

**Aus dem Universitätsklinikum Münster
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
-Direktor: Univ.-Prof. Dr. Dr. F. Bollmann-**

**Untersuchung zur Präzision des intraoralen
Stützstiftregistrates bei der Ermittlung der zentrischen
Kieferrelation verglichen mit der maximalen
Interkuspitationsposition funktionsgesunder
Probanden**

Inaugural – Dissertation

zur

Erlangung des doctor medicinae dentium

der Medizinischen Fakultät

der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von

**Weber, Natalie Adrienne, geb. Heinze
aus Münster**

2006

**Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster**

Dekan: Univ.-Prof. Dr. H. Jürgens

1. Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. med dent. L. Figgener

2. Berichterstatter: Prof. Dr. med. dent. E. Schäfer

Tag der mündlichen Prüfung: 16.10.2006

Aus dem Universitätsklinikum Münster

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik

- Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. med. dent. F. Bollmann -

Referent: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. med. dent. L. Figgener

Koreferent: Prof. Dr. med. dent. E. Schäfer

Zusammenfassung

Untersuchung zur Präzision des intraoralen Stützstiftregistrates bei der Ermittlung der zentrischen Kieferrelation verglichen mit der maximalen Interkuspitationsposition funktionsgesunder Probanden

Natalie Weber

Im Rahmen dieser Arbeit wurde bei 110 Studierenden der Zahnheilkunde, die frei von Funktionsstörungen des Kauorgans waren, die durch Stützstiftregistrar ermittelte zentrische Kieferrelation mit der maximalen Interkuspitationsposition verglichen. Es ergab sich eine mittlere Abweichung zwischen beiden Positionen von 0,245 mm, mit einer signifikant häufigen Abweichung der Registrarposition nach ventral ohne Seitverschiebung. Abweichungen der Registrarposition gegenüber der maximalen Interkuspitationsposition nach retral traten nicht auf. Abweichungen zur Seite traten nicht signifikant häufiger zu einer bestimmten Seite auf.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Kieferrelationsbestimmung mittels intraoralem Stützstiftregistrar verglichen mit der maximalen Interkuspitationsposition eines funktionsgesunden Probanden zwar in den wenigsten Fällen damit exakt identisch ist, aber nur so minimale Abweichungen aufweist, dass das intraorale Stützstiftregistrar als ein sehr zuverlässiges und damit geeignetes Verfahren zur Auffindung einer physiologischen Kieferrelation angesehen werden kann.

Tag der mündlichen Prüfung: 16.10.2006

Für meinen Vater

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Material und Methode	16
2.1	Auswahl der Probanden.....	16
2.2	Ablauf der Untersuchung.....	19
3	Ergebnisse	25
4	Diskussion.....	33
5	Schlussfolgerungen	38
6	Zusammenfassung	41
7	Literaturverzeichnis.....	42
8	Anhang	49
8.1	Danksagung.....	49
8.2	Abbildungsverzeichnis	I
8.3	Tabellenverzeichnis.....	I
9	Lebenslauf.....	I

1 Einleitung

Die Kieferrelationsbestimmung stellt einen zentralen Aspekt der prothetisch-restaurativen Zahnheilkunde dar. Sie spielt sowohl eine wichtige Rolle bei der Rehabilitation zahnloser bzw. partiell zahnloser Patienten, als auch bei der Behandlung von craniomandibulären Dysfunktionen, sowie mittlerweile bei der Planung ausgedehnter kieferorthopädischer und kieferchirurgischer Maßnahmen. Dabei ist die Kieferrelationsbestimmung mehr als alle anderen Faktoren, die zum Gelingen einer restaurativen Maßnahme beitragen, entscheidend für den Erfolg oder Mißerfolg einer prothetisch-restaurativen Behandlung.

Eine nicht korrekt durchgeführte Kieferrelationsbestimmung führt nahezu zwingend dazu, daß der Patient mit seinem Zahnersatz nicht zurecht kommt und macht umfangreiche, zeit- und kostenintensive Korrekturarbeiten oder gar komplette Neuanfertigungen erforderlich. Desweiteren besteht für die Patienten die Gefahr, daß sich aus einer insuffizient eingestellten Okklusion myoarthropathische Beschwerden entwickeln, deren Behandlung mitunter größere bis größte Probleme bereitet.

Für den behandelnden Zahnarzt, den beteiligten Zahntechniker und den Patienten sind also die Genauigkeit, die Zuverlässigkeit und die routinemäßige Praktikabilität einer Kieferrelationsbestimmung -auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten- von großer Bedeutung.

In der Praxis finden zur Kieferrelationsbestimmung im Rahmen restaurativer Maßnahmen und zur Behandlung von craniomandibulären Dysfunktionen klinische Methoden (Handbißnahme) und instrumentelle Methoden (z.B. intraorales Pfeilwinkelregistrat nach Gysi und McGrane) standardmäßig Verwendung. In dieser Arbeit soll das intraorale Pfeilwinkelregistrat auf seine Präzision hin untersucht werden.

Fragestellung

Wie bereits ausgeführt, stellt die Kieferrelationsbestimmung einen wichtigen Punkt zahnärztlich restaurativer Tätigkeit dar. Das intraorale Stützstiftregistrat hat sich vielfach bewährt und findet neben der Handbißnahme in der täglichen Praxis Anwendung. Es wird jedoch immer wieder diskutiert, ob das intraorale Stützstiftregistrat nicht zu aufwendig sei, und ob die Ergebnisse dieser Methode den gegenüber der Handbißnahme höheren Aufwand rechtfertigen.

In dieser Untersuchung sollen in diesem Zusammenhang folgende Fragen geklärt werden:

- 1. Entspricht bei funktionsgesunden Probanden die mittels intraoralem Stützstiftregistrat ermittelte zentrische Kieferrelation der maximalen Interkuspitationsposition?**
- 2. Wie exakt lässt sich mit dem intraoralem Stützstiftregistrat die Kieferrelation bestimmen?**
- 3. Für den Fall, dass bei funktionsgesunden Probanden die mittels Stützstiftregistrat ermittelte Kieferrelation von der maximalen Interkuspitationsposition abweicht:**
 - a) wie groß ist die durchschnittliche Abweichung und ist davon eine klinische Relevanz zu erwarten?**
 - b) gibt es in Art und Größe der Abweichungen zwischen maximaler Interkuspitationsposition und Registratposition signifikante Häufungen, die Rückschlüsse auf die Methodik des Stützstiftregistrates zulassen?**

Anatomie des Kiefergelenkes:

Das Kiefergelenk ist das einzige Doppelgelenk des Menschen. Es hat sowohl Scharnier- als auch Gleitfunktion und unterscheidet sich durch seinen komplexen Aufbau grundsätzlich von anderen Gelenken.

Das Kiefergelenk besteht aus der zum Os temporale gehörenden Fossa mandibularis mit dem ventral liegenden Tuberculum articulare einerseits und dem walzenförmigen Gelenkkopf des aufsteigenden Astes des Unterkiefers, dem caput processus condylaris mandibulae andererseits. Der Discus articularis, eine Knorpelscheibe, liegt zwischen beiden Gelenkanteilen. Die artikulierenden Gelenkflächen sind mit Faserknorpel überzogen. Das Kiefergelenk ist von der Capsula articularis umgeben, einer bindegewebigen Gelenkkapsel, die an der Fossa mandibularis entspringt und am Discus und cranial der Fovea pterygoidea des Collum mandibulae am Unterkiefer ansetzt.

Durch den Discus wird so das Kiefergelenk in zwei Teile geteilt, den oberen disco-temporalen Teil und den unteren disco-mandibulären Teil.

An den Seiten wird die Capsula articularis vom Ligamentum laterale und Ligamentum mediale verstärkt.

Ventral setzt der Musculus pterygoideus lateralis an der Gelenkkapsel und am Discus articularis an.

Der faserknorpelige Discus articularis wird nach Rees [44] in 4 Zonen unterteilt:

- 1.) das anteriore Band
- 2.) die aus Kollagen bestehende intermediäre Zone
- 3.) das breite, posteriore Band
- 4.) die bilaminäre Zone, die in ein Stratum superius und ein Stratum inferius unterteilt wird.

Zwischen dem Stratum superius und dem Stratum inferius befindet sich das sog. retroartikuläre Polster, das neben Fettgewebe, Arterien und Nerven aus einem dichten Venengeflecht besteht, das über Sperrvorrichtungen in den Venen über eine große Volumenvariabilität verfügt und dadurch verformbar ist.

Elastische Fasern, die diese Zone durchziehen, sorgen dafür, den Discus nach Exkursionsbewegungen immer in seine Ausgangslage zurückzubringen.

Abb. 1: Kiefergelenk von lateral (bei geschlossenem Mund) [41]:

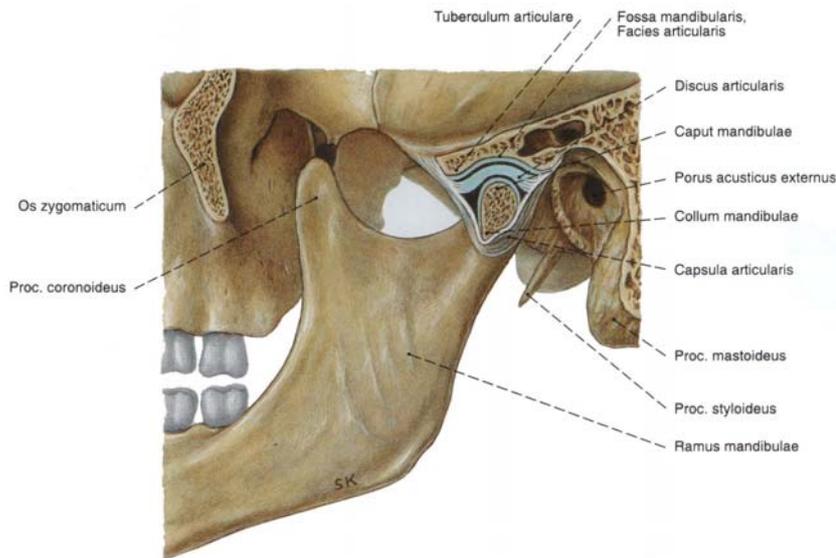
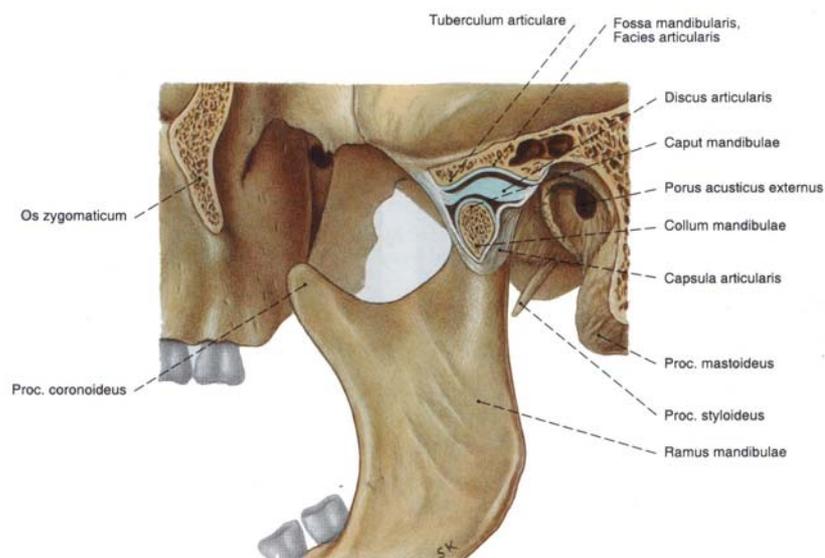


Abb. 2: Kiefergelenk von lateral (bei geöffnetem Mund) [41]:



Wie beim Vergleich der Abbildungen zu erkennen ist, geschieht bei der Mundöffnung nicht nur eine reine Rotation, sondern der Kondylus gleitet gleichzeitig nach vorne. Während der Kondylus nach ventral bis zum Tuberculum articulare gleitet, rotiert der Discus relativ zum Kondylus nach retral. Bei der Schließbewegung verläuft die relative Bewegung des Discus zum Kondylus entgegengesetzt, der Discus rotiert dann relativ zum nach retral zurück in die Fossa gleitenden Kondylus nach ventral [44].

Die Achsen, um die der Unterkiefer bei der Öffnungsbewegung rotiert, sind aufgrund morphologischer Gegebenheiten auf der rechten und der linken Seite unterschiedlich lokalisiert und ändern während der Öffnungsbewegung durch die Translation der Kondylen ständig ihre Stellung. Das Modell einer stabilen Rotationsachse, wie in einem reinen Scharniergelenk mit annähernd kugelförmigem Gelenkkopf, ist auf das Kiefergelenk nicht anwendbar.

Die Kieferrelationsbestimmung:

Die Geschichte der Entwicklung verschiedener Techniken zur Kieferrelationsbestimmung ist untrennbar verknüpft mit der Entwicklung der Theorie zur „idealen Kondylus-Fossa-Relation“. Eine zentrale Bedeutung spielt hier der Begriff der Zentrik, der im Laufe der Zeit ebenso häufig umdefiniert wurde, wie die Methoden der Zentrikbestimmung.

In einer im Jahr 2000 veröffentlichten Studie von **Jasinevicius, Yellowitz** und **Vaughan** [23] wurde an 7 dental schools die jeweils dort vertretene Definition der centric relation von Oberärzten, Assistenzärzten und Studenten erfragt. Die Ergebnisse zeigten, dass die Definition der „Zentrik“ sowohl unter den einzelnen Kliniken, als auch unter den befragten Gruppen derselben Klinik zum Teil stark differierten. Diese Untersuchung zeigt, dass die Diskussion um den Begriff der zentrischen Kondylenposition bis heute aktuell ist.

Erstmals bezeichnete **Campion** [6] bereits 1905 die sogenannte „centric relation“ als eine reproduzierbare und zuverlässige Unterkieferposition und prägte so den Begriff der „Zentrik“.

Zunächst wurde die Zentrik 1956 im Glossary of Prosthodontic Terms als eine posteriore Gelenk-Position definiert (most retruded position) [49].

1968 folgte die Definition der „most posterior superior position“ [50; 51], die 1987 von der „most superior anterior position“ abgelöst wurde [52].

Erst 1994 wurde die noch heute gültige Definition der Zentrik als der „idealen Kieferrelation“ anerkannt. Danach handelt es sich um „die cranioventrale, nicht seitenverschobene Position beider Kondylen bei physiologischer Kondylus-Diskus-Relation und physiologischer Belastung der beteiligten Gewebe“ [53].

Es ist also festzustellen, dass im Laufe der Zeit die ideale Kondylusposition immer weiter nach ventral definiert wurde, weil offensichtlich wurde, dass es sich bei den posterioren Varianten zwar um reproduzierbare aber unphysiologische Gelenkpositionen handelte. Lange wurde auch diskutiert, ob

die retrale Position durch die knöchernen Strukturen, oder durch Muskeln oder Bänder vorgegeben sei.

Aprile [1] vertrat 1947 die Annahme, dass die Kondylusposition nur durch knöcherne Strukturen bestimmt sei. **Posselt** [38] ging 1952 von einer bändergeführten Position aus.

Koeck und Lückerath [26] verwiesen darauf, dass kein menschliches Gelenk physiologischerweise eine ligamentär begrenzte Position einnimmt oder aus einer solchen Position funktionelle Bewegungen ausübt.

Boucher und Jacoby [4] stellten 1961 durch Untersuchungen an wachen und an relaxierten Patienten fest, dass es sich um eine muskelgeführte Position handeln müsse.

Anfangs wurde die Kieferrelationsbestimmung mit Wachs in Form von interokklusalen Registraten oder bei zahnlosen Patienten mit Wachswällen durchgeführt. Diese Art der Bißnahme ist, abgesehen von der Weiterentwicklung der Materialien zur Bißregistrierung, bis heute aktuell geblieben. Bei dieser sog. Handbißnahme wurde lange Zeit diskutiert, ob der Behandler Druck nach retral auf den Unterkiefer ausüben sollte (**Helkimo**, 1971) [18], ob er den Unterkiefer bei der Bißnahme locker führen sollte (**Schuyler**, 1932) [47], oder ob man sich jeder Manipulation enthalten sollte (**Block**, 1953) [3].

Ebenso wurde diskutiert, wann die zentrische Kondylenposition bei entspannter Muskulatur erreicht wird.

Schlosser [45] beschrieb in einer vergleichenden Studie verschiedener Methoden zur Registrierung der Unterkieferposition eine Methode, bei der der Patient während der Wachsbißnahme mit der Zungenspitze den Gaumen berührt.

Shanahan [48] war der Meinung, daß die Unterkieferposition während des Schluckvorganges die richtige Position sei und definierte den sog. Schluckpunkt.

Der gleiche Denkansatz liegt der Schluckbißnahme nach **Hromatka** zugrunde [21].

Niswondger [36] ließ seine Patienten kräftig auf die Molaren beißen um die Zentrik zu bestimmen.

Gysi [16] stellte 1910 die erste Methode zur graphischen Aufzeichnung der Unterkieferbewegungen vor. Es handelte sich um eine extraorale Apparatur, mit der ein pfeilförmiger Winkel, der sog. „gothic arch“ aufgezeichnet wurde. 1929 gab Gysi die Ungenauigkeit der von ihm entwickelten Methode mit 5 % an, sofern die Verschlüsselung mit Gips erfolgte, Wachs lieferte seinen Untersuchungen nach Abweichungen von mehr als 25 % [17]. Die Methode wurde von **Phillips** [37] 1927 modifiziert, indem er einen höhenverstellbaren intraoralen Schreibstift verwendete, um Störungen bei den Lateralbewegungen zu vermeiden.

1949 beschrieb **McGrane** [34] erstmals das intraorale Stützstiftregistrat in seiner heutigen Form zur Kieferrelationsbestimmung bei der Anfertigung von Totalprothesen.

Pleasure [39] verwendete als erster für die Verschlüsselung ein perforiertes Plexiglasplättchen, um zu vermeiden, daß die Bißhöhe bei der Verschlüsselung verändert werden musste, da er festgestellt hatte, dass der gotische Bogen mit Veränderung der Höhe variierte. Dies stellten auch **Mohamed et. al** [35] fest, kamen aber zu dem Ergebnis, daß die Methode bei gleichbleibenden Bedingungen, d.h. gleicher Patient, gleiche Methode und unveränderte Bißhöhe, äußerst präzise war.

Gerber [12; 13], der 1964 den Begriff der „okkluso-artikulären Harmonie“ prägte, also die fehlerhafte Festlegung der Kieferrelation als Ursache für Störungen der Kiefergelenksfunktion erkannte, stellte im selben Jahr das intraorale Pfeilwinkelregistrat für voll- und teilbezahnte Kiefer vor. Gerber sah etliche Vorteile der intraoralen Stützstiftaufzeichnung gegenüber anderen Verfahren und beschrieb sie 1984 wie folgt [14]:

- Der Mehraufwand an Arbeitszeit und Material steht beim Pfeilwinkelregistrat im Vergleich zu anderen Registriermethoden in einem sehr vernünftigen Verhältnis zum Gewinn an Sicherheit und Information.
- Ein zentraler Stützstift verhindert eine Kontaktbildung zwischen oberer und unterer Registrierplatte. Das Fehlen peripherer Kontakte reduziert die

Gefahr reflektorisch ausgelöster, asymmetrischer Kaumuskelspannungen und der damit verbundenen Verfälschung des Registrates.

- Durch eine Dreipunktstützung werden die Kondylen, die die beiden posterioren Abstützpunkte darstellen, in den Gelenkgruben der Schädelbasis zentriert. Das vordere Bein des „dreibeinigen Tisches“ wird durch den intraoralen Stützstift repräsentiert, dessen Position auf der Schreibplatte nachzuvollziehen ist. „ Der Dreibeinige Tisch schaukelt nicht, er berührt auch einen unebenen Boden immer mit allen drei Beinen.“
- Das Prothesenlager wird gleichmäßig belastet; die Okklusionsplatten liegen während des Registrierens und während der Verschlüsselung sehr stabil. Somit wird eine hohe Genauigkeit und gute Reproduzierbarkeit erreicht.
- Die Methode besitzt diagnostischen Wert, denn aus den Pfeilwinkelzeichnungen lassen sich Rückschlüsse auf pathologische Muskel- und/oder Gelenkzustände ziehen. In Verbindung mit Kiefergelenksröntgenaufnahmen kann auch eine gezielte Korrektur der Kondylenposition möglich sein.

Nachteile sah Gerber bei diesem, seiner Ansicht nach überlegenen, Verfahren lediglich in der Einengung des Zungenraumes der Patienten durch die Registrierbehelfe und in möglichen reflektorischen Unterkieferverschiebungen durch den Patienten, die das Ergebnis unbemerkt verfälschen könnten.

Mayer [33] untersuchte 1992 die Reproduzierbarkeit der Methode anhand von 160 Registrierungen. Es ergab sich, dass das Verfahren reproduzierbare und zuverlässige Ergebnisse liefert, die zudem unabhängig vom Probanden und vom Behandler waren.

Wohingegen **Lentner et al.** [29] 1997 bei einer Untersuchung zum Behandlerinfluss auf die Lage der zentrischen Kondylenposition feststellte, dass bei handgeführter Einstellung die Kondylenposition mehr vom Behandler abhängig ist, als von physiologischen Gegebenheiten.

Utz et al. [55] verglichen 1991 die Reproduzierbarkeit von Handbißnahme und Pfeilwinkelregistrierung bei Totalprothesenträgern. Dabei wurde von 2 Behandlern die Unterkieferposition je dreimal mittels Pfeilwinkelregistrierung registriert. Es ergab sich nach Artikulatoremontage ein mittelwertiger Versatz im Raum von 0,5 mm. In einer weiteren Untersuchung verfuhr man analog, ermittelte die Unterkieferposition aber mittels Handbißnahme. Es ergab sich ein mittelwertiger Versatz im Raum von 0,72 mm [56].

Die Ergebnisse waren behandlerunabhängig.

Piehslinger [38] untersuchte 1999 die Reproduzierbarkeit der zentrischen Kieferrelation bei 44 Patienten mit und ohne Dysfunktionssymptome und konnte keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen feststellen. Sie folgerte daraus, dass es sich bei der zentrischen Kieferrelation nicht um einen exakt bestimmbar Punkt, sondern um einen Bereich handeln müsse, und gab den Durchmesser dieses Bereiches mit 2 mm an.

Trage [54] hatte bereits 1977 im Zuge einer Untersuchung zur Unterkieferposition bei Vollbezahnten Differenzen zwischen der habituellen Unterkieferposition und der durch Stützstiftregistrierung bestimmten Position von 0,25 mm bis 5 mm angegeben. Bei lediglich 15 % der Probanden lag eine absolute Übereinstimmung der Positionen vor.

Jimenez [24] untersuchte 1989 durch die Ableitung von EMG-Potentialen, wie sich eine Verlagerung des Unterkiefers in anterior - posteriorer Richtung auf die Aktivität der Kaumuskulatur auswirkte. Er stellte fest, dass geringe Veränderungen sich nicht negativ auswirkten, dass aber die retrale Kontaktposition ungünstig sei und unterstrich damit die Annahme, dass ein gewisser Toleranzbereich bezüglich der Einstellung der Unterkieferposition existierte und dass die Retralposition in jedem Fall unphysiologisch sei.

Marxkors und Solomon [32] führten 1970 Stützstiftregistrierungen bei vollbezahnten, nicht vorbehandelten Patienten durch und stellten fest, dass die maximale Interkuspidationsposition in keinem Fall mit der Retralposition übereinstimmt.

Gerber [15] bezeichnete die Retralposition als „zahnärztlichen Fehlgriff“.

Razmkhah [43] führte 2001 eine Untersuchung über den Zusammenhang zwischen Dysfunktionssymptomen und okklusalen Interferenzen durch. Dabei wurden 84 Patienten auf Funktionsstörungen hin untersucht und die Kieferrelation mittels Pfeilwinkelregistrat bestimmt. Es stellte sich heraus, dass zwar ein signifikanter Zusammenhang zwischen Okklusionsstörungen und Dysfunktionssymptomen besteht, dass aber Okklusionsstörungen keinesfalls immer mit Dysfunktionssymptomen verbunden sind. So wurde bei 27% der Probanden nach Pfeilwinkelzeichnung zwar eine Okklusionsstörung, aber keine Dysfunktion festgestellt, was ebenfalls belegt, dass bei der Einstellung der Unterkieferposition durchaus von einem Bereich und nicht von einem genau definierten Punkt ausgegangen werden kann.

Genauere Ergebnisse wie groß der Bereich ist, in dem der Unterkiefer problemlos eingestellt werden kann, bzw. welche Differenzen das Kiefergelenk kompensieren kann, gibt es bis heute nicht.

Aktuelle Methoden zur Kieferrelationsbestimmung

Handbißnahme

Von den verschiedenen Verfahren zur Kieferrelationsbestimmung ist die Handbissnahme die am weitesten verbreitete Methode. Zur Handbißnahme wird der Unterkiefer des Patienten mit dem Handgriff nach Dawson in einer reinen Scharnierbewegung in ein Registriermaterial, z.B. Wachs oder Spezialsilikon begleitet. Die Methode wird sowohl bei vollbezahnten, als auch bei teilbezahnten und zahnlosen Patienten angewendet. Bei Teilbezahnten und zahnlosen Patienten erfolgt die Verschlüsselung der Kieferrelation mittels Bißschablonen, die nach der oben genannten Methode gegeneinander fixiert werden. Bei Vollbezahnten ist eine Bißsperrung erforderlich, sofern die Handbißnahme mit einer Wachsplatte durchgeführt wird. Entscheidend für die Genauigkeit der Methode ist, dass der Patient keinesfalls aktiv auf die Wachsplatte beisst, oder sie sogar perforiert, da es hierbei zu einem Versatz der Kondylen und/ oder zur Discuskompression mit entsprechend fehlerhafter Relationsbestimmung kommen kann.

Dieser sog. „Quetschbiß“ (= „Quatschbiß“) ist heute glücklicherweise obsolet.

Gothic arch / intraorales Stützstiftregistrat

Beim intraoralen Stützstiftregistrat nach Gysi und McGrane ist die Anfertigung von Registrierbehelfen erforderlich. Die Schreibplatte des Registrierbehelfes (meist im Unterkiefer angebracht) wird mit einem Fettstift oder einem wasserfesten Filzstift eingefärbt.

Der Patient führt dann bei geringstmöglicher Sperrung Unterkieferbewegungen nach vorn, zurück und jeweils aus der posterioren Position zu den Seiten aus. Auf diese Weise zeichnet er einen sog. Pfeilwinkel auf. Anschließend wird bei schnellen Öffnungs- und Schließbewegungen in posteriorer Position mit farbiger Okklusionsfolie ein Adduktionspunkt aufgezeichnet. Dieser Adduktionspunkt befindet sich, wie von Gerber beschrieben, nicht auf der Pfeilwinkelspitze als vom Patienten maximal retrahierbare Position, sondern ca. 0,5 - 1 mm innerhalb der Pfeilwinkelspitze. Über diesem Adduktionspunkt wird die Bohrung eines Plexiglasplättchens fixiert, in die die Stützstiftspitze einrasten kann. In dieser Unterkieferposition wird dann mittels Gips oder Registriersilikon verschlüsselt. Das intraorale Stützstiftregistrat kann bei voll-, teil- und unbezahnten Patienten angewendet werden. Eine Bißsperrung ist nur bei voll- und teilbezahnten Patienten erforderlich sowie bei der Nachregistrierung von fertigen Totalprothesen. Bei zahnlosen Patienten kann durch Anfertigung von Schablonen oder Prothesenbasen ohne Zahnaufstellung die Aufzeichnung ohne Bißsperrung erfolgen.

Anterior biting jig

Bei dieser Methode wird auf die Frontzähne des Oberkiefers ein Kunststoffkappchen, der sog. „jig“ gesetzt, der so beschliffen wird, dass er bei geringstmöglicher Sperrung gerade den Kontakt der Seitenzähne verhindert. Zwischen dem frontalen jig und der Unterkieferfront darf lediglich ein einzelner Kontaktpunkt bestehen. Nun wird auf den jig ein schnellhärtendes Autopolymerisat (z.B. Pattern resin®) aufgebracht und der Unterkiefer des Patienten durch den Behandler in die zentrische Position geführt, so dass Impressionen im Autopolymerisat entstehen. Nach dessen Aushärtung wird ein Bissregistriermaterial (Autopolymerisat, Silikon oder Gips) zwischen die Seitenzahnreihen gespritzt und die Position so verschlüsselt.

Eine Sperrung des Bisses ist dabei unumgänglich. Diese Methode kann nur Anwendung finden bei Patienten, die im frontalen Bereich zumindest noch partiell antagonistisch bezahnt sind.

Der anteriore jig wurde in Verbindung mit einer bimanuellen Unterkiefermanipulation von **Long** [30] und **Dawson** [7] , und in Verbindung mit einer einhändig durchgeführten Unterkiefermanipulation erstmals von **Ramfjord** [42] und **Ash** [2] beschrieben.

Intraoral Pressuredependent Registration (IPR)

Diese „ Weiterentwicklung“ des intraoralen Stützstiftregistrates beruht auf der Annahme, dass die Genauigkeit der Kieferrelationsbestimmung mittels Stützstiftregistrat entscheidend vom Druck abhängig ist, mit dem die Aufzeichnung des Pfeilwinkels erfolgt (**Vogel** [57], **Jüde** [25]).

In den Unterkieferregistrierbehelf wird ein Drucksensor eingearbeitet, der während der Pfeilwinkelaufzeichnung seine Daten an einen PC weiterleitet. Am Computer wird der Adduktionspunkt anhand von Koordinaten bestimmt.

Mittels einer speziellen Apparatur wird anhand dieser Koordinaten ein Fixierplättchen auf einem sog. Sensor-Dummy, also einer Nachbildung des tatsächlichen Sensors, befestigt. Der Sensor im Unterkieferregistrierbehelf wird dann gegen den Sensor-Dummy mit Fixierplättchen ausgetauscht und die Position wie beim herkömmlichen Stützstiftregistrat verschlüsselt. Auf die Aufzeichnung eines Adduktionspunktes durch den Patienten wird bei diesem Verfahren verzichtet.

2 Material und Methode

2.1 Auswahl der Probanden

Insgesamt nahmen über einen Zeitraum von 3 Jahren 110 Studierende der Zahnheilkunde aus dem Phantomkurs II der Zahnersatzkunde an der Untersuchung teil.

Studentinnen und Studenten, bei denen Symptome vorlagen, die auf eine bestehende craniomandibuläre Dysfunktion hinwiesen, wurden von vornherein von der Untersuchung ausgeschlossen. Hierfür ausschlaggebend war der Helkimoindex [19]. In die Untersuchung einbezogen wurden Probanden, die laut Helkimoindex der Dysfunktionsgruppe 0 (klinisch symptomfrei) angehörten.

Weitere Voraussetzung für die Teilnahme waren ein vollständig bezahntes, natürliches Gebiss ohne größere prothetische Restaurationen und eine sichere okklusale Abstützung in allen vier Quadranten.

Studierende, die in der Vergangenheit mit festsitzenden kieferorthopädischen Geräten behandelt worden waren, wurden ebenfalls von der Untersuchung ausgeschlossen.

Von den untersuchten Studenten waren 49 männlich und 61 weiblich. Das Durchschnittsalter betrug 22 Jahre.

Alle Studierenden der oben genannte Kurse wurden zu Beginn zur zahnärztlichen Anamnese befragt und auf Funktionsstörungen des Kauorgans hin untersucht. Symptome wie Bewegungseinschränkungen des Unterkiefers, Gelenkgeräusche, Schmerzen oder Druckdolenzen im Bereich der Kiefergelenke oder der Kaumuskulatur führten dazu, daß diese Studierenden nicht in die Untersuchung einbezogen wurden.

Im Vorfeld der Untersuchung wurden auf diesem Wege 13 Studenten aufgrund einer bestehenden Kiefergelenksymptomatik, 26 aufgrund von vorausgegangenen größeren kieferorthopädischen Behandlungsmaßnahmen

und 5 aufgrund vorhandener aufwendiger prothetischer Restaurationen in mehreren Quadranten, von der Untersuchung ausgeschlossen.

Kurzcheck zur zahnärztlichen Anamnese:

	Ja	Nein
Wurde in der Vergangenheit eine kieferorthopädische Behandlung durchgeführt?		
Ist Zahnersatz (Kronen/ Brücken) in mehr als einem Quadranten vorhanden?		
Fehlt in einem Quadranten mehr als 1 Zahn? (ausgenommen 3. Molar)		

Wurden eine oder mehrere Fragen mit ja beantwortet, wurde der Proband nicht in die Untersuchung einbezogen.

Der Dysfunktionsindex nach Helkimo [19]:

		Punkte
A.	Symptom: Reduzierte Unterkieferbeweglichkeit	
	Kriterien: Normales Bewegungsvermögen	0
	Leicht reduzierte Mobilität	1
	Stark reduzierte Mobilität	5
B.	Symptom: Reduzierte Kiefergelenksfunktion	
	Kriterien: Fließende Bewegungen ohne Gelenkgeräusche mit einer Deviation < 2 mm	0
	Kiefergelenkgeräusche in einem oder in beiden Gelenken und / oder Deviation > 2mm	1
	Kondylusluxation und / oder Kiefersperre	5
C.	Symptom: Muskelschmerzen	
	Kriterien: Keine Palpationsempfindlichkeit der Kaumuskulatur	0
	Palpationsempfindlichkeit an 1 - 3 Stellen	1
	Palpationsempfindlichkeit an 4 oder mehr Stellen	5
D.	Symptom: Kiefergelenkschmerzen	
	Kriterien: Keine Palpationsempfindlichkeit	0
	Palpationsempfindlichkeit lateral	1
	Palpationsemofindlichkeit posterior	5
E.	Symptom: Schmerzen bei Unterkieferbewegung	
	Kriterien: Kein Bewegungsschmerz	0
	Schmerzen bei Bewegung in einer Richtung	1
	Schmerzen bei Bewegung in mehreren Richtungen	5

2.2 Ablauf der Untersuchung:

Zuerst wurden von den Probanden Alginatabformungen genommen und jeweils 2 Ober- und Unterkiefermodelle aus Superhartgips hergestellt. Die Modelle, die beim Erstausguß entstanden waren, wurden jeweils mit einem Splitcast-Sockel versehen. Auf den jeweiligen Zweitausgüssen der Abformungen wurden Registrierbehelfe hergestellt.

Allen Probanden wurde ein Gesichtsbogen angelegt, mit dessen Hilfe das Oberkiefermodell im Artikulator montiert wurde. Das Unterkiefermodell wurde nun ohne weitere Bißnahme in maximaler Interkuspitation einartikuliert. Im Anschluß wurde ein intraorales Stützstiftregistrat beim Probanden aufgezeichnet, der Adduktionspunkt wurde mit roter Okklusionsfolie markiert und es wurde im Adduktionspunkt verschlüsselt. Die Registrierbehelfe wurden sodann auf die in maximaler Interkuspitation einartikulierten Modelle gesetzt. Das Kunststoffplättchen wurde vorsichtig vom Unterkieferregistorbehelf entfernt, ohne Pfeilwinkel und ersten Adduktionspunkt zu beschädigen. Anschließend wurde im Artikulator bei unveränderter Sperrung ein zweiter Adduktionspunkt mit grüner Okklusionsfolie aufgezeichnet. Der Pfeilwinkel, der vom Probanden aufgezeichnete und der im Artikulator gewonnene Adduktionspunkt konnten nun synoptisch betrachtet, verglichen und ausgewertet werden.

Die arbiträre Achsenbestimmung

Die Achsenbestimmung erfolgte bei allen Probanden arbiträr mit dem SAM II Gesichtsbogen. Die Bißgabel wurde mittels Futar D Okklusion® (Fa. Kettenbach) an die Oberkieferzahnreihe adaptiert und auf schaukelfreien Sitz überprüft. Anschließend wurde der Übertragungsbogen montiert. Mit Hilfe der systemzugehörigen Einartikulierhilfe wurde das Oberkiefermodell in den Artikulator SAM II eingebracht.

Für die Montage des Unterkiefermodells wurde die durch die natürliche Bezahnung vorgegebene maximale Interkuspitationsposition genutzt.



Die Registrierbehelfe nach Gerber

Auf den zweitausgegossenen Modellen wurden Registrierbehelfe aus Autopolymerisat angefertigt (Peca-Tray®). In die Registrierbehelfe wurden zur sicheren Arretierung und dentalen Abstützung Kugelkopfanker eingearbeitet. Allgemein wurden pro Registrierbehelf vier solche Kugelkopfanker montiert und zwar jeweils über den Interdentalräumen zwischen 3er und 4er und zwischen 6er und 7er.

Im Oberkiefer wurde der Schreibstift eingearbeitet. Er wurde so positioniert, dass seine Spitze im Kreuzungspunkt der Mediansagittalen und der Verbindungslinie zwischen den Approximalkontakten der 5er und 6er lag (Scheidt'sches Kreuz) [9]. Gleichzeitig wurde er leicht nach retral gekippt, um ein möglichst senkrechtes Auftreffen auf die Schreibplatte im Unterkiefer trotz Bißsperrung zu gewährleisten. Im Unterkiefer wurde die Schreibplatte leicht unterhalb der Okklusalebene parallel zu dieser im Kunststoff fixiert.



Das intraorale Stützstiftregistrat

Die Registrierbehelfe wurden beim Patienten anprobiert und auf interferenzfreien, schaukelfreien Sitz überprüft. Der Schreibstift im Oberkiefer wurde so eingestellt, daß bei kleinstmöglicher Sperrung alle Unterkieferbewegungen uneingeschränkt ohne Zahnkontakte oder Störkontakte am Registrierbehelf möglich waren. Nach einem „Probelauf“ wurde die Schreibplatte im Unterkiefer mit blauem Wachsstift eingefärbt und die Unterkiefergrenzbahnbewegungen vom Probanden durchgeführt. Mit dem Schreibstift auf der Platte gleitend wurden jeweils aus der Retralposition mehrfach die Protrusions- und Laterotrusionsbewegungen ausgeführt. Der Proband saß während der Aufzeichnung aufrecht und entspannt. Im nächsten Schritt wurde mit roter Okklusionsfolie der Adduktionspunkt aufgezeichnet. Hierfür wurde die Folie auf die Schreibplatte gelegt und der Proband aufgefordert, in habitueller Retralposition schnelle Öffnungs- und Schließbewegungen durchzuführen. So stellten sich auf der Schreibplatte der Pfeilwinkel und ein roter Adduktionspunkt dar.

Anschließend wurden die Registrierbehelfe auf die bereits im Artikulator montierten Modelle gesetzt, dabei wurde die Höhe des Stützstiftes nicht verändert. Auf die Schreibplatte wurde nun grüne Okklusionsfolie gelegt und der Artikulator wurde einigemal geschlossen, wobei der Stützstift einen zweiten Adduktionspunkt, in grüner Farbe, aufzeichnete.



UK Registrierbehelf mit Pfeilwinkel und Adduktionspunkt des Probanden



**UK Registrierbehelf mit Pfeilwinkel und Adduktionspunkt des Probanden
(rot) und des Artikulators (grün).**



Vermessung der Pfeilwinkelregistratur:

Die Messung der Abstände zwischen den beiden Adduktionspunkten erfolgte probeweise bei den ersten 10 Registraturen unter Zuhilfenahme einer Millimeterrasterfolie. Es stellte sich heraus, dass der Abstand zwischen den Punkten so gering war, dass diese Auswertungsmethode nicht zielführend war. Die Registratur dieser Auswertungsreihe wurden verworfen.

Die folgenden 100 Registraturen wurden vergrößert digital fotografiert und dann vermessen. Hierbei wurde jeweils der Abstand zwischen den Mittelpunkten der beiden Adduktionspunkte gemessen. Die Messung erfolgte bei 7-facher Vergrößerung mit einer 0,5 mm Skalierung, umgerechnet waren also Messungen in einem Genauigkeitsbereich von 0,071 mm möglich. Auf eine größere Auflösung wurde verzichtet, da davon keine klinische Relevanz zu erwarten war.

Registrierplatte mit Millimeterskala bei Abweichung nach links (verkleinert):



3 Ergebnisse

Die erste Meßreihe auf Millimeterrasterfolie ergab die folgenden Ergebnisse:

Von 10 Registraten lagen bei 9 beide Adduktionspunkte innerhalb eines Millimeterfeldes, so dass kein Abstand messbar war. Bei einem Registrat lag der Artikulatorpunkt im benachbarten Millimeterfeld, der Abstand zwischen den Beiden Adduktionspunkten betrug ca. 0,5 mm; eine genauere Messung war nicht möglich. Hierbei stellte sich vor allem die Größe der Adduktionspunkte als problematisch dar, die im Durchschnitt bei 0,6 – 0,7 mm lag.

Die Ergebnisse dieser ersten Probeauswertungsreihe wurden aufgrund der genannten Problematik nicht in die statistische Auswertung dieser Arbeit einbezogen.

In der zweiten Meßreihe, in der 100 Registrat vergrößert digital fotografiert und dann vermessen wurden, zeigten 12 Registrat überhaupt keine messbare Abweichung zwischen dem Adduktionspunkt des Probanden und dem im Artikulator aufgezeichneten Adduktionspunkt.

Bei 88 Registraten war eine Abweichung des Artikulator-Adduktionspunktes vom Adduktionspunkt des Probanden feststellbar.

Hierbei war auffällig, dass es nur in 3 Richtungen zu Abweichungen gekommen war. So lagen die im Artikulator ermittelten Adduktionspunkte in 100 % der Fälle, in denen es zu einer messbaren Abweichung gekommen war, vor dem vom Patienten vorgegebenen Punkt, d.h. weiter in der Pfeilspitze. Abweichungen in die andere Richtung, weiter aus der Pfeilspitze heraus traten nicht auf.

Bei 17 Registraten lag der Artikulator-Adduktionspunkt nicht genau auf der Protrusionsbahn des Pfeilwinkels, sondern wich seitlich von der Protrusionsbahn ab.

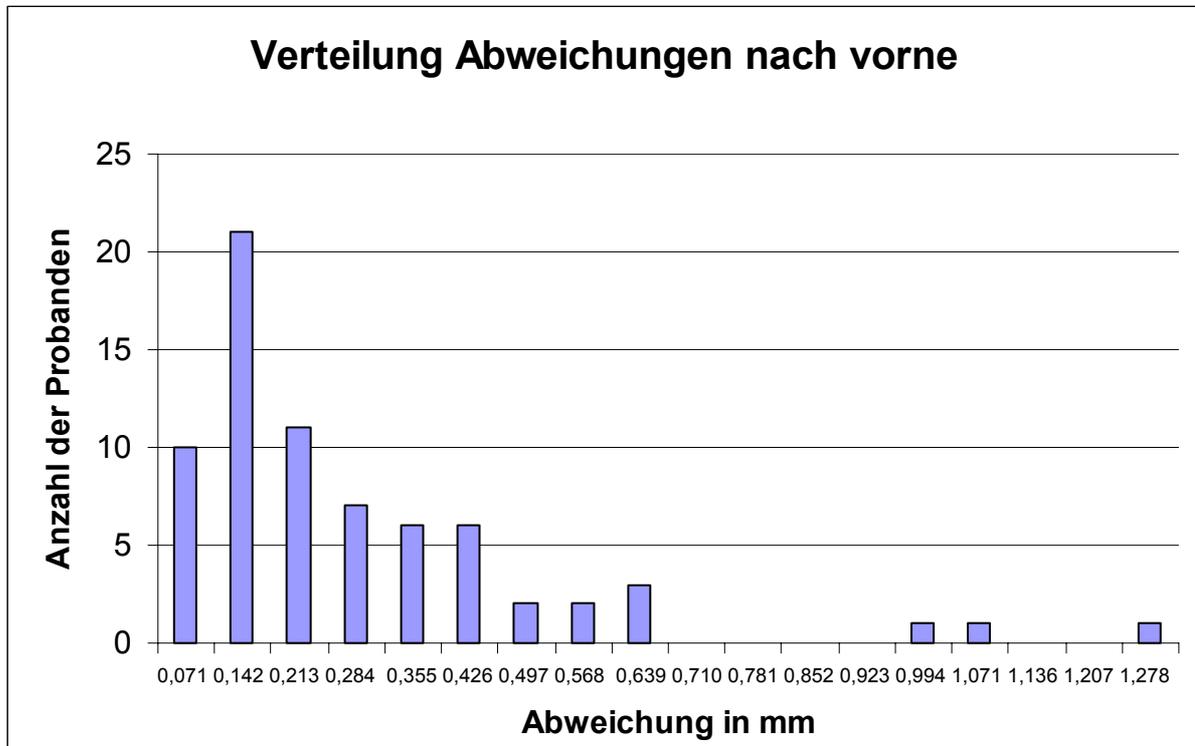
Bei 8 Registraten lag eine Abweichung von der Protrusionsbahn nach rechts und bei 9 Registraten eine Abweichung von der Protrusionsbahn nach links vor.

Statistische Auswertung der Registrate von 100 Probanden:

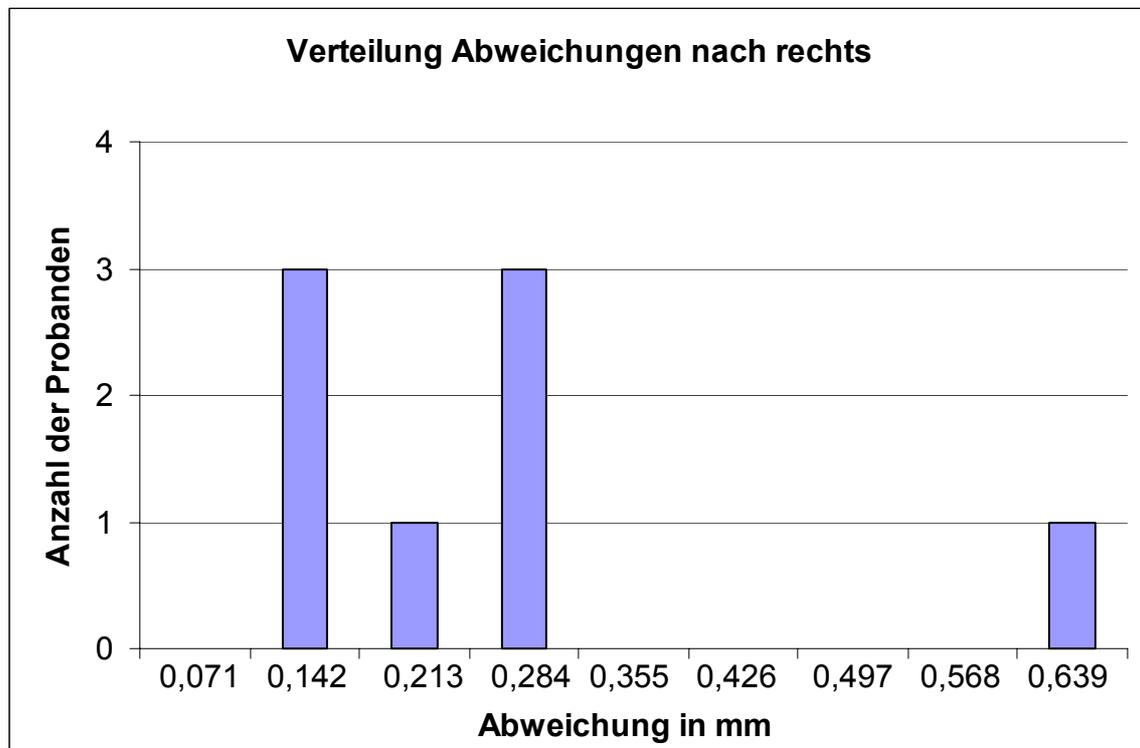
	Gesamt- gruppe	Keine Abweichung	Abw. nach vorne	Abw. nach rechts	Abw. nach links
N	100	12	71	8	9
Median	0,213	0	0,213	0,249	0,284
Mittelwert ± Standardabw. (mm)	0,245 ± 0,226	0	0,283 ± 0,234	0,266 ± 0,164	0,252 ± 0,155

Tabelle: Abstand in mm zwischen den Adduktionspunkten der einzelnen Probanden und den Adduktionspunkten im Artikulator, geordnet nach Richtung der Abweichung

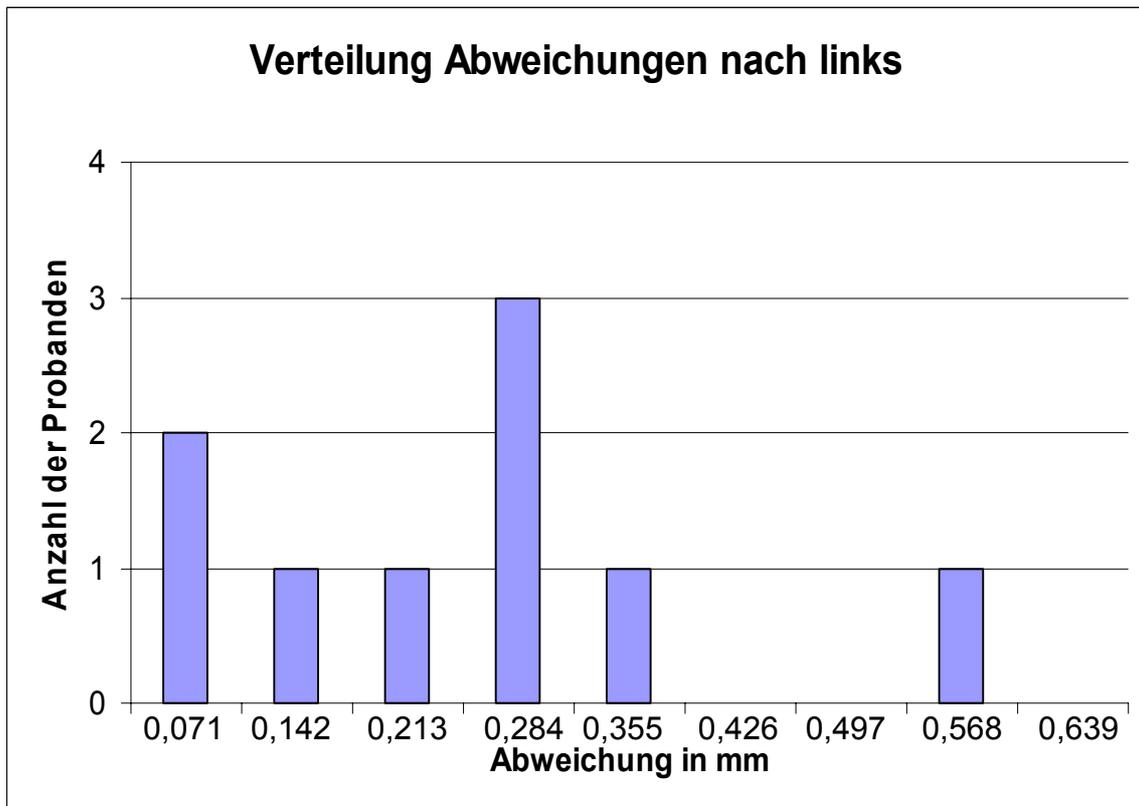
Um zu untersuchen, ob das Ausmaß der Abweichung der Registratposition von der Interkuspitationsposition richtungsabhängig war, wurden die Abweichungen in drei Gruppen unterteilt (Abweichung nach vorne, Abweichung nach rechts, Abweichung nach links), die dann mittels des **Kruskal- Wallis- Tests** miteinander verglichen wurden. Hieraus ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen. Anschließend wurden die drei Gruppen mittels **Mann- Whitney- Test** miteinander verglichen. Auch hier ergaben sich keine signifikanten Unterschiede. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass aufgrund der geringen Fallzahl statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen nur bei sehr großen Differenzen zu erwarten gewesen wären.



Die Grafik zeigt die Verteilung der Abweichungen nach vorne. 71 Registrare zeigten eine solche Abweichung nach ventral. Es liegt eine nach links verschobene Normalverteilung mit einer Spitze von 21 Probanden bei 0,142 mm Abstand zwischen den beiden Adduktionspunkten vor. Bei 10 Probanden lag eine Abweichung von 0,071 mm vor, bei 11 Probanden von 0,213 mm. Unter 0,3 mm Abweichung lagen in dieser Gruppe die Registrare von 49 Probanden, das entspricht 69 % in der Gesamtgruppe.

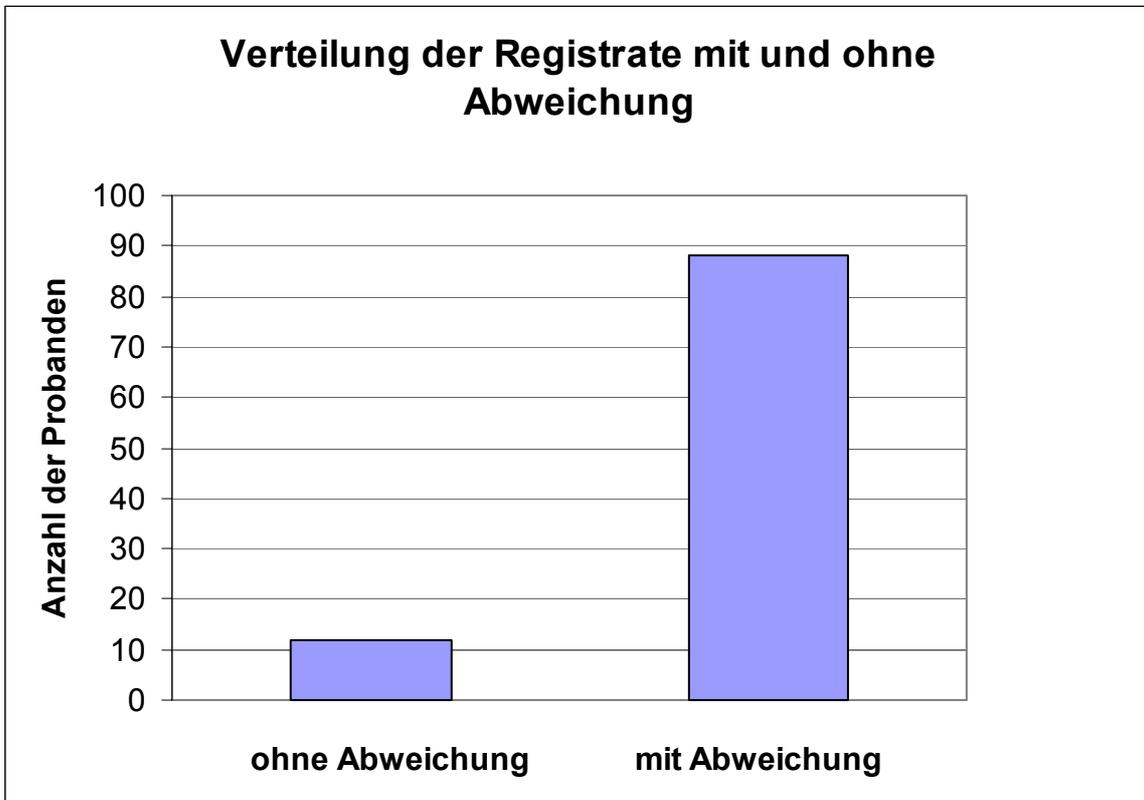


Die Abbildung stellt die Verteilung der Registrate mit einer Abweichung von der Protrusionsbahn nach rechts dar. Bei 8 Probanden lag eine solche Abweichung vor. Dabei zeigten 7 Registrate eine Abweichung zwischen 0,142 und 0,284 mm, lediglich bei einem Probanden ergab sich eine Abweichung von 0,639 mm.



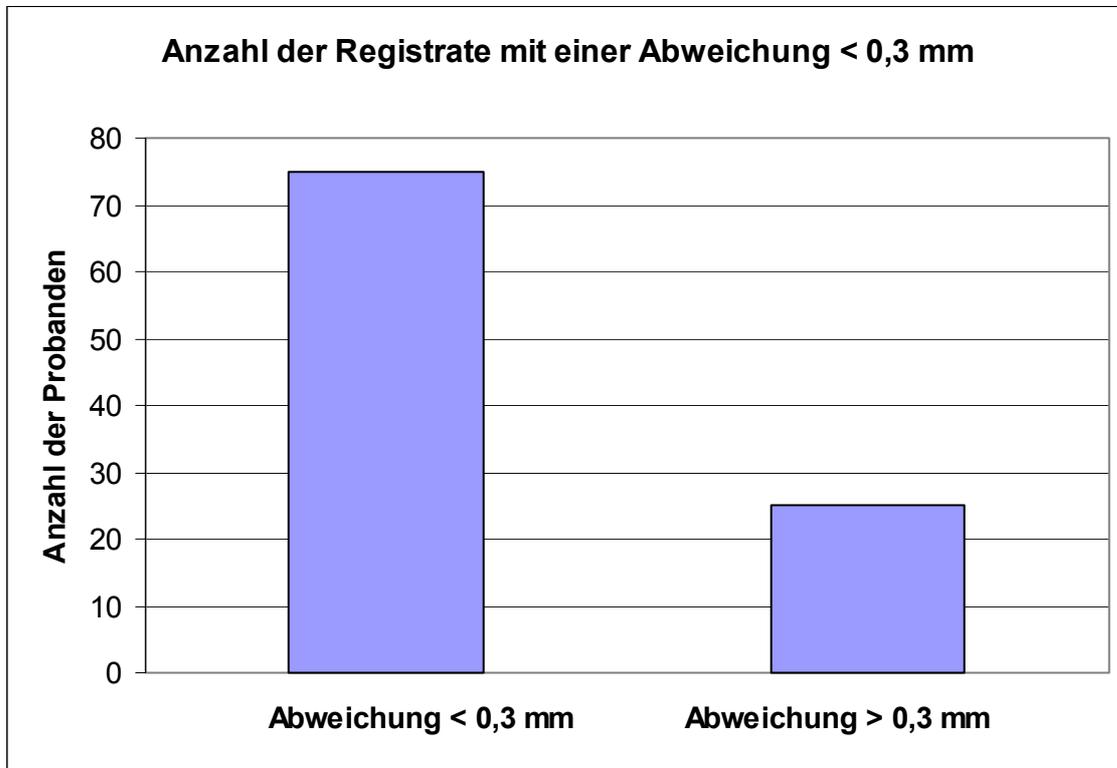
Die Abbildung stellt die Verteilung der Registrate mit einer Abweichung nach links dar.

Bei 9 Probanden traten Abweichungen zwischen 0,071 und 0,568 mm auf, wobei 8 Registrate im Bereich 0,071 bis 0,355 mm lagen.



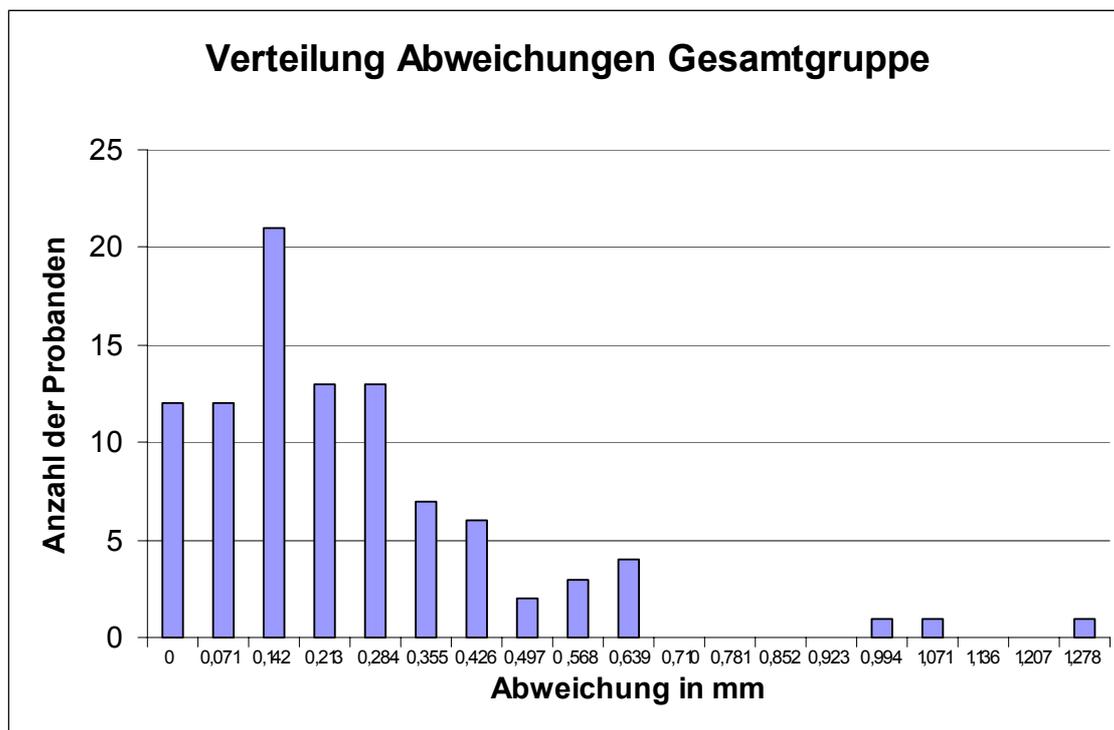
Dargestellt ist in dieser Abbildung die Verteilung der Registrare, bei denen keine Abweichung zwischen der Registrarposition und der maximalen Interkuspitationsposition bestand, und der Registrare bei denen eine Abweichung zwischen beiden Positionen festgestellt wurde.

Bei 12 (= 12 %) Probanden stimmten die beiden Positionen exakt überein, bei 88 (= 88 %) lag eine Abweichung zwischen den beiden Positionen vor.



In der Abbildung ist die Verteilung der Registrate mit einer Abweichung unter 0,3 mm und über 0,3 mm zwischen der maximalen Interkuspurationsposition und der Registrarposition dargestellt.

Bei 75 Probanden lag die Abweichung zwischen den beiden Positionen unter 0,3 mm. Bei 25 % der Probanden bestand eine größere Abweichung.



Die Messwerte ergeben einen durchschnittlichen Abstand zwischen den beiden Adduktionspunkten von 0,245 mm, bei einer Standardabweichung von $\pm 0,225$ mm und einem Standardfehler von 0,222.

88 % ergaben einen Abweichungswert von kleiner 0,5 mm, wobei 75 % unter 0,3 mm und 49 % unter 0,2 mm lagen. Abweichungen über 1 mm traten in 3 % der Fälle auf, bei einem Maximalwert von 1,286 mm.

Bei 17 % der Probanden gab es eine am Verlauf der Protrusionsbahn gemessene seitliche Abweichung, die immer mit einem Versatz in Richtung Pfeilspitze verbunden war. Die Lateralabweichungen orientierten sich zu 9 % nach links und zu 8 % nach rechts.

4 Diskussion

Von vielen Autoren wurde das intraorale Stützstiftregistrat bereits als gutes und verlässliches Verfahren zur Bestimmung der horizontalen Kieferrelation beschrieben. In dieser Untersuchung bestätigte sich, dass die Methode bei korrekter Durchführung sehr gute Ergebnisse liefert. Die gemessenen Abweichungen bewegen sich in Bereichen, von denen keine klinische Relevanz in Form negativer Auswirkungen auf das stomatognathe System zu erwarten sind (**Piehslinger, 1993** [38] ;**Trage, 1977** [54]; **Jeminez,1989** [24]).

Diese Untersuchung beruht auf der Annahme, dass bei funktionsgesunden, vollbezahnten und nicht kieferorthopädisch behandelten Patienten die maximale Interkuspitationsposition mit der zentrischen Kondylenposition korrespondiert. Die Ergebnisse sprechen einerseits dafür, dass dies tatsächlich der Fall ist und andererseits, dass das Stützstiftregistrat eine verlässliche Methode zur Ermittlung der zentrischen Kondylenposition ist.

Hillgärtner [20] verglich die Kondylenposition nach Stützstiftregistrat mit der Kondylenposition in Interkuspitationsposition mittels des elektronischen Registriersystems String Condylcomp LR 3 und stellte fest, dass das Stützstiftregistrat die Interkuspitationsposition mit einer mittelwertigen Abweichung der Kondylen von 0,5 mm auffindet und dabei häufigere Verlagerungen der Kondylen nach ventral auftreten.

Diese Abweichungen nach ventral wurden auch von **Hugger** [22] beschrieben, der die Ergebnisse von Stützstiftregistraten durch kernspintomographische Aufnahmen überprüfte und häufige antero-kaudale Verlagerungen der Kondylen gegenüber der habituellen Interkuspitationsposition feststellte.

Ursächlich für diese ventral- Abweichungen könnte im Fall unserer Untersuchung die im Artikulator bestehende reine Rotationsbewegung der Artikulorkondylen sein, die - entgegen der lange Zeit vorherrschenden Annahme, dass die Kondylen zumindest im initialen Öffnungsbereich eine reine Rotationsbewegung ausführen - , auf das Kiefergelenk nach neueren

Erkenntnissen wohl nicht zutreffen. **Ferrario et al.** [8] stellten in ihren Untersuchungen fest, dass eine reine Rotationsbewegung bei der Mundöffnung nicht einmal auf den ersten Millimetern der Bewegung besteht.

Lotzmann [31] stellte fest, dass während einer Mundöffnung von 8 mm eine Translation der Kondylen um lediglich 0,5 mm bereits einen Versatz der individuellen Rotationsachse zum Unterkiefer um mehr als 6 mm bedeutet.

Unter diesem Gesichtspunkt stellt sich das intraorale Stützstiftregistrat als problematisch dar, da es ohne - wenn auch geringfügige- Sperrung nicht durchgeführt werden kann, was die korrekte Achsbestimmung und präzise Übertragung in den Artikulator voraussetzt. In dieser Untersuchung wurde die Scharnierachse lediglich arbiträr bestimmt, was den Möglichkeiten in der täglichen Anwendung in der Praxis am ehesten entspricht.

Angesichts der Ergebnisse dieser Untersuchung scheint die Sperrung jedoch die einzige Fehlerquelle zu sein. Die resultierende Verlagerung der Kondylen nach ventro-kaudal kann in der vorliegenden Größenordnung als klinisch unproblematisch gewertet werden.

Für die tägliche Anwendung interessanter als Abweichungen im 0,2 – 0,3 mm Bereich ist die Frage, ob andere Verfahren bessere Ergebnisse liefern als das Stützstiftregistrat und in welchem Genauigkeitsbereich ein Verfahren liegen muß, damit es in der täglichen Routine Anwendung finden kann.

Körber und Landt [27] untersuchten 1979 die Reproduzierbarkeit von Registrierungen (Scharnierachsbestimmung mit dem Almore-Bogen und Checkbißregistrat) und kamen zu dem Ergebnis, dass es kaum möglich sei, Registrierungen mit Abweichungen von weniger als einigen Millimetern durchzuführen.

Vergleichende Untersuchungen von Handbißnahmen und Stützstiftregistraten kamen zu dem Ergebnis, dass die Stützstiftregistrierung signifikant bessere Ergebnisse liefert als die Handbißnahme und zudem unabhängiger vom Behandler ist (**Utz, Borchers, Schröder**) [55; 56; 5; 46].

Die Interkuspitationsposition wird durch das Pfeilwinkelregistrat mit einer durchschnittlichen Abweichung von nur 0,25 mm aufgefunden. Bei Patienten

ohne Hinweise auf eine Funktionsstörung des Stomatognathen Systems, bei denen eine Zuordnung der Modelle anhand der Interkuspitation möglich ist, sollte dies auch in jedem Fall getan und auf andere Manipulationen zur Zuordnung der Modelle verzichtet werden. Ist die Zuordnung der Modelle über die Interkuspitation nicht möglich oder zeigt sich die Interkuspitation bereits durch ausgedehntere restaurative Maßnahmen verändert, so liefert das intraorale Stützstiftregistrat verlässliche und reproduzierbare Ergebnisse.

Sobald bei Patienten die Kieferrelation aus therapeutischen Gründen verändert werden soll, ist die Zuordnung anhand des Stützstiftregistrates unerlässlich, da nur so gezielte, kontrollierbare und messbare Manipulationen wie z.B. die Korrektur einer retralen Zwangsposition möglich sind.

Die Übertragbarkeit der Ergebnisse dieser Untersuchung auf Patienten mit Symptomen einer craniomandibulären Dysfunktion, insbesondere bei Vorliegen einer arthropathischen Veränderung, ist zweifelhaft. Dies gilt aber in gleichem Maße für alle anderen bekannten Methoden zur Kieferrelationsbestimmung. Bei Patienten mit einer craniomandibulären Dysfunktion ist vor allem am Anfang der Therapie die Kieferrelationsbestimmung aufgrund der gestörten Muskelfunktion erschwert. Hier ist die Möglichkeit zur Handbißnahme, bei der der Behandler in der Lage sein muß, den Unterkiefer des Patienten frei zu führen, oftmals aufgrund des Muskelbefundes nicht gegeben. Durch die Bewegungseinschränkung ist beim Stützstiftregistrat möglicherweise der Pfeilwinkel beeinflusst, gibt aber dennoch zumindest Anhaltspunkte für die Ersteinstellung einer therapeutischen Unterkieferposition. Der Verlauf und eventuelle Erfolg der Therapie, die Verbesserung der Muskelbefunde und der Bewegungsfähigkeit können anhand des Pfeilwinkels nachvollzogen und dokumentiert werden. In diesem Punkt erscheint die Aufzeichnung des Pfeilwinkels beim Stützstiftregistrat der freihändigen Kieferrelationsbestimmung durch Handbißnahme überlegen, da sie auch dem unerfahreneren Behandler kontrollierbare und nachvollziehbare Ergebnisse liefert.

Geering und Kotowicz nannten die Handbißnahme sehr provokativ „eine Sache des Gefühls und der Geschicklichkeit des behandelnden Zahnarztes“ [11].

Ein weiterer Diskussionpunkt ist der Zeitaufwand, der für die Durchführung der Kieferrelationsbestimmung nötig ist. Durch die Notwendigkeit der Anfertigung von Registrierbehelfen erscheint das Stützstiftregistrat primär aufwendiger als eine Handbißnahme. Angesichts der weitaus größeren Verlässlichkeit des Stützstiftregistrates ist aber der geringere Zeitaufwand der Handbißnahme ein letztlich nicht stichhaltiger Grund dafür, dass die Handbißnahme in der Praxis die am häufigsten praktizierte Methode zur Kieferrelationsbestimmung ist.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass die Kieferrelationsbestimmung mit dem intraoralen Stützstiftregistrat gute und verlässliche Ergebnisse liefert.

Letztlich liegt es beim Behandler, im Einzelfall zu entscheiden, welche Methode er bei jedem einzelnen Patienten anwendet. Es muß abgewägt werden, ob durch den höheren Zeitaufwand bei der Kieferrelationsbestimmung eventuell spätere Komplikationen und zeit- und kostenaufwändige Korrekturbehandlungen vermieden werden können. Im Zweifelsfall sollte der Zeitaspekt bei der Entscheidung in den Hintergrund treten.

Vor dem Hintergrund zeit- und kostenaufwändiger Korrekturen nach zahnärztlich prothetischen Maßnahmen muß auch der forensische Aspekt berücksichtigt werden. Die Zahl der Fälle, in denen die Reklamation einer prothetischen Behandlung vor Gericht ausgetragen wird, ist stark zunehmend. Nach den Einschätzungen erfahrener Gutachter ist hier in erster Linie die Okklusion Anlass für Beanstandungen seitens der Patienten. Zur Vermeidung und Klärung derartiger Streitigkeiten ist eine verlässliche und gut dokumentierbare Methode zur Kieferrelationsbestimmung von großer Bedeutung. Das intraorale Stützstiftregistrat findet im Rahmen von Sachverständigengutachten zur Beurteilung der Okklusion standardmäßig Anwendung und wird von erfahrenen Sachverständigen als einzige objektivierbare Methode zur Beurteilung der okklusalen Verhältnisse anerkannt. Im Gegensatz dazu wäre eine durch Manipulation des Unterkiefers durch den Behandler ermittelte Unterkieferposition im Falle gerichtlicher

Auseinandersetzungen anzweifelbar. Auch dieser Aspekt muss bei der Entscheidung für die Methode der Kieferrelationsbestimmung Berücksichtigung finden, trägt die gewonnene größere Sicherheit doch im Zweifelsfall zur Vermeidung gerichtlicher Auseinandersetzungen oder zur schnelleren Klärung solcher bei.

Nach Einschätzung erfahrener Gerichtsgutachter ist es ein ganz überwiegender Anteil der Gerichtsverfahren zu zahnärztlichen Behandlungsfehlern, bei denen die Okklusion eine entscheidende Rolle spielt. Das lässt Zweifel an der bislang gängigen Praxis der Kieferrelationsbestimmung durch Handbissnahme aufkommen.

5 Schlussfolgerungen

Beantwortung der gestellten Fragen:

1.

Entspricht bei funktionsgesunden Probanden die mittels intraoralem Stützstiftregistrat ermittelte zentrische Kieferrelation der maximalen Interkuspitationsposition?

Die durch das intraorale Stützstiftregistrat aufgefundene Position stimmt bei funktionsgesunden Patienten bei 12 % der Probanden exakt mit der maximalen Interkuspitationsposition überein, bei 88 % der Probanden wich die mittels Stützstiftregistrat ermittelte Position von der maximalen Interkuspitationsposition ab, wobei die Abweichung allerdings durchschnittlich nur 0,25 mm betrug.

2.

Wie exakt lässt sich mittels intraoralem Stützstiftregistrat die Kieferrelation bestimmen?

Die durchschnittliche Abweichung zwischen der mittels intraoralem Stützstiftregistrat ermittelten Position und der maximalen Interkuspitationsposition liegt bei 0,25 mm. Bei 88 % der Probanden wurde eine Abweichung unter 0,5 mm, bei 75 % der Probanden eine Abweichung von unter 0,3 mm zwischen den beiden Positionen gemessen.

3.

Für den Fall, dass bei funktionsgesunden Probanden die mittels intraoralem Stützstiftregistrat ermittelte Kieferrelation von der maximalen Interkuspitationsposition abweicht:

- a) wie groß ist die durchschnittliche Abweichung und ist davon eine klinische Relevanz zu erwarten?**
- b) gibt es in Art und Größe der Abweichungen zwischen maximaler Interkuspitationsposition und Registratposition signifikante Häufungen, die Rückschlüsse auf die Methodik des Stützstiftregistrates zulassen?**

Zu a)

Die durchschnittliche Abweichung der mittels Pfeilwinkelregistrat ermittelten Position von der maximalen Interkuspitationsposition beträgt 0,25 mm. Abweichungen in der vorgefundenen Größenordnung sind nicht von klinischer Relevanz. Die Gewebe des Kiefergelenkes verfügen über ein hohes Potential zur Adaptation, so dass von so geringfügigen Abweichungen, wie in dieser Untersuchung gefunden, keine funktionellen Probleme zu erwarten sind. Die Registratposition lag bei Abweichungen von der maximalen Interkuspitationsposition zudem immer ventral davon. Wie bereits erläutert, ist eine Ventralbetonung, zumal in der hier vorliegenden Größenordnung, anders als eine Retralverlagerung, ohnehin unproblematisch.

Zu b)

Zwischen maximaler Interkuspitationsposition und Registratposition tritt signifikant häufig eine Abweichung der Registratposition nach ventral auf. Diese Abweichung nach ventral ist wohl systematisch in der immanenten Sperrung beim Stützstiftregistrat im vollbezahnten Gebiß begründet. Auch bei nur geringfügiger Sperrung tritt offensichtlich schon eine Translationsbewegung auf,

die bei der Artikulormontage der registrierten Modelle und anschließender Absenkung zu einer Ventralverlagerung des Unterkiefers gegenüber der maximalen Interkuspitationsposition führt. Das Auftreten einer minimalen Translationsbewegung kann auch bei geringster Sperrung nicht ausgeschlossen werden. Wie groß die Translationskomponente ist und bei welcher Sperrung sie bereits auftritt, ist von individuellen morphologischen Verhältnissen abhängig. Die Sperrung muss also zur Durchführung des Stützstiftregistrates so gering wie irgendwie möglich gehalten werden.

6 Zusammenfassung

Bei 110 Studierenden der Zahnheilkunde wurde die maximale Interkuspitationsposition mit der mittels intraoralem Stützstiftregistrar ermittelten Unterkieferposition verglichen. Voraussetzung für die Teilnahme an der Untersuchung war das Fehlen von craniomandibulären Dysfunktionssymptomen (Helkimoindex = 0), ein vollbezahntes Gebiss, das nicht kieferorthopädisch vorbehandelt war und in dem keine prothetischen Restaurationen in mehr als einem Quadranten vorzufinden waren.

Es ergab sich eine durchschnittliche Abweichung zwischen der mittels intraoralem Stützstiftregistrar ermittelten Unterkieferposition und der maximalen Interkuspitationsposition von 0,25 mm. In 12 % der Fälle stimmte die Registrarposition mit der Interkuspitationsposition exakt überein. Bei 88 % wurde eine Abweichung der Registrarposition im Vergleich zur Interkuspitationsposition von unter 0,5 mm nach ventral festgestellt. Bei 75 % der Probanden lag die gemessene Abweichung unter 0,3 mm. Die beobachteten Abweichungen nach ventral sind auf die Translationsbewegung der Kondylen, die selbst bei minimaler Sperrung auftritt und sich nach Artikulatoremontage der Modelle als Ventralbetonung gegenüber der maximalen Interkuspitation auswirkt, zurückzuführen. Von den Abweichungen in der gemessenen Größenordnung sind keine funktionellen Probleme zu erwarten. Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass das intraorale Stützstiftregistrar eine höchst präzise und somit geeignete Methode zur Bestimmung der horizontalen Kieferrelation ist, die zur Anfertigung umfangreicherer prothetischer Rekonstruktionen, zur Planung kieferorthopädischer Behandlungen und in der orthognathen Chirurgie routinemäßig Anwendung finden sollte.

7 Literaturverzeichnis

1. **Aprile G.** Gothic Arch tracing and temporomandibular anatomy. J Am dent Assoc 1947; 35: 256-261.

2. **Ash MM., Ramfjord SP.** Okklusion und Funktion. Berlin: Quintessenz Verlag 1990.

3. **Block LS.** Common factors in complete denture prosthetics. J Prosthet Dent 1953; 3:736-746

4. **Boucher LJ, Jacoby J.** Posterior border movements of human mandible. J Prosthet Dent 1968; 20: 106-109.

5. **Borchers L., Jung T., Kpodzo-Yamoah E., Masterson J.** Zur Reproduzierbarkeit der Relationsbestimmung. Dtsch Zahnärztl Z 1979; 34: 599- 602.

6. **Campion CG.** Some graphic records of movements of the mandible in the living subject and their bearing on the mechanism of the joint and the construction of articulators. Dent Cosmos 1905; 47: 39-53.

7. **Dawson PE.** Zn: „Evaluation, Diagnosis and Treatment of Occlusal Problems“. Mosby, St. Louis 1989; 41- 47.

8. **Ferrario VF., Sforza C., Miani A Jr., Serrao G., Tartaglia G.** Open- close movements in the human temporomandibular joint, does a pure rotation around the intercondylar hinge axis exist? J Oral Rehabil.1996; 23: 401- 408.

- 9. Figgner L.** Registrierbehelfe für die Kieferrelationsbestimmung bei teilbezahntem Kiefer mittels des intraoralen Pfeilwinkelregistrates. Quintessenz Zahntech 1988; 14: 1411- 1415.
- 10. Freesmeyer W. B., Körber E., Pielsticker W.** Die Stützstiftregistrierung. Dental-Labor 1987; 6: 753-759.
- 11. Geering A., Kotowicz W.** Die Ermittlung der Zentrallage des Unterkiefers beim Zahnlosen. Schweiz Monatsschr Zahnheilk 1972; 82: 1026- 1038.
- 12. Gerber A.** Logik und Mystik der Kiefergelenksbeschwerden I. Teil Schweiz Monatsschr Zahnheilk 1964; 74: 687-697.
- 13. Gerber A.** Logik und Mystik der Kiefergelenksbeschwerden 2. Teil Schweiz Monatsschr Zahnheilk 1964; 74: 879-885.
- 14. Gerber A.** Registriertechnik für Prothetik, Okklusionsdiagnostik, Okklusionstherapie. Condylator-Service 1986; Zürich.
- 15. Gerber A.** Kiefergelenk und Zahnokklusion. Dtsch. Zahnärztl Z 1971; 26: 119-141.
- 16. Gysi A.** The problem of articulation. Dental Cosmos. 1910; 52: 1-12.
- 17. Gysi A.** Practical application of research results in denture construction. J Am dent Ass. 1929; 16: 199-223.

18. Helkimo M. Ingervall B, Carlsson GE. Variation of retruded and muscular position of mandible under different recording conditions. Acta Odontol Scand 1971; 29: 423-437.

19. Helkimo M. Studies on function and dysfunction of the masticatory system. An epidemiologic investigation of symptoms of dysfunction in Lapps in the north of Finland. Proc Finn Dent Soc 1974; 70: 37-49.

20. Hillgärtner J. Elektronische Kondylenpositionsanalyse zentrischer Registerate im Vergleich zur Interkuspitationsposition unter Berücksichtigung des klinischen Funktionsstatus. Medizinische Dissertation 2000; Münster.

21. Hromatka A. The deglutition impression. Zahnärztl Welt 1953; 8: 584- 585.

22. Hugger A., Kordaß B., Assheuer J., Stüttgen U. Auswirkung stützstiftgeführter Unterkieferbewegungen auf Strukturen des Kiefergelenkes. Deut Zahnärztl Z 1995; 50: 536- 539.

23. Jasinevicius TR., Yellowitz JA., Vaughan GG. Centric relation definitions taught in 7 dental schools: Results of faculty and student surveys. J Prosthodont 2000; 9: 87-94.

24. Jeminez ID. Elektromyography of masticatory muscles in three jaw registration positions. Am J Orthod 1989; 95: 282-288.

25. Jüde H., Vogel A., Jakstat H., Genieser A. Über den Einfluss der Kieferschlusskraft auf das Ergebnis der Stützstiftregistrierung in der Sagittalen. Dtsch Zahnärztl Z 1990; 45: 561-563.

- 26. Koeck B., Lückerath W.** Instrumentelle Funktionsdiagnostik; Praxis der Zahnheilkunde, Band 8, Funktionsstörungen des Kauorgans, 3. Auflage, Urban und Schwarzenberg, 1995 München- Wien- Baltimore
- 27. Körber E., Landt H.** Untersuchungen über die Reproduzierbarkeit von Registraten. Dtsch. Zahnärztl Z 1979; 34: 202-205.
- 28. Koller M., Ludwig J., Voss R.** Streubereiche von Handbißnahme und Stützstiftregistrierung. Dtsch Zahnärztl Z 1983; 38: 40-43.
- 29. Lentner E., Rammelsberg P., Böhm A., Pospiech P., Gernet W.** Zum Untersuchereinfluß auf Lage und Reproduzierbarkeit der zentrischen Kondylenposition. Dtsch Zahnärztl Z 1997; 52: 411-415.
- 30. Long JH Jr.** Location of the terminal hinge axis by intraoral means. J Prosthet Dent 1970; 23: 11-24.
- 31. Lotzmann U.** Betrachtungen zur Präzision und Konstanz der transversalen Scharnierachse des Unterkiefers. ZWR 1990; 99 (5): 372- 379.
- 32. Marxkors R., Solomon E.** Studien zur habituellen und zentralen Okklusion im voll- und teilbezahnten Gebiß. Dtsch Zahnärztl Z 1970; 25: 840-844.
- 33. Mayer K.** Die Reproduzierbarkeit der instrumentellen Funktionsanalyse am Beispiel der Remontage nach Gerber. Dtsch Zahnärztl Z 1992; 47:107-108.

- 34. McGrane H.-F.** Five basis principles of the McGrane full denture Procedure. Florida state dent J 1949; 20: 5.
- 35. Mohamed SE.** et al. Evaluation of the needle point tracing as a method for determining the centric relation. J Prosthet Dent 1965; 15: 1043-1054.
- 36. Niswonger MF.** The rest-position of the mandible and centric relation. J Am Dent Assoc 1934; 21: 1572-1582.
- 37. Phillips GB.** Fundamentals in the mandibular movements in edentulous mouths. J Am Dent Assoc 1927; 14: 409-415.
- 38. Piehslinger E., Celar A., Celar R., Jager W., Slavicek R.** Reproducibility of the condylar reference position. J Orofac Pain 1993; 7: 68-75.
- 39. Pleasure MA.** Occlusion of cusplless teth for balance and comfort. J Prosthet Dent 1955; 5: 305-312.
- 40. Posselt U.** Studies in the mobility of the human mandible. Acta Odontol Scand 1952; 10, 15-160.
- 41. Putz R., Pabst R.** Sobotta- Atlas der Anatomie des Menschen. München: Urban und Schwarzenberg Verlag 1993.
- 42. Ramfjord SP., Ash MM.** Zn: "Occlusion", Saunders, Philadelphia, PA 1966, 186-191.

43. Razmkhah H. Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Funktionsstörungen und okklusalen Interferenzen im stomatognathen System. Medizinische Dissertation 2001; Münster.

44. Rees L.A. The structure and funktion of the temporomandibular joint. Br dent J 1954; 125-133.

45. Schlosser Ro. Methods of securing centric relation and other positional relation records in complete dentures. J Am Dent Assoc 1941; 28:17-25.

46. Schröder D. Untersuchung zur Differenz zwischen Handbißnahme und Stützstiftregistrierung bei der Relationsbestimmung am Zahnlosen. Dtsch. Zahnärztl Z 1976; 31: 725-729.

47. Schuyler CH. Intraoral method of establishing maxillomandibular relation. J Am Dent Assoc 1932; 19: 1012-1021.

48. Shanahan TE. Physiologic jaw relations and occlusion of complete dentures. J Prosthet Dent 1955; 5: 319-345.

49. The Academy of Denture Prosthetics. Glossary of prosthodontic terms. J Prosthet Dent 1956; 6: 586-597.

50. The Academy of Denture Prosthetics. Glossary of prosthodontic terms. J Prosthet Dent 1968; 20: 443-480.

51. The Academy of Denture Prosthetics. Glossary of prosthodontic terms. J Prosthet Dent 1977; 38: 66-109.

52. The Academy of Denture Prosthetics. Glossary of prosthodontic terms. J Prosthet Dent 1987; 58: 713-763.

53. The Academy of Denture Prosthetics. Glossary of prosthodontic terms. J Prosthet Dent 1994; 71: 41-112.

54. Trage R. Untersuchung zur Position des Unterkiefers beim Vollbezahnten. Dtsch Zahnärztl Z 1977; 32: 108-110.

55. Utz K., Bernhard N., Wegmann U., Huntebrinker W. Reproduzierbarkeit der Pfeilwinkelregistrierung bei der Remontage von Totalprothesen. Schweiz Monatsschr Zahnmed 1991; 101: 438-444.

56. Utz K., Bernhard N., Hültenschmidt R., Wegmann U., Kurbel R. Reproduzierbarkeit der Handbißnahme bei Totalprothesenträgern. Schweiz Monatsschr Zahnmed 1993; 103: 561-566.

57. Vogel A., Jakstat J., Jüde H. Experimentelle Untersuchungen zum Einfluss der Registrierkraft auf das Ergebniss der Stützstiftregistrierung. Dtsch Stomatol 1990; 40: 363

8 Anhang

8.1 Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Dr. Figgener, der mir das interessante Thema überlassen hat und mich bei der Durchführung der Arbeit so geduldig unterstützt hat.

Ich danke meinen Eltern, die mir meine Ausbildung ermöglicht haben und meiner Familie, die mir die vielen Stunden am Schreibtisch nicht übel genommen hat.

Zuletzt möchte ich meinen ehemaligen Lehrern, insbesondere Herrn Prof. Dr. Yildirim danken, dem ich meine Begeisterung für die zahnärztliche Prothetik zu verdanken habe.

8.2 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Kiefergelenk von lateral (bei geschlossenem Mund) aus **Putz R., Pabst R.** Sobotta- Atlas der Anatomie des Menschen. München: Urban und Schwarzenberg Verlag 1993.

Abb. 2: Kiefergelenk von lateral (bei geöffnetem Mund) aus **Putz R., Pabst R.** Sobotta- Atlas der Anatomie des Menschen. München: Urban und Schwarzenberg Verlag 1993.

