017>
- Rubak, T. S., Svendsen, S. W., Andersen, J. H., Haahr, J. P., Kryger, A., Jensen, L. D., & Frost, P. (2014). An expert-based job exposure matrix for large scale epidemiologic studies of primary hip and knee osteoarthritis: the Lower Body JEM. *BMC Musculoskelet Disord*, 15, 204. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-15-204>
- Rücker, L., Brombach, J., & Bengler, K. (2022). Experimental study of standing and walking at work — What is compatible with physiological characteristics and human needs? *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 76, 333–343. <https://doi.org/10.1007/s41449-021-00288-1>
- Saß, A. C., Lange, C., Finger, J. D., Allen, J., Born, S., Hoebel, J., Kuhnert, R., Müters, S., Thelen, J., Schmich, P., Varga, M., von der Lippe, E., Wetzstein, M., & Ziese, T. (2017). German Health Update: New data for Germany and Europe: The background to and methodology applied in GEDA 2014/2015-EHIS. *J Health Monit*, 2(1), 75-82. <https://doi.org/10.17886/rki-gbe-2017-023>
- Schünke, M., & Faller, A. (2020). *Der Körper des Menschen* (18 ed.). Thieme.
- Shakya, R., Karmacharya, R. M., Shrestha, R., & Shrestha, A. (2020). Varicose veins and its risk factors among nurses at Dhulikhel hospital: a cross sectional study. *BMC Nurs*, 19, 8. <https://doi.org/10.1186/s12912-020-0401-8>
- Sharif Nia, H., Chan, Y. H., Haghdooost, A. A., Soleimani, M. A., Beheshti, Z., & Bahrami, N. (2015). Varicose veins of the legs among nurses: Occupational and demographic characteristics. *Int J Nurs Pract*, 21(3), 313-320. <https://doi.org/10.1111/ijn.12268>
- Skender, S., Ose, J., Chang-Claude, J., Paskow, M., Brühmann, B., Siegel, E. M., Steindorf, K., & Ulrich, C. M. (2016). Accelerometry and physical activity questionnaires - a systematic review. *BMC Public Health*, 16, 515. <https://doi.org/10.1186/s12889-016-3172-0>

- Skotte, J., Korshøj, M., Kristiansen, J., Hanisch, C., & Holtermann, A. (2014). Detection of physical activity types using triaxial accelerometers. *J Phys Act Health*, *11*(1), 76-84. <https://doi.org/10.1123/jpah.2011-0347>
- Slesina, W. (1987). *Arbeitsbedingte Erkrankungen und Arbeitsanalyse: Arbeitsanalyse unter dem Gesichtspunkt der Gesundheitsvorsorge*. Enke.
- Staatssekretariat für Wirtschaft SECO. (2016). *Stehen bei der Arbeit* Bern: SECO, Direktion für Arbeit, Arbeitsbedingungen Retrieved from [https://www.seco.admin.ch/seco/de/home/Publikationen\\_Dienstleistungen/Publikationen\\_und\\_Formulare/Arbeit/Arbeitsbedingungen/Broschuren/stehe-bei-der-arbeit.html](https://www.seco.admin.ch/seco/de/home/Publikationen_Dienstleistungen/Publikationen_und_Formulare/Arbeit/Arbeitsbedingungen/Broschuren/stehe-bei-der-arbeit.html)
- Steeves, J. A., Bowles, H. R., McClain, J. J., Dodd, K. W., Brychta, R. J., Wang, J., & Chen, K. Y. (2015). Ability of thigh-worn ActiGraph and activPAL monitors to classify posture and motion. *Med Sci Sports Exerc*, *47*(5), 952-959. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000497>
- Stick, C., Grau, H., & Witzleb, E. (1989). On the edema-preventing effect of the calf muscle pump. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, *59*(1-2), 39-47. <https://doi.org/10.1007/bf02396578>
- Streng, K. (2019). *Erfassung der körperlichen Aktivität mittels Accelerometrie und Pedometrie*
- Stücker, M., Puyn, S., Rabe, E., Altmeyer, P., & Reich-Schupke, S. (2010). Evaluation eines standardisierten Fragebogens als Screening-Instrument für Venenerkrankungen. *Der Hautarzt*, *61*(3), 234-240. <https://doi.org/10.1007/s00105-009-1884-0>
- Suttorp, N., Möckel, M., Siegmund, B., & Dietel, M. (2020). *Harrisons Innere Medizin* (20 ed.). Thieme.
- Tabatabaeifar, S., Frost, P., Andersen, J. H., Jensen, L. D., Thomsen, J. F., & Svendsen, S. W. (2015). Varicose veins in the lower extremities in relation to occupational mechanical exposures: a longitudinal study. *Occup Environ Med*, *72*(5), 330-337. <https://doi.org/10.1136/oemed-2014-102495>
- Tüchsen, F., Hannerz, H., Burr, H., & Krause, N. (2005). Prolonged standing at work and hospitalisation due to varicose veins: a 12 year prospective study of the Danish population. *Occup Environ Med*, *62*(12), 847-850. <https://doi.org/10.1136/oem.2005.020537>
- Vashist, M., Sharma, S., & Vahist, M. (2018). FAMILY HISTORY AS MAJOR PREDISPOSING FACTOR IN VARICOSE VEINS DISORDER. *4*.
- Wall, R., Garcia, G., Läubli, T., Seibt, R., Rieger, M. A., Martin, B., & Steinhilber, B. (2020). Physiological changes during prolonged standing and walking considering age, gender and standing work experience. *Ergonomics*, *63*(5), 579-592. <https://doi.org/10.1080/00140139.2020.1725145>
- Waters, T. R., & Dick, R. B. (2015). Evidence of health risks associated with prolonged standing at work and intervention effectiveness. *Rehabil Nurs*, *40*(3), 148-165. <https://doi.org/10.1002/rnj.166>
- Weiß, C. (2019). *Basiswissen Medizinische Statistik* (7 ed.). Springer Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-662-56588-9>
- Wick, K., Faude, O., Schwager, S., Zahner, L., & Donath, L. (2016). Deviation between self-reported and measured occupational physical activity levels in office employees: effects of age and body composition. *Int Arch Occup Environ Health*, *89*(4), 575-582. <https://doi.org/10.1007/s00420-015-1095-1>
- Yun, M. J., Kim, Y. K., Kang, D. M., Kim, J. E., Ha, W. C., Jung, K. Y., & Choi, H. W. (2018). A Study on Prevalence and Risk Factors for Varicose Veins in Nurses at a University Hospital. *Saf Health Work*, *9*(1), 79-83. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2017.08.005>

Zegarra, T. I., & Tadi, P. (2023). CEAP Classification Of Venous Disorders. In *StatPearls*. StatPearls Publishing, Copyright © 2023, StatPearls Publishing LLC.

## 7. Erklärung zum Eigenanteil

Die Arbeit wurde in dem Institut für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und Versorgungsforschung unter Betreuung von PD Dr. Benjamin Steinhilber und Dr. Carmen Volk durchgeführt.

Die Konzeption der Studie erfolgte durch die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen des Arbeitsphysiologischen Labors namens Dr. Carmen Volk, PD Benjamin Steinhilber, Robert Seibt und den Doktorand Luis Ulmer.

Die Versuche wurden nach Einarbeitung durch Labormitglieder Carmen Volk von mir in Zusammenarbeit mit Florian Dartmann, Luisa Stöfken, Luis Ulmer und Johanna Lüffe durchgeführt.

Die Programmierung in MATLAB erfolgte in Zusammenarbeit mit Robert Seibt und David Süß.

Die statistische Auswertung erfolgte nach Beratung durch das Institut für Biometrie der Universität Tübingen nach Anleitung durch Prof. Dr. Peter Martus und Sebastian Michael Stephan Wilck.

Ich versichere, das Manuskript selbständig (nach Anleitung durch Prof. Dr. Benjamin Steinhilber und Dr. Carmen Volk) verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

## 8. Danksagung

Großer Dank gebührt zuerst meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. Steinhilber, für die ausgezeichnete fachliche und stets motivierende Betreuung, die Überlassung des Themas, das entgegengebrachte Vertrauen. Besonders danke ich für Gelegenheit zur Selbstentfaltung und Anregung zum kritischen und wissenschaftlichen Denken.

Mein besonderer Dank richtet sich an meine Betreuerin, Dr. Volk, für die ausführliche Einführung in die Thematik, für die wertvollen Ratschläge und konstruktiven Anregungen. Des Weiteren danke ich ihr für die stetige Verfügbarkeit bei Rückfragen und ihre Geduld, besonders in schwierigeren Phasen der Corona Pandemie.

Außerdem gilt mein besonderer Dank den Mitarbeitern des Arbeitsphysiologischen Labors Herrn Süß und Herrn Seibt, welche mich bei etlichen Diskussionen, Feinheiten zur Programmierung der Stehdefinitionen sowie technischen Fragen unterstützt haben.

Prof. Dr. Martus, der mich in der statistischen Umsetzung meiner Auswertung unterstützt hat und Sebastian Michael Stephan Wilck, welcher mir bei Fragen zur Umsetzung mit SPSS beiseite stand, gilt mein besonderer Dank.

Ohne die zahlreichen Testpersonen, welche mit viel Mühe und Sorgfalt an beiden Versuchstagen teilnahmen, wäre diese Studie nicht möglich gewesen. Hierfür bedanke ich mich vielmals.

Mein Dank gilt ebenso den weiteren Doktoranden Luis Ulmer und Luisa Stoeffken, sowie den anderen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen des Arbeitsphysiologischen Labors, in dessen Zusammenarbeit die Erhebung der Daten erfolgte.

Danken möchte ich auch meinen Eltern und meiner Schwester, für ihre hilfreiche kritische Begleitung und emotionale Unterstützung während der Erstellung des Transkripts.

## 9. Anhang

### Variablen und Bedeutung

Variablen	Bedeutung
-99	nicht eingetragen/ausgefüllt, da vergessen
-77	nicht valide Feld, nicht ausfüllbar da z. B. Nichtraucher, daher auch keine Angabe bei Zigaretten pro Tag
-88	unplausibler Wert. Feld wurde ausgefüllt, obwohl das Feld eigentlich leer sein sollte z. B. Nichtraucher, jedoch drei Zigaretten pro Tag
BerufhW	S34b47P105 gibt acht Stunden an, bei BerufhT ebenfalls acht Stunden S34b59P138 gibt 25 Stunden an (pro Tag sechs Stunden) unplausible Werte, Cut-off bei <30 Stunden pro Woche wie Einschlusskriterien, Prüfung des Dokuments der Einschlusskriterien, hier gaben beide Testpersonen an $\geq 30$ Stunden pro Woche zu arbeiten. Das Unternehmen bestätigte ebenfalls die Auswahl der Testpersonen, welche die Einschlusskriterien erfüllen. Testpersonen aus gleicher Arbeitsschicht gaben 35 Stunden pro Woche an.
BerufhT	unplausible Werte $\rightarrow$ Cut-off-Wert bei >24 Stunden pro Tag S34b25P33 mit 35 Stunden pro Tag S34b28P37 mit 30 Stunden pro Tag S34b54P126 mit 37,6 Stunden pro Tag
BerufgJ, BerufgM	Dauer der Ausführung des Berufes in Jahren und Monaten, 16 Werte fehlend
Ve1	positive Familienanamnese für Krampfadern, ein Wert fehlend

## Ausschluss der Probanden und Probandinnen

Identifikationsnummer	Grund des Ausschlusses
S34b23P30	Die Testperson hat kein Beginn der Arbeitszeit angegeben, daher konnte kein Zuschnitt der Aktigraphendaten erfolgen.
S34b32P45	Der Aktigraph wurde nicht aufgeladen über Nacht. Daher endet die Aufzeichnung am 08.03.2022, 7:48 Uhr. Arbeitstag wurde aufgezeichnet, Freizeit damit nur zum Teil. Der Aktigraph ist zudem vor der Datensicherung überschrieben worden, weshalb keine Daten verfügbar sind.
S34b38P76	Laut Angaben der Testpersonen wurde der Aktigraph nur vier Stunden getragen, da die Testperson im Anschluss von der Arbeit nach Hause gegangen ist. Zudem wurde der Aktigraph nicht über Nacht geladen, weshalb die Aufzeichnung nach 20 Stunden stoppt. Die Testperson möchte den Aktigraphen nicht erneut tragen, um die Messung zu wiederholen.
S34b40P81	Die Testperson hat den Aktigraphen fünf Minuten zu früh abgelegt, weshalb keine 24 Stunden aufgezeichnet werden konnten.
S34b48P107	Die Aktigraphendaten wurden zu dem jetzigen Zeitpunkt am 01.08.2023 noch nicht zugeschnitten, weshalb sie nicht in die Auswertung inkludiert werden können.
S34b56P130	Die Aktigraphendaten wurden zu dem jetzigen Zeitpunkt am 01.08.2023 noch nicht zugeschnitten, weshalb sie nicht in die Auswertung inkludiert werden können.

Folgende Testpersonen wurden aus der Studie ausgeschlossen, da die Arbeitszeit <sechs Stunden am gemessenen Arbeitstag war:

- S34b07P15
- S34b31P42
- S34b35P50
- S34b36P53
- S34b39P79
- S34b43P87
- S34b60P141

## CRF Ein -und Ausschlusskriterien

	Datum	Uhrzeit	Probandenkennung einkleben
<b>Ein- und Ausschlusskriterien</b>			
<b>Untersucher</b>			
<b>EV unterschrieben</b>	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>	
<b>Studieneinschluss</b>	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>	
Bemerkungen			

### 1. Ein- und Ausschlusskriterien

Allgemein		
	nein	ja
Alter zwischen 25 und 55 Jahren		
Aktuelle Schwangerschaft		
Mindestens 30h pro Woche an 4 Tagen im Beruf tätig		
Mindestens 30h pro Woche an 4 Tagen über 2 Jahre im Beruf tätig		
Dauerhafte Nachtschichten		
Einverständniserklärung unterschrieben		
<b>Ausschluss</b>	<input type="checkbox"/>	

Wirbelsäule		
	nein	ja
Diagnostizierte Fehlstellungen/Fehlbildungen der Wirbelsäule (mit mehr als altersüblicher Bewegungseinschränkung)		
Operationen an der Wirbelsäule (Versteifung/Spondylodese, o.ä.)		
Erkrankungen des Rückenmarks (Entzündung, Durchblutungsstörung, Bandscheibenvorfall mit Kompression des Rückenmarks, Spinalkanalstenose, Tumoren, Abszesse o.ä.)		
<b>Ausschluss</b>	<input type="checkbox"/>	

Untere Extremitäten		
	nein	ja
Plegien/Lähmungen		

Gelenkersatz (Endoprothese)		
Ausschluss		<input type="checkbox"/>

Symptomatische neurologische Erkrankungen		
	nein	ja
Parkinson		
Symptomatische sensorische und/oder motorische Polyneuropathie (Kraftverlust, Taubheitsgefühl, Kribbeln, Temperaturmissempfinden o.ä.)		
Ausschluss		<input type="checkbox"/>

Risikofaktoren für Thrombosen		
	nein	ja
Blutgerinnungsstörungen (Thrombophilie, Faktor-V-Leiden, o.ä.)		
Hormonbehandlung in den Wechseljahren (Östrogen-/Gestagenpräparate)		
Infektionskrankheiten (Akuter Harnwegsinfekt, akute Atemwegsinfektion o.ä.)		
Aktuell Fieber > 38°C		
Ausschluss		<input type="checkbox"/>

Kardiovaskuläre Krankheiten (anamnestisch)		
	nein	ja
Koronare Herzkrankheit KHK		
Herzinfarkt		
Schlaganfall		
Lungenembolie		
Ausschluss		<input type="checkbox"/>

Sonstige Krankheiten		
	nein	ja
Offene Wunden an den unteren Extremitäten		
Diabetes mellitus mit Polyneuropathie und/oder Ulcera (offenes Bein)		
Operation mit stationärem Aufenthalt in den vergangenen 6 Wochen		
Ausschluss		<input type="checkbox"/>

## 2. Vorausgehende Operation an Wirbelsäule oder unterer Extremitäten

Art der OP	Datum	Komplikationen (Dropout)

Bemerkungen

### 3. Medikation

#### **Vollständige regelmäßige Medikation**

1. Präparat _____ Dosierung _____	<input type="checkbox"/>
2. Präparat _____ Dosierung _____	<input type="checkbox"/>
3. Präparat _____ Dosierung _____	<input type="checkbox"/>
4. Präparat _____ Dosierung _____	<input type="checkbox"/>

Bemerkungen

### 4. Sprachverständnis des Probanden

#### **Einschätzung des Sprachverständnisses der Probandin/ des Probanden**

1. Interview ist problemlos durchführbar. (Fragen werden gut/sehr gut verstanden. Die Antworten sind gut/sehr gut verständlich)	<input type="checkbox"/>
2. Interview ist nur eingeschränkt durchführbar. (Fragen werden mit Mühe verstanden. Antworten sind mit Mühe verständlich)	<input type="checkbox"/>
3. Interview ist aufgrund von Sprach- oder Verständnisproblemen nicht durchführbar.	<input type="checkbox"/>
Ausschluss	<input type="checkbox"/>

## Bewegungstagebuch

### Dokumentation der Aktivitätszeiten

Der Aktigraph und der Gurt mit dem Herzfrequenzsensor sollten insgesamt 24h (ab Beginn der Arbeitsschicht (Tag 1) bis zum Ablauf der 24h am nächsten Tag (Tag 2)) getragen und lediglich zum Schlafen in der Nacht oder zum Duschen abgenommen werden. Bei technischen Problemen können Sie uns unter 07071-2987544 erreichen.

Damit wir später die Aufzeichnungen des Aktigraphens und des Herzfrequenzsensors besser zuordnen können, ist es wichtig, dass Sie **am ersten und zweiten Tag folgende Informationen** in den jeweiligen Tabellen notieren:

#### *Tabelle 1:*

- Beginn/Ende der Arbeitsschicht
- Pausen während der Arbeitsschicht (Beginn und Ende)
- Uhrzeit, zu der Sie den Aktigraphen oder den Herzfrequenzsensor abends zum Schlafengehen abgelegt haben
- Uhrzeit, zu der Sie den Aktigraphen oder den Herzfrequenzsensor am nächsten Morgen (Tag 2) wieder angelegt haben
- Uhrzeit, zu der Sie den Aktigraphen oder den Herzfrequenzsensor zwischendurch ablegen mussten (Beginn und Ende)

#### *Tabelle 2: (nach der Arbeitsschicht ausfüllen!)*

- Durchgeführte Tätigkeiten während der Arbeitsschicht, zu der Sie den Aktigraphen und den Herzfrequenzsensor getragen haben (Tag 1)

#### *Tabelle 3: (nach der Arbeitsschicht ausfüllen!)*

- Sportliche Aktivitäten und Bewegungsaktivitäten in Ihrer Freizeit nach Ende der Arbeitsschicht bis zum Ablauf der 24h

Bitte tragen Sie während der beiden Tage keine eigene Smartwatch, Fitness Tracker o.ä.

Der Aktigraph muss von Ihnen an folgenden Tagen und zu folgender Uhrzeit aufgeladen werden:

\_\_\_\_\_ (Datum und Uhrzeit von/bis eintragen) \_\_\_\_\_ (Datum und Uhrzeit von/bis eintragen)

*Informationen zum Tragen des Aktigraphens und des  
Herzfrequenzsensors*

Wie und wo befestige ich den Gurt mit dem Aktigraphen?

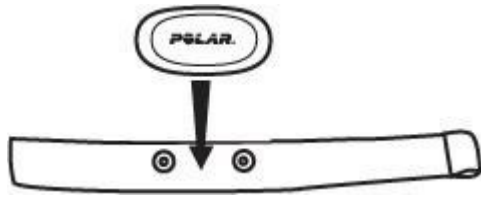


In der Mitte des **linken** Oberschenkels an der Oberschenkelvorderseite (mittig) über der Hose mit dem Gurt befestigen, so dass das Aktigraphlogo und die Uhrzeit aufrecht stehen.

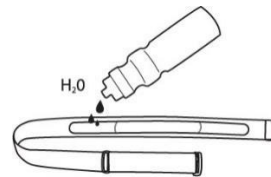
Gurt sollte nicht rutschen! Sie sollten diesen mit Sicherheitsnadeln an der Hose befestigen



Wie und wo lege ich den Gurt und Herzfrequenzsensor an?

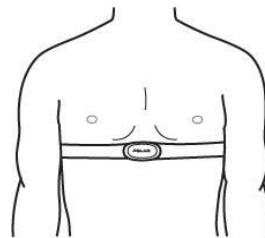


Plastikelektroden des Gurts mit Wasser befeuchten.



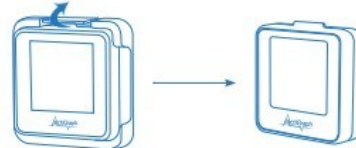
Gurt mit dem Sensor um die Brust legen, so dass der Gurt unter dem Brustmuskel und das Polarlogo des Sensors mittig und aufrecht sitzen

Der Gurt sollte direkt auf der Haut aufliegen!



Was muss ich beim Laden des Aktigraphs beachten?

1. Aktigraph aus Halterung lösen



2. Aktigraph in die Ladestation einstecken, so dass die Kontaktstellen (Aktigraph und Ladegerät) miteinander verbunden sind (→ Lämpchen leuchtet).



Nach 3h laden und wenn Lämpchen grün leuchtet, Aktigraph aus dem Ladegerät

	<p>nehmen und direkt auf eine gerade Unterlage (z. B. Tisch) für 20 Sek. legen</p> <p>3. Aktigraph wieder in Halterung einsetzen</p>
<p>Woran erkenne ich, ob der Aktigraph und der Herzfrequenzsensor Daten aufzeichnen?</p>	<p>- Sie können nicht explizit sehen, ob der Aktigraph oder der Herzfrequenzsensor Daten aufzeichnen. Die Dauer der Aufzeichnung ist von uns vorgegeben.</p>

**Tabelle 1**

**Tag 1 und 2: Dokumentation der Tragezeiten und Arbeitszeiten. Bitte immer die Uhrzeit notieren, die der Aktigraph anzeigt.**

Bitte tragen Sie in der nachfolgenden Tabelle Ihre Schichtzeiten, Pausen sowie die Tragezeiten des Aktigraphens (Nr. \_\_\_\_\_) und Herzfrequenzgurtes (Nr. \_\_\_\_\_) für die nächsten 24h ein. Geplante Tragezeit von: ..... bis: ..... (wird vom Versuchsleiter eingetragen)

<b>Tag 1 (Datum:                    )</b>	<b>Uhrzeit</b>	<b>Besonderheiten</b>
Gurte angelegt bei Ausgabe der Sensoren (wird vom Versuchsleiter eingetragen)		
Beginn der Arbeitsschicht		
Pause (wenn mehrere Pausen, bitte alle auflisten)	von:            bis:	
Ende der Arbeitsschicht		
Aktigraph abgelegt (abends, vor dem Schlafengehen)		
Herzfrequenzsensor abgelegt (abends, vor dem Schlafengehen)		
Aktigraph zwischendurch abgelegt (z. B. zum Duschen oder Schwimmen)	von:            bis:	
Herzfrequenzgurt zwischendurch abgelegt (z. B. zum Duschen oder Schwimmen)	von:            bis:	
<b>Tag 2 (Datum:                    )</b>	<b>Uhrzeit</b>	<b>Besonderheiten</b>
Aktigraph angelegt (nach dem Aufstehen)		
Herzfrequenzsensor angelegt (nach dem Aufstehen)		
Aktigraph zwischendurch abgelegt	von:            bis:	



---

3. Wie häufig haben Sie Stehen durch Sitzen unterbrochen an Ihrem heutigen Arbeitstag (inklusive Pause)?

- mehr als 20 Mal       zwischen 8 und 20 Mal       zwischen 4 und 7 Mal       weniger als 4 Mal

---

4. Wie häufig haben Sie Sitzen durch Gehen unterbrochen in Ihrem heutigen Arbeitstag (inklusive Pause)?

- mehr als 20 Mal       zwischen 8 und 20 Mal       zwischen 4 und 7 Mal       weniger als 4 Mal

**Tabelle 3**

**Tag 1 und 2: Dokumentation der Aktivitäten nach der Arbeitsschicht bis zum Ablauf der 24h**

Notieren Sie alle sportlichen Aktivitäten (z. B. Walking, Ballsport, Joggen, Wandern), die Sie nach der Arbeitsschicht bis zum Ablauf der 24h in **Ihrer Freizeit** durchführen und die mindestens zu einem leichten Anstieg Ihrer Atem- und Herzfrequenz führen. Notieren Sie auch Bewegungsaktivitäten (z. B. zu Fuß gehen), um sich von Ort zu Ort, zum Beispiel zur Arbeit, zum Einkaufen, oder zum Sportplatz fortzubewegen. Bitte geben Sie auch die Dauer der sportlichen Aktivität bzw. Bewegungsaktivitäten an und notieren Sie jeweils die Uhrzeit, die der Aktigraph anzeigt. Notieren Sie die Aktivitäten auch wenn Sie den Aktigraph und/oder den Herzfrequenzsensor aus Sicherheitsgründen ablegen müssen (z. B. beim Schwimmen oder enger Körperkontakt beim Sport).

Rechts in der Tabelle sind Beispiele zu möglichen sportlichen Aktivitäten und Bewegungsaktivitäten. Ordnen Sie Ihre sportliche Aktivität bzw. Bewegungsaktivität (wenn möglich, sonst Aktivität einfach beschreiben) jeweils einer Kategorie der Tabelle zu und notieren Sie die entsprechende Nummer.

Datum	Nr. (laut Tabelle)	Durchgeführte <b>Bewegungsaktivität/ sportliche Aktivität</b> (eigene Beschreibung)	Dauer (von: bis:)	Bemerkungen

1	Bewegungsaktivitäten, um sich von Ort zu Ort fortzubewegen
1.1	Fahrradfahren
1.2	Zu Fuß gehen
2	<b>Sportliche Aktivitäten</b>
2.1	Ausdauertraining
2.2	Badminton
2.3	Basketball
2.4	Baseball
2.5	Bowling
2.6	Fahrradfahren
2.7	Football
2.8	Fußball
2.9	Frisbee
2.10	Golf
2.11	Handball
2.12	Hockey
2.13	Inliner fahren
2.14	Joggen
2.15	Kampfsport
2.16	Krafttraining
2.17	Klettern
2.18	Lacrosse
2.19	Leichtathletik
2.20	Paragliding
2.21	Qi-Gong
2.22	Reiten
2.23	Rhythmische Sportgymnastik
2.24	Rugby
2.25	Skateboard
2.26	Sportschießen
2.27	Squash
2.28	Tanzen
2.29	Tai-Chi
2.30	Turnen
2.31	Tischtennis
2.32	Volleyball
2.33	Wandern
2.34	Wassersport
2.35	Wintersport

## Fragebogen

Liebe Studienteilnehmerin, lieber Studienteilnehmer,

im Rahmen eines Forschungsprojekts des Universitätsklinikums Tübingen zur „Gefährdungsbeurteilung von Steharbeit“ führen wir diese Befragung durch. Mit dieser Befragung wollen wir etwas über Ihre berufliche Tätigkeit, Ihre Gesundheit und Ihre körperliche Aktivität erfahren.

Bitte schreiben Sie zu keinem Zeitpunkt Ihren Namen auf den Fragebogen. Bei Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Bitte achten Sie darauf, dass Sie alle Fragen beantworten, da dies für die Auswertung sehr wichtig ist.

**Wir freuen uns, dass Sie an der Befragung teilnehmen!**

Bitte lesen Sie die folgenden Fragen aufmerksam durch und beantworten Sie jede Frage **nach Ihrer Einschätzung durch das selbständige Ausfüllen** der dafür vorgesehenen Felder (\_\_\_\_) oder durch **Ankreuzen der entsprechenden Antwortfelder** (). In Zweifelsfällen überlegen Sie bitte erneut und geben dann die am meisten zutreffende Antwort an.

Zu Beginn wollen wir ein paar allgemeine Informationen von Ihnen erhalten

1. Bitte geben Sie Ihr Geschlecht an.

weiblich     männlich     divers

2. Welche Nationalität haben Sie?

Deutsch     andere  und zwar: \_\_\_\_\_

3. Wie alt sind Sie?

Lebensalter: \_\_\_\_\_ Jahre (Saß et al., 2017)

Jetzt wollen wir etwas über Ihre derzeitige berufliche Tätigkeit erfahren

*Zunächst geht es um die Art und den Umfang Ihrer derzeitigen beruflichen Tätigkeit.*

4. Welche berufliche Tätigkeit bzw. welchen Beruf üben Sie derzeit hauptsächlich aus?

\_\_\_\_\_

5. Hat dieser Beruf/diese Tätigkeit noch einen besonderen Namen oder Bezeichnung (z. B. Schuhverkäufer statt nur Verkäufer)?

\_\_\_\_\_

6. Wie lange haben Sie diese Tätigkeit bei ihrem derzeitigen Arbeitgeber ausgeübt?

\_\_\_\_\_ Jahre \_\_\_\_\_ Monate

7. Wie lange haben Sie diese Tätigkeit insgesamt, also auch bei anderen Arbeitgebern ausgeübt?

\_\_\_\_\_ Jahre \_\_\_\_\_ Monate

8. Wie viele Stunden arbeiten Sie im Durchschnitt in der Woche (Regelarbeitszeit plus Überstunden)?

\_\_\_\_\_ Stunden pro Woche

9. Wie viele Stunden arbeiten Sie derzeit durchschnittlich pro Tag?

\_\_\_\_\_ Stunden pro Tag

10. Welchen Anteil der täglichen Arbeitszeit (inklusive Pausen) verbringen Sie in den folgenden Körperhaltungen.

a) Sitzen ca. \_\_\_\_\_ Stunden \_\_\_\_\_ Minuten pro Tag

b) Stehen ca. \_\_\_\_\_ Stunden \_\_\_\_\_ Minuten pro Tag

c) Gehen ca. \_\_\_\_\_ Stunden \_\_\_\_\_ Minuten pro Tag

d) Sonstiges (z. B. Knien, Liegen) ca. \_\_\_\_\_ Stunden \_\_\_\_\_ Minuten pro Tag  
und zwar:

\_\_\_\_\_

11. Wie häufig unterbrechen Sie Stehen durch Gehen in Ihrer täglichen Arbeitszeit (inklusive Pausen)?

mehr als 20 Mal  zwischen 8 und 20 Mal  zwischen 4 und 7 Mal  weniger als 4 Mal

12. Wie häufig unterbrechen Sie Stehen durch Sitzen in Ihrer täglichen Arbeitszeit (inklusive Pausen)?

mehr als 20 Mal  zwischen 8 und 20 Mal  zwischen 4 und 7 Mal  weniger als 4 Mal

13. Wie häufig unterbrechen Sie Sitzen durch Gehen in Ihrer täglichen Arbeitszeit (inklusive Pausen)?

- mehr als 20 Mal   
  zwischen 8 und 20 Mal   
  zwischen 4 und 7 Mal   
  weniger als 4 Mal

14. Arbeiten Sie in Schichtarbeit oder Nachtarbeit?

- häufig   
  manchmal   
  selten   
  nie   
 weiter mit Frage 16

15. Arbeiten Sie dann in...

- Wechselschicht mit Nachtarbeit  
 Wechselschicht ohne Nachtarbeit  
 ausschließlich Nachtarbeit (INQA-WAI-Netzwerk, 2017)

*In den folgenden Fragen geht es um mögliche Belastungen bei Ihrer derzeitigen beruflichen Tätigkeit, Ihre Arbeitszufriedenheit und Arbeitsfähigkeit. Es gibt keine richtigen und falschen Antworten, sondern es geht ausschließlich um Ihr persönliches Empfinden. Kreuzen Sie die entsprechenden Felder an.*

16. Bitte überlegen Sie, ob folgende Merkmale oder Belastungsfaktoren an Ihrem Arbeitsplatz vorkommen!	Wie häufig oder wie stark trifft dieses Merkmal oder der Faktor auf Ihre Arbeit zu?				Fühlen Sie sich selbst dadurch körperlich oder geistig belastet oder beansprucht?	
	oft	mittel	selten	nie	ja	nein
schwere körperliche Arbeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ungünstige Körperhaltung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
einförmige Arbeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Halten schwerer Lasten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tragen schwerer Lasten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Heben schwerer Lasten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ziehen / Schieben schwerer Lasten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Über-Kopf-Arbeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Quelle: In Anlehnung an Slesina, 1987

17. Die folgenden Fragen betreffen die Anforderungen bei Ihrer Arbeit (Bitte je eine Angabe pro Zeile)					
	immer	oft	manch- mal	selten	nie
Müssen Sie sehr schnell arbeiten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arbeiten Sie den ganzen Tag mit hohem Tempo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wie oft kommt es vor, dass Sie nicht genügend Zeit haben alle Ihre Aufgaben zu erledigen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kommen Sie mit Ihrer Arbeit in Rückstand?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Müssen Sie Überstunden machen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Quelle: In Anlehnung an Nübling et al., 2005

18. Die folgenden Fragen betreffen Ihre Einflussmöglichkeiten bei der Arbeit (Bitte je eine Angabe pro Zeile)					
	immer	oft	manch- mal	selten	nie
Haben Sie großen Einfluss auf Entscheidungen, die Ihre Arbeit betreffen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Haben Sie Einfluss auf die Menge der Arbeit, die Ihnen übertragen wird?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Haben Sie Einfluss darauf, was Sie bei Ihrer Arbeit tun?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Quelle: In Anlehnung an Nübling et al., 2005

19. Die folgenden Fragen betreffen Ihr Verhältnis zu Ihren Kollegen/innen und zu Ihrem/Ihrer Vorgesetzten (Bitte je eine Angabe pro Zeile)						
	immer	oft	manchmal	selten	nie/fast nie	habe keine/n Vorgesetzte/n Kollegen/innen
Wie oft erhalten Sie bei Bedarf Hilfe und Unterstützung von Ihren Kollegen/innen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wie oft sind Ihre Kollegen/innen bei Bedarf bereit, sich Ihre Arbeitsprobleme anzuhören?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wie oft erhalten Sie bei Bedarf Hilfe und Unterstützung von Ihrem/Ihrer unmittelbaren Vorgesetzten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Wie oft ist Ihr/e unmittelbare/r Vorgesetzte/r bereit, sich Ihre Arbeitsprobleme anzuhören?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Können Sie sich mit Kollegen/innen unterhalten, während Sie arbeiten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

Quelle: In Anlehnung an Nübling et al., 2005

20. Machen Sie sich Sorgen, dass...(Bitte je eine Angabe pro Zeile)						
	in sehr hohem Maße	in hohem Maß	zum Teil	in geringem Maß	in sehr geringem Maß	
...Sie arbeitslos werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
...neue Technologien Sie überflüssig machen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
...es schwierig für Sie wäre, eine neue Arbeit zu finden, wenn Sie arbeitslos würden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Quelle: In Anlehnung an Nübling et al., 2005

21. Wenn Sie Ihre Arbeitssituation insgesamt betrachten, wie zufrieden sind Sie mit... (Bitte je eine Angabe pro Zeile)						
	Sehr zufrieden	zufrieden	Teils teils	unzufrieden	sehr unzufrieden	
...Ihren Berufsperspektiven?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
...den Leuten, mit denen Sie arbeiten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
...den körperlichen Arbeitsbedingungen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
...der Art und Weise, wie Ihre Abteilung geführt wird?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
...der Art und Weise, wie Ihre Fähigkeiten genutzt werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
...Ihrem Lohn/Gehalt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
... Ihrer Arbeit insgesamt, unter Berücksichtigung aller Umstände?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Quelle: In Anlehnung an Nübling et al., 2005

22. Wenn Sie Ihre beste, je erreichte Arbeitsfähigkeit mit 10 Punkten bewerten: Wie viele Punkte würden Sie dann für Ihre derzeitige Arbeitsfähigkeit geben? (0 bedeutet, dass Sie derzeit arbeitsunfähig sind) (INQA-WAI-Netzwerk, 2017)											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Völlig arbeitsunfähig											derzeit die beste Arbeitsfähigkeit

23. Glauben Sie, dass Sie, ausgehend von ihrem jetzigen Gesundheitszustand, Ihre derzeitige Arbeit auch in den nächsten zwei Jahren ausüben können? (INQA-WAI-Netzwerk, 2017)		
unwahrscheinlich	nicht sicher	ziemlich sicher
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Die folgenden Fragen beziehen sich auf frühere berufliche Tätigkeiten

24. Waren Sie in den letzten 10 Jahren <u>ausschließlich</u> in Ihrer <u>derzeitigen</u> beruflichen Tätigkeit tätig? (INQA-WAI-Netzwerk, 2017)	
<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> weiter mit Frage 26	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> weiter mit Frage 25

25. Welche anderen Tätigkeiten haben Sie in den letzten 10 Jahren in ihrem Leben länger als 6 Monate ausgeübt (Berufstätigkeiten, Lehre, Studium, Wehrdienst)? Wie lange dauerten diese? *Bitte tragen Sie den Zeitraum und die Bezeichnung der Tätigkeit ein.*

Zeitraum von-bis	Bezeichnung der Tätigkeit

**Nun wollen wir etwas über mögliche Schmerzen/Beschwerden im unteren Rücken und in der unteren Extremität erfahren.**

In den folgenden Fragen geben Sie bitte an, ob und wie häufig Sie in einzelnen Körperregionen schon einmal Schmerzen oder Beschwerden hatten. Die Abbildungen zeigen die ungefähre Position der Körperteile an, auf die in den Fragen Bezug genommen wird. Bitte kreuzen Sie pro Frage immer nur eine Antwortmöglichkeit

Bitte kreuzen Sie für jede Körperregion die für Sie zutreffende Antwort an!		26. Wie häufig hatten Sie während den letzten 4 Arbeitswochen Schmerzen oder Beschwerden in folgenden Körperregionen?				27. Falls Sie Schmerzen oder Beschwerden hatten, wie unangenehm waren diese?			28. Falls Sie Schmerzen oder Beschwerden hatten, wie wurden Sie dadurch in Ihrer Arbeit beeinträchtigt?		
		nie	an einigen Tagen	an mehreren Tagen	jeden Tag	Wenig unangenehm	Mäßig unangenehm	Sehr unangenehm	Nicht beeinträchtigt	Mäßig beeinträchtigt	Stark beeinträchtigt
Unterer Rücken		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Hüfte/ Gesäß	rechts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
links		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Oberschenkel	rechts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	links	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Knie	rechts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	links	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Unterschenkel	rechts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	links	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Fuß	rechts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	links	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

29. Bitte geben Sie an, wie lange Sie in den letzten 12 Monaten insgesamt Beschwerden oder Schmerzen im <u>unteren Rücken</u> verspürt haben! Falls Sie mehrfach Beschwerden oder Schmerzen hatten, addieren Sie bitte alle Zeitabschnitte!	Niemals	an 1-7 Tager	an 8-30 Tagen	an mehr als 30 Tagen, jedoch nicht täglich <input type="checkbox"/>	jeden Tag
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30. Bitte geben Sie an, wie lange Sie in den letzten 12 Monaten insgesamt Beschwerden oder Schmerzen in den <u>unteren Extremitäten</u> (Hüfte/Gesäß, Oberschenkel, Knie, Unterschenkel oder Fuß) verspürt haben! Falls Sie mehrfach Beschwerden oder Schmerzen hatten, addieren Sie bitte alle Zeitabschnitte!	Niemals	an 1-7 Tager	an 8-30 Tagen	an mehr als 30 Tagen, jedoch nicht täglich <input type="checkbox"/>	jeden Tag
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Quelle: In Anlehnung an Kreuzfeld et al., 2016

**In den folgenden Fragen geht es um mögliche Erkrankungen der Venen**

*Kreuzen Sie die jeweils zutreffende Antwort an. Bitte je Zeile nur eine Angabe.*

31. Meine Eltern haben/hatten Krampfadern	Nein <input type="checkbox"/>	Ein Elternteil <input type="checkbox"/>	Beide Eltern <input type="checkbox"/>
---	----------------------------------	--	--

32. Ich hatte schon einmal eine oberflächliche Venenentzündung oder <u>oberflächliche</u> Beinvenenthrombose	Nein <input type="checkbox"/>	Ja, einmalig <input type="checkbox"/>	Ja, mehrmals <input type="checkbox"/>
33. Ich hatte schon einmal eine <u>tiefe</u> Beinvenenthrombose	Nein <input type="checkbox"/>	Ja, einmalig <input type="checkbox"/>	Ja, mehrmals <input type="checkbox"/>
34. Ich hatte schon einmal ein offenes Bein (Unterschenkelgeschwür)	Nein <input type="checkbox"/>	Ja, einmalig <input type="checkbox"/>	Ja, mehrmals <input type="checkbox"/>

35. Mein(e) Bein(e) schwellen im Tagesverlauf zunehmend an	Nein <input type="checkbox"/>	Ja, mäßig <input type="checkbox"/>	Ja, ausgeprägt <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
36. Ich habe schwere Beine, insbesondere bei längerem Sitzen und Stehen	Nein <input type="checkbox"/>	Ja, mäßig <input type="checkbox"/>	Ja, ausgeprägt <input type="checkbox"/>
37. Die Haut an meinen Unterschenkeln ist bräunlich verfärbt	Nein <input type="checkbox"/>	Ja, mäßig <input type="checkbox"/>	Ja, ausgeprägt <input type="checkbox"/>
38. Ich habe sichtbare Krampfadern	Nein <input type="checkbox"/>	Ja, mäßig <input type="checkbox"/>	Ja, ausgeprägt <input type="checkbox"/>
39. Ich habe ein offenes Bein (Unterschenkelgeschwür)	Nein <input type="checkbox"/>		Ja <input type="checkbox"/>

Quelle: In Anlehnung an Stücker et al., 2010

**Im Folgenden haben wir noch einige Fragen zu Ihrer Bewegungsaktivität und Ihrer sportlichen Aktivität in der Freizeit**

40. An wie vielen Tagen und wie lange haben Sie die folgenden Aktivitäten <b>in den letzten 4 Wochen</b> ausgeübt?			
Zu Fuß zur Arbeit gehen (auch längere Teilstrecken)	an _____ Tagen während der 4 Wochen	ca. _____ Minuten pro Tag	nicht gemacht <input type="checkbox"/>
Zu Fuß zum Einkaufen gehen	an _____ Tagen während der 4 Wochen	ca. _____ Minuten pro Tag	nicht gemacht <input type="checkbox"/>
Radfahren zur Arbeit	an _____ Tagen während der 4 Wochen	ca. _____ Minuten pro Tag	nicht gemacht <input type="checkbox"/>
Radfahren zu sonstigen Fortbewegungszwecken	an _____ Tagen während der 4 Wochen	ca. _____ Minuten pro Tag	nicht gemacht <input type="checkbox"/>
Spaziergehen	an _____ Tagen während der 4 Wochen	ca. _____ Minuten pro Tag	nicht gemacht <input type="checkbox"/>
Gartenarbeit (z. B. Rasen mähen, Hecke schneiden)	an _____ Tagen während der 4 Wochen	ca. _____ Minuten pro Tag	nicht gemacht <input type="checkbox"/>
Körperlich anstrengende Hausarbeit (z. B. Putzen, Aufräumen)	an _____ Tagen während der 4 Wochen	ca. _____ Minuten pro Tag	nicht gemacht <input type="checkbox"/>
Körperlich anstrengende Pflegearbeit (z. B. Kinder betreuen, Kranke pflegen)	an _____ Tagen während der 4 Wochen	ca. _____ Minuten pro Tag	nicht gemacht <input type="checkbox"/>

Quelle: In Anlehnung an Fuchs et al., 2015

41. Haben Sie in <b>den letzten 4 Wochen</b> regelmäßige sportliche Aktivität (z. B. Joggen, Rückengymnastik, Fußball, Wandern, Tanzen) betrieben?	
<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> weiter mit Frage 42	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> weiter mit Frage 43

Quelle: In Anlehnung an Fuchs et al., 2015

<p>42. Um welche sportliche(n) Aktivität(en) handelt es sich dabei?          Bitte berücksichtigen Sie hier das Radfahren nur dann, wenn es sich um eine <b>sportliche Aktivität</b> handelt (Radfahren zur Arbeit und zu sonstigen Fortbewegungszwecken bitte oben unter Frage 40 eintragen).</p>		
<p><b>A</b></p> <p>_____</p> <p>(bitte hier eintragen)</p>	<p><b>B</b></p> <p>_____</p> <p>(bitte hier eintragen)</p>	<p><b>C</b></p> <p>_____</p> <p>(bitte hier eintragen)</p>
<p>Aktivität <b>A</b> habe ich <b>in den letzten 4 Wochen</b>          ca. _____ Mal ausgeübt, und zwar bei jedem Mal für ca. _____ Minuten.</p>	<p>Aktivität <b>B</b> habe ich <b>in den letzten 4 Wochen</b>          ca. _____ Mal ausgeübt, und zwar bei jedem Mal für ca. _____ Minuten.</p>	<p>Aktivität <b>C</b> habe ich <b>in den letzten 4 Wochen</b>          ca. _____ Mal ausgeübt, und zwar bei jedem Mal für ca. _____ Minuten.</p>

Quelle: In Anlehnung an Fuchs et al., 2015

**Zuletzt wollen wir ein paar allgemeine Informationen von Ihnen erhalten**

43. Rauchen Sie?
- Ja, täglich  wenn ja, dann weiter mit Frage 44
  - Ja, gelegentlich  weiter mit Frage 45
  - Nein, nicht mehr  weiter mit Frage 46
  - Ich habe noch nie geraucht  weiter mit Frage 48
44. Wenn Sie täglich Zigaretten rauchen, wie viele Zigaretten rauchen Sie durchschnittlich pro Tag? \_\_\_\_\_ Zigaretten pro Tag  weiter mit Frage 47
45. Wenn Sie gelegentlich Zigaretten rauchen, wie viele Zigaretten rauchen Sie durchschnittlich pro Woche?  
 \_\_\_\_\_ Zigaretten pro Woche  weiter mit Frage 47
46. Wenn Sie nicht mehr rauchen, wie alt waren Sie als Sie mit dem Rauchen aufgehört haben? \_\_\_\_\_ Jahre  weiter mit Frage 47
47. Wie alt waren Sie als Sie angefangen haben zur rauchen, wenn auch nur gelegentlich? \_\_\_\_\_ Jahre  weiter mit Frage 48
48. Wie häufig waren Sie schwanger?

Anzahl an Schwangerschaften: \_\_\_\_\_ (Saß et al., 2017)

49. Welchen höchsten schulischen Abschluss haben Sie?

- Schule beendet ohne Abschluss
- Haupt-/Volksschulabschluss
- Polytechnische Oberschule der DDR mit Abschluss der 8. oder 9. Klasse
- Polytechnische Oberschule der DDR mit Abschluss der 10. Klasse
- Realschulabschluss, Mittlere Reife oder gleichwertiger Abschluss
- Fachhochschulreife/Fachoberschule
- Abitur (allgemeine oder fachgebundene Hochschulreife) / Erweiterte Oberschule (EOS)
- Anderer Schulabschluss  und zwar: \_\_\_\_\_(INQA-WAI-Netzwerk, 2017)

50. Welchen höchsten beruflichen Abschluss haben Sie?

- Keinen Abschluss und nicht in beruflicher Ausbildung
- Keinen Abschluss und noch in der beruflichen Ausbildung (Student, AZUBI, Berufsvorbereitungsjahr, Praktikant)
- Lehre abgeschlossen (beruflich-betriebliche Ausbildung)
- Ausbildung an Berufsfachschule, Handelsschule abgeschlossen (beruflich-schulische Ausbildung)
- Fachschule abgeschlossen (Meister-, Technikerschule, Berufs- oder Fachakademie)
- Fachhochschule, Ingenieursschule abgeschlossen
- Universität oder Hochschule abgeschlossen
- Einen anderen beruflichen Ausbildungsabschluss und zwar:  
\_\_\_\_\_ (Saß et al., 2017)

## Programmierung der Stehdefinitionen

### Allgemein gültig:

Aliasing-Effekt: Bildung eines Moving Average (MA) (zeitlich gleitender Mittelwert aus drei Werten)

Umrechnung von „Steps“ in „Schritte“ (Einzelschritte):

- Benutzt wird Moving Average (Stepping)
  - Wenn Moving Average (Stepping)  $> 0,5$ , dann Schritte = Steps x2, sonst Schritte = Steps

Programmierung:

- Im Falle einer Nichttragezeit (Wert NaN) wird die Stehdauer innerhalb dieses Zeitraums auf 0 zurückgesetzt.
- Der Moving Average wird nur berechnet, wenn drei gültige Werte vorhanden sind. Das heißt bei NaN Werten oder für ersten und letzten Wert in Datensatz wird kein Moving Average berechnet.

### AMR-Methode

Definition: Jedes Stehen auch verbunden mit Gehen über kurze Strecken (in der Regel bis ca. 5 m-Strecken)

- Immer „Standing“ kumulativ berechnen
- auf = 0 setzen, wenn
  - Moving Average (Sitting)  $> 0,9$
  - Wenn Schritte Frau  $> 7$  innerhalb von 9 Sekunden,  
Wenn Schritte Mann  $> 6$  innerhalb von 8 Sekunden
- Version 1: längste Standing Zeit berechnen
- Version 2: Standing kumulativ berechnen (hier selbstverständlich NICHT = 0 setzen)

## **LMM-Methode**

Definition: Stehdauer aufsummieren, auch durch einzelne Schritte unterbrochen, wenn mehrfach  $\geq 10\text{s}$  ( $\geq 2\text{-mal}$ ) oder wenn  $\geq 1$  Minute

- Gewichtetes Standing bei Moving Average  $> 0,5$  aufsummieren, wenn mehrfach  $\geq 10\text{s}$  ( $\geq 2\text{-mal}$ ) oder wenn  $\geq 1$  Minute

## **LASI-Methode**

Definition: Stehen ohne die Möglichkeit, sich wenige 20 cm zur Seite, nach vorn oder nach hinten zu bewegen, ohne zeitliche Entlastung

- Gewichtetes Standing, wenn Moving Average „Standing“  $> 0,5$ , sonst Abbruch
- Bei Einzelschritt kein Stehen
  
- Version 1: längste Standing Zeit berechnen
- Version 2: Standing kumulativ berechnen