

Regionenabhängige Vergrößerungsfaktoren von Panoramiaschichtaufnahme in Abhängigkeit von der Patientenpositionierung und ihre Bedeutung für die Implantologie

Anhang:

horizontale Vergrößerungsfaktoren an der apikalen Implantatstufe

<http://w210.ub.uni-tuebingen.de/dbt/volltexte/2003/681/pdf/4apikal.pdf>

[English version](#)

G. Gómez Román*, D. Lukas**, R. Beniashvili***, W. Schulte****

* Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und Propädeutik (Ärztlicher Direktor: Univ.-Prof. Dr. med dent. H. Weber),

** Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, (Ärztlicher Direktor: Univ.-Prof. Dr. med., Dr. med. dent. S. Reinert),

e-mail: drmed_lukas@web.de, <http://www.periotest.de/lukas/>

Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universitätsklinikum Tübingen

*** Zahnarzt, Reutlingen

**** Ehem. Ärztlicher Direktor der Poliklinik für Zahnärztliche Chirurgie und Parodontologie, Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Tübingen

Zusammenfassung

Einleitung: Das Verhalten der vertikalen und horizontalen Vergrößerungsfaktoren auf optimal positionierte und fehlpositionierte Panoramiaschichtaufnahmen wurde bereits veröffentlicht. In diesem Anhang werden ergänzend die horizontalen Vergrößerungsfaktoren *an der apikalen Implantatstufe* untersucht, dies ist wichtig, um bei engstehenden Zähnen bei der Einzelzahnlücke den Abstand der Wurzeln zu bestimmen.

Material und Methoden: Verschiedene Grade von Fehlpositionierung eines mazerierten Schädels werden mit einer Verschiebe- und Neigeeinrichtung an der Halterung eingestellt. **Ergebnisse:** Die vertikale Vergrößerung wird für alle Typen der Fehlpositionierung durch die horizontalen Vergrößerungsfaktoren auch an der apikalen Implantatstufe übertroffen, dabei wird überwiegend die Vergrößerung am koronalen Implantatende überschritten. Dieser unterschiedlich starke Einfluß einer Fehlpositionierung des Schädels an beiden Implantatenden führt zu erheblich verzerrten Darstellungen im Röntgenbild. **Diskussion:** Wenn diese Ergebnisse berücksichtigt werden, stellt die Panoramiaschichttechnik ein geeignetes Verfahren sowohl für die präimplantologische Diagnostik als auch für die Verlaufs- und Erfolgskontrollen dar. Da in der horizontalen Dimension die Patientenpositionierung einen großen Einfluß auf die Vergrößerungsfaktoren vor allem in der Interforaminalregion nimmt, kann die Aufnahme metalleder Strukturen bekannter Abmessungen, wie z.B. von 5 mm Kugeln, auch weiterhin empfohlen werden. Jedoch sollte bei engstehenden Zahnwurzeln auf Stufenimplantate, die apikal einen geringeren Durchmesser haben, zurückgegriffen werden, um Verletzungen der natürlichen Zähne zu vermeiden.

Einleitung

Die Bedeutung der Panoramiaschichtaufnahme für die präimplantologische Diagnostik wurde im [ersten Teil](#) dieser Arbeit für die orthograde Positionierung ausführlich dargestellt¹. Im [zweiten Teil](#) unserer Arbeit wurde die Vergrößerung und Verzerrung

durch unsymmetrische und im [dritten Teil](#) durch symmetrische fehlerhafte Patientenpositionierung vorgestellt. In diesem ergänzenden vierten Teil wird die Veränderung der Vergrößerung durch fehlerhafte Patientenpositionierung an der apikalen Implantatstufe und die dabei entstehende Verzerrung behandelt.

Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden an einem durchschnittlich geformten, zahnlosen, maze-rierten Schädel. Dieser Schädel wurde mit Frialit™-2-Stufenzylinder-Implantaten bestückt. Das gesamte Vorgehen einschließlich Röntgentechnik wurde in den vorhergehenden Teilen dieser Arbeit ausführlich beschrieben. Ebenso die kephalometrische Analyse, Vermessung der Implantate und die benutzten statistische Methoden.

Ergebnisse

Die Vergrößerungsfaktoren der fehlpositionierten Panoramaschichtaufnahmen werden bezogen auf die Ergebnisse bei orthograder Position und in Relation gesetzt zur Reproduzierbarkeit der Einstellungen am Röntgengerät². Alle Vergrößerungsfaktoren bei Fehlposition wurden aus sechs Einzelwerten für jeden der vier Grade, bei orthograder Position aus 18 Einzelwerten gemittelt.

Die vertikale Vergrößerung wird für alle Typen der Fehlpositionierung durch die horizontalen Vergrößerungsfaktoren auch an der apikalen Implantatstufe übertroffen und teilweise auch die Vergrößerung am koronalen Implantatende. Die im Vergleich zur orthograden Positionierung extremen Abweichungen sind in [Tabelle 1](#) zusammengestellt.

Verschiebung in der transversalen Ebene.

Die Abhängigkeit des horizontalen apikalen Vergrößerungsfaktors von der Regio und dem Grad der Verschiebung nach links wird in [\(Abb 1\)](#) zusammengefaßt. Im ersten Quadranten kann auf dem Niveau der Reproduzierbarkeit kein signifikanter Einfluß der Fehlpositionierung auf den Vergrößerungsfaktor festgestellt werden. Im vierten Quadranten ist die Vergrößerung in Vergleich zur orthograden Einstellung verstärkt, zunehmend mit dem Grad der Verschiebung. Die rechten Quadranten zeigen dagegen eine signifikante Abnahme der Vergrößerungsfaktoren. Die Änderungen sind an der koronalen und an der apikalen Implantatstufe etwa gleich.

Verschiebung in der sagittalen Ebene nach vorne. Der horizontale Vergrößerungsfaktor an der apikalen Implantatstufe verkleinert sich in allen Implatatregionen signifikant mit der Verschiebung des Schädels [\(Abb 2\)](#). Besonders ausgeprägt ist diese Änderung in den anterioren Kieferabschnitten beobachten. Beim zweiten Schneidezahn links unten wird sogar die 1,0-Linie unterschritten. Auch bei dieser Fehlpositionierung sind die Veränderungen an der koronalen und an der apikalen Implantatstufe etwa gleich.

Verschiebung in der sagittalen Ebene nach hinten. Bei der Verschiebung steigen in beiden Kiefern die horizontalen Vergrößerungsfaktoren apikal mit zunehmender Fehlpositionierung des Schädels deutlich an, im anteriorem Bereich signifikant [\(Abb 3\)](#). Im Gegensatz zu der horizontalen Vergrößerung an der koronalen Implantatstufe wird hier apikal diese Tendenz nur in den Frontzahnabschnitten deutlich.

Neigung um die dorso-ventrale. In den rechten Ober- und Unterkieferhälften kann bei der Neigung eine Verringerung des Vergrößerungsfaktors an der apikalen Implan

tatstufe festgestellt werden ([Abb 4](#)). In den linken Quadranten steigt der Vergrößerungsfaktor tendenziell an. Die Veränderungen werden rechts schon bei geringer Fehlpositionierung signifikant, links dagegen erst ab $4,5^\circ$, im zweiten Quadranten nur bei wenigen Implantatorten. Der Vergrößerungsfaktor wird durch die Fehlpositionierung des Schädels etwas stärker verändert als an der koronalen Implantatstufe.

Drehung um die cranio-caudale Achse. Der Vergrößerungsfaktor steigt mit Zunahme des Drehwinkels in den rechten Ober- und Unterkieferhälften an, während er in den linken Kieferhälften absinkt ([Abb 5](#)). Die Vergrößerungsänderungen, vorallem links, sind erheblich und signifikant von der orthograden Einstellung verschieden. Im Dritten Quadranten posterior entfällt teilweise sogar die für Panoramaschicht-aufnahmen typische vergrößerte Darstellung des Objekts ($<1,0$). Der Einfluß der Fehlpositionierung auf die horizontalen Vergrößerung an der koronale und an der apikale Stufe liegt ungefähr in der selben Größenordnung.

Kippung um die transversale Achse nach oben. Bei der Kippung sinkt der horizontale Vergrößerungsfaktor in allen Implantatregionen signifikant und unterschreitet im dritten Quadranten teilweise den Wert 1,0 ([Abb 6](#)). Der Unterkiefer reagiert im Vergleich zum Oberkiefer sensibler auf die Kippung. Die Auswirkungen auf den horizontalen Vergrößerungsfaktor sind an der apikale Implantatstufe stärker ausgeprägt als an der koronalen Implantatstufe.

Kippung um die transversale Achse nach vorn-unten. Bei der Kippung steigt der horizontale Vergrößerungsfaktor an der apikalen Implantatstufen in allen Implantatregionen von tendenziell an ([Abb 7](#)). Diese Veränderung ist im Unterkiefer in den anterioren Implantatregionen und im Oberkiefer nur für die ersten Incisivi signifikant. Der Einfluß dieser Fehlpositionierung auf den horizontalen Vergrößerungsfaktor ist an der apikalen etwas größer als an der koronalen Implantatstufe.

Diskussion

Im gesamten Oberkiefer ist die horizontale Vergrößerung an der apikalen Implantatstufe größer als an der koronalen. Im Unterkiefer ist diese meist größer, im Seitenzahnbereich dagegen kleiner oder gleich wie die Vergrößerung an der koronalen Stufe. Die unterschiedliche horizontale Vergrößerung an diesen beiden Stufen hängt damit zusammen, daß aufgrund der oro-vestibulären Neigung der Implantate in Abhängigkeit vom Alveolarkammverlauf die apikale Stufe im Oberkiefer filmferner, im Unterkiefer dagegen filmnäher zu liegen kommt als die koronale und sie somit vergrößert abgebildet wird. Dieser Sachverhalt wurde bereits von Setz et al. ³ in einer klinischen Studie an IMZ Implantaten aufgezeigt und von Tronje et al. ⁴ mathematisch dargelegt. Eine zusätzliche Erklärung dafür liefert sicherlich auch die von Hayakawa et al. ⁵ durchgeführte Studie, in der aufgezeigt wird, daß filmferner gelegene Objekte stärker verzerrt dargestellt werden als filmnäher gelegene.

Durch Vermessen der koronalen und apikalen Implantatstufen können die durch Fehlpositionierung auftretende Vergrößerungs- und Verzerrungseffekte für jede Panoramaschichtaufnahme individuell ermittelt werden, wie im Teil 1 ausführlich beschrieben. Diese können auf die periimplantäre Transluzenz übertragen werden. Durch konsequente Anwendung kann der tatsächliche Verlauf eines zunehmenden Knochendefektes innerhalb einer Serie von Röntgenbildern genauer beurteilt werden.

Festzuhalten bleibt, daß die Panoramaschichtaufnahme sehr gut für die präimplantologische Diagnostik vor allem in der vertikalen Dimension geeignet ist, da geringe Einstellungsfehler kaum einen Einfluß auf den regionenabhängigen vertikalen Vergrößerungsfaktor nehmen. Stärkere Einstellungsfehler führen zwar zur Veränderung der Vergrößerungsfaktoren, sie können jedoch durch eine sorgfältige Patientenpositionierung bei entsprechend geschulten Personal gering gehalten werden. Bedenkt man, daß es bei einer Verschiebung des Patienten nach hinten sagittal im Bereich der Wurzelspitzen zu einer Vergrößerung der tatsächlich vorhandenen Abstände um das 1,78-fache kommt, ist leicht vorstellbar, daß bei Implantationen die Wurzeln der lückenbegrenzender Zähne leicht verletzt werden können. Deshalb empfehlen die Autoren bei engstehenden Wurzeln stufenförmige Implantate zu verwenden, die apikal weniger ausladen.

Literatur

1. Gómez-Román G, Lukas D, Beniashirili R, Schulte W. Area-dependent Enlargement Ratios of Panoramic Tomography on Orthograde Patient Positioning and Its Significance for Implant Dentistry [Regionenabhängige Vergrößerungsfaktoren der Panoramaschichtaufnahme bei orthograder Patientenpositionierung]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 1999; 14: 248-257.
2. Gómez-Román G, d'Hoedt B, Axmann-Krcmar D, Schulte W. Visual-metric measurement of peri implant bone defects on radiographs; A study of reproducibility. *Z Zahnärztl Implantol*, 1996; Im Druck:
3. Setz J, Krämer A, Lin W. Vermessen von Orthopantomogrammen in der präimplantären Diagnostik. *Z Zahnärztl Implantol*, 1989; 5: 64-67.
4. Tronje G, Welander U, McDavid WD, Morris CR. Image distortion in rotational panoramic radiography: I. General considerations. *Acta radiol Diagn*, 1981; 22: 295-299.
5. Hayakawa Y, Wakoh M, Fujimori H, Ohta Y, Kuroyanagi K. Morphometric analysis of image distortion with rotational panoramic radiography. *Bull Tokyo Dent Coll*, 1993; 34: 51-58.

Tabelle 1 Extreme horizontale Vergrößerungsfaktoren am apikalen Implantatende für verschiedene Zahnorte. Die Vergrößerung ist fett gedruckt, wenn sie sich in der fehlpositionierten Einstellung und der orthograden Positionierung signifikant unterscheiden. Andernfalls sind die orthograden Vergrößerungsfaktoren in Kursivdruck angegeben. Als Signifikanzschwelle wurde die Reproduzierbarkeit der Einstellungen am Röntgengerät gewählt, durchschnittlich 9%. Die Zunahme der Vergrößerung mit dem Grad der Fehlpositionierung ist durch „/“ angedeutet, die Abnahme durch „\“. **Teilweise liegen die Vergrößerungsfaktoren unter 1,0; die charakteristischerweise vergrößerten Panoramaschichtaufnahmen werden also verkleinert.**

rechts	Oberkiefer Unterkiefer	Seiten- zähne <small>18-14 47-44</small>	Frontzähne <small>13-11 43-41</small>	Front - zähne <small>21-23 31-33</small>	Seiten - zähne <small>24-28 34-37</small>	links
transversale		1,46 /	1,42 /	1,17 \	1,12 \	
Verschiebung		1,42 /	1,45 /	1,16 \	1,01 \	
Verschiebung		1,10 \	1,02 \	1,00 \	1,05 \	
sagittal nach vorne		1,06 \	1,01 \	0,99 \	1,02 \	
Verschiebung		1,49 /	1,78 /	1,53 /	<i>1,36 /</i>	
sagittal nach hinten		1,36 /	1,63 /	1,51 /	1,33 /	
Kippen		1,16 \	1,17 \	1,46 /	1,38 /	
dorso-ventral		0,97 \	1,12 \	1,43 /	1,38 /	
Drehung		1,53 /	1,53 /	1,08 \	1,06 \	
cranio-caudal		1,60 /	1,56 /	1,05 \	0,98 \	
Kippung		1,17 \	1,19 \	1,15 \	1,12 \	
transversal nach oben		1,03 \	1,04 \	0,97 \	0,99 \	
Kippung		1,21 /	1,54 /	1,46 /	1,21 /	
transversal nach unten		1,38 /	1,65 /	1,56 /	1,33 /	

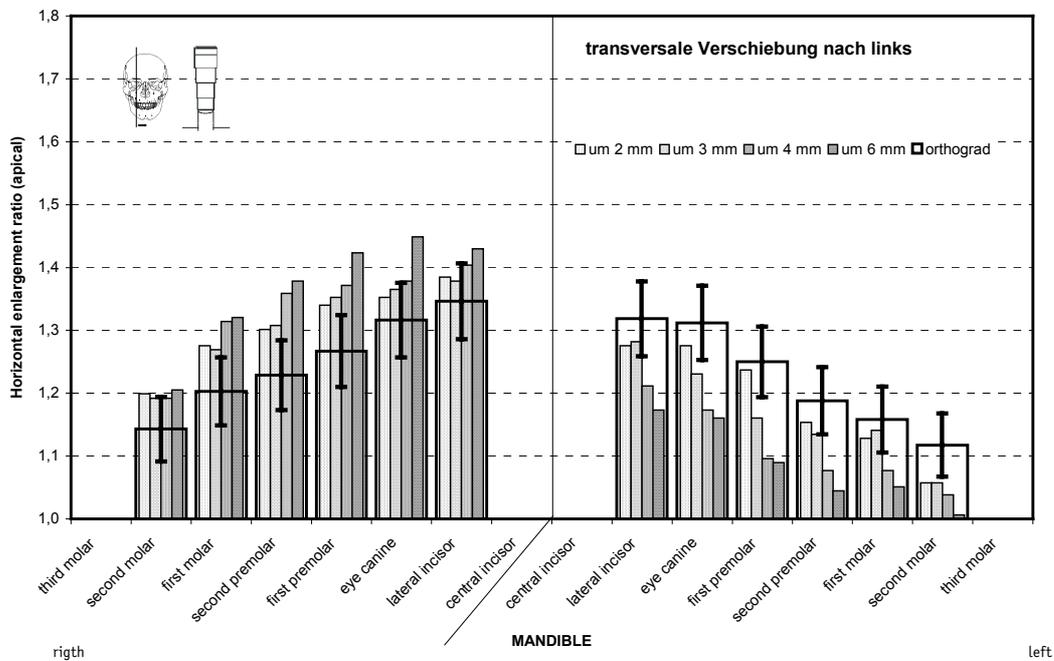
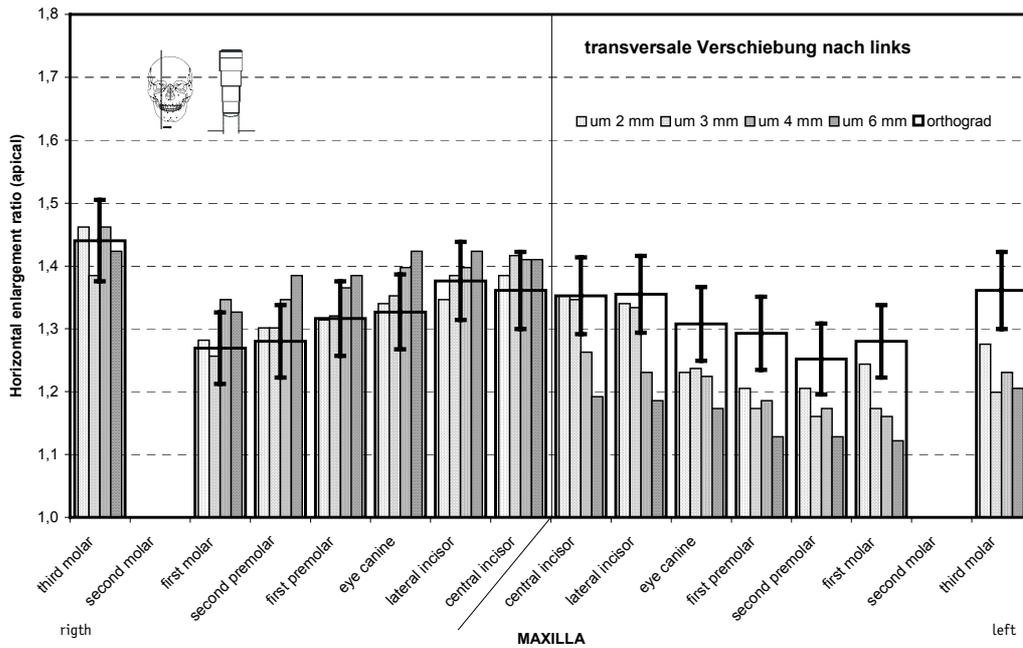


Abb 1 Mittlere horizontale Vergrößerung am apikalen Implantatende bei Verschiebung in der transversalen Ebene nach links im Oberkiefer (oben) und Unterkiefer (unten). Die schmalen, zunehmend gefüllten Säulen zeigen die Ergebnisse bei Fehlposition, nach rechts mit zunehmendem Grad. Die Vergrößerungsfaktoren bei orthograder Einstellung sind durch die überlagerten Rechtecke dargestellt, die Reproduzierbarkeit der Einstellungen am Röntgengerät (9%) als senkrechte Linien.

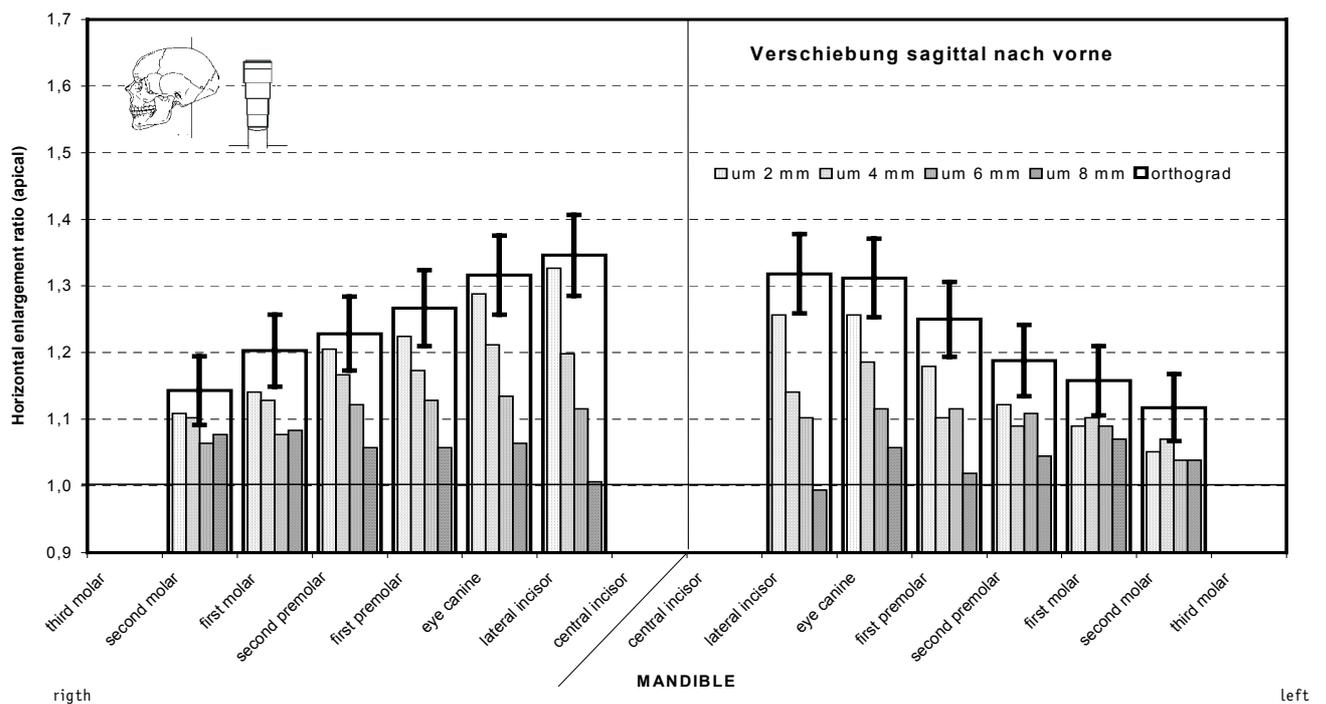
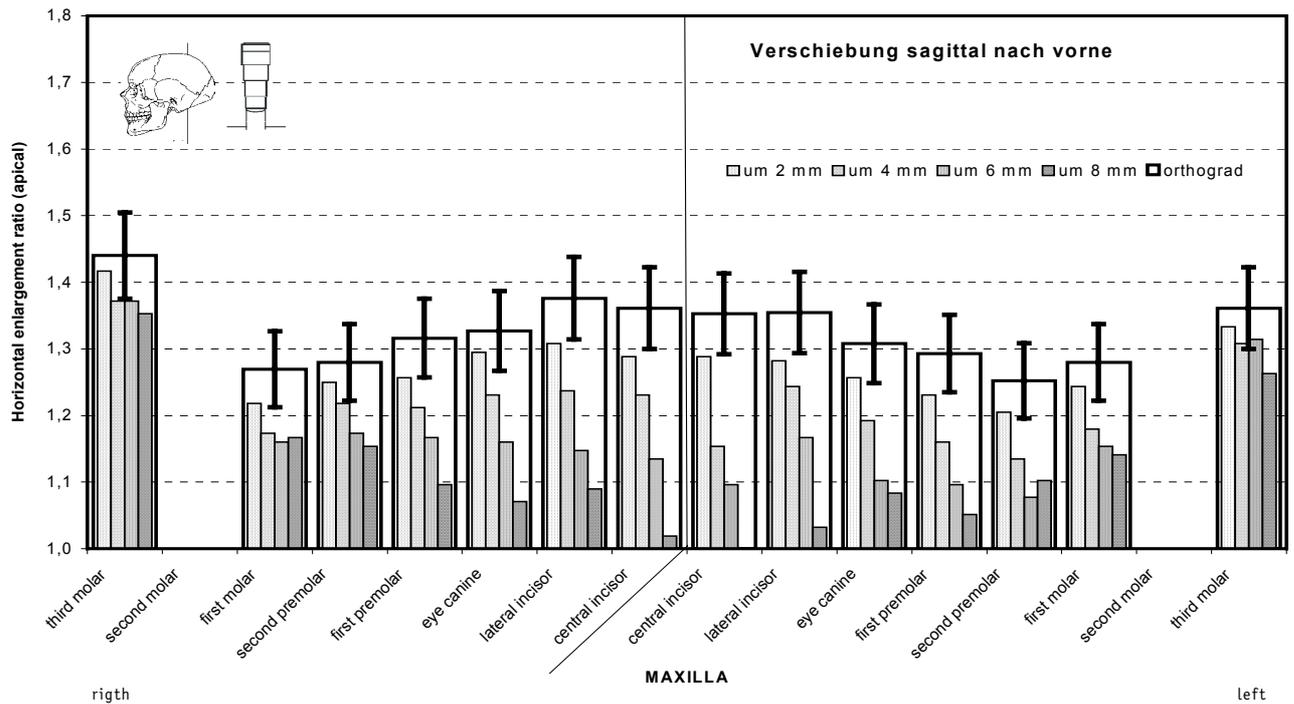


Abb 2 Mittlere horizontale Vergrößerung am apikalen Implantatende bei Verschiebung in der sagittalen Ebene nach vorne im Oberkiefer (oben) und Unterkiefer (unten). Die schmalen, zunehmend gefüllten Säulen zeigen die Ergebnisse bei Fehlposition, nach rechts mit zunehmendem Grad. Die Vergrößerungsfaktoren bei orthograde Einstellung sind durch die überlagerten Rechtecke dargestellt, die Reproduzierbarkeit der Einstellungen am Röntgengerät (9%) als senkrechte Linien.

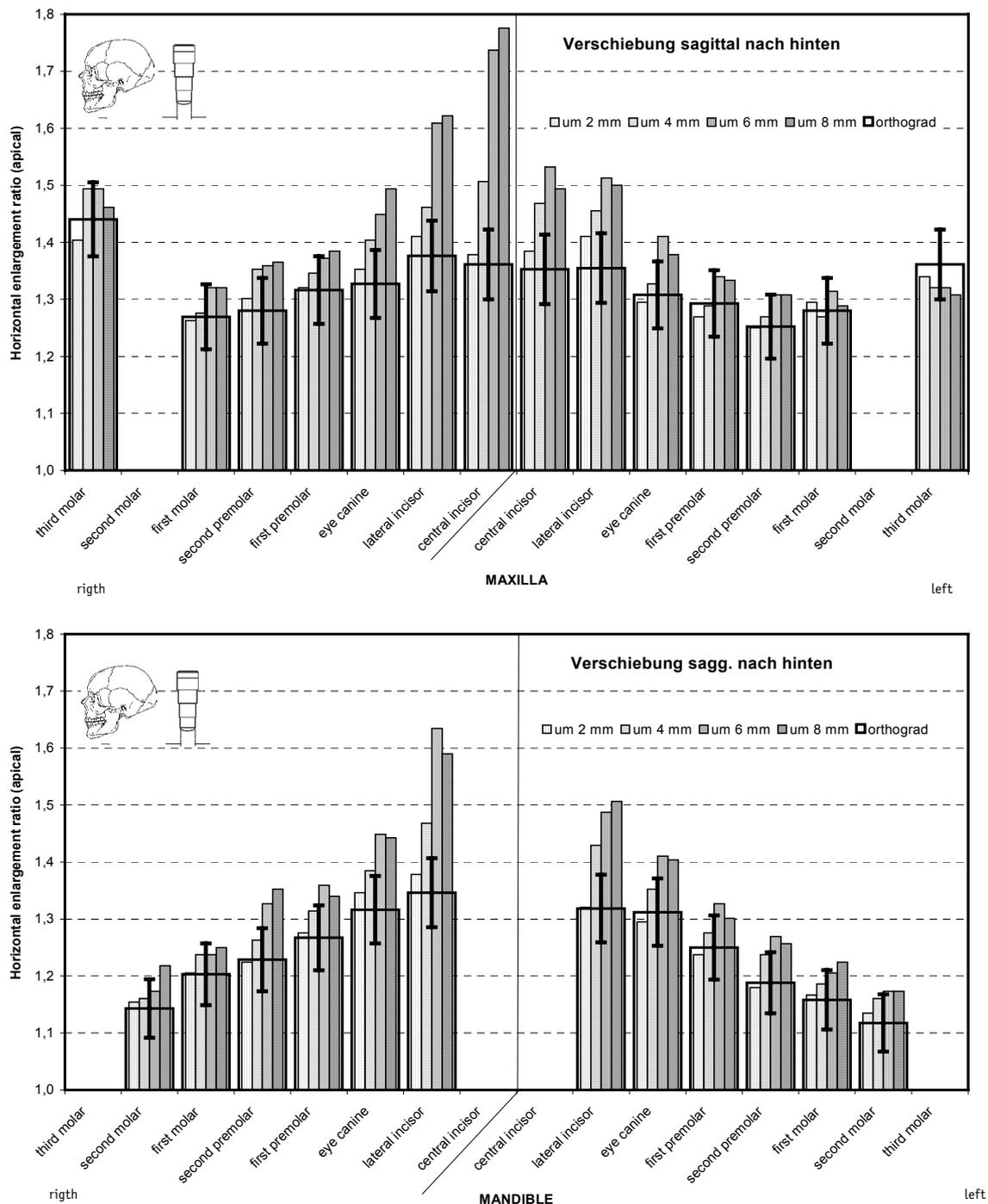


Abb 3 Mittlere horizontale Vergrößerung am apikalen Implantatende bei Verschiebung in der sagittalen Ebene nach hinten im Oberkiefer (oben) und Unterkiefer (unten). Die schmalen, zunehmend gefüllten Säulen zeigen die Ergebnisse bei Fehlposition, nach rechts mit zunehmendem Grad. Die Vergrößerungsfaktoren bei orthograde Einstellung sind durch die überlagerten Rechtecke dargestellt, die Reproduzierbarkeit der Einstellungen am Röntgengerät (9%) als senkrechte Linien.

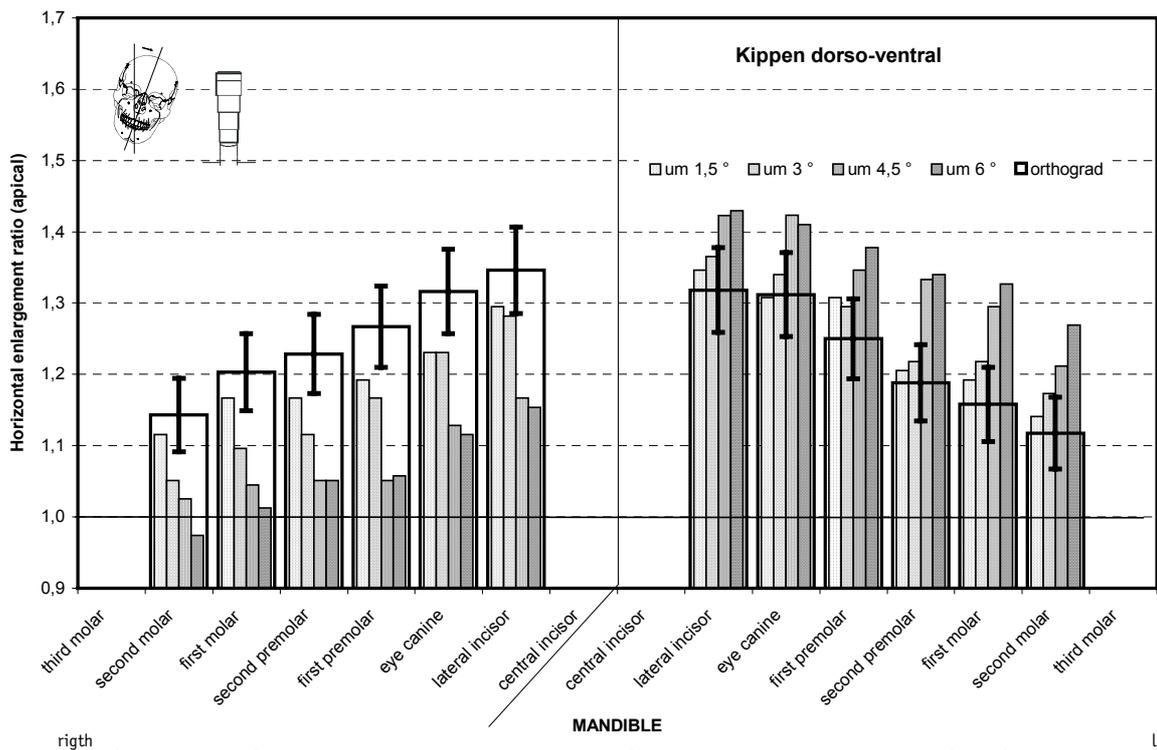
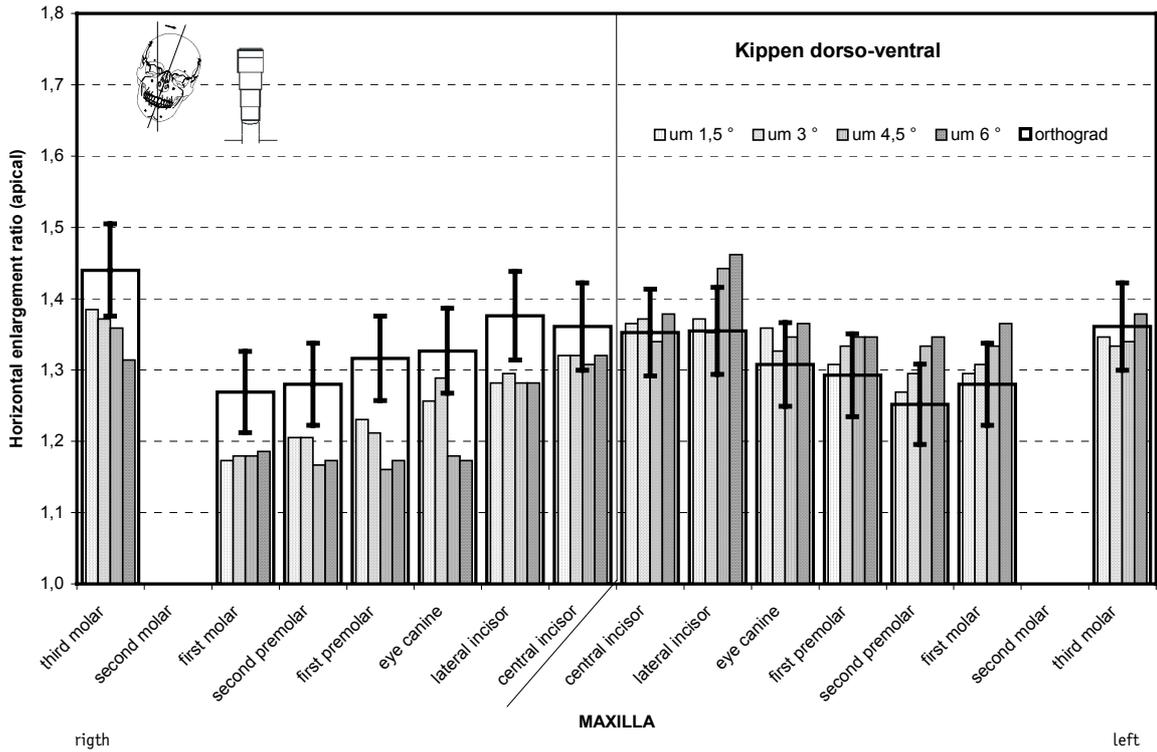


Abb 4 Mittlere horizontale Vergrößerung am apikalen Implantatende bei Neigung um die dorso-ventrale Achse nach links im Oberkiefer (oben) und Unterkiefer (unten). Die schmalen, zunehmend gefüllten Säulen zeigen die Ergebnisse bei Fehlposition, nach rechts mit zunehmendem Grad. Die Vergrößerungsfaktoren bei orthograde Einstellung sind durch die überlagerten Rechtecke dargestellt, die Reproduzierbarkeit der Einstellungen am Röntgengerät (9%) als senkrechte Linien.

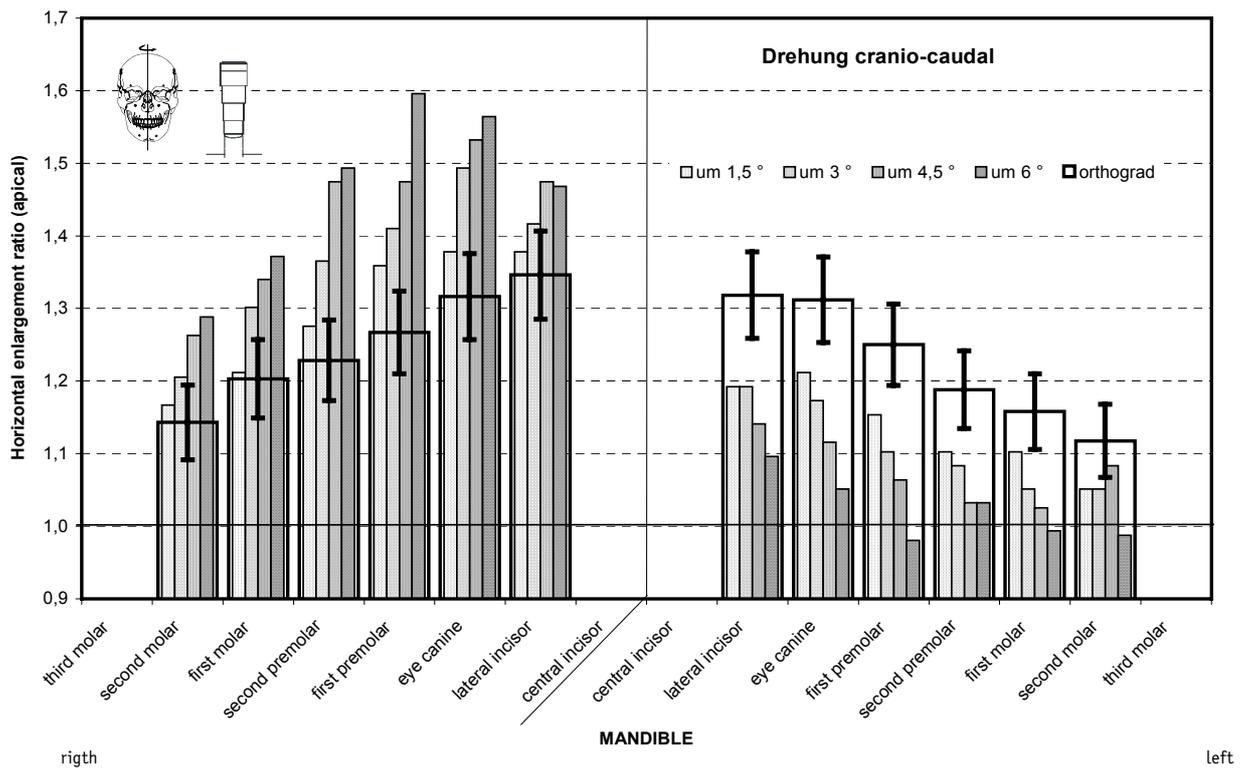
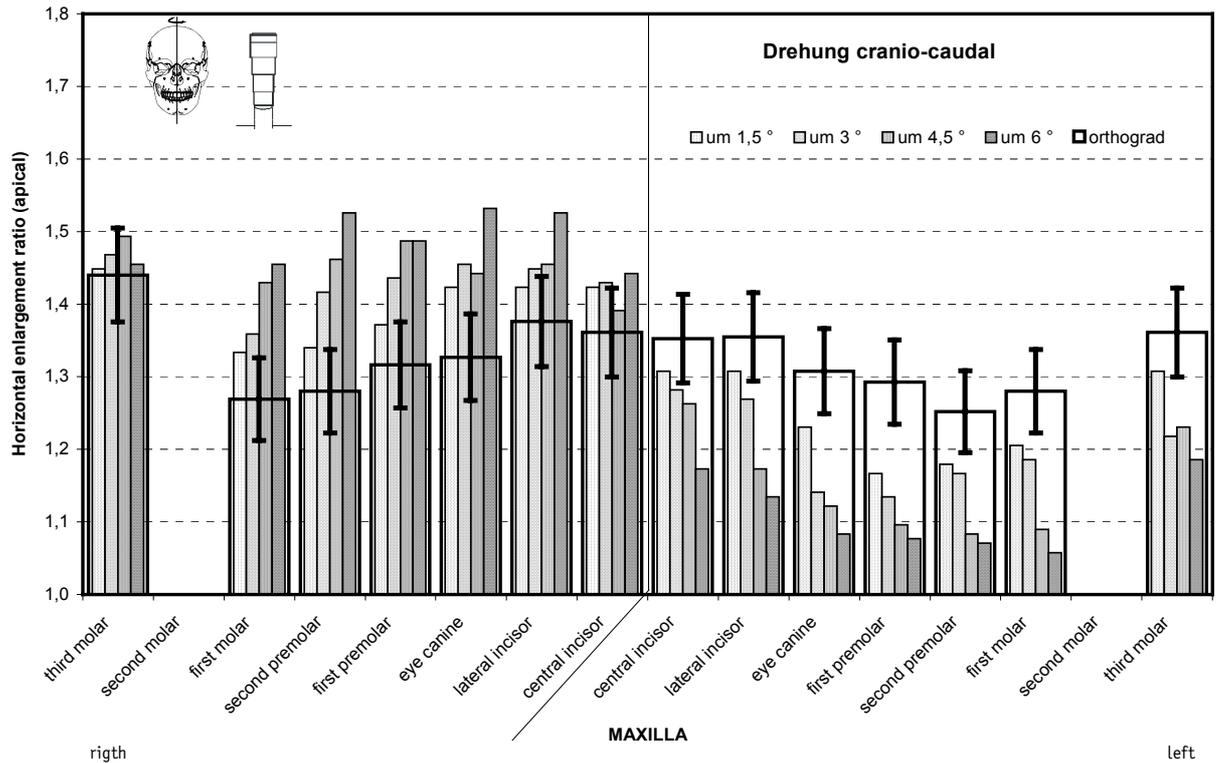


Abb 5 Mittlere horizontale Vergrößerung an apikalen Implantatende bei Drehung um die cranio-caudale Achse nach links im Oberkiefer (oben) und(unten). Die schmalen, zunehmend gefüllten Säulen zeigen die Ergebnisse bei Fehlposition, nach rechts mit zunehmendem Grad. Die Vergrößerungsfaktoren bei orthograder Einstellung sind durch die überlagerten Rechtecke dargestellt, die Reproduzierbarkeit der Einstellungen am Röntgengerät (9%) als senkrechte Linien.

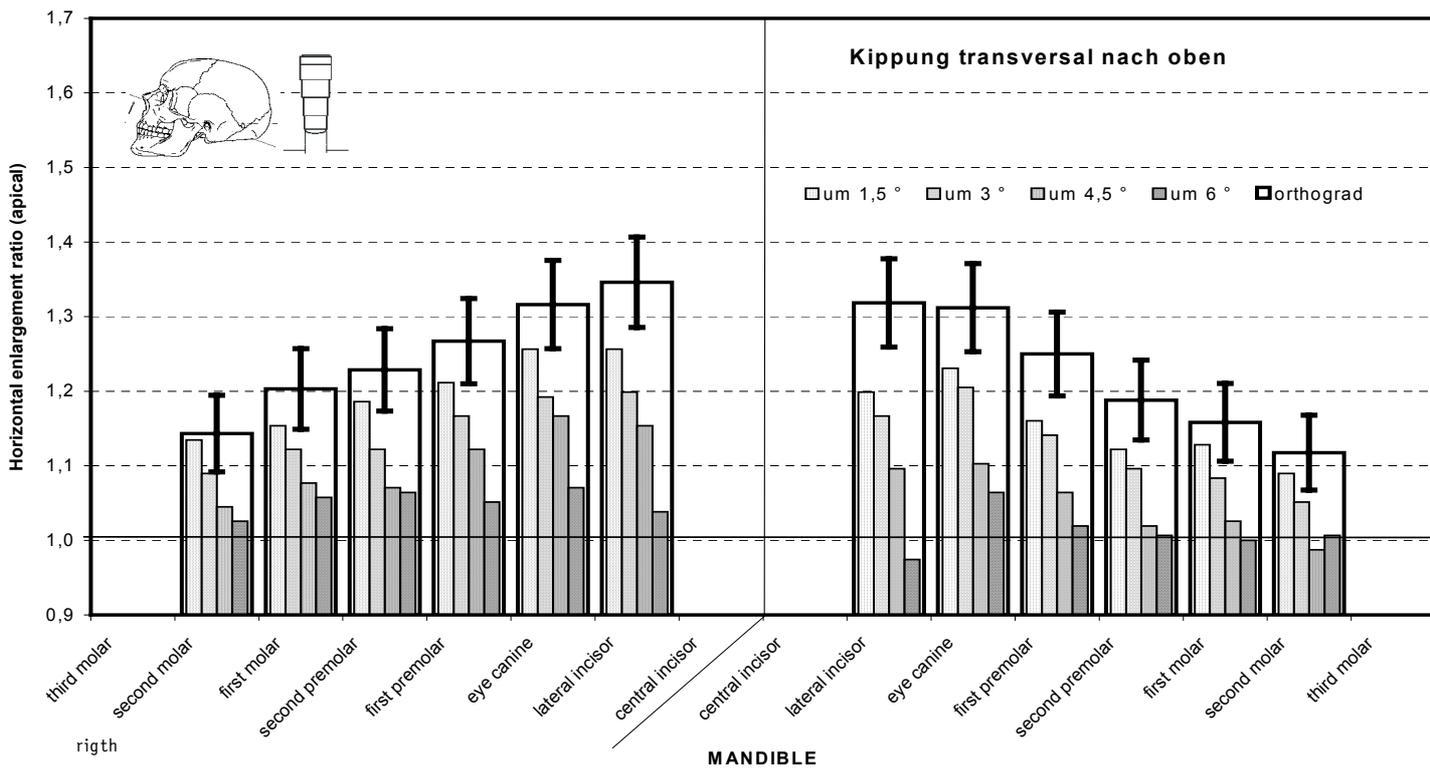
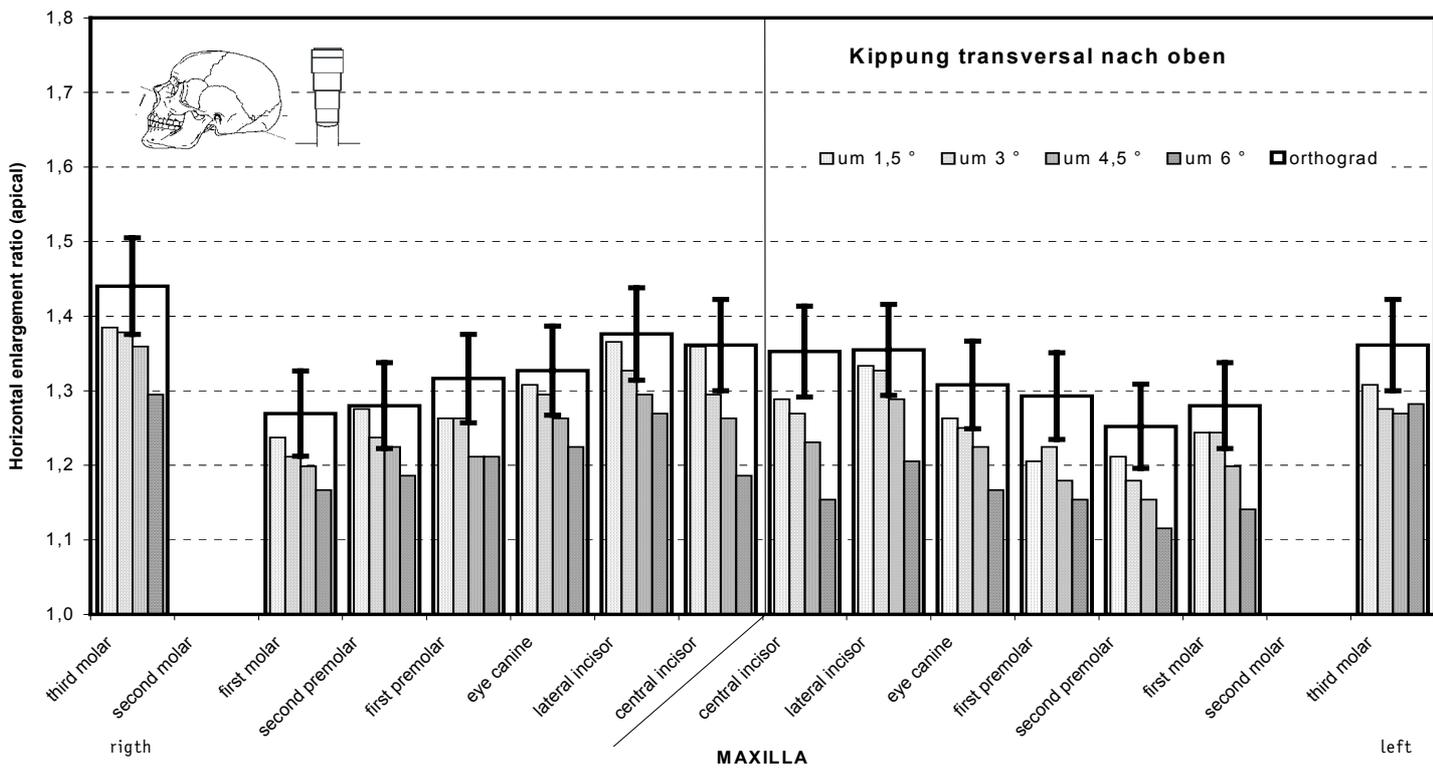


Abb 6 Mittlere horizontale Vergrößerung am apikalen Implantatende bei Kippung um die transversale Achse nach oben im Oberkiefer (oben) und Unterkiefer (unten). Die schmalen, zunehmend gefüllten Säulen zeigen die Ergebnisse bei Fehlposition, nach rechts mit zunehmendem Grad. Die Vergrößerungsfaktoren bei orthograde Einstellung sind durch die überlagerten Rechtecke dargestellt, die Reproduzierbarkeit der Einstellungen am Röntgengerät (9%) als senkrechte Linien..

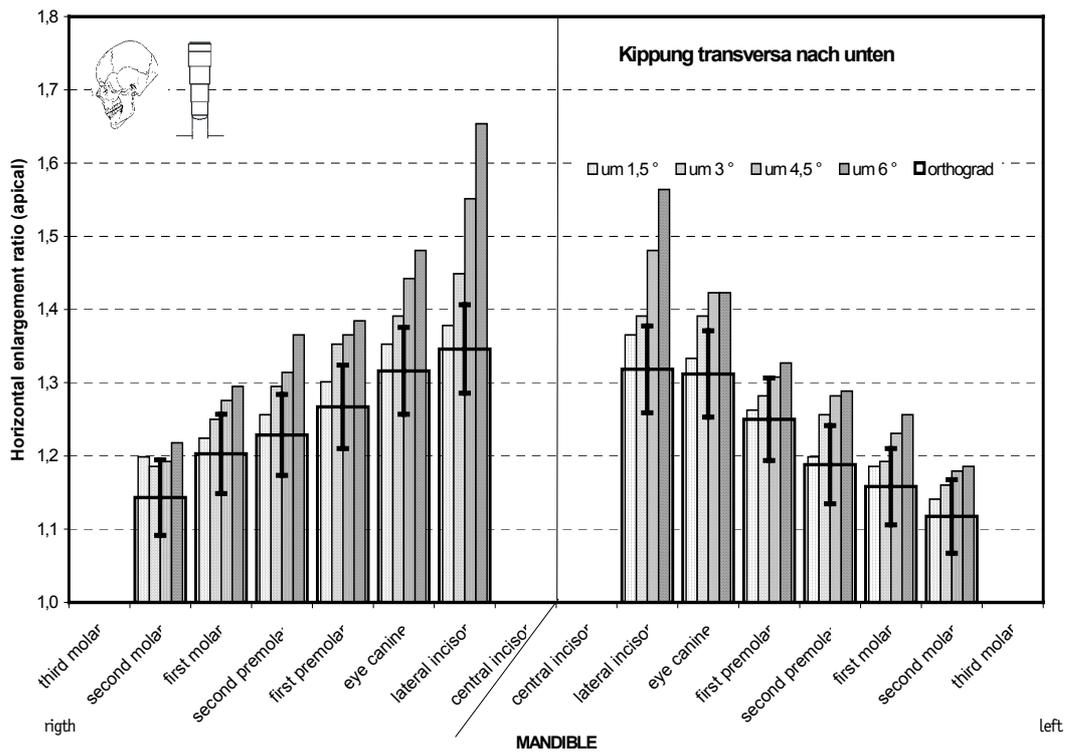
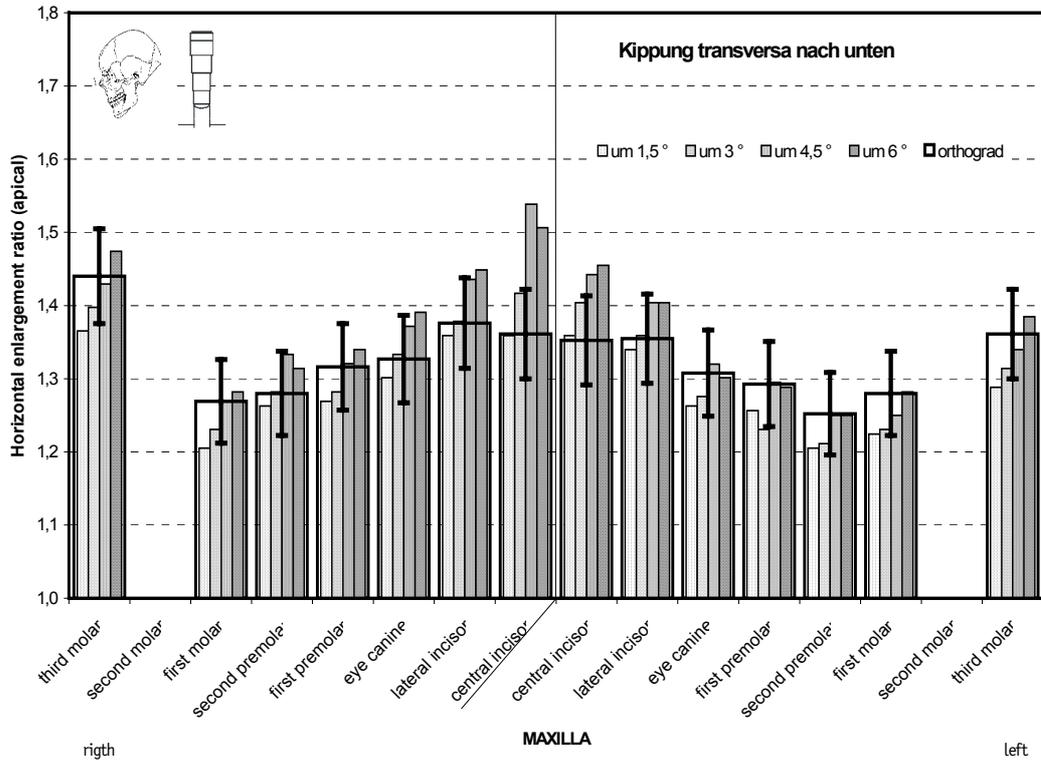


Abb 7 Mittlere horizontale Vergrößerung am apikalen Implantatende bei Kippung um die transversale Achse nach vorn-unten im Oberkiefer (oben) und Unterkiefer (unten). Die schmalen, zunehmend gefüllten Säulen zeigen die Ergebnisse bei Fehlposition, nach rechts mit zunehmendem Grad. Die Vergrößerungsfaktoren bei orthograde Einstellung sind durch die überlagerten Rechtecke dargestellt, die Reproduzierbarkeit der Einstellungen am Röntgengerät (9%) als senkrechte Linien