

Aus dem Institut für Präventivmedizin

Direktorin (k): Prof. Dr. med. habil. Regina Stoll

Ein Vergleich zweier Orchesterstühle aus präventivmedizinischer Sicht

Inauguraldissertation

zur

Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Medizin

der Universitätsmedizin Rostock

vorgelegt von

Christiane Appel, geb. am 06.02.1983 in Waren (Müritz)

aus Neustrelitz

Rostock, den 23.10.2013

Dekan: Prof. Dr. med. Emil C. Reisinger

Gutachter:

1. Gutachter:

Prof. Dr. med. habil. Regina Stoll,
Institut für Präventivmedizin, Universität Rostock

2. Gutachter:

Prof. Dr. med. habil. Dipl.-Ing. Rainer Bader
Orthopädische Klinik und Poliklinik, Universität Rostock

3. Gutachter:

Prof. Dr. med. habil. Irina Böckelmann
Bereich Arbeitsmedizin, Otto von Guericke Universität Magdeburg

Datum der Einreichung: 23.10.2013

Datum der Verteidigung: 02.12.2014

Danksagung

Besonderer Dank gilt meiner Promotionsbetreuerin Prof. Dr. med. habil. Regina Stoll für den unkomplizierten Ablauf der Studie, ihre zuverlässige Unterstützung und Geduld sowie Prof. Dr. med. Johannes Plath für die Idee des Themas und die Unterstützung mit Rat und Tat.

Danken möchte ich auch den Mitarbeitern des Instituts für Präventivmedizin der Universität Rostock, die mir bei kleineren und größeren Problemen stets sehr hilfsbereit und engagiert zur Seite standen.

Prof. Christfried Göckeritz als Rektor der HMT Rostock sowie als Leiter des an der Studie teilnehmenden Orchesters gilt mein besonderer Dank für die Erlaubnis, die Untersuchungen an der HMT durchführen zu dürfen. Herzlich danken möchte ich natürlich auch den Musikstudierenden für ihre Bereitschaft zur Teilnahme an der Studie, ihre Mitarbeit und Geduld. Des Weiteren danke ich den Mitarbeitern der HMT Rostock, insbesondere den Mitarbeitern des Bereiches Haus- und Bühnentechnik, für die Unterstützung während der Durchführung der Messungen.

Für die Bereitstellung der Videokamera und die Digitalisierung der gemessenen Daten danke ich dem Medienservice der Universität Rostock, vor allem Herrn Dipl. Phys. Wolfgang Roßmannek, für die schnelle und zuverlässige Unterstützung.

Herausragender Dank gebührt meiner Familie, die mir sowohl das Medizinstudium als auch die Anfertigung der Promotionsarbeit durch ihre Unterstützung und unerschütterlichen Rückhalt erst ermöglichten.

Gewidmet meiner Familie

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	a
Tabellenverzeichnis.....	c
1. Einleitung	1
1.1. Gesundheitliche Probleme bei Musikern	1
1.1.1. Erkrankungen von Musikern und Risikofaktoren, die zu deren Entstehung beitragen.....	2
1.1.2. Arbeits- und Präventivmedizin für Musiker	8
1.1.3. Möglichkeiten der Prävention musikerspezifischer Erkrankungen	10
1.1.4. Therapieoptionen für erkrankte Musiker	12
1.2. Das Sitzen im Fokus der Medizin	13
1.2.1. Sitzen und Rückenschmerzen	13
1.2.2. Stühle im arbeitsmedizinischen Blickpunkt.....	14
1.2.3. Dynamisches Sitzen als Ansatzpunkt der Prävention	22
1.3. Auch Musiker müssen sitzen.....	24
1.4. Fragestellung und Ziel der Arbeit.....	26
2. Material und Methoden	28
2.1. Materialien.....	29
2.2. Datenerhebung.....	30
2.3. Datenverarbeitung	37
2.4. Statistische Methoden.....	40
3. Ergebnisse	41
3.1. Fragebogen	41
3.2. Lastwechsel pro Zeit	49
3.3. Auflagefläche und Druckverteilung	53
4. Diskussion	57
4.1. Die subjektive Bedeutung von Bequemlichkeit, Sitzgelegenheit und Gesundheit für Musikstudierende.....	58
4.2. Spielbedingte Beschwerden von Musikstudierenden	59
4.3. Subjektive Beurteilung der Stühle im Vergleich.....	64
4.4. Der Zusammenhang zwischen Sitzmöbel und Musik	68
4.5. Die Sitzdynamik	69
4.6. Die Auflagefläche des Gesäßes auf der Sitzfläche im Vergleich.....	73

4.8. Bedeutung des Musikerstuhls für die Prophylaxe spielbedingter Beschwerden	76
4.9. Kritische Betrachtung der Ergebnisse und Ausblick.....	77
4.10. Zusammenfassung.....	79
Anhang	81
Literaturverzeichnis.....	81
Thesen	95
Selbstständigkeitserklärung.....	97
Lebenslauf	98

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Balans-Chair	17
Abb. 2:	Sit-and-stand-Chair	18
Abb. 3:	Multi posture office chair	19
Abb. 4:	Sitzball	20
Abb. 5:	Bambach saddle seat	21
Abb. 6:	Stuhl A (hier mit Messvorrichtung)	29
Abb. 7:	Stuhl B (hier mit Messvorrichtung)	29
Abb. 8:	Fragebogen, allgemeiner Teil	31
Abb. 9:	Fragebogen Orchesterstuhl	32
Abb. 10:	Stuhl A mit Druckmessmatte, Funksender und Probandin	35
Abb. 11:	Stuhl B mit Druckmessmatte, Funksender und Probandin	35
Abb. 12:	Bildschirmansicht der Software „medilogic 4.4“	36
Abb. 13:	Beispiel für die Druckverteilung auf Stuhl A (links) und Stuhl B (rechts)	39
Abb. 14:	Beurteilung der Aussage „Unbequemlichkeit ist erträglich, wenn sie gesund ist.“	41
Abb. 15:	Beurteilung der Aussage „Es besteht ein Zusammenhang zwischen Sitzmöbel und musikalischem Ergebnis.“	42
Abb. 16:	Beurteilung der Stühle A und B im Vergleich	45
Abb. 17:	Beurteilung der Aussage „Der Stuhl behindert mich beim Musizieren.“ bezogen auf die Stühle A und B	47
Abb. 18:	Beurteilung der Aussage „Der Stuhl unterstützt mich beim Musizieren.“ bezogen auf die Stühle A und B	48

Abb. 19:	Momentaufnahme der durch die Messmatte ermittelten Druckverteilung auf der Sitzfläche.....	49
Abb. 20:	Lastwechsel pro 15 Minuten, Stuhl A.....	50
Abb. 21:	Lastwechsel pro 15 Minuten, Stuhl B.....	50
Abb. 22:	Lastwechsel pro 15 Minuten auf Stuhl A und B – Median, Minimum, Maximum.....	51
Abb. 23:	Lastwechsel pro 15 Minuten auf Stuhl A und B – Perzentile.....	52
Abb. 24:	Anteil definierter Druckbereiche bezogen auf alle Sensoren, die einen Druck $P > 0 \text{ N/cm}^2$ im durchschnittlichen Druckmuster registrierten.....	55
Abb. 25:	Prozentuale Verteilung der Sensoren für die Druckbereiche $P=3 \text{ N/cm}^2$ bis $P=6 \text{ N/cm}^2$	56

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Beurteilung der Aussage „Unbequemlichkeit ist erträglich, wenn sie gesund ist.“	41
Tabelle 2:	Beurteilung der Aussage „Es besteht ein Zusammenhang zwischen Sitzmöbel und musikalischem Ergebnis.“	42
Tabelle 3:	Beurteilung der Aussage „Ich habe schon einmal unter Beschwerden gelitten, die mich beim Musizieren beeinträchtigt haben.“	43
Tabelle 4:	Gründe für die Entstehung von Beschwerden	43
Tabelle 5:	Beurteilung der Stühle A und B durch die Probanden	44
Tabelle 6:	Kritikpunkte und Verbesserungsvorschläge für Stuhl A	46
Tabelle 7:	Kritikpunkte und Verbesserungsvorschläge für Stuhl B	46
Tabelle 8:	Beurteilung der Aussage „Der Stuhl behindert mich beim Musizieren“ bezogen auf Stuhl A und B	47
Tabelle 9:	Beurteilung der Aussage „Der Stuhl unterstützt mich beim Musizieren.“ Bezogen auf Stuhl A und B	48
Tabelle 10:	Lastwechsel pro 15 Minuten	51
Tabelle 11:	Perzentilen und Extremwerte der Lastwechsel pro 15 Minuten	52
Tabelle 12:	Anzahl der Sensoren, die einen Druck $P > 0 \text{ N/cm}^2$ registrierten und die daraus errechnete Auflagefläche	54
Tabelle 13:	Prozentuale Verteilung der Sensoren auf definierte Druckbereiche	55
Tabelle 14:	Durch den Mann-Whitney-U-Test ermittelte p-Werte	56

1. Einleitung

1.1. Gesundheitliche Probleme bei Musikern

Die Musikermedizin

Das Spielen eines Instrumentes sowie das Singen stellen besondere Anforderungen an den Körper sowie den Geist. Komplexe Bewegungsabläufe müssen geplant, koordiniert und automatisiert werden. So wie ein Sportler seinen Körper nutzt um sportliche Leistungen zu erzielen, nutzt der Musiker ihn zur Erzeugung von künstlerischen Leistungen. Das bringt für den Körper eine Reihe sehr spezieller Anforderungen und Beanspruchungen mit sich. Wie beim Sportler auch, sind hierfür regelmäßiges Training bzw. Übung und große Disziplin notwendig um erfolgreich zu sein. Während die ärztliche Betreuung von Sportlern der Allgemeinheit bekannt ist, ist der Bereich der Medizin, der sich mit den Bedürfnissen von Musikern beschäftigt, noch nicht jedermann geläufig.

Historischer Exkurs

Bereits 1832 begann mit dem Erscheinen des „Ärztlichen Ratgebers für Musiktreibende“ von Karl Sundelin die Verschriftlichung der Geschichte der Musikermedizin. In den 20er Jahren verfasste Julius Flesch ein Buch über die „Berufskrankheiten des Musikers“, während 1923 das Buch „Die Berufskrankheiten der Musiker“ von Kurt Singer, der als Nervenarzt an der Berliner Musikhochschule unterrichtete, erschien (Samsel et al., 2006).

Bald wandte sich auch die Wissenschaft im Rahmen von Studien den Musikern zu. 1963 wurde erstmals in Deutschland eine Untersuchung an 1803 Musikern durchgeführt, wobei die gesundheitliche Situation der Probanden beurteilt wurde. 40,7 % der Musiker gaben allgemeine chronische Beschwerden an, 58,7 % beruflich bedingte Beschwerden. Als häufigste Beschwerden wurden starke muskuläre Verkrampfungen im Nacken und in den Schultern und Schäden von Wirbelsäule und Bandscheiben genannt. Als Gründe für diese Beschwerden sind die langanhaltende Zwangsstellung des Körpers beim Musizieren sowie eine ergonomisch ungünstige Gestaltung des Arbeitsplatzes anzusehen (Schmale & Schmidtke, 1985).

Im Jahr 1987 wurde in den USA erstmals eine epidemiologische Studie an 2212 Orchestermusikern während der International Conference of Symphony and

Orchestra Musicians durchgeführt. Auch hier fiel auf, dass ein unerwartet hoher Anteil der Musiker über erhebliche gesundheitliche Beschwerden berichtete. Unter anderem hatten 39% von ihnen Beschwerden im psychologischen Bereich zu beklagen (Fishbein & Middlestadt, 1988; Middlestadt & Fishbein, 1988). Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse entwickelte sich in den USA die Richtung der Performing Arts Medicine.

Auch in Deutschland entwickelte sich das Feld der Musikermedizin weiter. Zu den Musikermedizinern zählen heute Ärzte unterschiedlicher Fachrichtungen, die ihr Augenmerk auf gesundheitliche Probleme von Musikern richten. Das Spektrum der Fachrichtungen ist umfangreich, es zählen u.a. die Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Orthopädie, Psychosomatik, Psychiatrie, Innere Medizin und Chirurgie, hier speziell die Handchirurgie, dazu. Auch Physiotherapeuten und Logopäden sind in die Therapie von Musikern miteinbezogen, wie es zum Beispiel im Zentrum für Musikermedizin in Freiburg der Fall ist (Freiburger Institut für Musikermedizin, 2013).

In Deutschland gibt es aktuell ca. 58.000 Musiker, die in professionellen Strukturen im klassischen Bereich tätig sind. Es existieren 26 Musikhochschulen, an denen sich ca. 24.000 Studierende der künstlerischen und der musikpädagogischen Ausbildung unterziehen. Außerdem gibt es mehr als 900 Musikschulen, an denen ca. 983.000 Schüler, vorwiegend Kinder und Jugendliche, aber auch Erwachsene, unterrichtet werden. Beachtliche 9,8 Millionen Menschen in Deutschland widmen sich derzeit im Bereich der vokalen und instrumentalen Laienmusik ihrem Hobby (Deutsches Musikinformationszentrum, 2011a-e).

1.1.1. Erkrankungen von Musikern und Risikofaktoren, die zu deren Entstehung beitragen

Bestimmte Krankheitsbilder sind gehäuft bei Musikern zu beobachten. Sie treten unabhängig von Alter und künstlerischen Fähigkeiten auf. Es kann ein Bogen von beiläufigen Beschwerden bis hin zu karrierebeendenden Erkrankungen gespannt werden (Zaza, 1998; Siemon & Borisch, 2002; Dawson, 2002; Brandfonbrener, 2003; Zuskin et al., 2005).

In zahlreichen Untersuchungen der jüngeren Zeit wurde festgestellt, dass zwischen 50 und 75% aller Musiker medizinische Probleme vorweisen, die im Zusammenhang mit der musikalischen Tätigkeit stehen und diese ihrerseits beeinflussen (Lockwood, 1989; Blum & Norris, 1991; Blum, 1995a,b; Schuppert & Altenmüller, 1999; Harper, 2002).

Musiker weisen Beschwerden aus unterschiedlichsten medizinischen Fachrichtungen auf

Musiker sind speziellen psychosozialen Beanspruchungen ausgesetzt (Ostwald, 1995; Möller, 1997). Insbesondere Auftrittsängste beeinträchtigen die Psyche des Musikers (Robson et al., 1995; Brodsky, 1996). Auftrittsangst und Lampenfieber spielen für etwa die Hälfte der Musiker eine Rolle (Salmon, 1990). Um dieser Angstsymptomatik entgegenzutreten, werden häufig Versuche der Selbstmedikation unternommen, die bei 34 % der Musiker zu übermäßigem Alkoholkonsum und Sedativaabusus führen (Steptoe, 1989) und bei 23 % ursächlich für den Missbrauch von β -Blockern sind (Salmon, 1990). Als enorme psychische Beanspruchung wird auch die Tatsache empfunden, dass der Orchestermusiker in der Regel unter Zeitdruck und ohne individuellen Entscheidungsspielraum arbeiten muss (Karasek & Theorell, 1990). Geringe soziale Unterstützung und hoher Konkurrenzdruck sind in professionellen Orchestern allgegenwärtig (Karasek & Theorell, 1990).

Weitere psychische Beanspruchungen entstehen für Musiker unter anderem durch zunehmend unsichere wirtschaftliche Rahmenbedingungen und die rasant zunehmende Komplexität von Arbeitsanforderungen (Fendel, 2009). Beispielsweise in den USA führen gegenwärtig ein verminderteres Einkommen und höhere Ausgaben bedingt durch die gesamtwirtschaftliche Entwicklung auch bei Musikern zu wirtschaftlichen Engpässen und damit verbunden zu Unsicherheit und Existenzängsten (Manchester, 2009).

Ebenfalls häufig liegen Sehnenerkrankungen und fokale Dystonie, eine tätigkeitsspezifische Koordinationsstörung, vor (Altenmüller, 1996).

Berufsbedingte Hörschäden und Tinnitus sind Beschwerden, die sich ihrerseits besonders stark auf die Tätigkeit des Musikers auswirken (Behroozi & Luz, 1997; Sataloff, 1997; Henoch & Chesky, 1999).

Vor allem bei Bläsern lassen sich Lippen- und Zahnpaole beobachten (Methfessel, 1995).

Auch Dermatologische Probleme spielen eine Rolle, so wird beispielsweise der „Geigerfleck“ als Kontaktallergie beschrieben (Harvell & Maibach, 1992).

Beschwerden des rheumatischen Formenkreises sind für Musiker ebenfalls bedeutsam. Sie beeinflussen Körperhaltung und Instrumentenhaltung und können sich so auf das künstlerische Ergebnis auswirken (Greer & Panush, 1994).

Spielbedingte Erkrankungen betreffen Musiker jeden Alters

Neben professionellen Musikern (Zaza, 1998; Nyman et al., 2007), Musikstudierenden (Seidel et al., 1999; Spahn et al., 2002) und Amateurmusikern (Siemon & Borisch, 2002) sind bereits Schüler an deutschen Musikschulen von spielbedingten Beschwerden und Erkrankungen betroffen (Gregosiewicz et al., 1990).

In Musikschulen werden im Kindesalter die Grundsteine für das Musizieren gelegt. Dort sollten langfristig musikphysiologische Inhalte in den Unterricht integriert werden. Auf diese Weise könnte bereits frühzeitig zur Gesundheitsförderung junger Musiker beigetragen werden (Hacker, 2009).

Erkrankungen des Bewegungsapparates bei Musikern

Erkrankungen des Bewegungsapparates liegen bei Musikern häufig vor (Blum, 2001; Dawson, 2002; Brandfonbrener, 2002). Zwischen 47% und 74% untersuchter Musiker geben spielbedingte Beschwerden des Bewegungsapparates an (Zaza, 1998; Siemon & Borisch, 2002).

Die Entstehung von Erkrankungen des Bewegungsapparates bei Musikern ist eine Folge des ständigen intensiven Gebrauchs desselben beim Musizieren (Schulz, 2009). Eine lange tägliche Spieldauer eines Instrumentes stellt einen Risikofaktor für die Entstehung spielbedingter Beschwerden dar (Manchester & Flieder, 1991; Bongers et al., 1993). Als besonderer Risikofaktor für die Entstehung von Erkrankungen des Schulter-Nacken-Bereiches bei Musikern wird eine Arbeitshaltung mit gehobenem Arm in Kombination mit einer Spieldauer länger als drei Stunden pro

Arbeitstag angesehen (Nyman et al., 2007). Professionelle Violinisten sind von Beschwerden im Schulter-Nacken-Bereich besonders betroffen (Siemon & Borisch, 2002).

Einen entscheidenden Risikofaktor für die Entstehung spielbedingter Erkrankungen stellt das gespielte Instrument dar. So wurde mehrfach nachgewiesen, dass bei hohen Streichern häufiger Symptome auftreten als bei anderen Instrumentalisten (Fishbein & Middlestadt, 1988; Pak & Chesky, 2001; Davies & Mannington, 2002).

Die musikalische Literatur stellt sehr unterschiedliche technische Anforderungen und interpretatorische Schwierigkeitsgrade dar, was auch die Entstehung von Beschwerden bedingen kann (Fry, 1986; Revak, 1989).

Die statische Haltearbeit und die damit verbundene exzentrische Beanspruchung des muskuloskeletalen Systems können langfristig zu chronischen Schmerzsyndromen insbesondere der Wirbelsäule führen (Seidel & Lange, 2001; Seidel et al., 2009).

Zur Entstehung von Beschwerden kann die Bewegungsqualität beim Musizieren beitragen. Ein hoher Kraftaufwand und starke Muskelanspannung in Kombination mit sich häufig wiederholenden Bewegungsabläufen begünstigen die Entstehung von Erkrankungen vor allem des Bewegungsapparates (Moore et al., 1991; Stock, 1991).

Die hauptsächlichen spielbedingten Erkrankungen des Bewegungsapparates bei Musikern sind das Overuse-Syndrom, Schmerzsyndrome sowie Funktionsstörungen im Schulter-Nacken-Bereich (Lederman, 1994; Lederman 2003). Erkrankungen der Wirbelsäule liegen bei 60,9% der Musiker vor, noch häufiger tritt nur das Overuse-Syndrom auf. Es kommt bei 76,6% untersuchter Musiker vor (Joubrel et al., 2001) und wird hervorgerufen durch das häufig wiederholte Ausführen immer gleicher Bewegungen in Kombination mit dem Tragen des Gewichts des Instrumentes in einer für den Körper ungünstigen Haltung, was eine einseitige Beanspruchung darstellt (Liu & Hayden, 2002). Vier Faktoren wurden als besonders bedeutsam für die Entstehung von Überlastungssyndromen erkannt. Dabei handelt es sich neben der häufigen Wiederholung von Bewegungen und einem unnötigen Kraftaufwand auch um die mangelnde Abstimmung zwischen grob- und feinmotorischen Bewegungsanteilen sowie widersprüchliche Bewegungs- und Haltungsanforderungen an die Körperteile (Meinke, 1998). Auch ein hoher Automatisierungsgrad bestimmter Bewegungen in Kombination mit asymmetrischen Haltungsanforderungen kann zu Überbeanspruchungen des Bewegungsapparates führen (Reinhardt, 2002).

Bei den hohen Streichern, zu denen die Violine und die Viola zählen, beeinflussen viele Faktoren das Ausmaß der Beanspruchung beim Spielen. Dazu gehören Kopf-, Hals- und Kieferposition, Kinnhalterform, Schulterstütze, Haltungstechniken sowie Koordinationstechniken. Durch die Beeinflussung dieser Faktoren kann die Funktionalität des Spielapparates verbessert werden (Ramirez, 2009).

Erkrankungen des Bewegungsapparates kommen am häufigsten bei Streichern, am seltensten bei Schlagzeugern vor (Lockwood, 1989). Frauen sind davon häufiger betroffen als Männer (Zaza & Farewell, 1997; Pak & Chesky, 2001; Fjellman-Wiklund & Brulin, 2003).

Von großer Bedeutung als Risikofaktor sind die Bedingungen, die am Arbeitsplatz des Musikers herrschen. Ergonomische Probleme, zum Beispiel bedingt durch eine unvorteilhafte Gestaltung der Sitzgelegenheiten oder die falsche Höhe des Notenpultes, begünstigen die Entstehung von Beschwerden des Bewegungsapparates (Meinke, 1998; Pascarelli, 1999). Die Lautstärkebelastung im Orchester stellt einen nicht zu vernachlässigenden Stressfaktor für den Musiker dar und kann zu irreparablen Hörschäden führen (Babin, 1999; Harper, 2002). Enge Raumverhältnisse im Orchestergraben, schlechte Beleuchtung und ungünstige klimatische Bedingungen wirken sich ebenfalls signifikant auf die Entstehung von Beschwerden aus (Harper, 2002).

Die körperliche Konstitution spielt für die Entwicklung von Beschwerden bei Musikern eine Rolle. So begünstigt die benigne Gelenkinstabilität der Fingergelenke, die sich in einem pathologischen Bewegungsausmaß und einer Überstreckbarkeit äußert, die Entstehung von Beschwerden im Unterarm, den Handgelenken und der Hand (Brandfonbrener, 2002).

Wichtig ist außerdem die Einstellung des Musikers zu seinen Beschwerden. Wenn bei dem Auftreten von Symptomen nicht rechtzeitig professionelle Hilfe aufgesucht wird, droht eine Verschlimmerung oder gar Chronifizierung des Leidens. Unter Musikern werden Krankheitsanzeichen oft bagatellisiert, was wiederum deren Entwicklung vorantreibt (Blackie et al., 1999; Yee et al., 2002). Auch psychosomatische Faktoren tragen zur Symptomentstehung bei (Möller, 2001).

Die Anzahl der Jahre der aktiven Berufsausübung wirkt sich auf die Entwicklung von Beschwerden ebenfalls aus. So wurden bei Musikern mit weniger Berufsjahren

häufiger berufsbedingte Erkrankungen festgestellt als bei Kollegen mit längerer Berufserfahrung (Pak & Chesky, 2001; Davies & Mannington, 2002).

Zur korrekten Beurteilung der Beschwerden sollte die Diagnostik unter Berücksichtigung des gespielten Instrumentes erfolgen (Seidel & Conradi, 2001).

Erkrankungen des Bewegungsapparates bei Musikstudierenden

Gesundheitliche Probleme mit ihrem Ursprung im Musizieren spielen bereits während der musikalischen Ausbildung eine Rolle. So klagen 43% bis 69% der untersuchten Musikstudierenden über gesundheitliche Beschwerden im Zusammenhang mit dem Musizieren (Zaza, 1992; Spahn et al., 2002; Reinhardt, 2009).

Die bereits angesprochenen Erkrankungen des Bewegungsapparates sind bei Musikstudierenden aller Fächer gegenwärtig, bei den Streichern kommen sie mit bis zu 77% jedoch besonders häufig vor. Die Erkrankungen können sogar zu einem Schmerzmittelabusus führen (Larsson et al., 1993). Besonders häufig sind auch bei Studierenden Beschwerden im Bereich des Nackens und des oberen Rückens (Seidel et al., 1999).

Bei vielen Musikstudierenden besteht die Tendenz, trotz bestehender Beschwerden weiter zu musizieren, selbst unter Schmerzen. Ein Leitmotiv dafür ist eine besondere Zielstrebigkeit hinsichtlich des Karriereziels. Aufgeben ist für viele Musiker inakzeptabel (Park et al., 2007).

Das Overuse-Syndrom stellt auch unter Musikstudierenden ein Problem dar (Fry, 1987).

Schmerzen im allgemeinen Sinn treten bei bis zu 89% der befragten Musikstudierenden auf. Die Schmerzen werden im Schulter-Nacken-Bereich, an den Händen und der Wirbelsäule beklagt (Zetterberg et al., 1998).

Rückenschmerzen sind bei Musikstudierenden ebenfalls gegenwärtig. Auch davon sind die Streicher mit 53% im Vergleich zu 41% unter allen Musikstudierenden besonders häufig betroffen (Silverstone, 1995).

Als besonders einschränkend werden vor allem bei Streichern und Pianisten Erkrankungen im Bereich der Hände empfunden, die oft als Folge einer Verlängerung der Übungszeit entstehen (Manchester & Flieder, 1991).

Musikstudierende im Vergleich mit Studierenden anderer Studienfächer

Um zu untersuchen, ob es sich bei Erkrankungen des Bewegungsapparates wirklich um ein Problem handelt, das speziell Musikstudierende betrifft, wurden Studien zum Vergleich von Musikstudierenden mit Studierenden anderer Fachrichtungen angestellt.

Musikstudierende geben doppelt so häufig Schmerzen im oberen Rücken und den Armen an als Studierende anderer Fächer (Roach et al., 1994). Außerdem klagen sie häufig über Schmerzen im Schulter-Nacken-Bereich. Damit unterscheiden sie sich in der Schmerzlokalisation von Studierenden anderer Studienfächer (Pratt et al., 1992).

Im Vergleich mit Medizinstudierenden zeigen sich bei Musikstudierenden besonders häufig Haltungsstörungen, die bei 54% der Musikstudierenden vor allem am Instrument auffallen. Streicher sind davon besonders häufig betroffen (Eijsden-Besseling et al., 1993).

Musikstudierende weisen bis zu doppelt so häufig Funktionsstörungen im Bereich des Bewegungssystems auf wie Studierende der Sozialpädagogik (Steinmetz & Möller, 2007).

1.1.2. Arbeits- und Präventivmedizin für Musiker

Im Bereich der professionellen Musik sind zahlreiche arbeits- und präventivmedizinische Aspekte von Bedeutung, die den Musikern die Arbeit erleichtern und ihrer Gesundheit zuträglich sein sollen.

Grundlagen der Gestaltung des Arbeitsplatzes

Grundlegende Faktoren wie Raumklima, ausreichende Beleuchtung, Temperatur und Feuchtigkeit sind die Basis für die Arbeit des Musikers in einem erträglichen

Umfeld. Der betreuende Arbeitsmediziner sollte sich für die Optimierung dieser Faktoren einsetzen (Lahme et al., 2000).

Beengte räumliche Verhältnisse sowohl in der Garderobe als auch auf der Bühne sind für den Musiker unangenehm und können Stresssituationen provozieren. Aus arbeitsmedizinischer Sicht sollen diese Faktoren bei der Gestaltung des Arbeitsplatzes Berücksichtigung finden (Lahme et al., 2000).

Unergonomische Sitzgelegenheiten können medizinische Probleme bei Musikern verursachen (Schmidtke, 1995). Der Arbeitsmediziner sollte sich für gewisse Standards bei der Gestaltung des Arbeitsplatzes von Musikern einsetzen, wie sie beispielsweise für Bildschirmarbeitsplätze existieren (Lahme et al., 2000).

Lautstärkebelastung

Für Orchestermusiker stellt die Lautstärkebelastung im Orchestergraben einen nicht zu vernachlässigenden Risikofaktor dar. Es können Hörschäden entstehen, die durchaus das Ende der Karriere bedeuten können. Von Seiten des Arbeitsmediziners ist auf ausreichende Lärmpausen und einen adäquaten Gehörschutz zu achten (Lahme et al., 2000). Die allgemeine Akzeptanz des Gehörschutzes im Orchester ist jedoch noch gering. Die Einhaltung eines Expositionsgrenzwertes unter Berücksichtigung der dämmenden Wirkung eines Gehörschutzes sollte beachtet werden. Außerdem muss dem Informationsbedarf von Orchestermusikern sowie Dirigenten und Verwaltung zum Thema Gehörschutz nachgekommen werden (Richter et al., 2007; Zander & Richter, 2009). Bezuglich der Expositionsgrenzwerte gilt die Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibration vom 06. März 2007. Dort sind ein Tages-Lärmexpositionspiegel von 85 dB und ein Spitzenschalldruckpegel von 137 dB festgelegt (Bundesministerium der Justiz, 2013). In dieser Verordnung ist die Richtlinie 2003/10/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Februar 2003 über Mindestvorschriften zum Schutz der Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Lärm) umgesetzt (De Sagastuy, 2005).

Im Orchesteralltag gestaltet sich die Umsetzung dieser Richtlinien jedoch schwierig. Die Lärmexposition ist sehr individuell abhängig vom gespielten Instrument, dem

Repertoire und dem Platz im Orchester. So sind beispielsweise Bläser einem durchschnittlichen Pegel von 86-98 dB und Schlagzeuger einem Pegel von bis zu 115 dB ausgesetzt. Hohe Streicher können im Mittel Lautstärkepegeln von 82-98 dB ausgesetzt sein, wobei das linke Ohr mit durchschnittlich 4,6 dB mehr als das rechte beansprucht wird (Schmidt et al., 2011). Diese Daten lassen erahnen, dass die einheitliche Umsetzung der o.g. Richtlinie sich in der Praxis schwierig gestaltet.

Psychische Beanspruchung und Abhängigkeitserkrankungen

Der betreuende Arzt sollte auch im Zusammenhang mit psychischen Problemen eine ausführliche und motivierende Beratung und Begleitung für Beschäftigte und Arbeitgeber anbieten. Informationen und Motivation zu gesundem Arbeitsverhalten sollten auch Musikern vermittelt werden (Fendel, 2009).

Alkohol- und Medikamentenabhängigkeit sind unter Musikern, wie bereits beschrieben, ein weit verbreitetes Problem. Das Erkennen und Behandeln der Abhängigkeitserkrankungen stellt für den Arbeitsmediziner eine besondere Herausforderung dar (Lahme et al., 2000; Abilgaard, 2007).

Medizinische Betreuung professioneller Musiker

Während die regelmäßige medizinische Betreuung von Sportlern inzwischen selbstverständlich ist, kommt diese bei Musikern noch immer zu kurz. Ein aktuelles Modellprojekt des Zentrums für physikalische und rehabilitative Medizin am Klinikum Weimar unter der Leitung von Prof. Dr. Egbert Seidel soll die Notwendigkeit der kontinuierlichen Betreuung professioneller Orchester durch Mediziner unterstreichen (Zeiß, 2012),

1.1.3. Möglichkeiten der Prävention musikerspezifischer Erkrankungen

Um spielbedingten Beschwerden und Erkrankungen vorzubeugen, bieten sich Musikern verschiedene Möglichkeiten, auf die hier näher eingegangen werden soll.

Spiel- und Übeverhalten

Das Spiel- und Übeverhalten hat einen großen Einfluss auf die Entstehung von Beschwerden. Geeignete Aufwärmübungen vor dem Spielen und ausreichende Pausen haben eine protektive Wirkung (Zaza & Farewell, 1997; Blackie et al., 1999).

Beim Spielen von Instrumenten, die eine asymmetrische Körperhaltung erfordern, ist es bedeutsam, auf ausreichende Ausgleichsbewegungen zu achten. Während des Spielens ist das meist nur schlecht möglich, daher sollten entsprechende Übungen in den Pausen durchgeführt werden. Der Musiker sollte das Üben und Ausführen anstrengender Techniken zeitlich begrenzen. Es ist auch empfehlenswert, Haltungsfehler sofort zu korrigieren statt die Korrektur auf später zu verschieben. Bei einer schlechten Tagesform sollte ganz auf das Spielen verzichtet werden (Howse, 1994; Zaza, 1994).

Die Korrektur von Bewegungsauffälligkeiten sollte auf einer möglichst frühen Entstehungsstufe erfolgen, bevor sie automatisiert werden (Reinhardt, 2005).

Um einer Überbeanspruchung vorzubeugen, empfiehlt es sich, die Übungszeit schrittweise zu erhöhen. Fraktioniertes Üben ist dem langen Üben am Stück vorzuziehen (Zaza, 1994).

Durch Videofeedback kann eine Analyse und Verbesserung der Spielhaltung erfolgen. Die Selbstkonfrontation bei diesem Verfahren kann zu Verhaltensänderungen und folglich zur Prävention oder Reduktion von Beschwerden führen (Reinhardt, 2009).

Bei Musikern sollten positive Stressbewältigungsmechanismen gefördert werden. Eine Auftrittssituation sollte beispielsweise als positive Herausforderung angesehen werden und keine Bedrohung darstellen. Der Stress reduziert sich, wenn der Künstler die Situation als kontrollierbar ansieht (Salmon, 1990).

Präventionsprogramme für Musikstudierende haben einen positiven Einfluss auf das Spielverhalten und das Verständnis von Gesundheit der Studierenden (Zander et al., 2010).

Körperliche Voraussetzungen

Körperliche Fitness ist für den Musiker von großer Bedeutung. Eine gute körperliche Verfassung ist die Voraussetzung für die Vorbeugung spielbedingter Überbeanspruchungen. Sportarten, die Kraft und Ausdauer fördern, sind Musikern zu empfehlen (Quarrier, 1993; Seidel et al., 1999; Ackermann et al., 2002).

Die Körperwahrnehmung des Künstlers ist grundlegend für das Musizieren aber auch für das Verständnis von Prävention. Der Musiker sollte seinen Körper als Instrument begreifen (Quarrier, 1993). Spezielle Techniken können die Körperwahrnehmung verbessern. Dazu zählen u.a. die Feldenkrais-Technik, die Alexander-Technik, die funktionelle Bewegungslehre und die Atemtherapie (Zaza, 1994; Steinmüller et al., 2001).

Wiederherstellungsfördernde und beanspruchungsverarbeitende Maßnahmen sollten instrumentenspezifisch erarbeitet werden. Allgemeine Präventions- und Wiederherstellungsprogramme sind nicht geeignet, instrumentenspezifische Beanspruchungen zu kompensieren (Seidel et al., 2009).

Psychosoziale Faktoren

Eine immense Bedeutung für die Prävention berufsbedingter Erkrankungen bei Orchestermusikern haben psychosoziale Einflüsse. Musik ist nicht nur ein körperlicher Vorgang, sondern unterliegt auch starken sozialen Einflüssen. So stärken eine gute Gruppendynamik und soziale Unterstützung innerhalb eines Orchesters auch die Gesundheit des Einzelnen (Quarrier, 1993).

1.1.4. Therapieoptionen für erkrankte Musiker

Musiker als Patienten stellen für betreuende Ärzte eine ganz besondere Herausforderung dar. Die Therapie spielbedingter und spieleinschränkender Erkrankungen ist für sie von existentieller Bedeutung, da sich auch nur kleine Beschwerden ohne rechtzeitige Therapie zu karrierebeendenen Einschränkungen entwickeln können (Greer & Panush, 1994).

Bei instrumentenspezifischen Überlastungssyndromen muss neben der Schmerztherapie eine Entlastung der Muskeln herbeigeführt werden, zugleich sollen die Muskeln gekräftigt werden. Eine Haltungskorrektur sollte sowohl im alltäglichen Leben als auch am Instrument erfolgen. Wert gelegt werden sollte auch auf die Senkung der Muskelspannung und die Dehnung verkürzter Muskeln. Von einer radikalen Spielpause ist abzuraten. Vielmehr ist dem Patienten zu einer Verkürzung der Übungszeit zu raten (Lahme et al., 2000).

Für die Behandlung des Overuse-Syndroms sind Physiotherapie, manuelle Therapie und Bewegungstherapie von großer Bedeutung (Janiszewski & Cieslik, 2004).

Da berufsspezifische Beschwerden von Musikern meist multikausal bedingt sind, muss auch das Therapiekonzept verschiedene Faktoren berücksichtigen. Dazu zählen die anatomisch-physiologische Konstitution, psychologische, ergonomische, arbeitsplatzspezifische sowie instrumentaltechnische Faktoren. Eine Schmerztherapie für Musiker sollte medikamentöse und invasive Verfahren sowie Psychotherapie, Psychoedukation und Entspannungstechniken beinhalten (Steinmetz, 2009).

1.2. Das Sitzen im Fokus der Medizin

Das Sitzen als Tätigkeit des täglichen Lebens ist Gegenstand unterschiedlichster wissenschaftlicher Untersuchungen und wird aus den verschiedensten Blickwinkeln betrachtet. Im Folgenden wird auf das Sitzen als Ursache für die Entstehung von Beschwerden, die Bedeutung der Sitzgelegenheit und Präventionsmöglichkeiten eingegangen.

1.2.1. Sitzen und Rückenschmerzen

Rückenschmerzen sind weltweit ein verbreitetes Problem (Bakker et al., 2009). Als eine Ursache für die Entstehung von vorwiegend lumbalen Rückenschmerzen wird unter anderem eine sitzende Tätigkeit angesehen. Im Sitzen rotiert das Becken nach hinten, wodurch die Lordose der Lendenwirbelsäule abnimmt und ein erhöhter Druck auf die Bandscheiben ausgeübt wird. Das kann zu lumbalen Rückenschmerzen

führen (Ernst, 1992a,b; Harrison et al., 1999; Rohlmann et al., 2002; Makhsous et al., 2003; Gadge & Innes, 2007; Lengsfeld et al., 2007; Watanabe et al., 2007). Die Wirbelsäule ist die hauptsächliche lasttragende Struktur des menschlichen Körpers. Sie wird gerade im Sitzen besonders beansprucht (Resnick et al., 1997). Eine sitzende Tätigkeit stellt eine lange und einseitige Beanspruchung der Wirbelsäule dar, was die Entstehung von Rückenschmerzen begünstigt (van Dieen et al., 2001).

Auch eine schlechte Haltung, die während des Sitzens die einseitige Beanspruchung der Wirbelsäule verstärkt, ist als Risikofaktor für die Entstehung von Rückenschmerzen anzusehen (Ernst, 1992a,b).

Anatomische Gegebenheiten können zur Entstehung von Rückenschmerzen beitragen. Ein asymmetrisches Becken beeinflusst die Bewegungen im Sitzen, was eine verstärkte einseitige Beanspruchung bei sitzender Tätigkeit bedingen kann. Auch vorbestehende lumbale Rückenschmerzen beeinflussen die Bewegungen im Sitzen und können so die Entstehung weiterer Beschwerden begünstigen (Ernst, 1992a,b ; Al-Eisa et al., 2006).

Anlass zur wissenschaftlichen Diskussion geben verschiedene Studien, die keinen Zusammenhang zwischen sitzender Tätigkeit und der Entstehung von lumbalen Rückenschmerzen festgestellt haben (Hartvigsen et al., 2000; Bakker et al., 2009). Auch die Rolle der Wirbelsäulenbeanspruchung als Prognosefaktor für die Persistenz von Rückenschmerzen wird in Frage gestellt (Bakker et al., 2007). Als Risikofaktoren für die Entstehung von Rückenschmerzen wurden Vibration, schwere körperliche Arbeit und Arbeit mit rotiertem Oberkörper angegeben (Bakker et al., 2009). Andere Studien sehen nicht das Sitzen alleine, sondern die Kombination aus langem Sitzen, Vibration und schlechter Haltung als Risikofaktoren für die Entstehung lumbaler Rückenschmerzen an (Lis et al., 2007).

1.2.2. Stühle im arbeitsmedizinischen Blickpunkt

Anforderungen an moderne Arbeitsstühle

Die Gestaltung eines Arbeitsstuhls, der für langes Sitzen, vor allem im Büro, geeignet ist und protektive Einflüsse auf die Entstehung von Rückenschmerzen hat, ist Gegenstand einer Vielzahl wissenschaftlicher Studien.

Die Bedeutung der lumbalen Lordose

Verschiedene Studien haben gezeigt, dass die Verringerung der lumbalen Lordose der Wirbelsäule im Sitzen zur Entstehung von Rückenschmerzen beitragen kann (Ernst, 1992a,b; Harrison et al., 1999; Rohlmann et al., 2002; Makhsous et al., 2003; Gadge & Innes, 2007; Lengsfeld et al., 2007; Watanabe et al., 2007). Somit liegt die Überlegung nahe, durch eine entsprechende Gestaltung der Sitzgelegenheit der Verringerung der Lordose entgegen zu wirken. Das kann beispielsweise durch eine Vorwärtsneigung der Sitzfläche erreicht werden (Harrison et al., 1999).

Weitere untersuchte Möglichkeiten der Erhaltung der lumbalen Lordose sind die Verstellbarkeit des Winkels zwischen Sitzfläche und Rückenlehne eines Stuhls, die Anbringung von Armlehnern sowie die Möglichkeit der Anpassung des Stuhls an die Größe des Benutzers (Ernst, 1992a,b).

Zur Beibehaltung der lumbalen Lordose kann auch eine Rückwärtsneigung der Sitzfläche in Kombination mit einer nach hinten geneigten Lehne beitragen (Lengsfeld et al., 2000a).

Eine Entlastung der Ischiosakralregion kann auch durch eine Rückenlehne erreicht werden, die lumbale Unterstützung bietet. Dadurch kann eine verbesserte Druckverteilung im Bereich der Bandscheiben erreicht und die Erhaltung der lumbalen Lordose verbessert werden (Makhsous et al., 2003).

Durch eine bewegliche Rückenlehne werden Wechsel der Sitzhaltung ermöglicht, was unterschiedliche Druckverteilungen auf den Bandscheiben ermöglicht. Dadurch kann lumbalen Rückenschmerzen vorgebeugt werden (Rohlmann et al., 2002).

Der Arbeitsstuhl im Arbeitsumfeld

Sicherheit, Bequemlichkeit, einfache Bedienung und Haltbarkeit können als generelle Anforderungen an Arbeitsstühle angesehen werden. Außerdem sollten Arbeitsstühle so bemessen sein, dass sie für 90% der Benutzer passend sind. Weiterhin sollten sie mit den auszuführenden Arbeiten vereinbar sein (Occhipinti et al., 1993). Das Beweglichkeitsausmaß der Lehne sollte sich an den jeweiligen Arbeitsaufgaben orientieren (Groenesteijn et al., 2009).

Für die Gestaltung von Arbeitsplätzen existieren Normen, die beispielsweise

Abmessungen und Verstellbarkeit von Schreibtischen und Sitzgelegenheiten, Abmessungen von Förderbandarbeitsplätzen und Bedingungen für Arbeitsplätze im Stehen festlegen (Strasser, 1993). Normen, die die Gestaltung von Büroarbeitsplätzen regeln, sind u.a. die DIN EN ISO 9241, die DIN 4556 und die DIN 16555 (Deutsches Institut für Normung e.V., 2012).

Der Arbeitsstuhl sollte den Bedürfnissen des entsprechenden Arbeitsumfeldes angepasst werden. Ideal wäre eine individuelle Anpassung des Arbeitsstuhls an jeden einzelnen Benutzer (Martin & Andrew-Tuthill, 1999).

Eine wichtige Rolle in der Prävention von Rückenschmerzen spielt die Aufklärung über eine vorteilhafte Sitzhaltung. So können Techniken, durch die Kontraktionen von M. rectus abdominis, M. obliquus externus abdominis, M. obliquus internus abdominis und Mm. multifidi erreicht werden, zur Erhaltung der lumbalen Lordose während des Sitzens beitragen. Dadurch kann eine Stabilisierung des Lumbosakralbereiches erreicht und fokaler Druck vermindert werden (Watanabe et al., 2007).

Verschiedene Stühle im Vergleich

Im Rahmen unterschiedlichster Versuche der Entwicklung präventiv wirksamer Arbeitsstühle wurden bisher zahlreiche vergleichende Studien angestellt, in denen Neuentwicklungen herkömmlichen Arbeitsstühlen gegenüber gestellt wurden. Eine Auswahl soll im Folgenden dargestellt werden.

Der Balans-Chair

Der Balans-Chair (Abb. 1) besteht aus einer leicht nach vorn geneigten Sitzfläche und einer Bank, auf der die Knie abgelegt werden, was zu einer aufrechten Haltung der Wirbelsäule führt.



Abb. 1: Balans-Chair

(<http://www.ergodepot.com/v/vspfiles/assets/images/4.jpg>, eingesehen am 30.12.2011)

Im Vergleich zum herkömmlichen Bürostuhl wurden allerdings keine Unterschiede im EMG der Rückenmuskulatur gefunden, was auf keinen präventiven Effekt hinweist. Zur Behandlung bereits bestehender Rückenschmerzen könnte der Balans-Chair jedoch beitragen (Bennett et al., 1989).

Der Sit-and-stand-Chair

Beim Sit-and-stand-Chair (Abb. 2) handelt es sich um einen Stuhl, bei dem der Benutzer durch die Sitzfläche lediglich eine Unterstützung des Gesäßes beim Stehen bekommt.



Abb. 2: Sit-and-stand-Chair
(http://www.pb.unimelb.edu.au/ehs/workplace_ehs/office_ergonomics/sitstandchair.gif, eingesehen am 30.12.2011)

Dieser Stuhl wurde von Patienten mit Rückenschmerzen als bequemer empfunden als herkömmliche Stühle, während gesunde Probanden herkömmliche Stühle bevorzugten. Beim Sit-and-stand-Chair war während des Sitzens ein geringerer Höhenverlust der Wirbelsäule im Verlauf des Sitzens zu verzeichnen als beim Vergleichsstuhl. Insgesamt hatten Vorgeschädigte einen größeren Höhenverlust als Gesunde (Michel & Helander, 1994).

Der Multi posture office chair

Der Multi posture office chair (Abb. 3) erlaubt dem Benutzer viele verschiedene Sitzhaltungen. Haltungsänderungen während des Sitzens sind hierbei aus ergonomischer Sicht erwünscht.



Abb. 3: Multi posture office chair
(<http://images.directofficesupply.co.uk/product/Chiro%20Plus%20Wine%20HR.jpg>, eingesehen am 30.12.2011)

Vor allem mit Rückenschmerzen vorbelastete Patienten bewerteten den Multi posture office chair positiv. Auch von Probanden, die am Arbeitsplatz mobiler sein müssen und nicht den kompletten Arbeitstag sitzend absolvieren, erhielt der Multi posture office chair positive Bewertungen (Legg et al., 2002).

Der Sitzball

Der Sitzball (Abb. 4) hat das Ziel, die Rumpfmuskulatur während des Sitzens zu aktivieren und somit die Lendenwirbelsäule zu entlasten.



Abb. 4: Sitzball
(http://www.mobello.de/var/plain/storage/images/bueromoebel/buerostuhl/sitzball/schreibtischstuhl_sitzba_pallone_2_ii_ballstuhl/5766420-1-ger-DE/schreibtischstuhl_sitzball_pallone_2_ii_ballstuhl_preview_large2.jpg, eingesehen am 30.12.2011)

Im Vergleich mit herkömmlichen Stühlen wurden eine Aktivierung der thorakalen Muskulatur sowie eine Verminderung der Beckenneigung während des Sitzens nachgewiesen. Allerdings wurde der Sitzball als sehr unbequem bewertet (Gregory et al., 2006). Außerdem wurde beim Sitzball verglichen mit einem normalen Bürostuhl eine größere Wirbelsäulenschrumpfung festgestellt (Kingma & van Dieen, 2009).

Der Bambach saddle seat

Der Bambach saddle seat (Abb. 5) hat eine gebogene Sitzfläche, ähnlich einem Pferdesattel, die eine Entlastung der Lendenwirbelsäule bewirken soll.



Abb. 5: Bambach saddle seat
(http://pbf.com.au/images/products/SaddleSeat_NoBack.jpg, eingesehen am 30.12.2011)

Im Vergleich zum herkömmlichen Stuhl kommt es zu einer Vergrößerung des Winkels zwischen Körperstamm und Oberschenkeln, was die Sitzhaltung verbessern soll. Verglichen mit einem herkömmlichen Bürostuhl wurde der Bambach saddle seat nicht als unkomfortabler in Bezug auf die Haltung der Lendenwirbelsäule bewertet. Er ist jedoch unbequemer hinsichtlich der Position der Unterschenkel und des Gesäßes. Unter der Benutzung des Bambach saddle seat traten weniger Rückenschmerzen im Bereich der Lendenwirbelsäule auf als bei herkömmlichen Stühlen. Der Bambach saddle seat ist zur Behandlung von lumbosakralen Schmerzen geeignet (Gadge & Innes, 2007).

1.2.3. Dynamisches Sitzen als Ansatzpunkt der Prävention

Die Entstehung von Rückenschmerzen kann u.a. auf einen erhöhten Druck auf die Bandscheiben durch einseitige Beanspruchungen zurückgeführt werden (Ernst, 1992a,b; Harrison et al., 1999; Rohlmann et al., 2002; Makhsous et al., 2003; Gadge & Innes, 2007; Lengsfeld et al., 2007; Watanabe et al., 2007). Ein Ansatzpunkt der Prävention ist die Dynamisierung Sitzens. Die Grundüberlegung besteht darin, durch Änderungen der Sitzposition während des Sitzens den fokalen Druck auf die Bandscheiben zu minimieren. Statt über einen bestimmten Zeitraum nur wenige Bereiche der Bandscheiben punktual zu belasten, sollen durch Bewegungen und Haltungsänderungen mehr verschiedene Bereiche über jeweils kurze Zeiträume beansprucht werden (Bush & Hubbard, 2008). So ist beispielsweise nach der vierwöchigen Benutzung eines dynamischen Luftkissens eine Abnahme bestehender Schmerzen und eine Verbesserung der Haltung festzustellen (Hornacek et al., 2005).

Im Hinblick auf eine Dynamisierung des Sitzens ist es wünschenswert, wenn ein Stuhl durch seine Bauweise Bewegungen unterstützt (Geffen et al., 2009). Der Druck und die Verteilung des Drucks auf der Sitzfläche sowie die unterstützten Bewegungen können zur Bewertung von Stühlen herangezogen werden (Bush & Hubbard, 2008).

Verschiedene Gesichtspunkte des dynamischen Sitzens

Die Beckenausrichtung

Die Beckenausrichtung beeinflusst die Sitzhaltung und die Beanspruchung der Wirbelsäule. Die Beckenausrichtung kann anhand der Kontaktfläche des Beckens mit der Sitzfläche charakterisiert werden (Geffen et al., 2009).

Bewegungen des Rumpfes im Sitzen

Die Bewegungen des Rumpfes im Sitzen bestehen aus Flexions-Extensions-Bewegungen zwischen Becken und Thorax sowie Rotationsbewegungen der Wirbelsäule. Einige Bürostühle behindern durch die Konstruktion der Lehne die Rotationsbewegungen und führen so zu einem Ungleichgewicht zwischen den Bewegungen (Page et al., 2009).

Laterale Gewichtsverlagerungen können sowohl durch nach lateral gerichtete Bewegungen des Oberkörpers als auch durch koordiniertes Anheben des kontralateralen Beines initiiert werden. Die Kenntnis über laterale Gewichtsverlagerungen hat Bedeutung für die Therapie von Patienten mit Rückenschmerzen (Sekiya & Takahashi, 2004).

Die Bewegungen des Körpers im Sitzen stellen eine Beanspruchung der Wirbelsäule dar. Die Rücken- und Rumpfmuskulatur ist besonders bedeutsam für die Bewegungskontrolle und die Stabilität. Die Flexion stellt eine besondere Beanspruchung der Bandscheiben dar, während Lateral-Flexion und Rotation den interdiscalen Druck vermindern (Thevenon & Delcambre, 1988).

Rotationsbewegungen der Wirbelsäule verringern die Kraft, die im Vergleich zu Flexions-Extensions-Bewegungen und Lateralflexion von der Rückenmuskulatur aufgebracht werden muss (Kumar, 2004).

Verschiedene Ansätze der Dynamisierung des Sitzens

Verstellbarkeit von Lehne und Sitzfläche

Auf Stühlen, deren Winkel zwischen Sitzfläche und Lehne in einem festen Verhältnis oder unabhängig voneinander verstellbar sind, ist eine geringere Größenabnahme während des Sitzens zu verzeichnen als bei Stühlen mit fixierter Lehne und fixierter Sitzfläche (van Dieen et al., 2001).

Eine geneigte Sitzfläche und eine nach vorn oder zurück geneigte Lehne veranlassen den Benutzer zu spontanen Lastwechseln (Bendix et al., 1986).

Dynamisches Sitzen durch Vibration

Ein Versuch, Haltungsänderungen während des Sitzens herbeizuführen, erfolgte u.a. durch die Ausübung von Vibration auf der Sitzfläche. Die Vibration wurde von den Probanden jedoch als sehr unbequem empfunden (Ebe & Griffin, 2000).

Aktive Polster

Aktive Polster blasen sich während des Sitzens auf und lassen Luft wieder ab. Dadurch entstehen unterschiedliche Druckverhältnisse auf der Sitzfläche. Je höher der Fülldruck ist, umso besser ist die Druckverteilung. Aktive Polster beeinflussen vor allem die subischiale Druckverteilung. Die Druckverteilung ist jedoch abhängig von der Position zwischen Becken und Luftkammern (Koo et al., 1995).

Motorbetriebene Sitzflächen

Um Haltungsänderungen während des Sitzens zu erzwingen, wurde ein Stuhl entwickelt, dessen Sitzfläche durch einen Motorantrieb automatisch Rechts-Links-Bewegungen ausführt. Bezuglich der Entstehung von Rückenschmerzen der Lendenwirbelsäule unterschied sich dieser Stuhl jedoch nicht von einem herkömmlichen Bürostuhl (Lengsfeld et al., 2007).

Ein anderer Stuhl bietet eine wechselnde Rotation der motorbetriebenen Sitzfläche an, wobei Armlehnen und Rückenlehne fixiert sind. Vor allem niedrige Rotationsfrequenzen reduzieren lumbale Rückenschmerzen bei langem Sitzen (van Deursen et al., 1999). Die dynamischen Impulse durch die Rotation verursachen eine temporäre Aktivierung der Rücken- und Rumpfmuskulatur, was zu Lastwechseln des Beckens und der Wirbelsäule führt. Dadurch kann die Versorgung der Bandscheiben verbessert werden und es kann lumbosakralen Beschwerden vorgebeugt werden (Lengsfeld et al., 2000b).

1.3. Auch Musiker müssen sitzen

Die Arbeitsmedizin hat sich in einer Vielzahl von Studien den Beschwerden von Arbeitnehmern mit einer sitzenden Tätigkeit im Büro zugewandt. Auch zu der Entwicklung geeigneter Stühle, die zu einer Prävention von Beschwerden beitragen können, wurden, wie in den obigen Beispielen dargestellt, diverse Untersuchungen durchgeführt. Nicht nur Büroangestellte, sondern auch Orchestermusiker üben ihren Beruf vorwiegend im Sitzen aus. Auch bei Orchestermusikern liegt, wie bereits dargestellt, eine Vielzahl arbeitsbedingter Gesundheitsprobleme vor (Zaza, 1992;

Spahn et al., 2002; Reinhardt, 2009). Zu der sitzenden Tätigkeit, die ihrerseits vor allem Rückenbeschwerden verursachen kann, kommt bei Orchestermusikern der Risikofaktor des Musizierens selbst, nämlich die einseitige Beanspruchung, hinzu (Meinke, 1998).

Bezogen auf die Erforschung des Sitzens und präventiv wirkender Sitzgelegenheiten speziell für Musiker ist die Studienlage weitaus schlechter als die Studienlage für Bürotätigkeiten.

Ansätze der Prävention für Musiker

Wie bereits ausgeführt, stellt bei Musikern die Behandlung einer Überbeanspruchung stets ein Problem dar. Deshalb sollten präventive Maßnahmen ergriffen werden. Es kann beispielsweise eine Modifizierung des Instruments erfolgen, sodass eine ergonomisch günstigere Haltung möglich wird und so einer Überbeanspruchung vorgebeugt werden kann. Auch die Sitzgelegenheit sollte biomechanisch und ergonomisch angepasst werden, wodurch Rücken- und Schulterbeschwerden reduziert werden können (Norris, 1993; Pascarelli, 1999).

1.4. Fragestellung und Ziel der Arbeit

Die Arbeitsbedingungen von Orchestermusikern unterliegen vielfältigen Limitationen. Ein Faktor, der jedoch relativ einfach beeinflusst werden kann, ist die Sitzgelegenheit.

Das Musizieren stellt eine einseitige Beanspruchung des Bewegungssystems dar. Das kann langfristig zu Beschwerden führen, die das Spiel einschränkenden, u.a. in Form von muskuloskeletalen Überlastungssyndromen. Diese Beschwerden treten nicht erst im späteren Berufsleben, sondern auch schon bei Musikstudierenden auf (Steinmetz & Möller, 2007). Spielbedingte Beschwerden treten gehäuft bei den hohen Streichern auf (Larsson et al., 1993). Mit dem Ziel der Prävention derartiger Beschwerden wurde ein neuer Musikerstuhl entwickelt, der in der Hochschule für Musik und Theater (HMT) Rostock erprobt wurde.

In der vorliegenden Arbeit sollen der an der HMT Rostock herkömmlich verwendete und der neu entwickelte Musikerstuhl hinsichtlich der Sitzqualität und der ergonomischen Beanspruchung des Musikers verglichen werden. Dazu werden sowohl objektive als auch subjektive Kriterien herangezogen. Zur subjektiven Beurteilung der Stühle kommen Fragebögen zum Einsatz. Als objektive Kriterien werden die Lastwechsel unter dem Gesäß pro Zeiteinheit, die Auflagefläche des Gesäßes sowie die Druckverteilung auf der Sitzfläche herangezogen.

Fragebögen

Zunächst soll mithilfe von Fragebögen das Vorliegen von spielbedingten Gesundheitsstörungen der Probanden erfasst werden.

Die subjektive Bewertung der Stühle durch die Probanden wird durch die Fragebögen ebenfalls erfasst. Es soll auch ermittelt werden, welche Bedeutung die Studierenden der Sitzqualität im Allgemeinen zuweisen und welchen Zusammenhang sie zwischen Sitzgelegenheit und Gesundheit sowie Sitzgelegenheit und musikalischem Ergebnis sehen.

Lastwechsel, Auflagefläche des Gesäßes und Druckverteilung auf der Sitzfläche

Als ein objektives Kriterium sollen die Lastwechsel unter dem Gesäß pro Zeiteinheit

dienen. Der Ansatz der Dynamisierung des Sitzens sieht Lastwechsel als wünschenswert an, um die punktuelle Beanspruchung der Bandscheibe zu minimieren und stattdessen die Beanspruchung auf viele Bereiche der Bandscheibe zu verteilen (Bush & Hubbard, 2008).

Als weiteres Kriterium wird die durchschnittliche Kontaktfläche des Gesäßes mit dem Stuhl herangezogen. Die Kontaktfläche des Beckens mit der Sitzfläche gibt Hinweise auf die Beckenausrichtung (Geffen et al, 2009).

Die Druckverteilung auf der Sitzfläche wird ebenfalls zum Vergleich der Stühle herangezogen (Bush & Hubbard, 2008).

Die vorliegende Arbeit soll auf die folgenden Fragestellungen Antwort geben:

Fragebögen

Welchen Zusammenhang sehen die Probanden zwischen Bequemlichkeit und Gesundheit sowie zwischen Sitzgelegenheit und musikalischem Ergebnis?

Haben die Probanden schon unter spielbedingten oder spieleinschränkenden Beschwerden gelitten?

Worauf führen Probanden, die bereits unter spieleinschränkenden Beschwerden gelitten haben, die Entstehung dieser zurück?

Wie bewerten die Probanden subjektiv die beiden verglichenen Musikerstühle bezüglich der Bequemlichkeit und der Bauweise?

Welchen Einfluss üben die untersuchten Musikerstühle auf das Musizieren aus?

Lastwechsel, Auflagefläche des Gesäßes und Druckverteilung auf der Sitzfläche

Wie wirkt sich der neu entwickelte Stuhl auf die Sitzdynamik des Musikers aus?

Welche Unterschiede bestehen zwischen den beiden untersuchten Stühlen bezüglich der Auflagefläche des Gesäßes auf der Sitzfläche?

Welche Unterschiede bestehen zwischen den beiden untersuchten Stühlen bezüglich der Verteilung des Druckes unter dem Gesäß?

Kann der neu entwickelte Musikerstuhl einen Beitrag zur Prophylaxe von Erkrankungen des Bewegungssystems bei Musikern leisten?

2. Material und Methoden

In der Hochschule für Musik und Theater Rostock (HMT) wurde ein im Jahr 2007 neu entwickelter Stuhl für Orchestermusiker erprobt. Die Erprobung fand im Juni 2007 statt.

Im Rahmen der Untersuchungen sollte herausgefunden werden, wie die Sitzqualität und die ergonomische Beanspruchung der Musiker durch eine unterschiedliche Gestaltung zweier Musikerstühle beeinflusst werden. In die Untersuchung wurden der an der HMT herkömmlich verwendete Stuhl, im Folgenden Stuhl A genannt, und der neu entwickelte Stuhl, hier als Stuhl B bezeichnet, einbezogen.

Da, wie bereits dargestellt, Beschwerden des Bewegungsapparates unter professionellen Musikern ein verbreitetes Problem darstellen, erfolgte die Überlegung, durch einen geeigneten Musikerstuhl möglicherweise einen Beitrag zur Prävention derartiger Beschwerden leisten zu können. Durch eine Vorwärtsneigung der Sitzfläche kann eine Verringerung der lumbalen Lordose verhindert werden, was der Entstehung von Rückenschmerzen vorbeugen kann (Harrison et al., 1999). Außerdem regt eine geneigte Sitzfläche die Durchführung spontaner Lastwechsel an (Bendix et al., 1986). Es ist wünschenswert, wenn ein Stuhl durch seine Bauweise Bewegungen unterstützt (Geffen et al., 2009). Bei dem hier untersuchten Stuhl B wurde der Versuch unternommen, diese etablierten Gesichtspunkte miteinander zu vereinen, indem der Stuhl einerseits durch seine geneigte Sitzfläche eine gesunde Sitzhaltung des Musikers fördern und andererseits ein dynamisches Sitzen ermöglichen soll. Ob diese Ansprüche von dem neu entwickelten Stuhl B im Vergleich zu dem herkömmlichen Stuhl A erfüllt werden, sollte in der Studie untersucht werden. Die untersuchten Stühle unterschieden sich in Neigung und Höhe der Sitzfläche, der Positionierung der Lehne und dem Material.

Zunächst wurden subjektive Daten in Form eines Fragebogens erfasst. Um zu untersuchen, wie sich die beiden Stühle auf die Sitzdynamik auswirken, wurden die Lastwechsel unter dem Gesäß pro Zeiteinheit bestimmt. Die Beckenausrichtung kann anhand der Kontaktfläche des Beckens mit der Sitzfläche charakterisiert werden (Geffen et al., 2009). Daher wurde die durchschnittliche Kontaktfläche des Gesäßes mit der Sitzfläche bestimmt. Außerdem wurden zur Darstellung der Druckverteilung auf der Sitzfläche die prozentualen Anteile unterschiedlicher Druckbereiche an der Kontaktfläche bestimmt.

2.1. Materialien

Zwei unterschiedliche Musikerstühle

Stuhl A



Abb. 6: Stuhl A (hier mit Messvorrichtung)

Abb. 6 zeigt den an der HMT Rostock regulär verwendeten Musikerstuhl. Die Sitzfläche dieses Stuhls ist gepolstert und horizontal ausgerichtet. Die gepolsterte Lehne ist in einem Winkel von ca. 110° zur Sitzfläche angebracht und hat einen Bewegungsspielraum von ca. 10° .

Stuhl B



Abb. 7: Stuhl B (hier mit Messvorrichtung)

Abb. 7 zeigt den neu entwickelten Musikerstuhl. Die Sitzfläche weist eine Neigung von ca. 15° nach vorne auf. Der Winkel zwischen Sitzfläche und Lehne beträgt ca. 80° , die Lehne federt leicht beim Anlehnen. Dieser Stuhl steht Musikern in zwei verschiedenen Höhen zur Verfügung. Die Sitzfläche des hier abgebildeten Prototyps, an dem auch die Untersuchung erfolgte, ist ungepolstert.

Probanden

Die Untersuchungen wurden im Juni 2007 während der Orchesterproben an einer Gruppe von 19 bzw. 26 Probanden durchgeführt. Diese unterzogen sich als Studierende an der HMT Rostock der künstlerischen Ausbildung in den Fächern Violine oder Viola. 26 Probanden (15 weiblich, 11 männlich) füllten den allgemeinen Teil des Fragebogens zur Erfassung spielbedingter gesundheitlicher Probleme sowie allgemeiner Ansichten zum Zusammenhang zwischen Sitzgelegenheit und musikalischem Ergebnis aus. Mit 19 (12 weiblich, 7 männlich) von diesen 26 Probanden wurden auch die Lastwechsel unter dem Gesäß pro Zeiteinheit, die Auflagefläche und die Druckverteilung unter dem Gesäß auf den Stühlen A und B erfasst. Diese 19 Probanden machten auch im Fragebogen subjektive Angaben zu beiden Stühlen.

Die gemeinsamen Proben fanden ein- bis zweimal täglich statt und dauerten jeweils ca. drei Stunden. Für die Musikstudierenden kamen zu diesem Pensum die persönliche, individuell unterschiedliche Übungszeit sowie die Zeit des individuellen Instrumentalunterrichts noch hinzu.

2.2. Datenerhebung

Im Folgenden ist dargestellt, wie die Erfassung subjektiver Daten mithilfe von Fragebögen und die Erfassung der objektiven Daten Lastwechsel unter dem Gesäß pro Zeiteinheit, Auflagefläche des Gesäßes und Druckverteilung auf der Sitzfläche mithilfe einer auf der Sitzfläche angebrachten Druckmessmatte erfolgten.

Fragebogen

Jedem Probanden wurde ein Fragebogen mit allgemeiner Fragestellung (Abb. 8) und je ein Bogen zur Beurteilung von Stuhl A und Stuhl B (Abb.9) ausgehändigt.

Fragebogen Orchesterstuhl -Allgemeines-				
Thesen				
Ich stimme vollständig zu	Ich stimme vorwiegend zu	Ich stimme teilweise zu	Ich stimme geringfügig zu	Ich stimme gar nicht zu
1	2	3	4	5
Unbequemlichkeit ist erträglich, wenn sie gesund ist. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>				
Es besteht ein Zusammenhang zwischen Sitzmöbel und musikalischem Ergebnis. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>				
Allgemeines				
Ich habe schon einmal unter Beschwerden gelitten, die mich in meinem Musizieren beeinträchtigt haben. <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein				
Wenn Ja: Die Entstehung der Beschwerden ist meines Erachtens auf Folgendes zurückzuführen: <hr/>				

Abb. 8: Fragebogen, allgemeiner Teil

Fragebogen Orchesterstuhl

Fragen zum Orchesterstuhl

Ist der Stuhl bequem? ja nein

Ist der Stuhl passend in der Höhe? ja nein

Ist das Material geeignet? ja nein

Ist die Lehne geeignet? ja nein

Wenn bisher mindestens einmal das Feld „nein“ angekreuzt wurde,
bitte unten eine Begründung bzw. einen Verbesserungsvorschlag
angeben!

Ist das Material zu hart? ja nein

Ist das Material zu weich? ja nein

Ich stimme
vollständig zu Ich stimme
vorwiegend zu Ich stimme
teilweise zu Ich stimme
geringfügig zu Ich stimme
gar nicht zu

1 2 3 4 5

Der Stuhl behindert mich beim

Musizieren.

Der Stuhl unterstützt mich beim

Musizieren.

Was könnte an dem Stuhl noch verbessert werden?

Abb. 9: Fragebogen Orchesterstuhl

Zunächst sollten die Probanden Aussagen über Unbequemlichkeit und Gesundheit sowie den Zusammenhang zwischen Orchesterstuhl und musikalischem Ergebnis beurteilen. Ihnen stand dafür eine Skala mit den Werten von 1 bis 5 zur Verfügung. Die Bewertung mit „1“ stand für volle Zustimmung, die Bewertung mit „5“ für volle Ablehnung der jeweiligen Aussage.

Außerdem sollten die Probanden angeben, ob sie bereits unter Beschwerden gelitten haben, die ihr Musizieren beeinträchtigt haben. Hier sollte nur mit „ja“ oder „nein“ geantwortet werden.

Wer die Frage nach erlittenen Beschwerden mit „ja“ beantwortet hat, wurde aufgefordert, den vermuteten Grund für die Entstehung der jeweiligen Beschwerden anzugeben.

Für die Beurteilung der beiden untersuchten Musikerstühle wurde den Probanden jeweils ein weiterer Fragebogen ausgehändigt, in dem sie sich zu Bequemlichkeit, Höhe, Material und Lehne des jeweiligen Stuhls äußern sollten. Die Fragen konnten mit „ja“ oder „nein“ beantwortet werden. Wurde mindestens eine Frage mit „nein“ beantwortet, wurde der Proband aufgefordert eine Begründung bzw. einen Verbesserungsvorschlag anzugeben.

Anschließend sollten die Probanden noch einmal Aussagen beurteilen. Diese bezogen sich auf mögliche Behinderung oder Unterstützung durch den jeweiligen Musikerstuhl. Auch hier stand eine Skala mit den Bewertungen „1“ für volle Zustimmung bis „5“ für volle Ablehnung zur Verfügung.

Am Ende des Fragebogens bekamen die Probanden die Möglichkeit, in freier Form Kritikpunkte und Verbesserungsvorschläge bezüglich beider Musikerstühle zu formulieren.

Erfassung der Lastwechsel pro Zeit und der Druckverteilung auf der Sitzfläche

Zur Objektivierung der Wirkung der untersuchten Stühle auf das Sitzverhalten der Probanden erfolgte eine Messung der Lastwechsel unter dem Gesäß des Musikers bezogen auf die Zeit, um einen Rückschluss auf die Sitzdynamik ziehen zu können. Die Verteilung des Druckes auf der Sitzfläche im zeitlichen Verlauf wurde mittels einer Druckmessmatte gemessen.

Versuchsaufbau

Die Messung der Lastwechsel erfolgte zum einen mittels einer auf der Sitzfläche angebrachten Druckmessmatte, mit der die Druckverteilung auf der Sitzfläche im zeitlichen Verlauf gemessen wurde. Zum anderen wurde parallel zu dieser Messung eine Videoaufzeichnung angefertigt.

Es wurden pro Proband und Stuhl jeweils 3 Messungen und parallele Video-Aufnahmen von je 15 Minuten Dauer gemacht. Aus Rücksichtnahme auf den ungestörten Ablauf der Orchesterproben war die Durchführung aller Messungen an je einem Probanden am selben Tag nicht immer möglich. Die Messungen an je einem Probanden auf je einem der beiden Stühle erfolgten zu unterschiedlichen Zeiten innerhalb der Proben.

Materialien zur Bestimmung der Lastwechsel pro Zeit und der Druckverteilung auf der Sitzfläche

Druckmessmatte

Zur Erfassung der Lastwechsel unter dem Gesäß des Musikers bezogen auf die Zeit und der Druckverteilung wurde eine Druckmessmatte auf der Sitzfläche der Stühle angebracht (s. Abb. 6 und Abb. 7).

Die Matte mit der Bezeichnung „medilogic Flex-Matte“ wurde von der Firma T&T medilogic Medizintechnik GmbH zur Verfügung gestellt.

Die Messmatte hatte eine Größe von 35 cm x 35 cm. Diese Fläche war mit 240 Sensoren zur Druckmessung im Bereich 0 – 6 N/cm² ausgestattet.

Die Messmatte war über ein Kabel mit einem batteriebetriebenen Funksender ausgestattet, über den die Daten während der Messung auf einen tragbaren PC der Marke Acer übertragen wurden.

Die Fixierung der Messmatte am Stuhl erfolgte durch Klebeband, welches an einer Kunststoffverstärkung der Verbindungsstelle zwischen Matte und Kabel angebracht wurde. Das Kabel, das zum Funksender führte, wurde während der Messung mit Klebeband an der Unterseite des Stuhls fixiert. Dadurch sollte verhindert werden, dass der Musiker durch das Kabel gestört oder beim Musizieren behindert wird.

Abb. 10 und 11 zeigen den Versuchsaufbau.



Abb. 10: Stuhl A mit Druckmessmatte, Funksender und Probandin



Abb. 11: Stuhl B mit Druckmessmatte, Funksender und Probandin

Software

Die von der Druckmessmatte per Funk gesendeten Daten wurden über eine Funkschnittstelle am tragbaren PC empfangen. Die Aufnahme und Speicherung der Daten erfolgte mithilfe der zur Messmatte gehörenden Software „medilogic 4.4“.

Mithilfe der Software konnten die registrierten Druckverhältnisse auf der Sitzfläche dargestellt und gespeichert werden. Die Software ermöglichte die Speicherung der registrierten Werte mit eindeutiger Zuordnung der Messungen zum jeweiligen Probanden und dem entsprechenden Stuhl.

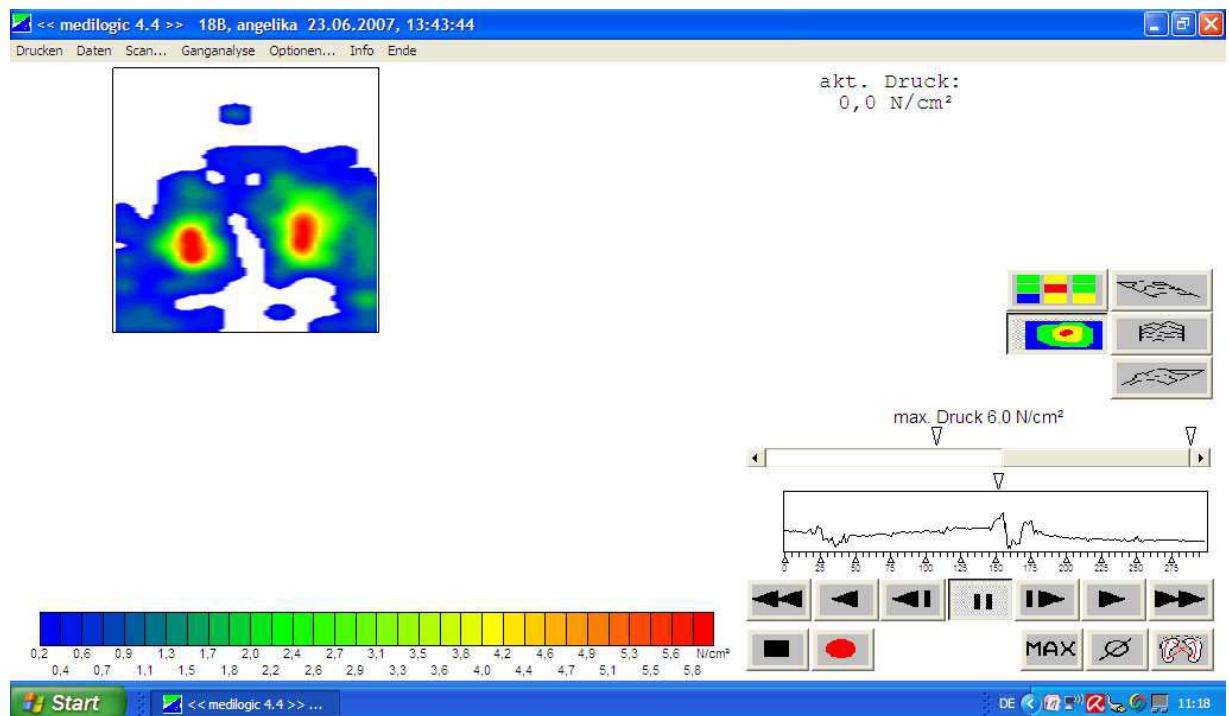


Abb. 12: Bildschirmansicht der Software „medilogic 4.4“

Abb. 12 zeigt die Bildschirmansicht der Software auf dem PC zur Aufnahme und späteren Wiedergabe der Daten. Oben links im Bild ist zu erkennen, wie die Druckverhältnisse auf der Sitzfläche farblich und im zeitlichen Verlauf dargestellt wurden. Es standen unterschiedliche Möglichkeiten der zwei- und dreidimensionalen grafischen Darstellung zur Verfügung, die in den fünf Feldern auf der rechten Seite ausgewählt werden konnten. Unter diesen fünf Feldern befanden sich ein Balken zur Auswahl des maximalen Drucks und der Zeitstrahl. Unter dem Zeitstrahl waren Felder zu den Aufnahme- und Wiedergabemodalitäten zu finden sowie Felder zur Darstellung des maximalen und durchschnittlichen Drucks pro Messung. Unten links im Bild ist eine Skale dargestellt, die die Zuordnung der Farben zu den entsprechenden Druckwerten erlaubte. Da die vom Programm vorgegebene maximale Länge einer Druckmessung nur 5 Minuten betrug, wurden jeweils 3 dieser Messungen unmittelbar hintereinander durchgeführt, um die geplante Dauer einer Messung pro Proband und Stuhl von 15 Minuten zu erreichen.

Videoaufnahmen

Parallel zu der Druckmessung wurde eine Videoaufnahme des jeweiligen Probanden auf dem entsprechenden Stuhl angefertigt.

Eine Videokamera mit Stativ wurde vom Medienzentrum der Universität Rostock zur Verfügung gestellt.

Der Orchestermusiker ist in der Orchesterprobe vielfältigen Anforderungen ausgesetzt. Neben dem Spielen des Instruments muss er die Noten umblättern, sich Notizen machen und manchmal auch mit seinen Kollegen kommunizieren. Durch diese Tätigkeiten entstehen Lastwechsel, die nicht auf durch die Sitzgelegenheit bedingte Ursachen zurückzuführen sind. Eine Abgrenzung solcher durch äußere Umstände bedingten Lastwechsel von durch die Sitzfläche bedingten ist durch die Druckmessung alleine nicht möglich. Zu dieser Differenzierung sollten die Videoaufzeichnungen dienen.

Jede Videoaufnahme war je einer Druckmessung eindeutig zugeordnet. Jede Videoaufzeichnung wurde während der Datenauswertung parallel zur entsprechenden Druckmessung betrachtet.

Um das spätere Arbeiten mit den Videofilmen zu erleichtern, wurden im Nachhinein sämtliche Videobänder vom Medienzentrum der Universität Rostock digitalisiert, indem sie auf DVDs übertragen wurden. Dadurch wurde die Wiedergabe der Videofilme am PC ermöglicht.

2.3. Datenverarbeitung

Ermittlung der Lastwechsel pro Zeit

Zur Auszählung der Lastwechsel der Probanden pro Zeit wurden die registrierten Druckverläufe unter dem Gesäß sowie die Videoaufzeichnungen herangezogen.

Laterale Gewichtsverlagerungen können durch nach lateral gerichtete Bewegungen des Oberkörpers sowie durch Anheben des kontralateralen Beines zustande kommen (Sekiya & Takahashi, 2004). Bewegungen des Beckens beim Sitzen sind nicht nur rollende Bewegungen, es werden auch rutschende Bewegungen durchgeführt (Page

et al., 2009). Diese Erkenntnisse wurden bei der Bestimmung der Lastwechsel berücksichtigt.

Bei der Betrachtung der zeitlichen Verläufe der Druckverteilung wurden folgende Veränderungen als Lastwechsel definiert:

- Zeitliche oder örtliche Änderung des gesamten Druckverteilungsmusters (durch Entfernung des gesamten Gesäßes von der Messmatte und Neupositionierung)
- Zeitliche oder örtliche Änderung eines Teiles des Druckverteilungsmusters (durch teilweise Entfernung des Gesäßes von der Messmatte und Neupositionierung oder Neupositionierung eines Beines)
- Zeitliche und örtliche Änderung des Druckverteilungsmusters ohne Anheben des Gesäßes (Anlehnen oder Entfernen von der Rückenlehne oder rollende bzw. rutschende Bewegung)

Durch die parallele Betrachtung der Druckmessungen im zeitlichen Verlauf und der zugehörigen Videoaufnahmen konnten Lastwechsel identifiziert werden, die durch äußere Umstände, wie z.B. Umblättern oder Anfertigung von Notizen zustande gekommen sind. Diese Lastwechsel wurden von den anhand der Druckmessungen ausgezählten Lastwechseln abgezogen, um nur die durch die Sitzgelegenheit bedingten Lastwechsel zu betrachten und so eine Vergleichbarkeit sowohl zwischen den einzelnen Teilmessungen an einem Probanden als auch zwischen den Messungen an unterschiedlichen Probanden zu erreichen.

Ermittlung der durchschnittlichen Auflagefläche und der durchschnittlichen Druckverteilung

Während der Auswertung der Druckmessungen fiel subjektiv auf, dass zwischen den beiden Stühlen Unterschiede bezüglich des Auftretens hoher Drücke bestanden. So waren bei Stuhl B scheinbar häufiger und pro Fläche mehr Areale, auf denen ein hoher Druck gemessen wurde zu registrieren, als bei Stuhl A. Dies ist beispielhaft in

Abb. 13 dargestellt.

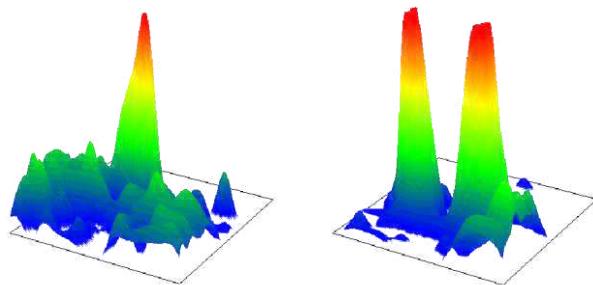


Abb. 13: Beispiel für die Druckverteilung auf Stuhl A (links) und Stuhl B (rechts)

Um dieser Beobachtung weiter nachzugehen, sollte eine nähere Betrachtung der Druckverteilungsmuster mit Berücksichtigung der Relationen verschiedener Druckbereiche zueinander sowie der durchschnittlichen Auflagefläche des Gesäßes auf der Sitzfläche erfolgen.

Durch das Software-Programm „medi-logic 4.4“ konnte das durchschnittliche Druckverteilungsmuster pro Messung errechnet werden. Diese Daten wurden mithilfe des Programms in eine Excel-Tabelle exportiert, um sie weiterverarbeiten zu können. In der Tabelle wurde jedem der 240 Sensoren der Druck aus dem ermittelten durchschnittlichen Verteilungsmuster zugeordnet. Aus diesem Verteilungsmuster wurde zunächst bestimmt, wie viele der 240 Sensoren angesprochen haben, also einen Druck $P > 0 \text{ N/cm}^2$ gemessen haben. Dieser Wert wurde zur Ermittlung der durchschnittlichen Auflagefläche herangezogen.

Die Fläche der Messmatte betrug 35 cm x 35 cm, also 1225 cm². Durch jeden einzelnen Sensor wurde folglich eine Fläche von 5,1 cm² (1225 cm² : 240) abgedeckt. Aus der Anzahl der Sensoren, die einen Druck $P > 0 \text{ N/cm}^2$ registrierten, wurde so die durchschnittliche Auflagefläche des Gesäßes auf der Sitzfläche ermittelt.

Dann wurde jeder der Sensoren, die einen Druck $P > 0 \text{ N/cm}^2$ registrierten, einem bestimmten Druckbereich zugeordnet.

Als Druckbereiche wurden festgelegt:

Bereich 1 $P > 0 \text{ N/cm}^2$ bis $P = 0,99 \text{ N/cm}^2$

Bereich 2 $P = 1 \text{ N/cm}^2$ bis $P = 1,99 \text{ N/cm}^2$

Bereich 3 $P=2 \text{ N/cm}^2$ bis $P=2,99 \text{ N/cm}^2$

Bereich 4 $P=3 \text{ N/cm}^2$ bis $P=3,99 \text{ N/cm}^2$

Bereich 5 $P=4 \text{ N/cm}^2$ bis $P=4,99 \text{ N/cm}^2$

Bereich 6 $P=5 \text{ N/cm}^2$ bis $P=6 \text{ N/cm}^2$

Dann wurde der jeweilige Anteil der Sensoren eines Druckbereiches an der Gesamtzahl der angesprochenen Sensoren in Prozent errechnet.

Daraus wurde der jeweilige Durchschnitt aller 3 Messungen pro Proband und Stuhl ermittelt.

2.4. Statistische Methoden

Zur Ermittlung der Ergebnisse der Untersuchung wurden die Programme Microsoft Excel und SPSS benutzt.

Bei der Ermittlung der Lastwechsel unter dem Gesäß pro Zeiteinheit fiel eine große Streuung der ermittelten Werte auf. Bei sehr kleinen Stichproben und dem Vorhandensein von Extremwerten ist es sinnvoll, den Median zur Datenauswertung heranzuziehen (Kundt & Krentz, 2007). Da dies auf die gemessenen Werte zutrifft, wurde zur Auswertung der gemessenen Lastwechsel unter dem Gesäß pro Zeiteinheit der Median benutzt.

Ferner wurde zu Auswertung der ermittelten Lastwechsel unter dem Gesäß pro Zeiteinheit ein Boxplot angelegt. Für die ermittelten Perzentile soll gelten, dass 50% der ermittelten Werte zwischen der 25. und 75. Perzentile liegen. Als Ausreißer sollen Werte gelten, die mehr als 1,5 Kastenlängen im Boxplot von der 25. bzw. 75. Perzentile entfernt liegen (Kundt & Krentz, 2007).

Als statistische Methode zur Beurteilung der Signifikanz wurde der Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben verwendet.

3. Ergebnisse

3.1. Fragebogen

Allgemeines

Dieser Teil des Fragebogens wurde von 26 Orchestermitgliedern unabhängig von der weiteren Teilnahme an der Studie ausgefüllt.

In diesem Abschnitt des Fragebogens wurden durch die Probanden die folgenden Aussagen wie in Tabelle 1 und Abb. 14 dargestellt beurteilt.

Aussage 1: Unbequemlichkeit ist erträglich, wenn sie gesund ist.

Tabelle 1: Beurteilung der Aussage „Unbequemlichkeit ist erträglich, wenn sie gesund ist.“

1 – ich stimme zu	2	3	4	5 – ich lehne ab
3,85%	23,03%	23,03%	34,62%	15,38%

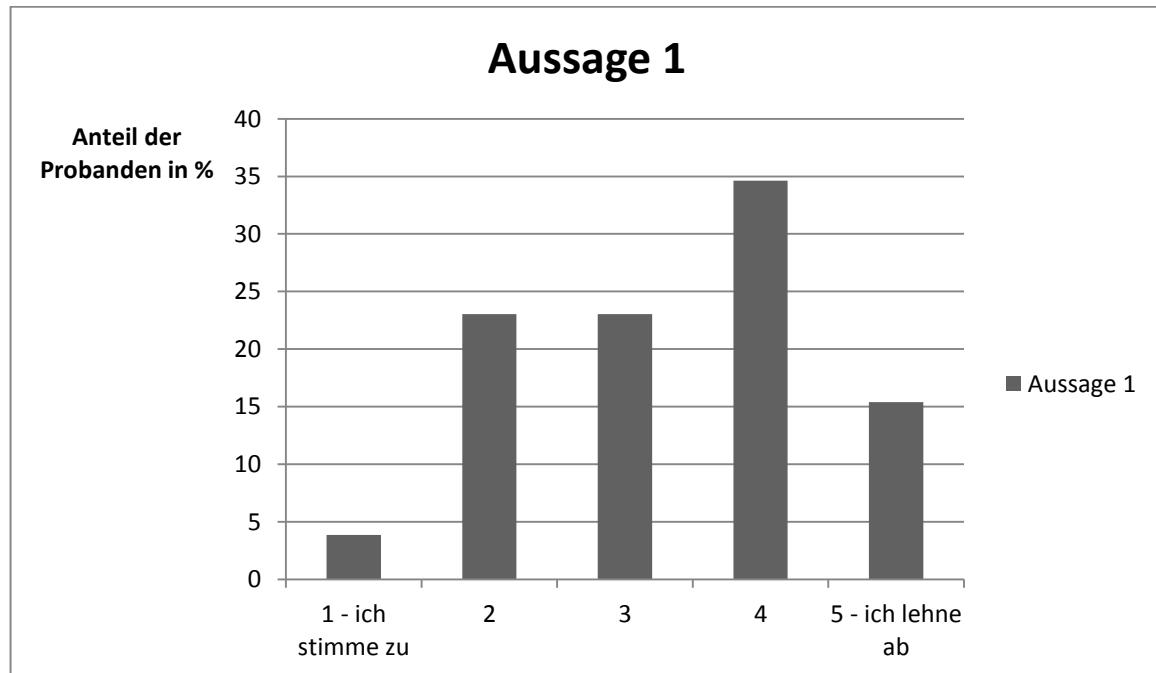


Abb. 14: Beurteilung der Aussage „Unbequemlichkeit ist erträglich, wenn sie gesund ist.“

Aussage 2: Es besteht ein Zusammenhang zwischen Sitzmöbel und musikalischem Ergebnis.

Die Beurteilung der Aussage 2 durch die Probanden ist in Tabelle 2 und Abb.15 veranschaulicht.

Tabelle 2: Beurteilung der Aussage „Es besteht ein Zusammenhang zwischen Sitzmöbel und musikalischem Ergebnis.“

1 – ich stimme zu	2	3	4	5 – ich lehne ab
30,77%	30,77%	30,77%	7,69%	0,00%

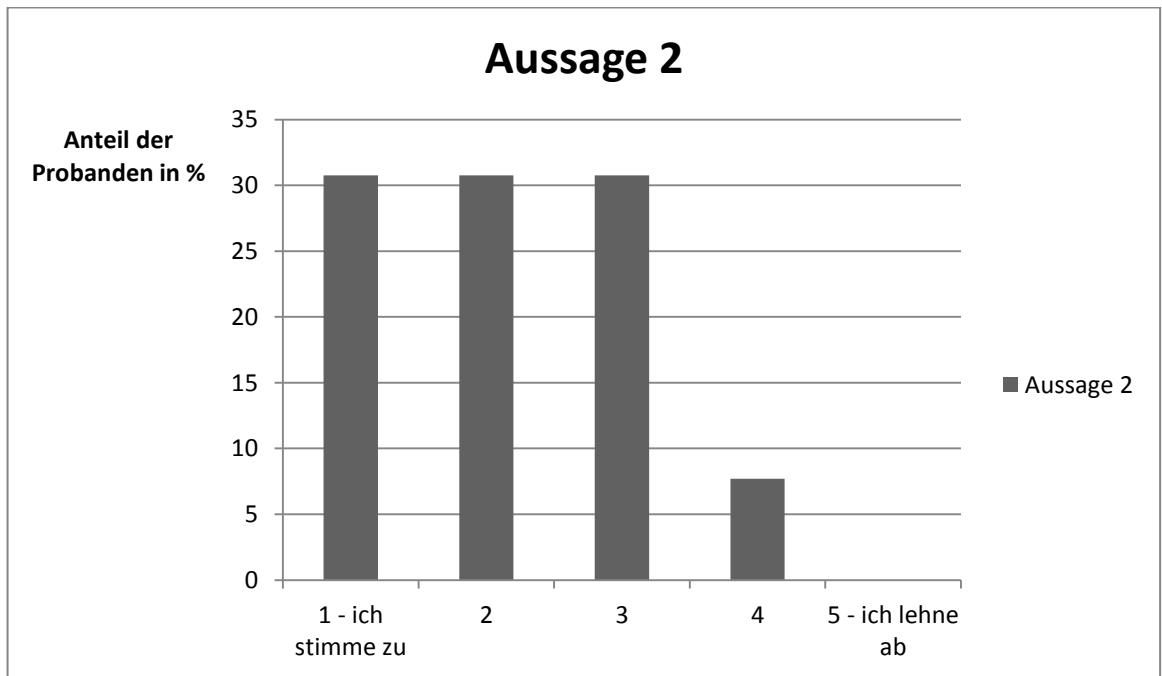


Abb. 15: Beurteilung der Aussage „Es besteht ein Zusammenhang zwischen Sitzmöbel und musikalischem Ergebnis.“

Aussage 3: Ich habe schon einmal unter Beschwerden gelitten, die mich beim Musizieren beeinträchtigt haben.

Die Beurteilung der Aussage 3 ist in Tabelle 3 wiedergegeben.

Tabelle 3: Beurteilung der Aussage „Ich habe schon einmal unter Beschwerden gelitten, die mich beim Musizieren beeinträchtigt haben.“

Ja	Nein
69,23%	30,77%

Von den Probanden, die Aussage 3 mit „Ja“ beantworteten, sollten Gründe für die Entstehung ihrer Beschwerden angegeben werden.

Die angegebenen subjektiven Gründe für die Entstehung der Beschwerden und der Anteil der Probanden, der den jeweiligen Grund angab, sind in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Gründe für die Entstehung von Beschwerden

Grund für Beschwerden	% der Probanden, die diesen angaben
Falsche Sitzhaltung	33,33%
Verkrampfung/Anspannung	27,78%
Unzulängliche Sitzgelegenheit	27,78%
Vorbestandener Haltungsschaden	16,67%
Verdrehungen bei Doppelbesetzung und Enge am Pult	11,11%
Zu langes Sitzen / zu langes Üben	11,11%
Stuhl zu tief	11,11%
Lehne zu weit hinten	11,11%
Fehlende Kondition	11,11%
Neigung der Sitzfläche nach hinten	5,56%
Zu wenig Pausen im Orchester	5,56%

Beurteilung der Musikerstühle

In diesem Teil des Fragebogens sollten die Probanden den herkömmlichen Stuhl A und den neu entwickelten Stuhl B hinsichtlich verschiedener Kriterien beurteilen.

Dieser Teil des Fragebogens wurde nur von den Probanden ausgefüllt, mit denen auch die Druckmessungen und Videoaufnahmen durchgeführt wurden.

Bezüglich des Stuhles A wurde dieser Teil des Fragebogens von 19 Probanden ausgefüllt, für Stuhl B beantworteten 20 Probanden die Fragen.

In Tabelle 5 ist dargestellt, wie die Probanden auf die Fragen zur Bewertung des Stuhles A und des Stuhles B antworteten.

Tabelle 5: Beurteilung der Stühle A und B durch die Probanden

Frage	Stuhl A		Stuhl B	
	Antwort „ja“ in %	Antwort „nein“ in %	Antwort „ja“ in %	Antwort „nein“ in %
1 - Ist der Stuhl bequem?	91,67%	8,33%	75,00%	25,00%
2 - Ist der Stuhl passend in der Höhe?	70,83%	29,17%	80,00%	20,00%
3 - Ist das Material geeignet?	87,50%	12,50%	50,00%	50,00%
4 - Ist die Lehne geeignet?	66,67%	33,33%	90,00%	10,00%
5 - Ist das Material zu hart?	4,17%	95,83%	75,00%	25,00%
6 - Ist das Material zu weich?	12,50%	87,50%	0,00%	100,00%

Abb. 16 zeigt die Ergebnisse der Beurteilung der Stühle A und B im Vergleich. Dabei ist zur besseren Veranschaulichung einander gegenübergestellt, wie häufig die entsprechende Frage mit „ja“ beantwortet wurde.

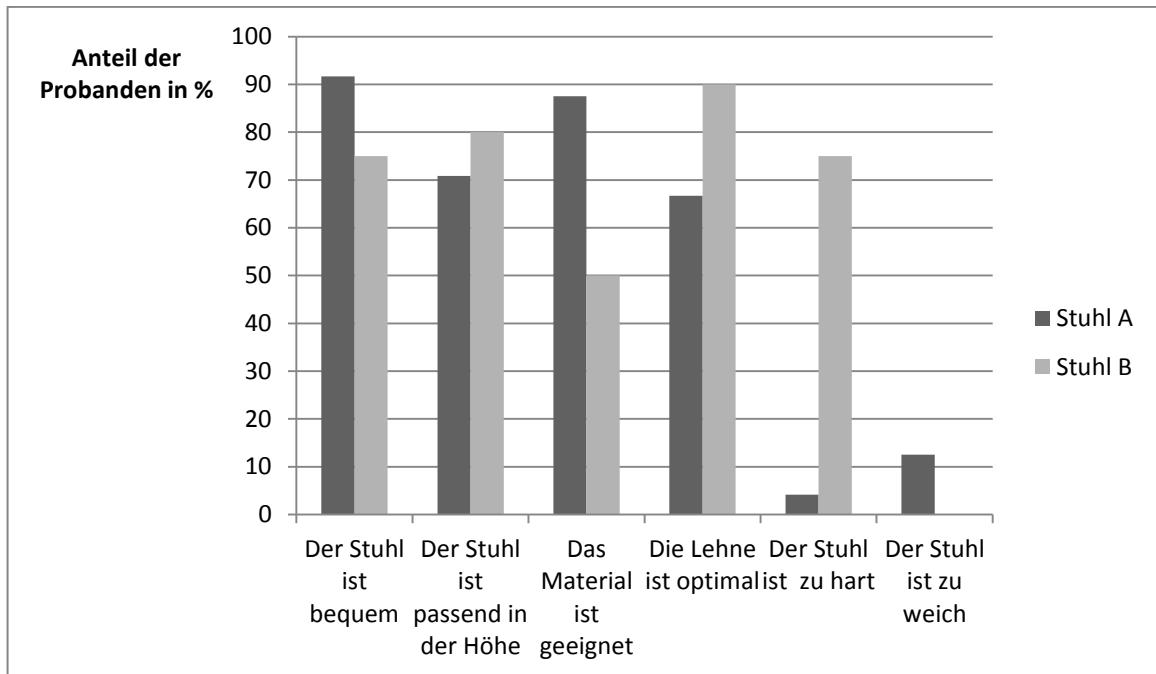


Abb. 16: Beurteilung der Stühle A und B im Vergleich

Wurde mindestens eine der Fragen 1 bis 4 mit „nein“ beantwortet, sollte der Proband einen Grund für die Verneinung bzw. einen Verbesserungsvorschlag angeben. Die Angaben sind für den Stuhl A in Tabelle 6 und für den Stuhl B in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 6: Kritikpunkte und Verbesserungsvorschläge für Stuhl A

Angegebener Grund / Vorschlag	% der Probanden, die den Grund angaben
Lehne zu weit hinten	25,00%
Zu niedrig	12,50%
Höhe sollte verstellbar sein	8,33%
Lehne sollte verstellbar sein	8,33%
Polsterung zu weich	8,33%
Zu hoch	4,17%
Sitzflächenneigung sollte flexibel sein	4,17%

Tabelle 7: Kritikpunkte und Verbesserungsvorschläge für Stuhl B

Angegebener Grund / Vorschlag	% der Probanden, die den Grund angaben
Sitzfläche zu hart	45,00%
Höhe sollte verstellbar sein	15,00%
Zu große Sitzflächenneigung	15,00%
Lehne zu hart	5,00%
Lehne sollte verstellbar sein	5,00%

Die folgenden Aussagen wurden durch die Probanden bezogen auf die Stühle A und B wie in Tabelle 8 und 9 sowie in der Abbildung 17 und 18 dargestellt beurteilt.

Aussage 4: Der Stuhl behindert mich beim Musizieren.

Tabelle 8: Beurteilung der Aussage „Der Stuhl behindert mich beim Musizieren“ bezogen auf Stuhl A und B

	1 – ich stimme zu	2	3	4	5 – ich lehne ab
Stuhl A	0,00%	12,50%	8,33%	41,67%	37,50%
Stuhl B	0,00%	20,00%	5,00%	25,00%	50,00%

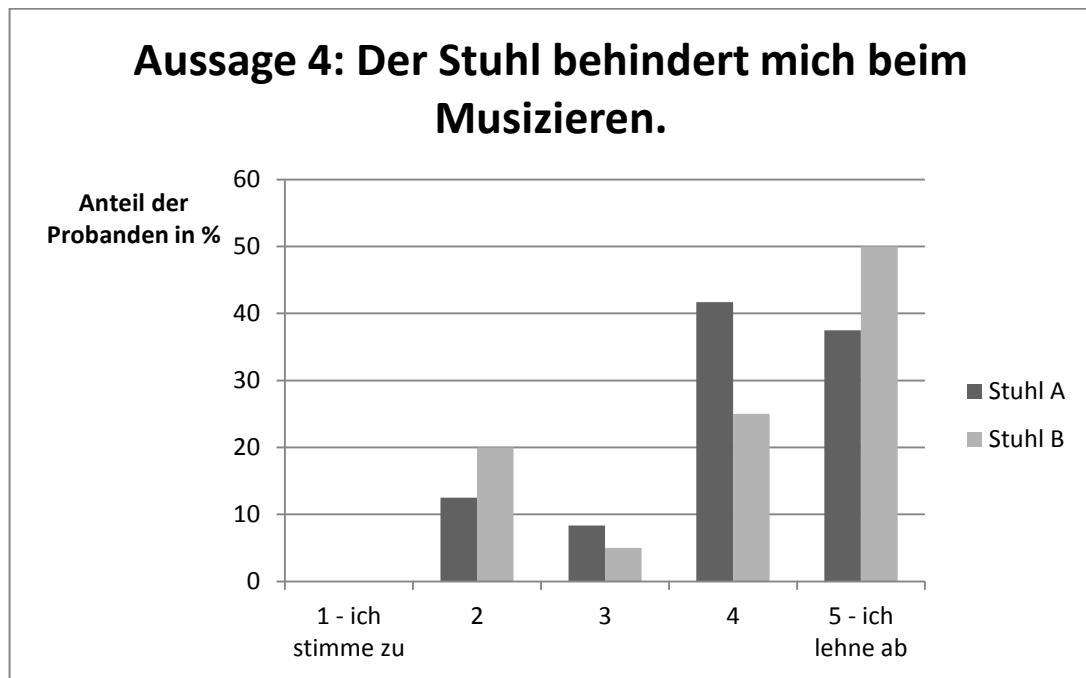


Abb. 17: Beurteilung der Aussage „Der Stuhl behindert mich beim Musizieren.“ bezogen auf die Stühle A und B

Aussage 5: Der Stuhl unterstützt mich beim Musizieren.

Tabelle 9: Beurteilung der Aussage „Der Stuhl unterstützt mich beim Musizieren.“ bezogen auf Stuhl A und B

	1 – ich stimme zu	2	3	4	5 – ich lehne ab
Stuhl A	8,33%	20,83%	16,67%	33,33%	20,83%
Stuhl B	10,00%	35,00%	25,00%	20,00%	10,00%

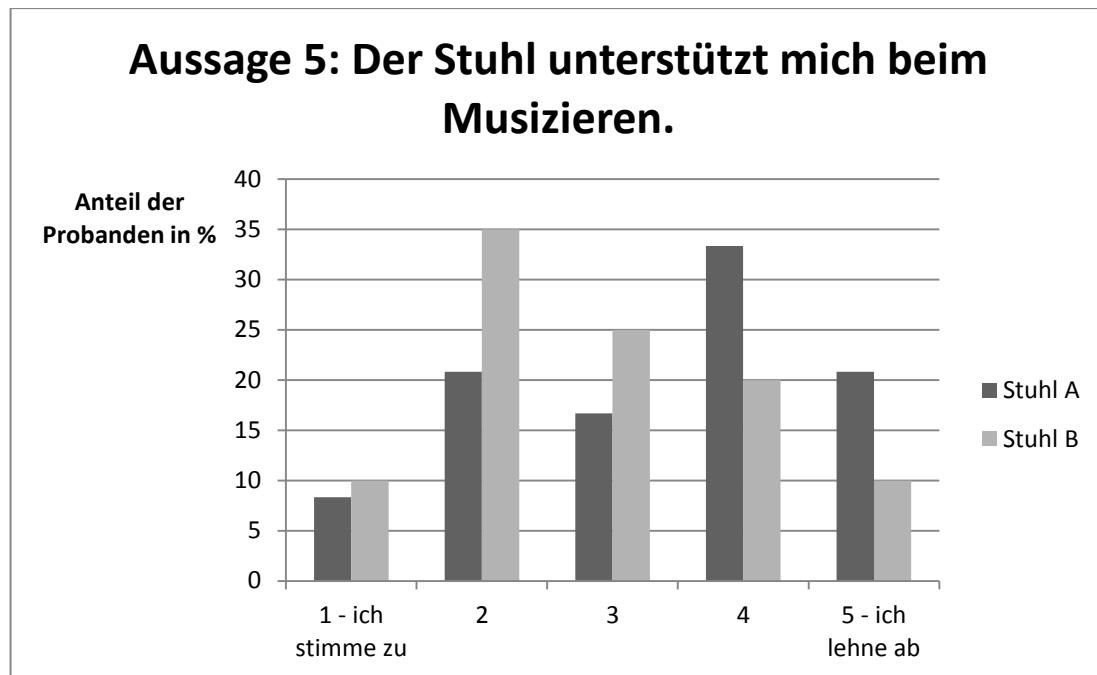


Abb. 18: Beurteilung der Aussage „Der Stuhl unterstützt mich beim Musizieren.“ bezogen auf die Stühle A und B

3.2. Lastwechsel pro Zeit

Die Erfassung der Lastwechsel pro Zeit erfolgte an 19 Probanden.

Es wurde die Druckverteilung auf der Sitzfläche über einen Zeitraum von 15 Minuten pro Messung mithilfe einer Druckmessmatte gemessen. Abb. 19 zeigt beispielhaft eine Momentaufnahme der durch die Messmatte ermittelte Druckverteilung auf der Sitzfläche. Die Areale mit den niedrigsten Drücken sind blau dargestellt, Flächen auf denen die höchsten Drücke gemessen wurden, sind rot.

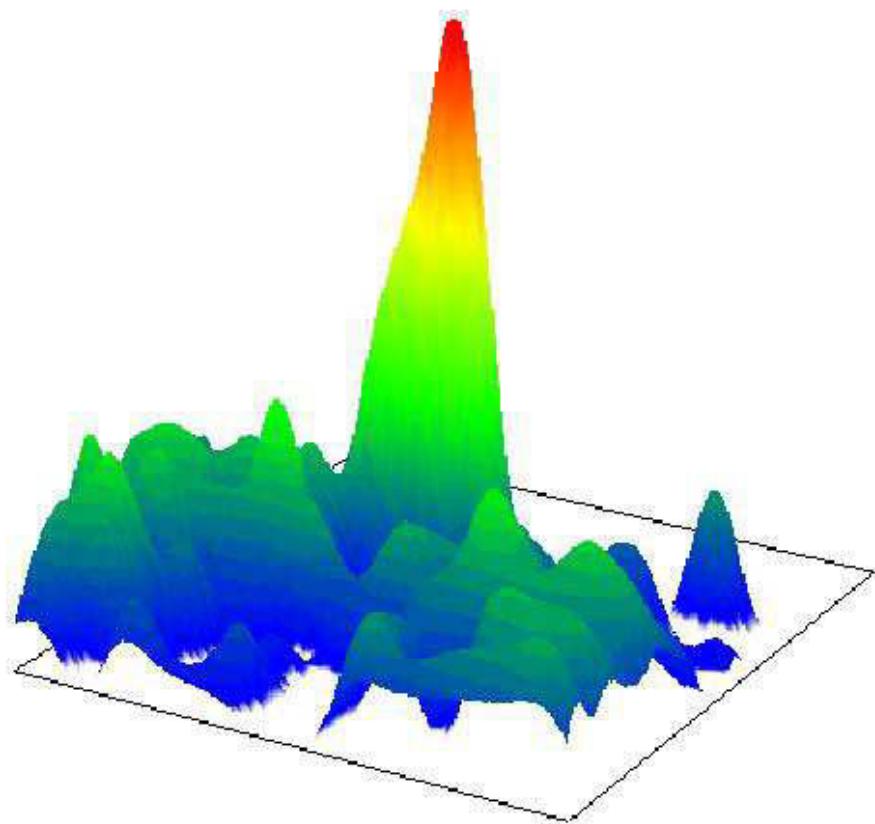


Abb. 19: Momentaufnahme der durch die Messmatte ermittelten Druckverteilung auf der Sitzfläche

Diese Druckverteilungen im zeitlichen Verlauf wurden parallel zu den angefertigten Videoaufnahmen betrachtet. Wie unter 2.3. dargestellt, wurden daraus nach definierten Kriterien bei Veränderungen der Druckverteilungen im zeitlichen Verlauf die Lastwechsel unter dem Gesäß pro 15 Minuten ermittelt.

Es wurden die durchschnittlichen Lastwechsel pro 15 Minuten für Stuhl A und Stuhl B aus jeweils drei Messungen pro Proband errechnet.

Abb. 20 und Abb. 21 zeigen die durchschnittlichen Lastwechsel pro 15 Minuten für alle 19 Probanden. Hier soll verdeutlicht werden, dass die gemessenen Werte eine große Streuung aufweisen.

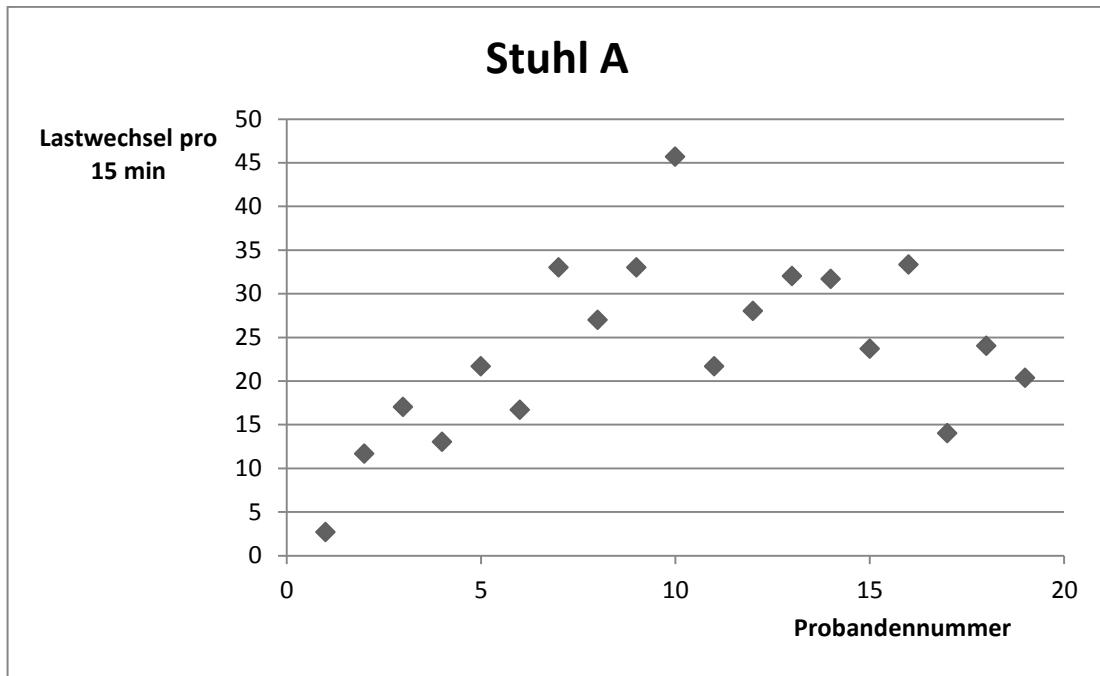


Abb. 20: Lastwechsel pro 15 Minuten, Stuhl A

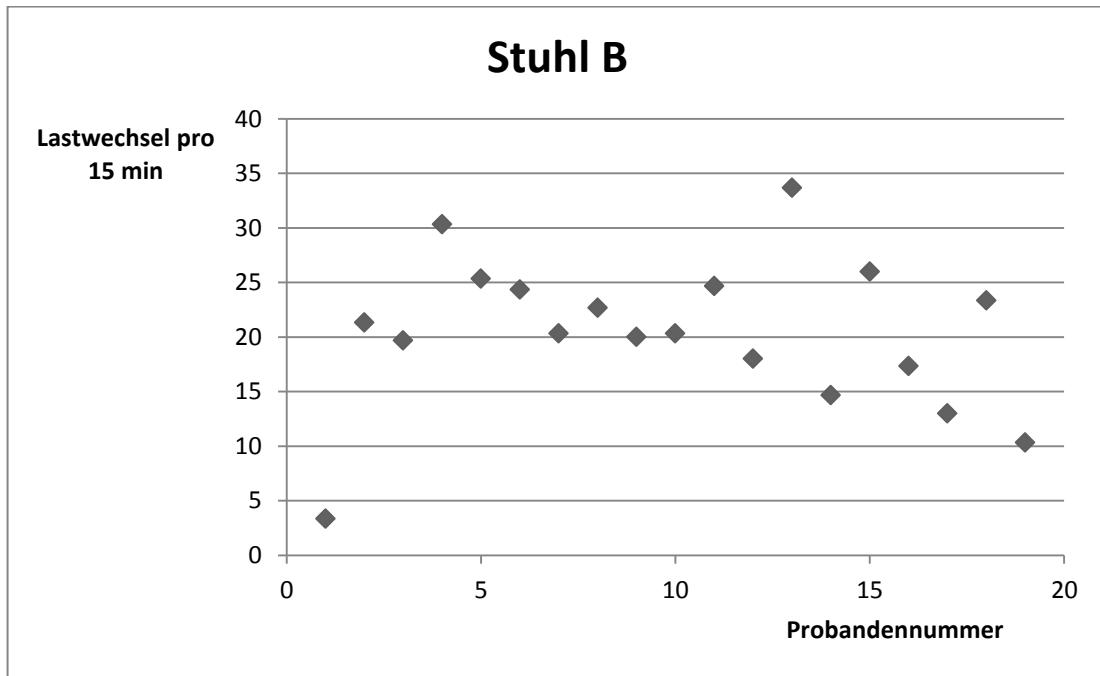


Abb. 21: Lastwechsel pro 15 Minuten, Stuhl B

In Tabelle 10 und Abb. 22 ist die zusammenfassende Auswertung der Lastwechsel pro Zeit für Stuhl A und Stuhl B dargestellt. Aufgrund der kleinen Stichprobe von 19 Probanden und dem Vorhandensein von Extremwerten unter den erfassten Werten werden zur Auswertung Median und Spannweite herangezogen.

Tabelle 10: Lastwechsel pro 15 Minuten

		Lastwechsel pro 15 Minuten
Stuhl A	Median	23,67
	Spannweite	43,00
	Minimum	2,67
	Maximum	45,67
Stuhl B	Median	20,33
	Spannweite	30,33
	Minimum	3,33
	Maximum	33,67

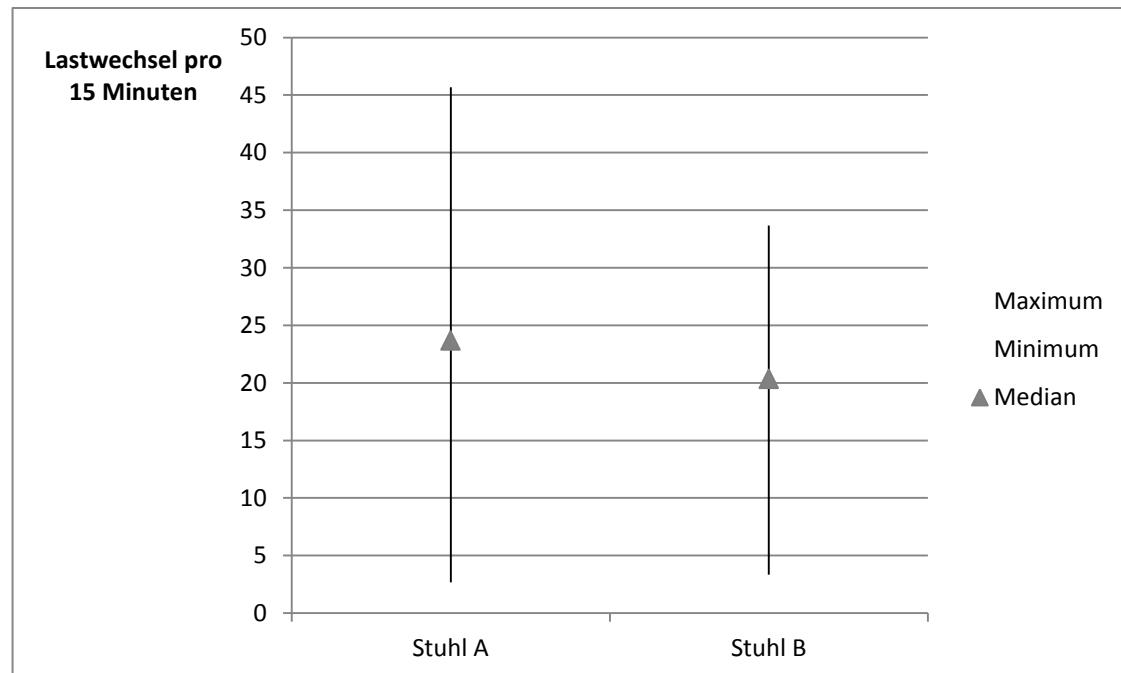


Abb. 22: Lastwechsel pro 15 Minuten auf Stuhl A und B – Median, Minimum, Maximum

Um eine bessere Veranschaulichung der ermittelten Werte mit großer Streuung zu erreichen, wurden Perzentile und Extremwerte ermittelt, wie in Tabelle 11 und Abb. 23 dargestellt.

Tabelle 11: Perzentilen und Extremwerte der Lastwechsel pro 15 Minuten

		Lastwechsel pro 15 Minuten
Stuhl A	25. Perzentile	16,67
	50. Perzentile	23,67
	75. Perzentile	32,00
	Extremwert minimum	2,67
	Extremwert maximum	45,67
Stuhl B	25. Perzentile	17,33
	50. Perzentile	20,33
	75. Perzentile	24,67
	Extremwert minimum	3,33
	Extremwert maximum	33,67

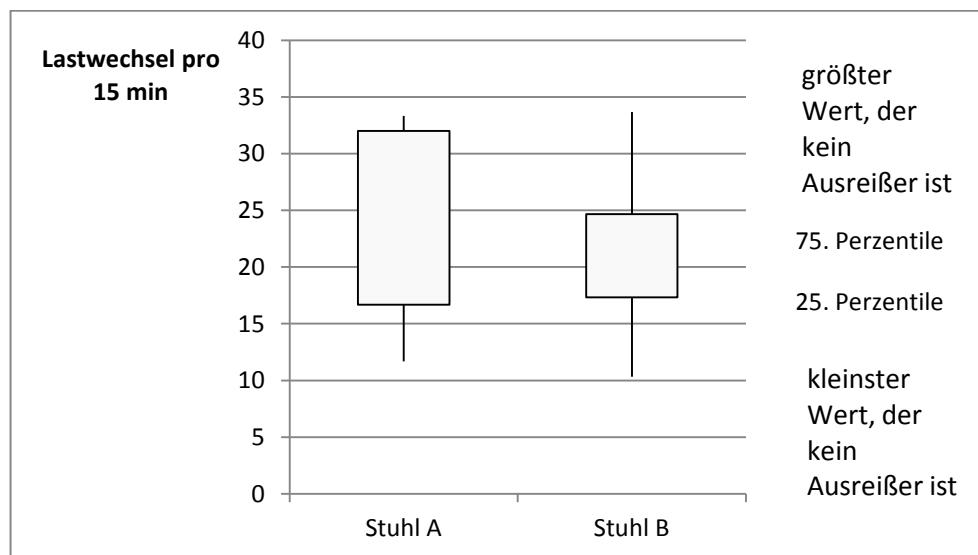


Abb. 23: Lastwechsel pro 15 Minuten auf Stuhl A und B – Perzentile

Als statistischer Test wurde der Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben verwendet. Es wurde der Wert $p=0,311$ ermittelt. Der Unterschied zwischen Stuhl A und Stuhl B sollte als signifikant betrachtet werden, wenn $p<0,05$. Damit ist der Unterschied der Lastwechsel pro 15 Minuten zwischen Stuhl A und Stuhl B als nicht signifikant anzusehen.

3.3. Auflagefläche und Druckverteilung

Um die Verteilung des Druckes unter dem Gesäß zu ermitteln, wurde mit dem Programm „medilogic“ die durchschnittliche Druckverteilung unter dem Gesäß für jede 15-minütige Messung ermittelt und in eine Excel-Tabelle exportiert.

Aus jeder durchschnittlichen Druckverteilung pro Messung wurde zunächst ermittelt, wie viele der 240 Sensoren einen Druck $P > 0 \text{ N/cm}^2$ registriert hatten. Aus diesem Wert wurde die durchschnittliche Auflagefläche des Gesäßes auf der Sitzfläche ermittelt. Durch jeden einzelnen Sensor auf der Messmatte wurde eine Fläche von $5,1 \text{ cm}^2$ abgedeckt.

Rechenbeispiel:

Für eine 15-minütige Messung wurde mit dem Programm „medilogic“ ermittelt, dass durchschnittlich 100 Sensoren einen Druck $P > 0 \text{ N/cm}^2$ gemessen haben. Ein Sensor entspricht einer Fläche von $5,1 \text{ cm}^2$ auf der Messmatte. Folglich gilt:

$$100 * 5,1 \text{ cm}^2 = 510 \text{ cm}^2$$

Die durchschnittliche Auflagefläche der Messung beträgt also 510 cm^2 .

Die Gesamtzahl der Sensoren, die pro Messung einen durchschnittlichen Druck $P > 0 \text{ N/cm}^2$ gemessen haben und die daraus ermittelte durchschnittliche Auflagefläche des Gesäßes auf der Sitzfläche sind in Tabelle 12 dargestellt.

Tabelle 12: Anzahl der Sensoren, die einen Druck $P > 0 \text{ N/cm}^2$ registrierten und die daraus errechnete Auflagefläche

		Anzahl der Sensoren, die einen Druck $P > 0 \text{ N/cm}^2$ registrierten	Daraus errechnete Auflagefläche
Stuhl A	Mittelwert	206,19	1051,57 cm^2
	Standardabweichung	25,77	
Stuhl B	Mittelwert	185,32	945,13 cm^2
	Standardabweichung	26,55	

Als statistischer Test fand der Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben Anwendung. Mit einem Ergebnis von $p=0,333$ besteht kein statistisch signifikanter Unterschied bezüglich der durchschnittlichen Auflageflächen des Gesäßes auf der Sitzfläche zwischen Stuhl A und Stuhl B. Als statistisch signifikant sollte ein Wert $p<0,05$ angesehen werden.

Während der Datenauswertung war aufgefallen, dass bei den Messungen auf Stuhl B scheinbar häufiger höhere Drücke registriert wurden als auf Stuhl A. Um diese Annahme zu prüfen, wurden sechs verschiedene Druckbereiche definiert (s. 2.3.). Jeder der Sensoren, der einen durchschnittlichen Druck $P > 0 \text{ N/cm}^2$ registriert hatte, wurde einem der Druckbereiche zugeordnet. Dann wurde der prozentuale Anteil der Anzahl der Sensoren der einzelnen Druckbereiche an der Gesamtsumme der Sensoren, die einen durchschnittlichen Druck $P > 0 \text{ N/cm}^2$ gemessen hatten, ermittelt. Dieser Schritt wurde gemacht, um einen Eindruck von den Anteilen vor allem hoher Drücke auf der Sitzfläche zu bekommen.

Die prozentuale Verteilung der angesprochenen Sensoren definierter Druckbereiche an allen Sensoren, die pro Messung einen Druck $P > 0 \text{ N/cm}^2$ registriert haben, ist in Tabelle 13 und Abb. 24 dargestellt. Zur besseren Darstellung sind in Abb. 25 die Druckbereiche von 3-6 N/cm^2 mit niedrigerer Skalierung dargestellt.

Tabelle 13: Prozentuale Verteilung der Sensoren auf definierte Druckbereiche

	P	>0-0,99 N/cm²	1-1,99 N/cm²	2-2,99 N/cm²	3-3,99 N/cm²	4-4,99 N/cm²	5-6 N/cm²
Stuhl A	Mittelwert	67,67%	27,16%	3,66%	0,97%	0,32%	0,22%
	Standard- abweichung	7,14	6,36	2,02	1,15	0,57	0,58
Stuhl B	Mittelwert	59,50%	29,05%	6,69%	2,58%	1,26%	0,90%
	Standard- abweichung	11,71	9,37	3,28	1,07	0,80	0,82

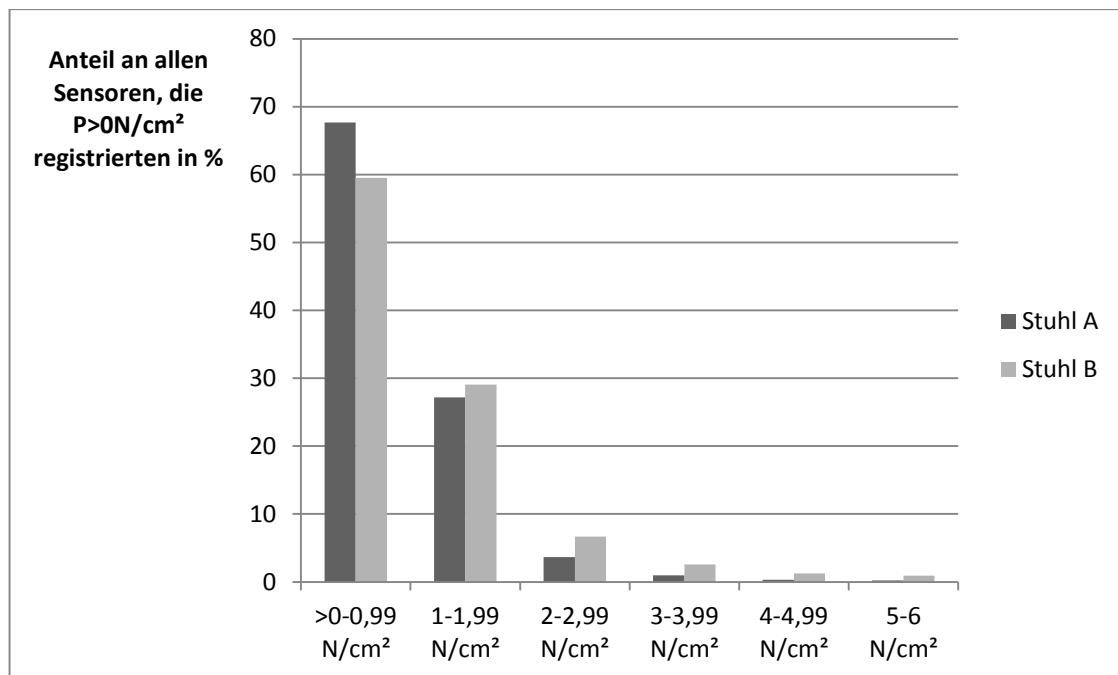


Abb. 24: Anteil definierter Druckbereiche bezogen auf alle Sensoren, die einen Druck $P > 0\text{N/cm}^2$ im durchschnittlichen Druckmuster registrierten.

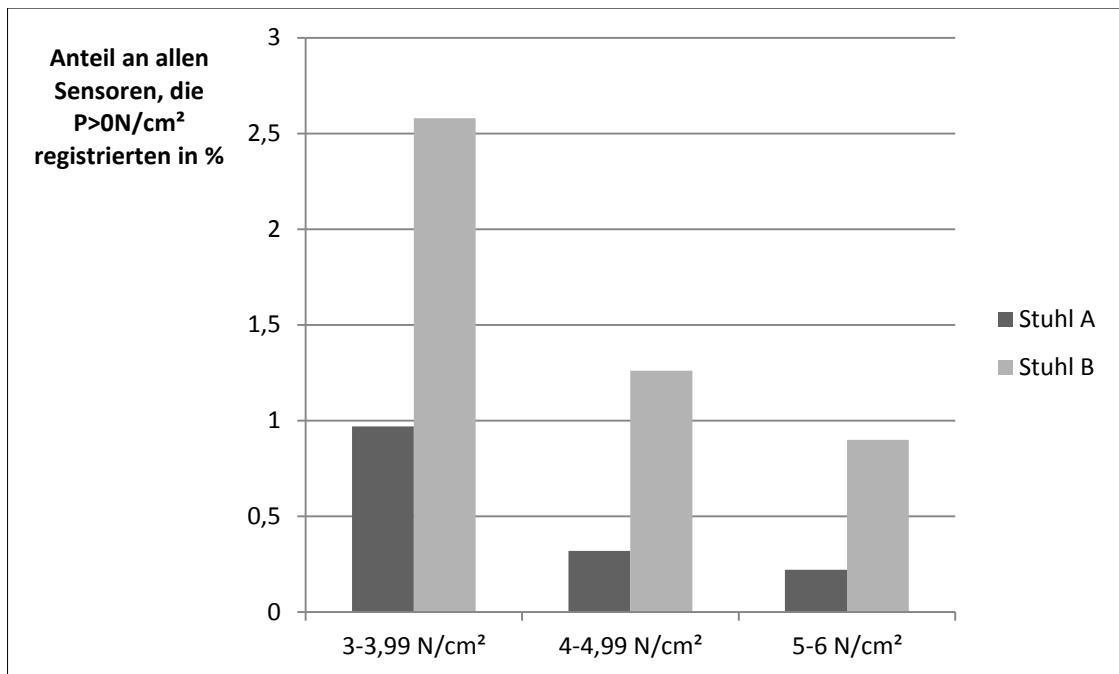


Abb. 25: Prozentuale Verteilung der Sensoren für die Druckbereiche $P=3 N/cm^2$ bis $P=6 N/cm^2$

Als statistischer Test wurde der Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben verwendet. In Tabelle 14 sind die so ermittelten p-Werte für die einzelnen definierten Druckbereiche dargestellt.

Tabelle 14: Durch den Mann-Whitney-U-Test ermittelte p-Werte.

	>0-0,99 N/cm^2	1-1,99 N/cm^2	2-2,99 N/cm^2	3-3,99 N/cm^2	4-4,99 N/cm^2	5-6 N/cm^2
p-Wert	0,006	0,435	0,001	< 0,001	< 0,001	0,001

Die Unterschiede in der Verteilung der Druckbereiche zwischen Stuhl A und Stuhl B sollten als signifikant bewertet werden, wenn $p < 0,05$.

Damit sind die Unterschiede zwischen Stuhl A und Stuhl B bezüglich der prozentualen Verteilung der einzelnen Druckbereiche für alle Druckbereiche außer für den Druckbereich von $P = 1 N/cm^2$ bis $P = 1,99 N/cm^2$ als statistisch signifikant zu betrachten.

4. Diskussion

Während es Studien gibt, die sich mit dem allgemeinen Einfluss der Sitzgelegenheit auf die Gesundheit des Musikers befassen (s. 1.3), liegen Arbeiten, die besondere Anforderungen an Orchesterstühle im Speziellen betrachten bisher leider nicht vor. Daher kann in der folgenden Diskussion oftmals keine vergleichende Betrachtung mit der Literatur erfolgen.

Die Daten der vorliegenden Studie wurden an der Hochschule für Musik und Theater Rostock an Studierenden der Fächer Violine und Viola während der regulären Proben für ein Orchesterkonzert erfasst. Die Datenerfassung fand unter realistischen Bedingungen im alltäglichen Arbeitsumfeld der Musiker statt.

Die Anzahl der Probanden war zunächst durch die Größe des Orchesters, die Anzahl der Proben und die Tatsache, dass nur die hohen Streicher (Violine und Viola) einbezogen werden sollten, limitiert. Eine weitere Limitation ergab sich daraus, dass die Druckmessmatte für die Messungen nur 4 Wochen zur Verfügung stand. Weitere Einschränkungen kamen durch den Ausfall von Probanden im Verlauf der Proben zustande. Außerdem mussten sich die Messungen am Verlauf der Probe orientieren. Da die Messungen in realen Proben durchgeführt wurden, stand für die Musiker ihr künstlerisches Schaffen und nicht die Messung im Vordergrund. Aus diesem Grund und um die Probe nicht zu stören, z.B. durch Wechsel des Stuhles bzw. des Probanden, wurden geringe zeitliche Verzögerungen zwischen den einzelnen Messungen in Kauf genommen. Die vorgenannten Faktoren und Bedingungen begründen die relativ geringe Probandenzahl.

Die Anzahl der Probanden, die den allgemeinen Fragebogen ausfüllten, belief sich auf 26. Die vergleichenden Messungen auf den Stühlen wurden an 19 Probanden durchgeführt, die auch den Fragebogen zur subjektiven Beurteilung beider Stühle ausfüllten. Mit einem weiteren Probanden wurde die Messung begonnen, er fiel jedoch während der Studie aus. Die Messung auf Stuhl B und die Beantwortung des Fragebogens zu Stuhl B konnten mit ihm vor dem Ausfall noch durchgeführt werden. Der Fragebogen wurde in die Auswertung mit einbezogen, daher beantworteten insgesamt 20 Probanden den Fragebogen zu Stuhl B. Die Messung des ausgefallenen Probanden auf Stuhl B wurde verworfen, da sie nicht vollendet werden konnte.

4.1. Die subjektive Bedeutung von Bequemlichkeit, Sitzgelegenheit und Gesundheit für Musikstudierende

Welchen Zusammenhang sehen die Probanden zwischen Bequemlichkeit und Gesundheit sowie zwischen Sitzgelegenheit und musikalischem Ergebnis?

Aussage 1: „Unbequemlichkeit ist erträglich, wenn sie gesund ist.“

Der Aussage „Unbequemlichkeit ist erträglich, wenn sie gesund ist“ wurde von nur 3,85% der Probanden voll zugestimmt. 50% der Probanden lehnten die Aussage mit den Bewertungen „4“ und „5“ ab (s. Abb. 14 und Tab. 1).

Diese Frage war die erste Frage des Fragebogens. Sie war als Einstiegsfrage gedacht, die Probanden sollten zunächst über Bequemlichkeit, Unbequemlichkeit und Gesundheit im Allgemeinen nachdenken. Indirekt wird hier auch nach dem Stellenwert der Gesundheit für den Probanden gefragt. Die Definition von Bequemlichkeit und Unbequemlichkeit war an dieser Stelle dem Probanden individuell überlassen. Die Definition und Bewertung des Begriffes „Bequemlichkeit“ ist in der Literatur häufig Gegenstand und Bestandteil von Studien (z.B. Helander, 2003; Alnaser & Wughalter, 2009; Mueller & Hassenzahl, 2010). Zur Beurteilung von Bequemlichkeit werden Skalen herangezogen, z.B. die General Comfort Rating Scale (Shackel et al., 1969). Die Frage des Fragebogens bezog sich jedoch nur auf die individuelle Definition und Empfindung von Bequemlichkeit des Probanden.

Die Tatsache, dass die Hälfte der Probanden die Aussage vollständig oder größtenteils ablehnt, zeigt, dass die individuell empfundene Bequemlichkeit für die Befragten einen recht hohen Stellenwert hat. Diese 50% der Probanden sind nicht dazu bereit, Unbequemlichkeit in Kauf zu nehmen, selbst wenn das ihrer Gesundheit zuträglich wäre.

Aussage 2: Es besteht ein Zusammenhang zwischen Sitzmöbel und musikalischem Ergebnis.

Mit der Bewertung „1“ stimmten 30,77% der Befragten dieser Aussage vollkommen zu. Weitere 30,77% stimmten ihr mit der Bewertung „2“ größtenteils zu. Niemand lehnte die Aussage mit der Bewertung „5“ vollständig ab (s. Abb. 15 und Tab. 2).

Bei dieser Frage waren die Probanden zunächst aufgefordert, über die Sitzgelegenheit beim Musizieren nachzudenken. Schließlich sollte ein Zusammenhang mit dem musikalischen Ergebnis hergestellt werden. 61,54% der Befragten stimmten der Aussage vollkommen oder größtenteils zu, niemand lehnte sie vollkommen ab. Wenn man bedenkt, dass das musikalische Ergebnis in der musikalischen Ausbildung als auch Berufsausübung das Ziel allen Bestrebens ist, wird der Sitzgelegenheit durch diese Bewertung eine recht große Bedeutung im Arbeitsumfeld des Musikers zugesprochen. Die Mehrheit der Befragten scheint davon überzeugt zu sein, dass der Musikerstuhl Auswirkungen auf das musikalische Ergebnis haben kann.

4.2. Spielbedingte Beschwerden Musikstudierender

Haben die Probanden schon unter spieleinschränkenden oder spielbedingten Beschwerden gelitten?

Aussage 3: Ich habe schon einmal unter Beschwerden gelitten, die mich beim Musizieren beeinträchtigt haben.

Auf diese Frage antworteten 69,23% der Befragten mit „ja“ (s. Tab. 3). Die in der Literatur angegebenen Werte zum Vorliegen spielbedingter bzw. spieleinschränkender Beschwerden bei Musikstudierenden bewegen sich zwischen 43% und 69% (Zaza, 1992; Spahn et al., 2002; Reinhardt, 2009), wie unter 1.1.1. dargestellt. Für die hohen Streicher wird sogar ein Wert von 77% angegeben (Larsson et al., 1993). Die durch den Fragebogen ermittelte Anzahl der Probanden, die schon unter Beschwerden beim Musizieren gelitten haben, reiht sich in die Angaben aus der Literatur ein und unterstreicht die Notwendigkeit der Einleitung präventiver Maßnahmen.

Worauf führen Probanden, die bereits unter spielleinschränkenden Beschwerden gelitten haben, die Entstehung dieser zurück?

Die Probanden, die angaben, bereits unter Beschwerden beim Musizieren gelitten zu haben, sollten sich darüber äußern, worin nach ihrer Meinung der Grund für die Entstehung der Beschwerden lag (s. Tab. 4). Es waren keine Antworten vorgegeben, die Probanden waren in der Formulierung der angenommenen Ursachen frei.

Wie unter 1.1.1. ausgeführt, stellt das Musizieren komplexe Bewegungs- und Haltungsanforderungen an den Körper, was u.a. als Risikofaktor für die Entstehung von Überlastungssyndromen gilt (Meinke, 1998). Die falsche Haltungstechnik zählt u.a. zu den Faktoren, die die Beanspruchung beim Musizieren beeinflussen (Ramirez, 2009). Als weiterer Risikofaktor für die Entstehung von Beschwerden kann eine lange Übe- und Spielzeit in statischer und angespannter Haltung angesehen werden (Manchester & Flieder, 1991; Bongers et al., 1993). Eine schlechte Haltung, die während des Sitzens zur einseitigen Beanspruchung führt, ist als Risikofaktor für die Entstehung von Rückenschmerzen anzusehen (Ernst, 1992a,b). 33,33% der Probanden, die schon einmal unter spiellimitierenden Beschwerden gelitten hatten, gaben in Übereinstimmung mit der unter 1.2.1. vorgestellten Literatur eine „falsche Sitzhaltung“ als Grund für die Entstehung ihrer Beschwerden an. Dabei wurde durch die freie Angabe der Probanden jedoch nicht spezifiziert, ob hier der Begriff „Sitzhaltung“ im Sinne der während des Unterrichts am Instrument erlernten Haltung beim Musizieren, der konstitutionsbedingten Haltung oder gar einer durch die Sitzgelegenheit beeinflussten Haltung interpretiert werden sollte.

Bei Musikstudierenden zeigen sich im Vergleich zu Studierenden anderer Fächer häufiger Haltungsstörungen. Unter 1.1.1. ist ausgeführt, dass die Streicher davon besonders häufig betroffen sind, die Haltungsstörung äußert sich oft in besonderem Maße am Instrument (Eijsden-Besseling et al., 1993). Auch die an der HMT Rostock befragten Studierenden sahen einen „vorbestandenen Haltungsschaden“ als Ursache für die Entstehung ihrer Beschwerden an. 16,67% von ihnen sahen darin eine Ursache für ihre Beschwerden.

Die Arbeit mit rotiertem Oberkörper ist als Risikofaktor für die Entstehung von Rückenschmerzen anzusehen (Bakker et al., 2009). Die Zwangshaltung beim Musizieren birgt für die hohen Streicher durch die Arbeitshaltung mit gehobenem Arm in Kombination mit langen Spielzeiten (Nyman et al., 2007) und die statische

Haltearbeit (Seidel et al., 2009) das Risiko für die Entstehung von Erkrankungen des Bewegungsapparates, wie unter 1.1.1. bereits dargestellt wurde. Durch die Rotation des Oberkörpers, die bei der üblichen Doppelbesetzung der Pulte im Orchester oft notwendig wird, kommt für die Musiker ein weiterer Faktor, der die Haltung beeinträchtigt, hinzu. In Übereinstimmung mit diesen Feststellungen gaben 11,11% der Befragten „Verdrehungen bei Doppelbesetzungen und Enge am Pult“ als Ursache von Beschwerden an.

Als weiterer Risikofaktor für die Entstehung von Beschwerden beim Musizieren gelten auch ein hoher Kraftaufwand und eine starke Anspannung der Muskeln in Kombination mit sich häufig wiederholenden Bewegungsabläufen (Moore et al., 1991; Stock, 1991). Unnötiger Kraftaufwand zählt u.a. auch dazu (Meinke, 1998). 27,78% der Befragten gaben „Verkrampfung/Anspannung“ während des Musizierens als Ursachen der Entstehung ihrer Beschwerden an. Die Definition der Angabe „Verkrampfung/Anspannung“ kann im Sinne der in der Literatur beschriebenen Risikofaktoren für die Entstehung spielbedingter Beschwerden gedeutet werden.

Bereits unter 1.1.1. wurde dargestellt, dass lange Übe- und Spielzeiten in statischer und angespannter Haltung eine besondere Beanspruchung für den Körper darstellen. Eine lange tägliche Spieldauer gilt als Risikofaktor für die Entstehung spielbedingter Beschwerden (Manchester & Flieder, 1991; Bongers et al., 1993). Die Arbeitshaltung des Streichers mit gehobenem Arm in Kombination mit einer Spieldauer länger als drei Stunden pro Tag kann als Risikofaktor für die Entstehung von Beschwerden, vor allem im Schulter-Nacken-Bereich, angesehen werden (Nyman et al., 2007). Die Kombination aus langem Sitzen und schlechter Haltung gilt als Risikofaktor für die Entstehung lumbaler Rückenschmerzen (Lis et al., 2007). Von den an der HMT Rostock befragten Studierenden gaben 11,11% derjenigen, die schon unter spieleinschränkenden Beschwerden gelitten haben, als Entstehungsursache „zu langes Sitzen / zu langes Üben“ an. Außerdem gaben unabhängig davon 5,56% der Befragten als Grund „zu wenige Pausen im Orchester“ an. Die Befragten nahmen, wie unter 2.1. bereits erläutert, täglich an ein bis zwei Orchesterproben von je ca. drei Stunden Dauer teil. In jeder Probe gab es eine Pause von 10-15 Minuten. Dazu kamen für jeden einzelnen Studierenden weitere zwei bis drei Stunden individuellen Übens sowie mehrmals wöchentlich ein bis zwei Stunden Individualunterricht. Die Orchesterproben fanden im Rahmen der Studie täglich statt,

da es sich um ein Orchesterprojekt handelte und ein Konzert intensiv vorbereitet wurde. Eine durchschnittliche tägliche Spielzeit von sechs Stunden ist für Musikstudierende üblich (Seidel et al., 2002), kann jedoch je nach den individuellen Anforderungen, Umständen und persönlichem Ehrgeiz überschritten werden. Dabei muss angemerkt werden, dass die Musiker beim individuellen Üben und im Individualunterricht nicht auf Sitzgelegenheiten angewiesen sind. Das Spielen und Üben im Stehen ist bei Solodarbietungen die allgemein praktizierte und auch unterrichtete Technik. Das Musizieren im Orchester fordert jedoch zwingend die sitzende Tätigkeit für hohe Streicher.

In der Literatur finden sich auch, wie unter 1.1.1. bereits dargestellt, eine unvorteilhafte Gestaltung der Sitzgelegenheit sowie die falsche Höhe des Notenpultes als Faktoren, die die Entstehung von Beschwerden, vor allem des Bewegungsapparates, begünstigen (Meinke, 1998; Pascarelli, 1999). Eine „unzulängliche Sitzgelegenheit“ wurde von 27,78% der Befragten als Entstehungsgrund für ihre Beschwerden genannt. Bei dieser Aussage erfolgte durch die Probanden keine Konkretisierung des Begriffs „unzulänglich“. Vom menschlichen Körper können aufgrund fehlender Propriozeption, beispielsweise für Druckverhältnisse in der Wirbelsäule, ergonomische Sachverhalte nur schwer wahrgenommen werden, daher beziehen sich freie Angaben von Probanden über Stühle meist auf empfundene Bequemlichkeit und die Möglichkeit zur Entspannung auf dem Stuhl (Helander, 2003). Demzufolge kann davon ausgegangen werden, dass sich auch bei den hier befragten Probanden die Definition des Begriffes der „unzulänglichen Sitzgelegenheit“ auf subjektiv empfundene Bequemlichkeit bezieht. Unabhängig von der Aussage von 27,78% der Befragten, ihre Beschwerden seien auf eine „unzulängliche Sitzgelegenheit“ zurückzuführen, machten einige der Befragten konkretere Angaben über den angenommenen Grund für die Entstehung ihrer Beschwerden im Zusammenhang mit der Sitzgelegenheit. So gaben 11,11% an, der Stuhl sei „zu tief“ und weitere 11,11% führten als Grund für die Entstehung von Beschwerden an, dass die „Lehne zu weit hinten“ sei. 5,56% der Befragten sahen in der „Neigung der Sitzfläche nach hinten“ eine Ursache für die Entstehung von Beschwerden. Bezuglich dieser Aussage ist anzumerken, dass die regulär während der Orchesterproben an der HMT Rostock verwendeten Musikerstühle eine horizontal ausgerichtete Sitzfläche besitzen. Die Fragestellung war an dieser Stelle des Fragebogens noch sehr offen und wurde offenbar nicht speziell auf die Situation

während der Orchesterproben verstanden. Es ist anzunehmen, dass sich die hier gemachte Aussage über die „Neigung der Sitzfläche nach hinten“ auf Stühle bezieht, die während des persönlichen Übens benutzt wurden.

Um spielbedingten Überbeanspruchungen vorbeugen zu können, ist körperliche Fitness für Musiker von großer Bedeutung, was unter 1.1.3. dargestellt wurde. Zur Verbesserung der körperlichen Verfassung sind Musikern Sportarten, die Kraft und Ausdauer fördern, zu empfehlen (Quarrier, 1993; Seidel et al., 1999; Ackermann et al., 2002). Als Grund für die Entstehung von Beschwerden gaben 11,11% der Befragten „fehlende Kondition“ an. Angesichts der langen Proben- und Übungszeiten der Musikstudierenden scheint es nachvollziehbar, dass das Musizieren eine hohe körperliche Beanspruchung darstellt und hohe Anforderungen an die Kondition des Musikers stellt, die durch sportliche Betätigung trainiert werden kann. Andererseits könnte man das Musizieren selbst auch als eine Art Training verstehen, die dem Musiker bei kontinuierlicher Übung zu besserer, spielbezogener Kondition verhelfen kann.

Die von den Probanden angegebenen Ursachen für die Entstehung von Beschwerden beim Musizieren lassen sich in der Literatur wiederfinden. Viele der angegebenen Gründe lassen sich auf die einseitige Beanspruchung beim Musizieren zurückführen, so z.B. die „falsche Sitzhaltung“ und das Auftreten von „Verkrampfung und Anspannung“. Argumente wie die „Verdrehungen bei Doppelbesetzungen und Enge am Pult“ und die „unzulängliche Sitzgelegenheit“ sowie die auf die Sitzgelegenheit bezogenen Ursachen sind auf die Gestaltung des Arbeitsplatzes zurückzuführen. Diese Ursachen für die Entstehung von Beschwerden sind durch eine entsprechende Gestaltung des Arbeitsplatzes beeinflussbar. Durch eine Umgestaltung mit dem Ziel der Minimierung von Risikofaktoren kann folglich ein Beitrag zur Prävention von Beschwerden sowie Erkrankungen des Bewegungsapparates geleistet werden.

Durch die geringe Probandenzahl ist die Aussagefähigkeit der Untersuchung als eingeschränkt anzusehen. Die Ergebnisse sind nicht als repräsentativ zu betrachten.

4.3. Subjektive Beurteilung der Stühle im Vergleich

Wie bewerten die Probanden subjektiv die beiden verglichenen Musikerstühle bezüglich der Bequemlichkeit und der Bauweise?

Im zweiten Teil des Fragebogens wurden die Probanden, mit denen auf Stuhl A und Stuhl B auch die Druckmessung und die Videoaufnahme angefertigt wurden, aufgefordert, beide Stühle bezüglich verschiedener Gesichtspunkte subjektiv zu beurteilen. Es wurden Fragen gestellt, die mit „ja“ oder „nein“ beantwortet werden sollten. Außerdem wurden die Befragten aufgefordert, Verbesserungsvorschläge bzw. Gründe für eventuelle Unzufriedenheit anzugeben.

Frage 1: Ist der Stuhl bequem?

Diese Frage wurde von 91,67% der Probanden bezüglich des Stuhles A bejaht. 75% der Befragten fanden Stuhl B bequem (s. Abb. 16, Tab. 5).

Auch bei dieser Frage stand bei der Definition des Begriffes „Bequemlichkeit“ die subjektive Empfindung der Probanden im Vordergrund. Kriterien wie die Härte des Stuhles, das Material und die Beschaffenheit der Lehne, auf die sich die folgenden Fragen bezogen, können auch die Beantwortung dieser Frage und die individuelle Empfindung von „Bequemlichkeit“ beeinflusst haben.

Frage 2: Ist der Stuhl passend in der Höhe?

Stuhl A wurde von 70,83% der Befragten als passend in der Höhe beurteilt, Stuhl B war für 80% der Probanden passend (s. Abb. 16, Tab. 5). Die Anpassung des Stuhls an die Größe des Benutzers ist ein Ansatz der präventiv wirksamen Gestaltung eines Sitzmöbels (Ernst, 1992a,b). Stuhl A stand in nur einer Ausführung zur Verfügung, während Stuhl B in zwei verschiedenen Höhen benutzt werden konnte. Die Musiker konnten selbst entscheiden, ob sie die höhere oder die niedrigere Ausführung des Stuhles B benutzen wollten. Die zwei verschiedenen Höhen des Stuhles B sind eine mögliche Erklärung dafür, dass Stuhl B von mehr Probanden als passend in der Höhe empfunden wurde als Stuhl A. Das kann als Ansatz für die Prävention von Beschwerden genutzt werden.

Frage 3: Ist das Material geeignet?

Lehne und Sitzfläche des Stuhles A bestanden, wie unter 2.1. erwähnt, aus einer gepolsterten Kunststoffverschalung. Von Stuhl B stand für die Untersuchung ein Prototyp zur Verfügung, der zum Zeitpunkt der Studie noch weiterentwickelt werden sollte. Sitzfläche und Lehne des Stuhles B bestanden aus ungepolstertem Kunststoff. 87,5% der Probanden hielten das Material des Stuhles A für geeignet. Nur 50% der Befragten bejahten die Frage in Bezug auf Stuhl B (s. Abb. 16, Tab. 5). Die Bewertung des Materials erfolgte durch subjektive Empfindung und hatte sicherlich wiederum Einfluss auf die individuelle Empfindung von Bequemlichkeit.

Frage 4: Ist die Lehne geeignet?

Wie unter 2.1. aufgeführt, war die Lehne des Stuhles A gepolstert und in einem Winkel von ca. 110° zur Sitzfläche angebracht. Sie hatte einen Bewegungsspielraum von ca. 10° . Die Lehne des Stuhles B war im Winkel von ca. 80° fest mit der Sitzfläche verbunden und erlaubte beim Anlehnen eine leichte Federung. Die Lehne des Stuhles A wurde von 66,67% der Befragten als geeignet bewertet. 90% der Probanden fanden die Lehne des Stuhles B geeignet (s. Abb. 16, Tab. 5). Als mögliche Ursache für die bessere Beurteilung der Lehne des Stuhles B ist anzunehmen, dass die Lehne durch ihre feste Konstruktion mit nur leichter Federung den Musikern mehr Halt geben konnte als die Lehne des Stuhles A, die nach hinten geneigt und beweglich war. Eine Anforderung an einen Arbeitsstuhl ist, dass sich die Gestaltung und Beweglichkeit der Lehne an der jeweiligen Arbeitsaufgabe orientieren soll (Groenesteijn et al., 2009). Für das Musizieren mit dem Streichinstrument scheint besonders wichtig, dass der Stuhl die Spielhaltung unterstützt. Zur Spielhaltung der hohen Streicher im Sitzen gehört der aufgerichtete Oberkörper, der Blick muss nach vorne auf die Noten und den Dirigenten gerichtet sein. Es ist denkbar, dass die aufrechte Körperhaltung der Musiker beim Spielen durch eine leicht nach vorne geneigte Lehne eher unterstützt werden kann als durch eine Lehne, die nach hinten geneigt ist und die Probanden die Lehne des Stuhles B deshalb positiver bewerteten als die leicht nach hinten geneigte Lehne des Stuhles A.

Frage 5: Ist das Material zu hart?

Nur 4,17% der Befragten fanden das Material des Stuhles A zu hart, während der Stuhl B von 75% der Probanden als zu hart beurteilt wurde (s. Abb. 16, Tab. 5). Dieser Unterschied in der Bewertung lässt sich durch die vorhandene Polsterung des Stuhles A begründen. Durch die fehlende Polsterung wurde Stuhl B von weitaus mehr Probanden als zu hart empfunden als Stuhl A. Auch diese Empfindung kann Auswirkungen auf die individuelle Definition des Begriffes „Bequemlichkeit“ gehabt haben.

Frage 6: Ist das Material zu weich?

Stuhl A wurde von 12,5% der Befragten als zu weich empfunden. Hingegen bewertete niemand Stuhl B als zu weich (s. Abb. 16, Tab. 5). Für die unterschiedliche Bewertung ist auch an dieser Stelle die verschiedene Sitzflächengestaltung der Stühle mit bzw. ohne Polsterung als ursächlich anzunehmen.

Zusammenfassend ist außerdem anzunehmen, dass die Gestaltung von Material, Höhe und Lehne der Stühle Einfluss auf die individuelle Definition und Bewertung des Begriffes „Bequemlichkeit“ genommen hat. Das Material von Stuhl B wurde von weniger Probanden als geeignet angesehen als das Material von Stuhl A. Gleichzeitig wurde Stuhl B von 75% der Probanden als zu hart bewertet. In der Beurteilung der Höhe und der Lehne wurde Stuhl B von den Befragten besser bewertet als Stuhl A. Hingegen wurde Stuhl A im Vergleich zu Stuhl B von mehr Probanden als bequem empfunden (s. Abb. 16, Tab. 5).

Bei der Beurteilung der Stühle handelt es sich um subjektive Empfindungen und Angaben. Die Bewertungen können durch die Dauer des Sitzens auf den einzelnen Stühlen, die Tagesform des Musikers, die Sitzermüdung und allgemeine Ermüdung nach einer langen Probe beeinflusst worden sein. Auch persönliche Sitzgewohnheiten können individuell unterschiedlich sein und die Beurteilung der Stühle beeinflussen. Durch die geringe Anzahl an Probanden sind Aussagefähigkeit und Repräsentativität der Untersuchung eingeschränkt.

Kritikpunkte und Verbesserungsvorschläge der Probanden

Wie unter 2.2. erläutert, waren Probanden, die auf mindestens eine der ersten vier o.g. Fragen mit „nein“ geantwortet haben, aufgefordert, konkrete Kritikpunkte zu benennen oder Verbesserungsvorschläge anzugeben.

Den Stuhl A betreffend gaben 33,33% der Befragten an, die Lehne sei nicht geeignet. 25% dieser Probanden gaben an, die Lehne sei zu weit hinten. 8,33% von ihnen forderten, die Lehne solle verstellbar sein. Bei Stuhl B hielten nur 10% der Probanden die Lehne für nicht geeignet. Von diesen Probanden gaben 5% an, die Lehne sei zu hart, weitere 5% forderten eine Verstellbarkeit der Lehne (s. Tab. 7). Zur Position der Lehne des Stuhles B wurde keine Kritik geäußert. Auch an dieser Stelle lässt sich vermuten, dass die etwas nach vorne geneigte und leicht federnde Lehne des Stuhles B den Musikern mehr Halt geben konnte als die Lehne des Stuhles A. Eine generelle Verstellbarkeit der Lehne und damit die Möglichkeit der individuellen Anpassung scheint den Musikern ein grundlegendes Anliegen gewesen zu sein. Auch in der Literatur lässt sich die Forderung, Arbeitsstühle sollten individuell an jeden Benutzer anpassbar sein, wiederfinden (Martin & Andrew-Tuthill, 1999).

Die Höhe des Stuhles A, der nur in einer Höhe verfügbar war, wurde von 29,17% der Befragten als nicht passend empfunden. 12,5% von ihnen gaben an, der Stuhl sei zu niedrig, 4,17% der Befragten beurteilten ihn als zu hoch. 8,33% der Probanden forderten die Verstellbarkeit des Stuhles in der Höhe. Stuhl B, der in zwei verschiedenen Höhen verfügbar war, wurde von 20% der befragten Musiker als nicht passend in der Höhe beurteilt. 15% von ihnen wünschten sich die Möglichkeit der Verstellbarkeit der Höhe (s. Tab. 7). Auffallend ist, dass Stuhl B, obwohl in zwei Höhen vorhanden, von 20% der Probanden als nicht passend bewertet wurde. Die Probanden hatten die Möglichkeit, beide Höhen des Stuhles auszuprobieren und sich für den als passender empfundenen zu entscheiden. Trotzdem empfand 1/5 der Probanden den Stuhl als nicht passend. Angaben darüber, ob der Stuhl zu hoch oder zu niedrig war, wurden zu Stuhl B nicht gemacht. Die Möglichkeit der individuellen Höhenanpassung wurde bezüglich beider Stühle angeführt und scheint auch hier für die Musiker von Bedeutung zu sein. Auch an dieser Stelle ist zu erwähnen, dass sich in der Literatur die Forderung nach individueller Anpassbarkeit des Stuhles an den Benutzer finden lässt (Martin & Andrew-Tuthill, 1999).

Während 12,5% der Befragten bereits zuvor unter Frage 6 angaben, das Material des Stuhles A sei zu weich, wiederholten 8,33% von ihnen auch unter den Kritikpunkten die Angabe, die Polsterung des Stuhles sei zu weich (s. Tab. 6). 75% der Musiker empfanden schon in Frage 6 das Material des Stuhles B als zu hart, von ihnen formulierten 45% dieses zusätzlich als Kritikpunkt (s. Tab. 7). Die wiederholte Angabe des zu weich bzw. zu hart empfundenen Materials kann als Hinweis darauf gesehen werden, dass diese Punkte als besonders störend bzw. auffällig empfunden wurden. Andere Aspekte der Bewertung der Stühle, die schon im Rahmen der sechs o.g. Fragen abgedeckt waren, wurden unter den Kritikpunkten nicht wiederholt ausformuliert.

Auch bezüglich der Sitzfläche wurde von den Probanden Kritik geäußert. Mit Bezug auf Stuhl A forderten 4,17% der Befragten, dass die Sitzflächenneigung flexibel gestaltet werden sollte (s. Tab. 6). Stuhl B betreffend, gaben 45% der Probanden an, die Sitzfläche sei zu hart. 15% der Befragten empfanden die Neigung der Sitzfläche des Stuhles B als zu groß (s. Tab. 7). Auch an dieser Stelle fällt die große Zahl der Probanden auf, die die Härte des Materials des Stuhles B kritisierten und dieses noch einmal explizit äußerten. Die Beschaffenheit des Materials wird von den Probanden häufig betont und scheint für sie eine herausragende Rolle bei der Beurteilung der Stühle zu spielen. Auch wirkt sich das Material sicherlich auf das individuelle Empfinden von Bequemlichkeit aus.

4.4. Der Zusammenhang zwischen Sitzmöbel und Musik

Welchen Einfluss üben die untersuchten Musikerstühle auf das Musizieren aus?

Aussage 4: Der Stuhl behindert mich beim Musizieren.

Stuhl A betreffend, lehnten 79,17% der Probanden diese Aussage vollkommen oder größtenteils ab. Niemand stimmte vollkommen zu, 12,5% der Befragten stimmten größtenteils zu. Bezuglich des Stuhles B lehnten 75% der Probanden die Aussage vollkommen oder größtenteils ab. Auch durch Stuhl B fühlte sich kein Proband vollkommen beim Musizieren behindert, 20% der Befragten stimmten der Aussage größtenteils zu (s. Abb. 17, Tab. 8). Der Großteil der Probanden sah sich weder

durch Stuhl A noch durch Stuhl B beim Musizieren behindert. Diese Beurteilung beider Stühle lässt also den Schluss zu, dass weder Stuhl A noch Stuhl B als hinderlich beim Musizieren empfunden werden. Die Beantwortung dieser Frage kann wiederum durch die individuelle Definition und Empfindung des Begriffs Bequemlichkeit beeinflusst worden sein.

Aussage 5: Der Stuhl unterstützt mich beim Musizieren.

Zusammenfassend betrachtet fühlten sich mit 45% der Befragten von Stuhl B mehr unterstützt als von Stuhl A, durch den sich 29,16% von ihnen beim Musizieren größtenteils oder vollkommen unterstützt fühlten (s. Abb. 18, Tab. 9). Als Erklärung hierfür wäre denkbar, dass durch die nach vorne geneigte Sitzfläche und die Position der Lehne des Stuhles B die zum Musizieren mit gehobenem Arm erforderlich Haltung unterstützt wird. Diese Annahmen wurden bereits bei der subjektiven Beurteilung der einzelnen Stühle geäußert (s. 4.3., Frage 4) und finden an dieser Stelle Bestärkung.

Bei Betrachtung der Beurteilung beider Aussagen kann festgestellt werden, dass der Stuhl A von den meisten Probanden weder als Behinderung noch als Unterstützung beim Musizieren empfunden wurde. Auch Stuhl B wurde von der Mehrzahl der Befragten nicht als behindernd wahrgenommen. Er wurde jedoch von mehr Probanden als unterstützend empfunden als Stuhl A. Die Bauweise des Stuhles B scheint folglich geeigneter für das Musizieren als die des Stuhles A.

4.5. Die Sitzdynamik

Wie wirkt sich der Stuhl B auf die Sitzdynamik des Musikers aus?

Die Messung der Lastwechsel pro Zeiteinheit erfolgte, um festzustellen, wie sich die untersuchten Stühle auf die Sitzdynamik der Probanden auswirkten. Unter 1.2. ist angeführt, dass die Änderung der Sitzposition während des Sitzens dazu beiträgt, den fokalen Druck auf die Bandscheiben zu minimieren, was der Entstehung von Rückenschmerzen vorbeugen kann (Bush & Hubbard, 2008). Bewegungen wie

Lateralflexion und Rotation der Wirbelsäule vermindern den fokalen interdiscalen Druck (Thevenon & Delcambre, 1988).

Die Messung der Lastwechsel pro 15 Minuten ergab für Stuhl A und Stuhl B keinen statistisch signifikanten Unterschied, wie unter 3.2. erläutert. Der Median der Lastwechsel pro 15 Minuten auf Stuhl A betrug 23,67, auf Stuhl B 20,33 (s. Tab. 10). Auch wenn kein statistisch signifikanter Unterschied festzustellen war, lässt sich anhand der Mediane vermuten, dass auf Stuhl A geringfügig mehr Lastwechsel durchgeführt wurden als auf Stuhl B. Diese Feststellung entspricht nicht der Erwartung, dass Stuhl B durch seine Bauweise, vor allem durch die Neigung der Sitzfläche, die Sitzdynamik der Probanden beeinträchtigt, indem er zu mehr Lastwechseln pro Zeiteinheit führt als ein herkömmlicher Musikerstuhl.

Auf die Entwicklung des Stuhles B nahmen verschiedene Gesichtspunkte Einfluss. So ist es wünschenswert, wenn ein Stuhl durch seine Bauweise Änderungen der Sitzposition unterstützt (Geffen et al., 2009). Durch biomechanische und ergonomische Anpassung von Musikerstühlen können Rücken- sowie Schulterbeschwerden reduziert werden (Norris, 1995; Pascarelli, 1999). Die Dynamisierung des Sitzens gilt als ein Ansatzpunkt der Prävention von Rückenschmerzen (Bush & Hubbard, 2008). Durch eine geneigte Sitzfläche können spontane Lastwechsel beim Sitzen veranlasst werden (Bendix et al., 1986). Die nach vorn geneigte Sitzfläche des Stuhles B sollte auf diese Weise die Sitzdynamik beeinflussen und zu vermehrten Lastwechseln pro Zeiteinheit führen. Als weiterer positiver Effekt einer nach vorne geneigten Sitzfläche auf die Prävention von Beschwerden des Bewegungsapparates ist die Vermeidung einer Verringerung der Lendenlordose anzusehen (Harrison et al., 1999). Ein anderer Ansatzpunkt der Prävention ist die Anpassung des Stuhles an die Größe des Benutzers (Ernst, 1992a,b). Dieser Ansatz wurde bei der Entwicklung des Stuhles B dadurch verfolgt, dass der Stuhl in zwei verschiedenen Höhen zur Verfügung stand.

Die Absicht bei der Entwicklung des Stuhles B lag folglich darin, einen Stuhl zu gestalten, der durch die Neigung der Sitzfläche einerseits die Sitzdynamik unterstützt und andererseits einer Verringerung der Lendenlordose beim Sitzen entgegenwirkt und der an die Größe des Musikers angepasst werden kann. Alle diese Eigenschaften des Stuhles sollten zur Prävention spielbedingter Beschwerden beitragen.

Bei der Auswertung der Fragebögen wurde festgestellt, dass auffallend viele Probanden das Material des Stuhles B als zu hart bewerteten (s. Tab. 5). Es ist anzunehmen, dass durch eine als zu hart empfundene Sitzfläche das Sitzverhalten und damit auch die Sitzdynamik beeinflusst werden. Bei einer sehr harten Sitzfläche wäre es denkbar, dass das Sitzen sogar Schmerzen bereitet und das Sitzverhalten sowie die Sitzdynamik dadurch beeinträchtigt werden. Dies ist ein denkbarer Grund für die geringere Anzahl der Lastwechsel pro Zeiteinheit auf Stuhl B.

Ein Arbeitsstuhl sollte, wie unter 1.2.2. erläutert, an die Größe des Benutzers angepasst werden (Ernst, 1992a,b). Stuhl B stand deshalb, wie unter 2.1. ausgeführt, in zwei verschiedenen Höhen zur Verfügung, von denen sich die Probanden die Höhe aussuchen konnten, die ihnen bequemer und passender erschien. Es ist denkbar, dass sich ein Teil der Probanden für die falsche Höhe entschieden haben kann und sich der gewählte Stuhl bei längerem Sitzen als nicht passend herausstellte. Auch das kann das Sitzverhalten und die Durchführung von Lastwechseln beeinträchtigt haben.

In der wissenschaftlichen Literatur finden sich Studien, in denen Arbeitsstühle unter verschiedenen Gesichtspunkten miteinander verglichen werden, wie unter 1.2.2. dargestellt. Während verschiedene Studien die Sitzdynamik durch den verwendeten Stuhl beeinflusst sehen (Bendix et al., 1986; Geffen et al., 2009) und Stühle entwickelt wurden, die sich durch ihre Bauweise auf die Sitzdynamik auswirken sollen (u.a. Koo et al., 1995; Ebe & Griffin, 2000; Lengsfeld et al., 2007), wurde, wie bereits unter 1.2.1. erwähnt, in einer Studie gezeigt, dass die Bewegungen des Rumpfes sowie das EMG der Rückenmuskulatur von den untersuchten Stühlen unabhängig waren, jedoch von der durchgeführten Arbeitsaufgabe stark beeinflusst wurden (van Dieen et al., 2001). Diese Erkenntnis kann zu der Annahme führen, dass auch bei den hier untersuchten Stühlen die Sitzdynamik eher von der sehr speziellen Aufgabe des Musizierens, die ihrerseits hohe Anforderungen an Körperhaltung, Koordination und Konzentration stellt, beeinträchtigt wurde als durch den verwendeten Musikerstuhl.

Die Studie wurde während realer Orchesterproben durchgeführt. Die Messungen unterschieden sich folglich auch in den Musikstücken, die die Probanden während der einzelnen Messungen spielten. Das kann dazu geführt haben, dass zum einen zwischen den Probanden, zum anderen auch zwischen den Teilmessungen eines

Probanden, Unterschiede in den durch die Stücke gestellten künstlerischen Anforderungen bestanden haben. Dies kann sich auf die Konzentration, aber auch das Stresserleben und die körperliche Anspannung des Musikers ausgewirkt haben. Es ist denkbar, dass dadurch wiederum das Sitzverhalten der Probanden beeinträchtigt wurde. Andererseits wurde in anderen Studien herausgefunden, dass das Sitzverhalten unabhängig von der ausgeführten Arbeitsaufgabe ist, sondern vielmehr von der Zeit, die auf dem Stuhl verbracht wird, beeinflusst wird (Schön & Preim, 2009).

Durch die Durchführung der Messungen während der laufenden Orchesterproben ergaben sich Unterschiede bezüglich der Zeitpunkte der Messungen. Es wurden Messungen während der gesamten Probe durchgeführt. Es ist denkbar, dass sich das Sitzverhalten im Verlauf einer dreistündigen Probe verändert und es zur Erscheinung von Sitzermüdung und allgemeiner Ermüdung kommt. So könnten sich Messungen, die zu Beginn der Probe durchgeführt wurden, von Messungen am Ende der Probe unterschieden haben. Die Gleichstellung aller Messungen bei der Auswertung der erfassten Daten war aus diesem Grund möglicherweise nicht gerechtfertigt.

Arbeitsstühle können durch die Konstruktion der Lehne Rotationsbewegungen der Wirbelsäule behindern und so ein Ungleichgewicht zwischen den Bewegungen bedingen (Page et al., 2009). Auch bei den hier untersuchten Stühlen wäre eine Beeinträchtigung der Sitzdynamik durch die unterschiedliche Konstruktion der Lehnen beider Stühle denkbar. Die Auswertung des Fragebogens ergab, wie unter 3.1. aufgeführt, dass 66,67% der Probanden die Lehne des Stuhles A für geeignet hielten, sogar 90% der Befragten äußerten dies über die Lehne des Stuhles B. Es ist jedoch nicht anzunehmen, dass diese subjektive Zufriedenheit mit der Gestaltung der Lehnen auch ergonomische Gesichtspunkte berücksichtigt, da die Wahrnehmungsfähigkeit des menschlichen Körpers, wie bereits erwähnt, für ergonomische Sachverhalte eingeschränkt ist (Helander, 2003). Es wäre folglich denkbar, dass die Lehnen der beiden untersuchten Stühle, obwohl sie von den Probanden größtenteils positiv bewertet wurden, die Sitzdynamik beeinträchtigt haben können. Es ist außerdem denkbar, dass die Lehne des Stuhles B durch ihre leichte Vorwärtsneigung einschränkend auf die Sitzdynamik gewirkt haben kann.

Eine Beeinträchtigung des Sitzverhaltens wäre auch durch die auf den Sitzflächen der Stühle angebrachte Messmatte denkbar (s. 2.1., Abb. 6 + 7). Bei der Anbringung

der Messmatte wurde darauf geachtet, dass die Musiker durch diese möglichst wenig beeinträchtigt wurden. Trotzdem konnte nicht vollständig ausgeschlossen werden, dass sich Probanden individuell durch die angebrachte Matte gestört gefühlt haben können. Das Vorhandensein der Messmatte kann bewusst oder unbewusst das Sitzverhalten der Probanden beeinträchtigt haben.

Eine wissenschaftliche Untersuchung von Arbeitsstühlen speziell für Musiker ist bislang in der Literatur nicht dokumentiert. Vorliegende Studien, die in dieser Arbeit herangezogen werden, beziehen sich auf Arbeitsstühle im Sinne von Bürostühlen oder auf das Sitzen im Allgemeinen. Unter 1.3. wird dargestellt, dass beim Violine- und Violaspielen die Musiker während der Arbeit die spezielle Haltung, die zum Musizieren erforderlich ist, im Sitzen beibehalten müssen. Die Spielhaltung erfordert aufrechtes Sitzen mit erhobenen Armen und z.T. rotierter Oberkörper, z.B. bei der gängigen Doppelbesetzung am Notenpult. Es ist denkbar, dass diese spezielle und erforderliche Haltung beim Musizieren Einfluss auf den gesamten Körper nimmt und somit auch das Sitzverhalten beeinflussen kann. Die Sitzdynamik und damit die Ausführung von Lastwechseln kann durch die Spielhaltung beeinträchtigt worden sein und sich dadurch vom Sitzverhalten während anderer Tätigkeiten, z.B. Büroarbeit, unterscheiden.

4.6. Die Auflagefläche des Gesäßes auf der Sitzfläche im Vergleich

Welche Unterschiede bestehen zwischen den beiden untersuchten Stühlen bezüglich der Auflagefläche des Gesäßes auf der Sitzfläche?

Die Bestimmung der durchschnittlichen Auflagefläche des Gesäßes auf der Sitzfläche ergab für Stuhl A und Stuhl B keinen statistisch signifikanten Unterschied. Anhand der Mittelwerte lässt sich jedoch vermuten, dass die durchschnittliche Kontaktfläche des Stuhles A mit 206,19 Sensoren, die einen Druck $P > 0 \text{ N/cm}^2$ registrierten, geringfügig größer war als die des Stuhles B mit 185,32 Sensoren (s. Tab. 12).

Die Ausrichtung des Beckens verändert sich in Äquivalenz zur Kontaktfläche des Gesäßes mit der Sitzfläche, wie unter 1.2. bereits aufgeführt. Gleichzeitig beeinflusst die Beckenausrichtung die Körperhaltung (Delisle et al., 1997; Geffen et al., 2009).

Unter der Annahme, dass sich die Kontaktflächen der Stühle A und B unterscheiden, könnte man auf eine unterschiedliche Beckenposition auf den beiden Stühlen schließen. Verschiedene Sitzhaltungen ziehen eine Änderung des Beckenneigungswinkels nach sich (Black, 1996). Da die Beckenausrichtung die Körperhaltung beeinflusst (Delisle et al., 1997; Geffen et al., 2009), könnte geschlussfolgert werden, dass sich auch die Körperhaltung auf den beiden Stühlen unterscheidet. Eine nach vorne geneigte Sitzfläche wirkt der Verringerung der Lendenlordose im Sitzen entgegen (Harrison et al., 1999). Da Stuhl B eine nach vorne geneigte Sitzfläche besitzt, kann vermutet werden, dass auf Stuhl B die Lendenlordose im Sitzen besser erhalten bleibt als auf Stuhl A. Dadurch kann ebenfalls die Körperhaltung und auch die Beckenposition beeinflusst werden, was sich wiederum auf die Kontaktfläche des Gesäßes mit der Sitzfläche auswirken kann.

4.7. Druckverteilung auf der Sitzfläche

Welche Unterschiede bestehen zwischen den beiden untersuchten Stühlen bezüglich der Verteilung des Druckes unter dem Gesäß?

Die Auswertung der Verteilung des Druckes auf der Sitzfläche unter Berücksichtigung verschiedener Druckbereiche ergab, dass bei Stuhl B signifikant weniger Sensoren dem Druckbereich $P = 0 \text{ N/cm}^2$ bis $P = 0,99 \text{ N/cm}^2$ zugeordnet waren als bei Stuhl A. Für den Druckbereich $P = 1 \text{ N/cm}^2$ bis $P = 1,99 \text{ N/cm}^2$ ergab sich kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Stühlen. In den Druckbereichen $P = 2 \text{ N/cm}^2$ bis $P = 6 \text{ N/cm}^2$ sprachen signifikant mehr Sensoren auf Stuhl B als auf Stuhl A an (s. Tab. 13).

Im niedrigeren Druckbereich sprachen also auf Stuhl A prozentual signifikant mehr Sensoren an als auf Stuhl B, während auf Stuhl B in den höheren Druckbereichen prozentual mehr ansprechende Sensoren zu verzeichnen waren. Dieses Ergebnis ist als Hinweis auf unterschiedliche Ausrichtungen des Beckens auf den beiden Stühlen zu werten.

Die Position des maximalen Druckes unter dem Gesäß ist von der Beckenneigung abhängig. Der maximale Druck ist meist unter den Tuber ischiadicæ messbar. Die Rotation des Beckens ist von Geschlecht und körperlichen Voraussetzungen

unabhängig (Moes, 2007). Aus der unterschiedlichen Druckverteilung auf den beiden Stühlen kann auf eine unterschiedliche Beckenneigung geschlossen werden. Bei Stuhl A verteilt sich der Druck im niedrigen Bereich, was die Annahme einer größeren Auflagefläche unterstützen würde, es konnte jedoch kein signifikanter Unterschied zwischen den Auflageflächen beider Stühle festgestellt werden, wie unter 4.6. bereits diskutiert wurde. Bei Stuhl B wurde ein höherer prozentualer Anteil an Drücken im höheren Bereich festgestellt. Dies spricht dafür, dass es auf dem Stuhl B zu einer Rotation des Beckens nach vorne kommt, durch die Prominenz der Tuber ischiadicæ kommt es zur vermehrten Registrierung höherer Drücke in diesem Bereich.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die nach vorne geneigte Sitzfläche des Stuhles B eine Rotation des Beckens nach vorne provoziert. Nach vorne geneigte Sitzflächen sorgen, wie bereits erläutert, für die Erhaltung der Lendenlordose im Sitzen (Harrison et al., 1999). Auch das kann als Folge der Beckenaufrichtung gesehen werden, die durch eine nach vorne geneigte Sitzfläche entsteht.

Aufrechtes Sitzen wird in der Literatur unterschiedlich definiert, eine mögliche Definition ist das Sitzen mit nach vorne rotiertem Becken, Lendenlordose und entspanntem Thorax (O'Sullivan et al., 2006). Diese Definition trifft für die durch die nach vorne geneigte Sitzfläche des Stuhles B provozierte Sitzhaltung zu. Aufrechtes Sitzen führt zu einer Aktivierung der Rückenmuskulatur (O'Sullivan et al., 2006), es kommt besonders im Bereich der Brustwirbelsäule zu vermehrter Muskelaktivität (Caneiro et al., 2010). Für die Halswirbelsäule und die cervicothorakale Muskelaktivität gilt, dass sie durch die Sitzhaltung beeinflusst werden (Caneiro et al., 2010). Die Kopf- und Halshaltung wird stark durch die Haltung der Lendenwirbelsäule und die Beckenneigung beeinflusst (Black et al., 1996).

Die Kopf- und Halshaltung sind für das Spielen der Violine und der Viola von zentraler Bedeutung, ebenso wie die aufrechte Haltung des Oberkörpers. Das Zusammenspiel von Kopf, Hals und Rumpf sind direkte Voraussetzungen für die korrekte Haltung des Instrumentes und somit unabdingbar für die Spielfähigkeit und das musikalische Ergebnis. Die aufrechte Sitzhaltung, hier, wie bereits erläutert, definiert durch ein nach vorne rotiertes Becken, erhaltene Lendenlordose und entspannten Thorax (O'Sullivan et al., 2006), kann somit die zum Musizieren

notwendige Haltung unterstützen. Diese Sitzhaltung wird durch den Stuhl B unterstützt.

Auf Stuhl B traten mehr höhere Drücke auf der Sitzfläche auf als auf Stuhl A. Zu bedenken ist, ob die Areale höheren Druckes auf Stuhl B vom Benutzer negativ wahrgenommen werden können und ob sie die subjektive Empfindung von Unbehaglichkeit oder gar Schmerz nach sich ziehen können. Die Beurteilung des Stuhles B als „zu hart“ spielte, wie bereits diskutiert, in der subjektiven Beurteilung der Stühle eine zentrale Rolle. Möglicherweise hat das Vorhandensein höherer Drücke diese Empfindung beeinflusst. Außerdem kann als unangenehm wahrgenommener Druck seinerseits die Sitzdynamik auf Stuhl B beeinflusst haben. Diese Annahme kann eine weitere Ursache dafür sein, dass sich entgegen der ursprünglichen Annahme die Sitzdynamik auf beiden Stühlen gemessen an den Lastwechseln pro Zeiteinheit nicht signifikant unterschied (s. 4.5.).

4.8. Bedeutung des Musikerstuhls für die Prävention spielbedingter Beschwerden

Kann der neu entwickelte Musikerstuhl einen Beitrag zur Prävention von Erkrankungen des Bewegungssystems bei Musikern leisten?

Unter 3.2. wird gezeigt, dass sich hinsichtlich der Sitzdynamik Stuhl B nicht von Stuhl A unterschied. Es ist folglich anzunehmen, dass der hier untersuchte Prototyp des Stuhles B im Sinne des Ansatzes der Sitzdynamik keinen Beitrag zur Prävention von Beschwerden leistet.

Durch die Verfügbarkeit des Stuhles B in zwei unterschiedlichen Höhen wird ein Beitrag zur Prävention der Entstehung von Beschwerden des Bewegungsapparates geleistet, da die Anpassung der Höhe des Stuhles an den Benutzer präventive Effekte haben kann (Ernst, 1992a,b).

Es kann, wie schon diskutiert, angenommen werden, dass die Lehne des Stuhles B die zum Musizieren erforderliche Haltung der hohen Streicher unterstützt und somit präventiv wirksam ist.

Durch die nach vorne geneigte Sitzfläche des Stuhles B und die dadurch provozierte Anteflexion des Beckens wird zum Erhalt der Lendenlordose im Sitzen beigetragen. Die Verringerung der Lendenlordose im Sitzen kann zur Entstehung von Rückenschmerzen beitragen (Ernst, 1992a,b; Harrison et al., 1999; Rohlmann et al., 2002; Makhsous et al., 2003; Gadge & Innes, 2007; Lengsfeld et al., 2007; Watanabe et al., 2007), worauf unter 1.2.1. bereits eingegangen wurde. Durch die Erhaltung der lumbalen Lordose im Sitzen kann folglich ein Beitrag zur Prävention von Rückenschmerzen geleistet werden.

Zusammenfassend kann der neu entwickelte Musikerstuhl folglich in den meisten betrachteten Gesichtspunkten einen Beitrag zur Prävention von Erkrankungen des Bewegungsapparates bei Musikern leisten.

4.9. Kritische Betrachtung der Ergebnisse und Ausblick

Die Datenerfassung für die vorliegende Untersuchung wurde während regulärer Orchesterproben an der HMT Rostock durchgeführt, wie unter 4.1. bereits diskutiert wurde. Bei den Proben standen nicht die durchgeführten Messungen sondern das musikalische Ergebnis des Orchesters im Vordergrund. Diese Art der Datenerhebung wurde gewählt, um eine Beurteilung der Stühle im realistischen Umfeld und unter realistischen Bedingungen zu ermöglichen. Bedingt durch diese reale Situation mussten jedoch Unterschiede zwischen den Probanden bezüglich des Zeitpunktes der Messung in der Probe und des musikalischen Anspruches des jeweiligen Musikstückes und damit der Konzentration und Anspannung des Musikers in Kauf genommen werden, was unter 4.5. schon ausgeführt wurde. Durch die Gleichbehandlung aller Messungen bei der Auswertung der Daten konnten folglich Faktoren wie mögliche Ermüdung des Probanden oder besondere Anspannung und Konzentration durch anspruchsvollere Musikstücke nicht berücksichtigt werden.

Um diese Faktoren als potentielle Fehlerquelle auszuschließen, wäre es anzustreben, Messungen in einer gestellten Situation durchzuführen, in der die Probanden zur gleichen Tageszeit nach gleichem vorausgegangenen Übungsaufwand gleiche Musikstücke spielen. Dabei würde allerdings der realitätsnahe Charakter der Studie verloren gehen, der in dieser Untersuchung durchaus beabsichtigt war.

Die Annahme, dass Stuhl B sich auf die Sitzdynamik auswirkt, indem er durch seine Bauweise Lastwechsel provoziert, konnte nicht bestätigt werden. Ein zentraler Kritikpunkt an Stuhl B war, wie unter 4.6. schon ausgeführt, die Härte des Materials, die ihrerseits die Sitzdynamik beeinflusst haben kann. Für die weitere Entwicklung der Musikerstühle sollte eine Polsterung des Stuhles B in Betracht gezogen werden. Es könnte untersucht werden, ob der Vergleich der Sitzdynamik zwischen Stuhl A und einem gepolsterten Stuhl B andere Ergebnisse liefern würde, als die vorliegende Studie.

Die Auswertung der Druckverteilung auf der Sitzfläche führt zu der Annahme, dass durch die Konstruktion des Stuhles B eine Aufrichtung des Beckens erreicht wird (s. 4.8). Für den endgültigen Beweis der angenommenen Beckenaufrichtung wäre die Verwendung bildgebender Verfahren denkbar.

Eine Untersuchung mit einer größeren Probandenzahl wäre, wie schon unter 4.1. diskutiert, wünschenswert.

Der Ansatz zur Entwicklung eines geeigneten Musikerstuhls aus präventivmedizinischer Sicht war das Untersuchungsziel. Eine Weiterentwicklung des Stuhles wäre wünschenswert gewesen.

4.10. Zusammenfassung

Die Gestaltung von Orchesterstühlen ist eine Möglichkeit zur Beeinflussung der Arbeitsbedingungen von Orchestermusikern. An der Hochschule für Musik und Theater (HMT) in Rostock wurde dazu ein neu entwickelter Musikerstuhl erprobt und mit dem herkömmlich verwendeten verglichen.

Die Untersuchung wurde während der Orchesterproben an einer Gruppe von 26 bzw. 19 Probanden durchgeführt, die an der HMT Rostock die Fächer Violine und Viola studierten.

In Fragebögen wurden von 26 Probanden subjektive Angaben zu der Bedeutung der Sitzgelegenheit, spielbedingten Beschwerden und deren möglichen Ursachen gemacht.

19 Probanden machten mittels Fragebogen subjektive Angaben zur Beurteilung beider Stühle. Ein objektives Kriterium waren die Lastwechsel auf der Sitzfläche pro Zeit als Anhaltspunkt für Sitzdynamik. Es wurden außerdem die Auflagefläche des Gesäßes und die Verteilung des Druckes auf der Sitzfläche untersucht.

Von den untersuchten Probanden gaben zwei Drittel an, bereits unter spieleinschränkenden Beschwerden gelitten zu haben, wovon ein Drittel die verwendeten Sitzmöbel als eine mögliche Ursache dafür anführte. Stuhl A wurde von den Probanden als bequemer empfunden als Stuhl B. Die zwei verschiedenen Höhen sowie die Lehne des Stuhles B wurden positiv bewertet. Ein zentraler Kritikpunkt an Stuhl B war das als zu hart empfundene Material.

Hinsichtlich der Lastwechsel pro Zeit unterschieden sich die untersuchten Stühle nicht signifikant voneinander. Die Auflagefläche des Gesäßes auf der Sitzfläche unterschied sich zwischen beiden Stühlen statistisch nicht signifikant, anhand der Mittelwerte lässt sich jedoch vermuten, dass die Auflagefläche auf Stuhl B tendenziell kleiner ist als auf Stuhl A. Signifikante Unterschiede bestanden in der Druckverteilung auf der Sitzfläche. Auf Stuhl B ließ sich ein signifikant größerer prozentualer Anteil an Sensoren feststellen, die Drücke im höheren Bereich von $P = 2 \text{ N/cm}^2$ bis $P = 6 \text{ N/cm}^2$ registrierten.

Schlussfolgerungen

Spieleinschränkende und spielbedingte Beschwerden liegen bereits bei Musikstudierenden vor. Eine mögliche Ursache für die Entstehung von Beschwerden ist u.a. die Sitzgelegenheit. Eine leicht nach vorne geneigte Lehne kann die zum Musizieren erforderliche Haltung des Musikers unterstützen. Eine nach vorne geneigte Sitzfläche kann eine Aufrichtung des Beckens bewirken und so durch eine bessere Verteilung der Beanspruchung der Haltemuskulatur zur Prävention von Beschwerden des Bewegungsapparates beitragen.

Eine Weiterentwicklung des untersuchten Stuhles wäre anzustreben. Die Notwendigkeit dafür ist durch diese Arbeit bewiesen worden.

Anhang

Literaturverzeichnis

- 1 Abilgaard P
Der klinische Fall: „1,4 Promille beim Schlussapplaus“
Musikphysiologie und Musikmedizin (2007) 1: 2-6
- 2 Ackermann B, Adams R, Marshall E
Strength or endurance training for undergraduate music majors at a university?
Med Probl Perform Art (2002) 17: 33-41
- 3 Al-Eisa E, Egan Dm Deluzio K, Wassersug R
Effects of pelvic asymmetry and low back pain on trunk kinematics during sitting: a comparison with standing
Spine (2006) 31: E135-143
- 4 Alnaser MZ, Wughalter EH
Effect of chair design on ratings of discomfort
Work (2009) 34: 223-34
- 5 Altenmüller E
Fokale Dystonien bei Musikern: Eine Herausforderung für die Musikmedizin
Musikphysiologie und Musikmedizin 3 (1996): 29-40
- 6 Babin A
Orchestra pit sound level measurements in Broadway shows
Med Probl Perform Art (1999) 14: 204-209
- 7 Bakker EW, Verhagen AP, Lucas C, Koning HJ, Koes BW
Spinal mechanical load: a predictor of persistent low back pain? A prospective cohort study
Eur Spine J (2007) 16: 933-941
- 8 Bakker EW, Verhagen AP, van Trijffel E, Lucas C, Koes BW
Spinal mechanical load as a risk factor for low back pain: a systematic review of prospective cohort studies
Spine (2009) Apr.15: E281-293
- 9 Behroozi KB, Luz J
Noise-related ailments of performing musicians: A review
Med Probl Perform Art (1997) 4: 176-178
- 10 Bendix T, Jessen FB, Winkel J
An evaluation of a tiltable office chair with respect to seat height, backrest position and task
Eur J Appl Physiol Occup Physiol (1986) 55: 30-36

- 11 Bennett DL, Gillis DK, Portney LG, Romanow M, Sanchez AS
 Comparison of integrated electromyographic activity and lumbar curvature during standing and during sitting in three chairs
Phys Ther (1989) 69: 902-913
- 12 Black KM, McClure P, Polansky M
 The influence of different sitting positions on cervical and lumbar posture
Spine (Phila Pa 1976) (1996) 1: 65-70
- 13 Blackie H, Stone R, Tiernan MS
 An investigation of injury prevention among university piano students
Med Probl Perform Art (1999) 14: 141-149
- 14 Blum J
 Epidemiologie von funktionellen und strukturellen Erkrankungen der Wirbelsäule bei Orchestermusikern
 In: Seidel EJ, Lange E (Hrsg.): Die Wirbelsäule des Musikers 3.Symposium der Deutschen Gesellschaft für Musikphysiologie und Musikermedizin
 GfBB-Verlag, Bad Kösen (2001): 7-16
- 15 Blum J (Hrsg.)
 Medizinische Probleme bei Musikern
 Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1995a)
- 16 Blum J
 Häufigkeit, Ursachen und Risikofaktoren berufsspezifischer Erkrankungen bei Musikern
 In: Wagner C: Medizinische Probleme bei Instrumentalisten: Ursachen und Prävention
 Laaber –Verlag, Laaber (1995b): 15-31
- 17 Blum J, Norris RN
 Berufsspezifische medizinische Versorgung für Künstler in den USA
Dt Ärzteblatt 88 (1991): C-1318-C-1321
- 18 Bongers PM, de Winter CR, Kompier MAJ, Hildebrandt VH
 Psychosocial factors at work and musculoskeletal disease
Scand J Work Environ Health (1993) 19: 297-312
- 19 Brandfonbrener A
 Joint laxity and arm pain in a large clinical sample of musicians
Med Probl Perform Art (2002) 17: 113-115
- 20 Brandfonbrener A
 Musculoskeletal problems of instrumental musicians
Hand Clin (2003) 19(2): 231-239
- 21 Brodsky W
 Music performance anxiety reconceptualized. A critique of current research practices and findings
Med Probl Perform Art (1996) 11,3: 88-98

- 22 Bundesministerium der Justiz
http://www.gesetze-im-internet.de/l_rmvibrationsarbschv/__6.html,
eingesehen am 03.08.2013
- 23 Bush TR, Hubbard RP
A comparison of four office chairs using biomechanical measures
Hum Factors (2008) 50: 629-642
- 24 Caneiro JP, O'Sullivan P, Burnett A, Barach A, O'Neil D, Tveit O, Olafsdottir K
The influence of different sitting postures on head/neck posture and muscle activity
Man Ther (2010) 15: 54-60
- 25 Davies J, Mannington S
Predictors of pain and other musculoskeletal symptoms among professional instrumental musicians: elucidating specific effects
Med Probl Perform Art (2002) 17: 155-168
- 26 Dawson WJ
Upper-extremity problems caused by playing specific instruments
Med Probl Perform Art 17 (2002): 135-140
- 27 Delisle A, Gagnon M, Sicard C
Effect of pelvic tilt on lumbar spine geometry
IEEE Trans Rehabil Eng. (1997) 5(4): 360-6.
- 28 De Sagastuy JB
Eine neue Richtlinie zum Thema Lärm
Magazin der europäischen Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz (2005) 8: 3-4
- 29 Deutsches Institut für Normung e.V.
<http://www.din.de/cmd?workflowname=dinSearch&languageid=de>
eingesehen am 21.12.2012
- 30 Deutsches Musikinformationszentrum
2011a: <http://www.miz.org/intern/uploads/statistik86.pdf>
eingesehen am 29.08.2011
- 31 Deutsches Musikinformationszentrum
2011b: <http://www.miz.org/intern/uploads/statistik11.pdf>
eingesehen am 29.08.2011
- 32 Deutsches Musikinformationszentrum
2011c: <http://www.miz.org/intern/uploads/statistik8.pdf>
eingesehen am 29.08.2011
- 33 Deutsches Musikinformationszentrum
2011d: <http://www.miz.org/intern/uploads/statistik2.pdf>
eingesehen am 29.08.2011

- 34 Deutsches Musikinformationszentrum
 2011e: <http://www.miz.org/intern/uploads/statistik39.pdf>
 eingesehen am 29.08.2011
- 35 Ebe K, Griffin MJ
 Qualitative models of seat discomfort including static and dynamic factors
Ergonomics (2000) 43: 771-90
- 36 Eijssden-Besseling v. MDF, Kuijers M, Kap B, Stam H, Terpstra-Lindeman E
 Differences in posture and postural disorders between music and medical
 students
Med Probl Perform Art (1993) 8: 110-114
- 37 Ernst E
 Ergonomic aspects of sitting
Fortschr Med (1992a) 110: 29-30, 33
- 38 Ernst E
 Medically correct sitting, does it exist?
Wien Med Wochenschr (1992b) 142: 513-516
- 39 Fendel M
 Was kann Arbeitsmedizin für Musiker leisten?
Musikphysiologie und Musikermedizin (2009) 1: 15-16
- 40 Fishbein M, Middlestadt SE
 Medical problems among ICSOM musicians: overview of a national survey
Med Probl Perform Art (1988) 3(1):1-8
- 41 Fjellman-Wiklund A, Brulin C
 Physical and psychosocial work-related risk factors associated with neck-
 shoulder discomfort in male and female music teachers
Med Probl Perform Art (2003) 18: 33-41
- 42 Freiburger Institut für Musikermedizin
<http://fim.mh-freiburg.de/musikermedizin/team/team.php>
 eingesehen am 04.01.2013
- 43 Fry H
 Incidence of overuse syndrome in the symphony orchestra
Med Probl Perform Art (1986) June 1(2):51-55
- 44 Fry H
 Prevalence of overuse (injury) syndrome in Australian music schools
Br J Indust Med (1987) 44: 35-40
- 45 Gadge K, Innes E
 An investigation into the immediate effects on comfort, productivity and
 posture of the Bambach saddle seat and a standard office chair
Work (2007) 29: 189-203

- 46 Geffen P, Veltink PH, Koopman BF
 Can pelvis angle be monitored from seat support forces in healthy subjects?
J Biomech Eng (2009) 131: 034502
- 47 Greer JM, Panush RS
 Muskuloskeletal problems of performing artists
Baillieres Clin Rheumatol (1994) Feb 8(1):103-135
- 48 Gregory DE, Dunk NM, Callaghan JP
 Stability ball versus office chair: comparison of muscle activation and lumbar spine posture during prolonged sitting
Hum Factors (2006) 48: 142-153
- 49 Gregosiewicz A, Okonski M, Gil L
 Specific character of movement disorders in children studying string instruments
Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol. (1990); 55(3):191-194
- 50 Groenesteijn L, Vink P, de Looze M, Krause F
 Effects of differences in office chair controls, seat and backrest angle design in relation to tasks
Appl Ergon (2009) 40: 362-370
- 51 Hacker E
 Die Aufgabe der Musikschulen in der Gesundheits- und Kulturförderung
Musikphysiologie und Musikmedizin (2009) 1: 19
- 52 Harper BS
 Workplace and health: A survey of classical orchestra musicians in the United Kingdom and Germany
Med Probl Perform Art (2002) 17: 83-92
- 53 Harrison DD, Harrison SO, Croft AC, Harrison DE, Troyanovich SJ
 Sitting biomechanics part I: review of the literature
J Manipulative Physiol Ther (1999) 22: 594-609
- 54 Hartvigsen J, Leboeuf-Yde C, Lings S, Corder EH
 Is sitting-while-at-work associated with low back pain? A systematic, critical literature review
Scand J Public Health (2000) 28: 230-239
- 55 Harvell J, Maibach HI
 Skin disease among musicians
Med Probl Perf Art 7 (1992): 114-120
- 56 Helander M
 Forget about ergonomics in chair design? Focus on aesthetics and comfort!
Ergonomics (2003) 46: 1306-1319

- 57 Heno MA, Chesky K
Hearing loss and aging: Implications for the professional musician
Med Probl Perf Art 14 (1999): 76-79
- 58 Hornacek K, Adamcova N, Hlavacka F, Cepikova M
Effect of dynamic sitting position school
Reabilitacia 2005 (42): 31-36
- 59 Howse J
The Importance of good teaching in injury prevention
Med Probl Perform Art (1994) 16: 102-108
- 60 Janiszewski M, Cieslik A
Effectiveness of manual therapy combined with physiotherapy in musicians' occupational overloads
Med Pr (2004) 55(2):169-73
- 61 Joubrel I, Robineau S, Pétrilli S, Gallien P
Musculoskeletal disorders in instrumental musicians: epidemiological study
Ann Readapt Med Phys. (2001) Mar;44(2):72-80
- 62 Karasek R, Theorell T
Health work stress, productivity and the reconstruction of working life
Basic Books, New York 1990
- 63 Kingma I, van Dieen JH
Static and dynamic postural loadings during computer work in females:
Sitting on an office chair versus sitting on an exercise ball
Appl Ergon (2009) 40: 199-205
- 64 Koo TK, Mak AF, Lee YL
Evaluation of an active seating system for pressure relief
Assist Technol (1995) 7: 119-128
- 65 Kumar S
Ergonomics and biology of spinal rotation
Ergonomics (2004) 47: 370-415
- 66 Kundt G, Krentz H
Epidemiologie und Medizinische Biometrie
Shaker Verlag; Aachen (2007)
- 67 Lahme A, Spirgi-Gantert S, Klein-Vogelbach S
Berufsbedingte Erkrankungen bei Musikern
Springer-Verlag; Berlin, Heidelberg, New York (2000)
- 68 Larsson G, Baum J, Mudholkar G, Kollia G
Nature and impact of musculoskeletal problems in a population of musicians
Med Probl Perform Arts (1993) 8: 73-76

- 69 Lederman RJ
The coming of age of performing arts medicine
West J Med. (1994) Jan;160(1):73-74
- 70 Lederman RJ
Neuromuscular and musculoskeletal problems in instrumental musicians
Muscle Nerve (2003) 27(5):549-561
- 71 Legg SJ, Mackie HW, Milicich W
Evaluation of a prototype multi-posture office chair
Ergonomics (2002) 45: 153-163
- 72 Lengsfeld M, Frank A, van Deursen DL, Griss P
Lumbar spine curvature during office chair sitting
Med Eng Phys (2000 a) 22: 665-669
- 73 Lengsfeld M, van Deursen DL, Rohlmann A, van Deursen LL, Griss P
Spinal load changes during rotatory dynamic sitting
Clin Biomech (2000 b) 15: 295-297
- 74 Lengsfeld M, König IR, Schmelter J, Ziegler A
Passive rotatory dynamic sitting at the workplace by office-workers with
lumbar pain: a randomized multicenter study
Spine J (2007) 7(5): 531-540
- 75 Lis AM, Black KM, Korn H, Nordin M
Association between sitting and occupational LBP
Eur Spine J (2007) 16: 283-298
- 76 Liu S, Hayden GF
Maladie in musicians
South Med J (2002) 95(7):727-734
- 77 Lockwood AH
Medical problems of musicians
N Engl J Med (1989) 320(4): 221-227
- 78 Makhsous M, Lin F, Hendrix RW, Hepler M, Zhang LQ
Sitting with adjustable ischial and back support: biomechanical changes
Spine (2003) 28: 1113-1122
- 79 Manchester R
Der Blick auf die Gesundheit von Musikern in der Lebenszeitperspektive –
Einblicke in die Situation der Musikermedizin in den USA
Musikphysiologie und Musikermedizin (2009) 1: 30
- 80 Manchester RA, Flieder D
Further observations on the epidemiology of hand injuries in music students
Med Probl Perform Art (1991) 6: 11-14

- 81 Martin C, Andrew-Tuthill DM
 Office ergonomics. Measurements for success
 AAOHN J (1999) 47: 492-493
- 82 Meinke WB
 Risks and realities of musical performance
 Med Probl Perform Art (1998) 13: 56-60
- 83 Methfessel G
 Die Bedeutung von Form und Funktion im Kiefer-Gesichts-Bereich für das Blasinstrument
 In: Wagner CH (Hrsg.): Medizinische Probleme bei Instrumentalisten: Ursachen und Prävention
 Laaber Verlag, Laaber (1995): 209-222
- 84 Michel DP, Helander MG
 Effects of two types of chairs on stature change and comfort for individuals with healthy and herniated discs
 Ergonomics (1994) 37: 1231-1244
- 85 Middlestadt SE, Fishbein M
 Health and occupational correlates of perceived occupational stress in symphony orchestra musicians
 J Occup Med (1988) 30(9): 687-692
- 86 Möller H
 Zur Psychosomatik von gesundheitlichen Störungen bei Musikern – Symptome und ihre Bedeutung
 Musikphysiologie und Musikermedizin (1997) 4: 63-72
- 87 Möller H
 Somatoforme Beschwerden bei Musikern im Bereich der Wirbelsäule
 In: Seidel EJ, Lange E (Hrsg.): Die Wirbelsäule des Musikers 3. Symposium der Deutschen Gesellschaft für Musikphysiologie und Musikermedizin GfBB-Verlag, Bad Kösen (2001): 44-48
- 88 Moes NC
 Variation in sitting pressure distribution and location of the point of maximum pressure with rotation of the pelvis, gender and body characteristics
 Ergonomics (2007) 50: 536-61
- 89 Moore A, Wells R, Ranney D
 Quantifying exposure in occupational manual tasks with cumulative trauma disorder potential
 Ergonomics (1991) 34: 1433-1453
- 90 Mueller GF, Hassenzahl M
 Sitting comfort of ergonomic office chairs – developed versus intuitive evaluation
 Int J Occup Saf Ergon (2010) 16 (3): 369-74

- 91 Norris RN
Applied ergonomics: adaptive equipment and instrument modification for musicians
Md Med J (1993) 42: 271-275
- 92 Norris RN, Dommerholt J
Orthopädische Probleme und Rehabilitation bei muskuloskeletalen Störungen
In: Blum J (Hrsg.): Medizinische Probleme bei Musikern
Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1995): 116-162
- 93 Nyman T, Wiktorin C, Mulder M, Johansson YL
Work postures and neck-shoulder pain among orchestra musicians.
Am J Ind Med. 2007 May;50(5):370-376
- 94 Occhipinti E, Colombini D, Molteni G, Grieco A
Criteria for the ergonomic evaluation of work chairs
Med Lav (1993) 84: 274-285
- 95 Ostwald P
Psychiatrische Probleme
In: Blum J (Hrsg.): Medizinische Probleme bei Musikern
Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1995): 256-270
- 96 O'Sullivan P, Dankaerts W, Burnett AF, Farrell GT, Jefford E, Naylor CS, O'Sullivan KJ
Effect of Different Upright Sitting Postures on Spinal-Pelvic Curvature and Trunk Muscle Activation in a Pain-Free Population
Spine (2006) 31: 707-712
- 97 Page A, de Rosario H, Mata V, Porcar R, Solaz J, Such MJ
Kinematics of the trunk in sitting posture: an analysis based on the instantaneous axis of rotation
Ergonomics (2009) 52: 695-706
- 98 Pak CH, Chesky K
Prevalence of hand, finger, and wrist musculoskeletal problems in keyboard instrumentalists: The University of Northern Texas Musician Health Survey
Med Probl Perform Art (2001) 16: 17-23
- 99 Park A, Guptill C, Sumsion T
Why Music Majors Persue Music Despite the Risk of Playing-related Injuries.
Med Probl Perform Art (2007) 22: 89-96
- 100 Pascarelli EF
Training and retraining of office workers and musicians
Occup Med (1999) 14: 163-172

- 101 Pratt RB, Jessop SG, Niemann BK
 Performance related disorders among music majors at Brigham Young University
Int J Arts Med (1992) 1: 7-20
- 102 Quarrier N
 Performing arts medicine: The musical athlete
J Occup Sports Phys Ther (1993) 17: 90-95
- 103 Ramirez B
 Die Instrumentalmorphologie – Ergebnisse einer neuen Haltungs- und Bewegungsforschung des Instrumentalspiels
Musikphysiologie und Musikmedizin (2009) 1: 38
- 104 Reinhardt U
 Die Bedeutung der Haltungs- und Bewegungsqualität beim Instrumentalspiel für die Prophylaxe chronischer Überlastungssyndrome
Musikphysiologie und Musikmedizin (2002) 4: 170-174
- 105 Reinhardt U
 Das Bewegungsprofil als Bewertungsverfahren der Haltungs- und Bewegungsqualität beim Instrumentalspiel. Neue Ansätze zur Prävention chronischer Überlastungssyndrome
Musikphysiologie und Musikmedizin (2005) 2: 71-79
- 106 Reinhardt U
 Verbesserung des Bewegungsverhaltens und körperlicher Beschwerden durch Videofeedback – Ergebnisse einer prospektiven, randomisierten Studie an Instrumentalmusikern
Musikphysiologie und Musikmedizin (2009) 1: 38-39
- 107 Resnick DK, Weller SJ, Benzel EC
 Biomechanics of the thoracolumbar spine
Neurosurg Clin N Am (1997) 8: 455-469
- 108 Revak JM
 Incidence of upper extremity discomfort among piano students
Am J Occup Ther (1989) 43: 149-154
- 109 Richter B, Zander M, Spahn C
 Hörbelastung und Gehörschutz bei Orchestermusikern
Musikphysiologie und Musikmedizin (2007) 2 & 3: 51-58
- 110 Roach K, Martinez M, Anderson N
 Musculoskeletal pain in student instrumentalists: A comparison with the general student population
Med Probl Perform Art (1994) 9: 125-130
- 111 Robson B, Davidson J, Snell E
 „But I'm not ready, yet“: Overcoming audition anxiety in the young musician
Med Probl Perform Art (1995) 10: 125-130

- 112 Rohlmann A, Wilke HJ, Graichen F, Bergmann G
 Spinal load bearing during sitting in an office chair with a tilting back
Biomed Tech (Berl.) (2002) 47 (4): 91-96
- 113 Salmon P
 A psychological perspective on musical performance anxiety: A review of the literature
Med Probl Perform Art (1990) 5: 2-11
- 114 Samsel W, Möller H, Marstedt G, Müller R
 Ergebnisse einer Befragung junger Musiker über Berufsperspektiven, Belastungen und Gesundheit
Musikphysiologie und Musikmedizin (2006) 3: 86-98
- 115 Sataloff RT
 Hearing loss in singers and other musicians
Med Probl Perf Art (1997) 2: 51-56
- 116 Schmale H, Schmidtke H
 Der Orchestermusiker – seine Arbeit und seine Belastung
 Schott, Mainz et al. (1985)
- 117 Schmidt JH, Pedersen ER, Juhl PM, Christensen-Dalsgaard J, Andersen TD, Poulsen T, Bælum J.
 Sound exposure of symphony orchestra musicians
Ann Occup Hyg. (2011) 55 (8):893-905
- 118 Schmidtke H
 Die Arbeitswelt des Orchestermusikers
 In: Blum J (Hrsg.): Medizinische Probleme bei Musikern
 Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1995): 45-57
- 119 Schön FA, Preim D
 Field study on dynamic sitting under different work station conditions
Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie 2009 (2): 44-55
- 120 Schulz WG
 Schmerzen und andere Störungen des Bewegungsapparates bei Musikern – Ganzheitsmedizinische Überlegungen und Behandlungswege
Musikphysiologie und Musikmedizin (2009) 1: 44
- 121 Schuppert M, Altenmüller E
 Occupation-specific illnesses in musicians
Versicherungsmedizin (1999) 51(4):173-179
- 122 Seidel EJ, Höpfner R, Lange E
 Vergleichende Studie zu klinisch relevanten Belastungsfaktoren und Belastungskomplexen bei Musikstudenten und Berufsmusikern
Musikphysiologie und Musikmedizin (1999) 6: 115-119

- 123 Seidel EJ, Conradi ST
 Funktionelle Diagnostik der Wirbelsäule bei Musikern
 In: Seidel EJ, Lange E (Hrsg.): Die Wirbelsäule des Musikers 3.Symposium der Deutschen Gesellschaft für Musikphysiologie und Musiktherapie
 GfBB-Verlag, Bad Kösen (2001): 26-43
- 124 Seidel EJ, Lange E (Hrsg.)
 Die Wirbelsäule des Musikers
 3.Symposium der Deutschen Gesellschaft für Musikphysiologie und Musiktherapie
 GfBB-Verlag, Bad Kösen (2001)
- 125 Seidel, EJ, Fischer A, Loosch E, Altenmüller E, Lange E
 Fokale Dystonie bei einer 21jährigen Querflötistin - Diagnostik, Therapie, Rehabilitation - Fallstudie
 Musikphysiologie und Musiktherapie (2002) 2: 61-64
- 126 Seidel EJ, Fischer A, Wick C, Seidel S
 Rückenschmerzen bei Musikern – Diagnose und präventive Strategien
 Musikphysiologie und Musiktherapie (2009) 1: 45
- 127 Sekiya N, Takahashi M
 Control of lateral weight-transfer initiation during sitting
 Percept Mot Skills (2004) 99: 291-304
- 128 Shackel B, Chidsey KD, Shipley P
 The assessment of chair comfort
 Ergonomics (1969) 12: 269-306
- 129 Siemon B, Borisch N
 Beschwerden an Halte- und Bewegungsorganen routinierter Amateur-Orchestermusiker unter besonderer Berücksichtigung der Hand und des Handgelenkes
 Handchir Mikrochir plast Chir (2002) 34: 89-94
- 130 Silverstolpe L
 Untersuchung und Behandlung von Musikern mit berufsbedingten Beschwerden. Ergebnisse einer schwedischen Studie
 In: Wagner C: Medizinische Probleme bei Instrumentalisten: Ursachen und Prävention
 Laaber –Verlag, Laaber (1995): 167-177
- 131 Spahn C, Richter B, Zschocke I
 Health attitudes, preventive behaviour, and playing-related health problems among music students
 Med Probl Perform Art (2002) Art 17: 22-28
- 132 Steinmetz A
 Musiker und Schmerz: Transfer moderner Schmerztherapiekonzepte in die Musiktherapie – Erfahrungen aus Berlin-Brandenburg
 Musikphysiologie und Musiktherapie (2009) 1: 51-52

- 133 Steinmetz A, Möller H
 Dysfunktionen des Bewegungssystems bei jungen Musikern
 Musikphysiologie und Musiktherapie (2007) 1: 12-16
- 134 Steinmüller W, Schaefer K, Fortwängler M (Hrsg.)
 Gesundheit – Lernen – Kreativität. Alexander-Technik, Eutonie Gerda
 Alexander und Feldenkrais als Methoden zur Gestaltung somatopsychischer
 Lernprozesse
 Huber, Bern, Göttingen, Toronto, Seattle (2001)
- 135 Stock S
 Workplace ergonomic factors and the development of musculoskeletal
 disorders of the neck and the upper limbs: A meta-analysis
 Am J Ind Med (1991) 19: 87-107
- 136 Strasser H
 Grundsätze der Arbeitsplatzgestaltung
 In: Hettinger T, Wobbe G: Kompendium der Arbeitswissenschaft
 Kiel Verlag, Ludwigshafen (1993)
- 137 Steptoe A
 Stress, coping and stage fright in professional musicians
 Psychology of music (1989) 17: 3-11
- 138 Thevenon A, Delcambre B
 Movements of the lumbar spine. A biomechanical study
 Rev Rhum Mal Osteoartic (1988) 55: 367-73
- 139 van Deursen LL, Patijn J, Durinck JR, Brouwer R, van Erven-Sommers JR,
 Vortman BJ
 Sitting and low back pain: a positive effect of rotatory dynamic stimuli during
 prolonged sitting
 Eur Spine J (1999) 8: 187-193
- 140 van Dieen JH, de Looze MP, Hermans V
 Effects of dynamic office chairs on trunk kinematics, trunk extensor EMG
 and spinal shrinkage
 Ergonomics (2001) 44: 739-750
- 141 Watanabe S, Eguchi A, Kobara K, Ishida H
 Influence of trunk muscle co-contraction on spinal curvature during sitting for
 desk work
 Electromyogr Clin Neurophysiol (2007) 47: 273-278
- 142 Yee S, Harburn KL, Kramer JF
 Use of the Adapted Stress Process Model to Predict Health Outcomes in
 Pianists
 Med Probl Perform Art (2002) 17: 76-82

- 143 Zander M, Richter
 Gehörschutz im Orchester: Verwendung und Akzeptanz
 Musikphysiologie und Musiktherapie (2009) 1: 60-61
- 144 Zander MF, Voltmer E, Spahn C
 Health promotion and prevention in higher music education: results of a longitudinal study.
 Med Probl Perform Art. (2010) 25: 54-65.
- 145 Zaza C
 Playing-related health problems at a canadian music school
 Med Probl Perform Art (1992) 7: 48-51
- 146 Zaza C
 Research-based prevention for musicians
 Med Probl Perform Art (1994) 9: 3-6
- 147 Zaza C, Farewell VT
 Musicians' playing-related musculoskeletal disorders: An examination of risk factors
 Am J Ind Med (1997) 32: 292-300
- 148 Zaza C
 Playing-related musculoskeletal disorders in musicians: A systematic review of incidence and prevalence
 Can Med Assoc J (1998) 158: 1020-1025
- 149 Zeiß, K
<http://www.welt.de/gesundheit/article110458350/Mit-welchen-Leiden-Musiker-fuer-ihren-Job-bezahlen.html>
 eingesehen am 21.12.2012
- 150 Zetterberg C, Backlund H, Karlsson J, Werner H, Olsson L
 Musculoskeletal problems among Male and Female Music Students
 Med Probl Perform Art (1998) 13: 160-166
- 151 Zuskin E, Schachter EN, Kolcic I, Polasek O, Mustajbegovic J, Arumugam U
 Health problems in musicians – a review.
 Acta Dermatovenerol Croat (2005) 13(4):247-251

Thesen

- 1) Unbequemlichkeit wird von Musikstudierenden nicht akzeptiert, selbst wenn diese der Gesundheit förderlich wäre.
- 2) Die Sitzgelegenheit wird von Musikstudierenden als bedeutsam für das musikalische Ergebnis angesehen.
- 3) Bereits Musikstudierende leiden unter Beschwerden, die das Musizieren beeinträchtigen. In dieser Studie gaben 69,23% entsprechende Beschwerden an.
- 4) Gründe für die Entstehung von Beschwerden sind u.a. eine unzulängliche Haltung beim Musizieren, vorbestehende Haltungsschäden, die Rotation des Oberkörpers bei Doppelbesetzungen am Pult, Verkrampfung und Anspannung der Muskulatur, langes Sitzen, langes Üben, fehlende Kondition sowie eine unzulängliche Sitzgelegenheit.
- 5) Eine leicht nach vorne geneigte und leicht federnde Lehne kann die Haltung des Musikers beim Spielen unterstützen und wird als bequem empfunden.
- 6) Die individuelle Verstellbarkeit von Rückenlehne, Höhe und Ausrichtung der Sitzfläche des Musikerstuhls ist Musikstudierenden ein besonderes Anliegen.
- 7) Der Beschaffenheit des Materials eines Musikerstuhls kommt bei der subjektiven Bewertung von Stühlen eine besondere Bedeutung zu. Besonders hartes Material wird als störend empfunden und kann das Sitzverhalten sowie die Sitzdynamik beeinflussen.
- 8) Zwischen den zwei untersuchten Stühlen konnte kein signifikanter Unterschied bezüglich der Sitzdynamik festgestellt werden. Die Sitzdynamik kann neben der Beschaffenheit des Materials auch durch die Konstruktion der Lehne beeinflusst werden.

- 9) Durch eine nach vorne geneigte Sitzfläche kommt es zu einer Aufrichtung des Beckens, was durch den Erhalt der Lendenlordose im Sitzen und eine ökonomische Verteilung der Beanspruchung der Haltemuskulatur zur Prävention von Beschwerden beitragen kann.