

Aus der Abteilung für Umwelt- und Medizinische Wissenschaften

Zentrum für interdisziplinäre Zahnmedizin

Der Donau- Universität Krems,

Österreich

Universitätslehrgang

„Master of Science Dental- Technik“

- Thema -

„Eine vergleichende klinische Untersuchung zur Registrierung der Horizontalen Kondylenbahnneigung und der Bennettwinkel mit dem Cadiax Compact®-Registriersystem und der Ermittlung dieser Werte durch die Registrierung der Protrusion sowie der Links- und Rechtslaterotrusion mit Positionsregistraten aus Wachs zur individuellen Programmierung des Artex ® CR Artikulators.“

- Masterthese -

Vorgelegt

2008

von

ZTM Dirk Seiring

Wulkower Dorfstrasse 24

15326 Lebus OT Wulkow

Prüfer: Prof. Dr. W. Lückerrath

1. Einleitung

Gesundheit ist ein Zustand vollkommenen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlbefindens und nicht die bloße Abwesenheit von Krankheit oder Gebrechen. (Verfassung der WHO vom 22. Juli 1946), [43]

Neben vielen anderen medizinischen Disziplinen setzt sich die Zahnmedizin in enger Zusammenarbeit mit der Zahntechnik das Ziel der Wiederherstellung und Bewahrung der Gesundheit des stomatognathen Systems. Das stomatognathe System setzt sich aus den Zähnen mit dazugehörendem Zahnhalteapparat, Ober- und Unterkiefer, Kiefergelenken, Kaumuskulatur, Lippen-, Wangen- und Zungenmuskulatur, Mundhöhle mit Mundschleimhaut und umgebenden Weichgeweben, Speicheldrüsen sowie versorgenden Blut- und Lymphgefäßen und Nerven zusammen. [8, 42] Orthofunktion und Pathofunktion müssen am Patienten definiert und bestimmt werden. Die Diagnose und Therapie richtet sich nach diesen Einteilungen. Eine besondere Rolle kommt dabei den vielfältigen Unterkieferbewegungen zu, welche in der zahnärztlichen Funktionsdiagnostik erfasst und bewertet werden. Die Funktionsdiagnostik lässt sich in klinische [8, 12] und instrumentelle Funktionsanalyse unterteilen. Die instrumentelle Funktionsanalyse erfasst mittels verschiedener elektronischer Registriergeräte und Verfahren die Unterkieferbewegungen bzw. die Unterkieferfunktionen um sie einer Auswertung zu zuführen. So lassen sich Funktionsstörungen diagnostizieren und wertvolle forensische Daten für eine bevorstehende zahnärztliche Therapie ermitteln. Bei der Rekonstruktion beschädigter oder verloren gegangener Kauflächen nimmt die Ermittlung, Bewertung und Umsetzung der registrierten Daten einen wesentlichen Einfluss auf die Sicherung der Okklusion und damit auf das funktionelle Behandlungsergebnis ein. Je individueller eine Simulation der Unterkieferbewegungen ist, desto eher können okklusale Interferenzen vermieden werden. Neben der horizontalen Kondylenbahnneigung (HKN) wird der Bennettwinkel (transversale Kondylenbahnneigung- TKN) als wichtiger Parameter der individuellen Bewegung angesehen und zur individuellen Programmierung von Artikulatoren genutzt. [6, 21]

Nachteil der individuellen Registrierung und Programmierung sind zweifelsfrei ein höherer Zeit- und Kostenaufwand sowohl in der zahnärztlichen Praxis als auch im zahntechnischen Labor sowie für den Patienten.

Die individuellen Einstellparameter können elektronisch registriert oder klinisch mit Hilfe von Positionsregistraten, der Protrusion und der Links- bzw. Rechtslaterotrusion, in Wachs ermittelt werden. Wobei ersteres hinsichtlich des Zeit- und Kostenaufwandes das intensivere Verfahren darstellt. [30]

1.1. Historischer Überblick zur Axiographie

Schon seit Ende des 19. Jahrhunderts wurde versucht, Bewegungen des Unterkiefers aufzuzeichnen und zur Verbesserung der Funktion von Totalprothesen genutzt. Später wurde versucht die komplizierte Wirkungsweise des Kiefergelenkes besser zu verstehen und Informationen über das Kiefergelenk in alle prothetischen Arbeiten ein zu bringen. Ein Ansatz zur Therapie von Funktionsstörungen war die Folge. **BENNETT** beschrieb die Verlagerung des Unterkiefers bei laterotrusiven Bewegungen (Bennett- Bewegung). Er wies eine kurze Seitwärtsbewegung, die Immediate Side Shift, des Mediotrusionskondylus bei laterotrusiven Bewegungen und die Mediotrusionsbahn eines Kondylus bei Lateralbewegungen, den Bennettwinkel, nach. **GYSI** baute, nach intensiver Forschung über die Okklusion, die ersten gelenkbezüglichen, justierbaren Artikulatoren mit variabler Kondylenbahnneigung. [40] Zur Aufnahme der Unterkieferbewegung nutzte er als erster ein extraorales Registriersystem, kombiniert mit einem intraoralen Stützstiftregistrator. **STUART** und **LAURITZEN** ermöglichten ab 1970 mit dem Pantographen eine rein mechanische, leicht anzuwendende Diagnostik der Unterkieferbewegung. Erste elektronische Entwicklungen wurden daher wieder vernachlässigt. Auf dem Prinzip des Pantographen beruhen viele, heute noch benutzte elektronische Registriersysteme. [9, 16, 17,]

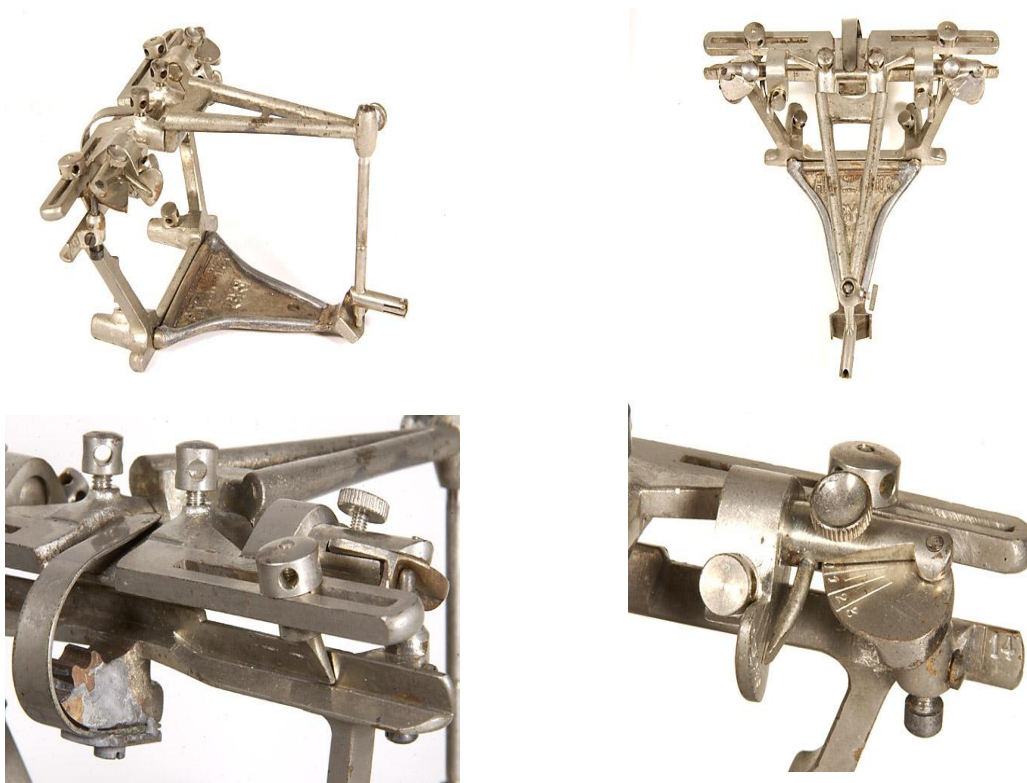


Abb. 1- 4: Gysi- Artikulator um 1912, [40]

2. Definitionen: [22]

2.1. Das Kiefergelenk

Das Kiefergelenk ist eine funktionelle Einheit, welche aus dem rechten und linken Kiefergelenk besteht. Durch die Verbindung des Unterkiefers hat die Bewegung in einem Kiefergelenk immer eine Auswirkung auf das andere Kiefergelenk. [21] Das einzelne Kiefergelenk besteht aus einem unteren, disko- mandibulären und einem oberen disko- temporären Gelenkteil, die durch eine faserknorpelige Gelenkpfanne, dem Discus articularis, in zwei Kammern getrennt werden. Der Discus articularis hat einen posterioren und anterioren Anteil, die durch eine Verjüngung in der Mitte des Discus articularis zustande kommen. Dadurch sitzt der Discus articularis dem Kondylarköpfchen wie eine Kappe auf. In maximaler Interkuspitation wird das Gelenk nicht druckbelastet, da die Kaukräfte vom Unterkiefer über die Zahnbögen auf die Strebepfeiler des Schädels zum Schädeldach abgeleitet werden. Das Kiefergelenk ist ein Dreh- Gleitgelenk, wobei die Drehbewegung (Rotation) einer Scharnierbewegung gleichkommt und die Gleitbewegung (Translation) einer Schiebebewegung. Die Rotation findet im disko- mandibulären Teil und die Translation im disko- temporären Teil des Gelenks statt. Aus der maximalen Interkuspitation heraus kommt es bei einer Mundöffnung zunächst zu einer überwiegenden Rotation, obgleich auch eine Translation festzustellen ist. Im weiteren Verlauf der Öffnung nimmt die Translation zu, wobei auch immer eine Rotationskomponente festzustellen ist. [9]

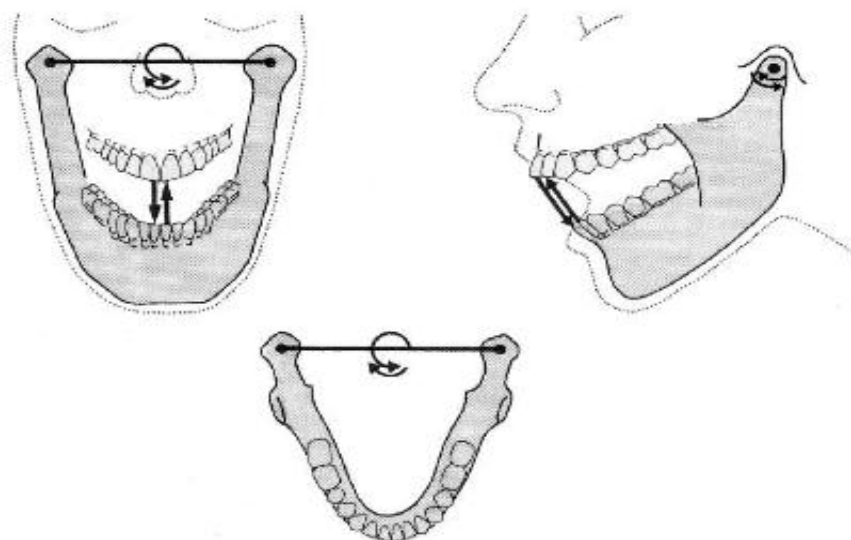


Abb. 5: Rotation während der initialen Öffnungsphase nach Reusch [31]

Der Diskus- Kondylus- Komplex bleibt dabei stabil und gewährleistet die Artikulation in den beiden Gelenkkammern. Das Kiefergelenk kann in allen drei Ebenen Bewegungen ausführen, begrenzt wird es dabei von den Grenzbewegungen, die wiederum von den Strukturen des stomathognathen Systems vorgegeben sind. Diese dreidimensionale Grenzbewegung des Unterkiefers wird im so genannten Posselt- Diagramm beschrieben.

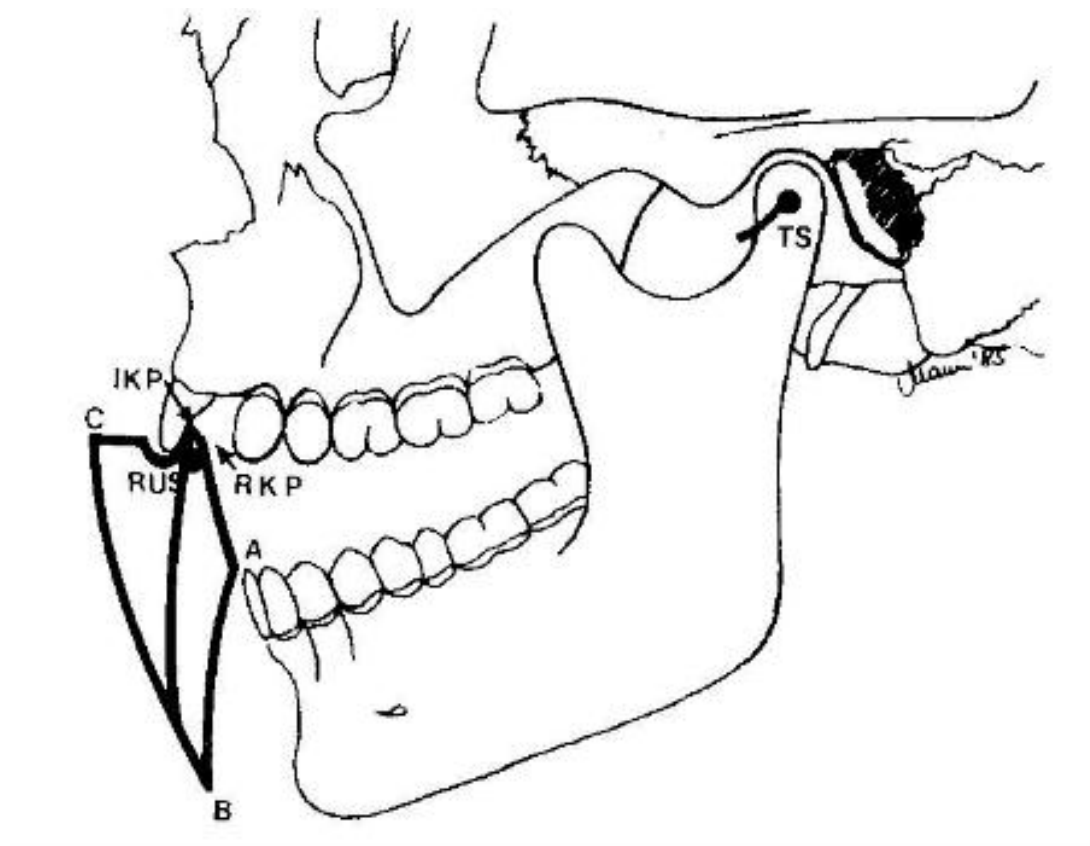


Abb. 6: Das Posselt- Diagramm: Grenzbewegungen in der Sagittalen modifiziert nach Lotzmann [29]

2.2. Zentrische Kondylenposition

Die zentrische Kondylenposition ist die kranio- ventrale, nicht Seiten verschobene Position beider Kondylen bei physiologischer Kondylus- Diskus- Relation und physiologischer Belastung der beteiligten Gewebe. Bei der Auffindung der zentrischen Kondylenposition ist man von früheren Dorsalmanipulationen, wobei die Kondylen mit Druck in eine retro- kraniale Grenzposition gezwungen wurden, abgegangen. [9]

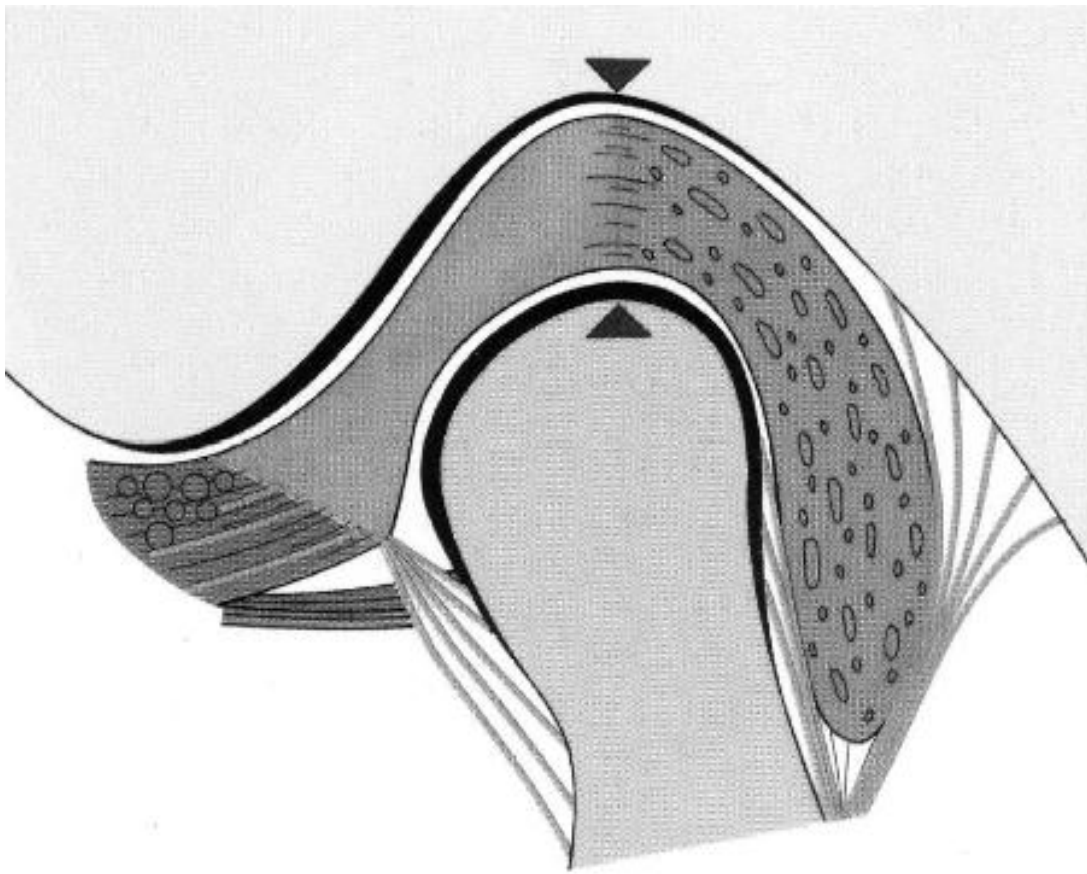


Abb. 7: Die zentrische Kondylenposition in der Sagittalen nach Reusch [31]

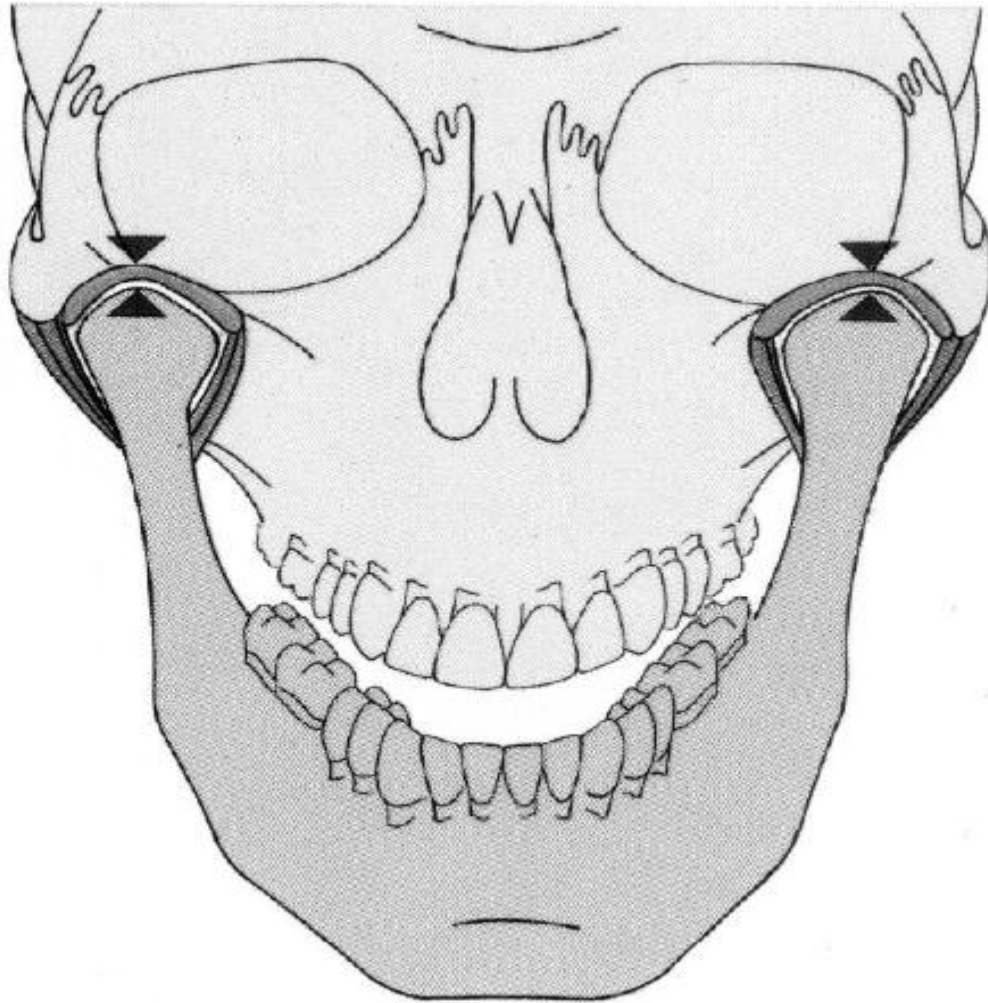


Abb. 8: Die zentriscche Kondylenposition in der Frontalen nach Reusch [31]

2.3. Scharnierachsenrelation

Um eine möglichst hohe Genauigkeit bei der Verwendung von Artikulatoren zu erzielen, sollte die Rotationsachse der Modelle weitestgehend mit der tatsächlichen Scharnierachse der Kiefergelenke übereinstimmen. Bereits **STUART** und **MC COLLUM** [22] entwickelten 1921 die Methode der kinematischen Bestimmung der tatsächlichen Scharnierachse mit Hilfe eines entsprechenden Gesichtsbogens. Für die meisten Restaurationen ist jedoch die Verwendung eines arbiträren (mittelwertigen) Gesichtsbogens ausreichend. Die Verwendung eines Gesichtsbogens ist die Voraussetzung für die Simulation patientenähnlicher Unterkieferbewegungen im Artikulator und erlaubt die Änderung der vertikalen Dimensionen im Artikulator, wie sie bei der Verwendung Biss sperrender Registrature notwendig ist. [4] **Abb. 8**

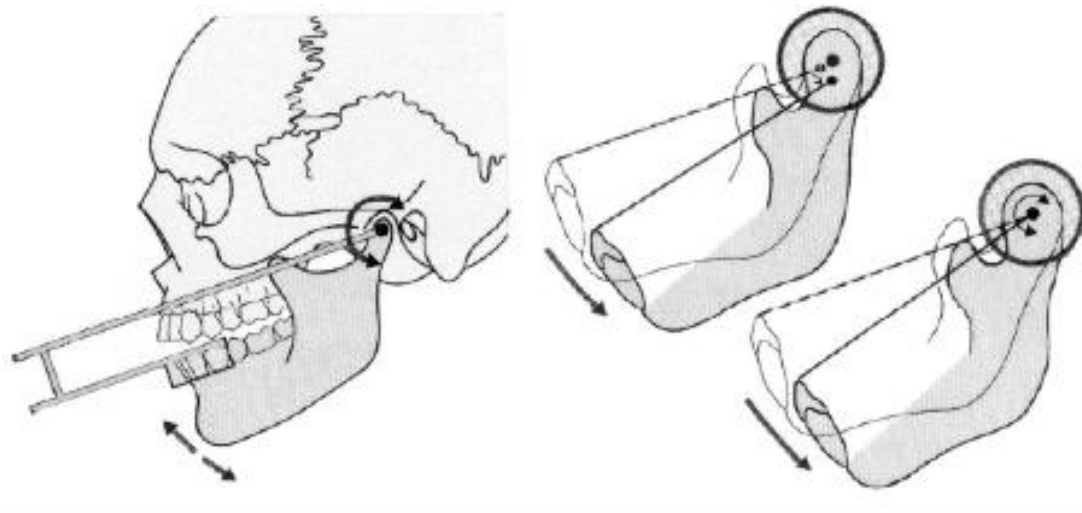


Abb. 8: Lokalisation der Scharnierachse nach Reusch: Nur wenn sich der Achszeiger im Rotationszentrum der Scharnierachse befindet, kommt es zu einer reinen Rotation des Achszeigers [31]

2.4. Achsorbitalebene

Die Schädelbezugsebene, die durch die zentrischen Scharnierachspunkte und dem knöchernen Unterrand der Orbita beschrieben wird. Je nachdem welche Schädelbezugsebene ausgewählt wird, unterscheiden sich die Werte für die Kondylenbahnneigungswinkel in der sagittalen- und horizontalen Ebene. (Frankfurter Horizontale, Camper'sche Ebene) [36]

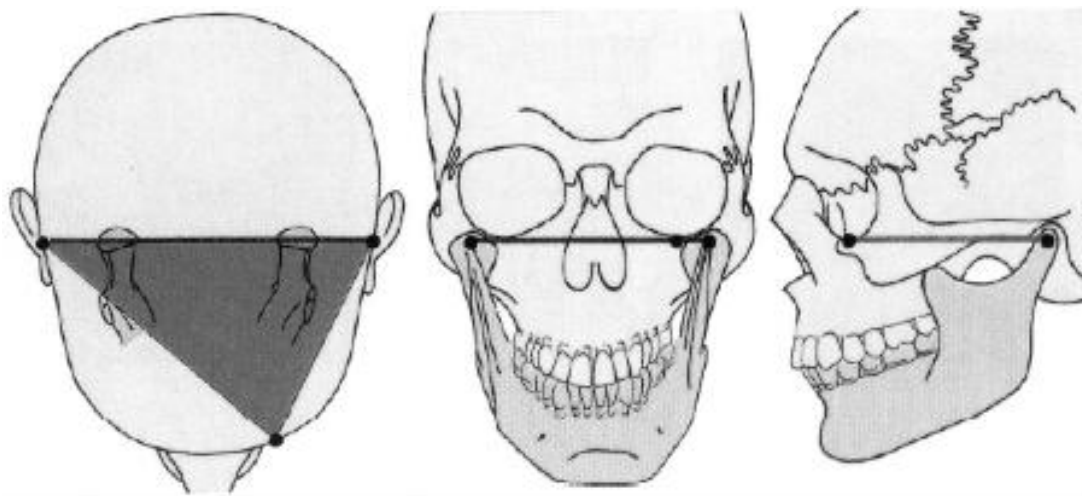


Abb. 9: Die Achsorbitalebene nach Reusch [31]

2.5. Horizontale Kondylenbahnneigung (HKN)

Ist die Neigung der Gelenkbahn gegen die gewählte Bezugsebene (Frankfurter Horizontale, Camper'sche Ebene). Die Kondylenbahnneigung bestimmt wesentlich das Ausmaß der Seitenzahndisklusion bei Unterkieferbewegungen. Bei flacher Kondylenbahn entfernen sich die Seitenzähne bei zahngeführten Unterkieferbewegungen geringer von einander. Zur Vermeidung von Okklusionsstörungen sind geringere Höckerhöhe und -winkel sowie größerer okklusaler Bewegungsfreiraum erforderlich. Die individuelle Einstellung der HKN erlaubt also patientenähnlichere Artikulatoren- Bewegungen.

Registrierung: Protrusionsregisrat in Kopfbissstellung oder Axio-graphie

2.6. Bennettwinkel

Bei der Seitwärtsbewegung des Unterkiefers beschreibt der Gelenkkopf der Balanceseite (Seite von der sich der UK weg bewegt) eine Bewegung nach vorn, unten und innen. Der Bennetwinkel ist das Maß der Bewegung nach innen gemessen gegen die Sagittalebene. Der Bennettwinkel hat Einfluss auf die Lage der okklusalen Furchen als Freiraum für die Antagonistenhöcker bei der Seitwärtsbewegung. Die individuelle Einstellung des Bennettwinkels erlaubt patientenähnlichere Artikulatoren- Bewegungen (Laterotrusion). Der Weg des Balance- Kondylus kann individuell sehr unterschiedlich sein. Der Bennettwinkel charakterisiert eher den Endpunkt der Bewegung, weniger den Bewegungsablauf im okklusalen Nahbereich, der für die Restauration entscheidend ist.

Registrierung: Laterotrusionsregisrat links und rechts oder Axio-graphie

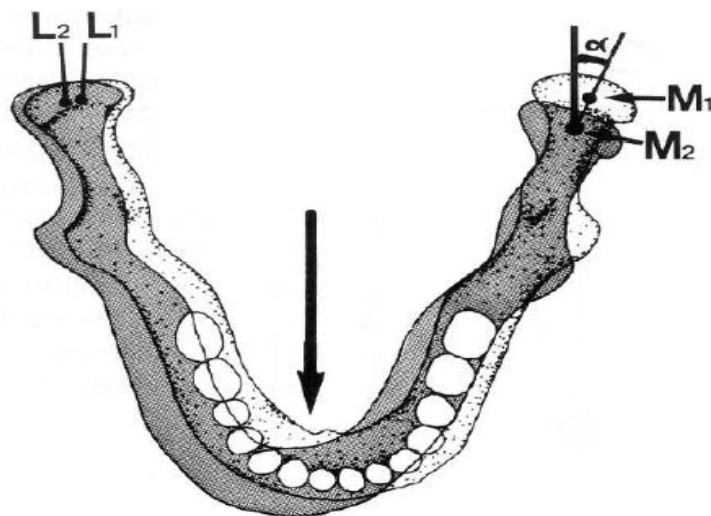


Abb. 10: Der Bennettwinkel nach Reusch [31]

3. Problemdarstellung

Das Ziel dieser Untersuchung war es, zwei unterschiedliche Verfahren zur Ermittlung der horizontalen Kondylenbahnneigung (HKN) und des Bennettwinkel (TKN) als individuelle Artikulatoreparameter miteinander zu vergleichen und die Fragen zu klären:

- 2.1. Können die Verfahren reproduzierbare Messungen unter konstanten Bedingungen durchführen?
 - a) Bestimmung der horizontalen Kondylenbahnneigung aus einer Protrusionsbewegung vom zentrischen Scharnierachspunkt
 - b) Bestimmung des Bennettwinkel aus einer Mediotrusionsbewegung vom zentrischen Scharnierachspunkt
- 2.2. Treten Abweichungen zwischen den Messungen der HKN und der Bennettwinkel (TKN) vom Scharnierachspunkt aus bei beiden Verfahren untereinander auf?
- 2.3. Betrachtung zum Korrelationsverhalten der beiden Meßsysteme untereinander
 - a) Treten Abweichungen auf?
- 2.4. Gibt es praxisrelevante Rückschlüsse aus den gefundenen Abweichungen
- 2.5. Wie groß ist der Unterschied des Kostenaufwandes beider Verfahren in zahnärztlicher Praxis und zahntechnischem Labor

4. Material und Methode

Die vorliegende Untersuchung wurde an fünfundzwanzig Probanden durchgeführt. Die Patienten wurden nach keinen besonderen Kriterien ausgesucht und waren sowohl weiblichen als auch männlichen Geschlechts. Keiner der Patienten trug partiellen oder totalen Zahnersatz. Eine horizontale Abstützung über die Stützzonen war bei allen Patienten gewährleistet. Die Registrierung der HKN sowie des Bennettwinkel (transversale Kondylenbahnneigung- TKN) erfolgte sowohl intraoral, anhand von Protrusions- und Laterotrusionsregistraten mit drei Millimeter starken konfektionierten, vor geformten Kohlenwasserstoff- Wachsplatten Regiwax® und anschließender Artikulatorenmontage im Artex® CR Artikulator (beides Fa. AMANNGIRRBACH, Pforzheim, Germany) als auch elektronisch- extraoral mit dem Cadiax Kompakt® System (Fa. Gamma, Klosterneuburg, Österreich). Die klinische Untersuchung wurde nach standardisiertem Protokoll und gemäß der Gebrauchsanweisung vorgenommen. [3, 25, 31, 42] Die Ergebnisse der Cadiax Registrierung wurden in dieser Untersuchung als Referenzwerte für den Vergleich mit den ermittelten Werten aus den Positionsregistraten aus Wachs herangezogen. Eine Verlässlichkeit der relativen Reproduzierbarkeit der elektronischen Aufzeichnung ist hinlänglich untersucht und bestätigt worden (**MOTYKA, WOESTMANN, WEGENER und COUSIN**) [25, 45].

Die Protrusions- und Laterotrusionsregistrierungen erfolgten bei einem Vorschub- sowie Mediotrusionsweg von 5 mm, welcher mit Hilfe einer modifizierten Miniplastschiene mit individuellen Kunststoffjigs reproduzierbar festgelegt wurde. Zur Herstellung der modifizierten Miniplastschiene wurden die Modelle nach erfolgter arbiträrer Gesichtsbogenregistrierung mit dem Artex® Gesichtsbogen (Fa. AMANNGIRRBACH, Pforzheim, Deutschland) in habitueller Zentrik in den Artex® CR Artikulator eingestellt. [1, 2]

Über das Unterkiefermodell wurde eine 2,0 mm starke Tiefziehfolie im Tiefziehverfahren adaptiert, die okklusal geöffnet wurde, sodass keine Störungen der statischen sowie dynamischen Okklusion bzw. auftraten. Nun wurde ausgehend von der habitueller Zentrik und einer mittelwertigen Einstellung der HKN und des Bennettwinkels (30 ° HKN und 15 ° TKN), das Zentri Schloss des Artikulators geöffnet (**Abb. 8**)



Abb. 8, Artex® CR, Zentri Schloss geöffnet

und durch Rechtsdrehung der blauen Rändelschraube die Protrusion mit dem Artikulatorenoberteil über die Verstellklaue protrusiv auf 5 mm geführt. **(Abb. 9)**

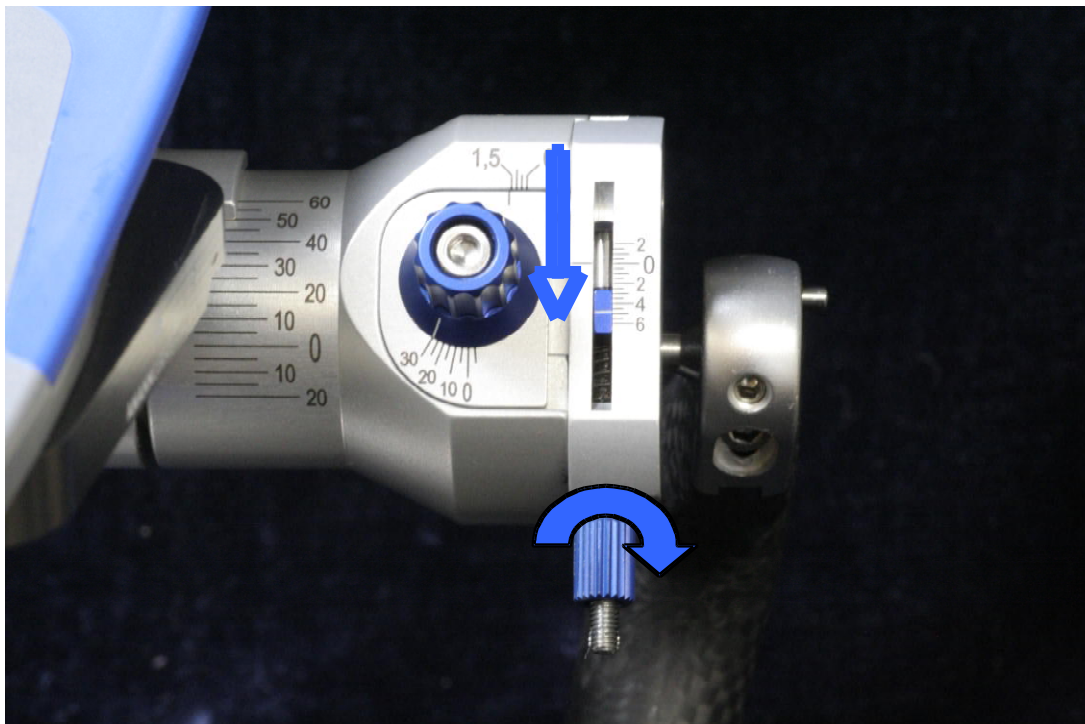


Abb. 9, Einstellen der Protrusion von 5 mm an der Verstellklaue

In dieser Position wurde nun mit Autopolymerisat (Pattern Resin® LS, GC) ein Jig bzw. Protrusionsstop an der lingualen Fläche der Schiene und den palatinalen Funktionsflächen der oberen mittleren Schneidezähne angebracht. In gleicher Weise wurden beide Jigs zur Begrenzung der Laterotrusionsbewegung auf 5 mm festgelegt. Dabei wurde die Blaue Rändelschraube des ruhenden Kondylus auf ± 0 mm eingestellt, während der arbeitende Kondylus durch die Einstellung einer Exkursionsbewegung von 5 mm in der kontralateralen Gelenkbox seinen Anschlag fand. **(Abb. 10)**

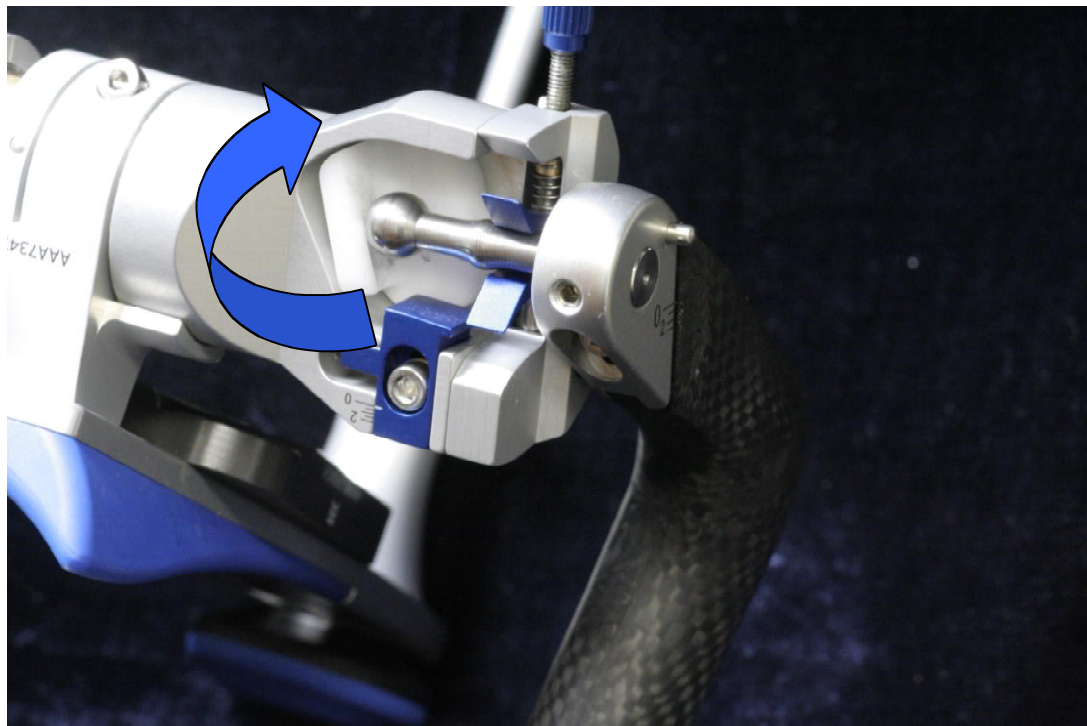


Abb. 10, Einstellen der Bennettwinkel

Der rechte wie auch der linke Jig fixierten sich gleichermaßen an der lingualen Fläche der Miniplastschiene sowie an den palatinalen Funktionsflächen der oberen Eckzähne. **(Abb. 11)** Es war darauf zu achten, dass die Jigs die statische-, sowie die dynamische Okklusion bis zu einer Strecke von 5 mm nicht behindern.



Abb. 11, Paraokklusale Schiene mit Ansatz für den Schreibbogen und palatinalen Jigs

Die Regiwax® Platten, für die Protrusion mit frontaler Aussparung und für die Laterotrusion mit seitlicher Aussparung, wurden unter dauernder Kontrolle bei einer Temperatur von ca. 48 ° C im Wasserbad (Fa. Erkodent) zur Anwendung bereit gehalten. Die Konstanz der Temperatur wurde mit Hilfe eines digitalen Aquarium-Thermometers (Typ KL 9806) ständig kontrolliert und am Wasserbad durch drehen des Reglers justiert. Das Thermometer weist werkseitig eine Genauigkeit von $\pm 1^{\circ}\text{C}$ auf. Die Temperatur wurde an einem LCD Display abgelesen.

Der Messfühler befand sich immer in der Mitte des Wasserbades. Es war darauf zu achten, dass eine Verweildauer der Regiwax® Platten im Wasserbad von 10 Minuten nicht überschritten wird. **(Abb. 12)** Eine Veränderung der Gebrauchseigenschaften der Regiwax® Platte könnte die Folge sein. [3] Vor der Registrierung wurden mit den Probanden die zahngeführten Grenzbewegungen eingeübt. Der Führungsanschlag über die Jigs wurde kontrolliert. Für das Protrusionsregistrat wurde nun eine erwärmte Regiwax® Platte mit frontaler Aussparung aus dem Wasserbad entnommen und an den Oberkiefer angesetzt und sanft angedrückt. Die Frontzähne lagen frei, waren also ohne Wachsplatten- Kontakt.



Abb. 12, Erkodent Wasserbad mit digitalem Thermometer

Der Proband führte nun die geübte Protrusionsbewegung aus und fand am Jig seinen Endpunkt und schloss den Mund in dieser Stellung und behielt diese für ca. 30 Sekunden bei. Die frontale Aussparung diente zur Positions- Kontrolle.

Zur Entnahme des Registrates wurde der Proband gebeten den Mund ruckartig zu öffnen um das Registrat verzerrungsfrei von den Zahnreihen zu lösen. Die gleiche Vorgehensweise galt sowohl für das Rechts- als auch das Links- Laterotrusionsregistrat, bis auf die Positionierung, welche ohne Protrusion sich nur auf das Verschieben des Unterkiefers nach links bzw. rechts beschränkte.

(Abb. 13,14 und 15)



Abb. 13



Abb. 14

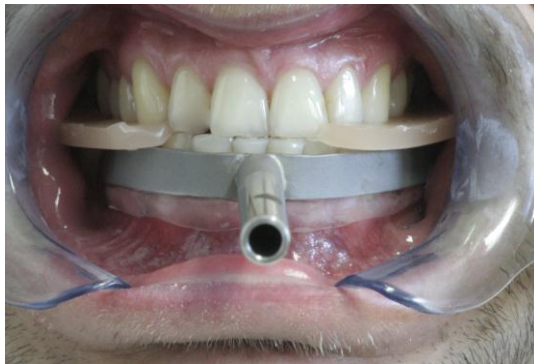


Abb. 15

Abb. 13,14 und 15; Links- und Rechtslaterotrusion sowie Protrusion mit Regiwax®- Platten und paraokklusaler Schiene

Die Bewegungsbahn fand an den jeweiligen Jigs nach 5 mm ihr Ende. Die Kontrolle erfolgte über die seitlichen Aussparungen der Regiwax® Platten. Um die Wachsregistrierung in Zahlen um zu setzen, wurde zuerst das Protrusionsregistrar im Artikulator Artex® CR am Oberkiefermodell adaptiert, das Zentrikschloss geöffnet, beide Verstelllauen entfernt, die HKN- Schrauben mit dem Inbusschlüssel gelöst das eingesetzte Unterkiefermodell in die Impressionen der Regiwax® Platte geführt und beide Kondylargehäuse durch Drehbewegung in Kontakt mit der Kondylenkugel gebracht.

Die HKN Schrauben wurden festgeschraubt und der HKN- Winkel an der Vorderkante des Rückenteils abgelesen und notiert. **(Abb. 16)**



Abb. 16, Ablesen der HKN- Werte

Um die Bennett- Winkel (TKN) abzulesen, musste ebenfalls die Zentrik geöffnet werden, die Feststellschraube des Bennett- Winkels auf der Mediotrusionsseite mit dem Inbusschlüssel gelöst und das entsprechende Laterotrusionsregistrar an das Oberkiefermodell gesetzt und das Unterkiefermodell in die Impressionen der Regiwax® Platte gesetzt werden. Der Mediotrusionskondylus wurde durch drehen der Gelenkboxen auf Kontakt mit der Kondylenkugel gebracht und fest verschraubt. Gleiches geschah mit der kontralateralen Seite. Der so eingestellte Bennett- Winkel konnte an der Skalierung abgelesen und ebenfalls notiert werden. Die so ermittelten Werte wurden zur Auswertung in einer Tabelle aufgezeichnet. Nach der Ermittlung der Werte durch die Positionsregistrare, erfolgte die elektronische Vermessung mit dem Cadiax Compact®. **(Abb. 17), [2, 18, 39]**

Bei der Verwendung des Cadiax Compact® mit dem REFERENZ® Gesichtsbogen wurde die Scharnierachse arbiträr bestimmt, das Aufsuchen des schwer zu reproduzierenden und bei Patienten mit schweren Dysfunktionen oft nicht auffindbaren Scharnierachspunkt entfiel [7]. Bei diesem System wird die Scharnierachse in Bezug zum Gehörgang definiert. Zur weiteren Definition der üblichen so genannten Scharnierachs- Orbitalebene wurde in Abhängigkeit von der Glabellaabstützung ein ebenso arbiträrer vorderer Referenzpunkt (Orbitalpunkt) vom System definiert. **(Abb.18)**

Da die Messflaggen nach dem Prinzip eines Ohmschen Widerstandslineals arbeiten, konnte über die anliegende Spannung auf die Position des Stylus in vertikaler (z- Achse) und sagittaler Richtung (x- Achse) geschlossen werden.

Durch den Innenwiderstand im Stylusgehäuse wurde die Bewegung des Stylus bei einer Lateralbewegung des Unterkiefers gemessen (y- Achse). Die Spannungen wurden im Gerät durch einen 12 Bit Analog / Digital- Wandler (A/D- Wandler) in digitale Daten umgesetzt. Jede der Messungen erfolgte während 5 Sekunden in denen der A/D- Wandler des Gerätes 500 einzelne Werte für jede Achse aufnahm. Durch diese Technik wurde für jeden Punkt p auf der Messplatte ein entsprechender x-, y-, z- Achsenwert für jeden Kondylus errechnet. Projektionsfehler wurden durch Berechnung der Gesichtsbogenbreite ausgeglichen. Nach erfolgter Messung wurden die Daten im Flash- Speicher des Cadiax Compact® gespeichert und durch das GDSW- Programm per serieller Schnittstelle an einen Computer mit dem Betriebssystem Windows 98 oder höher übertragen und über einen ESC/P2- fähigen Drucker in Papierform zur Archivierung ausgedruckt. Die Datenverarbeitung mittels Computer ermöglichte auch eine Untersuchung der Beschleunigung- und Abbremsvorgänge im Kiefergelenk als Funktion der Ableitung der Geschwindigkeit. Auch konnten mehrere Bahnkurven übereinander am Bildschirm gelegt werden. Jeder beliebige Punkt der Bewegung des Unterkiefers konnte virtuell dargestellt werden. [13]

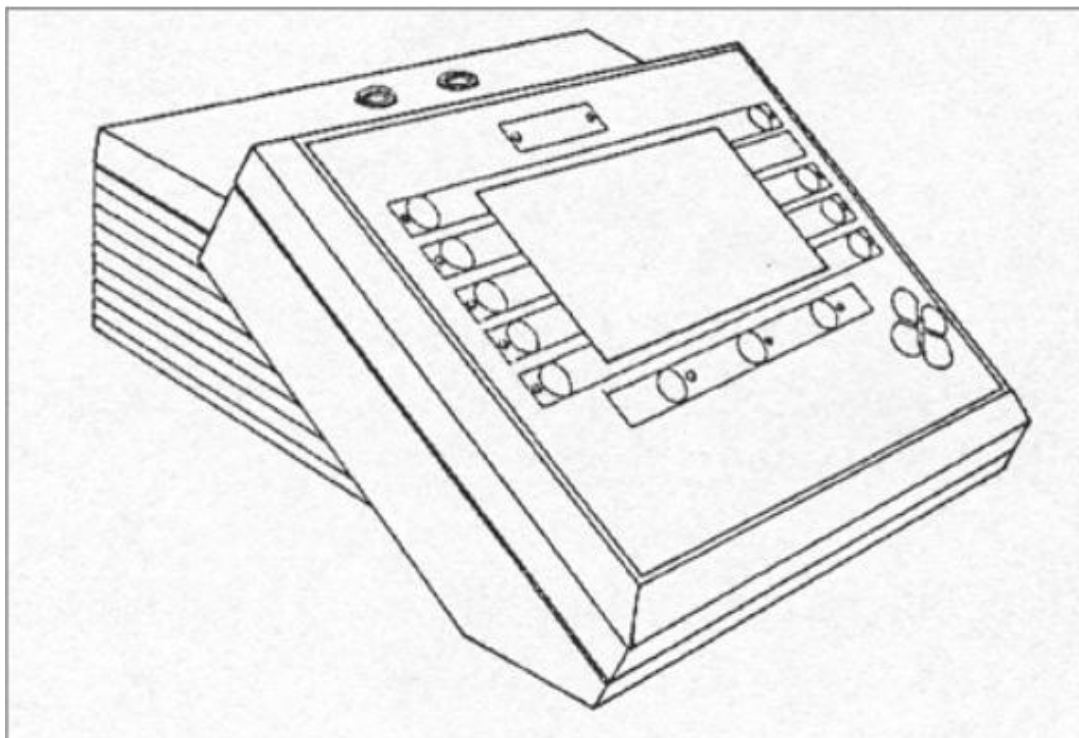


Abb. 17, Cadiax Compact® Rechneinheit mit Display

Das Gerät besitzt eine Genauigkeit von $\pm 0,1$ mm bei der numerischen Messdatendarstellung mit einer Linearitätsabweichung von ± 5 % bei der Spannungsmessung. Eine zeitliche Auflösung von bis zu 0,01 Sekunden ist möglich.

CELAR und TAMAKI (2002) [9] untersuchten die Genauigkeit des Cadiax Compact® Diagnostiksystems im Versuch mit Messtisch und Artikulator.

Eine statistisch signifikante ($p < 0,5$) maximale Abweichung bis 4° , bei einem durchschnittlichen Fehler von $1- 2^\circ$, im Vergleich zum eingestellten Artikulator konnte nachgewiesen werden. Die Autoren sind jedoch der Meinung, dass die Genauigkeit des Cadiax Compact® für eine klinische Anwendung bei der Neueinstellung von z.B. einer Front- Eckzahnführung genügt.

BERNHARDT et al [6] zeigte in mehreren Untersuchungen einen hohen Grad an übereinstimmenden Bahnkurven zwischen dem Cadiax Compact® System, welches mit einer arbiträr festgelegten Scharnierachse arbeitet und axiographischen Verfahren mit genau lokalisierten Scharnierachsen. [5, 6] **WÖSTMANN, WEGENER und COUSIN [45]** verglichen mittels eines dreidimensionalen Messtisches das Cadiax Compact® mit dem STRING- CONDYLOKOMP®.

Ein Vergleich der realen Verschiebung mit den elektronisch gemessenen Werten ergab für das Cadiax Compact® eine systematische Vergrößerung um ca. 4% der gemessenen Strecke bei einer insgesamt guten Reproduzierbarkeit der Ergebnisse.

HUGGER, KUNSTMANN, BERNTIEN und STÜTTGEN, [19] kamen zu einem ähnlichen Ergebnis als sie auf gleiche Weise beide Systeme miteinander verglichen. Die größten Abweichungen wurden hier in der Horizontalebene nachgewiesen (maximaler Fehler zwischen $- 0,28$ mm bis $+ 0,41$ mm).

Bei der Untersuchung mit dem Cadiax Compact® wurde der Proband mittels der Informationsunterlagen der Firma Gamma über die Vorgehensweise der elektronischen Axiographie aufgeklärt [13]. Störende Gegenstände wie Brillen, Ohringe usw. wurden vor Beginn der Messung entfernt. Auch wurden die Probanden vorher instruiert an diesem Tag möglichst kein Haarspray zu verwenden, um elektrostatische Aufladungen zu verhindern und somit Messfehler zu vermeiden.

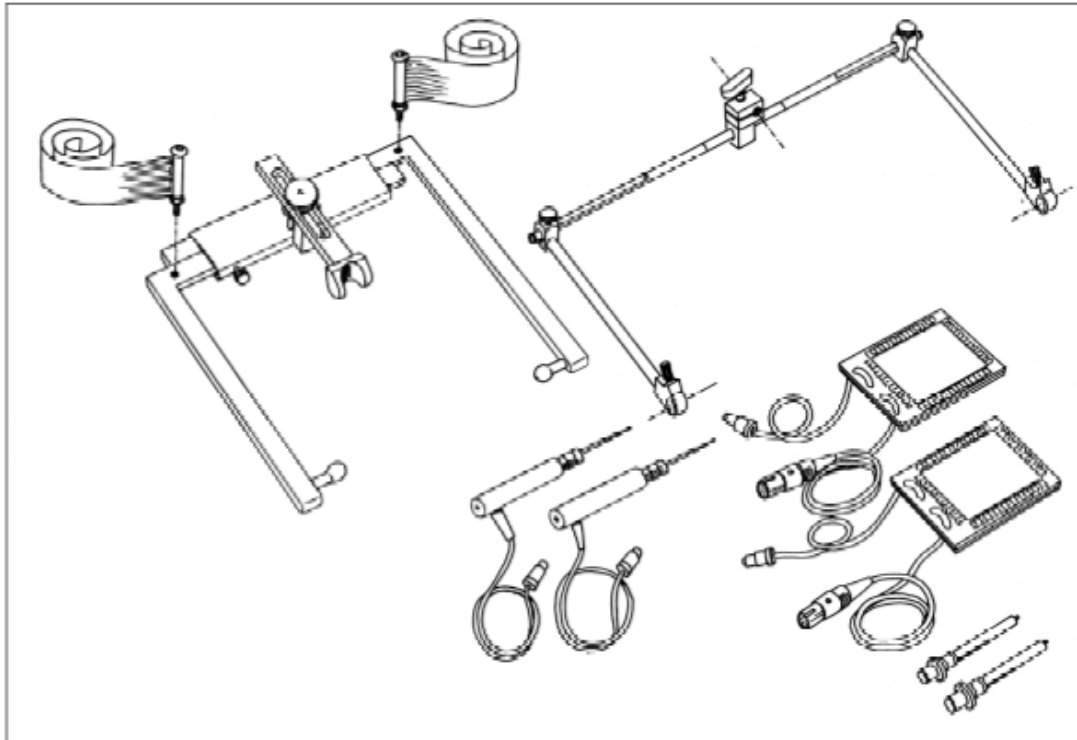


Abb. 18, Gesichtsbogen, Schreibbogen und Messapparatur

Der Gesichtsbogen wurde auf die Breite des Kopfes eingestellt, mittels zweier Ohroliven in die äußeren Gehörgänge gesetzt, die Glabellastütze durch leichtes straffen der Glabella angesetzt und fixiert und der Bogen mit einem über den Hinterkopf laufenden Klettband befestigt. An der Vorderseite des Gesichtsbogens wurde die interkondyläre Breite abgelesen. [13]

Um den Schreibbogen zu befestigen wurde eigens von der Abteilung für Kieferorthopädie der Universität Würzburg ein spezielles System entwickelt. Ein biegsames, halbstarres Aluminiumband, ca. 80 mm lang und 10 mm breit wurde an ein Röhrchen lasergeschweißt. Durch adaptives anbiegen des Bandes an die labialen Flächen der Unterkieferzähne erhält man ein paraokklusales Löffelsystem, welches die Okklusion und die Funktionsbewegungen nicht stört und den Schreibbogen aufnehmen kann. [34, 38] In dieser Untersuchung wurde dieser paraokklusale Löffel mittels Pro Base® Cold Clear (Fa. IVOCCLAR- VIVADENT) an der Minioplastschiene im Bereich der Unterkieferfrontzähne befestigt. So konnte auf die aufwendige Befestigungsprozedur mit Pro Temp® und provisorischem Zement Temp Bond® o.ä. verzichtet und mögliche Hautirritationen durch Eugenol im provisorischen Zement vermieden werden.

Eine nochmalige Prüfung des statischen sowie der dynamischen Okklusion war angezeigt.

Der Schreibbogen wurde nun auf das Röhrchen aufgeschoben und durch Distanzhülsen parallel zum Gesichtsbogen ausgerichtet. **(Abb. 19)**

Nach Befestigung der Bogenarme war der Schreibbogen nun fest mit dem Gesichtsbogen verbunden. Danach wurde bei geschlossenen Kiefern die Klemme zum Röhrchen bzw. Löffelstiel angezogen. Damit sind alle Komponenten fest miteinander verbunden. Anschließend wurden die Distanzhülsen vorsichtig entfernt, sodass der Schreibbogen nun frei beweglich zum Gesichtsbogen war. Die elektronischen Messflaggen wurden im Bereich der Kiefergelenke an den Gesichtsbogen angebracht. **(Abb. 20)**

Entsprechend dazu wurden die Styli (Schreiber) an dem Schreibbogen befestigt.

Die Styli befanden sich im Bereich der Kondylusmitte. Nun wurde eine Spannung angelegt und über die Styli auf die Messflaggen fortgeleitet

Vor der tatsächlichen Bewegungsmessung wurde der Proband aufgefordert, den Mund zu schließen. Es wurde ein Referenzwert gemessen, der Nullpunkt, zu dem die anderen Werte in Beziehung gesetzt wurden.

Über ein Fußpedal, welches mit dem Cadiax Kompakt® verbunden ist wurde die Messung gestartet. Nach jeder Einzelmessung wurden die Kurven am Bildschirm betrachtet. Bei unklarem Verlauf wurden einzelne Messungen wiederholt. **(Abb. 21)**

Nach erfolgter Messung wurde der Gesichtsbogen abgenommen und der paraokklusale Löffel mit der Miniplastschiene aus dem Mund entfernt.

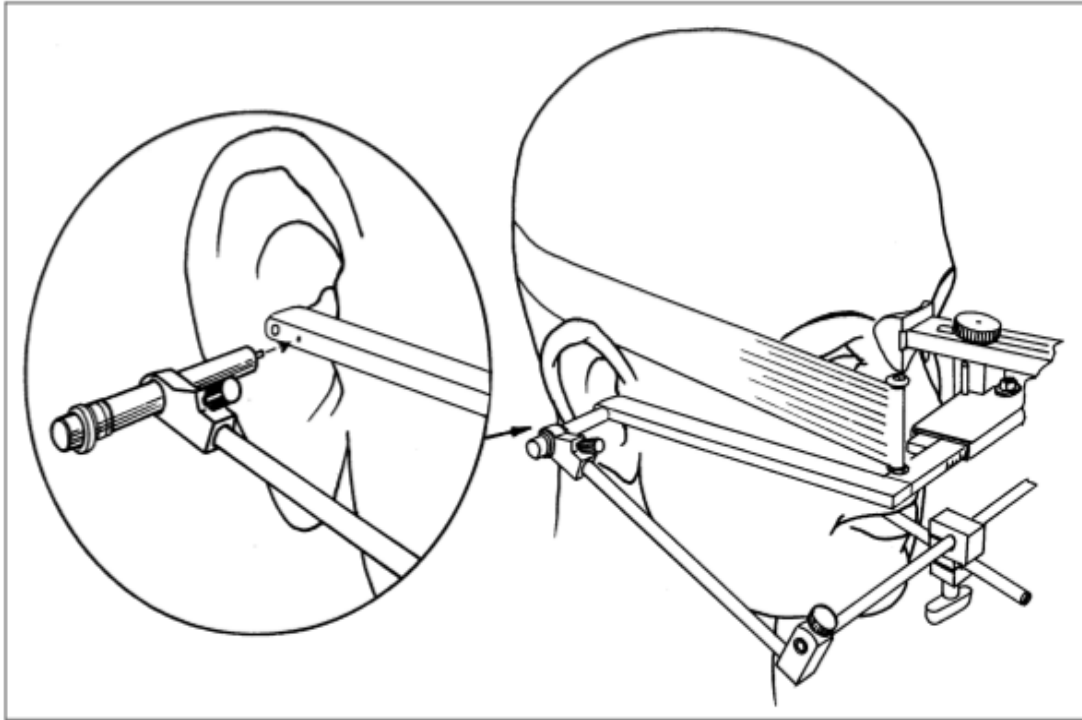


Abb. 19, Auf arbiträre Kondylarachse mittels Distanzhülsen eingestellter Schreibbogen

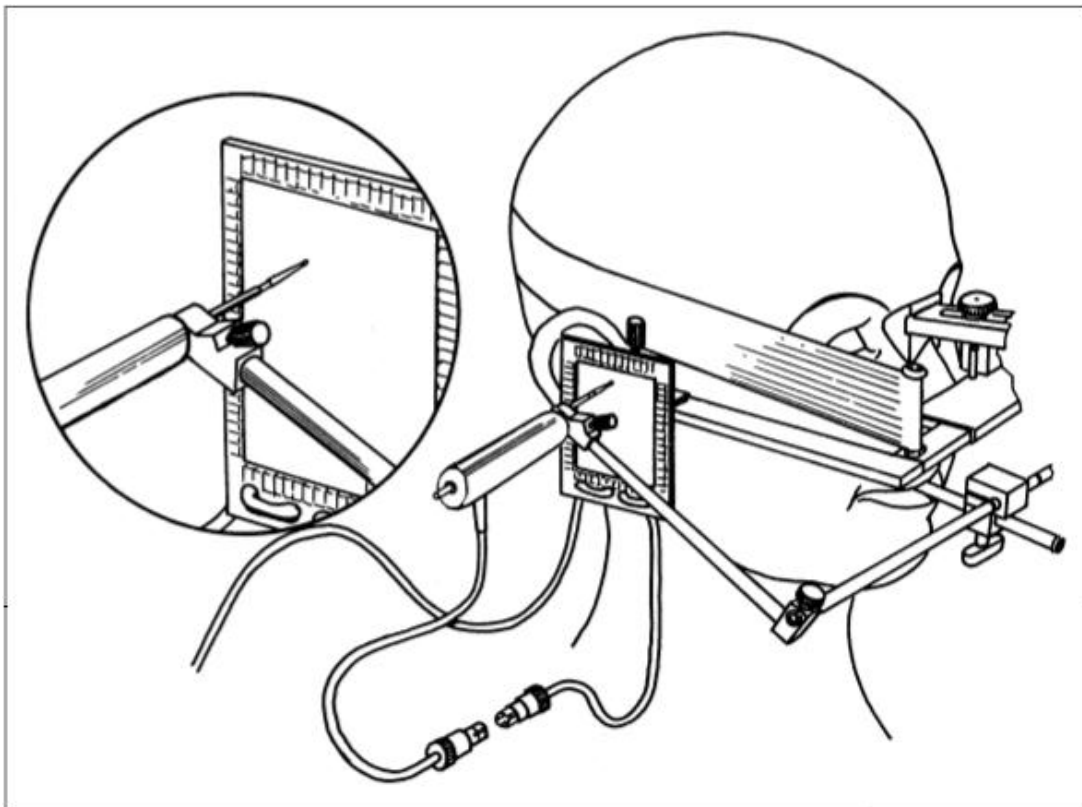


Abb. 20, Aufbau der Messapparatur

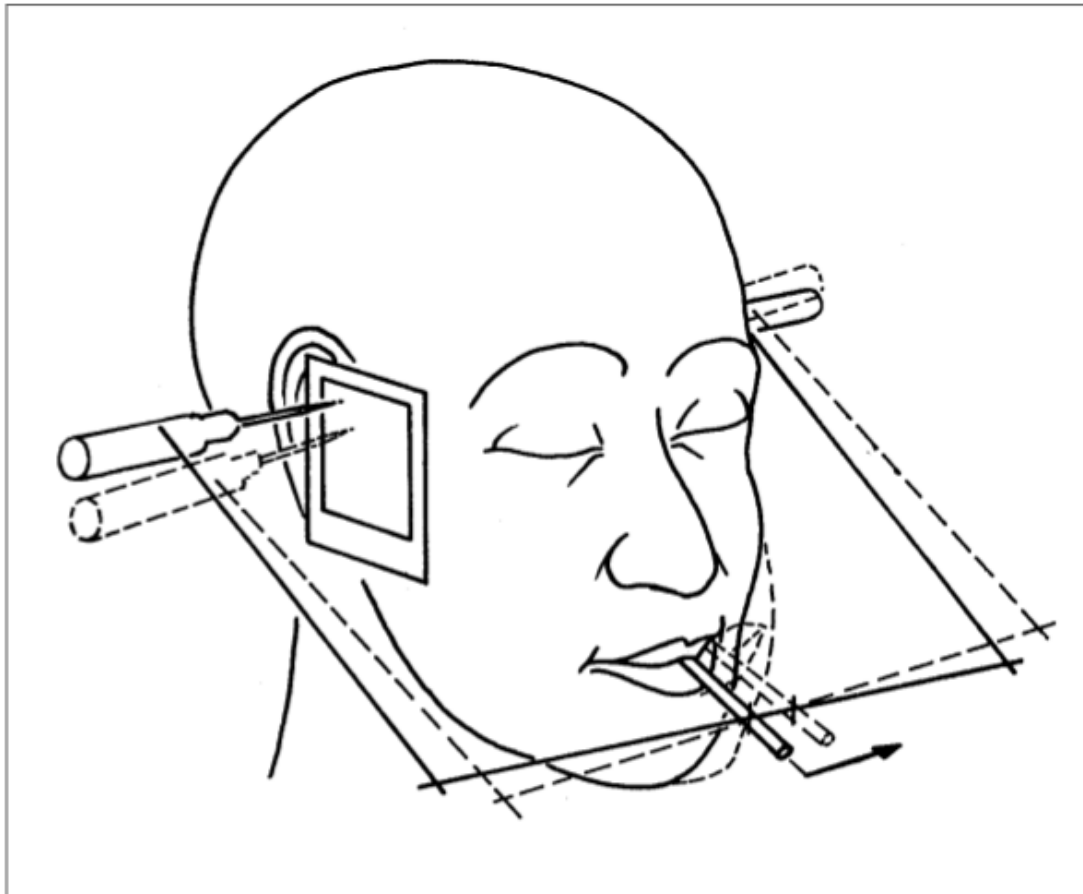


Abb. 21, Die Aufzeichnung (z.B. Laterotrusion nach links)

(Abbildung 18- 21, aus der Bedienungsanleitung Cadiax Kompakt® mit freundlicher Genehmigung der Firma **AMMANGIRRBACH**, Pforzheim)

Folgende Daten wurden elektronisch aufgezeichnet und ausgewertet:

Protrusionsbewegung:

- Die sagittale Kondylenbahnneigung, jeweils für den linken und rechten Kondylus
- Die transversale Kondylenbahnneigung, jeweils für den linken und rechten Kondylus

Mediotrusionsbewegung links:

- Die sagittale Kondylenbahnneigung, jeweils für den linken und rechten Kondylus
- Die transversale Kondylenbahnneigung, jeweils für den linken und rechten Kondylus

Mediotrusionsbewegung rechts:

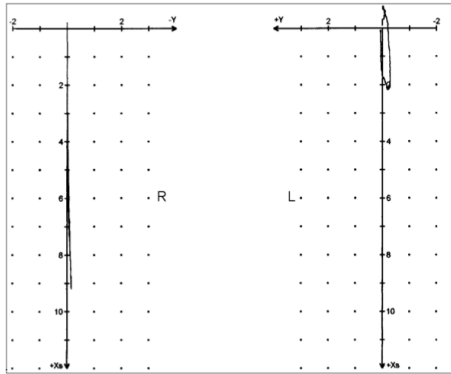
- Die sagittale Kondylenbahnneigung, jeweils für den linken und rechten Kondylus
- Die transversale Kondylenbahnneigung, jeweils für den linken und rechten Kondylus

Andere Daten wie z. B. Sprünge oder Kreuzungen in den Exkursionsbewegungen sowie Öffnungsbewegungen und auch die Kondylenpositionsmessung im Schlussbiss wurden zum Teil aufgezeichnet, waren aber für die vorliegende Arbeit von keinerlei Relevanz und wurden deshalb nicht zur Auswertung herangezogen.

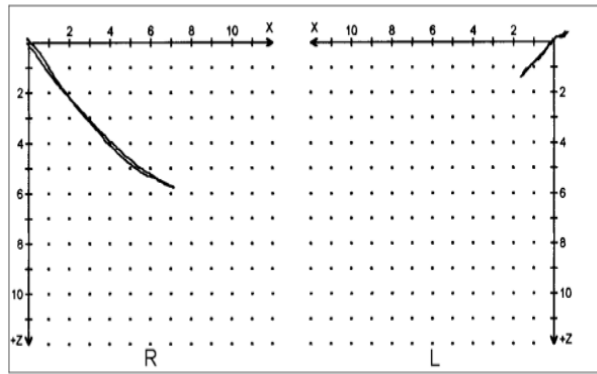
[33]

Das Cadiax Kompakt® System zeichnet die Bewegungsbahnen der einzelnen Messungen auf und errechnet für gängige Artikulatoren die Einstellwerte der Kondylarboxen bzw. entsprechende farbcodierte Kuststoffeinsätze für das Referenz SL- System. [13] Die Werte der einzelnen Messungen werden für den in dieser Untersuchung zur Anwendung gekommenen Artikulator, Artex® CR (Firma AMANNGIRRBACH, Pforzheim) in 5 mm Schritten von 0- 15 mm angezeigt. Um eine Konformität zu den ermittelten Werten der Positionsregistrare zu erreichen wurden die Werte abgelesen und in die Tabellen eingetragen, welche nach einer Exkursion von 5 mm ermittelt wurden.

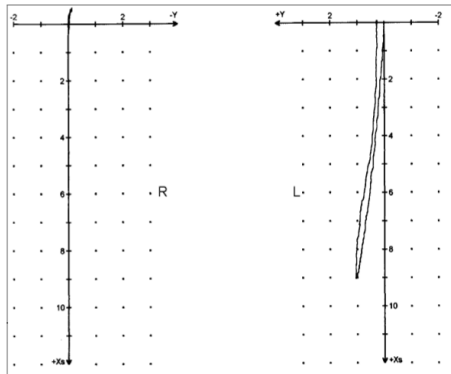
4.1. Graphische Darstellung einer Cadiax Vermessung (Bsp.)



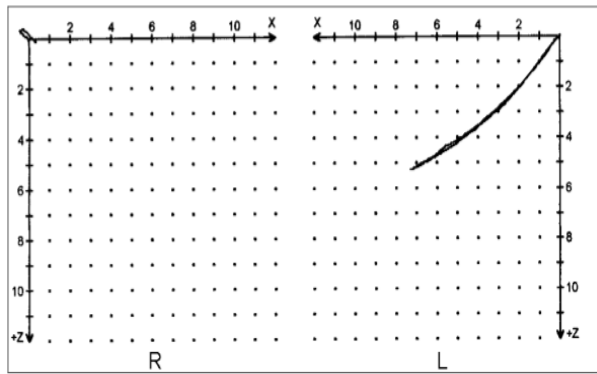
Laterotrusion links, transv. Kond.bahn



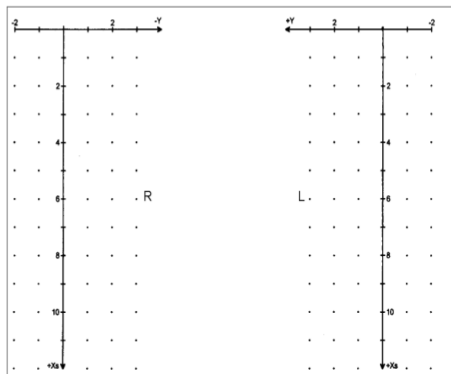
Laterotrusion links, sagittale Kondylenbahn



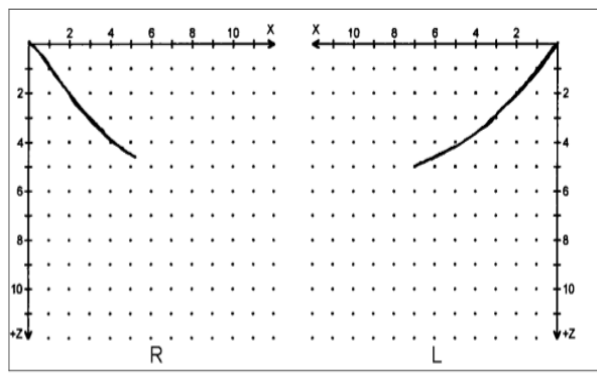
Laterotrus. rechts, transv. Kond.bahn



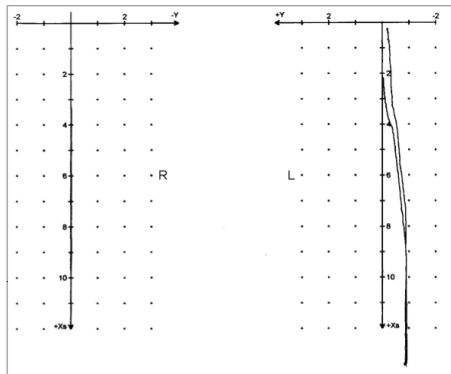
Laterotrusion rechts, sagittale Kondylenbahn



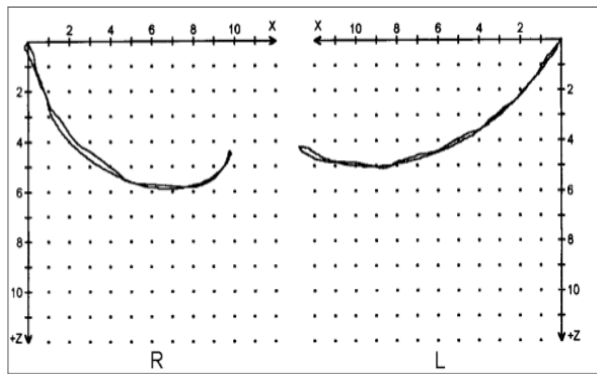
Protrusion transversal



Protrusion sagittal



Öffnen und schließen transversal



Öffnen und schließen sagittal

4.2. Kostenvergleich Positions- Registr. und instr. Registr.

4.2.1. Zahnärztliche Abrechnung der Leistungen nach GOZ für:

4.2.1.1. Positionsregistrierung:

Lstg.	Beschreibung	ZI	GOZ/ EUR	Faktor	Gesamtbetrag
006	Abformung/ Modell 2 Kiefer	1	14,62	2,3	33,63 €
801	Registrierung der Zentrallage des Unterkiefers	1	10,12	2,3	23,28 €
802	Arbiträre Scharnierachsenbestimmung	1	22,50	2,3	51,74 €
805	Einstellung halb individueller Artikulator	3	19,68	2,3	135,82 €
808	Diagnostische Maßnahmen an Modellen	1	11,25	2,3	25,87 €
Zahnärztliches Honorar					270,34 €
Geschätzte Material und Laborkosten					40,00 €
Gesamtbetrag ca.					310,00 €

4.2.1.2. instrumentelle Registrierung (Cadiax Kompakt®)

Lstg.	Beschreibung	ZI	GOZ/ EUR	Faktor	Gesamtbetrag
006	Abformung/ Modell 2 Kiefer	1	14,62	2,3	33,63 €
801	Registrierung der Zentrallage des Unterkiefers	1	10,12	2,3	23,28 €
802	Arbiträre Scharnierachsenbestimmung	1	22,50	2,3	51,74 €
806	Einstellung volljustierbaren Artikulator	4	28,12	2,3	258,71 €
808	Diagnostische Maßnahmen an Modellen	1	11,25	2,3	25,87 €
Zahnärztliches Honorar					393,23 €
Geschätzte Material und Laborkosten					30,00 €
Gesamtbetrag ca.					423,23 €

4.2.2. Zahntechnische Abrechnung der Leistung nach BEB für:

4.2.2.1. Positionsregistrierung und instrumentelle Registrierung (Cadiax C.)

BEB	Menge	Bezeichnung	E- Preis	Gesamt
0002	2	Modell aus Superhartgips	9,26 €	18,52 €
0404	1	Modellmontage in individuellen Artikulator 1	15,86 €	15,86 €
0408	1	Montage Gegenkiefermodell	6,44 €	6,44 €
0409	1	Gesichtsbogen zur Artikulation	23,61 €	23,61 €
0521	3	Auswerten eines Registrates	19,56 €	58,68 €
Gesamtsumme				123,11 €
+ 7% MwSt.				8,62 €
Endbetrag				131,73 €

Nach dieser beispielhaften Abrechnung der zahnärztlichen wie auch der zahntechnischen Leistungen, ergeben sich sowohl für die Registrierung mit Hilfe von Positionsregistraten, als auch für die instrumentelle Registrierung mit dem Cadiax Compact®, folgende Endsummen für:

Positionsregistrierung in Wachs

Zahnärztliches Honorar ca.	310,00 €
Zahntechnische Leistung	131,73 €
Gesamtsumme ca.	341,73 €

Instrumentelle Registrierung mit Cadiax Compact®

Zahnärztliches Honorar ca.	423,23 €
Zahntechnische Leistung	131,73 €
Gesamtsumme ca.	554,96 €

Die angegebenen Positionen sowohl für die zahnärztliche Abrechnung als auch die zahntechnischen Leistungspositionen und deren Preise sind regional variabel, frei verhandelt und haben keinen Anspruch auf absolute Richtigkeit.

4.3. Materialliste

Gipsmodelle	- Superhartgips, Klasse 4, Alpenrock (Fa. Klasse 4)
Einartikulieren	- Artikulator Artex® CR Gesichtsbogen Artex® - Übertragungsschlitten Artex® Artifix®, Artikulationsgips - Gabelbock Artex® - Bissgabel Artex® (Fa. AMMANGIRRBACH)
Positionsregistrare	- Regiwax® Registrierwachsplatten (Fa. AMMANGIRRBACH) - Wasserbad (Fa. Erkodent) - Aquariumthermometer KL- 9806 (Fa. RoHS)
Bissgabel	- Bite Tabs® (Fa. AMMANGIRRBACH)
Paraokkl. Löffel	- Duran® 2 mm, Tiefziehfolie - Isofolan 0,5 mm, Platzhalterfolie (Fa. Scheu) - Pro Base® Cold Clear, Autopolymerisat (Fa. Ivoclar Vivadent) - Paraokklusalschiene (Fa. AMMANGIRRBACH) - Kunststoffjigs, Pattern Resin® LS (Fa. GC)

5. Ergebnisse

Die gemessenen und abgelesenen Werte, sowohl für die Cadiax® Kompakt- als auch für die Registrierung mit Positionsregistrator aus Wachs, wurden zur Auswertung in unten stehende Tabelle zur Auswertung eingetragen. (Tabelle 1 und 2)

Proband	HKN links Cadiax®	HKN rechts Cadiax®	HKN links Regiwax®	HKN rechts Regiwax®
1	38°	37°	14°	12°
2	50°	53°	34°	47°
3	53°	54°	36°	35°
4	59°	45°	51°	44°
5	49°	51°	52°	62°
6	52°	54°	41°	49°
7	60°	60°	65°	52°
8	55°	56°	24°	40°
9	58	60°	57°	49°
10	29°	39°	20°	20°
11	52°	47°	42°	42°
12	47°	46°	36°	47°
13	60°	60°	49°	53°
14	45°	52°	41°	61°
15	39°	44°	37°	44°
16	57°	57°	51°	58°
17	51°	49°	60°	61°
18	51°	41°	41°	36°
19	39°	38°	38°	32°
20	43°	30°	41°	21°
21	60°	48°	58°	52°
22	39°	46°	-7°	-24°
23	50°	46°	40°	46°
24	42°	42°	44°	45°
25	46°	35°	41°	39°

Tabelle 1, HKN Werte der Cadiax Registrierung und der Positionsregistrare

Alle Werte, sowohl für die Protrusion als auch für die Laterotrusion wurden nach einer Strecke von exakt 5 mm ermittelt bzw. abgelesen.

Proband	TKN links Cadiax®	TKN rechts Cadiax®	TKN links Regiwax®	TKN rechts Regiwax®
1	5°	5°	9°	11°
2	0°	0°	-1°	5°
3	6°	5°	5°	4°
4	18°	5°	17°	30°
5	5°	7°	4°	11°
6	5°	5°	17°	5°
7	5°	5°	0°	10°
8	6°	5°	5°	3°
9	7°	5°	14°	20°
10	5°	5°	0°	14°
11	6°	8°	20°	10°
12	5°	5°	4°	25°
13	5°	5°	7°	10°
14	5°	5°	15°	11°
15	5°	5°	30°	15°
16	5°	5°	20°	0°
17	5°	8°	30°	30°
18	7°	10°	20°	5°
19	5°	5°	10°	8°
20	7°	11°	14°	5°
21	5°	5°	10°	2°
22	5°	5°	10°	7°
23	9°	5°	15°	6°
24	5°	5°	10°	30°
25	5°	1°	10°	27°

Tabelle 2, TKN Werte der Cadiax- Registrierung und der Positionsregistrare

5.1. Auswertung der HKN- Werte

5.1.1. HKN- Werte Wachs links in Bezug zu HKN- Werte Cadiax links

(Pb x = Proband x, dito folgende Diagramme)

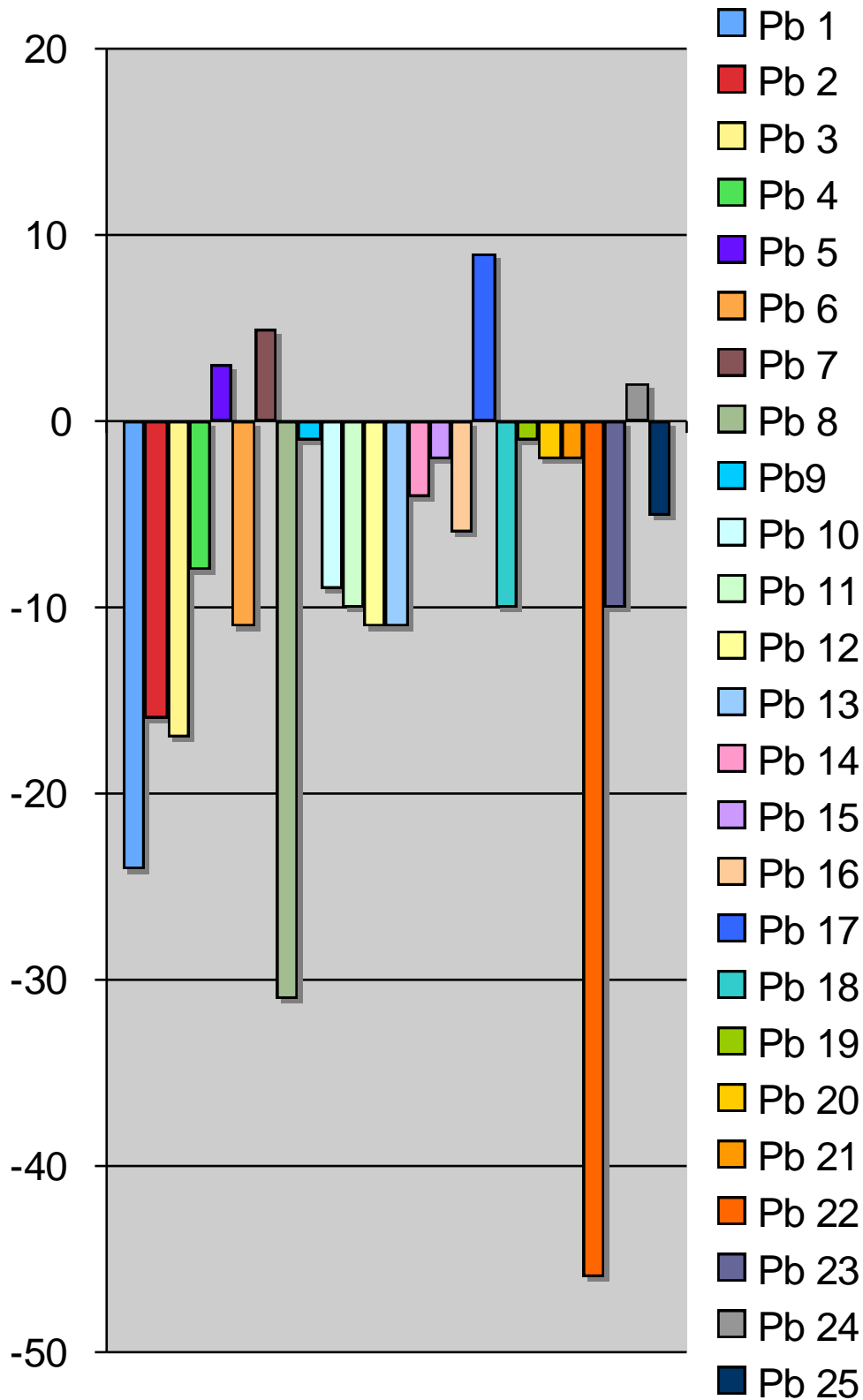


Diagramm 1, Abweichung HKN- Werte Wachs links in Bezug zu den Cadiax- Werten links

5.1.2. HKN- Werte Wachs rechts in Bezug zu HKN- Werte Cadiax rechts

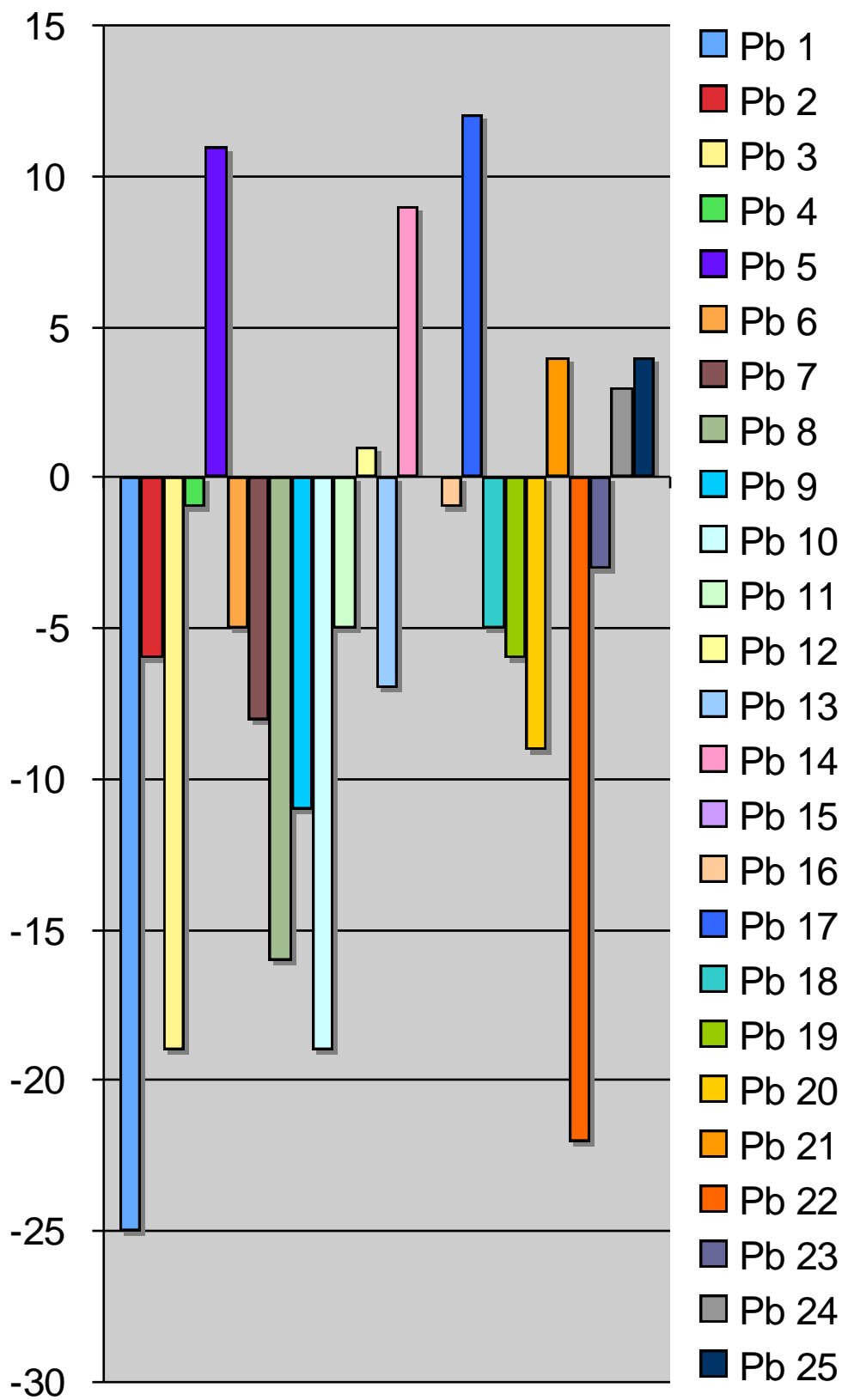


Diagramm 2, Abweichung HKN- Werte Wachs rechts in Bezug zu Cadiax- Werten rechts

5.2. Auswertung der Bennettwinkel (TKN- Werte)

5.2.1. TKN- Werte Wachs links in Bezug zu TKN- Werte Cadiax links

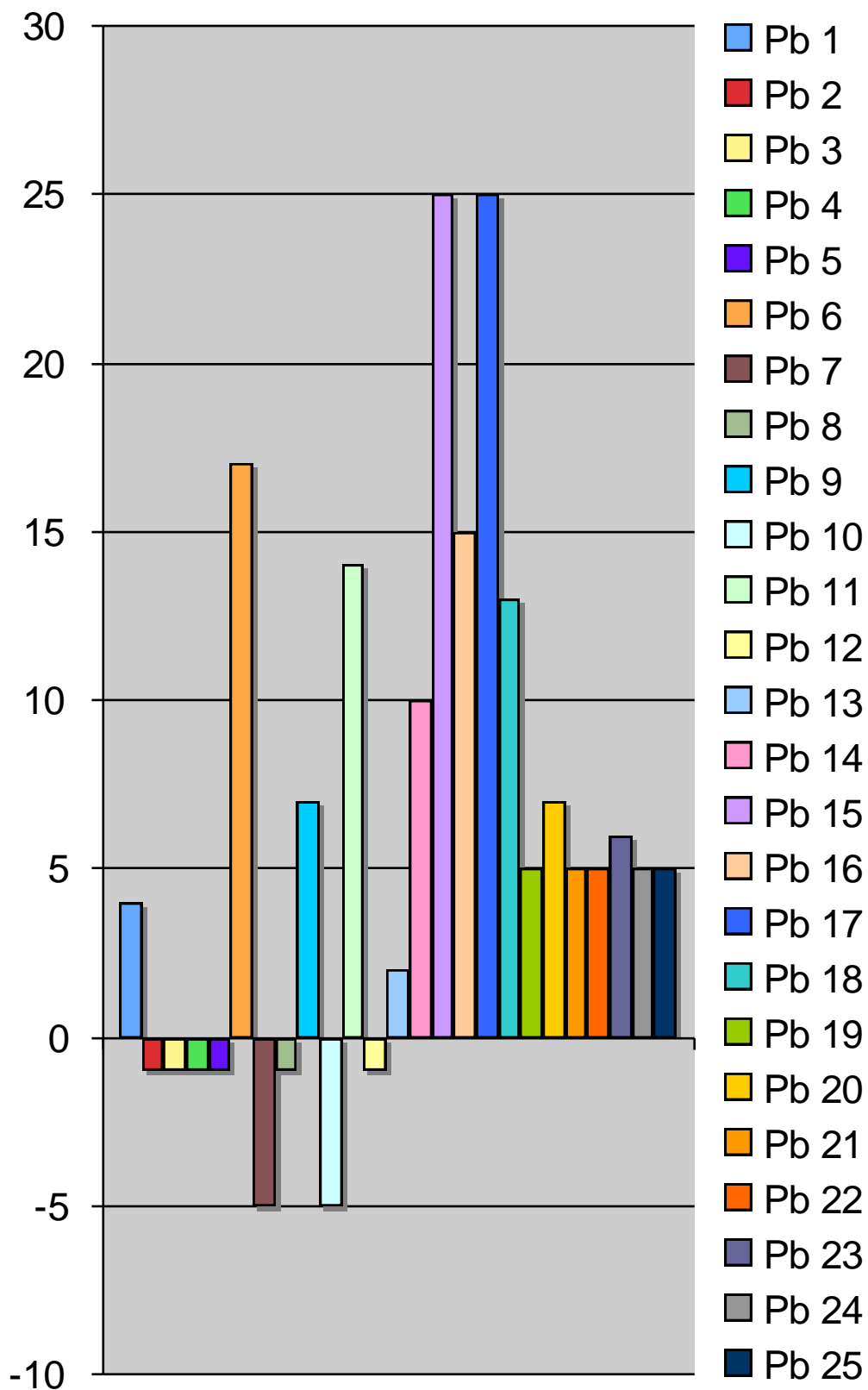


Diagramm 3, Abweichung TKN- Werte Wachs links in Bezug zu Cadiax- Werten links

5.2.2. TKN- Werte Wachs rechts in Bezug zu TKN- Werte Cadiax rechts

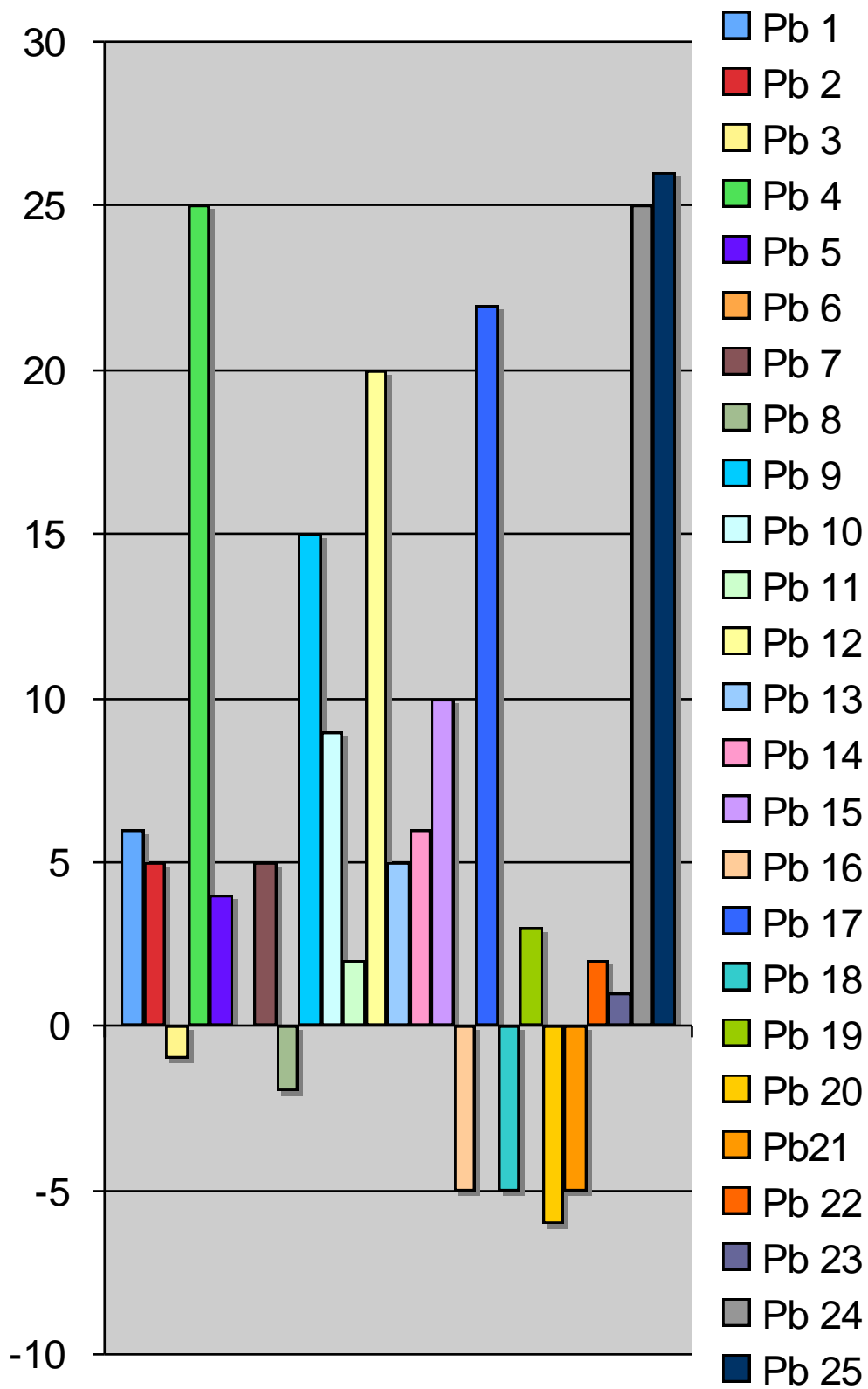


Diagramm 4, Abweichung TKN- Werte Wachs rechts in Bezug zu den Cadiax Werten rechts

6. Diskussion

Ziel dieser Untersuchung war der Vergleich zweier unterschiedlicher Verfahren zur Bestimmung der horizontalen Kondylenbahnneigung (HKN) und der Bennettwinkel (TKN). Dafür wurden die HKN sowie die TKN intraoral anhand von Positionsregistraten der Protrusion sowie der links- und rechts Laterotrusion mit anschließender Modellmontage im Artex® CR Artikulator ermittelt, sowie elektronisch mit dem Cadiax Kompakt® Registriersystem aufgezeichnet. Die Resultate dieser Untersuchung mit bereits erschienenen Publikationen zu vergleichen fällt schwer, da die meisten dieser Arbeiten sich ausschließlich auf die Ermittlung der HKN beschränken. So lassen sich zumindest die Arbeiten von **SETZ, KÖCK, ECKER** und **Ratzmann** [11, 20, 30, 35,] zum Vergleich der HKN- Werte heranziehen. Eine wichtige Rolle verschiedener Registrierverfahren spielt die Referenzebene. Die Scharnierachs- Orbitalebene gilt als geeignetes Bezugssystem für axiographische Untersuchungen. [30, 37,] Diese Bezugsebene beeinflusst die Winkelablesung erheblich. Die Achs- Orbitalebene ist unabhängig von der genauen Bestimmung der zentrischen Scharnierachse und dem Infraorbitalpunkt. In der vorliegenden Arbeit sind geringe Unterschiede zwischen den Referenzebenen der beiden Registrierverfahren möglich. Während für die elektronische Messung die kinematische Achse bzw. die Achs- Orbitalebene gewählt wurde, erfolgte die Modellmontage im Rahmen der intraoralen Registrierung mittels eines arbiträren Gesichtsbogens. Die kinematische Scharnierachslokalisierung und ein adjustierbarer Gesichtsbogen ermöglichen zweifelsfrei die genaueste Modellmontage. [26, 32] Trotzdem wird die arbiträre Methode wegen der schnelleren und einfacheren Handhabung unter Praxisbedingungen häufiger angewandt. [41] Daraus können eine inkorrekte Montage der Modelle im Artikulator, die zu Achsinkongruenzen der beiden „Systeme“, Patient und Artikulator, führen und damit verbundene Messungenauigkeiten resultieren. [8, 28] **WEßLING** fand in seiner vergleichenden Untersuchung eine höhere Korrelation der Messungen bei exakter Scharnierachsbestimmung. [44] **BERNHARDT et al** führten eine Untersuchung zum Vergleich arbiträrer und scharnierachsgerechter Messungen durch. Eine hohe Korrelation ergab sich bei exakter Scharnierachsbestimmung. [6, 14] Die von **Piehslinger** und **Morneburg** beschriebenen okklusalen Fehler, welche durch eine Bissperrung verursacht werden, können aufgrund der registratlosen Modellmontage in der vorliegenden Arbeit vernachlässigt werden. [24, 28]

7. Schlussfolgerung

In der vorliegenden Arbeit wurden anders als in bereits publizierten Untersuchungen, Positionsregistratrate aus Wachs, nicht nur der Protrusion, sondern auch der Links- und Rechtslaterotrusion ausgewertet und zum Vergleich mit elektronisch ermittelten Werten herangezogen. Als Goldstandart wurden die ermittelten Werte von Cadiax Kompakt® Registrierungen genutzt. In vielen Publikationen wurde das Cadiax Kompakt® Registriersystem als ein sehr zuverlässiges und probates Mittel zur Ermittlung von Werten zur individuellen Artikulatoren Programmierung ausgewiesen. [6, 9, 42] Unter Berücksichtigung der Limitation der Untersuchung an nur fünfundzwanzig Probanden und des Literaturstudiums konnte gezeigt werden, dass die intraorale Ermittlung der HKN und der Bennettwinkel, mittels Positionsregistraten der verschiedenen Exkursionsbewegungen des Unterkiefers, von verschiedenen Faktoren abhängig und damit nicht unproblematisch ist. Insbesondere beeinflussen die Erfahrung und die Übung des Untersuchers maßgeblich die Ergebnisse der Studie. Die als besonderes Hilfsmittel speziell für jeden Probanden angefertigte parokklusale Positionierungsschiene erwies sich ebenfalls als problematisch. Um die Exkursionen des Unterkiefers auf die geforderten fünf Millimeter zu begrenzen, erwiesen sich die Schienen als sehr zu verlässiges Hilfsmittel, allerdings gab es immer wieder Passungsprobleme und somit wurde viel Zeit für das nacharbeiten verwendet. Als gute Lösung hat sich das Befestigen der paraokklusalen Schreiebogen- Aufnahme an der Schiene bewährt, dadurch konnte der zeitliche Aufwand in der zahnärztlichen Praxis entscheidend verringert werden. Um die Unterschiede der Kosten (Punkt 2.5.) beider Registrierungen zu verdeutlichen und zu beantworten wurden unter Punkt 4.2. die einzelnen Abrechnungspositionen sowohl für die zahnärztliche- als auch zahntechnische Seite zusammengetragen und berechnet. Die Differenz zwischen der Registrierung mit Positionsregistraten aus Wachs und der mit dem elektronischen Registriersystem Cadiax Kompakt® betragen rund zweihundertunddreizehn Euro zu Gunsten der Wachsregistrierung. Auch konnte die Frage (Punkt 2.1.) , ob beide Verfahren reproduzierbare Messungen unter konstanten Bedingungen zulassen, mit einem kritischen „Ja“ beantwortet werden.

Um die Frage (Punkt 2.2.) nach den Abweichungen der Ergebnisse beider Meßsysteme zu klären muss man sich die ermittelten Werte genauer ansehen und klären, welchen Einfluss haben Abweichungen auf eine mögliche prothetische Versorgung nach individueller Artikulatoren Programmierung (Punkt 2.3.).

Ausgehend von denen durch Cadiax- Registrierung ermittelten Werten und der Abweichung der ermittelten Ergebnisse der Positionsregistratur muss von einem schlechten Korrelationsverhältnis der beiden Systeme gesprochen werden. Die Werte der HKN die durch die Wachsregistrierung der Protrusion ermittelt wurden, lagen im Durchschnitt um acht Grad unter denen der Cadiax Werte. Für eine prothetische Versorgung eher von Vorteil, da eine geringer geneigte HKN, eine flachere Höckergestaltung in den Kauflächen nach sich ziehen würde. Trotzdem müssen die Werte der HKN sehr kritisch betrachtet werden da es vereinzelt extreme Abweichungen vom Durchschnittswert gab. So wurde ein Wert von minus sechundvierzig Grad HKN aber auch ein Wert von plus zwölf Grad HKN abweichend vom Cadiax Wert abgelesen. Ob es sich hierbei um einen Registrierfehler handelt ist nicht nach zu vollziehen, aber auch nicht von Relevanz. Die Auswertung der TKN Werte ergab einen deutlichen Trend, wonach der Durchschnittswert der Positionsregistratur circa sechs Grad über dem der Cadiax Werte lag. Aber auch hier gibt es bei genauerer Betrachtung erhebliche Zweifel an der Aussagekraft der gemessenen Werte, beziehungsweise am Gebrauchswert für eine individuelle Artikulatoren Programmierung. Auch hier gab es „Ausreisser“ von plus sechundzwanzig Grad TKN. Die negativen Werte lagen im Rahmen des Durchschnittswertes. **HOLSTE** schreibt, dass die Größe der Bennettwinkel im wesentlichen von einer möglichen initialen Bennettbewegung abhängig ist. Bei fehlender initialer Bennettbewegung ergeben sich Werte kaum die größer als zwei Grad sind, während eine mittlere Bennettbewegung von 0,5 mm, Winkelgrößen bis ca. fünfzehn Grad erwarten lässt. Durch Lateralpositionsregistratur ermittelte Werte, die deutlich über fünfzehn Grad liegen, geben Hinweis auf eine ausgeprägte initiale Bennettbewegung. [18] Die in dieser Studie ermittelten Werte für die HKN decken sich mit den Ergebnissen von **PELLETIER** der eine deutliche Überlegenheit des elektronischen Registrierungsverfahrens gegenüber der intraoralen Methodik hinsichtlich der Genauigkeit der Messungen. [27] Auch **GROSS** fand deutliche Abweichungen zwischen intraoraler Registrierung und elektronischer Messung. [15]

CURTIS ermittelte im Vergleich zur mechanischen axiographischen Registrierung kleinere HKN Werte bei der Auswertung der Wachsregistrare. [10] Die Studie von **RATZMAN et al** unterstreicht auch die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit hinsichtlich niedrigerer HKN Werte bei der intraoralen Registriermethode. [30]

Im Gegensatz dazu konnte **BERNARD et al** in einem simultanen Vergleich zwischen beiden Methoden keine signifikanten Unterschiede feststellen. Im Unterschied zur vorliegenden Untersuchung erfolgte die intraorale Registrierung stützstiftgeführt. Dieses Vorgehen hat bereits in anderen Studien seine Überlegenheit gezeigt. [4] Von den durch Positionsregistrierung erhobenen Werte aller fünfundzwanzig Probanden, der HKN und TKN, konnten in nur vier Fällen Werte ermittelt werden, die nach Abzug einer Toleranz ($HKN - 10^\circ$, $TKN \pm 5^\circ$), als akzeptable individuelle Einstellparameter für die Artikulatoren Programmierung dienen. Dies entspricht einer Quote von lediglich sechzehn Prozent. Als Fazit meiner Arbeit möchte ich bemerken, dass es sich für umfangreiche prothetische Arbeiten empfiehlt, individuelle Artikulatorenparameter, der HKN sowie der TKN und wenn möglich der ISS (Immediate side shift), mit Hilfe elektronischer Verfahren, z.B. Cadiax Kompakt®, zu erheben um Interferenzen und Balance Kontakte, die zur dauernden Schädigung des Kiefergelenkes und beteiligter Strukturen führen können, zu vermeiden.

8. Literaturverzeichnis

1	AMMANNGIRRBACH , Bedienungsanleitung Artex® Gesichtsbogen, Ammann Girrbach GmbH, Pforzheim, Germany
2	AMMANNGIRRBACH , Gebrauchsanweisung Artex® CR-Artikulator, Ammann Girrbach GmbH, Pforzheim, Germany
3	AMMANNGIRRBACH , Gebrauchsanleitung Regiwax CE-Wachsplatten, Amman Girrbach GmbH, Pforzheim, Germany
4	Bernard, N./ Utz, K.- H./ Schmitt, L. : Intraorale Bestimmung der sagittalen Kondylenbahnneigung während der Gesichtsbogenübertragung, Schweiz. Monatsschrift. Zahnmed. 1995; 105: S. 18- 23
5	Bernard, N./ Utz, K.- H./ Schmitt, L. : Intraorale und Extraorale Bestimmung der sagittalen Kondylenbahnneigung im simultanen Vergleich, Dtsch. Zahnärztl. Z. 1993; 48 : S. 309- 312
6	Bernhardt / Koppers/ Rosin/ Meyer : Comparativ tests of arbitrary and kinematic transverse horizontal axis registration, J. Prostet. Dent. 89, 2003, S. 175- 179
7	Bumann, A./ Lotzmann, U. : Funktionsdiagnostik und Therapieprinzipien, Farbatlant der Zahnmedizin, Band 12, 1999, S. 262
8	Burckhardt, R. : Elektronische Registriermethoden zur Aufzeichnung der Unterkieferbewegung, ZMK 7 (2), 1991/ 2001, S. 6- 14
9	Celar, A.G./ Tamaki, K. : Accuracy of recording horizontal condylar inclination and Bennett angle, J. Oral Rehab. 20 (11), 2002 , S. 1076-1081
10	Curtis, D.A. : A comparison of protrusive interocclusal records to pantographic tracings, J. Prosthet. Dent. 62, 1989, S. 154- 156
11	Ecker, G.A./ Goodacre C.J./ Dykema, R.W. : A comparison of condylar control settings obtained from wax interocclusal records and simplified mandibular motion analyzers, J. Prothet. Dent. 1984; 51: S. 404- 406
12	Engelhardt, J./ Hugger, A./ Jakstat, H./ Kordass, B. : Stellungnahme DGZMK zur instrumentellen Funktionsanalyse, ZM 93, 2003, S. 118

13	GAMMA GmbH : Cadiax® Kompakt- Kiefergelenksregistrierung in praktischer Anwendung, Benutzerhandbuch Version 1, GAMMA Medizinisch Wissenschaftliche Fortbildungs GmbH, Revision 09.04.2001, Klosterneuburg, Österreich
14	Gerber, A. : Kiefergelenk und Zahnokklusion, DZZ 26 (2), 1971, S. 119- 141
15	Gross, M./ Nemcovsky, C./ Friedlander, L. D. : Comparative study of condylar settings of three semiadjustable articulators, Int J. Prosthodont. 3, 1990, S.135- 141
16	Gysi, A./ Köhler, L. : Zahnersatzkunde- Handbuch der Zahnheilkunde, Julius Scheff (Hrsg.) 4. Band, Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien, 1929
17	Gysi, A. : Das vereinfachte Problem der Artikulation, De Trey & Co. Ltd., Berlin, 1912
18	Holste, T. : Untersuchung über den Bennettwinkel, DZZ 35 (2), 1980, S. 315- 317
19	Hugger, A./ Berntien, U./ Stüttgen, U. : Veränderung okklusaler Bewegungsbahnen infolge variiertes Artikulatoreneinstellung- eine Computersimulation, Dtsch. Zahnärztl. Z. 54 (1999) 11
20	Koeck, B. : Reproducibility of the determination of the sagittal condyle path inclination, Dtsch. Zahnärztl. Z. 1973; 28: S. 781- 784
21	Krough- Poulsen : Die Bewegungsanalyse, DZZ 21, 1966, S. 877- 880
22	Dr. Leukhardt, M./ Dr. Lange, M. : Praxisnahe Konzepte für die Relationsbestimmung beim voll- und teilbezahnten Patienten, Kursskript, 2006
23	Meyer, G./ Dal Ri, H. : Dreidimensionale elektronische Messung des Kondylus, DZZ 40, 1985, S. 881- 866
24	Morneburg, T.R./ Proschel, P.A. : Predicted incidence of occlusal errors in centric closing around arbitrary axes, Int. J. Prosthodont, 2002; 15: S. 358- 364
25	Motyka, B.M. : Überprüfung elektronischer Axiographiebefunde auf ihre Zuverlässigkeit, med. Dissertation, Univ. Würzburg, 1990
26	Palik, J.F./ Nelson, D.R./ White, J.T. : Accuracy of an earpiece

	facebow, J. Prosthet. Dent. 1985; 53: S. 800- 804
27	Pelletier, L.B./ Campbell, S. D. : Comparison of condylar control settings using three methods: a bench study, J. Prosthet. Dent. 66, 1991, S. 193- 200
28	Piehslinger, E./ Bauer, W./ Schiefensteiner, E./ Schmiedmayer, H.B./ Lugner, P. : Der okklusale Fehler bei der arbiträren Montage von Oberkiefermodellen in Abhängigkeit von der Höhe des zentrischen Registrates, Stomatologie, 1996; 93: S. 23- 28
29	Posselt, U. : Studies in the mobility of the human mandible, Acta. Odont. Scand. 10, 1952
30	Ratzmann, A. et al : Vergleichende klinische Untersuchung der HKN mittels des elektronischen Registriersystems JMA® und einem Protrusionsregistrator zur Einsteuerung von Artikulatoren, Intern. Journ. of Computerized Dentistry 10, 3/ 2007, S. 265- 284
31	Reusch, D./ Lenze, P.G./ Fischer, H. : Rekonstruktion von Kauflächen und Frontzähnen, Eigenverlag D. Reusch, Westerbürg, 1990
32	Rosbach, A. : Auswirkungen von Fehlregistrierungen der Gelenkbahnneigung auf die Reproduktionsgenauigkeit von Lateralbewegungen, Dtsch. Zahnärztl. Z. 1973; 28 : S. 358- 361
33	Salfer, C. Überprüfung elektronischer instrumenteller Befunde auf ihre klinische Bedeutung, Med. Dissertation, Universität Würzburg, 1988
34	Schulz, P. F. : Vergleichende Untersuchung von subjektiv Beschwerdefreien unbehandelten, Kieferorthopädisch behandelten und kombiniert Kieferorthopädisch- Kieferchirurgisch behandelten Probanden unter Anwendung des Diagnostik- Systems Cadiax Kompakt®, Dissertation, Bayrische Julius- Maximilians- Universität, 2004, Würzburg, Deutschland
35	Setz, D. : Comparativ studies on the measurement of axis declination in the temporomandibular joint, Dtsch. Zahnärztl. Z. 1971; 26: S. 187- 190
36	Slavicek, R. : Das Kauorgan, 1. Auflage 2000, Verlag: GAMMA medizinisch- wissenschaftliche Fortbildungs GmbH, Klosterneuburg, Österreich
37	Slavicek, R. : Clinical and instrumental functional analysis for

	diagnosis and treatment planning, Part 5, Axiography, J. Clin. Orthod. 1988; 22: S. 656- 667
38	Slavicek, R. : Die Axiographie mit dem Paraokklusalen Löffel, Inf. Orthod. Kieferorthop. 1987; 13: S. 303- 307
39	Slavicek, R. : Über die Auswirkungen von Achsinkongruenzen zwischen schädelgerecht montierten Oberkiefermodellen und schädelbezüglich montierten Unterkiefermodellen, Heft 9, Universitäts-Zahnklinik Wien, S. 318- 326
40	Starcke, E.N. : The Gysi „Adaptable“ Articulator, Aticulator Archive, Dentale Branche at Houston, Univ. of Texas, J. of Prothod., 2008
41	Teteruck, W.R./ Lundeen, H.C. : Accuracy of an ear- face- bow, J. Prosthet. Dent. 1966; 16: S. 1039- 1046
42	Verch, St. : Vergleichende Untersuchung der Messergebnisse der sagittalen Kondylenbahnneigung und des Bennettwinkels dreier Registrierverfahren, Dissertation, Freie Universität Berlin, 2002
43	Verfassung der Weltgesundheitsorganisation , AS 1948 1015; BBI 1946 III 703, Stand 7. März 2006
44	Weßling, F. : Vergleichende klinische Untersuchung der elektronischen Registriersysteme GAMMA- Cadiax® und JMA®, Ernst- Moritz- Arndt- Universität Greifswald, 2003
45	Wöstmann, B./ Wegener, H./ Cousin, J. : Zur Messgenauigkeit elektronischer Registriersysteme, DZZ 50, 1995, S. 544- 546

9. Anhang

9.1. Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass die vorliegende Arbeit von mir selbst geschrieben und erarbeitet wurde.

Kein Dritter hat durch Zuarbeiten oder sonstiger Beteiligung einen finanziellen Vorteil davon getragen.

Alle verwendeten Materialien, Schriften, Bilder und Grafiken entstammen den Quellenangaben im Literaturverzeichnis oder wurden von mir selbst erstellt.

Weder die gesamte Arbeit, noch Teile aus dieser, wurden in dieser oder in anderer Form anderweitig veröffentlicht oder verwendet.

Dirk Seiring

9.2. Danksagung

Der größte Dank, gebührt meiner lieben Familie, die meine Abwesenheit während des Studiums, sowohl physisch als auch psychisch ertragen musste.

Meinen Eltern, die mich zu einem neugierigen, an allem interessierten Optimisten erzogen haben, einen herzlichen Dank.

All den unzähligen Lehrern, Ausbildern, Professoren etc., die mich so gelassen haben wie ich bin, gilt ein besonderer Dank.

Zu großem Dank bin ich meinen Mitarbeitern und Zahnarzt- Kunden verpflichtet, die mir während meiner Abwesenheit den Rücken freigehalten und das Geschäft weitergeführt und den einen oder anderen Patienten zu einem späteren Termin noch einmal einbestellt haben.

Ja, und was wäre diese Masterthese ohne die vielen freiwilligen Probanden, die mit viel Geduld die Vermessungen und Registrare über sich ergehen ließen. Vielen Dank dafür.

9.3. Lebenslauf

Dirk Seiring

Geburtsdatum: 25. März 1971

Geburtsort: Frankfurt Oder, Brandenburg, Deutschland

Eltern: Lothar Seiring, Schlosser
Rosemarie Seiring, Sekretärin

Geschwister: Sven Seiring, Koch
Thoralf Seiring, KFZ- Schlosser
Torsten Seiring, Werbe- Grafiker

Schulbesuch: 1977- 1987, zehnklassige Polytechnische Oberschule,
Frankfurt Oder, Brandenburg, Deutschland

Ausbildung: 1987- 1990, Fachschulstudium zum Zahntechniker,
Medizinische Fachschule, Eisenhüttenstadt, Brandenburg
1994- 1997, Ausbildung zum Zahntechnikermeister,
Meisterschule Berlin- Brandenburg
2002- 2004, Ausbildung zum NLP- Practitioner,
Teiwaz- Institut für Persönlichkeitsbildung, Frankfurt Oder

Tätigkeit als Geschäftsführer und Konzessionsträger im eigenen zahntechnischen Labor seit 1999.

