

A longitudinal study of dental arches and occlusal changes in adults from 22 to 33, and 33 to 43 years of age

Längsschnittstudie zu Zahnbogen- und Okklusionsveränderungen zwischen 22. und 33. bzw. 33. und 43. Lebensjahr

Olav Bondevik

Abstract

The purpose of the present study was to conduct a longitudinal examination of changes in width, depth, anterior space, overjet, and overbite in the dental arch in men and women from 22 (T1) to 43 (T3) years of age and to explore any differences between the age periods 22–33 (T1–T2) and 33–43 (T2–T3) years as well as gender differences at T1 and changes within the two periods. The research material consisted of models of 32 men and 33 women. The parameters were measured with an electronic caliper. Repeated measurements of 20 pairs of randomly selected models were taken to check the reliability of our results. A significant decrease in intercuspid width, arch depth, and anterior space was observed in both arches of both genders. The changes were generally greater during the first observation period, and there were no significant gender difference. At T1 the men's arches were larger than those of the women.

Keywords

Arch width · Depth · Anterior space · Overjet · Overbite

Zusammenfassung

Gegenstand dieser Längsschnittstudie waren Veränderungen des oberen und unteren Zahnbogens hinsichtlich Breite, Tiefe, Frontengstand, sagittaler Frontzahnstufe und vertikalem Überbiss bei Frauen und Männern im Alter von 22 (T1) bis 43 (T3) Jahren. Ferner sollten Unterschiede zwischen den darin enthaltenen Altersabschnitten 22–33 (T1–T2) und 33–43 (T2–T3) Jahre sowie Veränderungen in diesen beiden Abschnitten herausgearbeitet werden. Die Untersuchung beruhte auf Gipsmodellen der jeweiligen Kiefersituationen von 33 Frauen und 32 Männern, die einzelnen Parameter wurden per digitalem Messschieber erhoben. An 20 willkürlich herausgegriffenen Modellpaaren erfolgten Wiederholungsmessungen zwecks Reliabilitätsprüfung. Beide Geschlechter offenbarten in beiden Zahnbögen eine signifikante Abnahme der Eckzahn-zu-Eckzahn-Breite, der Zahnbogentiefe und des frontalen Platzangebots. Diese Veränderungen waren grundsätzlich im ersten Einzelzeitraum ausgeprägter als im zweiten und ließen keine signifikanten geschlechtsspezifischen Unterschiede erkennen. Die Zahnbögen der Männer waren zum Zeitpunkt T1 größer als jene der Frauen.

Schlüsselwörter

Zahnbogenbreite · Zahnbogentiefe · Frontales Platzangebot · Horizontale Frontzahnstufe · Vertikaler Überbiss

Department of Orthodontic, University of Oslo, Oslo

Received: 4 April 2013; accepted: 14 January 2014;
published online: 21 January 2015

J Orofac Orthop 2015; 76:79-89
DOI 10.1007/s00056-014-0230-z

Introduction

There is ample evidence of dimensional changes in the dental arch in deciduous, mixed, and early permanent dentitions, and a few study groups have evaluated changes up to the early fourth decade [1, 2, 3, 5, 7, 10, 13, 15, 16, 18]. However, there are no longitudinal studies addressing changes occurring into the fourth decade of life.

Changes in arch depth

Bishara et al. [2] observed a decrease in arch depth in the upper and lower arches in both genders (**Tab. 1**), but the changes in maxillary left anterior and right and left posterior length were not statistically significant in women. In men, only the left anterior length revealed a significant decrease. Richardson and Gormley [14] also identified a significant decrease in the lower arch depth in both genders, and Thilander [18] observed a reduction in the anterior and total depth in both arches and genders. Akgül and Toygar [1] observed a significant decrease in mandibular arch depth in women from 22 to 32 years of age, but not in the maxillary arch. No significant decrease in either arch was observed in men.

Changes in arch width

Little et al. [12] detected reduced intercanine width in 30 orthodontic patients from 10 to 20 years postretention. However, the extent to which these changes may have resulted from normal growth and development or the orthodontic intervention remained unclear. In his study of 64 women and 80 men from 23–34 years of age, Bondevik [5] found an increase in maxillary and mandibular intermolar width in both genders and a decrease in intercanine width. In their study of 24 men and 15 women with normal occlusion, Humerfelt and Slagsvold [10] reported an increase in width between maxillary first molars and first premolars in both genders from 11 to 25 years. In the mandible, an increase was observed in the men only. Sinclair and Little [16] reported a small decrease in intercanine width, more so in women than in men, from 13–20 years; incisor irregularity increased and overjet and overbite decreased during the same observation period.

Bishara et al. [2] observed a significant decrease in maxillary and mandibular intercanine width from 25–45 years of age in women. The only significant change in men was a decrease in mandibular intercanine width. Akgül and Toygar [1] reported a decrease in both intercanine and intermolar width in both genders' arches. Tsiopas et al. [19] observed a significant decrease in intercanine and intermolar width between 22 and 32 years in both genders. In a recent study of a Finnish population aged between 7 and 32 years [9] reported a decrease in maxillary and mandibular intercanine width after 15 years of age in both genders. In the mandible, the reduction in intercanine width began at 12 and 10 years of age in boys and girls, respectively. Intermolar width decreased in the upper and lower arches in both sexes from 15–32 years of age.

Einleitung

Dimensionsänderungen des Zahnbogens im Milch-, Wechsel- und frühen bleibenden Gebiss sind bestens dokumentiert. Einige Arbeitsgruppen untersuchten weiterführend auch Veränderungen bis in das frühe vierte Lebensjahrzehnt [1, 2, 3, 5, 7, 10, 13, 15, 16, 18]. Bisher gibt es allerdings keine relevanten Längsschnittstudien, die in das vierte Lebensjahrzehnt hineinreichen.

Veränderungen der Zahnbogentiefe

Bishara et al. [2] verzeichneten bei beiden Geschlechtern eine Abnahme der oberen und unteren Zahnbogentiefe (**Tab. 1**), allerdings waren bei den Frauen die Veränderungen der linken oberen Frontlänge sowie der rechten und linken Seitenlänge nicht signifikant. Bei den Männern zeigte lediglich die linke vordere Länge eine signifikante Längeneinbuße. Auch Richardson u. Gormley [14] fanden bei Männern wie auch bei Frauen eine signifikante Abnahme der unteren Zahnbogentiefe, und Thilander [18] beobachtete bei beiden Geschlechtern eine Reduktion der oberen wie auch der unteren vorderen und Gesamtbogentiefe. Akgül u. Toygar [1] verzeichneten eine signifikante Abnahme der unteren, nicht aber der oberen Zahnbogentiefe bei Frauen im Alter von 22–32 Jahren, während bei den Männern keine signifikante Reduktion der Zahnbögen festzustellen war.

Veränderungen der Zahnbogenbreite

Little et al. [12] beobachteten bei 30 kieferorthopädischen Patienten ab Retentionsende bis mindestens 10 Jahre nach Retention reduzierte Eckzahn-zu-Eckzahn-Breiten. Allerdings war unklar, inwieweit diese Veränderungen über die kieferorthopädische Behandlung hinaus auf normale Wachstums- und Entwicklungsprozesse zurückzuführen waren. Bondevik [5] verzeichnete in einer Studie mit 64 Frauen und 80 Männern im Alter von 23–34 Jahren bei beiden Geschlechtern eine Zunahme der oberen und unteren Molar-zu-Molar-Breite und eine Abnahme der Eckzahn-zu-Eckzahn-Breite. Humerfelt u. Slagsvold [10] beschrieben in ihrer Studie mit 15 Frauen und 24 Männern mit normaler Okklusion im Alter von 11 bis 25 Jahren bei beiden Geschlechtern einen Breitenzuwachs zwischen den ersten oberen Molaren und ersten oberen Prämolaren. Im Unterkiefer zeigten nur die Männer einen Breitenzuwachs. Sinclair u. Little [16] beschrieben eine kleine Reduktion der Eckzahn-zu-Eckzahn-Breite im Alter von 13–20 Jahren, der bei den Mädchen ausgeprägter war als bei den Jungen; im gleichen Beobachtungszeitraum erhöhte sich die Schneidezahnirregularität und verkleinerten sich der horizontale wie auch der vertikale Überbiss.

Bishara et al. [2] beobachteten bei Frauen im Alter von 25–45 Jahren eine signifikante Abnahme der oberen und unteren Eckzahn-zu-Eckzahn-Breite. Bei Männern verzeichneten sie eine signifikante Abnahme lediglich der unteren Eckzahn-zu-Eckzahn-Breite. Akgül u. Toygar [1] beschrieben für beide Geschlechter eine Abnahme der Eckzahn-zu-Eckzahn- wie auch

Tab. 1 Overview of historical findings.**Tab. 1** Überblick über historische Befunde

	Akgül and Toygar [1]		Bishara [2]		Bondevik [5]		Harris [7]		Humerfelt and Slagsvold [10]		Lundstrøm ¹ [13]*	Richardson and Gormley [14]		Thilander [18]		Tsiopas [19]	
	m	w	m	w	m	w	m	w	m	w	m + w	m	w	m	w	m + w	
Upper arch anterior width	–	–			–	–	+	+	+	+					0	–	–
Upper arch posterior width	–	–	–	–	+	+	+	+	+	+	+				+	+	+
Lower arch anterior width	–	–			–	–	+	+	+	0			0		–	–	–
Lower arch posterior width	–	–	–	–	+	+	+	+	+	0	+		+		+	+	–
Upper arch anterior depth																	–
Upper arch total depth	–	–	–	+							–				–	–	–
Lower arch anterior depth																	–
Lower arch total depth	–	–	–	+							–		–		–	–	–
Upper anterior crowding					+	+											+
Lower anterior crowding					+	+							+				+
Overjet	+	+	+	+	–	–	0	0							–	+	0
Overbite	+	–	+	+	–	+	0	0							–	–	0

m men, w women, + increase, – decrease, 0 no change, *missing sign* no information.¹No information on how the depth was measured.

Changes in space in the anterior segment

Bishara et al. [2] found a significant increase in crowding in both genders' arches (Tab. 1). Bondevik [5] and Tsiopas et al. [19] observed increased crowding in both the upper and lower incisor regions, and Richardson and Gormley [14] in the lower anterior. Several studies have demonstrated an increase in incisor irregularity [12], as well as an increase in overjet and overbite. Simons and Joondeph [17] and Lundstrøm [13], in a study of twins, evaluated changes in incisor space, and although the research material at the follow-up examination consisted of only 8 subjects at 32 years of age and no statistical evaluation was made, he concluded that increased crowding is fairly common in early permanent dentition.

There is little information on changes beyond 20–25 years of age. In their longitudinal study of lower arch crowding in 46 subjects (20 men, 26 women), Richardson and Gormley [14] measured study-models made at 18, 21, and 28 years of age, concluding that crowding increased from 18 to 28 years of age and that dental arches were larger in men than in women. Although 5 subjects had lost one or two teeth between the first and second documentation, they concluded that increased crowding is fairly common in untreated adult subjects.

Changes in overjet and overbite

Referring to measurements taken on cephalograms, Bjørk [4] documented a small decrease in overjet and overbite, while Forsberg [6] observed no significant changes in overjet or overbite in longitudinal research material from patients aged 22–32 years. Heikinheimo et al. [9] observed a decrease in both overjet and overbite in both genders aged 15–32 years age. Tsiopas et al. [19] observed no significant decrease in overjet and overbite between 22 and 32 years of age, while Bishara [2], Harris [7], and Akgül and Toygar [1] all detected an increase in overjet in both genders. Bondevik [5] and Thilander [18] observed an overjet reduction. Overbite decreased

der Molar-zu-Molar-Breite. Tsiopas et al. [19] beobachteten bei Frauen wie Männern im Alter von 22–32 Jahren eine signifikante Abnahme der oberen und unteren Eckzahn-zu-Eckzahn- sowie Molar-zu-Molar-Breite. Eine aktuelle Studie [9] an einer finnischen Population im Alter von 7–32 Jahren verzeichnete für beide Geschlechter eine Abnahme der oberen und unteren Eckzahn-zu-Eckzahn-Breite nach dem 15. Lebensjahr. Im Unterkiefer begann sich die Eckzahn-zu-Eckzahn-Breite bei den Mädchen ab 10, bei den Jungen ab 12 Jahren zu verkleinern. Die Molar-zu-Molar-Breite reduzierte sich bei beiden zwischen dem 15. und dem 32. Lebensjahr.

Platzverhältnisse in den Kieferfronten

Bishara et al. [2] registrierten bei beiden Geschlechtern einen signifikanten Anstieg der Zahnengstände (Tab. 1). Bondevik [5] und Tsiopas et al. [19] beobachteten zunehmende Engstände in der oberen wie auch unteren Schneidezahnregion, und Richardson u. Gormley [14] gelangten für die untere Frontzahnregion zum gleichen Befund. Mehrere Studien demonstrieren einen Anstieg der Schneidezahnirregularität [12] sowie des horizontalen und vertikalen Überbisses [17]. Lundstrøm [13] untersuchte Schneidezahn-Platzveränderungen in einer Zwillingstudie und gelangte (wenngleich er nur 8 Personen im Alter von 32 Jahren nachuntersuchen konnte und keine statistische Auswertung erfolgte) zu der Schlussfolgerung, dass verstärkte Engstände in der frühen bleibenden Be-zahnung durchaus gängig sind.

Zu Veränderungen über das 20.–25. Lebensjahr hinaus ist die Datenlage spärlich. Richardson u. Gormley [14] vermaßen im Rahmen einer Längsschnittstudie zu Unterkieferengständen Studienmodelle von 46 Personen (26 Frauen, 20 Männer) im Alter von 18, 21 und 28 Jahren. Ihr Fazit war, dass die Engstände in dieser Zeitspanne zunahmen und die Männer größere Zahn-bogendimensionen aufwiesen als die Frauen. Obwohl 5 Personen zwischen der ersten und zweiten Dokumentation einen

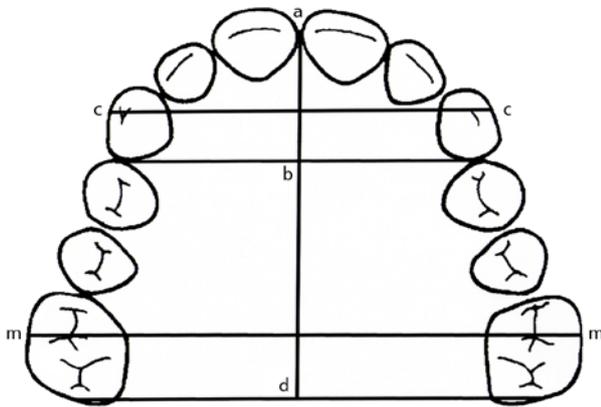


Fig. 1 ▲ Transverse and anteroposterior parameters measured. Upper/lower arch anterior width was assessed as intercanine width (c–c); upper/lower arch posterior width as intermolar width (m–m); upper/lower arch anterior depth as distance from the anterior midline to a line connecting the bilateral contact points between canine and first premolar (a–b); and upper/lower arch total depth as distance from the anterior midpoint to a line connecting the bilateral contact points between first and second molar (a–d). (With permission from [20]).

Abb. 1 ▲ Transversale und anteroposteriore Messgrößen. Die obere/untere Frontbogenbreite wurde erhoben als Eckzahn-zu-Eckzahn-Abstand (c–c), die obere/untere Seitenbogenbreite als Molar-zu-Molar-Abstand (m–m), die obere/untere Frontbogentiefe als Strecke von der Schneidezahn-Mittellinie bis zur Verbindungslinie zwischen dem beidseitigen Kontaktpunkt des Eckzahns zum ersten Prämolaren (a–b) und die obere/untere Gesamtbogentiefe als Strecke von der Schneidezahn-Mittellinie bis zur Verbindungslinie zwischen dem beidseitigen Kontaktpunkt des ersten zum zweiten Molaren (a–d). (Aus [20], mit freundl. Genehmigung)

in both sexes in the studies of Harris [7] and Thilander [18], while Akgül and Toygar [1] observed an increase in the overbite in men and a decrease in the women, while Bondevik [5] noted a decrease in men and increase in women.

Materials and methods

Models were made of all third-year dental students at the University of Oslo, Norway, from 1973–1985 (T1; n= 914). In all, 33 women and 32 men from this group participated in a follow-up examination 10 years (T2) and 20 years (T3) later: 31 men and 31 women of the sample presented Angle Class 1 occlusion at T1; 1 man and 2 women had Angle Class II, and none had Angle Class III occlusion.

To be enrolled as study subjects, each had to fulfill the following criteria: complete numbers of teeth anterior to the second molars both at the start (T1) and end of the study (T3), and no malocclusion(s) except incisor crowding. All subjects were between 20 and 26 years of age at T1 with a mean of 22.3 for the women and 22.7 for the men. None had undergone orthodontic treatment at T1, and of the very few who had done so earlier, all had been out of retention for over 5 years, and none had undergone orthodontic treatment, oral surgery, or larger dental restoration during the observation period (T1–T3).

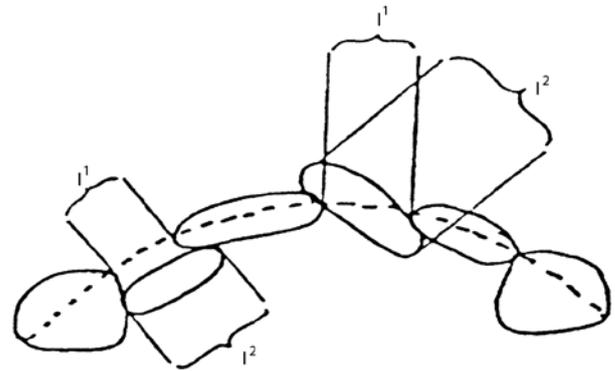


Fig. 2 ▲ Upper/lower anterior crowding was assessed by subtracting the available space anterior to the first premolars from the sum total of mesiodistal tooth widths that were actually measured.

Abb. 2 ▲ Obere/untere Frontengstände, erhoben durch Subtraktion des mesiodistalen Platzangebots für die 6 Frontzähne von der Summe der tatsächlich vermessenen mesiodistalen Zahnweiten

Zahn oder zwei Zähne verloren hatten, schlussfolgerten sie, dass verstärkte Engstände bei unbehandelten Erwachsenen durchaus gängig seien.

Horizontaler und vertikaler Überbiss

Björk [4] stellte anhand von Messungen auf Fernröntgenseitenbildern eine geringfügige Abnahme des horizontalen und vertikalen Überbisses fest, während Forsberg [6] aus wissenschaftlichen Längsschnittdaten von Patienten im Alter von 22–32 Jahren keine signifikanten Veränderungen dieser beiden Parameter ableiten konnte. Heikinheimo et al. [9] beschreiben bei Personen beiderlei Geschlechts im Alter von 15–32 Jahren eine Abnahme sowohl des horizontalen als auch des vertikalen Überbisses. Tsiopas et al. [19] beobachteten keine signifikante Abnahme der horizontalen und vertikalen Überbisses zwischen dem 22. und 32. Lebensjahr, während Bishara [2], Harris [7] sowie Akgül u. Toygar [1] eine Zunahme des horizontalen Überbisses bei beiden Geschlechtern feststellten. Bondevik [5] und Thilander [18] verzeichneten eine Abnahme des horizontalen Überbisses. Harris [7] und Thilander [18] beschreiben eine Abnahme des vertikalen Überbisses bei beiden Geschlechtern, Akgül u. Toygar [1] dagegen eine Zunahme dieses Parameters bei Männern und eine Abnahme bei Frauen. Umgekehrt stellte Bondevik [5] eine Abnahme bei Männern und eine Zunahme bei Frauen fest.

Material und Methoden

Von 1973–1985 wurde an der Universität Oslo von allen Zahnmedizinstudenten im dritten Jahr die Kiefersituation in Gipsmodellen festgehalten (T1; n=914). Aus dieser Grundgesamtheit konnten 33 Frauen und 32 Männer nach 10 und 20 Jahren (T2 und T3) nachuntersucht werden. 31 Frauen und 31 Männer hatten zum Zeitpunkt T1 eine okklusale Klasse-I-Relation nach Angle, die übrigen 2 Frauen sowie 1 Mann weisen



Fig. 3 ▲ Device used to stabilize the caliper from sliding sideways.

Abb. 3 ▲ Vorrichtung zur Sicherung der Schiebelehre gegen seitliches Verrutschen

An electronic caliper was used to document the anteroposterior parameters. Total arch depth was measured from a line connecting the contact points between the first and second molars to the contact point between the central incisors (Fig. 1), anterior arch depth from a line connecting the distal contact points on the cuspids to the contact point between the central incisors. Arch width was measured with the same instrument as was the length as the largest intermolar and intercanine distances measured at the gingival level (Fig. 1). Crowding was calculated by measuring the mesiodistal width of each of the six front teeth with a caliper minus the sum of the space these teeth had available (Fig. 2).

To stabilize the caliper when measuring the arch depth, an instrument with adjustable cones was constructed to be placed upon the contact points between the first and second molars and the contact points between the canines and first premolars. The caliper was placed in a slot that fit into the caliper, preventing the caliper from sliding sideways (Fig. 3).

The overjet was measured with the caliper horizontally from tooth 31 to 21 (Fig. 4), and the overbite from the incisal edge of tooth 31 to the point where the calliper touched tooth 31 (Fig. 4).

Results

Angle class changed in none of the subjects after T1; thus, sagittal occlusion remained stable from 22–43 years of age.

Arch width changes

Inter canine width decreased significantly in both genders in the upper and lower arches during both periods (Tab. 3). The decrease was larger during the first period in both genders in both upper and lower arches, but the differences between the two periods was not statistically significant, except in the women's lower arch. Intermolar width demonstrated more variable development. This parameter increased in the men's

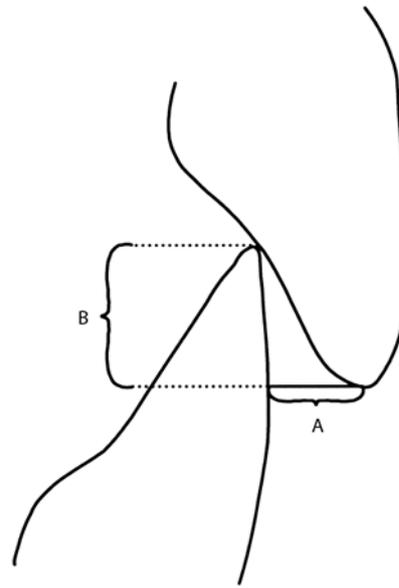


Fig. 4 ◀ Overjet and overbite measurement.

Abb. 4 ◀ Vermessen des horizontalen und vertikalen Überbisses

eine Klasse-II-Relation auf. Personen mit Klasse-III-Relation waren nicht vertreten.

Für die Teilnahme musste zu Beginn (T1) und am Ende (T3) des Beobachtungszeitraums anterior der zweiten Molaren eine vollständige Bezahnung vorliegen, die abgesehen von Engständen der Schneidezähne keine Okklusionsanomalie aufweisen durfte. Alle Teilnehmer waren zu Beginn (T1) zwischen 20 und 26 Jahre alt gewesen – die Frauen im Mittel 22,3, die Männer 22,7 Jahre. Kein Teilnehmer hatte sich zum Zeitpunkt T1 in kieferorthopädischer Behandlung befunden, und in den wenigen vorbehandelten Fällen war die Retentionsphase vor mehr als 5 Jahren beendet worden. Keiner der Teilnehmer hatte sich innerhalb des Beobachtungszeitraums (T1–T3) einer kieferorthopädischen, oralchirurgischen oder größeren restaurativen Zahnbehandlung unterzogen.

Die anteroposterioren Parameter wurden mit der digitalen Schiebelehre erhoben. Dabei entsprach, jeweils gemessen vom Kontaktpunkt der mittleren Schneidezähne, die Gesamttiefe des Zahnbogens der Strecke bis zur Verbindungslinie zwischen dem beidseitigen Kontaktpunkt des ersten zum zweiten Molaren und die Tiefe des Frontbogens der Streckenlänge bis zur Verbindungslinie zwischen dem beidseitigen Kontaktpunkt des Eckzahns zum ersten Prämolaren (Abb. 1). Die Zahnbogenbreiten wurden mit demselben Instrument wie die Längen vermessen und ergaben sich aus dem größten Molar-zu-Molar- bzw. Eckzahn-zu-Eckzahn-Abstand auf der Höhe des Gingivasaums (Abb. 1). Das Quantifizieren der Engstände erfolgte durch Subtraktion des mesiodistalen Platzangebots für die 6 Frontzähne von der Summe der tatsächlichen, per Schiebelehre vermessenen mesiodistalen Zahnbreiten (Abb. 2).

Zur Stabilisierung der Schiebelehre beim Vermessen der Zahnbogentiefe diente eine eigens konstruierte Vorrichtung mit justierbaren Konussen. Diese wurden jeweils so eingestellt, dass sie beidseitig auf den Kontaktpunkt zwischen dem ersten und

Tab. 2 Comparison of repeated measurements taken on 20 randomly selected models after a 3-month interval.**Tab. 2** Vergleich mit Wiederholungsmessungen an 20 zufällig ausgewählten Modellen nach 3 Monaten

		Mean $\Delta \pm$ SD	p
	Fig. 1		
Upper arch anterior width	c–c	0.14 \pm 0.10	1.40
Upper arch posterior width	m–m	0.07 \pm 0.06	1.08
Lower arch anterior width	c–c	0.19 \pm 0.10	1.83
Lower arch posterior width	m–m	0.08 \pm 0.09	0.79
Upper arch anterior depth	a–b	0.04 \pm 0.18	0.23
Upper arch total depth	a–d	0.23 \pm 0.15	1.56
Lower arch anterior depth	a–b	0.04 \pm 0.21	0.20
Lower arch total depth	a–c	0.09 \pm 0.13	0.70
Upper anterior crowding	Fig. 2	0.05 \pm 0.07	0.68
Lower anterior crowding	Fig. 3	0.01 \pm 0.05	0.19
Overjet	Fig. 4	0.10 \pm 0.05	1.86
Overbite	Fig. 4	0.11 \pm 0.08	1.40

upper arch during both periods, while a decrease was noted in the first and an increase in the second period in the lower arch. However, none of these changes were significant in either period, nor when both periods were examined combined (**Tab. 3**). There was an increase during both periods in both arches in women, but none of these changes were significant except in the lower arch when the two periods were combined. There were no significant changes in arch width between the two observation periods in either gender (**Tab. 4**). Neither was there any significant gender difference in arch width changes with respect to changes during any period.

Arch depth changes

Both anterior and total arch depths decreased significantly in upper and lower arches in both genders during both periods (**Tab. 3**). The changes were greatest during the first period in both genders' arches, but the differences between periods were significant in only upper total depth and in the men's lower anterior arch (**Tab. 4**). There were no significant gender differences in changes during the two periods (**Tab. 5**).

Space changes in the anterior segments

A loss of space in the front segments was observed in both genders upper and lower arches that usually resulted in increased crowding (**Tab. 3**). The reduction in available space in the lower arch was significant in both genders and both periods. The loss of space was greater in the lower than upper arch. The reduction in upper-arch space was significant only during the second period in men and in both genders during the two periods taken together. In both genders loss of upper-arch space was largest during the second period (**Tab. 3**), but there was no significant difference between periods in either gender (**Tab. 4**). Neither was there any significant gender difference in space changes in either period (**Tab. 5**).

dem zweiten Molaren bzw. zwischen Eckzahn und erstem Prämolaren zeigten. Eine passende Kerbung in dieser Vorrichtung sicherte die angelegte Schiebelehre gegen seitliches Verrutschen (**Abb. 3**).

Der horizontale Überbiss wurde mit dem Messschieber waagrecht von Zahn 31 auf 21 erhoben (**Abb. 4**), der vertikale Überbiss von der Schneidekante des Zahns 21 bis zum Berührungspunkt der Schiebelehre auf Zahn 31 (**Abb. 4**).

Resultate

Die Angle-Klasse war bei allen Teilnehmern nach T1 unverändert geblieben, die sagittalen Okklusionsverhältnisse waren also im überblickten Altersbereich von 22–43 Jahren stabil.

Veränderungen der Zahnbogenbreite

Die Eckzahn-zu-Eckzahn-Breite verringerte sich bei den Frauen wie auch den Männern in beiden Kiefern und in beiden Einzelzeiträumen signifikant (**Tab. 3**). Bei den Frauen und bei den Männern war diese Abnahme in beiden Kiefern im ersten Einzelzeitraum größer, allerdings waren die Unterschiede zwischen den beiden Einzelzeiträumen – außer im Unterkiefer der Frauen – nicht signifikant. Die Molar-zu-Molar-Breite entwickelte sich variabler. Die Werte dieses Parameters stiegen im Oberkiefer der Männer während beider Einzelzeiträume an, wogegen im Unterkiefer eine Abnahme über den ersten und ein Anstieg über den zweiten Einzelzeitraum zu verzeichnen war. Alle diese Veränderungen waren jedoch weder über einen der beiden Einzelzeiträume noch über den Gesamtzeitraum gesehen signifikant (**Tab. 3**). Bei den Frauen stiegen die Werte in beiden Einzelzeiträumen in beiden Kiefern an, signifikant war jedoch nur der Anstieg im Unterkiefer über den Gesamtzeitraum. Die Unterschiede zwischen den beiden Einzelzeiträumen bei der Zahnbogenbreite waren weder bei den Frauen noch bei den Männern signifikant (**Tab. 4**). Auch war keinem der Zeiträume ein signifikanter Geschlechterunterschied bei den Veränderungen der Zahnbogenbreite zu entnehmen.

Veränderungen der Zahnbogentiefe

Die Tiefe des Front- wie auch des Gesamtbogens reduzierte sich im Verlauf beider Einzelzeiträume bei den Frauen wie den Männern in beiden Kiefern signifikant (**Tab. 3**). Bei beiden Geschlechtern war die Abnahme im ersten Einzelzeitraum größer, allerdings waren die Unterschiede zwischen den beiden Einzelzeiträumen – abgesehen von der oberen Gesamtbogentiefe und, bei den Männern, die untere Frontbogentiefe – nicht signifikant (**Tab. 4**). In beiden Zeiträumen zeigten sich keine geschlechtsspezifischen Unterschiede bei den den Veränderungen (**Tab. 5**).

Platzverhältnisse in den Frontsegmenten

Bei beiden Geschlechtern reduzierte sich das Platzangebot im oberen wie auch unteren Frontsegment, was in der Regel verstärkte Engstände nach sich zog (**Tab. 3**). Im Unterkiefer waren

Tab. 3 Means values and changes based on single periods (T1–T2, T2–T3) and on the total observation period (T1–T3).
Tab. 3 Mittelwerte und Veränderungen über die Einzelzeiträume (T1–T2, T2–T3) und über den Gesamtzeitraum (T1–T3)

		Men											
		Mean	Mean	Difference		Mean	Mean	Difference	Mean	Mean	Difference		
Fig. 1		T1	T2	T1–T2		T2	T3	T2–T3	T1	T3	T1–T3		
Upper arch anterior width	c–c	39.725	39.400	–0.325	*	39.400	39.118	–0.282	***	39.725	39.118	–0.607	***
Upper arch posterior width	m–m	58.097	58.180	+0.083	n.s.	58.180	58.299	+0.119	n.s.	58.097	58.299	+0.202	n.s.
Lower arch anterior width	c–c	31.062	30.337	–0.725	***	30.337	30.016	–0.321	**	31.062	30.016	–1.046	***
Lower arch posterior width	m–m	54.663	53.317	+1.346	n.s.	53.317	54.117	+0.800	n.s.	54.663	54.117	–0.547	n.s.
Upper arch anterior depth	a–b	13.094	12.526	–0.568	***	12.526	12.191	–0.335	***	13.094	12.191	+0.903	***
Upper arch total depth	a–d	37.108	36.713	–0.395	***	36.713	36.593	–0.120	**	37.108	36.593	+0.641	***
Lower arch anterior depth	a–b	8.372	7.605	–0.768	***	7.605	7.137	–0.468	***	8.372	7.137	+1.235	***
Lower arch total depth	a–c	33.461	32.919	–0.542	***	32.919	32.460	–0.459	***	33.461	32.460	+1.001	***
Upper anterior crowding	Fig. 2	–0.022	–0.104	+0.126	n.s.	–0.104	–0.365	+0.261	***	–0.022	0.365	+0.387	***
Lower anterior crowding	Fig. 3	1.297	1.646	+0.349	***	1.646	1.930	+0.284	**	1.297	1.930	+0.633	***
Overjet	Fig. 4	3.051	2.926	–0.124	n.s.	2.926	2.928	+0.002	n.s.	3.051	2.928	+0.122	n.s.
Overbite	Fig. 4	3.164	3.232	+0.068	n.s.	3.232	3.164	–0.068	n.s.	3.164	3.164	–0.000	n.s.
		Women											
		Mean	Mean	Difference		Mean	Mean	Difference	Mean	Mean	Difference		
Fig. 1		T1	T2	T1–T2		T2	T3	T2–T3	T1	T3	T1–T3		
Upper arch anterior width	c–c	37.625	37.250	–0.375	***	37.250	36.983	–0.267	**	37.624	36.983	–0.641	***
Upper arch posterior width	m–m	55.595	55.599	+0.004	n.s.	55.599	55.722	+0.123	n.s.	55.595	55.722	+0.127	n.s.
Lower arch anterior width	c–c	29.538	29.092	–0.446	***	29.092	28.843	–0.249	***	29.538	28.843	–0.695	***
Lower arch posterior width	m–m	52.358	52.490	+0.132	n.s.	52.490	52.592	+0.102	n.s.	52.358	52.592	+0.234	*
Upper arch anterior depth	a–b	13.536	12.914	–0.622	***	12.914	12.482	–0.432	***	13.536	12.482	+1.054	***
Upper arch total depth	a–d	36.390	35.875	–0.515	***	35.875	35.411	–0.464	***	36.390	35.411	+0.979	***
Lower arch anterior depth	a–b	8.791	8.181	–0.610	***	8.181	7.825	–0.356	***	8.791	7.825	+0.966	***
Lower arch total depth	a–c	32.239	31.615	–0.625	***	31.615	31.060	–0.555	***	32.239	31.060	+1.179	***
Upper anterior crowding	Fig. 2	0.487	0.639	+0.152	n.s.	0.639	0.966	–0.327	n.s.	0.487	0.966	–0.479	*
Lower anterior crowding	Fig. 3	1.239	1.505	+0.266	**	1.505	1.902	–0.397	***	1.230	1.902	–0.672	***
Overjet	Fig. 4	3.125	3.115	–0.010	n.s.	3.115	3.112	+0.003	n.s.	3.125	3.112	+0.013	n.s.
Overbite	Fig. 4	2.895	3.023	–0.127	n.s.	3.023	3.183	–0.157	n.s.	2.895	3.183	–0.288	*

n.s. not significant. * $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$; *** $p \leq 0.001$.

Changes in overjet and overbite

Overjet decreased during both periods in both genders, but these changes were not significant during either of the two periods or when the periods were combined (Tab. 3). Nor was there any difference in overjet and overbite changes (Tab. 4) or genders (Tab. 5) during any of the periods.

The overbite increased during the first period in men, decreasing in the next, but these changes were not significant in any period, and there were no significant differences between periods (Tab. 3 and Tab. 4). The women demonstrated no significant increase in either period (Tab. 3). However, when the two periods were combined, this increase was significant. The differences between periods and between genders were not significant during any period (Tab. 5).

diese Platzeinbußen bei beiden Geschlechtern in beiden Einzelzeiträumen signifikant, und sie waren größer als im Oberkiefer. Dort waren die Platzverluste lediglich im zweiten Einzelzeitraum bei den Männern sowie im Gesamtzeitraum bei beiden Geschlechtern signifikant. Bei den Frauen wie auch den Männern waren im zweiten Einzelzeitraum die Platzeinbußen in der Oberkieferfront am größten (Tab. 3), ein signifikanter Unterschied zwischen den Zeiträumen war jedoch für beide Geschlechter nicht feststellbar (Tab. 4). Auch fand sich in keinem Zeitraum ein signifikanter Geschlechterunterschied (Tab. 5).

Horizontaler und vertikaler Überbiss

Bei den Frauen wie den Männern reduzierte sich der horizontale Überbiss in beiden Zeiträumen, allerdings waren diese Veränderungen weder über die Einzelzeiträume noch über den Gesamtzeitraum gerechnet signifikant (Tab. 3). Auch fan-

Tab. 4 Differential changes between the study periods T1–T2 and T2–T3.**Tab. 4** Veränderungsunterschiede zwischen den Einzelzeiträumen T1–T2 und T2–T3

		Men			Women				
		Change T1–T2	Change T2–T3	Difference (T1–T2)–(T2–T3)	Change T1–T2	Change T2–T3	Difference (T1–T2)–(T2–T3)		
	Fig. 1								
Upper arch anterior width	c–c	–0.325	–0.282	+0.043	n.s.	–0.375	–0.267	+0.108	n.s.
Upper arch posterior width	m–m	+0.083	+0.119	–0.036	n.s.	+0.004	+0.123	–0.127	n.s.
Lower arch anterior width	c–c	–0.725	–0.321	+0.404	*	–0.446	–0.249	+0.197	*
Lower arch posterior width	m–m	–1.346	+0.800	+0.546	n.s.	+0.132	+0.102	+0.030	n.s.
Upper arch anterior depth	a–b	–0.568	–0.335	+0.233	n.s.	–0.622	–0.431	+0.191	n.s.
Upper arch total depth	a–d	–0.395	–0.247	+0.147	*	–0.515	–0.464	+0.051	n.s.
Lower arch anterior depth	a–b	–0.768	–0.468	–0.300	*	–0.610	+0.356	+0.255	n.s.
Lower arch total depth	a–c	–0.542	–0.459	+0.083	n.s.	–0.625	–0.555	+0.070	n.s.
Upper anterior crowding	Fig. 2	+0.126	+0.261	–0.135	n.s.	+0.152	+0.327	–0.175	n.s.
Lower anterior crowding	Fig. 3	+0.349	+0.284	+0.065	n.s.	+0.266	+0.397	–0.131	n.s.
Overjet	Fig. 4	–0.124	–0.002	+0.122	n.s.	–0.010	–0.003	+0.007	n.s.
Overbite	Fig. 4	+0.068	+0.068	+0.000	n.s.	+0.127	+0.157	–0.030	n.s.

n.s. not significant *p=0.05; **p=0.01; ***p=0.001.

Discussion

As no statistical differences between the repeated measurements in any of the parameters were discovered, the study findings can be considered reliable. The stabile sagittal relation documented is in accordance with findings made by Harris and Behrenths [8], Harris [7], and Bjørk [4]. In addition, Harris [7] and Richardson and Gormley [14] documented larger dental arches in men than women at their initial examination, a difference that changed very little throughout their observation period. This too is consistent with the findings in this study (Tab. 3).

Arch width changes

In contrast to Harris [7], who observed an increase in intercanine widths in upper and lower arches in both genders, decreases in the intercanine width in both genders' arches during both observation periods were detected in the present study, findings that concur with those of Akgül and Toygar [1], Thilander [18], and Tsiopas et al. [19]. Thus, there is reduced intercanine width from 22 to 33 years of age; although at a slower rate, this reduction continued over the next 10 years in both genders' upper and lower arches. All other relevant studies measuring these parameters (Tab. 1) have revealed the same pattern; thus, both genders' decrease in intercanine width in upper and lower arches also appears to be normal between 33 and 43 years of age.

Earlier studies have reported both an increase and decrease in intermolar width (Tab. 1), and although an increase in this parameter was identified in the present study, the changes were not significant. Neither were there any significant gender differences in either arch during the two periods. The widening of the

den sich bei den Veränderungen des horizontalen und vertikalen Überbiss keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Einzelzeiträumen (Tab. 4) oder zwischen den Geschlechtern (Tab. 5).

Der vertikale Überbiss zeigte bei den Männern im ersten Einzelzeitraum einen Anstieg und im zweiten Einzelzeitraum eine Abnahme, allerdings waren beide Veränderungen ebenso wenig signifikant wie der Unterschied zwischen den Einzelzeiträumen (Tab. 3, 4). Die Frauen zeigten einen für die Einzelzeiträume nicht, für den Gesamtzeitraum jedoch sehr wohl signifikanten Anstieg (Tab. 3). Signifikante Unterschiede zwischen den Einzelzeiträumen oder den Geschlechtern waren nicht zu verzeichnen (Tab. 5).

Diskussion

Da die Wiederholungsmessungen keinerlei statistische Unterschiede für die erhobenen Parameter erbrachten, darf die Reliabilität der gemessenen Werte als gesichert gelten. Der Befund einer stabilen sagittalen Lagebeziehung entspricht den Ergebnissen von Harris u. Behrenths [8] sowie von Harris [7] und Bjørk [4]. Auch Harris [7] sowie Richardson u. Gormley [14] beschrieben zum Zeitpunkt ihrer Ausgangsuntersuchungen größere Dimensionen des männlichen Zahnbogens als des weiblichen, wobei sich im jeweiligen weiteren Beobachtungsverlauf sehr wenig an diesem Unterschied änderte. Auch damit stimmen die hier vorgestellten Daten überein (Tab. 3).

Veränderungen der Zahnbogenbreite

Anders als Harris [7], der bei Frauen und Männern eine Vergrößerung der oberen und unteren Eckzahn-zu-Eckzahn-Breite beobachtete, wurde in beiden Einzelzeiträumen bei beiden Geschlechtern eine Abnahme dieses Parameters beobach-

Tab. 5 Differences in changes between the genders (32 men and 33 women) from 22–33 (T1–T2), and 33–43 (T2–T3) years of age. Negative values indicate a decrease from T1 to T2 and from T2 to T3, and larger change in women than in men.

Tab. 5 Geschlechtsspezifische Veränderungen (32 Männer, 33 Frauen) zwischen 22 und 33 (T1–T2) sowie 33 und 43 (T2–T3) Lebensjahren. Negative Werte zeigen eine Abnahme von T1 bis T2 und von T2 bis T3 sowie größere Veränderungen bei Frauen als bei Männern

Parameter	Man	Women	Difference between genders	Man	Women	Difference between genders
	Change T1–T2	Change T1–T2		Change T2–T3	Change T2–T3	
13–23	–0.325	–0.375	–0.050 n.s	–0.282	–0.267	0.015 n.s
16–26	0.083	0.004	0.079 n.s	0.119	0.123	–0.004 n.s
33–43	–0.725	–0.446	0.279 n.s	–0.321	–0.249	0.072 n.s
36–46	1.346	0.132	1.214 n.s	0.800	0.102	–0.698 n.s
Upper anterior depth	–0.568	–0.622	–0.054 n.s	–0.335	0.431	–0.096 n.s
Upper total depth	–0.394	–0.515	–0.121 n.s	0.247	0.464	–0.217 n.s
Lower anterior depth	–0.394	–0.610	–0.216 n.s	–0.468	0.356	0.112 n.s
Lower total depth	–0.528	–0.625	–0.097 n.s	0.468	0.555	–0.087 n.s
Crowding of upper arch	–0.126	–0.152	–0.26 n.s	0.261	0.327	–0.066 n.s
Crowding of lower arch	0.349	0.266	0.083 n.s	0.284	0.397	–0.113 n.s
Overjet	–0.124	–0.010	0.114 n.s	0.002	0.003	–0.001 n.s
Overbite	0.068	0.128	–0.060 n.s	0.068	–0.157	–0.089 n.s

n.s not significant. *p≤0.05 **p≤0.01 ***p≤0.001.

arches in the molar region should, therefore, be considered less certain than the narrowing in the cuspid region.

Arch depth changes

The present investigation revealed a significant decrease in anterior and total arch depth in both genders' arches and during both observation periods, a finding that concurs with findings in all previous studies. The shortening of the arches observed between 22 and 43 years of age can most likely be regarded as normal in both genders. The rate of this shortening decreased with age in both men and women. There was no gender difference in such changes during the two periods. Both genders appear to experience the same width and depth development in both dental arches from age 22 to 43 years.

Changes in anterior space

A significant reduction in space in both genders in the upper and lower anterior arch was found. As these findings are also in line with those made by previous groups, a decrease in anterior space between ages 22 and 43 years can probably be regarded as normal. This loss of space was greater in the lower than the upper arch, and greater in both arches during the second period than the first.

Changes in overjet and overbite

Overjet decreased in men and women during both observation periods; these changes were greater in the first than the second period, but were not significant in either period, nor was there any significant difference between periods or between genders in any period (although the men's changes were larger than the women's). This finding seems to indicate that the pattern of overjet changes are similar in men and women, and that these changes lessen with age. The overjet decrease

tet. Dieser Befund stimmt überein mit denen von Akgül u. Toygar [1], Thilander [18] und Tsiopas et al. [19]. Die Eckzahn-zu-Eckzahn-Breite reduzierte sich vom 22. bis zum 33. Lebensjahr, und über die nächsten 10 Jahre setzte sich diese Entwicklung in abgeschwächter Form bei beiden Geschlechtern in beiden Kiefern fort. Da diese Muster auch alle weiteren einschlägigen Studien zeigen, in denen dieser Parameter gemessen wurde (Tab. 1), scheint es sich bei der Abnahme der oberen und unteren Eckzahn-zu-Eckzahn-Breite vom 33. bis zum 43. Lebensjahr ebenfalls um ein normales Phänomen zu handeln.

Bezogen auf den Molar-zu-Molar-Abstand ist in der Literatur von einer Zunahme oder auch von einer Abnahme der Zahnbogenbreite die Rede (Tab. 1). Zwar wurde ein Anstieg verzeichnet, doch die Veränderungen waren nicht signifikant. Auch offenbarten sich in den Beobachtungszeiträumen in beiden Kiefern keine signifikanten Unterschiede zwischen Frauen und Männern. Die beobachtete Kieferverbreiterung zwischen den Molaren ist daher ungewisser als die Kieferverschmälerung zwischen den Eckzähnen.

Veränderungen der Zahnbogentiefe

Die hier vorgestellte Untersuchung erbrachte bei den Frauen wie auch den Männern in beiden Beobachtungszeiträumen eine signifikante Abnahme sowohl der Front- als auch der Gesamtbogentiefe im Oberkiefer und im Unterkiefer. Höchstwahrscheinlich ist diese Verkürzung der Zahnbögen zwischen dem 22. und 43. Lebensjahr bei beiden Geschlechtern als normal anzusehen. Ihr Ausmaß nahm bei den Frauen wie auch bei den Männern mit fortschreitendem Alter ab. In den Beobachtungszeiträumen zeigte sich kein Geschlechterunterschied bei diesen Veränderungen. Bei beiden Geschlechtern scheinen somit zwischen dem 22. und 43. Lebensjahr die gleichen Ent-

may be influenced by greater anterior growth in the mandible than in the maxilla. However, the relation between growth and overjet was not investigated in the present study.

The changes in overbite observed were more variable. Overbite increased during both periods in both genders. These changes were greatest in men during the first period, while in the women they were greater during the second period. However, these changes did not differ significantly between the two periods, either in men or women. Nor was there any gender difference during any period, although the women's overbite increased more than the men's. The findings made in the present study demonstrate a tendency for overbite to increase with age and at a growing rate. Changes in the incisors' axial inclination and gender-specific differences in anteroposterior growth of the maxilla and mandible during the two periods may be one reason for the difference observed in overbite development in men and women.

Conclusion

This longitudinal, morphometric investigation of the dental arch in 65 individuals with normal occlusion aged between 22 and 43 years led to the following main findings:

- a decrease in intercanine width in the upper and lower arch in both genders;
- although not significantly, increasing intermolar width in both arches;
- a reduction in both genders' arch depth in the upper and lower arches;
- a decrease in space in anterior segments in both arches and both genders;
- an insignificant reduction in overjet and no change in overbite;
- the rate of changes dropped with age for most of the parameters; and
- no change occurred in anteroposterior occlusion.

Compliance with ethical guidelines

Conflict of interest. O. Bondevik states that there are no conflicts of interest.

References

1. Akgül AA, Toygar TU (2002) Natural craniofacial changes in the third decade of life. A longitudinal study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 106:175–186
2. Bishara SE, Treder EJ, Jakobsen JR (1994) Facial and dental changes in adulthood. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 106:175–186
3. Bishara SE, Jakobsen JR, Treder J (1997) Arch width changes from 6 weeks to 45 years of age. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 111:401–409
4. Bjørk A (1953) Variability and age changes in overjet and overbite. *Am J Orthod* 39:779–801
5. Bondevik O (1998) Changes in occlusion between 23 and 34 years. *Angle Orthod* 68:75–80
6. Forsberg CM (1979) Facial morphology and aging: a longitudinal cephalometric investigation of young adults. *Eur J Orthod* 1:15–23
7. Harris EF (1997) A longitudinal study of arch size and form in untreated adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 111:419–427
8. Harris EF, Behrents RG (1988) The intrinsic stability of Class I molar relationship:

wicklungen der oberen und unteren Zahnbogenbreite sowie -tiefe stattzufinden.

Platzverhältnisse in den Frontsegmenten

Bei den Frauen wie auch bei den Männern wurde eine signifikante Reduktion des Platzangebotes im oberen und unteren Frontzahnbereich verzeichnet. Da diese Befunde den Erkenntnissen von früheren Arbeitsgruppen entsprechen, können Platzeinbußen in den Kieferfronten zwischen dem 22. und 43. Lebensjahr vermutlich als normal gelten. Diese Einbußen waren unten ausgeprägter als oben sowie in beiden Kiefern im zweiten Einzelzeitraum ausgeprägter als im ersten.

Horizontaler und vertikaler Überbiss

Der horizontale Überbiss reduzierte sich in den Beobachtungszeiträumen bei beiden Geschlechtern. Im ersten Einzelzeitraum waren diese Abnahmen stärker als im zweiten. Jedoch waren sie in beiden Einzelzeiträumen nicht signifikant, noch waren signifikante Unterschiede zwischen den Einzelzeiträumen oder zwischen den Geschlechtern zu verzeichnen (auch wenn die Veränderungen bei den Männern größer waren). Dieser Befund scheint darauf hinzuweisen, dass sich die sagittale Frontzahnstufe bei beiden Geschlechtern nach einem vergleichbaren Muster entwickelt und dass diese Veränderung mit zunehmendem Alter schwächer wird. Als Grund für diese Reduktion des horizontalen Überbisses würde ein stärkeres Wachstum des Unterkiefers gegenüber dem Oberkiefer in Frage kommen, jedoch waren Wachstumszusammenhänge nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

Weniger klar präsentieren sich die von uns beobachteten Veränderungen im vertikalen Überbiss. In beiden Zeiträumen zeigten sich für beide Geschlechter Anstiege. Bei den Männern fielen sie im ersten Einzelzeitraum höher aus, bei den Frauen im zweiten, wobei der Unterschied zwischen den Einzelzeiträumen allerdings in beiden Fällen nicht signifikant war. Trotz einer stärkeren Zunahme des vertikalen Überbisses bei den Frauen ergab sich bei keinem der Zeiträume ein Geschlechterunterschied. Nach den hier vorgestellten Befunden wird der vertikale Überbiss tendenziell mit fortschreitendem Alter immer stärker. Für den Unterschied zwischen den Geschlechtern könnten Veränderungen der Schneidezahnachsen und geschlechtsspezifische anteroposteriore Wachstumsverläufe im Ober- und Unterkiefer während der beiden Zeiträume verantwortlich sein.

Schlussfolgerungen

Die wichtigsten Erkenntnisse aus dieser morphometrischen Längsschnittstudie mit 65 zwischen dem 22. und 43. Lebensjahr ausgewerteten Personen mit normaler Okklusion lauten folgendermaßen:

- Eckzahn-zu-Eckzahn-Breite: Abnahme bei beiden Geschlechtern in beiden Kiefern;
- Molar-zu-Molar-Breite: Anstieg in beiden Kiefern, wenn auch nicht signifikant;

- a longitudinal study of untreated cases. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 94:63–67
9. Heikinheimo K, Nyström M, Heikinheimo T et al (2012) Dental arch width, overbite, and overjet in a Finnish population with normal occlusion between the ages of 7 and 32 years. *Eur J Orthod* 34:418–426
 10. Humerfelt A, Slagvold O (1972) Changes in occlusion and cranofacial pattern between 11 and 25 years of age. *Trans Eur Orthod Soc* 1–10
 11. Hunter WS, Priest P (1960) Errors and discrepancies in measurements of tooth size. *J Dent Res* 39:305–314
 12. Little RM, Riedel RA, Artun J (1988) An evaluation of changes in mandibular anterior alignment from 10 to 20 years postretention. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 93(5):423–428
 13. Lundström A (1969) Changes in crowding and spacing of teeth with age. *Dent Pract Dent Rec* 20:218–224
 14. Richardson ME, Gormley JS (1998) Lower arch crowding in the third decade. *Eur J Orthod* 20:597–607
 15. Silman JH (1964) Dimensional changes of the dental arches: longitudinal study from birth to 25 years. *Am J Orthod* 50:824–842
 16. Sinclair PM, Little RM (1983) Maturation of untreated normal occlusion. *Am J Orthod* 83:114–123
 17. Simons ME, Joondeph DR (1973) Change in overbite. A ten-year postretention study. *Am J Orthod* 64:349–367
 18. Thilander B (2009) Dentoalveolar development in subjects with normal occlusion. A longitudinal study between the ages of 5 and 31 years. *Eur J Orthod* 31:109–120
 19. Tsiopas N, Nilner M, Bondemark L, Bjerklin K (2013) A 40 years follow-up of dental arch dimensions and incisor irregularity in adults. *Eur J Orthod* 34:230–235
 20. Bondevik O (2007) Differences between high- and low-angle subjects in arch form and anterior crowding from 23 to 33 years of age. *Eur J Orthod* 29(4):413–416

- Zahnbogentiefe: Abnahme bei beiden Geschlechtern in beiden Kiefern;
- frontales Platzangebot: Abnahme bei beiden Geschlechtern in beiden Kiefern;
- horizontaler und vertikaler Überbiss: Abnahme, wenn auch nicht signifikant;
- Abschwächung der meisten Veränderungen mit fortschreitendem Alter und
- keine Veränderung der anteroposterioren Okklusion.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. O. Bondevik gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Corresponding address

Olav Bondevik
 Department of Orthodontic, University of Oslo
 Geitmyrsvn. 71, 0455 Oslo
 Norway
 olav.bondevik@odont.uio.no