

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Medizinischen Fakultät der Charité - Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

**EINFLUSS VON OKKLUSIONSVERÄNDERUNGEN AUF DIE MIT DEM FORMETRIC[®]-SYSTEM BZW.
MANUELL UNTERSUCHTE FUNKTION DER WIRBELSÄULE**

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae dentariae (Dr. med. dent.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Afschin Oraki-Roschanpur

aus Masjedsoleiman/Iran

Gutachter: 1. Prof. Dr. W. B. Freesmeyer

2. Prof. Dr. A. Bumann

3. Priv.- Doz. Dr. M. O. Ahlers

Datum der Promotion: 19.11.2010

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG | 1 |
| 1.1 | KRANIOMANDIBULÄRE DYSFUNKTION | 3 |
| 1.1.1 | <i>Definitionen und Epidemiologie</i> | 3 |
| 1.1.2 | <i>Diagnostik</i> | 4 |
| 1.2 | WECHSELWIRKUNGEN ZWISCHEN STOMATOGNATHEM SYSTEM UND BEWEGUNGSAPPARAT | 5 |
| 1.3 | FUNKTIONELL ORIENTIERTE UNTERSUCHUNGSVERFAHREN..... | 7 |
| 1.3.1 | <i>Manuelle Medizin</i> | 7 |
| 1.3.2 | <i>Technische Rückenformanalyse</i> | 15 |
| 1.4 | FRAGESTELLUNG DER VORLIEGENDEN UNTERSUCHUNG | 23 |
| 2 | MATERIAL UND METHODEN | 24 |
| 2.1 | VERSUCHSPERSONEN..... | 24 |
| 2.2 | UNTERSUCHUNGSMETHODEN | 24 |
| 2.2.1 | <i>Manuell-medizinische Untersuchung</i> | 24 |
| 2.2.2 | <i>Formetric®-Untersuchung</i> | 25 |
| 2.3 | STATISTISCHE AUSWERTUNG | 28 |
| 3 | ERGEBNISSE | 29 |
| 3.1 | MANUELL-MEDIZINISCHE UNTERSUCHUNG | 29 |
| 3.1.1 | <i>Stichprobenbeschreibung</i> | 29 |
| 3.1.2 | <i>Einfluss der okklusalen Intervention</i> | 31 |
| 3.2 | FORMETRIC®-ANALYSE | 34 |
| 3.2.1 | <i>Stichprobenbeschreibung</i> | 34 |
| 3.2.2 | <i>Statistische Analyse bei okklusaler Intervention</i> | 36 |
| 4 | DISKUSSION | 39 |
| 5 | ZUSAMMENFASSUNG | 45 |
| 6 | SUMMARY | 46 |
| 7 | LITERATURVERZEICHNIS | 47 |
| 8 | ANHANG | 55 |
| 8.1 | VERZEICHNIS DER TABELLEN UND ABBILDUNGEN..... | 55 |
| 8.2 | TABELLARISCHE DARSTELLUNG DER MANUELL-MEDIZINISCHEN BEFUNDE..... | 56 |
| 8.3 | BEISPIELE VON FORMETRIC®-BEFUNDEN..... | 64 |
| 9 | DANKSAGUNG | 69 |
| 10 | LEBENS LAUF | 70 |
| 11 | ERKLÄRUNG | 72 |

1 Einleitung und Problemstellung

Rückenschmerzen gehören zu den verbreitetsten gesundheitlichen Beeinträchtigungen und stellen in Deutschland und international eine der häufigsten Ursachen der Arbeitsunfähigkeit dar (ZIMMERMANN 2004). Etwa 10 % der betroffenen Patienten können nicht innerhalb von 3 Monaten die Arbeit wiederaufnehmen (DU BOIS et al. 2009); insbesondere dieser chronische Rückenschmerz verursacht erhebliche gesellschaftliche Gesamtkosten (MERKESDAL und MAU 2005). Dabei setzt sich zunehmend eine systemische Sichtweise der wirbelsäulennahen Schmerzsyndrome durch, die unter anderem auch das stomatognathe System an zentraler Stelle involviert (FINK et al. 2002, 2003, SCHUPP 2003).

Arthrogene kranio-mandibuläre Dysfunktionen (**cranio-mandibular dysfunction**, CMD) sind durch eine pathologische Diskus-Kondylus-Relation, ein Remodelling der Knochenhartsubstanz sowie deren degenerative Veränderung gekennzeichnet, die klinischen Zeichen und Symptome umfassen Palpationsschmerz im Bereich des Kiefergelenks und konsekutiv auch in der Kaumuskulatur, knackende oder reibende Gelenkgeräusche sowie eine eingeschränkte Unterkiefermobilität (FREESMEYER 2000, 2001a, b, c, ERNST und FREESMEYER 2008). Die Ätiologie der CMD wird als multifaktoriell angesehen (FINK et al. 2002), wichtige Faktoren sind etwa eine übermäßige Belastung des Kiefergelenks als Folge des Verlusts der posterioren Abstützung im Seitenzahnbereich, parafunktionale Aktivität und rheumatische Erkrankungen (KONONEN et al. 1992, FREESMEYER 2000, 2001a, b, c, NITZAN 2003, SEEDORF et al. 2004, FUJIMURA et al. 2005, ERNST und FREESMEYER 2008).

Der multifaktoriellen Pathogenese entsprechend müssen die therapeutischen Konzepte interdisziplinär sein. Diese interdisziplinäre konservative Behandlung beinhaltet eine Kombination von Schienen-, pharmakologischer und physikalischer Therapie. In der Schienentherapie werden verschiedene Typen von Stabilisierungs-, Repositionierungs- oder Entspannungs-Schienen angewendet (z. B. TECCO et al. 2006).

Zusammenhänge zwischen kranio-mandibulärem und kraniovertebralem System sind zweifelsfrei vorhanden und können potentiell auch in der Diagnostik genutzt werden (SCHUPP 2005, SCHUPP und SÄCKLER 2005), sie sind allerdings nicht gesetzmäßig und auch nicht unumstritten (FINK et al. 2003). Die Auseinandersetzung mit Form und Funktion der Wirbelsäule und ihren Beziehungen zum kranio-mandibulären System sind zentrale Themen in der modernen Orthopädie, Kieferorthopädie und Zahnheilkunde. Im

Vordergrund steht dabei die Diagnostik von (funktionellen) Fehlstellungen und (strukturellen) Fehlhaltungen. Voraussetzung für die Qualitätskontrolle aktueller Behandlungskonzepte, etwa der intraoralen Schienentherapie, ist dabei eine möglichst objektive Beobachtung des Verlaufs von Haltungsformen. Nur durch deren sorgfältige Dokumentation kann die Diagnostik und die Therapie solcher Fehlhaltungen optimiert werden (ERNST und FREESMEYER 2008).

Während *strukturelle* Störungen an Knochen und auch Weichgeweben heute durch moderne Bildgebung relativ gut diagnostiziert werden können (z. B. FREESMEYER 2000, VAHLENSIECK et al. 2002, SCHMITTER et al. 2008, ERNST und FREESMEYER 2008, WIESE et al. 2008), gibt es für die Diagnostik der *funktionellen* Einflüsse des stomatognathen Systems auf die Statik und Motorik der Wirbelsäule und der Extremitäten (und *vice versa*) keine wirklich etablierte Methode.

Eine verbreitete diagnostische Modalität ist in diesem Zusammenhang die manuell-medizinische Untersuchung; im Unterschied zu herkömmlichen bildgebenden Verfahren erlaubt diese Methode eine *funktionelle* Analyse der Skelettgeometrie (SCHUPP 2001, ERNST und FREESMEYER 2008), hat aber den Nachteil, dass ihre Befunde stark untersucherabhängig sind und nur begrenzt objektiv dokumentiert und reproduziert werden können.

Um diesen Nachteil auszugleichen, wurde versucht, die funktionellen Wechselwirkungen objektiv messbar zu machen; eines der Verfahren, die in diesem Zusammenhang zum Einsatz kommen, ist die Rasterstereographie (DRERUP et al. 2001). Ähnlich wie die manuell-medizinische Untersuchung erlaubt diese Methode eine funktionelle Analyse der Skelettgeometrie, hat aber gegenüber den ebenfalls funktionell orientierten manualmedizinischen Untersuchungsverfahren den Vorteil, dass ihre Befunde objektiv dokumentiert und reproduziert werden können. Für den Einsatz dieser Methode im Rahmen der Evaluation von Patienten mit Schmerzsyndromen von Gesicht, Kopf und Hals und/oder Wirbelsäule wäre allerdings zu fordern, dass okklusale Änderungen sich auch in entsprechenden Änderungen des rasterstereographischen Befundes manifestieren.

In der vorliegenden Arbeit wird vor diesem Hintergrund geprüft, wie sich kurzfristige Änderungen der Okklusion auf die Befunde der manuell-medizinischen Untersuchung sowie der Rasterstereographie auswirken, und die Eignung beider Verfahren in der Evaluation von Patienten mit CMD diskutiert.

1.1 Kraniomandibuläre Dysfunktion

1.1.1 Definitionen und Epidemiologie

Es gibt verschiedene Schmerzphänomene im Gesicht, deren Symptome sich teilweise überschneiden können. Sehr häufig gehen Schmerzen von der Kaumuskulatur und dem Kiefergelenk aus; man spricht dann von sogenannten kraniomandibulären Schmerzen. Hinzu kommen Nervenschmerzen, etwa die Trigeminusneuralgie, Neuropathien oder der sogenannte atypische Gesichtsschmerz, sowie tumorbedingte Schmerzen. Bei kraniomandibulären Schmerzen leiden die Patienten unter Schmerzen der Kaumuskulatur, klagen über Störungen der Kieferbeweglichkeit und Gelenkgeräusche. Depressive Verstimmungen und weitere unspezifische Störungen können zusätzlich die Symptome verstärken.

Das kraniomandibuläre System (**cranio-mandibular system**, CMS) umfasst diejenigen Strukturen des Kopfes und des Halses, die an den vielfältigen Bewegungen des Unterkiefers bei den unterschiedlichsten Funktionen wie Sprechen, Kauen oder Singen beteiligt sind. Der Überbegriff kraniomandibuläre Dysfunktion (CMD) gilt für strukturelle, funktionelle, biochemische und psychische Fehlregulationen der Muskel- und Kiefergelenkfunktion.

Kraniomandibuläre Dysfunktionen (CMD) haben ihren Ursprung im kraniomandibulären System (CMS).

Der Ausdruck System bezeichnet ein komplexes Zusammenwirken vieler verschiedener Funktionsabläufe. Hierzu zählen im engeren Sinne das neuromuskuläre Kausystem, die Kiefergelenke und die Zähne.

Kaubewegungen sind nur dann ausführbar, wenn der Oberkiefer beim Kieferschluss stabilisiert wird (FREESMEYER 2000, ERNST und FREESMEYER 2008). Aus diesem Grund sind viele Autoren wie GARTEN (2000) und MARX (2000) der Meinung, dass das CMS unmittelbar mit dem kraniozervikalen System (**cranio-cervical system**, CCS) verbunden ist.

Die Häufigkeit einer kraniomandibulären Dysfunktion (CMD) in den 70er Jahren in den skandinavischen Ländern wurde durch die statistischen Auswertungen systematischer Untersuchungen des kraniomandibulären Systems (CMS) untersucht. Die Untersuchun-

gen von AGERBERG und ÖSTERBERG (1974) und HANSSON und ÖBERG (1971) ergaben, dass bei 10 bis 79 % des untersuchten Kollektivs Symptome einer kranio-mandibulären Dysfunktion (CMD) festzustellen waren.

Auch spätere Untersuchungen durch ALSTERGREN et al. (1999) und BRUNZEL (2000) und viele andere bestätigten diese Befunde als Minimalwerte je nach untersuchter Population.

Statistisch gesehen bedeutet das, dass mindestens jeder zehnte „neue Patient“ Symptome einer CMD aufweist. Symptome dürfen selbstverständlich nicht mit dem „Vollbild“ einer CMD gleichgesetzt werden, aber sie sollten auch diagnostisch nicht übersehen werden. Durch korrekte Diagnose, besonders im Anfangsstadium bei Kindern im Alter von 5-9 Jahren, lassen sich Symptome einer CMD mit großer Sicherheit erfolgreich behandeln.

1.1.2 Diagnostik

Die Abgrenzung der verschiedenen Formen von Schmerzen im Gesicht ist nicht immer einfach. Eine klassische Trigeminusneuralgie ist in den meisten Fällen relativ einfach zu diagnostizieren: Die Betroffenen leiden unter starken einschießenden Schmerzattacken, die wenige Sekunden bis Minuten andauern können. Zwischen diesen Attacken sind die Patienten schmerzfrei. Zumeist werden die Anfälle über Berührungsreize in so genannten Triggerzonen, bestimmten Punkten im Gesicht, oder mechanisch durch Kauen oder Sprechen ausgelöst. Weniger spezifische Schmerzsyndrome dagegen sind erheblich schwieriger diagnostisch zu erfassen (ERNST und FREESMEYER 2008).

Die Diagnostik im kranio-mandibulären System besteht hauptsächlich aus 3 Säulen, unterteilt nach den Ursachen der Beschwerden, die am häufigsten im kranio-mandibulären System auftreten. So unterscheidet man Dysfunktionen und Schmerzphänomene mit:

1. dento-okklusaler Ursache
2. myogener Ursache
3. arthrogener Ursache.

Man findet bei den meisten Patienten Symptome von Mischformen. Es gibt aber immer eine primäre Ursache, trotzdem sind die anderen Funktionskreise mehr oder minder stark beteiligt.

Nach der Definition der Deutschen Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und Therapie (DGFDT) in der DGZMK ist eine CMD definiert als eine systemische Muskel- und Nervenkrankung des Kopf-Schulterbereichs, die überwiegend durch falsch stehende Zähne, Zwangsbissführung und einen falschen Biss verursacht wird. Zwangsbissführungen und Hebelmomente der Okklusion verursachen im Rahmen dieses Syndroms die verschiedensten Formen der Muskelverspannungen und Schmerzen im Kopf-Schulterbereich sowie Kiefergelenkkompressionen mit Kiefergelenkknacken, Kiefergelenkschmerzen, Kiefergelenkdeformationen und darüber hinaus unterschiedlichen systemischen Folgeerscheinungen¹.

Die Okklusion, die im Rahmen dieses Modells eine zentrale Funktion hat, wird bestimmt durch das Höckerfurchenrelief und die Stellung der Mandibula zum Schädel. Damit ist auch der Einfluss zum gesamten dorsalen und ventralen muskulären Halteapparat denkbar, und die Fehlstellung der Mandibula kann mitverantwortlich für Probleme im Halte- und Bewegungssystem sein.

1.2 Wechselwirkungen zwischen stomatognathem System und Bewegungsapparat

Es ist bekannt, dass die stomatognathen Verhältnisse Auswirkungen auf die statischen und dynamischen Funktionen des Bewegungsapparates ausüben, ohne dass allerdings bis jetzt die Natur dieser hoch komplexen Wechselwirkung schlüssig und im Detail aufgeklärt wäre (SCHUPP 2005).

Bereits NOBILI und ADVERSI (1996) zeigten in einem Versuch auf einem Balancebrett, dass Probanden mit Klasse II-Malokklusionen (Retrognathie) zu einer nach vorn geneigten, Probanden mit einer Angle-Klasse III (Prognathie) dagegen zu einer nach hinten geneigten Haltung tendieren, und demonstrierten damit den Einfluss der Okklusion auf die Körperhaltung. Nicht nur die Anomalie selbst, sondern auch das Tragen kiefer-

¹ <http://www.dgfdt.de>

orthopädischer Apparaturen übt nach einer Untersuchung von MIRALLES et al. (1997) einen deutlichen, radiographisch messbaren Einfluss auf die Kopfhaltung aus.

NICOLAKIS et al. (2000) zeigten bei Patienten mit CMD gegenüber Kontrollpersonen eine Vielzahl stärker ausgeprägter Störungen der Rumpffunktion, und YOSHINO et al. (2003) beschrieben bei Abrasionen eine Seitwärtsneigung des Kopfes zur Gegenseite; dies bestätigte frühere Berichte über zervikospinale Syndrome bei Patienten mit CMD, etwa von HUGGARE und RAUSTIA (1992). Bereits ZUÑIGA et al. (1995) sowie ORMEÑO et al. (1997) wiesen anhand elektromyographischer Untersuchungen darauf hin, dass die Wechselwirkung zwischen CMD und der Muskulatur des Stammes keine einseitige ist.

FINK et al. (2002) konnten zeigen, dass bei Patienten mit CMD, die keinerlei Symptomatik im Nackenbereich zeigten, dennoch deutliche asymptotische Dysfunktionen im Bereich der Halswirbelgelenke und eine vermehrte Druckschmerzhaftigkeit der Muskulatur zu beobachten waren und empfahlen als Konsequenz bei allen Patienten mit einer CMD eine gründliche Evaluation der HWS.

Es gibt zudem eine ganze Reihe von Untersuchungen, die Reaktionen auf eine experimentelle okklusale Intervention in der Muskulatur von Kopf und Hals, Rumpf und Extremitäten zeigen (z. B. FINK et al. 2003, D'ATTILIO et al. 2005, SFORZA et al. 2006, SAKAGUCHI et al. 2007); nach einer Untersuchung von BERGAMINI et al. (2008) trägt bei asymptotischen Probanden mit okklusalen Anomalien die experimentelle Herstellung symmetrischer Verhältnisse zu einer Harmonisierung der Aktivität der Stammesmuskulatur bei. SAKAGUCHI et al. (2007) zeigten darüber hinaus, dass auch umgekehrt die Bewegung der Füße die okklusalen Verhältnisse beeinflusst. Bislang ist es allerdings noch nicht gelungen, diese Wechselwirkungen im Sinne eines halbwegs einheitlichen Ursachen-Wirkungs-Konzepts zu operationalisieren.

Dennoch verdichten sich in den letzten Jahren die Hinweise darauf, dass es sinnvoll ist, bei der Evaluation von Patienten mit CMD das spinale System in ganzer Länge mit einzubeziehen (SLAVICEK 2000, AHLERS und JAKSTAT 2001, FINK et al. 2003, SCHUPP 2005).

Es ist daher naheliegend, die Wechselwirkungen zwischen stomatognathem und spinalem System für die Diagnostik kranio-mandibulärer Störungen einzusetzen, indem die Reaktion des Rumpfes auf okklusale Interventionen betrachtet wird; dies ist Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

1.3 Funktionell orientierte Untersuchungsverfahren

1.3.1 Manuelle Medizin

Differentialdiagnostisch ist an eine Myoarthropathie zu denken, wenn die Schmerzen durch Unterkieferbewegungen, wie z. B. beim Kauen oder Gähnen, ausgelöst werden oder die oben erwähnten typischen Kiefergelenksymptome vorliegen. Oft fehlt aber dieser diagnostisch relevante Zusammenhang, und die Patienten klagen lediglich über spontane, Minuten bis Stunden oder sogar Tage andauernde Gesichtsschmerzen.

Die Myoarthropathie verursacht weder hinsichtlich des Zeitmusters noch der Lokalisation ein präzise definiertes Schmerzbild. Der Schmerz wird nicht nur im Bereich der Kiefergelenke, also präaurikulär oder im Gesicht empfunden, sondern er kann in weit entfernte Areale wie in den Kopf- und Nackenbereich ausstrahlen. Dies ist vor allem für die myofaszialen Schmerzen der Fall.

Die Kiefergelenke werden von den *Nn. auriculotemporalis, massetericus, temporales* und den Ganglien der dorsalen Wurzeln von C2-C5 innerviert. Der *N. auriculotemporalis* aus dem hinteren Stamm des *N. mandibularis* spaltet sich in die *Rr. temporales superficiales* für die Haut und die Faszien der Schläfe und die benachbarte Kopfhaut. Er innerviert mit seinen Ästen nicht nur das Kiefergelenk, sondern auch den äußeren Gehörgang und das Trommelfell. Insofern hält sich der myopathische Schmerz nicht an radikuläre bzw. segmentale Grenzen. Hingegen werden Schmerzen, die vom Kiefergelenk selbst kommen, eher im Kiefergelenkbereich, oft aber auch im Ohr lokalisiert und empfunden. Die afferenten Fasern stammen aus dem *N. mandibularis* des *N. trigeminus*. Daher sind die Gelenkkapsel, das *Lig. laterale* und vor allem die bilaminäre Zone mit dem *Genu vasculosum* innerviert. Die sympathische Versorgung der Kiefergelenke erfolgt über das *Ganglion cervicale superius* und *Ganglion stellatum*. Neben der vasomotorischen Wirkung gibt es Hinweise darauf, dass das sympathische Nervensystem bei der Schmerzperzeption eine Rolle spielt. Neuropeptide A und Substanz P veranlassen eine Freisetzung von Prostaglandinen, die ihrerseits die Sensibilität der Schmerzrezeptoren erhöht (CHEN und TURNER 1992, CASATI et al. 1999, BUMANN und LOTZMANN 2000).

Der Schmerz ist meistens einseitig oder, falls beidseitig, auf einer Seite betont. Er wird als dumpf, ziehend, stechend, gelegentlich aber auch als brennend beschrieben. Zeitweilig ist er am Morgen beim Erwachen am stärksten und nimmt im Laufe des Tages

ab, aber auch ein umgekehrter Verlauf kann vorkommen. Im ersten Fall wird er als Folge einer Überbeanspruchung der Kaumuskulatur durch nächtliches Zähnepressen und/oder Zähneknirschen, im zweiten durch Zähnepressen während des Tages erklärt (MUMFORD 1989, WIDENFALK und WIBERG 1990, YOSHINO et al. 1998).

Eine optimale Okklusion besteht laut KOPP et al. (2000a) aus einem symptomfreien und gesunden Gelenk. Okklusion wird definiert durch den Zusammenbiss der Zähne und wird aufgeteilt in eine statische und eine dynamische Okklusion. Eine statische Okklusion besteht nach der Definition der DGZMK in Zahnkontakten ohne Bewegung des Unterkiefers in Interkuspitation.

Okklusionsmerkmale sind kleine punktförmige (A-, B-, C-) Kontakte (Abbildung 1) im Seitenzahnbereich in der zentrischen Relation (ZR), während die Schneidezähne gleichzeitig diskludieren. Eine dynamische Okklusion beinhaltet eine laterotrusive (Seitwärtsbewegung) Führung über die Eckzähne, selten auch noch gleichzeitig über die Schneidezähne, während im Seitenzahnbereich weder Führungskontakte noch Balancekontakte zu finden sind.

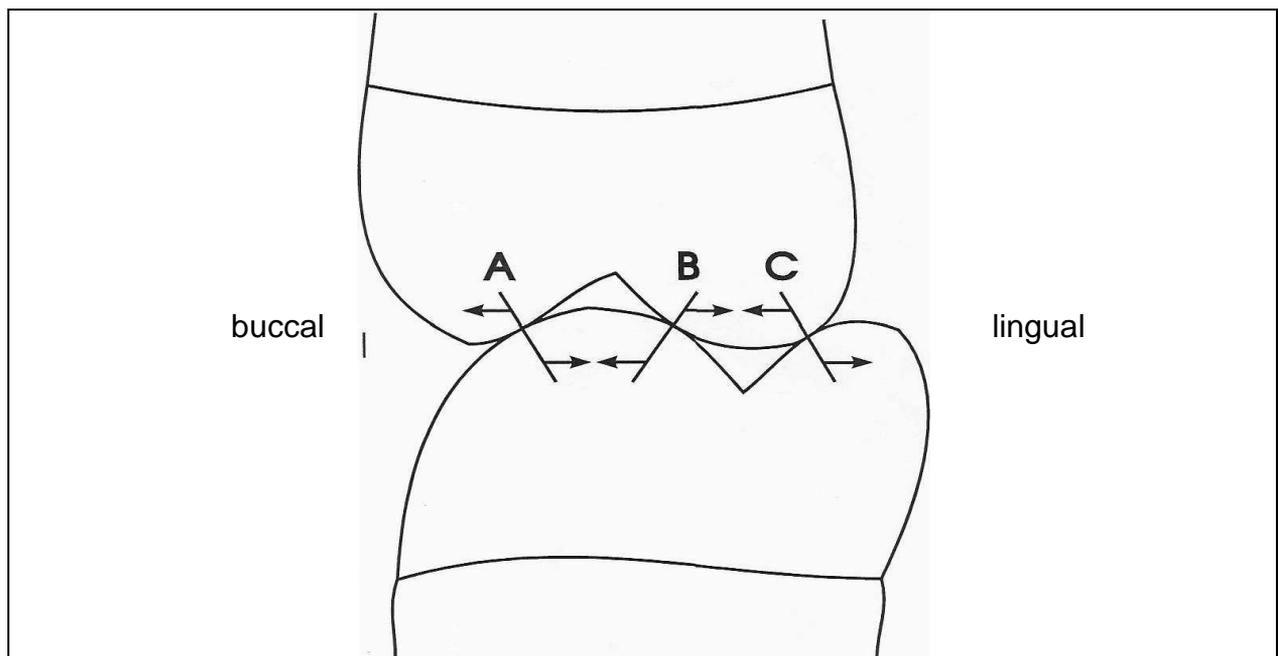


Abbildung 1: Punktförmige A-, B-, C-Kontakte im Seitenzahnbereich (GUTOWSKI 2001)

Wichtigste Aussage ist, dass die Okklusion gelenkschonend gestaltet sein muss. Dies bedeutet, dass sowohl in statischer Okklusion als auch in dynamischer Okklusion keine auf das Kiefergelenk rückwirkende Kräfte auftreten dürfen.

Der Grund hierfür liegt darin, dass der Kondylus nur nach anterior einen großen, nach lateral einen geringen, nach medial und dorsal aber praktisch keinen „Kompensationsraum“ hat.

Da die Rolle der Okklusion im Rahmen einer kranio-mandibulären Dysfunktion immer wieder diskutiert wurde, haben KOPP et al. im Jahr 2000 (b) darauf hingewiesen, dass störende Einflüsse selten auf den Ort des Geschehens – z. B. auf die Kaufläche eines Zahnes – beschränkt bleiben, sondern das gesamte kybernetische System beeinflussen. Bei der Überbelastung nach medial oder dorsal hat der Kondylus wegen der ihn umgebenden knöchernen Strukturen keine Möglichkeit auszuweichen. Okklusale Kräfte, die rückwirkend auf das Kiefergelenk einwirken, stören zuerst die Versorgungsstrukturen des Kiefergelenkes, die über die bilaminäre Zone erfolgt. Bei weiterem Fortschreiten werden der meniskotemporale und der meniskokondyläre Bandapparat zerstört, und es kommt zur irreversiblen Verlagerung des Diskus und des Kondylus.

Die Ursachen einer primär dento-okklusalen Funktionsstörung sind meistens Störungen der statischen und der dynamischen Okklusion sowie Parafunktionen. Zurückwirkende Kräfte schädigen auch die Muskeln, die versuchen, diesen Kräften entgegenzuwirken. Der *M. pterygoideus lateralis* leistet dabei die Hauptarbeit, in der zweiten „Abwehrlinie“ gegen rückwirkende Kräfte stehen *M. masseter pars superior* und *M. pterygoideus medialis* (Abbildung 2 bis Abbildung 4).

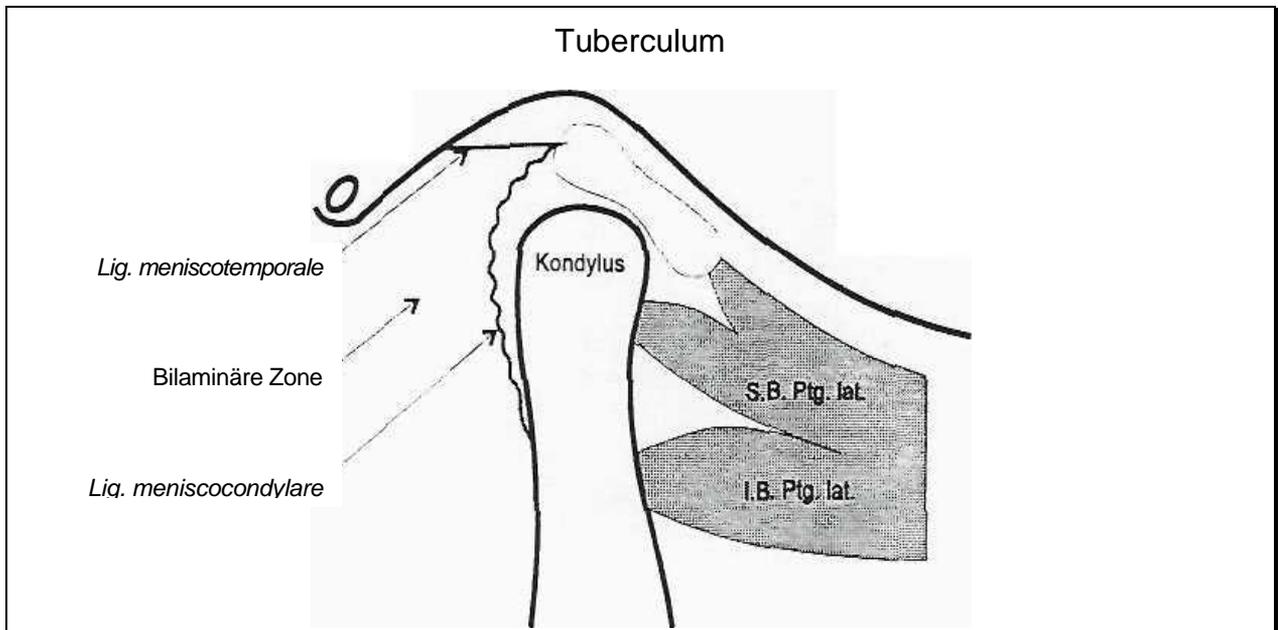


Abbildung 2: Schematische Darstellung einer normalen Kondylus-Diskus-Beziehung in einem gesunden Gelenk (GUTOWSKI 2001)

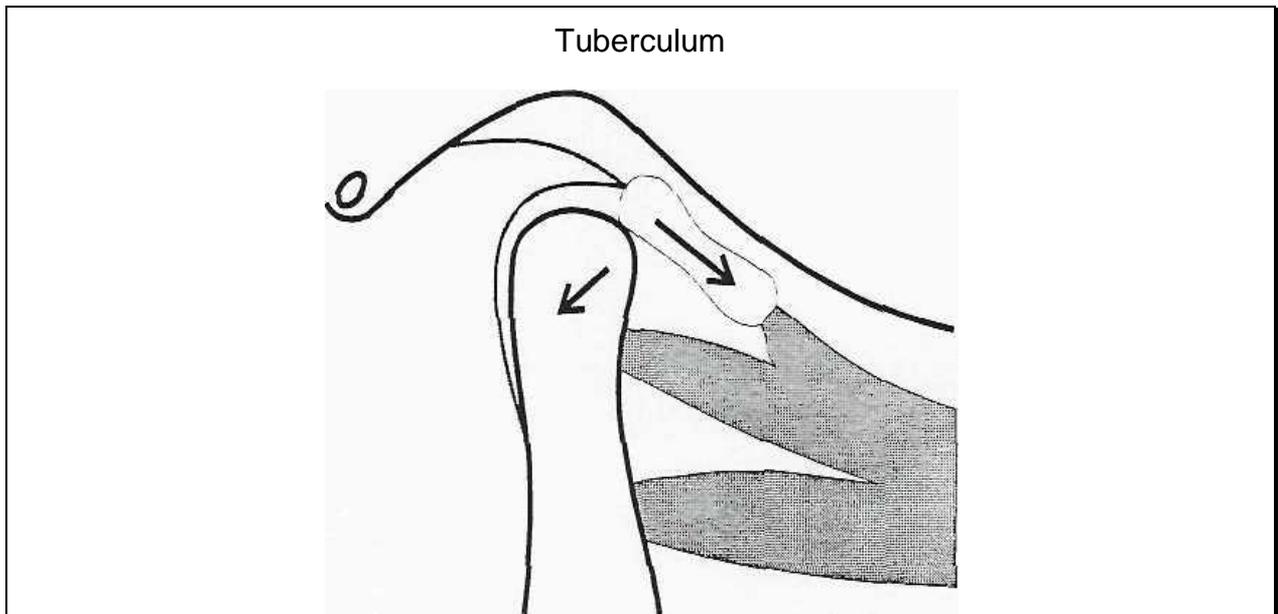


Abbildung 3: Inferiore Verlagerung des Kondylus mit anteriorer Verlagerung des Diskus und Kondylus-Position auf dem hinteren Rand des Diskus (GUTOWSKI 2001)

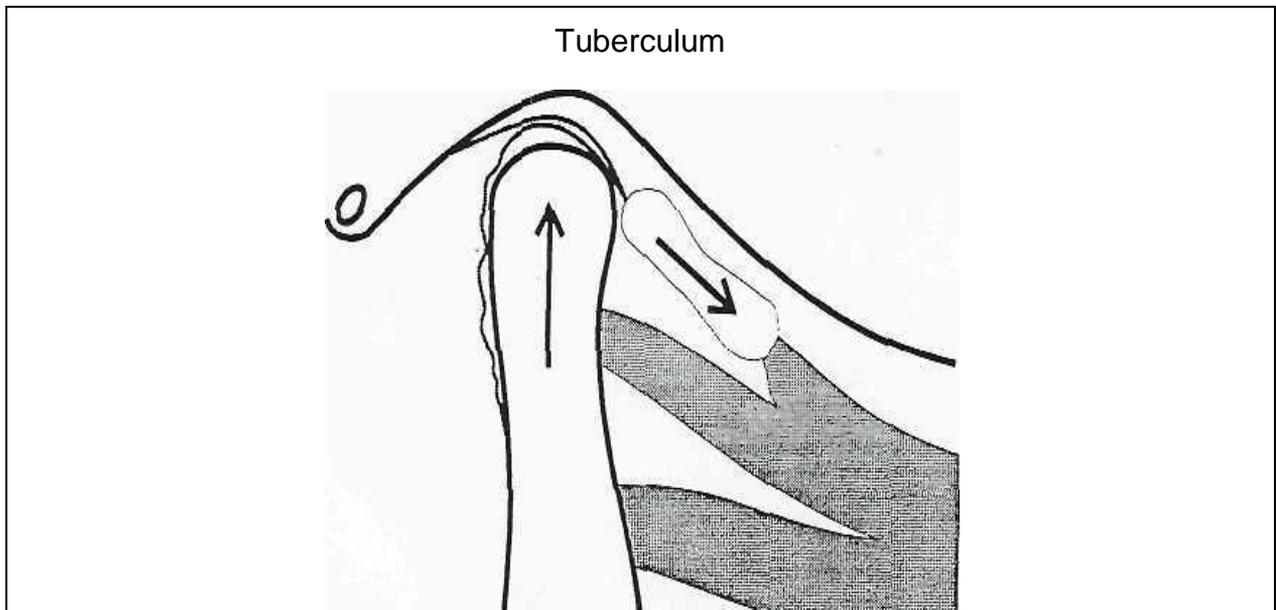


Abbildung 4: Superiore Verlagerung des Kondylus mit anteriorer Verlagerung des Diskus und Kondylen-Position auf den hinteren Bändern des Diskus (GUTOWSKI 2001)

Die Diagnose der Myoarthropathie stützt sich auf eine eingehende psychosoziale Anamnese und die Untersuchung des Kausystems, d. h. der Kiefergelenke, Kaumuskulatur, allgemeinen Gesichtspunkten der Inspektion, Palpation und Funktionsprüfung der Unterkiefermobilität.

Im Speziellen geht es darum, nach Leitsymptomen einer Myoarthropathie zu suchen. Dazu gehören Druckschmerzhaftigkeit von Kiefergelenken und/oder Kaumuskeln sowie eine eingeschränkte bzw. schmerzhaftige Unterkieferbeweglichkeit. Um diese Symptome besser zu erfassen, muss man wie folgt bei den Untersuchungen vorgehen:

Ablauf der Diagnose nach Schupp

A: Anamnese

B: Eingangsd Diagnose

I Inspektion des Mundes

II: Untersuchung der Kiefergelenke

III: Kieferöffnung und Exkursionsbewegungen

Die Kieferöffnung beträgt normalerweise ca. 40-50 mm. Keine Seitenabweichung (Deviation) bei der Öffnungs- und Schließbewegung, schmerzfreie, seitengleiche und nicht eingeschränkte Exkursionsbewegungen.

IV: Palpation der Kiefergelenke lateral der Kondylen und im Gehörgang:

Kein Knacken und Reibgeräusche bei der Palpation. Seitengleiche Bewegung und schmerzfreie bzw. nicht druckdolente Palpation

V: Endgefühl und Gelenk-Spieltechniken

Das passive Endgefühl beträgt ca. 2 mm und ist ligamentär und nicht schmerzhaft. Die dynamische Kompression und die dynamische Translation in Kompression und Pikkolotraktion sind schmerzfrei, ohne Knacken und Krepitation sowie seitengleich.

VI: Untersuchung der Muskulatur

VII: Gesichtssymmetrie:

Es werden die skelettale Mitte des Unterkiefers und die sagittale Lage der äußeren Gehörgänge sowie die Parallelität der Ohr-, Augen- und Unterkieferebenen geprüft.

VIII: Manuelle Diagnostik in der Peripherie:

Die Untersuchung beschäftigt sich damit, ob deszendierende Störungen, d. h. sich vom Kiefergelenk entwickelnden Störungen existieren. Die Untersuchungen werden zuerst in Ruhelage (Non-Okklusion) und dann in maximaler Interkuspitation (fester Biss) vorgenommen.

Gibt es verschiedene Ergebnisse zwischen Ruhelage und Interkuspitation bei den Analysen, so liegen deszendierende Störungen nahe.

IX: Beinlänge:

Unterschiede sind bedeutend für die Therapie, wenn Veränderungen auftreten zwischen Ruhelage und maximaler Interkuspitation

X: Variable Beinlänge

XI: „Leg-turn-in“-Test

XII: Patrik-Kubis-Test (mod. nach Marx)

XIII: Untersuchung mittels Applied-Kinesiology (AK):

Lokalisation der Kiefergelenke in Ruhelage, in maximaler Interkuspitation und bei der Unterkieferbewegung. Erhält man einen positiven Befund bei der Bewegung des Unterkiefers, werden gezielt der Bewegung entsprechende Muskel untersucht. Die AK-Untersuchung wird je nach Befund hinsichtlich struktureller, metabolischer und auch psychischer Störungen ergänzt.

XIV: Modellbefund im Artikulator

XV: Röntgendiagnostik/Magnetresonanztomographie

Wie bereits oben erläutert, können Kaubewegungen nur ausgeführt werden, wenn der Oberkiefer beim Kieferschluss stabilisiert wird. Daher ist das CMS unmittelbar mit dem kraniozervikalen System (CCS) oder kraniosakralen System (cranio-sacral system, CSS) verbunden. Umgekehrt gilt, dass Störungen im kraniozervikalen System oder im kraniosakralen System Dysfunktionen im kranio-mandibulären System auslösen können. Die Symptome wie Schmerz, Funktionseinschränkung, Missempfindungen, Geräusche im Kiefergelenk signalisieren eine kranio-mandibuläre (CMD) oder kraniozervikale Dysfunktion (CCD), d. h. der Patient klagt über Schmerzen an den Zähnen, im Gesicht, im Mund, in den Ohren und hinter den Augen (MCNEILL 1997, SCRIVANI et al. 2008).

Ein CMD oder CCD-Patient kann den Mund nicht mehr ganz öffnen, nicht mehr lange sprechen, nicht mehr ohne Anstrengung und/oder Schmerz schlucken, nicht mehr singen, hat eine raue Stimme; er klagt zudem häufig über Brennen im Kieferknochen, bohrenden Schmerz im Kiefer, Brennen im Mund, Taubheit der Zunge (MCNEILL 1997, SCRIVANI et al. 2008).

WACHSMANN (1960) konnte bei seinen Untersuchungen der Gebisse von skoliotischen Patienten mit schlaffer Körperhaltung und beim Vergleich dieser mit einer Kontrollgruppe feststellen, dass bei Patienten mit skoliotischer Fehlkrümmung der Wirbelsäule kein erhöhter Anteil von Dysgnathien nachweisbar war. Auffallend war hingegen der erhöhte Anteil von Gebissunregelmäßigkeiten bei Patienten mit schlaffer Körperhaltung.

BALTERS (1964) wies auf eine gemeinsame Ursache für Zahn-Kieferfehlstellungen und Körperfehlhaltungen hin.

SCHWARZ hat im Jahr 1926 einen Zusammenhang zwischen Kieferlage und Kopfhaltung festgestellt. Er beschrieb, dass bei Dorsalflexion des Kopfes der Unterkiefer zurückverlagert wird. Der Kondylus ruhe bei dieser Kopfhaltung im dorsalen Bereich der Fossa des Kiefergelenkes. Bei einer Ventralflexion komme es dagegen zu einer Vorverlagerung des Unterkiefers. Bei dieser Kopfhaltung sei der Kondylus im ventralen Bereich der Fossa zu finden. Nicht die Zahnstellung alleine ist für ihn entscheidend, sondern Kieferstellung, Kopfhaltung, Schlaflage und Atemfunktion bilden ein komplexes System bei der multikausalen Ätiologie der Dysgnathien.

GRESHAM und SMITHELLS fanden im Jahr 1954 heraus, dass die Kopf- und Hals-Region eine wichtige Rolle bei der Aufrechterhaltung des Körpergleichgewichtes spielen (Abbildung 5).

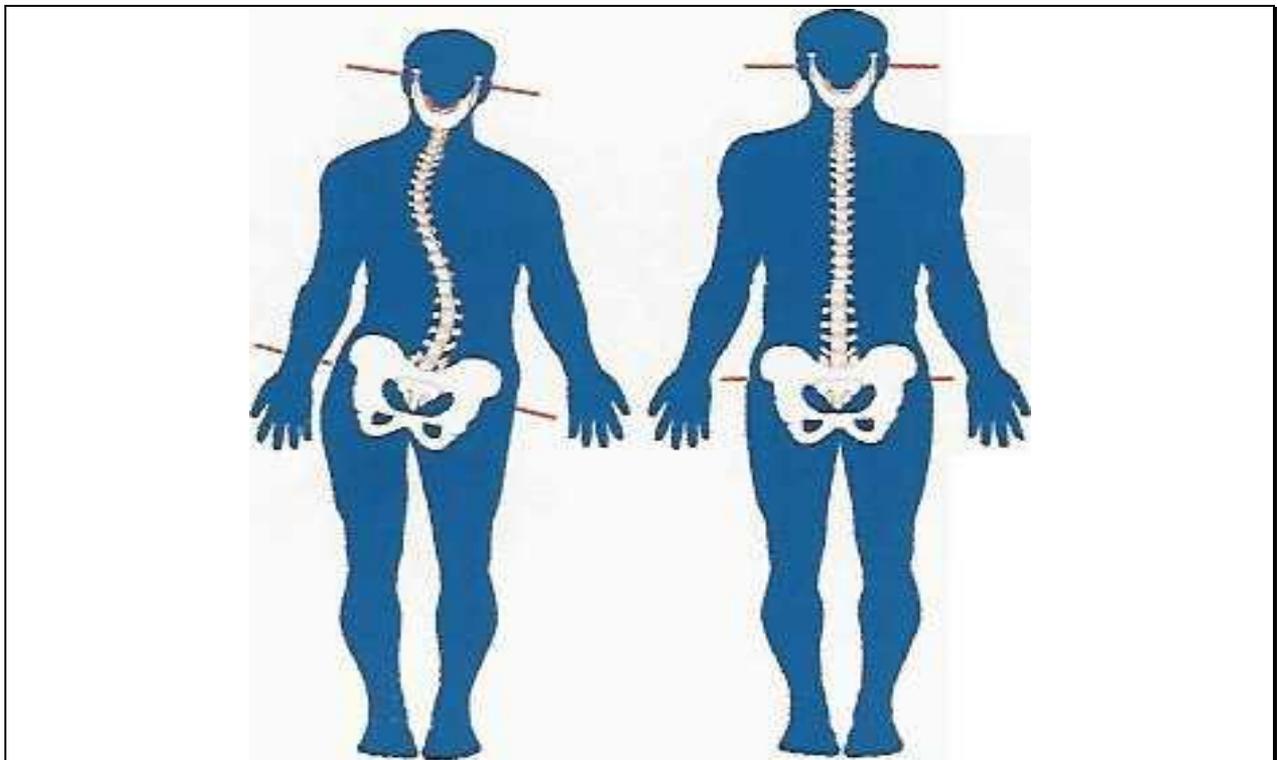


Abbildung 5: Schematische Darstellung des Stellenwerts von Kopf und Hals für die Körperhaltung (Abbildung von Dr. Werner Schupp)

Schon 1955 fand DUYZINGS heraus, dass ein Zusammenhang zwischen Kieferlage, *Os hyoideum* und Inklination der Halswirbelsäule besteht.

Die Unterkieferschließmuskeln, also die 3 Muskeln *M. masseter*, *M. temporalis* und *M. pterygoideus medialis*, die den Unterkiefer adduzieren, haben ihren Ursprung am knöchernen Schädel. Ihre einzige Aufgabe ist, den Unterkiefer zum Gesichtsschädel zu bewegen, also den Kiefer zu schließen.

Hingegen sind die Abduktion und die Translation komplexe und sehr komplizierte Vorgänge, bei denen mehr als 10 Muskeln – bestehend aus primären Mundöffnern wie *M. pterygoideus lateralis*, *M. biventer* und *M. stylohyoideus* etc. und sekundären Mundöffnern wie etwa Hals- und Nackenmuskeln – aus verschiedenen Teilen und von ganz unterschiedlichen Ursprungsorten zusammenwirken müssen. Nur der *M. pterygoideus lateralis*, der *M. biventer* und der *M. stylohyoideus* haben ihren Ursprung am Schädel; alle übrigen primären Mundöffner haben ihren Ursprung außerhalb des Schädels.

Die „sekundären Kieferöffner“, z. B. Hals- und Nackenmuskeln, fixieren den Kopf in einer mehr oder weniger aufrechten Haltung. Würden diese Muskeln nicht „gegenhalten“, so würde sich bei jeder Kieferöffnung der Kopf durch den Zug der infrahyoidalen Muskulatur nach vorne neigen.

Die unterschiedlichen manuell-medizinischen Untersuchungsverfahren haben als gemeinsames Ziel eine möglichst umfassende, ganzheitliche Beschreibung der Physiologie und Pathologie dieser komplexen Wechselwirkungen.

1.3.2 Technische Rückenformanalyse

Mit Hilfe der Moiré-Topographie – einem der Stereophotographie-Verfahren, die ab 1970 durch TAKASAKI (1970) und weiter durch MEADOWS et al. (1970) dargestellt wurden, konnte die dreidimensionale Formanalyse der Rückenoberfläche bei Patienten mit Wirbelsäulendeformitäten durchgeführt werden. Keines der bislang zur Verfügung stehenden klinischen und radiologischen Untersuchungsverfahren konnte Rumpfdeformitäten dreidimensional erfassen. Die Moiré-Topographie, die gelegentlich heute noch für die Rückenvermessung verwendet wird, wird in der einfachsten Form durchgeführt, indem die Oberfläche durch ein Liniengitter hindurch von einer punktförmigen Lichtquelle beleuchtet wird. Betrachtet oder photographiert man die Fläche gleichzeitig durch dasselbe Gitter hindurch, so beobachtet man ein System von hellen und dunklen Streifen. Sie kommen durch Interferenz der Gitterlinien mit den aufprojizier-

ten Linien – dem sogenannten Moiré-Effekt – zustande. Bei passender Geometrie kann man erreichen, dass die Interferenzstreifen Höhenlinien bilden.

Sie sind annähernd äquidistant und eignen sich prinzipiell zur Formbeschreibung der Fläche. Analytische Messungen sind möglich, erfordern aber die Digitalisierung des gesamten Moiré-Bildes, was sehr aufwendig ist. Eine direkte Interpretation des Bildes ist schwierig, da die Interferenzlinien koordinatenabhängig, also nicht invariant sind.

Kleine Positionsveränderungen der Fläche können erhebliche Änderungen des Streifenmusters hervorrufen. Aus diesem Grund hat sich die Moiré-Topographie bei der Rückenvermessung nicht durchsetzen können. Im Lauf der Zeit sind verschiedene andere Verfahren zur Oberflächen- und speziell zur Rückenvermessung beschrieben worden. DIERS INTERNATIONAL GMBH und HIERHOLZER beschrieben 1999 drei weit entwickelte Systeme, dass eine klinische Anwendung routinemäßig möglich macht.

- I: Integrated Shape Imaging System (ISIS),
- II: Quanten Imaging System
- III: Rasterstereographie (Formetric)

Die Computertomographie und Kernspintomographie entwickelten sich parallel dazu, boten aber auf absehbare Zeit keine vergleichbaren Untersuchungsmöglichkeiten.

Wesentliche Probleme resultierten bei diesen Verfahren aus der Strahlenbelastung, den hohen Kosten und dem vergleichsweise hohen technischen Aufwand einer dreidimensionalen Rekonstruktion der Rückenoberfläche oder der Wirbelsäulenform aus den gemessenen Datensätzen. Die Messungen waren darüber hinaus nur im Liegen durchführbar, was eine erhebliche Veränderung der Rückenform mit sich brachte.

Die Grundlage der Messmethoden ist in allen Fällen die Stereophotogrammetrie; alle drei basieren auf dem Prinzip der Triangulation.

Bei der Triangulation wird die Lage eines entfernt liegenden Objektpunktes P aus dem Abstand zweier weiterer Punkte (A und A¹) und den Winkeln des Dreieckes, welches sie mit dem nicht bekannten Punkt bilden, berechnet. Vorausgesetzt, der unbekannte Punkt liegt nicht in der Horizontalebene, sind neben zwei Horizontalwinkeln (α und α') auch zwei Höhenwinkel (β und β') zu messen, um die räumliche Lage genau zu bestimmen. Bei der Stereophotogrammetrie registriert ein Paar von Kameras, welche den Punkten A und A¹ entsprechen, in einem Stereobildpaar eine Vielzahl von Punkten P

auf einem Objekt gleichzeitig. Die Kameras können den klinischen Anforderungen entsprechend im Untersuchungsraum gestellt werden.

2003 beschrieb HACKENBERG, dass man unter genauer Eichung der Aufnahmegeometrie ein unverzerrtes, dreidimensionales Modell des Objektes bekommt. Die Stereophotogrammetrie ist wegen ihres sehr hohen Rechenaufwandes und einer subjektiven Komponente in der Interpretation noch nicht routinemäßig für die klinische Anwendung geeignet. Ersetzt man jedoch unter Beibehaltung der Aufnahmegeometrie eine Kamera durch einen Diaprojektor und beleuchtet den zu vermessenden Gegenstand mit einem definierten geregelten Lichtmuster, dann kann dieses für die Berechnung ebenso genutzt werden. Dadurch wird die Methode einfacher und objektiver. Man spricht dann von der *Rasterstereographie*, deren Prinzip Abbildung 6 veranschaulicht.

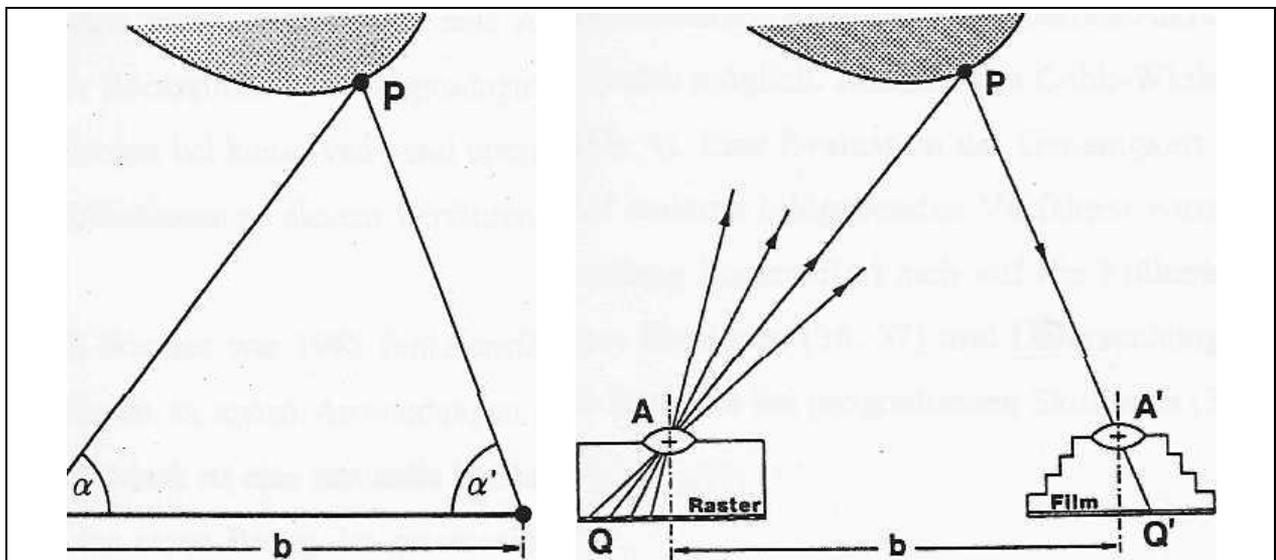


Abbildung 6: Triangulation (links) und Prinzip der Rasterstereographie als Weiterentwicklung der Stereophotogrammetrie (rechts). Die Projektion eines geometrisch definierten regelmäßigen Lichtusters ersetzt am Punkt A eine von zwei Kameras, die bei der Stereophotogrammetrie erforderlich würden (HACKENBERG 2003).

Das ISIS-System ist ein berührungsloses Verfahren; jedoch ist eine manuelle Markierung der Dornfortsätze durch Marker erforderlich, um einen Bezug der gemessenen Fläche zur Wirbelsäule herzustellen. Das System arbeitet weitgehend ähnlich wie die Rasterstereographie. Es wird allerdings nur eine einzige bewegliche Linie projiziert und in zahlreichen Videobildzyklen vermessen. Es werden zehn Querprofile auf der Rückenoberfläche des stehenden Patienten gemessen. Sie ermöglichen die Berech-

nung des sagittalen Wirbelsäulenprofils, der Oberflächenrotation und der Seitabweichung der Dornfortsätze. Eine Rekonstruktion der eigentlichen Wirbelsäulenform ist teilweise möglich. Dadurch ist die automatische Bildanalyse sehr einfach, die Aufnahmedauer ist aber sehr lang. Durch Bewegung des Patienten können daher Messfehler entstehen. Weitere Messfehler können hauptsächlich durch die Strahlablenkung mit einem motorisch bewegten Spiegel, fehlende Subpixelinterpolation und weniger aufwendige Kalibrierung auftreten. Aufgrund der großen Tiefenmessfehler ist eine sinnvolle Krümmungsanalyse nicht möglich, infolgedessen können auch keine anatomischen Fixpunkte gemessen werden.

Charakteristische Flächenpunkte müssen durch Klebmarken gekennzeichnet werden, was generell ungenau und zudem mit großen subjektiven Fehlern behaftet ist. Das ISIS-System war aus diesen Gründen nicht sehr erfolgreich (DIERS INTERNATIONAL GMBH und HIERHOLZER 1999).

Das Quanten Imaging System, das im Jahre 1994 erstmals beschrieben worden ist, arbeitet ebenfalls nach dem Grundprinzip der Stereophotogrammetrie. Das aufprojizierte Raster wird jedoch nach anderen Verfahren der Bildverarbeitung analysiert. Es wird ein relativ hochauflösendes Linienraster auf die Rückenoberfläche des stehenden Patienten projiziert und durch eine Videokamera aus einem vorbestimmten Winkel aufgenommen. Charakteristische Punkte müssen mit Aufklebern markiert werden. Mittels Computer erfolgt die dreidimensionale Rekonstruktion der Rückenform nach den Prinzipien der Stereophotogrammetrie. Berechnet werden dann eine Seitenabweichung (laterale Kurve), ein Beckenschiefstand, die Rumpflänge und das Wirbelsäulenprofil. Die Oberflächenrotation wird nicht berechnet. Ebenso erfolgt keine genaue Rekonstruktion der Wirbelsäule selbst, sondern nur eine Abschätzung der Wirbelsäulendeformität anhand der Rückenform.

Mit Hilfe der Videorasterstereographie (VRS) (z. B. im Formetric[®]-System) kann man die Wirbelsäulenform und die mit ihr verbundene Körperhaltung dreidimensional erfassen (Abbildung 7).

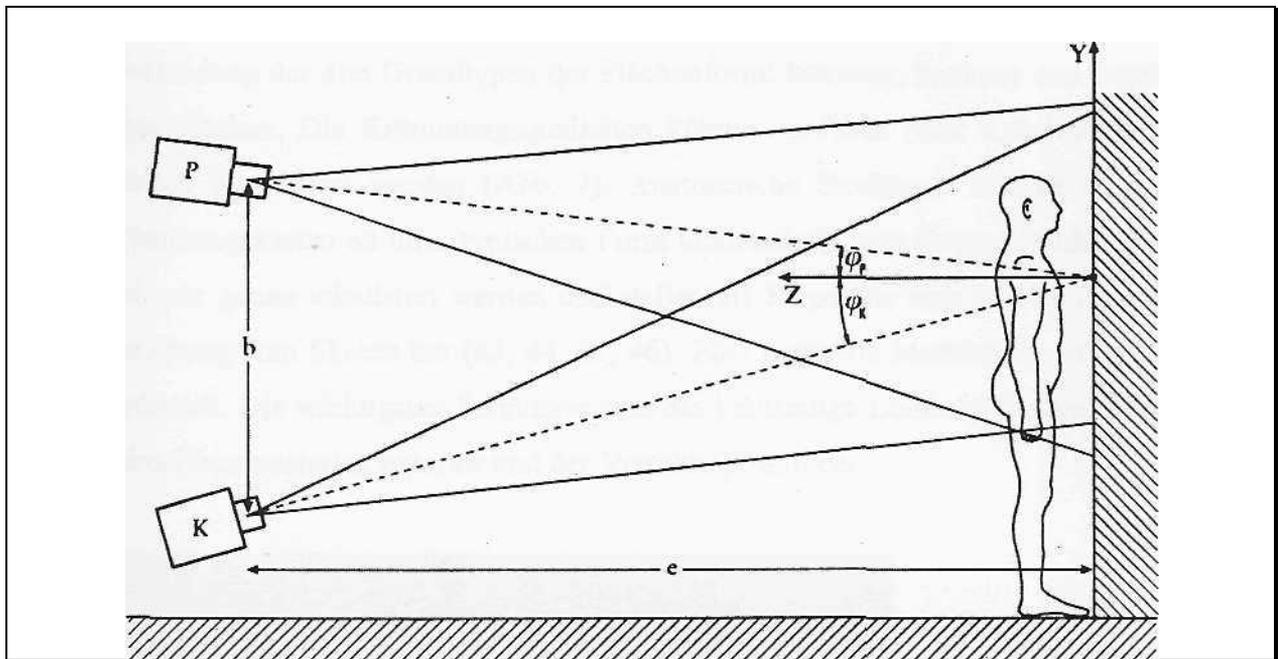


Abbildung 7: Projektor (P) und Videokamera (K) sind bei der Rasterstereographie im Sinne der Triangulation in definiertem Winkel zueinander angeordnet (HACKENBERG 2003).

Sie kann wegen vollständig fehlender Strahlenbelastung und der ausgezeichneten Dokumentationsmöglichkeiten als diagnostisches Mittel zwischen klinischer Analyse und herkömmlichen bildgebenden Verfahren wie (Röntgen, MRT etc.) eingesetzt werden. Weil die VRS sich relativ leicht und für Patienten schonend beliebig wiederholen lässt, kann sie für die Verlaufskontrolle eingesetzt werden, und mit ihrer hervorragenden Haltungsdagnostik ist es möglich, die komplexen Wechselwirkungen der statischen und dynamischen Haltungsfaktoren zu untersuchen und zu dokumentieren (SCHUPP und SÄCKLER 2005).

DEBRUNNER (1995) bezeichnete die Haltung als die Momentaufnahme einer beweglichen Wirbelsäule. So definierte er die aus einer komplexen Kombination von Statik und Dynamik bestimmte aufrechte Haltung des Menschen. Nicht nur Form und Funktion des aktiven und passiven Bewegungsapparates spiegeln sich in der Haltung wider, sondern oft in erheblichem Maße auch die Psyche des Betroffenen.

Es ist deutlich, dass das psychische Befinden die Haltung sowohl aktuell als auch langfristig bestimmt und ggf. auch für Haltungsschäden verantwortlich gemacht werden muss.

Die große Zahl dieser Einflussgrößen erklärt auch den fließenden Übergang zwischen physiologischer und pathologischer Haltung und gestaltet die Haltungsdiagnostik schwierig, was sowohl den Aufwand als auch die Interpretation betrifft. Da sich mit der VRS auch geringfügige Änderungen des Muskelreliefs, des Wirbelsäulenverlaufs und der Beckenstellung darstellen und vergleichen lassen, ermöglicht sie eine bereits frühzeitige Diagnose von Abweichungen der Wirbelsäulenform und der Beckenstellung, wie dies gerade bei progredient verlaufenden Skoliosen von sehr großer Bedeutung ist. Darüber hinaus können therapeutische Maßnahmen wie z. B. ein Beinlängenausgleich, manuelle und chiropraktische Therapie, Schmerztherapie etc. im Sinne der Qualitäts- und Wirkungskontrolle überprüft werden. Durch den kombinierten Einsatz von VRS und klinischer Funktionsuntersuchung der Wirbelsäule war es HARZMANN (2000) möglich, die Komplexität der „Haltungsdiagnostik“ besser als bisher darzustellen, insbesondere die Möglichkeiten der dreidimensionalen Wirbelsäulendarstellung und der für die Orthopädie, Sportmedizin und physikalische bzw. physiotherapeutischen Therapie.

Die Identifizierung anatomischer Landmarken ist im Gegensatz zu anderen verfügbaren Verfahren berührungslos, erfolgt also ohne eine manuelle Palpation und Markierung, um einen Zusammenhang zwischen der rekonstruierten Rückenform und der knöchernen Wirbelsäule selbst herzustellen. Dies zeigt den ersten Schritt zur Rekonstruktion der Wirbelsäulenform aufgrund der an der Rückenoberfläche gemessenen Daten. Zum Verständnis dieses Schrittes ist es wichtig, zwischen Lage und Form des Rückens zu unterscheiden. Ändert sich die räumliche Lage der Rückenfläche zur Videokamera, kommt es zu einer Änderung aller berechneten Raumkoordinaten. Die räumliche Lage der Raumkoordinaten *untereinander* ist dabei jedoch konstant; sie beschreibt die Form des Rückens. HARZMANN (2001) beschrieb, dass die Form des Rückens konstant ist und sich nicht ändert, wenn sich die Lage im Raum verändert. Ist eine Messung vorgenommen, spielt die Lage der Rückenfläche im Raum keine Rolle mehr. Man rechnet nun nur noch mit räumlich konstanten Messdaten. Nur diese lageunabhängigen Daten, auch Invarianten genannt, stellen die Grundlage der automatischen Formanalyse dar. Die Formetric II-Untersuchung wird in einem abdunkelbaren Raum durchgeführt. Der Patient steht bis auf die Unterhose entkleidet auf der Simulationsplattform

Der technische Teil der Bildverarbeitung beim Formetric-System wurde weitgehend durch die Firma DIERS INTERNATIONAL GMBH (1999) entwickelt und umfasst neben der automatischen Belichtungsregelung, der Bildaufnahme und der Digitalisierung die Analyse des Bildinhalts. Bei der Bildaufnahme wird das Videobild digitalisiert und pixelgenau im Bildspeicher des Video-Interface gespeichert. Der technische Teil der Bildverarbeitung beim Formetric-System umfasst neben der automatischen Belichtungsregelung, der Bildaufnahme und der Digitalisierung die Analyse des Bildinhalts. Ziel ist

dabei die Berechnung eines Stereobildpaars, auf das sich die photogrammetrischen Methoden zur 3-dimensionalen Rekonstruktion anwenden lassen. Das aufgenommene Videobild besteht aus einem System von hellen Linien auf dunklem Grund. Um daraus ein Stereobildpaar berechnen zu können, müssen zunächst die Rasterlinien gefunden werden. Die Linien müssen sodann in ihre topologisch richtige Anordnung gebracht und einzeln identifiziert werden. Zusätzlich ist es erforderlich, die Linien eindeutig zu identifizieren, d.h. die zugehörige Liniennummer im Rasterdiapositiv zu bestimmen. Dies geschieht durch Analyse des Musters aus dicken und dünnen Linien.

Definiert man charakteristische Punkte anhand der Krümmungsverteilung auf der Fläche, so sind diese Punkte invariant. Beispiele sind anatomische Fixpunkte, z. B. *Vertebra prominens*. Invariante Punkte eignen sich zur Definition eines körperfesten Koordinatensystems, auf das andere Messungen bezogen werden können. Damit sind Vergleiche möglich, die nicht durch die Position des Patienten relativ zum Aufnahmesystem beeinflusst werden. Dies gilt allerdings nur, solange die Körperhaltung unverändert bleibt. Kleinere Abweichungen können außerdem durch apparative Messfehler, unterschiedliche Abtastung der Oberfläche sowie daraus resultierende Rundungsfehler auftreten.

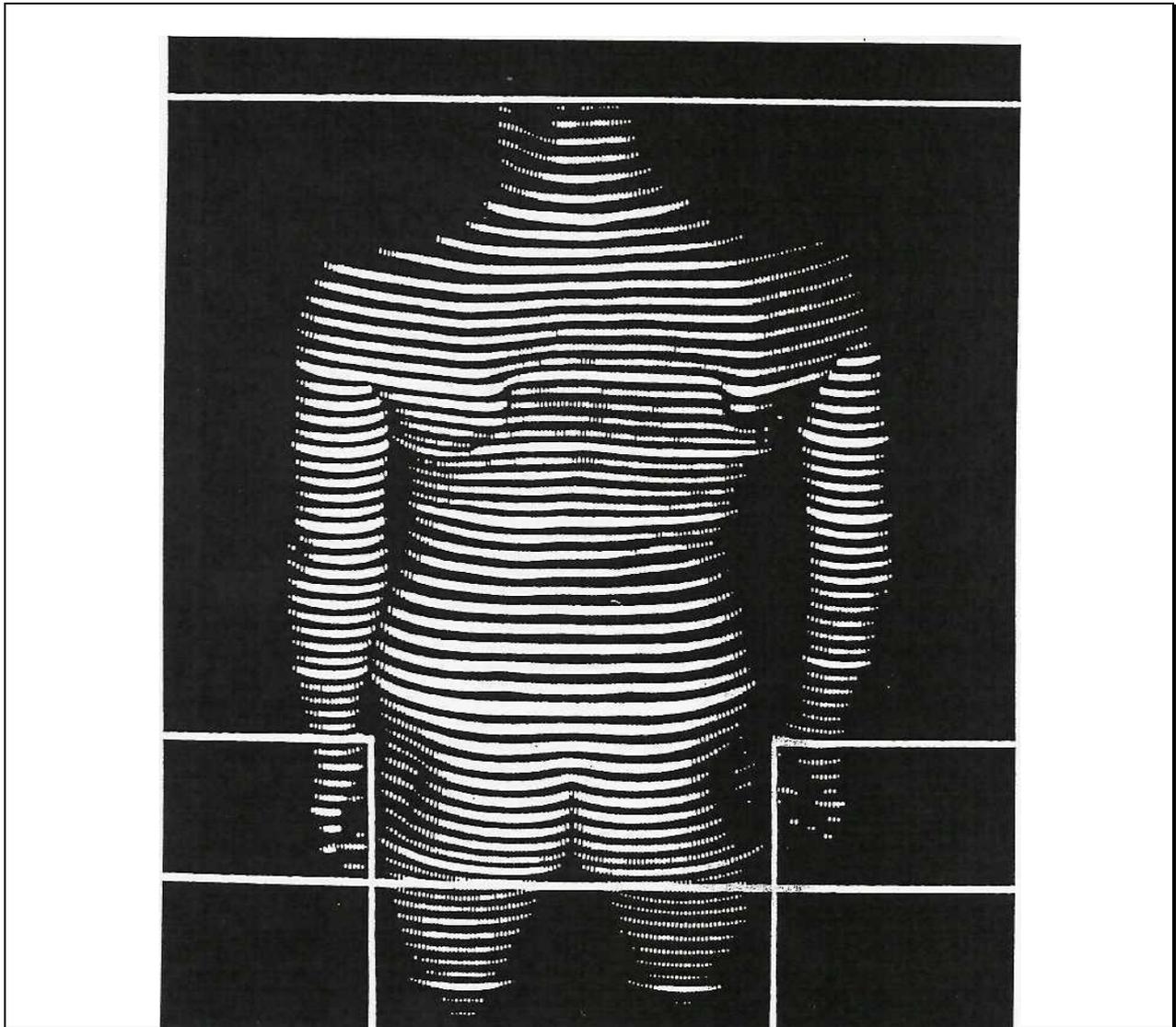


Abbildung 8: Rasterstereographische Aufnahme (HACKENBERG 2003)

Neben charakteristischen Punkten können durch die Krümmungsverteilung auch linienförmige Strukturen durch die Krümmungsverteilung definiert werden.

Ein Beispiel ist die sogenannte Symmetrielinie, die aus der Rechts-Links-Asymmetrie der Krümmung bestimmt wird. Auch die Symmetrielinie ist invariant.

Statikbedingte Beckenasymmetrien, z. B. aufgrund einer Beinlängendifferenz, können durch direkten Ausgleich der Fehlstatik auf der Simulationsplattform ausgeglichen werden. Parallel dazu ist es möglich, den Einfluss des Ausgleichs auf die Haltung bzw. Wirbelsäulenform zu beurteilen. Auf diese Weise können sowohl die Größe eines therapeutischen Beinlängenausgleichs als auch seine Wirksamkeit auf die Fehlstatik optimal ermittelt werden. Die alleinige Orientierung anhand der Beckenstellung nach Stati-

kausgleich ohne Berücksichtigung der Wirbelsäule birgt allerdings die Gefahr von induzierten Fehlhaltungen, die bekanntermaßen zu massiven Rückenbeschwerden führen können.

Eine zunehmende Steigerung des Ausgleichs wirkt deutlich negativ auf die Wirbelsäulenform. Erfahrungsgemäß entspricht der therapeutische adäquate Beinlängenausgleich nicht der metrischen Größe des gemessenen Beckenschiefstandes. Vielmehr wird er vom positiven Einfluss eines Ausgleichs ohne augenscheinlich negative Beeinflussung des Wirbelsäulenverlaufs bestimmt.

1.4 Fragestellung der vorliegenden Untersuchung

Die folgende Arbeit beschäftigt sich mit der manuellen Medizin und den Einflüssen von kurzzeitigen Okklusionsveränderungen auf den Halteapparat, um zu prüfen, ob eine asymmetrische Veränderung der Zahnkontaktbeziehung eine Stellungsänderung des Halteapparates hervorruft.

In der weiteren Untersuchung durch Formetric II (VRS) soll festgestellt werden, ob dieses System die Auswirkungen kurzzeitiger Okklusionsveränderungen auf die Statomotorik des Rückens nachweisen kann.

Folgende Hypothesen sollen geprüft werden:

- Eine okklusale Intervention durch einseitiges Einlegen von Zinnfolien führt zu einer messbaren Veränderung der Wirbelsäulenstatik und –dynamik.
- Diese Veränderung lässt sich mit manuell-medizinischen Methoden detektieren.
- Diese Veränderung lässt sich mit der Rasterstereographie messen.
- Manuell-medizinische und/oder rasterstereographische Untersuchungen können möglicherweise wertvolle Aufschlüsse in der Diagnostik von Patienten mit CMD liefern.

2 Material und Methoden

2.1 Versuchspersonen

Die Untersuchungen erfolgten an insgesamt 26 Probanden in zwei Gruppen. Durch eine experimentelle Versuchsanordnung wurden bei diesen Probanden „künstliche“ Okklusionsstörungen provoziert und deren Auswirkungen auf den Wirbelapparat untersucht. Die Untersuchungen erfolgten nach zwei unterschiedlichen Systematiken:

- 11 Probanden (9 weiblich, 2 männlich) wurden mit der manuell-medizinischen Methode nach SCHUPP (2001) untersucht.
- Bei 15 Probanden (alle weiblich) erfolgte die Untersuchung rasterstereographisch mit dem Formetric®-System (DIERS International GmbH, Schlangenbad, Deutschland, Art. 303-40 Formetric 3D).

Alle untersuchten Personen wiesen vor den Versuchen in der Systematik des jeweiligen Systems Normalbefunde auf und waren zu Beginn der Studie frei von Schmerzen im stomatognathen System sowie im Bereich der Wirbelsäule.

2.2 Untersuchungsmethoden

2.2.1 Manuell-medizinische Untersuchung

Die Untersuchung nach der Methode der manuellen Medizin wurde zunächst bei entspannter Kieferhaltung, also in Ruhelage ausgeführt. Sie umfasste 3 der üblicherweise 5 Komponenten (SCHUPP 2001):

- **Variable Beinlängendifferenz in Rückenlage:** Patient auf der Untersuchungsfläche in entspannter Rückenlage, Arme neben dem Körper. Der Behandler hebt die gestreckten Beine etwa 20° an, dann soll der Patient sich aufsetzen (wobei er die Ar-

me benutzen kann). Kommt es zu einem Unterschied in der Beinlänge von mindestens 1 cm, so spricht man von einer variablen Beinlängendifferenz.

- **Priener Aduktionstest bei 90° Hüftflexion (PAT):** Lage wie oben, der Behandler fixiert mit einer Hand einseitig das Patientenbecken durch Druck auf die *Spina iliaca anterior superior* und beugt jetzt passiv das gegenseitige Patientenbein im Hüftgelenk auf 90° und lässt es dann passiv endgradig in die Abduktion absinken. Bewertet werden Quantität (Bewegungsumfang) und Qualität ("Endfeel" bei endgradiger Bewegung physiologisch-federnd oder fest) im Seitenvergleich.
- **Leg-Turn-In-Test in Rückenlage:** Lage wie oben, der Behandler drückt sanft beide Unterschenkel und Füße in die Innenrotation, indem er flächig am Außenknöchelbereich anfasst. Bewertet werden Quantität und Qualität (wie oben) im Seitenvergleich.

Es folgte die Wiederholung dieser Tests mit der Belastungssituation der Kiefergelenke und der zugehörigen Muskulatur, d. h. der Patient biss jetzt fest (maximale Interkuspidation) auf eine 0,6 mm und dann auf eine 0,9 mm dicke Zinnfolie (FINOTIN, DT&SHOP GmbH, Bad Bocklet, Bestellnummer 30014), die jeweils zwischen den Zahnreihen in Region der rechten und linken Molaren eingelegt wurde, und hielt diesen Biss während der Wiederholung der drei Tests konstant fest. Zur neuen logischen Reorganisation schluckte der Proband und ging einige Schritte direkt nach Einsetzen der Zinnfolie. Die Ergebnisse wurden erneut dokumentiert.

2.2.2 Formetric®-Untersuchung

In einer zweiten Studie wurde der Einfluss okklusaler Änderungen auf das Ergebnis der Videorasterstereographie (Formetric II) untersucht. Prüfintervention war hier das Einlegen einer Zinnfolie von 0,3 mm Stärke (FINOTIN, DT&SHOP GmbH, Bad Bocklet, Bestellnummer 30014).

Die Untersuchung erfolgte am freien Rücken im normalen, entspannten Stand. Um relative Fehler zu verifizieren, wurde in einem Vorversuch jede Untersuchungsreihe dreimal

nach jeweils 1-minütigen Pausen wiederholt und der Mittelwert der drei Messwerte für die Auswertung verwendet.

Das Formetric-Software-Paket VRS steuert die Bildaufnahme und die Auswertung. Zur Bildauswertung gehören die 3-dimensionale Flächenrekonstruktion und die Formanalyse sowie die Archivierung und Dokumentation der Ergebnisse.

Für die Auswertung und Interpretation der Formetric II braucht man anatomisch fixe Punkte:

VP: Vertebra prominens

SP: Sakrum-Punkt (Beginn der Rima ani)

DL: Dimple left (linkes Lumbalgrübchen, SIPS)

DR: Dimple right (rechtes Lumbalgrübchen, SIPS)

DM: Dimple middle (Mitte der Lumbalgrübchen)

Die mit Hilfe der genannten Punkte ermittelten klinisch relevanten Messgrößen dieser Analyse sind (s. Abbildung 9):

Rumpflänge: Distanz VP-DM (mm)

Lotabweichung: Lateralabweichung des VP von der Mitte zwischen den Lumbalgrübchen (mm)

Beckenschiefstand: Höhendifferenz der Lumbalgrübchen, bezogen auf eine horizontale Ebene (mm)

Beckentorsion: Gegenseitige Verwindung der Flächennormalen auf den beiden Lumbalgrübchen (°)

Seitenabweichung (rms): Mittlere quadratische Abweichung (rms) der Mittellinie der Wirbelsäule von der Linie VP-DM in der Frontalebene.

Seitenabweichung (max): Maximale Abweichung (max) der Mittellinie der Wirbelsäule von der Linie VP-DM, d. h. der Wert am Apex in der Frontalebene (mm).

Oberflächenrotation (rms): Mittlerer quadratischer Wert (rms) der Oberflächenrotation auf der Symmetrielinie (rms).

Oberflächenrotation (max): Maximale Oberflächenrotation am Apex (°)

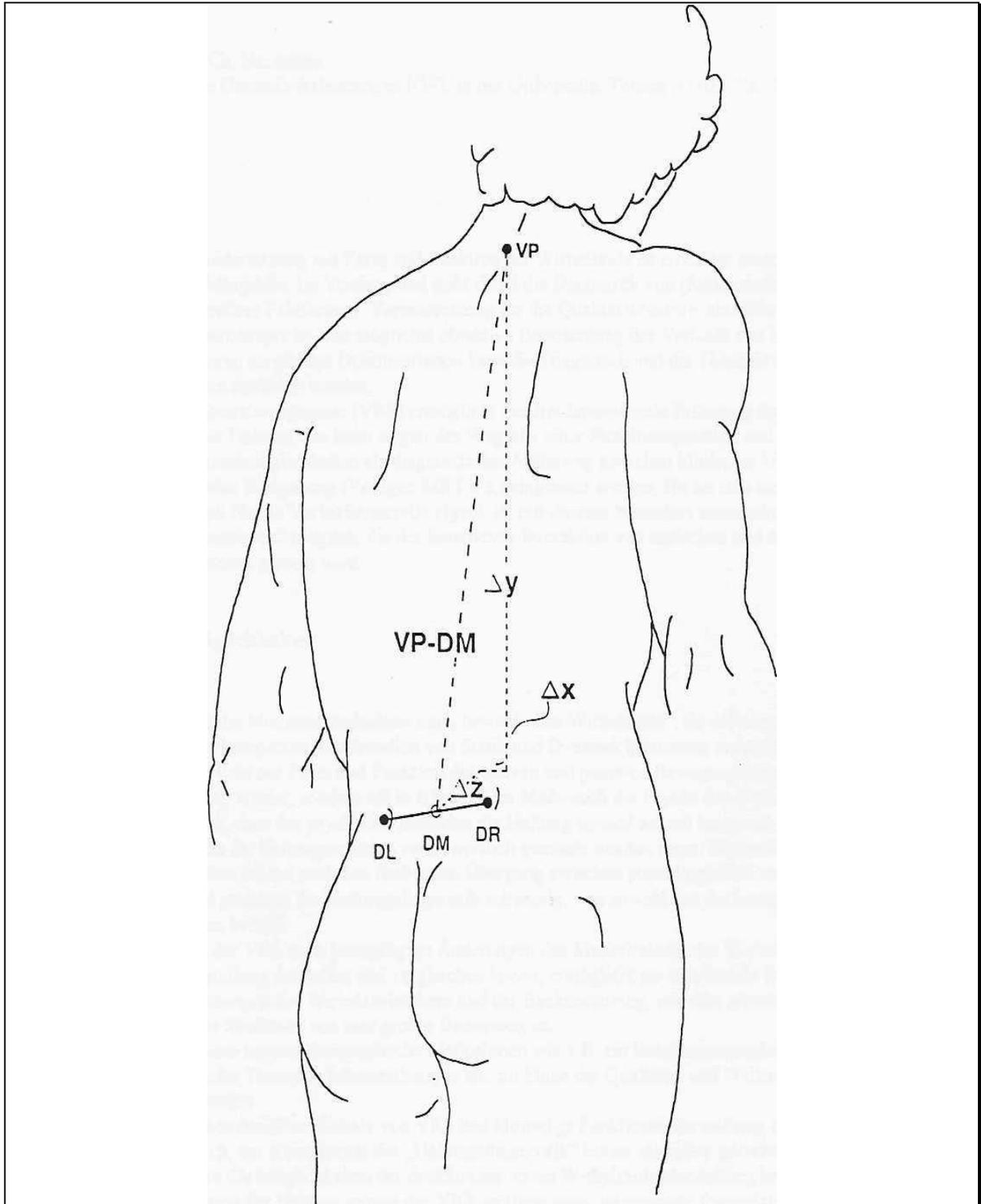


Abbildung 9: Messpunkte des Formetric®-Systems

Zuerst wurde eine Aufnahme in Ruhelage, dann in Interkuspitation (fester Biss) vorgenommen. Anschließend wurde die Okklusion verändert, indem eine Zinnfolie mit 0,3 mm Stärke zwischen den ersten Molaren rechts bzw. links eingesetzt wurde, und die Messungen wurden wiederholt.

2.3 Statistische Auswertung

Der Vergleich zweier Variablen (zum Beispiel Beckentorsion bei Folie rechts vs. Folie links) erfolgte mit dem Wilcoxon-Test für Paardifferenzen, beim Vergleich von mehr als zwei Variablen (zum Beispiel Vergleich aller 4 Bissituationen) kam die Rangvarianzanalyse von Friedman zum Einsatz, deren Ergebnisse mit Hilfe eines Post-hoc-Tests überprüft wurden. Die Prüfung von Unterschieden in der Häufigkeitsverteilung erfolgte mit dem χ^2 -Test. Das Signifikanzniveau wurde einheitlich mit $p < 0,05$ festgelegt.

3 Ergebnisse

3.1 Manuell-medizinische Untersuchung

3.1.1 Stichprobenbeschreibung

Die Einzelergebnisse der manuell-medizinischen Untersuchung sind im Anhang der Arbeit dargestellt (Tabelle 6, Seite 56ff).

Die Beinlänge war bei der Voruntersuchung bei allen Probanden gleich. Nach Einlage der Folie ergaben sich Differenzen zwischen 0 und 1,5 cm; der Mittelwert lag je nach Intervention zwischen etwa -0,2 und +0,5 cm, jeweils „zugunsten“ der ipsilateralen Seite (Abbildung 10).

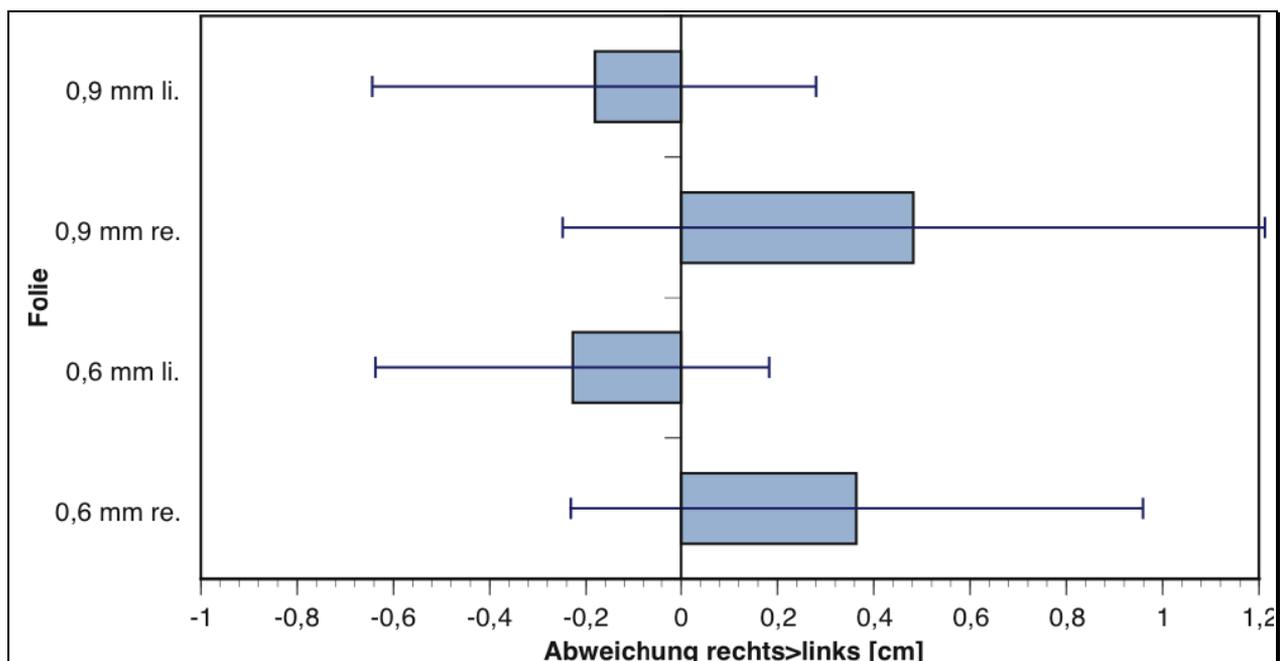


Abbildung 10: Beinlängendifferenz in Abhängigkeit von der Intervention. Zur Legende: Positives Vorzeichen + rechtes Bein funktionell länger, negatives Vorzeichen – linkes Bein funktionell länger.

Im Priener Abduktionstest zeigte sich bei der Voruntersuchung in allen Fällen ein seitengleich unauffälliger Befund, während nach Einlegen insbesondere der stärkeren Folien der Anteil „fester“ Bewertungen (also eines endgradig unphysiologischen "Joint Play") – ohne klar der Folienposition zuzuordnende Seitenpräferenz – deutlich zunahm. Es ergab sich dabei eine klare Tendenz nach rechts, d. h. auch bei linksseitigem Einlegen der Folie war der Befund teilweise – bei 0,9 mm starken Folien sogar mehrheitlich – rechts fest (Abbildung 11).

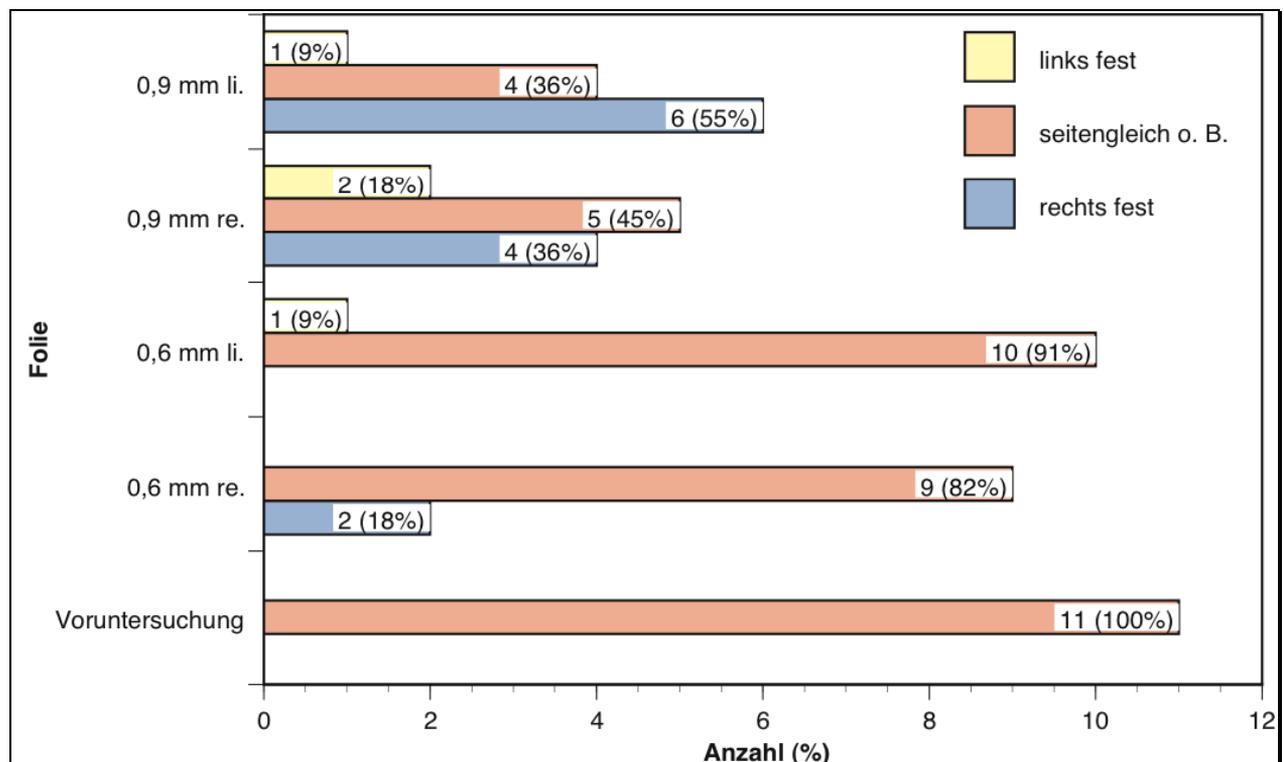


Abbildung 11: Befund im Priener Abduktionstest in Abhängigkeit von der Intervention

Ein insgesamt ähnliches Verhalten zeigte der Leg-Turn-In-Test. Auch hier waren bei Voruntersuchung alle Patienten seitengleich o. B., und auch nach Einlegen der 0,6 mm-Folie rechts zeigte sich lediglich bei 2 der 11 Patienten ein endgradig unphysiologisches „Joint Play“ („rechts fest“). Bei Einlegen der gleichen Folie links war der Anteil unphysiologischer Begrenzungen rechts und links in etwa gleich. Dagegen zeigte sich nach Einlegen der stärkeren 0,9 mm-Folien überwiegend rechts endgradig eine „feste“ Begrenzung der Beweglichkeit. Der rechts feste Befund war auch bei linksseitigem Einlegen der 0,9 mm-Folie mehrheitlich zu beobachten (in 45 % der Fälle; Abbildung 12).

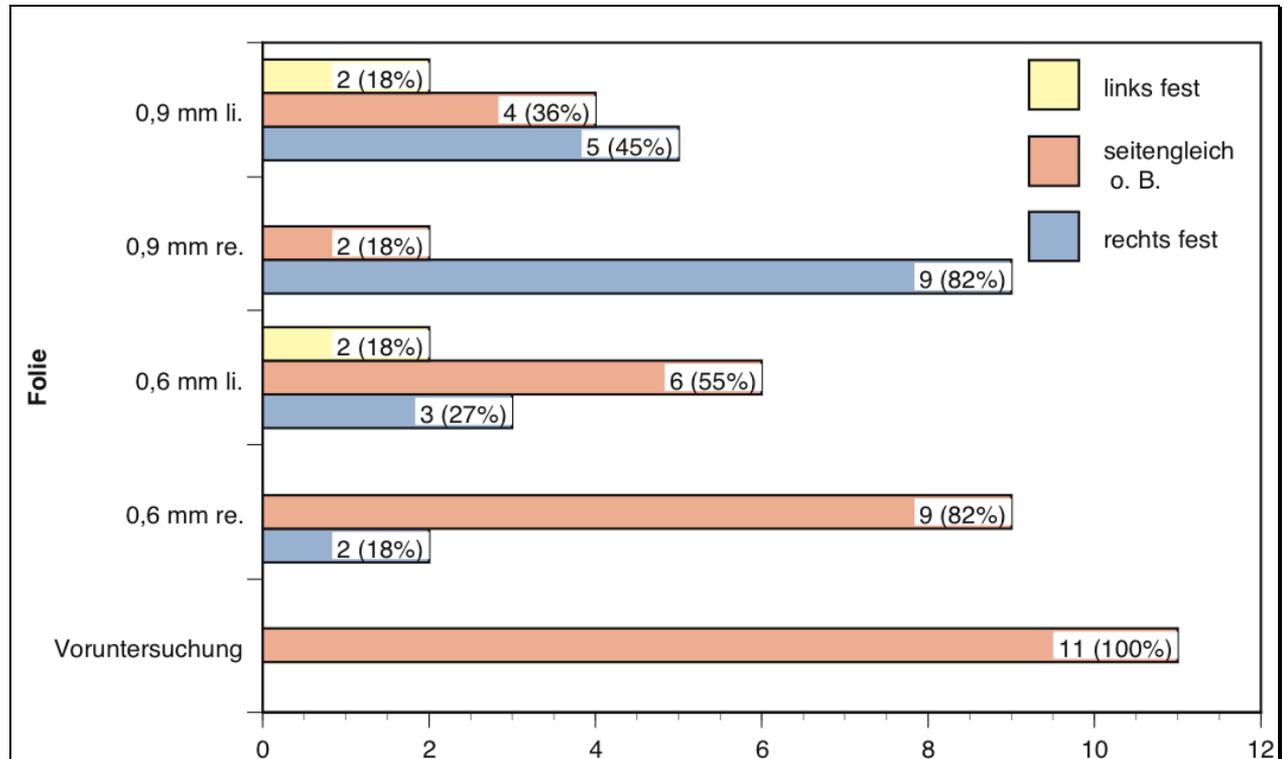


Abbildung 12: Befund im Leg-Turn-In-Test in Abhängigkeit von der Intervention

3.1.2 Einfluss der okklusalen Intervention

Bei den manuellen Untersuchungen zeigte sich als Tendenz, dass die Beinlänge auf der ipsilateralen Seite der eingelegten Folie als länger bewertet wurde als auf der kontralateralen Seite. Der Unterschied der Mittelwerte (je gut +5 mm) war quantitativ durchaus nicht vernachlässigbar, allerdings bei beiden Folienstärken knapp nicht signifikant. Mit der 0,6 mm starken Folie wurde bei 8 Probanden die Beinlänge unabhängig von deren Position (rechts oder links) identisch bewertet (5-mal rechts. 3-mal links länger), und lediglich bei 4 Probanden nicht. Ein ganz ähnliches Bild ergab sich bei der 0,9 mm starken Folie (7-mal übereinstimmend links, 1-mal übereinstimmend rechts länger). Insgesamt unterschied sich der Anteil der Bewertungen „gleich“, „ipsilateral länger“ und „kontralateral länger“ nicht (Tabelle 1).

Tabelle 1: Beinlänge bei der manuell-medizinischen Untersuchung in Abhängigkeit von der okklusalen Sperrung

| Bissituation | | Mittelwert | Standardabw. | p-Wert |
|----------------------------|---------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| Beinlänge rechts | | | | |
| Folie 0,6 mm rechts | | 0,36 cm | 0,60 cm | 0,0972 |
| Folie 0,6 mm links | | -0,23 cm | 0,41 cm | |
| Beinlänge rechts | | | | |
| Folie 0,9 mm rechts | | 0,48 cm | 0,73 cm | 0,0858 |
| Folie 0,9 mm links | | -0,18 cm | 0,46 cm | |
| Folie 0,6 mm links | | | | |
| Folie 0,6 mm rechts | | Rechts länger | Gleiche Länge | Links länger |
| | Rechts länger | 5 (45,5 %) | 1 (9,1 %) | 1 (9,1 %) |
| | Gleiche Länge | 1 (9,1 %) | 0 (0,0 %) | 0 (0,0 %) |
| | Links länger | 1 (9,1 %) | 0 (0,0 %) | 3 (27,3 %) |
| Folie 0,9 mm links | | | | |
| Folie 0,9 mm rechts | | Rechts länger | Gleiche Länge | Links länger |
| | Rechts länger | 7 (63,6 %) | 0 (0,0 %) | 1 (9,1 %) |
| | Gleiche Länge | 0 (0,0 %) | 0 (0,0 %) | 0 (0,0 %) |
| | Links länger | 2 (18,2 %) | 0 (0,0 %) | 1 (9,1 %) |

Tabelle 2 zeigt die Gegenüberstellung der Ergebnisse des Priener Abduktionstests (Voruntersuchung) und des Tests mit den eingelegten Folien. Für die Fälle auf der grau hinterlegten Hauptdiagonale waren die Ergebnisse bei Voruntersuchung sowie mit eingelegter Folie gleich, Fälle in den nicht hinterlegten Feldern wichen bei der Einlage einer Folie dagegen von der Einstufung der Voruntersuchung ab.

Bei der Voruntersuchung war für alle 11 Fälle das Ergebnis „endgradig physiologische Begrenzung“ dokumentiert. Mit Folie 0,6 mm war dann bei 2 der 11 Patienten (18,2 %) ein Wechsel in die Kategorie „fest“ zu verzeichnen. Diese Abweichung war mit $p = 0,48$ (grau hinterlegt) nicht statistisch signifikant. Auch bei Einlage einer Folie 0,6 mm links (1 x fest) konnte ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Untersuchungsbedingungen nicht nachgewiesen werden ($p = 1,00$).

Als statistisch signifikant ($p < 0,05$) wurden auf diese Weise die Abweichungen bei Folie 0,9 rechts ($p = 0,041$) und links ($p = 0,023$) ermittelt. Hier waren 6 bzw. 7 der 11 Fälle mit eingelegter Folie als fest eingeteilt worden.

Tabelle 2: Ergebnisse des Priener-Tests bei der manuell-medizinischen Untersuchung in Abhängigkeit von der Veränderung in der Interkuspitation

| | | Voruntersuchung | | |
|------------------------|---------------|-----------------|-----------|--------|
| Folie 0,6 mm rechts | | Physiologisch | Fest | Gesamt |
| | Physiologisch | 9 (87,8 %) | 0 (0,0 %) | 9 |
| | Fest | 2 (18,2 %) | 0 (0,0 %) | 2 |
| | Gesamt | 11 (100,0 %) | 0 (0,0 %) | 11 |
| | | Voruntersuchung | | |
| Folie 0,6 mm links | | Physiologisch | Fest | Gesamt |
| | Physiologisch | 10 (90,9 %) | 0 (0,0 %) | 10 |
| | Fest | 1 (9,1 %) | 0 (0,0 %) | 1 |
| | Gesamt | 11 (100,0 %) | 0 (0,0 %) | 11 |
| | | Voruntersuchung | | |
| Folie 0,9 mm rechts | | Physiologisch | Fest | Gesamt |
| | Physiologisch | 5 (45,5 %) | 0 (0,0 %) | 5 |
| | Fest | 6 (54,5%) | 0 (0,0 %) | 6 |
| | Gesamt | 11 (100,0 %) | 0 (0,0 %) | 11 |
| | | Voruntersuchung | | |
| Folie 0,9 mm links | | Physiologisch | Fest | Gesamt |
| | Physiologisch | 4 (36,4 %) | 0 (0,0 %) | 4 |
| | Fest | 7 (65,6 %) | 0 (0,0 %) | 7 |
| | Gesamt | 11 (100,0 %) | 0 (0,0 %) | 11 |

Im Leg-Turn-In-Test dagegen zeigten sich deutliche und signifikante Unterschiede (Tabelle 3). Durch die Änderung der Okklusion mit der 0,6 mm-Folie wechselten 5 Fälle von „rechts fest“ nach „physiologisch“ und je ein Fall von „rechts fest“ nach „links fest“ bzw. von „physiologisch“ nach „links fest“, mit der 0,9 mm-Folie war das Ergebnis identisch ($p < 0,05$ für beide Folienstärken).

Tabelle 3: Ergebnisse des Leg-Turn-In-Tests bei der manuell-medizinischen Untersuchung in Abhängigkeit von der Bissituation

| | | Folie 0,6 mm links | | |
|------------------------|---------------|--------------------|---------------|------------|
| Folie 0,6 mm rechts | | Rechts fest | Physiologisch | Links fest |
| | Rechts fest | 3 (27,3 %) | 5 (45,5 %) | 1 (9,1 %) |
| | Physiologisch | 0 (0,0 %) | 1 (9,1 %) | 1 (9,1 %) |
| | Links fest | 0 (0,0 %) | 0 (0,0 %) | 0 (0,0 %) |
| | | Folie 0,9 mm links | | |
| Folie 0,9 mm rechts | | Rechts fest | Physiologisch | Links fest |
| | Rechts fest | 5 (45,5 %) | 3 (27,3 %) | 1 (9,1 %) |
| | Physiologisch | 0 (0,0 %) | 1 (9,1 %) | 1 (9,1 %) |
| | Links fest | 0 (0,0 %) | 0 (0,0 %) | 0 (0,0 %) |

3.2 Formetric®-Analyse

3.2.1 Stichprobenbeschreibung

Die Befunde der Formetric®-Untersuchung sind in Tabelle 4 dargestellt; insgesamt ergaben sich nur geringfügige und unsystematische Unterschiede in Abhängigkeit von der Änderung der Interkuspitation.

Tabelle 4: Befunde der Formetric®-Untersuchung in Abhängigkeit von der Bissituation

| Parameter | Mittelwert | Standardabweichung. |
|---|-------------------|----------------------------|
| Rumpflänge VPDM Ruhelage | 440,6 mm | 18,6 mm |
| Rumpflänge VPDM Okklusion (IKP) | 441,0 mm | 19,3 mm |
| Rumpflänge VPDM Folie links | 440,5 mm | 20,2 mm |
| Rumpflänge VPDM Folie rechts | 441,6 mm | 20,0 mm |
| Rumpflänge VPSP Ruhelage | 516,2 mm | 21,1 mm |
| Rumpflänge VPSP Okklusion (IKP) | 514,8 mm | 19,6 mm |
| Rumpflänge VPSP Folie links | 515,0 mm | 22,1 mm |
| Rumpflänge VPSP Folie rechts | 516,4 mm | 21,4 mm |
| Grübchenabstand DLDR Ruhelage | 86,9 mm | 11,1 mm |
| Grübchenabstand DLDR Okklusion (IKP) | 87,6 mm | 10,6 mm |
| Grübchenabstand DLDR Folie links | 87,4 mm | 10,5 mm |
| Grübchenabstand DLDR Folie rechts | 87,3 mm | 10,4 mm |
| Lotabweichung VPDM L Ruhelage | 9,65 mm | 8,50 mm |
| Lotabweichung VPDM L Okklusion (IKP) | 9,53 mm | 9,50 mm |
| Lotabweichung VPDM L Folie links | 8,88 mm | 7,28 mm |
| Lotabweichung VPDM L Folie rechts | 9,72 mm | 9,43 mm |
| Lotabweichung VPDM L Ruhelage | 1,25 ° | 1,12 ° |
| Lotabweichung VPDM L Okklusion (IKP) | 1,24 ° | 1,24 ° |
| Lotabweichung VPDM L Folie links | 1,17 ° | 0,96 ° |
| Lotabweichung VPDM L Folie rechts | 1,25 ° | 1,20 ° |
| Beckenhochstand DLDR R Ruhelage | 3,56 mm | 3,01 mm |
| Beckenhochstand DLDR R Okklusion (IKP) | 3,12 mm | 2,42 mm |
| Beckenhochstand DLDR R Folie links | 3,57 mm | 2,86 mm |
| Beckenhochstand DLDR R Folie rechts | 3,40 mm | 2,70 mm |
| Beckenhochstand DLDR R Ruhelage | 2,33 ° | 1,87 ° |
| Beckenhochstand DLDR R Okklusion (IKP) | 2,05 ° | 1,59 ° |
| Beckenhochstand DLDR R Folie links | 2,38 ° | 1,85 ° |
| Beckenhochstand DLDR R Folie rechts | 2,20 ° | 1,72 ° |
| Beckentorsion DLDR Ruhelage | -0,213 ° | 2,47 ° |
| Beckentorsion DLDR Okklusion (IKP) | -0,224 ° | 3,01 ° |
| Beckentorsion DLDR Folie links | -0,287 ° | 2,92 ° |
| Beckentorsion DLDR Folie rechts | -0,229 ° | 1,94 ° |
| Beckenneigung (Grübchen) Ruhelage | 15,9 ° | 12,4 ° |
| Beckenneigung (Grübchen) Okklusion (IKP) | 15,8 ° | 12,2 ° |
| Beckenneigung (Grübchen) Folie links | 15,5 ° | 12,0 ° |
| Beckenneigung (Grübchen) Folie rechts | 15,8 ° | 12,7 ° |

| Parameter | Mittelwert | Standardabweichung. |
|--|-------------------|----------------------------|
| Seitenabweichung VPDM(rms) Ruhelage | 6,27 mm | 2,48 mm |
| Seitenabweichung VPDM(rms) Okklusion (IKP) | 5,87 mm | 2,49 mm |
| Seitenabweichung VPDM(rms) Folie links | 6,00 mm | 2,70 mm |
| Seitenabweichung VPDM(rms) Folie rechts | 6,17 mm | 2,77 mm |
| Seitenabweichung VPDM(+max) Ruhelage | 7,81 mm | 5,62 mm |
| Seitenabweichung VPDM(+max) Okklusion (IKP) | 6,71 mm | 5,45 mm |
| Seitenabweichung VPDM(+max) Folie links | 7,70 mm | 7,14 mm |
| Seitenabweichung VPDM(+max) Folie rechts | 7,66 mm | 5,68 mm |
| Seitenabweichung VPDM(-max) Ruhelage | 8,93 mm | 5,82 mm |
| Seitenabweichung VPDM(-max) Okklusion (IKP) | 8,43 mm | 5,79 mm |
| Seitenabweichung VPDM(-max) Folie links | 8,45 mm | 4,60 mm |
| Seitenabweichung VPDM(-max) Folie rechts | 8,34 mm | 5,22 mm |
| Oberflächenrotation (rms) Ruhelage | 3,95 ° | 1,58 ° |
| Oberflächenrotation (rms) Okklusion (IKP) | 3,91 ° | 1,61 ° |
| Oberflächenrotation (rms) Folie links | 4,01 ° | 1,91 ° |
| Oberflächenrotation (rms) Folie rechts | 4,06 ° | 1,62 ° |
| Oberflächenrotation (+max) Ruhelage | 6,52 ° | 3,31 ° |
| Oberflächenrotation (+max) Okklusion (IKP) | 5,77 ° | 3,56 ° |
| Oberflächenrotation (+max) Folie links | 5,73 ° | 3,45 ° |
| Oberflächenrotation (+max) Folie rechts | 6,00 ° | 2,88 ° |
| Oberflächenrotation (-max) Ruhelage | 4,85 ° | 4,32 ° |
| Oberflächenrotation (-max) Okklusion (IKP) | 4,70 ° | 3,87 ° |
| Oberflächenrotation (-max) Folie links | 5,06 ° | 4,63 ° |
| Oberflächenrotation (-max) Folie rechts | 5,35 ° | 4,08 ° |

3.2.2 Statistische Analyse bei okklusaler Intervention

Auf die Formetric[®]-Analyse übte die Okklusionsveränderung bezüglich keines Parameters einen statistisch signifikanten und/oder quantitativ möglicherweise im Sinne einer Tendenz bemerkbaren Einfluss aus.

Den statistischen Vergleich der Okklusionsveränderungen zeigt Tabelle 5; ein signifikanter Unterschied fand sich weder beim Vergleich aller Bissituationen noch beim Vergleich der Extreme „Folie links“ vs. „Folie rechts“.

Tabelle 5: Signifikanzniveau der Unterschiede der Formetric®-Befunde in Abhängigkeit von der Okklusion

| Parameter | p-Wert [‡] | p-Wert [‡] |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|
| Rumpflänge VPDM | 0,935 | 0,182 |
| Rumpflänge VPSP | 0,257 | 0,307 |
| Grübchenabstand DLDR | 0,746 | 1,000 |
| Lotabweichung VPDM (mm) | 0,763 | 0,496 |
| Lotabweichung VPDM L (°) | 0,763 | 0,609 |
| Beckenhochstand DLDR R (mm) | 0,227 | 0,363 |
| Beckenhochstand DLDR R (°) | 0,133 | 0,320 |
| Beckentorsion DLDR | 0,631 | 0,875 |
| Beckenneigung (Grübchen) | 0,549 | 0,496 |
| Seitenabweichung VPDM(rms) | 0,718 | 0,410 |
| Seitenabweichung VPDM(+max) | 0,755 | 0,975 |
| Seitenabweichung VPDM(-max) | 0,634 | 0,977 |
| Oberflächenrotation (rms) | 0,701 | 1,000 |
| Oberflächenrotation (+max) | 0,160 | 0,733 |
| Oberflächenrotation (-max) | 0,131 | 0,307 |

‡ Alle Bissituationen (Friedman-Test), † „Folie links“ vs. „Folie rechts“ (Wilcoxon-Test)

Prozentual ausgedrückt lag der Unterschied zwischen den Situationen „Folie rechts“ und „Folie links“ in folgender – diagnostisch sicher nicht verwertbaren – Größenordnung:

- Die Rumpflänge unterschied sich zwischen den Situationen „Folie rechts“ und „Folie links“ um 0,25 % (VPDM) bzw. 0,28 % (VPSP).

- Die Differenz des Grübchenabstands zwischen beiden Situationen betrug 0,12 %.
- In der Lotabweichung ergab sich bei Einlegen der Folie rechts ein um 8,5 % (mm) bzw. 7,6 % (°) größerer Wert, aber mit sehr starker Streuung.
- Im Gegensatz dazu war der Beckenhochstand bei Einlegen der Folie links um 4,8 % (mm) bzw. 8,6 % (°) höher, aber ebenfalls mit sehr starker Streuung.
- In der Beckentorsion ergab sich wiederum bei Einlegen der Folie rechts ein um 21,2 % höherer Wert, wiederum mit sehr starker Streuung.
- Der Unterschied in der Beckenneigung betrug 1,9 %.
- In der Seitenabweichung fanden sich Unterschiede zwischen 0,5 (+max) und 2,8 % (rms).
- In der Oberflächenrotation fanden sich Unterschiede zwischen 2,3 % (rms) und 5,4 (-max).

Schon im Gruppenvergleich sind diese Unterschiede nicht ausreichend, um die Situation „mit Folie“ und „ohne Folie“ zu diskriminieren; noch viel weniger erlauben sie aber eine Beschreibung der physiologischen Reaktion auf das Einlegen der Zinnfolien und damit den – klinisch-diagnostisch allein verwertbaren – Rückschluss, ob ein Patient auf einen okklusalen Stimulus physiologisch oder pathologisch reagiert.

4 Diskussion

Nach den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit hat der Einsatz manuell-medizinischer Untersuchungsverfahren zur Bewertung okklusaler Einflüsse auf die Wirbelsäulenstatik und -dynamik durchaus das Potential, das diagnostische Instrumentarium bei kranio-mandibulären und kraniovertebralen Schmerzsyndromen zu bereichern. Das Einlegen der Zinnfolien führte zu einer deutlichen Änderung des manuell-medizinischen Befundes in Bezug auf alle drei untersuchten Qualitäten (Beinlänge, Priener Abduktionstest, Leg-Turn-In-Test), wobei der Effekt auf die Beinlänge ipsilateral der eingelegten Folie zu beobachten war; die beiden ersten eingangs formulierten Hypothesen (s. Seite 23) bestätigt die vorliegende Untersuchung damit. Ähnlich deutliche Effekte bei Patienten mit CMD berichteten z. B. HÜLSE und LOSERT-BRUGGNER (2002).

Zwar bestehen bezüglich der testtheoretischen Qualität der manuell-medizinischen Untersuchungsverfahren Bedenken, besonders was die Inter-Observer-Reliabilität angeht; bei kurzfristiger Wiederholung eines Tests durch den gleichen Untersucher, wie sie in der vorliegenden Untersuchung angewendet wurde, ist die Reliabilität dagegen zufriedenstellend (VINCENT-SMITH und GIBBONS 1999), so dass die Resultate der manuellen Untersuchung grundsätzlich als gültig angesehen werden können.

Eine schlüssige kinesiologische Erklärung für diese Befunde – Verlängerung des ipsilateralen Beines und rechtsbetonter Einfluss auf das Ergebnis des Priener- sowie des Leg-Turn-In-Tests unabhängig von der Lokalisation der Folie – steht allerdings noch aus, und zudem ist eine zuverlässige Zuordnung bestimmter Reaktionen auf okklusale Änderungen zu den verschiedenen Schmerzsyndromen derzeit noch nicht möglich (SCHUPP 2005). Insofern ist derzeit noch nicht absehbar, ob und in Bezug auf welche Fragestellungen die manuell-medizinische Diagnostik einen rationalen Stellenwert in der Evaluation von Patienten mit CMD einnehmen kann; zur letzten Hypothese kann damit keine valide Aussage getroffen werden.

Die Ergebnisse der Formetric[®]-Untersuchung dagegen zeigten, dass die in der vorliegenden Untersuchung eingesetzte okklusale Intervention keinen fassbaren Einfluss auf die Befunde ausübte; die dritte Hypothese ist damit abzulehnen. Anders als in der Diagnostik und Verlaufsbeurteilung der Skoliose oder auch des Beckenschiefstandes, in der die rasterstereographische Untersuchung eine bedeutende und evidenzbasierte Rolle spielt (DRERUP et al. 2001, HACKENBERG 2003, RIGO et al. 2006, WEISS et al. 2008), ist nach den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit ihr Einsatz zur Bewertung okk-

lusalen Einflüsse auf die Wirbelsäulenstatik und –dynamik derzeit als eher experimentell anzusehen, und das Ziehen therapeutischer Schlussfolgerungen aus rasterstereographischen Untersuchungsbefunden in diesem speziellen Zusammenhang scheint nicht empfehlenswert zu sein.

Die divergenten Befunde der beiden Messreihen lassen grundsätzlich unterschiedliche Erklärungsansätze zu:

1. *Methodische Erklärung:* Eine der beiden Methoden hat ein falsches Ergebnis erbracht, und zwar entweder in Form eines falsch positiven Resultats der manuellen oder eines falsch negativen Resultats der Formetric-Untersuchung.
2. *Physiologische Erklärung:* Zum einen ist es denkbar, dass die unterschiedlichen Stärken der Zinnfolie für die divergenten Ergebnisse verantwortlich sind (0,6 bzw. 0,9 mm bei der manuellen, 0,3 mm bei der Formetric-Untersuchung), zum anderen gibt es in der Literatur Hinweise darauf, dass die Haltungsveränderungen durch okklusale Interventionen erst mit einer gewissen zeitlichen Latenz nachweisbar werden (z. B. MILANI et al. 2000, HOSODA et al. 2007).

Nach der Literaturlauswertung liegen derzeit zum direkten Vergleich weder Untersuchungen mit dem Formetric-System (oder anderen rasterstereographischen Verfahren) noch mit der manuell-medizinischen Diagnostik vor, die einen Einfluss okklusaler Interventionen auf die Wirbelsäulenfunktion überprüfen, und das publizierte Material ist insgesamt inkonsistent und wenig belastbar (HANKE et al. 2007); insofern ist aufgrund externer Quellen keine direkte Entscheidung darüber möglich, welcher der beiden Erklärungsansätze zutreffend ist.

Auch Studien, die sich mit anderen Verfahren befassen, lassen diesbezüglich – naturgemäß – keine endgültige Entscheidung zu, unterstützen aber mittelbar die Vermutung, dass die Formetric-Untersuchung zumindest bei der hier vorgenommenen Sofortanalyse ein falsch negatives Resultat hatte, d. h. dass Veränderungen der spinalen Motorik durch die okklusale Änderung tatsächlich vorhanden waren. Für diese Annahme sprechen zahlreiche vorliegende Untersuchungen, die okklusale Interventionen in der gleichen Größenordnung, wie sie in der vorliegenden Studie eingesetzt wurden, messbare Einflüsse auf die muskuläre Aktivität und Haltung des Rückens attestieren (z. B. BRACCO et al. 1998, FINK et al. 2003, BERGAMINI et al. 2008).

Deutlich stärker als in der vorliegenden Untersuchung – und bei klinischen Okklusionsstörungen – war die Intervention, mit der DALY et al. (1982) die Okklusion beeinflussten: Hier wurde ein Prüfkörper modelliert, nachdem die Okklusion durch einen Stab mit 8 mm Durchmesser, der distal der ersten Prämolaren eingelegt wurde, geöffnet wurde. Die Tatsache, dass sich infolge dieser Maßnahme eine deutliche posturale Reaktion in Form einer Extension des Kopfes ergab, ist zwar interessant, aber als Vergleichsanga-be für die vorliegende Untersuchung nicht wirklich aufschlussreich, da die Änderung um einen Faktor 10-20 stärker ausgeprägt war.

BRACCO et al. (1998) untersuchten an 20 Patienten mit CMD, inwieweit sich Änderungen der Okklusion in der Rumpfhaltung und Gewichtsverteilung niederschlugen. Die Messungen erfolgten unter den 3 Ausgangsbedingungen Ruhelage, zentrische Okklusion und myozentrische Okklusion und sind daher mit keinem der beiden Teile der vorliegenden Untersuchung direkt vergleichbar. Aufschlussreich ist aber, dass sich während der myozentrischen Okklusion gegenüber der Zentrik die Schwerpunktlage des Rumpfes verbesserte. Diese Befunde wurden in einer späteren Studie an 95 Patienten im Wesentlichen bestätigt (BRACCO et al. 2004).

Nach GANGLOFF et al. (2000) beeinflussen okklusale Splinte die Haltung gegenüber der Ruhelage grundsätzlich negativ, und zwar in folgender Rangfolge:

- In zentrischer Relation (am wenigsten),
- in Interkuspitation und
- in lateraler Okklusion (am stärksten).

Einen Hinweis auf einen mit deutlicher zeitlicher Verzögerung auftretenden Effekt okklusaler Interventionen auf die Rumpfhaltung, der das negative Resultat der vorliegenden Formetric-Untersuchungen (mit-) erklären könnte, liefert eine Studie von MILANI et al. (2000): Hier machte sich der Effekt eines kieferorthopädischen Korrekturapparats mit Erhöhung der okklusalen Flächen (ohne Höhenangabe) auf das Ergebnis des Fukuda-Unterberger-Steppe-tests erst nach längerer Tragedauer bemerkbar und war nach Entfernung der Apparatur auch nicht sofort reversibel.

FINK et al. (2003) legten Ergebnisse einer experimentellen Studie vor, bei der die Intervention der im manuell-medizinischen Teil der vorliegenden Untersuchung quantitativ entsprach. Bei 20 Versuchspersonen mit cervicolumbalen Beschwerden, aber ohne CMD, wurde die Okklusion durch bilaterales Einlegen einer 0,9 mm starken Zinnfolie beeinflusst, was den manuell-medizinischen Untersuchungsbefund sowohl an der oberen HWS (im Sinne einer hypermobilen Dysfunktion der Segmente C0/C1 bis C2/C3)

als auch an den Iliosakralgelenken (hypomobile Dysfunktion) signifikant beeinflusste; zudem ergab sich eine leichte, aber nicht signifikante Tonussteigerung der Adduktoren. Letztere ist mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung in Einklang zu bringen, obwohl die Untersuchungsverfahren nicht identisch waren.

Im Gegensatz zur vorliegenden Untersuchung, in der auch in der an sich sensitiven manuell-medizinischen Untersuchung keine gesetzmäßige Beziehung zwischen der Seite der Intervention und dem Effekt bestand (der insgesamt mehr oder weniger rechtsbetont war), beschrieben YOSHINO et al. (2003) bei einseitigem Verlust der Okklusionshöhe eine Lateralneigung des Kopfes zur Gegen- (=höheren) Seite.

Im Tierversuch konnten D'ATTILIO et al. (2005) radiographisch demonstrieren, dass einseitige Okklusionsveränderungen durch Einlegen von Prüfkörpern in der Tat zu einer skolioformen Veränderung der Wirbelsäulenform führten, die nach Entfernung der Prüfkörper beim deutlich überwiegenden Teil der untersuchten Tiere (83 %) reversibel war. Naturgemäß ist es problematisch, diese Ergebnisse mit unseren rasterstereographischen Untersuchungen am Menschen zu vergleichen; die integrierte Bissplatte war aber mit 0,5 mm, wenn man die geometrischen Verhältnisse des Rattengebisses mit denen beim Menschen vergleicht, sicher relativ deutlich höher als in der vorliegenden Untersuchung, so dass im Vergleich mit dieser Studie ein „unterschwelliger“ Einfluss der verwendeten 0,3 mm-Zinnfolie als Erklärung für die Diskrepanz gut denkbar wäre.

SFORZA et al. (2006) zeigten an einer Studie an Astronauten sinngemäß, dass eine symmetrische Kieferöffnung durch Splinte – über deren Höhe hier leider keine Angabe gemacht wurde – zu einer Verkleinerung der Oszillationszone des maximalen Fußdrucks und zu einer symmetrischeren Verteilung der mit EMG bestimmten Aktivität der *Mm. sternocleidomastoidei* führte.

In einer Untersuchung von SAKAGUCHI et al. (2007), in der der elektronisch gemessene „Fußabdruck“ (MatScan™) als Parameter diente, führte bereits die Interkuspitation zu einer messbaren und signifikanten Vergrößerung des elektronisch gemessenen Zentrums des Fußdrucks bei Interkuspitation gegenüber der Ruhelage; ein ähnlicher Effekt ließ sich bei rechts exzentrischer Mandibulalage demonstrieren. Darüber hinaus wurde die laterale Verlagerung der Mandibula als Prüfintervention verwendet, so dass die Ergebnisse denen des Formetric-Arms der vorliegenden Arbeit nicht unmittelbar vergleichbar sind; das völlige Fehlen eines messbaren Effekts der Interkuspitation deutet aber im Vergleich mit den Ergebnissen von SAKAGUCHI et al. (2007) eher in Richtung einer zu geringen Sensitivität der Rasterstereographie.

Zu diesem Messverfahren gibt es allerdings auch eine ältere Studie von FERRARIO et al. (1996), die einen entsprechenden Zusammenhang verneint.

Auch andere Studien zeigen deutliche Zusammenhänge zwischen asymmetrischen okklusalen Interferenzen und dem Muskeltonus an Wirbelsäule und Extremitäten (FERRARIO et al. 2001, 2003, 2006), wobei allerdings die Interventionen wie auch die Evaluationsmethoden nicht immer einfach nachzuvollziehen sind.

Aus den vorangegangenen Ausführungen wird ersichtlich, dass die Entwicklung eines vereinheitlichenden Konzeptes im Moment daran krankt, dass die experimentellen Interventionen und die Prüfmethode so vielfältig sind, dass kaum zwei der vorliegenden Arbeiten wirklich direkt miteinander vergleichbar sind; aus dem gleichen Grund ist es schwierig, die eigenen Ergebnisse vor dem Hintergrund der Literatur schlüssig und abschließend zu interpretieren. Dennoch zeigen die eigenen Ergebnisse mit der manuell-medizinischen Untersuchung sowie auch die Mehrzahl der vorliegenden experimentellen Studien auch kurzfristig deutliche Effekte okklusaler Interventionen auf die Rumpffunktion; dass diese noch nicht schlüssig zu erklären sind, rechtfertigt keine ernsthaften Zweifel an ihrem Vorhandensein. Daher ist ein falsch negatives Ergebnis der Formetric-Untersuchung bezüglich der kurzfristigen Effekte okklusaler Interventionen die wahrscheinlichste Erklärung für die Konstellation der Befunde dieser Studie. Ob die langfristige okklusale Änderung Einflüsse auf das Ergebnis der Formetric-Untersuchung hat (was z. B. die zitierte Untersuchung von MILANI et al. 2000 durchaus möglich erscheinen lässt), müsste in weiteren Studien an Trägern kieferorthopädischer oder Splint-Apparaturen geprüft werden; die Antwort auf diese Frage ändert aber nichts an der Tatsache, dass kurzfristige Effekte nicht zu sehen waren, was den diagnostischen Nutzen doch deutlich limitiert.

Dies bedeutet natürlich nicht, dass das System nicht bei der Evaluation von Patienten mit CMD im Rahmen der Diagnostik und Verlaufsbeobachtung wertvolle Hinweise liefern kann, wie es z. B. von SCHUPP und SÄCKLER (2005) anhand von 2 Fallbeschreibungen demonstriert wird. Auch hier ist als mögliche Erklärung wieder der Zeitfaktor zu berücksichtigen, aber auch die Tatsache, dass es sich hier um symptomatische CMD-Patienten handelte und das Ausmaß der okklusalen Intervention nicht abzuschätzen ist.

Als Schlussfolgerung ergibt sich aus der vorliegenden Arbeit, dass – anders als in der Diagnostik und Verlaufsbetrachtung der Skoliose oder des Beckenschiefstandes – die Wertigkeit der rasterstereographischen Untersuchung in der Diagnostik der kurzfristigen okklusionsbedingten Haltungstörungen im Rahmen der Evaluation von Patienten mit Schmerzsyndromen von Gesicht, Kopf und Hals und/oder Wirbelsäule derzeit nicht bzw. nur eingeschränkt beurteilt werden kann und nach den eigenen Ergebnissen eher nicht gegeben zu sein scheint. Einschränkend ist hier lediglich zu bedenken, dass die okklusale Veränderung durch Einlegen einer lediglich 0,3 mm starken Folie „unterschwellig“ bezüglich der Beeinflussung der Wirbelsäulenmotorik gewesen oder erst mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung eingetreten sein könnte. Weitere Untersuchungen könnten diesbezüglich Sicherheit schaffen.

Die manuell-medizinische Untersuchung kann dagegen in der Diagnostik der okklusionsbedingten Haltungstörungen im Rahmen der Evaluation von Patienten mit Schmerzsyndromen von Gesicht, Kopf und Hals und/oder Wirbelsäule wertvolle Aufschlüsse erbringen und wird in diesem Zusammenhang auch bereits seit einiger Zeit mit positiven Ergebnissen genutzt (z. B. HÜLSE und LOSERT-BRUGGNER 2002). Ihre Aussagekraft und spezifische Befundkonstellationen müssen allerdings durch weitere Untersuchungen validiert werden. Zusätzliche Aufschlüsse würde zum einen eine Replikation der Studie an einem umfangreicheren Probandenkollektiv mit identischen Versuchsbedingungen schaffen; zum anderen wäre eine Identifikation und spätere Validierung von bestimmten Befundkonstellationen bei einzelnen kranio-mandibulären oder kraniovertebralen Schmerzsyndromen wünschenswert, um den Stellenwert der manuell-medizinischen Untersuchung im Rahmen der Evaluation von CMD-Patienten beurteilen zu können.

5 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, ob der Befund der manuell-medizinischen oder rasterstereographischen Untersuchung durch kurzfristige Änderungen der okklusalen Kontaktbeziehung bei gesunden Probanden beeinflusst wird. Die Untersuchungen erfolgten an insgesamt 26 Probanden in zwei Gruppen. Durch eine experimentelle Versuchsanordnung wurden bei diesen Probanden „künstliche“ Okklusionsstörungen provoziert und deren Auswirkungen auf den Wirbelapparat untersucht. Die Untersuchungen erfolgten nach zwei unterschiedlichen Systematiken:

- 11 Probanden (9 weiblich, 2 männlich) wurden mit der manuell-medizinischen Methode nach SCHUPP (2001) untersucht, die Prüfintervention bestand im Einlegen von 0,6 bzw. 0,9 mm starken Zinnfolien.
- Bei 15 Probanden (alle weiblich) erfolgte die Untersuchung rasterstereographisch mit dem Formetric[®]-System (DIERS International GmbH, Schlangenbad, Deutschland, Art. 303-40 Formetric 3D); hier wurde die Okklusion mit 0,3 mm starken Zinnfolien beeinflusst.

Der manuell-medizinische Befund wurde durch die Intervention deutlich verändert; die Beinlänge wurde auf der ipsilateralen Seite der eingelegten Folie als länger bewertet als auf der kontralateralen Seite, und auch im Priener sowie im Leg-Turn-In-Test zeigten sich deutliche Unterschiede.

Die Rasterstereogramme zeigten dagegen keinerlei signifikante oder auch nur quantitativ bemerkbare Einflüsse.

Inwieweit die rasterstereographische Untersuchung für die Evaluation eventueller kurzfristiger okklusaler Einflüsse – in der hier untersuchten Größenordnung – auf die Haltung des kraniovertebralen Systems im Rahmen der Diagnostik kranio-mandibulärer oder kraniovertebraler Schmerzsyndrome geeignet ist, muss daher derzeit dahingestellt bleiben. Die manuell-medizinische Untersuchung dagegen scheint für solche Untersuchungen durchaus aussagekräftig zu sein.

6 Summary

The present study examines the influence of occlusal interference on the manually and stereographically determined functional status of the back. Examinations took place in 26 healthy volunteers in whom “artificial” occlusal interference was imposed with tin foils and its influence on the spinal system measured. Examinations were performed in two different settings:

- 11 subjects (9 females, 2 males) were examined with a manual-medical method according to SCHUPP (2001), the intervention consisted of the placement of tin foils with 0.6 and 0.9 mm thickness, respectively.
- In 15 female subjects, the assessment was performed raster-stereographically with the Formetric® system (DIERS International GmbH, Schlangenbad, Deutschland, Art. 303-40 Formetric 3D) before and after placement of 0.3 mm tin foils.

The manual examination revealed marked influences of the intervention, i. e. a lengthening of the ipsilateral leg and a significant alteration of the Priener and leg-turn in-test, respectively.

In contrast, raster-stereography failed to demonstrate a significant or even appreciable effect of the intervention.

Whereas the suitability of raster-stereographic examination for the evaluation of occlusal influences on craniomandibular or craniovertebral pain syndromes cannot be confirmed at the moment, manual examination can possibly be helpful in this respect according to the results of the study.

7 Literaturverzeichnis

1. Agerberg G, Österberg T. Maximal mandibular movements and symptoms of mandibular dysfunction in 70-year-old men and women. *Swed Dent J* 1974;67:1-9.
2. Ahlers O, Jakstat H. Klinische Funktionsanalyse. In: Ahlers O, Jakstat H (Hrsg.). *Klinische Funktionsanalyse – interdisziplinierendes Vorgehen mit optimierten Befundbögen*. Hamburg: DentaConcept, 2001.
3. Alstergren P, Ernberg M, Kopp S, Lundeberg T. TMJ pain in relation to circulating neuropeptide Y, serotonin and interleukin-1 β in rheumatoid arthritis. *J Orofac Pain* 1999;13:49-55.
4. Balters W. Die Wirbelsäule aus der Sicht der Zahnärzte. *Zahnärztl Mitt* 1964;9:408-10.
5. Bergamini M, Pierleoni F, Gizdulich A, Bergamini C. Dental occlusion and body posture: A surface EMG study. *Cranio* 2008;26:25-32.
6. Bracco P, Deregibus A, Piscetta R, Ferrario G. Observations on the correlation between posture and jaw position: A pilot study. *Cranio* 1998;16:252-8.
7. Bracco P, Deregibus A, Piscetta R. Effects of different jaw relations on postural stability in human subjects. *Neurosci Lett* 2004;356:228-30.
8. Brunzel B. Funktionsbefunde im craniomandibulären und craniozervikalen System bei Jugendlichen im Alter von 15 bis 19 Jahren. Universität Jena: Zahnmed. Dissertation, 2000.
9. Bumann A, Lotzmann U. *Funktionsdiagnostik und Therapieprinzipien*. Stuttgart, New York: Thieme, 2000.
10. Casati CA, Frigo L, Bauer JA. Origin of sensory and automatic innervation of the rat temporomandibular joint: A retrograde axonal tracing study with the fluorescent dye fast blue. *J Dent Res* 1999;78:776-83.

11. Chen TT, Turner DF. Temporomandibular joint innervation in rats: A horseradish peroxidase study. *J Formos Med Assoc* 1992;91:808-12.
12. Daly P, Preston CB, Evans WG. Postural response of the head to bite opening in adult males. *Am J Orthod* 1982;82:157-60.
13. D'Attilio M, Filippi MR, Femminella B, Festa F, Tecco S. The influence of an experimentally-induced malocclusion on vertebral alignment in rats: a controlled pilot study. *Cranio* 2005;23:119-29.
14. Debrunner AM. Orthopädie, orthopädische Chirurgie: Die Störungen des Bewegungsapparates in Klinik und Praxis. 3. Aufl. Bern: Hans Huber, 1995.
15. Diers International GmbH, Dr. Hierholzer E. Qualifikationsseminar 3D-Wirbelsäulenvermessung, Schulungsunterlagen in Zusammenarbeit mit Universität Münster, 1999:5-8.
16. Drerup B, Ellger B, Meyer zu Bentrup F, Hierholzer E. Rasterstereographische Funktionsaufnahmen. Eine neue Methode zur biomechanischen Analyse der Skelettgeometrie. *Orthopäde* 2001;30:242-50.
17. Du Bois M, Szpalski M, Donceel P. Patients at risk for long-term sick leave because of low back pain. *Spine J* 2009;9:350-9.
18. Duyzings J. Kieferorthopädie und Körperhaltung. *Dtsch Zahnärztl Z* 1955;10:19-21.
19. Ernst A, Freesmeyer WB. Funktionsstörungen im Kopf-Hals-Bereich für Mediziner und Zahnmediziner. Stuttgart: Thieme, 2008.
20. Ferrario VF, Sforza C, Schmitz JH, Taroni A. Occlusion and center of foot pressure variation: Is there a relationship? *J Prosthet Dent* 1996;76:302-8.
21. Ferrario VF, Sforza C, Serrao G, Fragnito N, Grassi G. The influence of different jaw positions on the endurance and electromyographic pattern of the biceps brachii muscle in young adults with different occlusal characteristics. *J Oral Rehabil* 2001;28:732-9.

22. Ferrario VF, Sforza C, Dellavia C, Tartaglia GM. Evidence of an influence of asymmetrical occlusal interferences on the activity of the sternocleidomastoid muscle. *J Oral Rehabil* 2003;30:34-40.
23. Ferrario VF, Tartaglia GM, Galletta A, Grassi GP, Sforza C. The influence of occlusion on jaw and neck muscle activity: A surface EMG study in healthy young adults. *J Oral Rehabil* 2006;33:341-8.
24. Fink M, Tschernitschek H, Stiesch-Scholz M. Asymptomatic cervical spine dysfunction (CSD) in patients with internal derangement of the temporomandibular joint. *Cranio* 2002;20:192-7.
25. Fink M, Tschernitschek H, Stiesch-Scholz M, Wähling K. Kraniomandibuläres System und Wirbelsäule. *Man Med* 2003;41:476-80.
26. Freesmeyer WB. Was man vom Kiefergelenk des Menschen wissen sollte. *Man Med* 2000;38:316-21.
27. Freesmeyer WB. Was man vom Kiefergelenk des Menschen wissen sollte. Teil II: Erkrankungen der Kiefergelenke (Arthropathien). *Man Med Osteopath Med* 2001a;39:79-85.
28. Freesmeyer WB. Was man vom Kiefergelenk des Menschen wissen sollte. Teil III: Erkrankungen der Kiefergelenke (Sekundäre Arthropathien). *Man Med Osteopath Med* 2001b;39:126-32.
29. Freesmeyer WB. Was man vom Kiefergelenk des Menschen wissen sollte. Teil IV: Erkrankungen der Kiefergelenke (intrakapsuläre Verlagerungen). *Man Med Osteopath Med* 2001c;39:188-94.
30. Fujimura K, Kobayashi S, Suzuki T, Segami N. Histologic evaluation of temporomandibular arthritis induced by mild mechanical loading in rabbits. *J Oral Pathol Med* 2005;34:157-63.
31. Gangloff P, Louis JP, Perrin PP. Dental occlusion modifies gaze and posture stabilization in human subjects. *Neurosci Lett* 2000;293:203-6.
32. Garten H. Applied kinesiology als funktionelle Neurologie. *Man Med* 2000;38:120-68.

33. Gresham U, Smithells PA. Cervical and mandibular posture. *Dent Rec* 1954;74:261-4.
34. Gutowski A. Kompendium der funktionsorientierten und ästhetischen Zahnheilkunde. 7. Auflage. Schwäbisch Gmünd: Eigenverlag, 2001
35. Hackenberg L. Stellenwert der Rückenformanalyse in der Therapie von Wirbelsäulendeformitäten. Westfälische Wilhelms-Universität Münster: Habilitationsschr., 2003.
36. Hanke BA, Motschall E, Türp JC. Association between orthopedic and dental findings: What level of evidence is available? *J Orofac Orthop* Mar 2007;68:91-107.
37. Hansson T, Öberg T. En kliniskbettfysiologisk undersökning av 67-åringar i Dalby. *Tandläkartidn* 1971;18:650-4.
38. Harzmann HC. Stellenwert der Videorasterstereographie als schulärztliche Screeningmethode von skoliotischen Fehlhaltungen und strukturellen Skoliosen. Ludwig-Maximilians-Universität München: Med. Dissertation, 2000.
39. Harzmann HC. Individuelle Gesundheitsleistungen IGEL in der Orthopädie. Stuttgart: Thieme Verlag, 2001.
40. Hosoda M, Masuda T, Isozaki K, et al. Effect of occlusion status on the time required for initiation of recovery in response to external disturbances in the standing position. *Clin Biomech* 2007;22:369-73.
41. Hülse M, Losert-Bruggner B. Der Einfluss der Kopfgelenke und/oder der Kiefergelenke auf die Hüftabduktion. *Man Med* 2002;40:97-100.
42. Huggare JA, Raustia AM. Head posture and cervicovertebral and craniofacial morphology in patients with craniomandibular dysfunction. *Cranio* 1992;10:173-9.
43. Kononen M, Wenneberg B, Kallenberg A. Craniomandibular disorders in rheumatoid arthritis, psoriatic arthritis, and ankylosing spondylitis. A clinical study. *Acta Odontol Scand* 1992;50:281-7.
44. Kopp S, Sebald WG, Plato G. Erkennen und Bewerten von Dysfunktionen und Schmerzphänomenen im kranio-mandibulären System. *Man Med* 2000a;38:329-34.

45. Kopp S, Sebald WG, Plato G. Kраниomандибүлäre Dysfunktion. Man Med 2000a;38:335-41.
46. Marx G. Über die Zusammenarbeit mit der Kieferorthopädie und Zahnheilkunde in der Manuellen Medizin. Man Med 2000;38:342-5.
47. McNeill C. Management of temporomandibular disorders: concepts and controversies. J Prosthet Dent 1997;77:510-22.
48. Meadows DM, Johnson WO, Allen JB. Generation of surface contours by Moiré patterns. Appl Opt 1970;9:942-7.
49. Merkesdal S, Mau W. Prediction of costs-of-illness in patients with low back pain undergoing orthopedic outpatient rehabilitation. Int J Rehabil Res 2005;28:119-26.
50. Milani RS, De Perière DD, Lapeyre L, Pourreyron L. Relationship between dental occlusion and posture. Cranio 2000;18:127-34.
51. Miralles R, Moya H, Ravera MJ, et al. Increase of the vertical occlusal dimension by means of a removable orthodontic appliance and its effect on craniocervical relationships and position of the cervical spine in children. Cranio 1997;15:221-8.
52. Mumford JM. Kiefer-Gesichtschmerz. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag, 1989.
53. Nicolakis P, Nicolakis M, Piehslinger E, et al. Relationship between craniomandibular disorders and poor posture. Cranio 2000;18:106-12.
54. Nitzan DW. 'Friction and adhesive forces' - possible underlying causes for temporomandibular joint internal derangement. Cells Tissues Organs 2003;174:6-16.
55. Nobili A, Adversi R. Relationship between posture and occlusion: a clinical and experimental investigation. Cranio 1996;14:274-85.
56. Ormeño G, Miralles R, Santander H, et al. Body position effects on sternocleidomastoid and masseter EMG pattern activity in patients undergoing occlusal splint therapy. Cranio 1997;15:300-9.

57. Rigo M, Quera-Salvá G, Villagrasa M. Sagittal configuration of the spine in girls with idiopathic scoliosis: Progressing rather than initiating factor. *Stud Health Technol Inform* 2006;123:90-4.
58. Sakaguchi K, Mehta NR, Abdallah EF, et al. Examination of the relationship between mandibular position and body posture. *Cranio* 2007;25:237-49.
59. Schmitter M, Rammelsberg P, Hassel A, et al. Evaluation of disk position and prevalence of internal derangement, in a sample of the elderly, by gadolinium-enhanced magnetic resonance imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;106:872-8.
60. Schupp W. Gesichtsschmerz aus Sicht der Kieferorthopädie. *Man Med* 2001;39:327-36.
61. Schupp W. Manuelle Medizin, Pädiatrie und Kieferorthopädie. Ein Modell für eine integrative Vernetzung. *Man Med* 2003;41:302-8.
62. Schupp W. Kraniomandibuläre Dysfunktionen und deren periphere Folgen. Eine Literaturübersicht. *Man Med* 2005;43:29-33.
63. Schupp W, Säckler I. Überprüfung der Okklusion bei einer kraniomandibulären Dysfunktion mit manualmedizinischer Diagnostik und der Formetric-Vermessung. *Man Med* 2005;43:331-41.
64. Schwarz A. Kopfhaltung und Kiefer. *Z Stomatol* 1926;5:669-744.
65. Scrivani SJ, Keith DA, Kaban LB. Temporomandibular disorders. *N Engl J Med* 2008;359:2693-705.
66. Seedorf H, Seetzen F, Scholz A, Sadat-Khonsari MR, Kirsch I, Jude HD. Impact of posterior occlusal support on the condylar position. *J Oral Rehabil* 2004;31:759-63.
67. Sforza C, Tartaglia GM, Solimene U, Morgun V, Kaspranskiy RR, Ferrario VF. Occlusion, sternocleidomastoid muscle activity, and body sway: a pilot study in male astronauts. *Cranio* 2006;24:43-9.

68. Slavicek R. Funktion – die Haltung. In: Slavicek R. Das Kauorgan: Funktionen und Dysfunktionen. Klosterneuburg: Gamma Medizinisch-wissenschaftliche Fortbildungsgesellschaft, 2000.
69. Takasaki H. Moiré topography. *Appl Opt* 1970;9:1467-72.
70. Tecco S, Caputi S, Teté S, Orsini G, Festa F. Intra-articular and muscle symptoms and subjective relief during TMJ internal derangement treatment with maxillary anterior repositioning splint or SVED and MORA splints: A comparison with untreated control subjects. *Cranio* 2006;24:119-29.
71. Vahlensieck M, Okweschokwu S, Greven M. Magnetresonanztomographie (MRT) des Kiefergelenkes: Einfluss auf Therapieentscheidung und Übereinstimmung zweier Auswerter. *Röfo* 2002;174:1415-21.
72. Vincent-Smith B, Gibbons P. Inter-examiner and intra-examiner reliability of the standing flexion test. *Man Ther* 1999;4:87-93.
73. Wachsmann K. Über den Zusammenhang der Gebissanomalien mit Krümmungen der Wirbelsäule und schlaffer Körperhaltung. *Fortschr Kieferorthop* 1960;21:449-53.
74. Weiss HR, Bohr S, Jahnke A, Pleines S. Acupuncture in the treatment of scoliosis - a single blind controlled pilot study. *Scoliosis* 2008;3:4.
75. Widenfalk B, Wiberg M. Original of sympathetic and sensory innervation of the temporomandibular joint. A retrograde axonal tracing study in the rat. *Neurosci Lett* 1990;109:30-5.
76. Wiese M, Wenzel A, Hintze H, et al. Osseous changes and condyle position in TMJ tomograms: impact of RDC/TMD clinical diagnoses on agreement between expected and actual findings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;106:e52-63.
77. Yoshino G, Higashi K, Nakamura T. Changes in weight distribution at the feet due to occlusal supporting zone loss during clenching. *Cranio* 2003;21:271-8.

-
78. Yoshino K, Kawagishi S, Amano N. Morphological characteristics of primary sensory and post-synaptic neurones supplying the temporomandibular joint in the cat. Arch Oral Biol 1998;43:679-86.
 79. Zimmermann M. Der chronische Schmerz. Epidemiologie und Versorgung in Deutschland. Orthopäde 2004;33:508-14.
 80. Zuñiga C, Miralles R, Mena B, et al. Influence of variation in jaw posture on sternocleidomastoid and trapezius electromyographic activity. Cranio 1995;13:157-62.

8 Anhang

8.1 Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen

| | | |
|---------------|---|----|
| TABELLE 1: | BEINLÄNGE BEI DER MANUELL-MEDIZINISCHEN UNTERSUCHUNG IN ABHÄNGIGKEIT VON DER BISSSITUATION..... | 32 |
| TABELLE 2: | ERGEBNISSE DES PRIENER-TESTS BEI DER MANUELL-MEDIZINISCHEN UNTERSUCHUNG IN ABHÄNGIGKEIT VON DER BISSSITUATION..... | 33 |
| TABELLE 3: | ERGEBNISSE DES LEG-TURN-IN-TESTS BEI DER MANUELL-MEDIZINISCHEN UNTERSUCHUNG IN ABHÄNGIGKEIT VON DER BISSSITUATION..... | 34 |
| TABELLE 4: | BEFUNDE DER FORMETRIC [®] -UNTERSUCHUNG IN ABHÄNGIGKEIT VON DER BISSSITUATION | 35 |
| TABELLE 5: | SIGNIFIKANZNIVEAU DER UNTERSCHIEDE DER FORMETRIC [®] -BEFUNDE IN ABHÄNGIGKEIT VON DER BISSSITUATION..... | 37 |
| TABELLE 6: | EINZELERGEBNISSE DER MANUELL-MEDIZINISCHEN UNTERSUCHUNG | 56 |
| ABBILDUNG 1: | PUNKTFÖRMIGE A-, B-, C-KONTAKTE IM SEITENZAHNBEREICH (GUTOWSKI 2001)..... | 8 |
| ABBILDUNG 2: | SCHEMATISCHE DARSTELLUNG EINER NORMALEN KONDYLUS-DISKUS-BEZIEHUNG IN EINEM GESUNDEN GELENK (GUTOWSKI 2001) | 10 |
| ABBILDUNG 3: | INFERIORE VERLAGERUNG DES KONDYLUS MIT ANTERIORER VERLAGERUNG DES DISKUS UND KONDYLUS-POSITION AUF DEM HINTEREN RAND DES DISKUS (GUTOWSKI 2001) | 10 |
| ABBILDUNG 4: | SUPERIORE VERLAGERUNG DES KONDYLUS MIT ANTERIORER VERLAGERUNG DES DISKUS UND KONDYLEN-POSITION AUF DEN HINTEREN BÄNDERN DES DISKUS (GUTOWSKI 2001)..... | 11 |
| ABBILDUNG 5: | SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DES STELLENWERTS VON KOPF UND HALS FÜR DIE KÖRPERHALTUNG..... | 14 |
| ABBILDUNG 6: | TRIANGULATION (LINKS) UND PRINZIP DER RASTERSTEREOGRAPHIE ALS WEITERENTWICKLUNG DER STEREOPHOTOGRAMMETRIE (RECHTS). DIE PROJEKTION EINES GEOMETRISCH DEFINIERTEN REGELMÄßIGEN LICHTRASTERS ERSETZT AM PUNKT A EINE VON ZWEI KAMERAS, DIE BEI DER STEREOPHOTOGRAMMETRIE ERFORDERLICH WÜRDEN (HACKENBERG 2003)..... | 17 |
| ABBILDUNG 7: | PROJEKTOR (P) UND VIDEOKAMERA (K) SIND BEI DER RASTERSTEREOGRAPHIE IM SINNE DER TRIANGULATION IN DEFINIERTEM WINKEL ZUEINANDER ANGEORDNET (HACKENBERG 2003)..... | 19 |
| ABBILDUNG 8: | RASTERSTEREOGRAPHISCHE AUFNAHME (HACKENBERG 2003)..... | 22 |
| ABBILDUNG 9: | MESSPUNKTE DES FORMETRIC [®] -SYSTEMS | 27 |
| ABBILDUNG 10: | BEINLÄNGENDIFFERENZ IN ABHÄNGIGKEIT VON DER INTERVENTION | 29 |
| ABBILDUNG 11: | BEFUND IM PRIENER ABDUKTIONSTEST IN ABHÄNGIGKEIT VON DER INTERVENTION..... | 30 |

| | |
|---|----|
| ABBILDUNG 12: BEFUND IM LEG-TURN-IN-TEST IN ABHÄNGIGKEIT VON DER INTERVENTION | 31 |
| ABBILDUNG 13: FORMETRIC®-MESSPROTOKOLL EINER 39-JÄHRIGEN PROBANDIN, RUHELAGE | 64 |
| ABBILDUNG 14: FORMETRIC®-MESSPROTOKOLL EINER 39-JÄHRIGEN PROBANDIN, MAXIMALE INTERKUSPIDATION | 65 |
| ABBILDUNG 15: FORMETRIC®-MESSPROTOKOLL EINER 39-JÄHRIGEN PROBANDIN, FOLIE LINKS | 65 |
| ABBILDUNG 16: FORMETRIC®-MESSPROTOKOLL EINER 39-JÄHRIGEN PROBANDIN, FOLIE RECHTS..... | 66 |
| ABBILDUNG 17: FORMETRIC®-MESSPROTOKOLL EINER 43-JÄHRIGEN PROBANDIN, RUHELAGE | 66 |
| ABBILDUNG 18: FORMETRIC®-MESSPROTOKOLL EINER 43-JÄHRIGEN PROBANDIN, MAXIMALE INTERKUSPIDATION | 67 |
| ABBILDUNG 19: FORMETRIC®-MESSPROTOKOLL EINER 43-JÄHRIGEN PROBANDIN, FOLIE LINKS | 67 |
| ABBILDUNG 20: FORMETRIC®-MESSPROTOKOLL EINER 43-JÄHRIGEN PROBANDIN, FOLIE RECHTS..... | 68 |

8.2 Tabellarische Darstellung der manuell-medizinischen Befunde

Tabelle 6: Einzelergebnisse der manuell-medizinischen Untersuchung

| Patient/Parameter | Werte in mm |
|--|-------------------|
| Patient 1 | |
| Name :T. | |
| Vorname :Diana | |
| geb. :11.07.1960 | |
| Voruntersuchungen | |
| Beinlänge Rechts und Links | 0 |
| Variable Beinlänge Rechts und Links | 0 |
| Priener Abduktionstest Rechts und Links | 0 |
| Leg- Turn- in- Test Rechts und Links | 0 |
| Untersuchung mit 0,6mm Zinnfolie Rechts | |
| Beinlänge | 0,5 rechts Länger |
| Variable Beinlänge | + |
| Priener Abduktionstest | 0 |
| Leg- Turn- In- Test | rechts fest |
| Untersuchung mit 0,6mm Zinnfolie Links | |
| Beinlänge | 0,5 links länger |
| Variable Beinlänge | + |
| Priener Abduktionstest | 0 |
| Leg- Turn- In- Test | 0 |
| Untersuchung mit 0,9mm Zinnfolie Rechts | |
| Beinlänge | 0,8 recht Länger |
| Variable Beinlänge | + |
| Priener Abduktionstest | rechts fest |
| Leg- Turn- In- Test | rechts fest |

Patient/Parameter**Werte in mm****Untersuchung mit 0,9mm Zinnfolie Links**

| | | |
|------------------------|------------------|---|
| Beinlänge | 0,5 links Länger | |
| Variable Beinlänge | + | |
| Priener Abduktionstest | rechts fest | |
| Leg- Turn- In- Test | | 0 |

Patient 2

Name :P.
 Vorname :Gabriele
 geb. :22.03.1951

Voruntersuchungen

| | | |
|------------------------|------------------|---|
| Beinlänge | Rechts und Links | 0 |
| Variable Beinlänge | Rechts und Links | 0 |
| Priener Abduktionstest | Rechts und Links | 0 |
| Leg- Turn- in- Test | Rechts und Links | 0 |

Untersuchung mit 0,6mm Zinnfolie Rechts

| | | |
|------------------------|-------------|---|
| Beinlänge | | 0 |
| Variable Beinlänge | | 0 |
| Priener Abduktionstest | | 0 |
| Leg- Turn- In- Test | rechts fest | |

Untersuchung mit 0,6mm Zinnfolie Links

| | | |
|------------------------|-------------|---|
| Beinlänge | | 0 |
| Variable Beinlänge | + | |
| Priener Abduktionstest | | 0 |
| Leg- Turn- In- Test | rechts fest | |

Untersuchung mit 0,9mm Zinnfolie Rechts

| | | |
|------------------------|-------------|---|
| Beinlänge | | 0 |
| Variable Beinlänge | + | |
| Priener Abduktionstest | rechts fest | |
| Leg- Turn- In- Test | rechts fest | |

Untersuchung mit 0,9mm Zinnfolie Links

| | | |
|------------------------|-------------|---|
| Beinlänge | | 0 |
| Variable Beinlänge | + | |
| Priener Abduktionstest | rechts fest | |
| Leg- Turn- In- Test | rechts fest | |

Patient 3

Name :H.
 Vorname :Julia
 geb. :09.06.1976

Voruntersuchungen

| | | |
|--------------------|------------------|---|
| Beinlänge | Rechts und Links | 0 |
| Variable Beinlänge | Rechts und Links | 0 |

| Patient/Parameter | Werte in mm |
|--|--------------------|
| Priener Abduktionstest Rechts und Links | 0 |
| Leg- Turn- in- Test Rechts und Links | 0 |
| Untersuchung mit 0,6mm Zinnfolie Rechts | |
| Beinlänge | 0,5 rechts Länger |
| Variable Beinlänge | + |
| Priener Abduktionstest | 0 |
| Leg- Turn- In- Test | 0 |
| Untersuchung mit 0,6mm Zinnfolie Links | |
| Beinlänge | 0,5 links Länger |
| Variable Beinlänge | + |
| Priener Abduktionstest | 0 |
| Leg- Turn- In- Test | links fest |
| Untersuchung mit 0,9mm Zinnfolie Rechts | |
| Beinlänge | 0,5 rechts Länger |
| Variable Beinlänge | + |
| Priener Abduktionstest | links fest |
| Leg- Turn- In- Test | 0 |
| Untersuchung mit 0,9mm Zinnfolie Links | |
| Beinlänge | 0,5 links Länger |
| Variable Beinlänge | + |
| Priener Abduktionstest | rechts fest |
| Leg- Turn- In- Test | links fest |
| Patient 4 | |
| Name :V. | |
| Vorname :Christoph | |
| geb. :24.10.1972 | |
| Voruntersuchungen | |
| Beinlänge Rechts und Links | 0 |
| Variable Beinlänge Rechts und Links | 0 |
| Priener Abduktionstest Rechts und Links | 0 |
| Leg- Turn- in- Test Rechts und Links | 0 |
| Untersuchung mit 0,6mm Zinnfolie Rechts | |
| Beinlänge | links 1,0 Länger |
| Variable Beinlänge | + |
| Priener Abduktionstest | rechts fest |
| Leg- Turn- In- Test | rechts fest |
| Untersuchung mit 0,6mm Zinnfolie Links | |
| Beinlänge | rechts 0,5 Länger |
| Variable Beinlänge | + |
| Priener Abduktionstest | 0 |
| Leg- Turn- In- Test | 0 |
| Untersuchung mit 0,9mm Zinnfolie Rechts | |
| Beinlänge | links 1,0 Länger |

Patient/Parameter**Werte in mm**

| | |
|---|-------------------|
| Variable Beinlänge | + |
| Priener Abduktionstest | rechts fest |
| Leg- Turn- In- Test | rechts fest |
| Untersuchung mit 0,9mm Zinnfolie Links | |
| Beinlänge | rechts 0,5 Länger |
| Variable Beinlänge | + |
| Priener Abduktionstest | rechts fest |
| Leg- Turn- In- Test | rechts fest |

Patient 5

Name :H.

Vorname :Maria

geb. :28.10.1982

Voruntersuchungen

| | | |
|------------------------|------------------|---|
| Beinlänge | Rechts und Links | 0 |
| Variable Beinlänge | Rechts und Links | 0 |
| Priener Abduktionstest | Rechts und Links | 0 |
| Leg- Turn- in- Test | Rechts und Links | 0 |

Untersuchung mit 0,6mm Zinnfolie Rechts

| | |
|------------------------|-------------------|
| Beinlänge | 1,0 rechts Länger |
| Variable Beinlänge | + |
| Priener Abduktionstest | 0 |
| Leg- Turn- In- Test | rechts fest |

Untersuchung mit 0,6mm Zinnfolie Links

| | |
|------------------------|------------------|
| Beinlänge | 0,5 links Länger |
| Variable Beinlänge | + |
| Priener Abduktionstest | 0 |
| Leg- Turn- In- Test | rechts fest |

Untersuchung mit 0,9mm Zinnfolie Rechts

| | |
|------------------------|-------------------|
| Beinlänge | 1,0 rechts Länger |
| Variable Beinlänge | + |
| Priener Abduktionstest | 0 |
| Leg- Turn- In- Test | rechts fest |

Untersuchung mit 0,9mm Zinnfolie Links

| | |
|------------------------|------------------|
| Beinlänge | 0,5 links Länger |
| Variable Beinlänge | + |
| Priener Abduktionstest | rechts fest |
| Leg- Turn- In- Test | rechts fest |

Patient 6

Name :S.

Vorname :U.

| Patient/Parameter | Werte in mm |
|--|--------------------|
| geb. :10.06.1969 | |
| Voruntersuchungen | |
| Beinlänge Rechts und Links | 0 |
| Variable Beinlänge Rechts und Links | 0 |
| Priener Abduktionstest Rechts und Links | 0 |
| Leg- Turn- in- Test Rechts und Links | 0 |
| Untersuchung mit 0,6mm Zinnfolie Rechts | |
| Beinlänge | 0 |
| Variable Beinlänge | - |
| Priener Abduktionstest | 0 |
| Leg- Turn- In- Test | rechts fest |
| Untersuchung mit 0,6mm Zinnfolie Links | |
| Beinlänge | 1,0 links Länger |
| Variable Beinlänge | + |
| Priener Abduktionstest | 0 |
| Leg- Turn- In- Test | rechts fest |
| Untersuchung mit 0,9mm Zinnfolie Rechts | |
| Beinlänge | 0 |
| Variable Beinlänge | - |
| Priener Abduktionstest | 0 |
| Leg- Turn- In- Test | rechts fest |
| Untersuchung mit 0,9mm Zinnfolie Links | |
| Beinlänge | 1,0 links Länger |
| Variable Beinlänge | + |
| Priener Abduktionstest | 0 |
| Leg- Turn- In- Test | rechts fest |
| Patient 7 | |
| Name :W. | |
| Vorname : Sonja | |
| geb. :17.12.1965 | |
| Voruntersuchungen | |
| Beinlänge Rechts und Links | 0 |
| Variable Beinlänge Rechts und Links | 0 |
| Priener Abduktionstest Rechts und Links | 0 |
| Leg- Turn- in- Test Rechts und Links | 0 |
| Untersuchung mit 0,6mm Zinnfolie Rechts | |
| Beinlänge | 0,5 rechts Länger |
| Variable Beinlänge | - |
| Priener Abduktionstest | 0 |
| Leg- Turn- In- Test | rechts fest |
| Untersuchung mit 0,6mm Zinnfolie Links | |
| Beinlänge | 0 |
| Variable Beinlänge | - |

| Patient/Parameter | Werte in mm | |
|--|--------------------|---|
| Priener Abduktionstest | | 0 |
| Leg- Turn- In- Test | | 0 |
| Untersuchung mit 0,9mm Zinnfolie Rechts | | |
| Beinlänge | 0,5 rechts Länger | |
| Variable Beinlänge | - | |
| Priener Abduktionstest | | 0 |
| Leg- Turn- In- Test | rechts fest | |
| Untersuchung mit 0,9mm Zinnfolie Links | | |
| Beinlänge | | 0 |
| Variable Beinlänge | + | |
| Priener Abduktionstest | | 0 |
| Leg- Turn- In- Test | | 0 |
| Patient 8 | | |
| Name :K. | | |
| Vorname : Mario | | |
| geb. :22.12.1974 | | |
| Voruntersuchungen | | |
| Beinlänge | Rechts und Links | 0 |
| Variable Beinlänge | Rechts und Links | 0 |
| Priener Abduktionstest | Rechts und Links | 0 |
| Leg- Turn- in- Test | Rechts und Links | 0 |
| Untersuchung mit 0,6mm Zinnfolie Rechts | | |
| Beinlänge | | 0 |
| Variable Beinlänge | - | |
| Priener Abduktionstest | | 0 |
| Leg- Turn- In- Test | | 0 |
| Untersuchung mit 0,6mm Zinnfolie Links | | |
| Beinlänge | | 0 |
| Variable Beinlänge | - | |
| Priener Abduktionstest | | 0 |
| Leg- Turn- In- Test | | 0 |
| Untersuchung mit 0,9mm Zinnfolie Rechts | | |
| Beinlänge | | 0 |
| Variable Beinlänge | - | |
| Priener Abduktionstest | | 0 |
| Leg- Turn- In- Test | | 0 |
| Untersuchung mit 0,9mm Zinnfolie Links | | |
| Beinlänge | | 0 |
| Variable Beinlänge | - | |
| Priener Abduktionstest | | 0 |
| Leg- Turn- In- Test | | 0 |

Patient 9

Patient/Parameter**Werte in mm**

Name :B.

Vorname : Philipp

geb. :19.06.1987

Voruntersuchungen

Beinlänge Rechts und Links 0

Variable Beinlänge Rechts und Links 0

Priener Abduktionstest Rechts und Links 0

Leg- Turn- in- Test Rechts und Links 0

Untersuchung mit 0,6mm Zinnfolie Rechts

Beinlänge 0,5 rechts Länger

Variable Beinlänge +

Priener Abduktionstest rechts fest

Leg- Turn- In- Test rechts fest

Untersuchung mit 0,6mm Zinnfolie Links

Beinlänge 0,5 links Länger

Variable Beinlänge +

Priener Abduktionstest

Leg- Turn- In- Test links fest

Untersuchung mit 0,9mm Zinnfolie Rechts

Beinlänge 0,5 rechts Länger

Variable Beinlänge +

Priener Abduktionstest rechts fest

Leg- Turn- In- Test rechts fest

Untersuchung mit 0,9mm Zinnfolie Links

Beinlänge 0,5 links Länger

Variable Beinlänge +

Priener Abduktionstest links fest

Leg- Turn- In- Test links fest

Patient 10

Name :H.

Vorname : Angela

geb. :03.12.1982

Voruntersuchungen

Beinlänge Rechts und Links 0

Variable Beinlänge Rechts und Links 0

Priener Abduktionstest Rechts und Links 0

Leg- Turn- in- Test Rechts und Links 0

Untersuchung mit 0,6mm Zinnfolie Rechts

Beinlänge 1,0 rechts Länger

Variable Beinlänge +

Priener Abduktionstest 0

Leg- Turn- In- Test rechts fest

Untersuchung mit 0,6mm Zinnfolie Links

| Patient/Parameter | Werte in mm | |
|--|--------------------|---|
| Beinlänge | | 0 |
| Variable Beinlänge | - | |
| Priener Abduktionstest | | 0 |
| Leg- Turn- In- Test | | 0 |
| Untersuchung mit 0,9mm Zinnfolie Rechts | | |
| Beinlänge | 1,5 rechts Länger | |
| Variable Beinlänge | + | |
| Priener Abduktionstest | links fest | |
| Leg- Turn- In- Test | rechts fest | |
| Untersuchung mit 0,9mm Zinnfolie Links | | |
| Beinlänge | 0,5 rechts Länger | |
| Variable Beinlänge | + | |
| Priener Abduktionstest | rechts fest | |
| Leg- Turn- In- Test | rechts fest | |
| Patient 11 | | |
| Name | :T. | |
| Vorname | : Maria | |
| geb. | :23.04.1984 | |
| Voruntersuchungen | | |
| Beinlänge | Rechts und Links | 0 |
| Variable Beinlänge | Rechts und Links | 0 |
| Priener Abduktionstest | Rechts und Links | 0 |
| Leg- Turn- in- Test | Rechts und Links | 0 |
| Untersuchung mit 0,6mm Zinnfolie Rechts | | |
| Beinlänge | 1,0 rechts Länger | |
| Variable Beinlänge | + | |
| Priener Abduktionstest | | 0 |
| Leg- Turn- In- Test | rechts fest | |
| Untersuchung mit 0,6mm Zinnfolie Links | | |
| Beinlänge | | 0 |
| Variable Beinlänge | | 0 |
| Priener Abduktionstest | | 0 |
| Leg- Turn- In- Test | | 0 |
| Untersuchung mit 0,9mm Zinnfolie Rechts | | |
| Beinlänge | 1,5 rechts Länger | |
| Variable Beinlänge | + | |
| Priener Abduktionstest | | 0 |
| Leg- Turn- In- Test | rechts fest | |
| Untersuchung mit 0,9mm Zinnfolie Links | | |
| Beinlänge | | 0 |
| Variable Beinlänge | - | |
| Priener Abduktionstest | | 0 |
| Leg- Turn- In- Test | | 0 |

8.3 Beispiele von Formetric®-Befunden




Abbildung 13: Formetric®-Messprotokoll einer 39-jährigen Probandin, Ruhelage




Abbildung 14: Formetric®-Messprotokoll einer 39-jährigen Probandin, maximale Interkuspitation




Abbildung 15: Formetric®-Messprotokoll einer 39-jährigen Probandin, Folie links




Abbildung 16: Formetric®-Messprotokoll einer 39-jährigen Probandin, Folie rechts




Abbildung 17: Formetric®-Messprotokoll einer 43-jährigen Probandin, Ruhelage




Abbildung 18: Formetric®-Messprotokoll einer 43-jährigen Probandin, maximale Interkuspitation




Abbildung 19: Formetric®-Messprotokoll einer 43-jährigen Probandin, Folie links




Abbildung 20: Formetric®-Messprotokoll einer 43-jährigen Probandin, Folie rechts

9 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen danken, die die Vollendung meiner Promotion ermöglichten:

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. dent. W. B. Freesmeyer für die Überlassung der anspruchsvollen und interessanten Dissertationsthematik und die weiteren wertvollen Ratschläge zur Anlage und Durchführung der Arbeit.

Herrn Dr. med. dent. Nikolaus Kopsahilis danke ich für viele fruchtbare Gespräche, hervorragende Betreuung und seine stete Hilfsbereitschaft und kameradschaftliche Unterstützung.

Herrn Dr. med. dent. W. Schupp danke ich für die Patientenorganisation und deren Untersuchungen, für die Anleitung in der Technik der manuell-medizinischen Untersuchung und für gut verständliche Fachartikel.

Herrn Dr. med. Ingolf Säckler danke ich für die Unterstützung bei den Formetric-Untersuchungen.

Ich danke der Firma Diers International GmbH für die gute Zusammenarbeit sowie die Formetric- Schulungsunterlagen.

Ferner gilt mein Dank auch Herrn Behrang Alavi für die EDV-Unterstützung.

Ganz besonders danke ich natürlich meinen Eltern, die mir das Studium erst ermöglichten, sowie meiner Frau Mahsa, die meiner Arbeit viel Verständnis und Geduld entgegenbrachte und mich jederzeit unterstützte.

10 Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

11 Erklärung

Ich, Afschin Oraki-Roschanpur, erkläre, dass die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema: „Einfluss von Okklusionsveränderungen auf die mit dem Formetric®-System bzw. manuell untersuchte Funktion der Wirbelsäule“ von mir selbst und ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst wurde, auch in Teilen keine Kopie anderer Arbeiten darstellt und die benutzten Hilfsmittel sowie die Literatur vollständig angegeben sind.

Datum

Unterschrift