



CHRISTOFF ZALPOUR  
INSTITUT FÜR  
ANGEWANDTE  
PHYSIOTHERAPIE &  
OSTEOPATHIE,  
INAP/O HOCH-  
SCHULE OSNABRÜCK

**Frühzeitige kognitive  
Anstrengungen formen  
das Kleinhirn**

**75–80 % der profession-  
ellen Musiker haben  
Muskel-, Sehnen- oder  
Gelenksprobleme**

**Zahlreiche Unter-  
suchungen zeigen die  
Bedeutung von neuro-  
muskuloskelettalen  
Problemen bei  
Musikern**

# MUSIKERGESUNDHEIT ALS AUFGABE EINER SPEZIALISIERTEN MUSIKER- PHYSIOTHERAPIE

## **Sind Musiker anders?**

Musiker (im folgenden Artikel wird insbesondere auf Instrumentalisten eingegangen) unterscheiden sich von Nicht-Musikern nicht nur durch das regelmäßige Spielen ihres Instruments, sondern auch neuroanatomisch-funktionell als kognitiver Ausdruck langer feinmotorischer Spieltätigkeit. Unter anderem der deutschstämmige Neurologe Gottfried Schlaug (Harvard Medical School) hat hierzu zahlreiche Untersuchungen angestellt: Das Kleinhirnvolumen männlicher Pianisten (keyboard-players) ist signifikant größer als das einer Vergleichsstichprobe von männlichen Nicht-Musikern (Hutchinson et al. 2003). Als Grund dafür wird das frühzeitig begonnene motorisches Lernen und die damit verbundenen kognitiven Anstrengungen der Musiker angenommen. Bereits 1995 hatten Schlaug und Mitarbeiter die Größe des *Corpus Callosum* von Musikern als wichtigste Kommissurenbahn, die rechte und linke Hemisphäre verbindet, mit der einer Vergleichsgruppe von Nicht-Musikern verglichen und herausgefunden, dass die vordere Hälfte bei den Musikern, die vor dem 7. Lebensjahr mit dem Musizieren begonnen hatten, signifikant größer war. Ein viel beachteter Artikel in der Zeitschrift *Science* (Schlaug et al. 1995) berichtete über die anatomische Asymmetrie im *Planum temporale* (dort ist der auditive Assoziationskortex verortet) von Musikern mit absoluten Gehör im Gegensatz zu Nicht-Musikern bzw. Musikern ohne absolutes Gehör. Erstere hatten eine größere *Planum temporale* Asymmetrie als morphologischer Ausdruck ihrer besonderen Begabung. Und auch wenn man die Asymmetrie der Handfertigkeit beider Hände von Musikern mit der von Nicht-Musikern vergleicht, ergibt sich ein signifikanter Unterschied: Rechtshändige Musiker haben eine vergleichsweise stärkere Fähigkeit im autonomen Gebrauch

der linken Hand und damit eine geringe Asymmetrie im Gebrauch der Hände (Jäncke et al. 1997).

## **Sind musikerassoziierte Beschwerden spezifisch?**

Zur Epidemiologie der musikerassoziierten Erkrankungen zu existiert eine reichhaltige Datenlage, die relativ konsistent auf das besondere Vorliegen (neuro-)muskuloskeletaler Erkrankungen verweist und damit die Bedeutung Musiker-physiotherapeutischer Intervention unterstreicht.

Musik als Therapiemittel wird bereits seit langem angewandt. Aber dass Musik, bzw. das Musizieren selbst auch krank machen kann und Musiker gezielte Therapien bedürfen, wurde lange Zeit nicht ernst genommen. Musiker werden mit vielen potenziell gesundheitsschädigenden Faktoren konfrontiert (Wolff und Gutzwiler 2010).

Im Laienbereich sind allein in Deutschland 4,876.500 Musiker gelistet, davon 957.700 an Musikschulen. 18.198 Instrumentalmusiker arbeiten an deutschen Orchestern. Insgesamt wird laut Musikrat von 120.000 professionellen Musikern in Deutschland ausgegangen (Spahn et al. 2011). Daraus ergibt sich eine hohe Anzahl an Musikern, von denen laut Lahme ca. 75–80 % Probleme an Muskeln, Sehnen, Gelenken oder Bändern haben (Lahme 2004).

Verschiedene Erhebungen zum Gesundheitszustand von Musikern zeigen die Bedeutung von neuromuskuloskelettalen Problemen bei dieser Berufsgruppe auf (Böckelmann und Schneyer 2009, Barton et al. 2008, Bruno et al. 2008, Ranelli et al. 2008, Rosset-Llobet 2012, 2007, Fjellman-Wiklund und Chesky 2006, Bragge et al. 2005, Altenmüller und Jabusch 2004, 2002, Billeter und Hohmann 2002, Davis & Mangion 2002, Morse 2000, Ro-

**80 % der Orchester-  
musiker mit berufs-  
bedingten Beschwerden**

ach et al. 1994). Die erste deutsche Studie zu gesundheitlichen Beschwerden von Musikern wurde 1985 von Schmidtke et al. an 1.803 Orchestermusikern durchgeführt. 80 % der Befragten gaben an, berufsbedingte Beschwerden zu haben (Samsel et al. 2005). 1986 erfolgte eine Untersuchung durch Fishbein und Middleton in den USA an 2.212 professionellen Musikern aus 48 Orchestern, von denen 75 % über mindestens ein gravierendes gesundheitliches Problem berichten konnten, welches sie im Zusammenhang mit dem Musizieren sahen (Fishbein et al. 1988). Weitere Studien folgten, u. a. von Schuppert und Altenmüller (1999), Wagner (1995), Blum (1995a), Breuer (1995) und Molsberger et al. (1989), deren Ergebnisse sich nahezu mit den Zahlen der Erkrankungshäufigkeit bei Musikern aus vorangegangenen Studien deckten (Samsel et al. 2005).

**85 % der Musik-  
studenten haben  
Aufführungsgänge**

Aber auch in Untersuchungen von Musikstudenten konnten von Spahn et al. (1998) bei 68 % der Befragten körperlich-seelische Belastungen und von Seidel (1998) bei 85 % der Studierenden Aufführungsgänge nachgewiesen werden. Brown (1997) stellte bei 66 % der Musikstudenten Muskel- und Skelettbeschwerden fest und schlussfolgerte daraus, dass nur frühe präventive Maßnahmen Abhilfe schaffen könnten. Ähnliche Ergebnisse fanden Cayea und Manchester (1998) in ihrer Studie zu gesundheitlichen Problemen bei Musikstudenten heraus. 66 % der Probanden gaben muskuloskeletale Beschwerden, insbesondere der oberen Extremität, an (Cayea und Manchester 1998).

**Muskuläre Dysbalan-  
cen führen zu Fehl-  
und Überbelastungen**

Die dynamische und statische Dauerbelastung beim Spielen der meisten Instrumente und die daraus resultierenden muskulären Dysbalancen führen zu Fehl- und Überbelastungen der oberen Extremität und des Rückens (Brandfonbrener 1998, Norris und Dommerholt 1995). Diese Problematik wird durch die Verwendung von häufig überholtem Instrumentalzubehör verstärkt. Ein Beispiel ist der Halsgurt beim ca. 6 kg schweren Fagott, der die Nacken- und Halswirbelsäulenpartien stark belastet und durch einen Rucksackgurt ersetzt werden könnte (Thunemann 1995). Gelegentliche und chronische Schmerzen im Schulter-Nackebereich bei hohen Streichern treten

**Viele Belastungs-  
faktoren bei Musikern**

mit einer Häufigkeit von 70 % auf (Schuppert und Altenmüller 2000). Gitarristen, Pianisten und Flötisten sind ebenfalls betroffen (Zaza und Farewell 1997, Larsson et al. 1993, Fishbein et al. 1988). Bei Geigern ist das Beschwerdeaufkommen rechts und links etwa gleich häufig, während bei Bratschisten linksseitige Beschwerden dominieren (Blum 1995c). Ursachen sind die oben schon erwähnte gleichzeitige dynamische und statische Belastung der rechten Schulter, sowie die Überkopfbewegung beim Spielen der tiefen Saiten mit einer Einengung der Sehne des M. supraspinatus. Linksseitig besteht eine statische Dauerbelastung in zum Teil endgradiger Außenrotation des Schultergelenkes bei gleichzeitiger extremer Auswärtsdrehung des Unterarmes. Ist das Instrument zudem noch besonders groß und schwer, wie es bei einigen Bratschen der Fall ist, kommt es häufig zu muskulären Verspannungssyndromen im Schulter- und Oberarmbereich sowie zu Verschleiß der Schultergelenksstrukturen. Nicht optimal angepasste Kinnhalter und Schulterstützen verstärken die linksseitige Position des Kopfes und sind somit unterstützende Faktoren für die Symptomatik (Schuppert und Altenmüller 2000).

## **Anforderungen an einen Musiker**

Die tägliche Spieldauer, welche Üben, Proben und Konzerte einschließt, kann je nach Professionalisierungsgrad bis zu zehn Stunden betragen. In dieser Zeit nehmen die Musiker oft stereotype Haltungsmuster ein, denen sie zu selten ausgleichende Bewegungen entgegensetzen. Die Bewegungsabläufe sind in der Regel repetitiv und schnell (Wolff & Gutzwiller 2010).

Negative äußere Bedingungen in Bezug auf Bestuhlung, Raumklima, Lautstärke, räumliche Enge, Beleuchtung, schlechte Lesbarkeit der Noten (Kopien), Reisen (psychosoziale Belastung) sowie das Instrument (Größe, Form, Gewicht) und Zubehör (Kinnhalter und Schulterstütze beim Streicher, Fingerstütze beim Blasinstrument, Klavierhocker) können einen starken Einfluss auf die körperliche und seelische Verfassung des Orchestermusikers haben (Seidel 2005). Zwar haben sich die belastenden Faktoren für die Ar-

## Steigende Anforderungen an das technische Können und die Virtuosität

beit von Musikern in den letzten 100 Jahren deutlich mindern lassen, doch sind die von den Instrumenten ausgehenden Belastungen und der Stress geblieben (Park et al. 2008, Möller 1999). Letzterer erklärt sich aus den steigenden Anforderungen an das technische Können und die Virtuosität professioneller Musiker, die sich im Zuge der Globalisierung einer weltweiten Konkurrenz ausgesetzt sehen.

Mediziner und Physiologen richten vermehrt ihre Aufmerksamkeit auf die spezifischen körperlichen Probleme von Musikern, da sich in den letzten Jahren zunehmend unmittelbare Zusammenhänge zwischen bestimmten Erkrankungen und dem Instrumentalspiel abgezeichnet haben (Jabusch und Altenmüller 2006, Engquist et al. 2004, Fjellmann-Wiklund et al. 2002, Spahn et al. 2002, Middlestadt und Fischbein 1988, Lockwood 1989, Wagner 1995).

Das Instrumentalspiel umfasst nach Galamian (1983) und Schnorrenberger (1991) ganz verschiedene Komponenten, die im Laufe der Ausbildung berücksichtigt und gefordert werden müssen (Schnorrenberger 1991, Galamian 1983):

- Hören: Wahrnehmen, das Gehörte erkennen, Intonation
- Sehen: Notentext/Notenbild
- Musikalität: Verständnis, Analyse, Vorausdenken
- Instrumentaltechnik
- Üben (Training am Instrument: Feinmotorik/Koordination)
- Bewegung (Körperbalance)
- Körpergefühl (subjektiv)
- Vorstellung (Imagination/Fantasie)
- Klang/Klangfarbe
- Persönlichkeit (Ausdruck)

Diese Aspekte müssen permanent unter körperlicher Belastung in zum Teil schiefer Körperhaltung (insbesondere bei Streichern) erfüllt werden. Nach Skarabis (2005) gilt für alle Instrumente, dass der Klang mit dem gesamten Körper erzeugt, kontrolliert und die Schönheit und Individualität stark von den körperlichen Voraussetzungen des Musikers beeinflusst wird. Für die Wiederholung einseitiger, immer gleicher Bewegungen über Tausende von Stunden ist der menschliche Bewegungsapparat jedoch nicht ausgelegt. Die meisten Berufsmusiker haben schon in jungen Jahren zwischen zehn- bis acht-

zehntausend Stunden auf ihrem Instrument geübt (Skarabis 2005).

Die durchschnittlichen täglichen Übungszeiten betragen nach Skarabis:

- Klavier: 5 Stunden
- Hohe Streicher: 5 Stunden
- Violoncello: 4 Stunden
- Schlagzeug, Gitarre: 4–5 Stunden
- Holz- und Blechbläser: 3 Stunden
- Harfe: 5 Stunden

An den Übungszeiten lässt sich ablesen, dass die Muskulatur eines Musikers lang andauernde Haltearbeit leisten und deshalb intensiv trainiert und belastungsfähig sein muss (Skarabis 2005).

## Musiker-assoziierte Erkrankungen (MaE)

Der Begriff der Musiker-assoziierten Erkrankungen (MaE) oder spielbedingten muskuloskeletalen Beschwerden (playing-related musculoskeletal disorders) wurde von Zaza und Farewell (1997) geprägt, um diese spezifische Problematik bei Musikern hervorzuheben (siehe Tabelle 1).

## Musikermedizin und Musikerphysiotherapie

Musikermedizin beinhaltet Prävention, Diagnose und Therapie von Überlastungsbeschwerden bzw. Erkrankungen als Folge des Instrumentalspiels bei Musikschülern, Musikstudenten und Berufsmusikern (Lahme et al. 2000).

Das erste Institut für Musikermedizin und Musikphysiologie in Deutschland wurde 1974 an der Hochschule für Musik und Theater Hannover von Christoph Wagner gegründet. Später folgten weitere Institute u. a. in Freiburg, Weimar, Dresden, München und Frankfurt und Köln. Die Kombination mit physioprophyktischen Seminaren bedeutete eine Weiterentwicklung in Richtung praktisch-musikphysiologischer Anwendungen im Alltag einer Musikhochschule (www.immm.hmt-hannover.de 2010). Das Unterrichtsfach Musikphysiologie wird auch an der Hochschule Osnabrück mittels eines physiotherapeutisch ausgerichteten Ansatzes gelehrt (u. a. vom Autor dieses Beitrages).

## Spezifische Problematik bei Musikern

## Prävention, Diagnose und Therapie von Überlastungsbeschwerden

## Tausende Übungsstunden mit einseitigen Wiederholbewegungen

**Tabelle 1:** Berufsspezifische Erkrankungen bei Musikern (Blum 1995b, Klein-Vogelbach et al. 2000)

<b>muskuloskeletal</b>	<b>neurologisch</b>	<b>weitere</b>
Verschleißerkrankungen der Wirbelsäule (WS) und Gelenke	fokale Dystonie/Koordinationsstörungen (insbesondere an Unterarm und Handmotorik, periorale Motorik und Kehlkopfmotorik (bei Bläsern))	Arthrose und andere rheumatische Erkrankungen
muskuläre Verspannungssyndrome (überwiegend an oberer Extremität und paravertebraler Muskulatur der gesamten WS)	Nervenkompressionssyndrome (z. B. N. medianus (Karpaltunnelsyndrom), Thoracic-Outlet-Compression-Syndrome)	Hörschaden (Schwerhörigkeit, Tinnitus, Hyperakusis)
Schulterprobleme	Digitale Neuropathien	Schaden am Auge (Sehstörungen)
Tendinosen und Tendovaginitiden (de Quervain, „schnellender Finger“)	Nervenwurzelreizungen (Hals-, Brust- oder Lendenwirbel)	psychische Erkrankungen (Auftrittsangst/Bühnenangst, Depression)
Schmerzen und Überlastungssyndrome an Ellenbogen, Unterarm und Hand (z. B. Epicondylitis humeri lateralis et medialis)		Suchterkrankungen
Ganglien und Kontrakturen		
Gelenkhypermobilitäten		
craniomandibuläre/orofaziale Dysfunktionen		
Verletzungsfolgen (an Knochen, Gelenken, Sehnen, Bändern, Muskulatur, Nerven)		

## Physiotherapie

**Streicher und Pianisten sind am stärksten von neuromuskulösen Problemen betroffen**

**Ökonomisierung der Bewegung**

Denn eine mögliche und häufig angewendete Therapieform zur Behandlung von Musikererkrankungen ist die Physiotherapie (Byl und McKenzie 2000, Seidel et al. 2002, Jabusch und Altenmüller 2004, Ackermann und Adams 2004, Schugt 2008, Stöppler 2009). Sie beinhaltet die Analyse und Interpretation sensomotorischer Funktions- und Entwicklungsstörungen und deren Beeinflussung durch spezielle manuelle und andere physiotherapeutische Techniken. Das Erstellen einer physiotherapeutischen Diagnose mit dem Schwerpunkt des Bewegungssystems und -verhaltens, eines Therapieplans, die Intervention und die Evaluation der Therapie sind essenzielle Bestandteile der Physiotherapie. Die Intervention ist orientiert am Therapieziel, welches die Ökonomisierung der Bewegung und das Erreichen eines schmerzfreien Zustandes sein sollte (Cott 1995, Probst 2007, Türk-Espitalier 2008). Zur Bedeutung der physiotherapeutischen Interventionsmöglichkeit bei musikerassoziierten Beschwerden siehe Tabelle 2.

## **Instrumentenspezifische neuromuskulöse Probleme am Beispiel von Violinisten und Pianisten**

Klassische Instrumente unterteilen sich nach der Benutzung durch den Spieler in vier Gruppen: Streichinstrumente (hohe und tiefe Streicher), Blasinstrumente, Schlaginstrumente und Tasteninstrumente.

Nach einer Studie von Dawson (2001) mit 329 Instrumentalisten sind Pianisten und Streicher mit 78 % die am meisten betroffenen Musiker. Im Gegensatz zu Pianisten, welche die rechte und linke obere Extremität relativ symmetrisch einsetzen, benutzen Geiger die Arme komplett unterschiedlich voneinander, was die gesamte Körperhaltung sowie den muskulären Aufbau beeinträchtigt (Sataloff et al. 2010). Die Aufgaben des linken Arms bzw. der linken Hand bei Geigern sind so differenziert wie bei kaum einer anderen Tätigkeit. Die Hand vollbringt eine fein-

**Tabelle z:** Übersicht über die Bedeutung physiotherapeutischer Interventionsmöglichkeiten zur Behandlung von MaE (eigene Darstellung unter Bezug auf Böckelmann und Schneyer 2009)

Erkrankung (in priorisierter Reihenfolge, Einteilung nach Böckelmann & Schneyer 2009)	Bedeutung der Physiotherapie <sup>1</sup>	Physiotherapie-Methoden, Techniken (beispielhaft) <sup>2</sup>
<b>Haltungs- und Bewegungsapparat</b>		
• Chronische Überlastungssyndrome	+++	Manuelle Therapie (MT), Kälte-/Wärmetherapie, Massage, Lymphdrainage, kompensatorische Trainingstherapie, Entspannungstechniken
• Bewegungsstörungen	+++	MT, Osteopathie (OP), Kälte-/Wärmetherapie, Massage
<b>Nervensystem</b>		
• Nerven-Druckschädigungen	+++	Nervenmobilisation (NOI nach Butler), MT, OP, Entspannungstechniken
• fokale (Hand-)Dystonie	+++	Graded Motor Imagery
<b>Psyche und Psychosomatik</b>	++, auch x	Entspannungstechniken, Body awareness
<b>Lärmschwerhörigkeit</b>	x	Entspannungstechniken
<b>Haut (Kontaktexzeme)</b>	o	
<b>andere, z. B. CMD (Cranio- mandibuläre Dysfunktion)</b>	+++	CMD-Behandlung nach von Piekartz (2000, 2001, 2004, 2005a,b,c, 2007, 2008, 2009), MT

<sup>1</sup> von o = marginal bis +++ = sehr wichtig; x = Mit- und Weiterbehandlung physiotherapeutisch indiziert/möglich

<sup>2</sup> zusätzlich zu physiotherapeutischer Beratung, Anleitung zu Übungen, Aufklärung

## Motorische Höchstleistung

motorische Höchstleistung, bei der nicht nur die Finger die richtigen Töne auf der Seite treffen müssen, sondern noch höhere Anforderungen von Geschwindigkeit und Präzision während des Vibratos, Flageolets und Pizzicatos mit der linken Hand sowie bei der Doppelgrifftechnik eingesetzt werden müssen (Lahme et al. 2000). Faktoren wie Fingerdruck der linken Hand, Bogenführung des rechten Arms und die bilaterale Koordination der beiden Extremitäten werden als Grundproblematik gesehen (Steinmetz et al. 2003, Medof 1999, Möckel 1995, Scharf 1995).

Klavier ist das populärste Instrument in allen Genres und Niveaus. Ungefähr 70 % der Musiklehrer sind mit Klavierunterricht tätig (Bragge et al. 2005), bei denen die Prävalenz von Überlastungssyndromen zwischen 38 % und 65 % liegt (Bruno et al. 2008, Farias et al. 2002, Pfalzer und Walker 2001, Shilds und Dockrell 2000). Das Spielen eines Klaviers erfordert mehr die feinmotorische Kontrolle von submaximalen Bewegungsabläufen als kraftvolle Bewegungen. Bei ständigen Wiederholungen von schnellen

Fingerbewegungen wird die tiefe Hand- und Finger Muskulatur stark belastet. Die langen Muskeln und Gelenke der Hand, des Unter- und Oberarms müssen eine Haltefunktion übernehmen, was im weiteren Verlauf die Schulter und den oberen Rücken beansprucht.

Überlastungssyndrome zählen, wie bereits oben erwähnt, zu den häufigsten Beschwerden bei Geigern und Pianisten, vor allem bedingt durch hohen Repetitions- und Automatisierungsgrad, extreme Anforderungen an physiologisch anfällige Körperbereiche, insbesondere der oberen Extremität, sowie asymmetrischen Haltungsanforderungen (Guptill 2011, Dawson 2002, Miller et al. 2002, Dawson 2001, Zetterberg et al. 1998, Cayea und Manchester 1994). In einer Studie von Shan und Visentin (2003) gaben zwei Drittel von insgesamt acht professionellen Geigern und drei fortgeschrittenen Studenten Überlastungserscheinungen vor allem im Bereich der Schulter, Arme und Handgelenke (63 %) an. Häufig sind Überlastungen im Bereich der Unterarmmuskulatur, bei Geigern vor allem die linksseitigen Supinatoren, bei Pianisten

## Überlastungssyndrome

**Rückenbeschwerden bei Geigern liegen überwiegend im Bereich der Lendenwirbelsäule und des Kreuzbeins**

**Pianisten haben überwiegend Beschwerden im Bereich der Hände und Handgelenke**

**Qualitative und quantitative Bewegungsanalysen**

**Unterschiedliche Syndrome**

die Pronatoren beidseits (Spahn et al. 2011). Rückenbeschwerden bei Geigern sind überwiegend im Bereich der Lendenwirbelsäule und des Kreuzbeins lokalisiert (Wasmer und Eickhoff 2011). Die linkslastige Anhebung der Geige in der Horizontalen stellt weiterhin eine ungünstige Ausgangsposition für Hals-, Brust- und Lendenwirbelsäule dar (Spahn et al. 2011). Regionen, die vor allem bei Pianisten zu Überlastungen führen können, sind: Kniekehlen, Nackenmuskulatur, Kinnlade, Schulter, Handgelenk, Daumen, Handbinnen- und Finger-muskulatur (Klein-Vogelbach et al. 2000). Laut Blackie et al. (1999) treten bei Pianisten überwiegend Beschwerden im Bereich der Hände und Handgelenke auf, dicht gefolgt von Rückenbeschwerden.

Schultersyndrome treten bei Geigern und Pianisten gehäuft auf. Überwiegend betroffen ist bei Geigern die linke Schulter. Häufige Krankheitsbildern sind: Impingement-Syndrome, Tendinitis des M. biceps brachii, *Frozen shoulder* und Rotatorenmanschettenruptur, v. a. Einriss der Supraspinatus-Sehne (Spahn et al. 2011, Thomas und McCann 2010).

Auch das Karpaltunnelsyndrom zählt zu einer der häufigsten Beschwerdebilder bei Geigern und Pianisten. Eine Hyperflexion des linken Handgelenks bei Geigern führt zu erhöhtem Druck im Karpalkanal. Tendopathien treten bei Geigern und Pianisten durch eine relativ hohe Frequenz auf, v. a. die Tendovaginitis stenosans de Quervain und der „schnelle Finger“ (*Digitus saltans*) (Spahn et al. 2011, Sakai 2002). Eine Tendovaginitis stenosans macht sich bei Pianisten vor allem durch starke Schmerzen bei großen Griffen bemerkbar. Bei Geigern wird durch die Tendovaginitis stenosans das Aufrechterhalten der Daumenabstützung links bei schnellen Lagewechseln sowie das Greifen von Doppel- und Akkordgriffen erschwert. Des Weiteren kommt es bei Geigern und Pianisten zur Arthrose der Interphalangealgelenke, begünstigt durch sehr spezialisierte, wiederholte und rasche Gelenkbewegungen. Durch eine Kombination aus Hyperflexion des Ellbogens, endgradiger Supination und kraftvoller Fingerflexion links, besonders beim Vibrato, kann es bei Geigern zu einem Kompressionssyndrom des N. ulnaris kommen (Spahn et al. 2011).

Im Vergleich zum Sport, in welchem durch intensive Grundlagenforschung eine substanzielle Basis zur Entwicklung effektiver Trainingskonzepte geschaffen worden ist und immer noch weiterentwickelt wird, stellt sich die Situation für den Bereich der Musikermedizin gänzlich anders dar. Die Bewertung des Instrumentalspiels steht die Produktion des Klangs im Vordergrund und es gilt oftmals der Satz: „der Zweck heiligt die Mittel“ (Ackermann und Adams 2004). Die Folge eines solchen Handelns zeigt sich unter anderem in den unterschiedlichen musiker-assoziierten Erkrankungen.

Um die Voraussetzungen idealtypischer Bewegungen eines Menschen zu erkennen – in diesem Fall eines Musikers –, die er benötigt, um eine gezielte Aufgabe zu erledigen, sind qualitative und quantitative Bewegungsanalysen nötig, wie sie in der Sportwissenschaft seit Jahrzehnten Grundvoraussetzung sind. Die Beurteilung der körperlichen Leistungen soll dabei die Morphologie (ganzheitliche Betrachtung), die Biomechanik (empirisch-analytische Betrachtung) und die Funktionsanalyse (aufgabenspezifisch) evaluieren (Ferrario et al. 2007). Je nach Instrument benötigen Instrumentalisten spezifische Muskelgruppen, die in gleichen Teilen Kraft, Ausdauer und Koordination benötigen, um bis zur letzten Note des Repertoires ohne Erschöpfung spielen zu können (Tubiana und Chamagne 2005).

Die wissenschaftliche Untersuchung spezialisierter Anforderungen an einen Musiker fand erst 1999 mit der ersten Evaluation der Kinematik des Armes bei Streichern statt. Turner-Strokes und Keith (1999) erkannten durch eine 3D-Analyse unterschiedliche Bewegungsabläufe im Schultergelenk zwischen verschiedenen Streichinstrumenten, sowie zwischen verschiedenen Instrumentengruppen. Der Bewegungsumfang des Schultergelenks steigt z. B. zunehmend beim Spielen der oberen Töne am Cello im Vergleich zur Geige, wo das Bewegungsausmaß eher abnimmt. Das Bewegungsausmaß der maximalen Elevation der Schulter war signifikant höher beim Cellospielen als bei der Geige. Die unterschiedlichen Bewegungsabläufe bestätigen beispielsweise im Fall der Cellisten die größere Häufigkeit von Schulter-Nacken-Problemen

## Funktionelle Analyse der Finger

## Systematische Bewegungsanalyse fehlt bisher bei Musikern

## Dringender Bedarf einer qualitativ hochwertigen Physiotherapie für Musiker

gegenüber anderen Streichern (Abréu-Ramos 2007, Cayea und Manchester 1998). Bis zum Ende der 90er-Jahre blieben die Evaluationsstrategien jedoch nur qualitativer Art, deren Ergebnisse unter Subjektivitätskriterien leiden (Yagisan et al. 2009, Ackermann und Adams 2002, 2003). In Deutschland haben Jabusch und Altenmüller (2004) den Bewegungsablauf bei Musikern per 3D-Analyse erforscht, insbesondere die Bewegungen des Mittel- und den Ringfingers einer Flötistin mit fokaler Dystonie. Bis zu diesem Zeitpunkt wurden Patienten mit dieser schweren Erkrankung nur visuell befundet. Durch die funktionelle Analyse der Finger beim Spielen wurden kompensatorische Bewegungen erkannt und ein präzises Bewegungsmuster benannt. Dieses ermöglichen die Überwachung des Verlaufs der Problematik und des Ergebnisses einer Behandlung (Jabusch und Altenmüller 2004, Ackermann und Adams 2005).

Es ist festzustellen, dass die Entwicklung einer systematischen Bewegungsanalyse von Musikern (mit/ohne musikerassoziierten Erkrankungen) im Gegensatz zu der von Sportlern bisher nicht stattgefunden hat. Einzelne Veröffentlichungen zeigen einen ansatzweisen Versuch, jedoch handelt es sich um keine grundlegendbildende Vorgehensweise (Ackermann 2010, Yagisan et al. 2009, Jabusch und Altenmüller 2004, Abréu-Ramos und Micho 2007, Turner-Strokes und Keith 1999, Cayea und Manchester 1998). Ackermann (2010) beschreibt den dringenden Bedarf einer qualitativ hochwertigen (Physio-)Therapie für Musiker und sieht den Nutzen sportwissenschaftlicher Forschungsergebnisse und Normwerte bezüglich der Musikermedizin (Kibler et al. 2006, Voight und Thompson 2000, Kibler 1998). Jedoch muss zunächst durch eine entsprechende

Grundlagenforschung ein eigenes Fundament geschaffen werden, um Korrelationen zwischen physiologischen und pathophysiologischen Bewegungskomponenten, verschiedenen Arten von Instrumenten und deren Einfluss auf Erkrankungen aufzustellen, um letztlich eine optimale Therapie einzuleiten (Ackermann 2010). Dies ist der Ausgangspunkt dieses Forschungsvorhabens.

## Musikerphysiotherapie

Das Gebiet der Musikerphysiotherapie ist in Deutschland ein sehr innovatives und gleichsam neues Handlungsfeld, das einer spezifischen Entwicklung bedarf. Auf die hohe Anzahl Musizierender in Deutschland als klassisches Kulturland ist bereits hingewiesen worden. Bemerkenswert auch, dass ein Viertel aller öffentlich finanzierten Orchester der Welt allein in Deutschland beheimatet sind (Deutsche Orchestervereinigung, Pirich 2011). Dies unterstreicht die besondere Bedeutung der spezifischen Gesundheitsvorsorge durch geeignete Experten, insbesondere weil mit den besonderen Anforderungen und Belastungen des Musizierens eben auch besondere Gesundheitsrisiken verbunden sind. Die hohe Anzahl von Beschwerden am neuromuskuloskeletalen System bei Musikern, die spielbedingt assoziiert sind und die in allen Erhebungen zum Gesundheitszustand von Musikern konsistent erhoben worden sind weisen auf die besondere Bedeutung von Physiotherapeuten hin, die auf die Erkennung und Behandlung von Funktionsstörungen gerade in diesem Bereich spezialisiert sind (Bragge et al 2005, Spahn 2006, Spahn et al. 2004, 2002, Guptill et al. 2000, Zaza et al. 1998, Blum 1995a, Rosset-Llobet et al. 1995, Zaza 1992, Fishbein et al. 1988, Schmale und Schmidtke 1985).

Dies wird als Ergänzung zur bereits stärker etablierten Musikermedizin gesehen, an der die Musikerphysiotherapie zwar klinisch einen nicht unbedeutenden Anteil hat, deren wissenschaftliche Fundierung aber noch unzureichend systematisiert ist.

Im Institut für angewandte Physiotherapie und Osteopathie, INAP/O, einem An-Institut der Hochschule Osnabrück wird

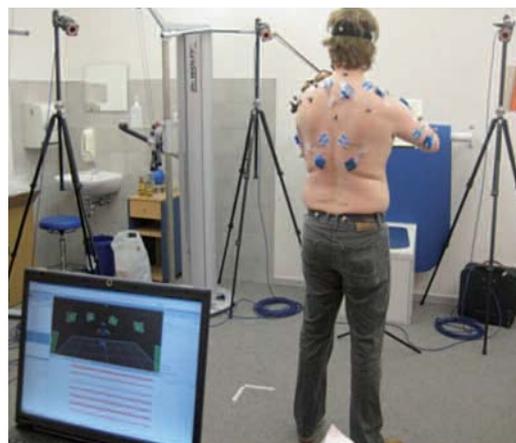


Abbildung 3: Anbringung der Marker und EMG-Elektroden auf dem Oberkörper eines Probanden (INAP/O Hochschule Osnabrück)

Abb. 4: Behandlung der Schulter in der physiotherapeutischen Musikersprechstunde im INAP/O



seit einigen Jahren eine physiotherapeutische Musikersprechstunde offeriert, die von speziell ausgebildeten Physiotherapeuten angeboten wird, die zudem selber Instrumentalisten, Sänger und/oder Tänzer sind. Zunächst durch starkes Freiwilligen-Engagement, dann aber auch im Rahmen von wissenschaftlichen Fragestellungen und entsprechender Drittmittelförderung aber auch durch Unterstützung der Hochschule selbst können wir seit knapp vier Jahren die Sprechstunde (Erstkontakt und Folgebehandlungen) für Studierende des hochschuleigenen Instituts für Musik (IfM) kostenlos anbieten und in die Lehrveranstaltung „Musikphysiologie“ integrieren.

### Kostenlose Musikersprechstunde für Studierende

Abb. 5: Haltungskorrektur in der physiotherapeutischen Musikersprechstunde im INAP/O



### Literaturverzeichnis

- Abréu-Ramos AM, Micheo WF (2007). Lifetime Prevalence of Upper-body Musculoskeletal Problems in a Professional-level Symphony Orchestra: Age, Gender, and Instrumentspecific Results. *Medical Problems of Performing Artists* 22(3): 97–104.
- Ackermann BJ (2010). Therapeutic Management of the Injured Musician. In: Sataloff RT, Brandfonbrener AG, Lederman RJ (Hrsg.) *Performing Arts Medicine* (3. Aufl.). Science & Medicine, Narberth.
- Ackermann B, Adams R (2005). Finger movement discrimination in focal hand dystonia: Case study of a cellist. *Medical Problems of Performing Artists* 20(2): 77–81.
- Ackermann B, Adams R (2004). Interobserver reliability of general practice physiotherapist in rating aspects of the movement patterns of skilled violinists. *Medical Problems of Performing Artists* 19(1): 3–11.
- Ackermann B, Adams R (2003). Physical characteristics and pain patterns of skilled violinists. *Medical Problems of Performing Artists* 18(2): 65–71.
- Ackermann B, Adams R, Marshall E (2002). The effect of scapula taping on electromyographic activity and musical performance in professional violinists. *Australian Journal of Physiotherapy* 48: 197–204.
- Ackermann B, Driscoll T (2010). Development of a new instrument for measuring the musculoskeletal load and physical health of professional orchestral musicians. *Medical Problems of Performing Artists* 25(3): 95–101.
- Altenmüller E, Jabusch HC (2002). Neurologische Erkrankungen bei Musikern. In: Hacke W, Henerici M, Diener HC, Felgenhauer K, Wallesch CW, Busch E (Hrsg.) *Aktuelle Neurologie – Deutsche Gesellschaft für Neurologie*. Thieme Verlag, Stuttgart. 214–217.
- Altenmüller E, Jabusch HC (2004). Chronische Schmerzen beim Musizieren. *Das Orchester* 7: 17–21.
- Barton R, Killian C, Bushee M, Callen J, Cupp T, Ochs B, Sharp M, Tatrault K (2008). Occupational Performance Issues and Predictors of

- Dysfunction in College Instrumentalists. *Medical Problems of Performing Artists* 23: 72–78.
- Billeter T, Hohmann BW (2002) Gehörbelastung von Orchestermusikern. *Musikphysiologie und Musikmedizin* 2(9):72–74.
- Blackie H, Stone R, Tiernan MS (1999). An investigation of injury prevention among university piano students. *Medical Problems of Performing Artists* 14: 141–149.
- Blum J (1995a). Medizinische Probleme bei Musikern. Thieme Verlag, Stuttgart.
- Blum J (1995b). Häufigkeit, Ursachen und Risikofaktoren berufsspezifischer Erkrankungen bei Musikern. In: Wagner C (Hrsg.) Medizinische Probleme bei Instrumentalisten. Ursachen und Prävention. Laaber-Verlag, Laaber.
- Blum J (1995c). Das Orchester als Ort körperlicher und seelischer Harmonie? Eine Erhebung unter bundesdeutschen Streichern. *Das Orchester* 4: 23–29.
- Böckelmann I, Schneyer B (2009). Arbeitsbedingte Belastungen und Erkrankungen von Musikern. *Arbeitsmedizin Sozialmedizin Umweltmedizin* 44(4): 237–242.
- Bollert G, Erhardt T, Geuter G, Hucklenbroich P, Willimczik K, Zalpour C (2009). Bezugswissenschaften der Physiotherapie: Medizin und Sportwissenschaften. *physioscience* 5: 76–85.
- Bragge P, Bialocerkowski A, McMeeken J (2005) A systematic review of prevalence and risk factors associated with playing-related musculoskeletal disorders in pianists. *Occupational Medicine* 56: 28–38.
- Brandfonbrener AG (2003). Musculoskeletal problems of instrumental musicians. *Hand Clin* 19(2): 231–239.
- Brandfonbrener AG (1998). The etiologies of medical problems in performing artists. In: Sataloff RT, Brandfonbrener AG, Lederman RJ (Hrsg.): *Performing Arts Medicine*, San Diego/London.
- Breuer R (1995). Berufskrankheiten von Instrumentalmusikern aus medizinhistorischer Sicht. *Musikphysiologie und Musikmedizin* 2(3): 19–21.
- Brown AN (1997). Musculoskeletal Misuse among Youth Symphony String Players. *Medical Problems of Performing Artists* 12(1): 1–18.
- Bruno S, Lorusso A, L'Abbate N (2008). Playing-related disabling musculoskeletal disorders in young and adult classical piano students. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 81: 855–860.
- Byl NN, McKenzie A (2000). Treatment effectiveness for patients with a history of repetitive hand use and a focal hand dystonia. *Journal of Hand Therapy* 13: 289–301.
- Cayea D, Manchester RA (1998). Instruments specific Rates of Upper-extremity Injuries in Music Students. *Medical Problems of Performing Artists* 13: 19–25.
- Cott C (1995) The Movement Continuum Theory of Physical Therapy. *Physiotherapy Canada* 47: 87–94.
- Davies J, Mangion S (2002). Predictors of Pain and Other Musculoskeletal Symptoms among Professional Instrumental Musicians. *Medical Problems of Performing Artists* 17: 155–168.
- Dawson WJ (2002). Upper-Extremity Problems Caused by Playing Specific Instruments. *Medical Problems of Performing Artists* 17: 135–140.
- Dawson WJ (2001). Upper Extremity Overuse in Instrumentalist. *Medical Problems of Performing Artists* 16: 66–71.
- Engquist K, Ørbaek P, Jacobsson K (2004). Musculoskeletal pain and impact on performance in orchestra musicians and actors. *Medical problems of performing artists* 6(4): 55–61.
- Farias J, Ordonez FJ, Rosety-Rodriguez M (2002). Antropometrical Analysis of the Hand as a repetitive strain injury (RSI) predictive method in pianists. *Italian Journal of Anatomical Embriology* 107: 225–231.
- Ferrarin M, Rabuffetti M, Ramella M, Osio Maurizio, Mailland E, Converti RM (2008). Does Instrumented Movement Analysis Alter, Objectively Confirm, or Not Affect Clinical Decision-making in Musicians with Focal Dystonia? *Medical Problems of Performing Artists* 23(3): 99–106.
- Ferrario VF, Macrì C, Biffi E, Pollice P, Sforza C (2007). Three-Dimensional Analysis of Hand and Finger Movement during Piano playing. *Medical Problems of Performing Artists* 22: 18–23.
- Fishbein M, Middelstadt E, Ottati V, Straus S, Ellis A (1988). Medical problems among ICSOM musicians: Overview of a National Survey. *Medical Problems of Performing Artists* 3(1):1–8.
- Fjellman-Wiklund A, Chesky K (2006). Musculoskeletal and General Health Problems of Acoustic Guitar, Electric Guitar, Electric Bass, and Banjo Players. *Medical Problems of Performing Artists* 21: 169–176.
- Fjellman-Wiklund A, Grip H, Karlsson JS, Sundelin G (2004). EMG trapezius muscle activity pattern in string players: Part I: Is there variability in the playing technique? *International Journal of Industrial Ergonomics* 33(4): 347–356.
- Fjellmann-Wiklund A, Brulin C, Sundelin G (2002). Physical and psychosocial work-related risk-factors associated with neck-shoulder discomfort in male and female music teachers. *Medical Problems of Performing Artists* 18(1): 33–41.
- Galamian I (1983). Principles of violin playing and teaching. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Guptill CA (2011). The Lived Experience of Professional Musicians with Playing-Related Injuries. A Phenomenological Inquiry. *Medical Problems of Performing Artists* 86(2): 84–95.
- Gutpill C, Zaza C, Paul S (2000). An occupational study of physical playing related injuries in college music students. *Medical Problems of Performing Artists* 15 (2): 86–90.
- Hutchinson S, Lee LH, Gaab N, Schlaug G (2003). Cerebellar Volume of musicians; Cerebral Cortex 13: 943–949.
- Jäncke L, Schlaug G, Steinmetz H (1997). Hand skill asymmetry in professional musicians; Brain and Cognition 34: 424–432.
- Jabusch HC, Altenmüller E (2006). Focal dystonia in musicians: from phenomenology to therapy. *Advances in Cognitive Psychology* 2(2–3): 207–220.
- Jabusch HC, Altenmüller E (2004). Die Therapie der fokalen Dystonie. In: Wallesch CW, Busch E (Hrsg.) Aktuelle Neurologie – Deutsche

- Gesellschaft für Neurologie. Thieme-Verlag, Stuttgart.
- Kaufman-Cohen Y, Ratzon NZ (2011). Correlation between risk factors and musculoskeletal disorders among classical musicians. *Occup Med (Lond)* 61(2): 90–95.
- Kibler WB, Press J, Sciascia A (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports Med* 36(3): 189–198.
- Kibler WB (1998). The Role of the Scapula in Athletic Shoulder Function. *The American Journal of Sports Medicine* 26(2): 325–337.
- Klein-Vogelbach S, Lahme A, Spirgi-Gantert I (2000). Musikinstrument und Körperhaltung. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg.
- Lahme A (2004). Überlastungsbeschwerden bei Berufsmusikern. *Das Orchester* 2: 27–31.
- Lahme A, Klein-Vogelbach S, Spirgi-Gantert I (2000). Berufsbedingte Erkrankungen bei Musikern. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg.
- Larsson G, Baum J, Mudholkar G, Kollis G (1993). Nature and impact of musculoskeletal problems in a population of musicians. *Medical Problems of Performing Artists* 8: 73–76.
- Lockwood AH (1989). Medical problems of musicians. *New England Journal of Medicine* 321: 51–53.
- Luck G, Saarikallio S, Burger B, Thompson MR, Toiviainen P (2010). Effects of the Big Five and musical genre on music-induced movement. *Journal of Research in Personality* 44(6): 714–720.
- Medof LE (1999). The Importance of Movement Education in the Training of Young Violinists. *Medical Problems Performing Artists* 14: 210–219.
- Middlestadt SE, Fishbein M (1988). Health and occupational correlates of perceived occupational stress in symphony orchestra musicians. *Journal of Occupational Medicine* 30(9): 687–692.
- Miller G, Peck F, Watson JS (2002). Pain Disorders and Variations in Upper Limb Morphology in Music Students. *Medical Problems of Performing Artists* 17: 169–172.
- Möckel T (1995). Die Geigenhaltung und weitere Einflüsse als Voraussetzung für ein gutes Violinspielen und die Vermeidung von Spielerkrankungen. Diplomarbeit, Hochschule für Musik und Theater, Leipzig.
- Möller H (1999). Lampenfieber und Aufführungssängste sind nicht dasselbe. *Musikphysiologie und Musikermmedizin* 5(1): 1–11.
- Molsberger AF, Hille E, Wehling P (1989). Der Künstler als Patient. *Deutsches Ärzteblatt* 33: 1444–1448.
- Morse T, Ro J, Cherniak M, Pelletier SR (2000). A pilot population study of musculoskeletal disorders in musicians. *Medical Problems of Performing Artists* 15(2): 81–85.
- Norris RN, Dommerholt J (1995). Orthopädische Probleme und Rehabilitation bei muskuloskeletalen Störungen. In: Blum J (Hrsg.): Medizinische Probleme bei Musikern, Thieme-Verlag, Stuttgart.
- Paarup HM, Baelum J, Holm JW, Manniche C, Wedderkopp N (2011). Prevalence and consequences of musculoskeletal symptoms in symphony orchestra musicians vary by gender: a cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disord* 7(12): 223.
- Park A, Gutpill C, Sumsion T (2008). Warum Musikstudenten trotz des Risikos spielbedingter Verletzungen weitermusizieren. *Musikphysiologie und Musikermmedizin* 15(1): 6–18.
- Pfalzer LA, Walker E (2001). Overuse injuries in pianists: Three year follow up of risk, presentation and treatment. In 19th Annual Symposium on Medical Problems of Musicians and Dancers. Educational Design.
- Pirich C (2011). Das Vorspiel. *Die Zeit* 8: 17–19.
- Probst A (2007). Modell der menschlichen Bewegung in der Physiotherapie. *Physio-science* 3: 131–135.
- Rabuffetti M, Converti RM, Boccardi S, Ferrarin M (2007). The tuning of the violin-performer interface: an experimental study about the effects of shoulder rest variations on playing kinematics. *Medical Problems of Performing Artists* 22(2): 18–23.
- Ranelli S, Straker L, Smith A (2011). Playing-related musculoskeletal problems in children learning instrumental music: the association between problem location and gender, age, and music exposure factors. *Medical Problems of Performing Artists* 26(3): 123–139.
- Ranelli S, Straker L, Smith A (2008). Prevalence of Playing-related Musculoskeletal Symptoms and Disorders in Children Learning Instrumental Music. *Medical Problems of Performing Artists* 23: 178–185.
- Roach KE, Martinez AM, Anderson N (1994). Musculoskeletal Pain in Student Instrumentalists: A Comparison with the General Student Population. *Medical Problems of Performing Artists* 9: 125–130.
- Rosset-Llobet J, Cubbels DR, Orfila M (1995). Identification of risk-factors for musicians in Catalonia (Spain). *Medical Problems of Performing Artists* 15: 167–174.
- Rosset-Llobet J, Candia V, Fàbregas S, Ray W, Pascual-Leone A (2007). Secondary motor disturbances in 101 patients with musician's dystonia. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 78(9): 949–953.
- Rosset-Llobet J, Fàbregas-Molas S, Pascual-Leone A (2012). Drummer's lower limb dystonia. *J Neurol* 259(6): 1236–1237.
- Sakai N (2002). Hand Pain Attributed to Overuse among Professional Pianists: A Study of 200 Cases. *Medical Problems of Performing Artists* 17: 178–180.
- Samsel W, Marsted G, Möller H, Müller R. (2005). Musiker Gesundheit, Ergebnisse einer Befragung junger Musiker über Berufsperspektiven, Belastungen und Gesundheit; Gmünder-Ersatzkasse GEK, Arsgard-Verlag St. Augustin.
- Sataloff RT, Brandfonbrener AG, Lederman RJ (2010). *Performing Arts Medicine*, 3rd edition. Science and Medicine.
- Scharf S (1995). Berufsbedingte Erkrankungen des Bewegungsapparates bei Musikern. Aspekte der Prävention, Therapie und Rehabilitation. In: Vogt MT (Hrsg) Schriftenreihe des Instituts für Kult. Infrastruktur Sachsen, Bd. 2. Dresden.
- Schildt N, Dockrell S (2000). The Prevalence of

- Injuries among pianists in music schools in Ireland. *Medical Problems of Performing Artists* 155–160.
- Schlaug G, Jäncke L, Huang Y, Staiger JF, Steinmetz H (1995). Increased corpus callosum size in musicians. *Neuropsychologica* 33(8): 1047–1055.
- Schlaug G, Jäncke L, Huang Y, Steinmetz H (1995). In vivo evidence of structural brain asymmetry in musicians; *Science* 267: 699–701
- Schmale H, Schmidke H (1985). Der Orchester-musiker: seine Arbeit und seine Belastung. Schott Music, Mainz.
- Schnorrenberger CC (1991). Körpergefühl beim Musizieren. *Das Orchester* 9: 966–978.
- Schugt M (2008). Die physiotherapeutische Musikersprechstunde – eine exemplarische Darstellung anhand von Kasuistiken. Bachelor-Arbeit an der FH Osnabrück, WS 2007/2008.
- Schuppert M, Altenmüller E (1999). Berufsspezifische Erkrankungen bei Musikern. *Versicherungsmedizin* 51(4): 173–179.
- Schuppert M, Altenmüller E (2000). Berufsspezifische Erkrankungen bei Musikern. *Das Orchester* 5: 24.
- Seidel EJ, Fischer A, Loosch E, Altenmüller E, Lange E (2002). Fokale Dystonie bei einer 21jährigen Querflötistin: Diagnostik, Therapie, Rehabilitation – Fallstudie. *Musikphysiologie und Musikermedizin* 9(2): 61–64.
- Seidel E (1998). Vergleichende Studie zu klinisch relevanten Belastungsfaktoren und Belastungskomplexen bei Musikstudenten und Berufsmusikern. Vortrag, 6. Internationaler Kongress für Musikermedizin und Musikphysiologie, Berlin.
- Seidel E (2005). Skript zur Vorlesungsreihe: Musikermedizin und Musikphysiologie an der Hochschule für Musik „Franz Liszt“, Weimar.
- Shan G, Visentin P (2003). A Quantitative Three-dimensional Analysis of Arm Kinematics in Violin Performance. *Medical Problems of Performing Artists* 18: 3–10.
- Skarabis P (2005). Der gesunde Musiker: Trainingsprogramme für Beruf und Hobby. Henschel-Verlag, Berlin.
- Spahn C, Richter B, Altenmüller E (2011). MusikerMedizin, Diagnostik, Therapie und Prävention von musikerspezifischen Erkrankungen. Schattauer Verlag, Stuttgart.
- Spahn C, Strukely S, Lehmann A (2004). Health conditions, attitudes toward study and attitude toward health at the beginning of university study: music students in comparison with other student populations. *Medical Problems of Performing Artists* 19(1): 26–33.
- Spahn C, Richter B, Zschocke L (2002). Health attitudes, preventive behaviour and playing-related health problems among music students. *Medical Problems of Performing Artists* 17(1): 22–28.
- Spahn C, Richter B, Zoschke L (1998). Musikerspezifische Belastungen, Einstellungen zur eigenen Gesundheit und Selbstaufmerksamkeit bei Musikstudenten. Eine Fragebogenstudie an der Freiburger Musikhochschule, Vortrag, 6. Internationaler Kongress für Musikermedizin und Musikphysiologie, Berlin.
- Spahn C (2006). Gesundheit für Musiker - Entwicklung des Freiburger Präventionsmodells. Projektverlag, Bochum Freiburg.
- Steinmetz A, Möller H, Seidel W, Rigotti T (2012). Playing-related musculoskeletal disorders in music students-associated musculoskeletal signs. *Eur J Phys Rehabil Med* 48(4): 625–633.
- Steinmetz A, Ridder PH, Reichelt A (2003). Caniomandibuläre Dysfunktionen als ein Einflussfaktor für die Entstehung von Überlastungsbeschwerden bei Geigern. *Musikphysiologie und Musikermedizin* 14(1): 12–16.
- Stöppler F (2009). Physiotherapie und Berufsmusiker – Eine Bedarfsanalyse. *Musikphysiologie und Musikermedizin* 16(1): 51–52.
- Thomas K, McCann P (2002). Shoulder Pain in Musicians. *Music and Medicine* 2(2): 89–93.
- Thunemann K (1995). Probleme des Fagottspiels. In: Wagner C (Hrsg.) Medizinische Probleme bei Instrumentalisten. Ursachen und Prävention, Laaber-Verlag, Laaber.
- Tubiana R, Chamagne P (2005). Functional anatomy of the hand/Movements of the fingers/ Fundamental positions for instrumental musicians. *Medical Problems of Performing Artists* 20: 4.
- Türk-Espitalier A (2008). Funktioneller Beckenschiefstand bei Pianisten – Welcher Einfluss hat die Pedaltätigkeit auf das ISG? *Musikphysiologie und Musikermedizin* 15(2): 67–71.
- Turner-Stokes L, Keith R (1999). Three-dimensional motion analysis of upper limb movement in the bowing arm of string-playing musicians. *Clinical Biomechanics* 14(6): 426–433.
- Voight ML, Thomson BC (2000). The Role of the Scapula in the Rehabilitation of Shoulder Injuries. *Journal of Athletic Training* 35(3): 364–372.
- von Piekartz H (2009). Neuromuskuloskeletale Management of Parafunctional Activities. In: Selvaratham (Hrsg.), Headache, Bruxism and Beyond. Elsevier, Edinburgh.
- von Piekartz H (2008). Forschung zum Konzept. In: Bucher-Dollenz G, Wiesner R, Blake R, Hengeveld E, Jeangros P, Schöb Mezzanotte V, Stam H, von Piekartz H, Westerhuis P (Hrsg.) Therapiekonzepte in der Physiotherapie, Maitland. Thieme-Verlag, Stuttgart New York.
- von Piekartz H (2007). Craniofacial Pain. Neuro-muskuloskeletale Assessment, Treatment and Management. Elsevier-Verlag, Edinburgh.
- von Piekartz H (2005a). Kiefer, Gesichts- und Zervikalregion. Neuromuskuloskeletale Untersuchung, Therapie und Management, Thieme-Verlag, Stuttgart.
- von Piekartz (2005b). Untersuchung und Behandlung des kranialen Nervengewebes am Beispiel des N. Accessorius. *Manuelle Therapie*.
- von Piekartz (2005c). The craniocervical and mandibular region from a Manual therapy perspective, Phd-Thesis. Staffordshire University (UK).
- von Piekartz (2004). Neuropathische Gesichtschmerzen. Und was jetzt? ICCMO Kompendium. Int. Coll. of Cranio-Mand.-Orhopedic (ICCMO), Erlangen.
- von Piekartz H (2001). Kraniofaziale Dysfunk-

- tion und Schmerzen. Untersuchung – Beurteilung – Management. Thieme-Verlag, Stuttgart.
- von Piekartz H, Bryden L (2000). Craniofacial dysfunction and pain. *Manual Therapy, Assessment and Management*. Butterworth-Heinemann, Oxford.
- Wagner C (1995). Medizinische Probleme bei Instrumentalisten – Ursachen und Prävention, Band 8 der Publikationen der Hochschule für Musik und Theater Hannover. Laaber-Verlag.
- Wasmer C, Eickhoff F (2011). Vergleichende Untersuchungen zur Spielbewegung bei Geigern. Band 7 der Freiburger Beiträge zur Musikermedizin, Projekt Verlag, Bochum/Freiburg.
- Wolff D, Gutzwiller J (2010). Kein Himmel voller Geigen. *Physiopraxis* 06/10.
- Yagisan N (2009). Evaluation of Three-Dimensional Motion Analysis of the Upper Right Limb Movements in the Bowing Arm of Violinists Through a Digital Photogrammetric Method. *Medical Problems of Performing Artists* 24: 181–184.
- Zalpour C (2010a). *Anatomie, Physiologie für die Physiotherapie*, 3. Aufl. Elsevier-Verlag, München.
- Zalpour C (2010b). *Springer Lexikon Physiotherapie*, Springer-Verlag, Heidelberg.
- Zaza C, Charles C, Muszynski A (1998). The meaning of playing-related musculoskeletal disorders to classical musicians. *Soc Sci Med* 47(12): 2013–2023.
- Zaza C, Farewell VT (1997). Musicians' playing-related musculoskeletal disorders: An examination of risk factors. *American Journal of Industrial Medicine* 32(3): 292–300.
- Zaza C (1992). Playing related health problems at a Canadian music school. *Medical Problems of Performing Artists* 7(2): 48–51.
- Zetterberg C, Backlund H, Karlsson J, Werner H, Olsson L (1998). Musculoskeletal Problems among Male and Female Music Students. *Medical Problems of Performing Artists* 13: 160–166.