

Die Feineinstellung bei kieferorthopädischer Behandlung mit einer vollständig individuellen lingualen Apparatur

Finishing in Lingual Orthodontics Using a Completely Customized Lingual Appliance

Autoren

H. Siekmann¹, A. Trexler², D. Wiechmann^{2,3}

Institute

¹Fachzahnarztpraxis für Kieferorthopädie, Bielefeld

²Fachzahnarztpraxis für Kieferorthopädie, Bad Essen

³Klinik für Kieferorthopädie, Medizinische Hochschule Hannover

Schlüsselwörter

- Lingualtechnik
- vollständig individuelle linguale Apparatur
- Feineinstellung

Key words

- lingual orthodontics
- completely customized lingual appliance
- finishing

Zusammenfassung



Fragestellung: Mit wie viel klinischem Aufwand ist die Phase der Feineinstellung bei einer Behandlung mit einer vollständig individuellen lingualen Apparatur verbunden?

Patientenkollektiv und Methode: Bei 51 konsekutiv entbänderten Patienten wurden besondere Maßnahmen während der Feineinstellung wie beispielsweise Finishingbiegungen, der Einsatz intermaxillärer Gummizüge und Einschleifen zusammengetragen und deren Komplexität bewertet.

Ergebnisse: Bei 31 Patienten (61%) waren keine Finishingbiegungen während der Feineinstellung notwendig. Nur bei 20 Patienten (39%) waren zusätzliche Biegungen während der Feineinstellung notwendig. Dieses waren vorrangig intraoral einfach einzubringende Biegungen der ersten Ordnung.

Schlussfolgerung: Bei Verwendung der hier nachuntersuchten vollständig individuellen lingualen Apparatur ist der klinische Aufwand in der Phase der Feineinstellung überschaubar, wenn die empfohlenen klinischen Vorgehensweisen (Bogensequenzen, Ligaturen, Gummizüge) eingehalten werden.

Abstract



Aim: To determine the amount of clinical input needed in the finishing phase, when a completely customized lingual appliance is used.

Patients and Method: In 51 consecutively debonded patients the number of required finishing bends, the use of intermaxillary elastics, grinding and any other finishing techniques were recorded and evaluated.

Results: In 31 patients (61%) no extra wire bending was necessary to finish the case. Only in 20 patients (39%) extra wire bending was necessary. In most of the cases, these bends were first order bends which can be placed intra-orally.

Conclusion: When using this particular completely customized lingual appliance, whilst following the recommended procedures (archwire sequences, ligatures, elastics), minimal clinical input is required during the finishing phase.

Bibliografie

DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0032-1321813>
 Inf Orthod Kieferorthop 2012; 44: 81–86
 © Georg Thieme Verlag KG
 Stuttgart · New York
 ISSN 0020-0336

Korrespondenzadresse

Dr. med. dent. Heike Siekmann
 Am Niederwall 29
 33602 Bielefeld
 Tel.: 49/0521/967 380
 Fax: 49/0521/3297 894
 info@kfo-siekmann.de

Einleitung



Der Wunsch eines jeden Kieferorthopäden ist es, ein möglichst vorhersagbares und reproduzierbar präzises Behandlungsergebnis für seine Patienten zu erzielen. Die Kriterien für eine normale Verzahnung stellte Andrews Anfang der 70er-Jahre des letzten Jahrhunderts mit Einführung seiner „6 keys of occlusion“ als Ergänzung zur Angle-Klassifizierung vor, wobei die statischen Voraussetzungen für eine optimale funktionelle Okklusion, ausgehend von der Zahnmorphologie, neu definiert wurden [1]. Dieses Ziel zu errei-

chen, erscheint bei der Anwendung der Lingualtechnik vielfach schwieriger als beim Einsatz vestibulärer Apparaturen. Dieses liegt unter anderem an anatomischen Besonderheiten, wie der größeren Variabilität der lingualen Zahnoberflächen und an dem vergrößerten Abstand des lingualen Bogens von der Labialfläche der Zähne. Um ein qualitativ hochwertiges Behandlungsergebnis zu erzielen, müssen die überdurchschnittlichen Anforderungen an die Präzision der Brackets und Bögen und den Laborprozess insgesamt erfüllt werden. Probleme in der letzten Behandlungsphase, der Feineinstellung der Okklusion,



lassen sich ansonsten nur durch aufwendige Maßnahmen mit verlängerten Stuhl- und Behandlungszeiten korrigieren [2, 3]. Die ersten lingualen Apparaturen wurden Anfang der 70er-Jahre des 20. Jahrhunderts verwendet [4, 5] und haben eine kontinuierliche Weiterentwicklung erfahren [6–14]. Die Entwicklung eines vollständig individuellen lingualen Bracketsystems, VILA, (Incognito, 3M Top-Service für Lingualtechnik, Bad Essen, Deutschland) Anfang des 21. Jahrhunderts hat die Lingualtechnik sowohl für die Patienten als auch für die Behandler verändert [2, 15]. Die beiden, gewöhnlich separat ablaufenden Prozesse der Bracketfertigung und der Bracketpositionierung werden hierbei mithilfe der CAD/CAM-Technologie zu einer Einheit verschmolzen. Durch die erstmals konsequent durchgeführte vollständige Individualisierung bei gleichzeitiger Optimierung der Bracketslotgenauigkeit konnte eine maximale flache und präzise arbeitende Apparatur hergestellt werden. In der vorliegenden Studie soll untersucht werden, welche zusätzlichen Maßnahmen während der Feineinstellung nötig sind.

Patientenkollektiv

In die Studie einbezogen wurden 51 Patienten (30 weiblich, 21 männlich), die in der Praxis DW mit einer vollständig individuellen lingualen Apparatur (VILA) in beiden Kiefern behandelt und nacheinander innerhalb von 10 Wochen entbündert wurden. Die Behandlungen wurden mit standardisierten Bogensequenzen und Mechaniken im Rahmen eines praxisintern definierten Behandlungsprotokolls von geschulten Behandlern durchgeführt.

Methode

Die Karteikarteneinträge und die final eingesetzten Bögen aller 51 Patienten wurden auf folgende Maßnahmen während der Feineinstellung hin überprüft:

- ▶ Notwendigkeit von Finishingbiegungen,
- ▶ Art und Lage der Finishingbiegung,
- ▶ Notwendigkeit der Herstellung eines neuen Finishingbogens,
- ▶ Bracketverluste und dadurch notwendig gewordene Finishingbiegungen,
- ▶ Anwendung von Finishingelastics,
- ▶ Anwendung von besonderen Ligaturen bzw. Hilfsmitteln,
- ▶ Notwendigkeit der Reduzierung des approximalen Kontaktpunktes und
- ▶ Einschleifmaßnahmen am Bracket.

Statistische Auswertung

Für alle Merkmale wurden relative Häufigkeiten berechnet. Für alle Patienten mit Finishingbiegungen wurden die Anzahl der Biegungen 1. und 2. Ordnung und die Gesamtzahl der Biegungen bestimmt.

Der Zusammenhang der Notwendigkeit von Finishingbiegungen mit den anderen Merkmalen wurde mithilfe von Kreuztabellen und der Anwendung des Chi-Quadrat-Tests auf dem Signifikanzniveau 5% überprüft.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Auswertung sind in **Tab. 1** dargestellt. Die Lage einer manuell eingebrachten Finishingbiegung wurde durch den Vergleich mit dem Idealbogentemplate bestimmt (**Tab. 2**). Bei 6 Patienten wurde ein neuer Finishingbogen nachbestellt. Die Bogendimension und -qualität sowie die notwendige Korrekturbiegung wurden anhand des Anforderungsformulars nachvollzogen und in **Tab. 3** dargestellt.

Notwendigkeit von Finishingbiegungen

Bei 20 (39%) der insgesamt 51 Patienten unseres Untersuchungsguts mussten in der Phase der Feineinstellung eine oder mehrere Biegungen manuell oder maschinell eingebogen werden. Diese wurden fast immer intraoral eingebracht, ohne den Bogen auszuligieren. Bei 3 Patienten brachten diese Biegungen nicht den gewünschten Erfolg, sodass hier noch nachträglich maschinell hergestellte Finishingbögen anderer Dimension zum Einsatz kamen. Bei weiteren 3 Patienten wurde primär ein maschinell hergestellter Finishingbogen nachbestellt.

Abb. 1 gibt einen Überblick über die Finishingbiegungen pro Patient. Es wird deutlich, dass bei 90% der Patienten maximal 2 Biegungen notwendig waren. Nur bei 2 Patienten mussten mehr als 3 Finishingbiegungen eingebracht werden.

Finishingbiegungen 1. Ordnung

Die Finishingbiegung 1. Ordnung ist die am häufigsten vorkommende Biegung im Finishingprozess. Klinisch kann diese Biegung ohne größeren Aufwand intraoral mithilfe eines Ligaturenversteckers durchgeführt werden. Der Ligaturenverstecker wird dazu senkrecht auf den Bogen aufgesetzt und in die betreffende Richtung gedreht (**Abb. 2**). Die **Abb. 3** gibt einen Überblick über die Verteilung dieser einfach und schnell durchführbaren Korrekturbiegungen. Bei 94% aller Patienten wurden maximal 2 solcher Biegungen notwendig. Bei einem einzigen Patienten musste diese Biegung 4-mal an jeweils unterschiedlichen Stellen eingebracht werden. Durch eine intraoral mit dem Ligaturenverstecker eingebrachte Finishingbiegung kommt es zu einer Verkürzung der Bogenlänge in diesem Bereich. Um eine Entlastung im Bereich des Kontaktpunktes zu erhalten, wird eine derartige Biegung häufig mit einer geringfügigen approximalen Schmelzkorrektur kombiniert. In der Kreuztabelle und dem Chi-Quadrat-Test mit Signifikanzniveau von 5% zeigten sich diese beiden Maßnahmen auch als abhängig. Eine Biegung 1. Ordnung ging in 37% der Fälle mit einer approximalen Schmelzkorrektur einher.

Finishingbiegungen 2. Ordnung

Biegungen der 2. Ordnung sind bei Anwendung des hier verwendeten vollständig individuellen lingualen Systems weniger häufig (18%) als Biegungen 1. Ordnung (32%) (**Abb. 4**). Biegungen 2. Ordnung werden senkrecht zur Bogenebene durchgeführt. Sie verändern die vertikale Position eines Zahnes oder die Zahnachse. Bei 9 der insgesamt 20 Patienten mit Finishingbiegungen wurde eine Biegung 2. Ordnung durchgeführt. Auch derartige Biegungen lassen sich ohne Herausnehmen des Bogens mithilfe einer Stufenzange durchführen (**Abb. 5**). Ist das Ziel eine Ver-



Name	Biegungen	Neuer Bogen	Br.-Verlust	Elastics	Ligaturen	Einschleifen	Stripping
A.C.			X	X		X	
B.K.					X		
B.A.			X	X			
B.C.			X	X			
B.S.			X	X		X	X
B.A.				X	X	X	
B.F.	X			X			X
D.N.			X	X		X	
D.F.			X	X	X		
F.N.			X				
H.S.	X			X		X	X
H.M.			X				
H.A.	X			X	X	X	X
H.T.	X	X		X		X	
H.J.	X	X	X	X			X
H.S.				X	X		
H.J.			X	X	X		
H.T.	X		X		X		
I.E.	X		X				
K.L.				X			
K.M.		X	X	X	X		
K.J.					X	X	
L.C.	X		X	X	X		
L.J.			X		X		
L.M.				X	X		
M.J.				X		X	
M.C.			X		X		
M.S.	X		X	X		X	
N.R.			X				
P.C.				X			
P.J.	X		X				
P.J.	X			X	X		
P.M.					X		X
P.L.	X		X				
R.A.			X		X		
R.R.		X		X			
R.J.			X	X	X		
R.J.			X	X	X		
S.L.	X		X		X		X
S.N.	X	X		X	X	X	X
S.R.	X		X			X	X
S.J.	X		X	X	X		
S.E.				X			
S.C.		X	X	X	X	X	
S.S.			X	X	X		
T.Y.	X		X				
T.M.	X		X				X
V.L.			X				
W.H.			X			X	
W.I.	X		X	X			
W.M.	X		X				

Tab.1 Maßnahmen in der Phase des Finishings bei 51 konsekutiv entbänderten Patienten.

längerung des Zahnes, kann es zu Vorkontakten auf der Bracketbasis kommen. Dies muss überprüft und gegebenenfalls am Bracket eingeschleift werden. Insbesondere bei Nichtbefolgen des definierten Behandlungsprotokolls (Lückenschluss am deutlich untermaßigen Bogen, nicht optimale Ligatenauswahl) kann eine Biegung 2. Ordnung zur Optimierung der Okklusion notwendig werden. Bei der vorliegenden Untersuchung wurde nicht berücksichtigt, welche Finishingbiegungen aufgrund einer Ungenauigkeit der Apparatur oder durch Unachtsamkeit des Behandlers (Nichtbefolgen des Protokolls) notwendig wurden.

Finishingbiegungen 3. Ordnung



Zahnpositionierungsprobleme, deren Ursache in einer mangelnden Kontrolle der 3. Ordnung liegen, äußern sich klinisch in leicht sichtbaren Zahnlängendifferenzen im jeweiligen Bereich. Am untermaßigen Kantbogen kann die Kontrolle der 3. Ordnung durch das Einbringen einer besonderen Ligatur (Power-Tie) verbessert werden (☉ **Abb. 6**). Am slotfüllenden Bogen hat die Art der Ligatur keinen Einfluss auf die Torquekontrolle. Die Korrektur einer Fehlpositionierung in der 3. Ordnung kann durch manuelles oder maschinelles Nachbiegen erfolgen. Bei unserem



Tab. 2 Patienten mit Finishingbiegungen.

Name	1. Ordnung	2. Ordnung
B.F.		Artistik 12
H.S.	12, 23	
H.A.		Artistik 22, 23
H.T.	12, 13, 22, 23	
H.J.	11, 21	
H.T.	11, 21	Step down 21
I.E.	11, 21	
L.C.	12, 11	
M.S.	32	
P.J.	11, 21	Artistik 31
P.J.	12	
P.L.		Artistik 11, 12
S.L.	31	
S.N.	12, 11, 21	Step down 13–23
S.R.	22	Step down 11
S.J.	22	Step down 21
T.Y.	41, 42	
T.M.		Artistik 11, 21
W.I.	33	
W.M.	11, 12, 13	

Tab. 3 Patienten mit nachbestellten Finishingbögen.

Name	Art und Dimension (Inch)	Korrekturbiegung
H.T.	0,017×0,025 TMA	Angulation 22,12+Extrusion 13,12
H.J.	0,0182×0,0182 TMA	Extrusion + Rotation 11
K.M.	0,017×0,025 TMA	ohne Korrekturbiegung
R.R.	0,017×0,025 TMA	ohne Korrekturbiegung
S.N.	0,017×0,025 TMA	Angulation 21, 22+Extrusion 13–23
S.C.	0,0182×0,025 TMA	ohne Korrekturbiegung

Patientenkollektiv wurde in keinem Fall eine Torquebiegung im Finishing durchgeführt.

Nachklebpräzision

Trotz Verlustes mindestens eines Bandes oder Brackets bei 34 Patienten (66,7%) des gesamten Patientenkollektivs, war in keinem Fall eine Finishingbiegung an den nachgeklebten Zähnen notwendig (Tab. 1). Ein Bracketverlust und das damit verbundene Nachkleben blieben somit in jedem Fall ohne Konsequenz für die Finishingphase.

Neu besteller Finishingbogen

Bei 6 Patienten (11,8%) unseres Patientenkollektivs wurde ein Finishingbogen nachbestellt (Abb. 7). Bei 3 Patienten wurden zunächst manuell Finishingbiegungen in den 0,0182"×0,0182" TMA-Bogen eingebogen. Da dies für die gewünschte Korrektur nicht ausreichte, wurden zusätzliche Bögen anderer Dimension nachbestellt. Bei weiteren 3 Patienten wurden direkt neue Finishingbögen inklusive der notwendigen Biegungen nachbestellt. Neben dem im Regelfall eingesetzten 0,0182"×0,0182" TMA-Bogen sind bei dem hier verwendeten vollständig individuellen lingualen System noch andere Bogendimensionen aus demselben Material erhältlich. Der in beiden Dimensionen untermaßige 0,0175"×0,0175" TMA wird nur selten eingesetzt.

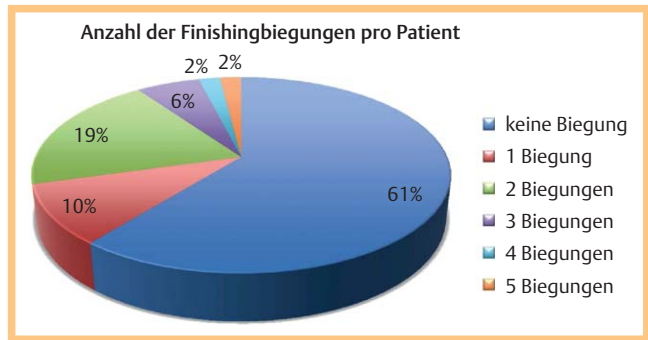


Abb. 1 Finishingbiegungen pro Patient.



Abb. 2 Biegung 1. Ordnung mit dem Ligaturenverstecker.

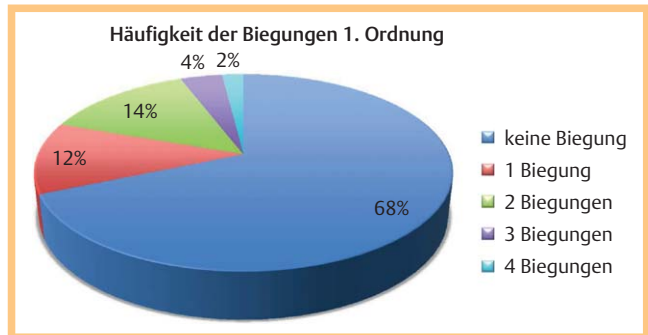


Abb. 3 Häufigkeit Biegungen 1. Ordnung.

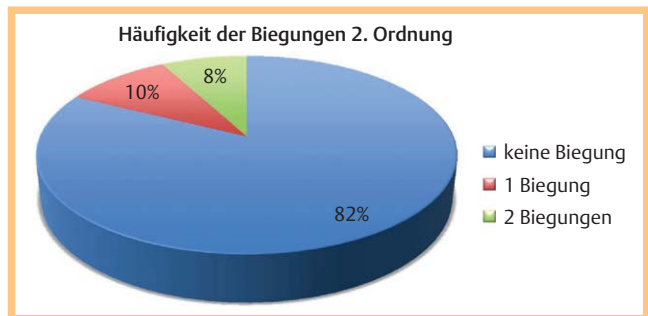


Abb. 4 Häufigkeit Biegungen 2. Ordnung.

Eine Indikation wäre die Angulationskorrektur im Frontzahnbereich mittels maschinell eingebogener Finishingkorrekturen. Im vertikalen Slot der Frontzahnbrackets wäre ein slotfüllender Bogen in Kombination mit einer elastischen Ligatur (Over-Tie oder Power-Tie) aufgrund der Friktion, die beim Hineingleiten des Bogens in den Slot entsteht, ungünstig. Der 0,0175"×0,025" TMA-Bogen wird bevorzugt, wenn neben einer Angulationskorrektur im Frontzahnbereich auch eine bessere Angulationskontrolle im Seitenzahnbereich erforderlich wird. Die vertikale Dimension des ribbonwise ausgerichteten Bogens (0,025") erlaubt eine bessere Kontrolle.

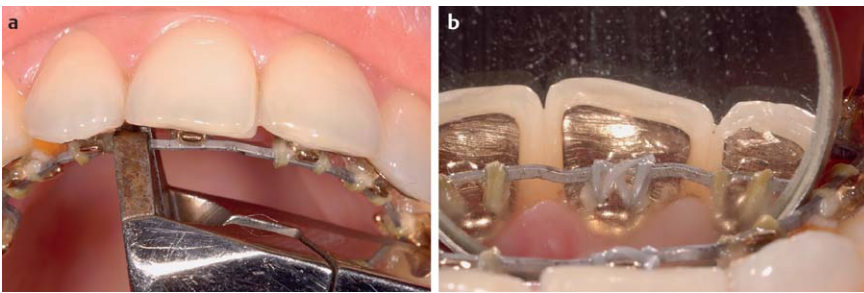


Abb. 5 a Angulationsbiegung mit der Stufenzange. b Bogen einligiert mit Power-Tie.



Abb. 6 Power-Ties zur besseren Torquekontrolle am untermaßigen Kantbogen.



Abb. 7 Nachbestellter Bogen mit Angulationskorrekturen im Frontzahnbereich.



Abb. 8 Intermaxilläre Elastics zur Feineinstellung in der Finishingphase.

Wird ein Bogen mit Finishingbiegungen nachbestellt, handelt es sich im Regelfall um eine deutlichere Abweichung, die mit komplexeren Biegungen korrigiert werden muss. Dieses kann verschiedenste Ursachen haben, wie zum Beispiel:

- ▶ Abweichungen von der empfohlenen Bogensequenz,
- ▶ Einsatz falscher Ligaturen,
- ▶ ungenaues Nachkleben eines gelösten Brackets und
- ▶ Abweichen vom initialen Behandlungsplan.

Intermaxilläre Elastics



Der Einsatz intermaxillärer Elastics ist ein Bestandteil des Behandlerprotokolls, um Restaufgaben in anteroposteriorer, transversaler und vertikaler Richtung zu behandeln und zu stabilisieren. Bei 31 Patienten (61%) unseres Patientenkollektivs wurden Gummizüge zur Feineinstellung in der Finishingphase verwendet (◉ **Abb. 8**). Selbst bei dem Einsatz eines Positioners werden die Elastics teilweise im Eckzahnbereich weiter getragen und dienen der genauen Einstellung der Eckzahnführung.

Spezielle Ligaturen



Spezielle Ligaturen wie Stahl-Overties oder Power-Ties kamen bei 23 Patienten zum Einsatz. Sie sind ein Hilfsmittel, um den Bogen noch besser in den Bracketslot zu ligieren und somit die Information des Bracket-Bogensystems vollständig zu exprimieren (◉ **Abb. 5b, 6**). Der frühzeitige Einsatz von Power-Ties im Frontzahnbereich kann Angulations- und Torqueprobleme korrigieren. Der richtige Einsatz von Draht-Overties und Drahtligaturen verhindert später mühsames Aufrichten von Zähnen oder Achsenkorrekturen.

Diskussion



Bei der Behandlung mit einer vollständig individuellen lingualen Apparatur sollte zumindest das Behandlungsergebnis im Einzelkiefer dem Ziel-Set-Up weitgehend entsprechen. Die korrekte Zuordnung der Einzelkiefer zueinander ist dann die Aufgabe des Behandlers und seines Patienten. Frühere Untersuchungen haben bereits ausführlich Maßnahmen beim Finishing mit einer vollständig individuellen lingualen Apparatur aufgezeigt und die präzise klinische Umsetzung der individuellen Planung herausgearbeitet [3, 16–19]. Der dazu notwendige klinische Aufwand wurde allerdings bisher in der Literatur nicht beschrieben [20]. Insbesondere das Einbiegen von Finishingbiegungen in einen lingualen Bogen kann eine größere klinische Herausforderung sein. Bei komplexeren Problemen muss hierfür sicherlich auch der Bogen komplett ausligiert werden, was längere Stuhlzeiten zur Folge hat. In der vorliegenden Studie war bei über 61% der Patienten keine zusätzliche Biegung erforderlich, was für eine gute 3-dimensionale Kontrolle über den gesamten Zahnbogen spricht. Besonders wichtig ist hierbei sicherlich die außergewöhnlich gute Kontrolle der 3. Ordnung aufgrund der weit überdurchschnittlich genauen Slotdimensionen [21–23].

Bei den Patienten, bei denen überhaupt eine Finishingbiegung notwendig war, handelte es sich in den meisten Fällen um Biegungen 1. Ordnung, die sehr einfach intraoral auszuführen sind. Verglichen mit den Ergebnissen anderer Systeme aus den Untersuchungen von Breidenbach [3] ist dieser Finishingaufwand insgesamt eher gering.

Bei korrekter Behandlungsführung und Kenntnis der Wirkungsweise eines vollständig individuellen lingualen Systems lassen sich Finishingprobleme schon während der Anfangsphasen der Behandlung vermeiden, was zu einer deutlichen Verkürzung der Behandlungsdauer beitragen kann.

Schlussfolgerung

Beim Einsatz der hier nachuntersuchten vollständig individuellen lingualen Apparatur ist der klinische Aufwand im Finishing überschaubar und vergleichbar mit dem bei vestibulären Systemen. Dies gilt allerdings nur dann, wenn die Apparatur korrekt eingesetzt wird und der Behandler fundierte Kenntnisse über deren Wirkungsweise hat.

Literatur

- 1 Andrews LF. The six keys to normal occlusion. *Am J Orthod* 1972; 62: 296–309
- 2 Wiechmann D. A new bracket system for lingual orthodontic treatment. Part 1: Theoretical background and development. *J Orofac Orthop* 2002; 63: 234–245
- 3 Breidenbach V. Kritische Gegenüberstellung von Laborprozessen in der Lingualtechnik. Master-Thesis Lingual Orthodontics Medizinische Hochschule Hannover 2010
- 4 Fujita K. Development of lingual bracket technique. *J Jpn Orthod Soc* 1978; 37: 36–39
- 5 Kurz CR, Swartz ML, Andreiko C. Lingual orthodontics: a status report. Part 2: Research and development. *J Clin Orthod* 1982; 16: 735–740
- 6 Creekmore TD. Precision placement of lingual and labial brackets. *J Am Ling Orthod Assoc* 1988; 1: 6–8
- 7 Fillon D. Orthodontie linguale: systèmes de positionnement des attaches au laboratoire. *Orthod Fr* 1989; 60: 695–704. In: Romano R (ed.). *Lingual Orthodontics*. Decker: Hamilton-London 1998, 175–184
- 8 Fillon D. A la recherche de la precision en technique à attaches linguales. *Rev Orthop Dento Fac* 1989; 20: 401–413
- 9 Huges SA. The customised lingual appliance set-up service (CLASS) system. In: Romano R (ed.). *Lingual orthodontics*. Decker: Hamilton-London; 1998; 163–173
- 10 Rummel V, Wiechmann D, Sachdeva R. Precision finishing in lingual orthodontics. *J Clin Orthod* 1999; 23: 101–113
- 11 Scholz RP, Swartz ML. Lingual orthodontics: a status report. Part 3: Indirect bonding – laboratory and clinical procedures. *J Clin Orthod* 1982; 16: 812–820
- 12 Smith JR, Gorman JC, Kurz C et al. Keys to success in lingual therapy. Part 2. *J Clin Orthod* 1986; 20: 330–340
- 13 Wiechmann D. Lingual orthodontics (Part 1): Laboratory procedure. *J Orofac Orthop* 1999; 60: 371–379
- 14 Wiechmann D. Lingual Orthodontics. (Part 2): Archwire fabrication. *J Orofac Orthop* 1999; 60: 416–426
- 15 Wiechmann D. A new bracket system for lingual orthodontic treatment. Part 2: First clinical experiences and further development. *J Orofac Orthop* 2003; 64: 372–388
- 16 Gilden N, Kinzinger G, Wiechmann D et al. Maßnahmen beim finishing bei kieferorthopädischen Behandlungen mit der Lingualtechnik. *Inf Orthod Kieferorthop* 2008; 40: 315–321
- 17 Thalheim A, Schwesta-Polly R. Clinical realisation of a setup in lingual orthodontics. *Inf Orthod Kieferorthop* 2008; 40: 277–282
- 18 Pauls AH. Behandlungsgenauigkeit mittels individualisierter Brackets in der Lingualtechnik. *J Orofac Orthop* 2010; 71: 348–361
- 19 Grauer D, Proffit WR. Accuracy in tooth positioning with a fully customized lingual orthodontic appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011; 140: 433–443
- 20 De Zutter G. Aspekte der Entwicklung der lingualen Orthodontie in der Literatur. Master-Thesis Lingual Orthodontics Medizinische Hochschule Hannover 2009
- 21 Demling A, Dittmer M, Schweska-Polly R. Comparative analysis of slot dimension in lingual bracket systems. *Head & Face Medicine* 2009; 5: 27
- 22 Wiechmann D, Schweska-Polly R, Pancherz H et al. Control of mandibular incisors with the combined Herbst and completely customized lingual appliance – a pilot study. *Head & Face Medicine* 2010; 6: 3
- 23 Daratianos N, Schweska-Polly R. Biomechanical analysis of torque capabilities of lingual brackets. Master-Thesis Lingual Orthodontics Medizinische Hochschule Hannover 2010

