

## Das Orthosystem – ein neues Implantatsystem zur orthodontischen Verankerung am Gaumen

H. Wehrbein<sup>1</sup>, J. Glatzmaier<sup>2</sup>, U. Mundwiler<sup>3</sup>, P. Diedrich<sup>1</sup>

Neben der Ausnutzung des desmodontalen Verankerungspotentials wird häufig der Einsatz zusätzlicher Verankerungshilfen erforderlich, um eine maximale Verankerung zu erzielen [7]. Dabei ist zwischen intra- und extraoralen Verankerungshilfen zu differenzieren. Konventionell werden als intraorale Verankerungshilfen der Transpalatinal- und Lingualbügel, der Nance-holding-arch sowie intermaxilläre Gummizüge zur Erhöhung der desmodontalen Verankerungsqualität eingesetzt. Klinische Studien zeigen, daß der weichteilabgestützte Nance-holding-arch bezüglich des Verankerungswerts nicht überschätzt werden darf [4, 7, 8]. Eine längerfristige Anwendung von Klasse-II-Gummizügen kann unerwünschte Nebeneffekte im Unterkiefer produzieren: Mesialisierung der Molaren, Protrusion der Front und Kippung der Okklusionsebene [28].

Als gebräuchlichste extraorale Verankerungshilfen stehen der Headgear und die Delaire-Maske zur Verfügung. Während der Headgear von Kindern und Jugendlichen in der überwiegenden Anzahl der Fälle toleriert wird, lehnen erwachsene Patienten aufgrund beruflicher und sozialer Umstände die Applikation extraoraler Verankerungshilfen häufig ab. Daher ist es wünschenswert, stabile intraorale Verankerungselemente in orthodontische Behandlungsaufgaben einzubeziehen.

Klinische Fallberichte und experimentelle Studien belegen, daß in den Alveolarfortsatz inserierte osseointegrierte prothetische Implantate orthodontischer Kraftapplikation widerstehen und zur maximalen intraoralen Verankerung her-

**Zusammenfassung.** In der vorliegenden Abhandlung werden das Design und die ersten klinischen Erfahrungen eines neu entwickelten enossalen orthodontischen Verankerungsimplantatsystems (Orthosystem, Institut Straumann, Waldenburg, Schweiz) zur Verankerung im Gaumen beschrieben. Die einteilige Fixtur aus Reintitan besteht aus einem schraubenförmigen enossalen Implantatkörper (sandgestrahlt, säuregeätzt, Durchmesser 3,3 mm, Längen: 4 und 6 mm), einem zylindrischen transmukosalen Halsteil und einem Abutment. Zur zuverlässigen Fixierung quadratischer kommerziell erhältlicher starrer orthodontischer Drähte (0,032 × 0,032 Inch, SS) am Abutment (Transpalatinalbügel) stehen Klemmkappen zur Verfügung. In einer Pilotstudie wurde bei sechs Patienten mit einer Angle-Klasse II (3/4 bis 1 PB, Overjet: ~9 mm) jeweils eine Fixtur in den midsagittalen Bereich des anterioren Gaumens inseriert. Das Behandlungsziel war: Extraktion der ersten Prämolaren im Oberkiefer, Retraktion der Frontzähne bei maximaler Verankerung der Seitenzähne ohne complianceabhängige Verankerungshilfen (Headgear, Klasse-II-Gummizüge). Aufgrund des Designs der Fixtur war nur eine chirurgische Intervention für die Insertion erforderlich (nichtgedeckte Methode), und die Notwendigkeit der Eröffnung zur Applikation eines Abutments und Fixierung des Drahtes entfällt. Dadurch konnte die Belastung der Patienten auf ein Minimum reduziert werden. Die Patienten befinden sich derzeit in verschiedenen Behandlungsphasen. Der Behandlungsablauf des am weitesten fortgeschrittenen Falles wird dargestellt. Die Analyse der klinischen und röntgenologischen Befunde nach zwölfmonatiger Behandlungsdauer (dreimonatige Implantatheilungsphase, neunmonatige orthodontische Behandlung gleich Implantatbelastungsphase) ergab: keine Implantatmobilität/-dislokation, günstige periimplantäre Weichteilbedingungen, keine bemerkenswerte Mesialbewegung (~0,5 mm) der durch das Implantat bzw. den TPA gestützten Seitenzähne und Retraktion der Front-/Eckzähne um etwa 8 mm. Die Explantation und Wundheilung nach Entfernung der Fixtur waren unkompliziert. Bei der Behandlung des Falles waren keine complianceabhängigen extraoralen Verankerungshilfen erforderlich, und auf das Bekleben der eugnathen Unterkieferdentition und deren Nutzung zum Verankerungsaufbau (Klasse-II-Gummizüge) konnte verzichtet werden.

angezogen werden können (kombiniert orthodontisch-prothetische Nutzung) [6, 9, 11, 12, 14–17, 19–22, 24, 26, 27, 29–31].

Aus orthodontischer Sicht ist jedoch die Positionsstabilität von in der Pars alveolaris inserierten, meist relativ groß dimensionierten Fixturen nicht die einzige Anforderung an eine routinemäßige Applikation

im Rahmen der klinischen Anwendung. Denn im Vergleich zur orthodontisch-prothetischen Nutzung liegen bei rein orthodontischen Indikationen andere Ausgangsbedingungen vor: vollständige Dentition oder Extraktionslücken, die geschlossen werden sollen. Daher steht die Pars alveolaris als Insertionsort nicht zur Verfügung. Daraus resultiert, daß orthodontische Verankerungsimplantate zwangsläufig in an-

<sup>1</sup>Klinik für Kieferorthopädie, Medizinische Fakultät der RWTH Aachen.

<sup>2</sup>Abteilung für Kieferorthopädie der Ludwig-Maximilians-Universität München.

<sup>3</sup>Institut Straumann, Waldenburg, Schweiz.

Endgültige Annahme des Manuskripts: 13. 11. 1995.

# The Orthosystem – a New Implant System for Orthodontic Anchorage in the Palate

H. Wehrbein<sup>1</sup>, J. Glatzmaier<sup>2</sup>, U. Mundwiler<sup>3</sup>, P. Diedrich<sup>1</sup>

Besides exploiting the periodontal anchorage potential (teeth), additional anchorage aids are often needed to achieve maximal anchorage [7]. A distinction must be made here between intra- and extraoral anchorage aids. The aids conventionally used for intraoral anchorage to enhance periodontal anchorage quality are transpalatal and lingual bars, Nance holding arch and intermaxillary elastics. Clinical studies show that the soft-tissue-supported Nance holding arch must not be overestimated with respect to its anchorage value [4, 7, 8]. Long-term application of class II elastics may cause undesirable side-effects in the mandible such as mesialisation of the molars and protrusion of the anterior teeth [28].

The extraoral anchorage aids most frequently used are headgear and Delaire mask. While headgear is tolerated by most children and adolescents, adult patients often reject extraoral anchorage aids for professional and social reasons. Ideally, it would therefore be desirable to be able to establish stable intraoral anchorage during orthodontic treatments.

Clinical case reports and experimental studies indicate that endosseous prosthetic implants inserted into the alveolus are resistant to orthodontic force application and can thus be used to provide stable orthodontic anchorage [6, 9, 11, 12, 14–17, 19–22, 24, 26, 27, 29–31].

From an orthodontic standpoint, however, positional stability of relatively large fixtures inserted into the alveolar bone is not

**Summary.** The present report describes the design and first clinical experiences of a newly developed endosseous orthodontic implant anchor system (Orthosystem, Institut Straumann, Waldenburg, Switzerland) for palatal anchorage. The 1-piece fixture made of titanium consists of a screw-type endosseous implant body (sandblasted, acid-etched, diameter 3.3 mm, lengths: 4 and 6 mm), a cylindrical polished transmucosal neck and an abutment. Clamp-caps provide attachment of square commercially available orthodontic wires (0.032 × 0.032 inch, SS) to the abutment (transpalatal bars). In a pilot study 1 fixture (implant body length: 6 mm) was inserted into the midsagittal anterior palatal region in each of 6 adult patients with Angle class II malocclusion (distocclusion 7 to 8 mm, overjet: ~9 mm). The treatment plan included extraction of the first maxillary premolars and retraction of the anterior teeth based on maximum anchorage of the posterior teeth without using compliance-dependent anchorage aids (headgear, class II elastics). Due to the design of the fixture only 1 simple surgical procedure was required for insertion (nonsubmerged method, 1-stage surgery). Accordingly the need for surgical exposure of the abutment for connection and wire insertion was eliminated. Thus, inconvenience to patients was reduced to a minimum. The patients are now at varying active treatment stages. The course of treatment of the most advanced case is described. Evaluation of the clinical and radiological findings after 12 months of treatment (3 months implant healing, 9 months active orthodontic treatment which is equal to the implant loading period) revealed no implant mobility/dislocation, favourable peri-implant soft tissue conditions, no marked mesial movement (~0.5 mm) of the implant/transpalatal bar supported posterior teeth, and 8 mm retraction of the anterior teeth. Retrieval of the fixture and post-operative wound healing were uncomplicated. In the treatment of this case, no compliance-dependent extraoral anchorage was used, and the well aligned mandibular dentition was not bonded provide anchorage support (class II elastics).

the only requirement to be fulfilled for routine application of implants in orthodontic practice. Regular orthodontic patients are subject to different baseline conditions than orthodontic-prosthetic patients because either a full dentition is present or extraction sites are to be closed. The alveolar bone is therefore not available for insertion purposes. Accordingly orthodontic implant anchors inevitably have to be inserted into other topographic-anatomic regions such as the palate [25,

30]. These regions, however, generally have substantially less vertical bone quantity.

One factor involved in endosseous implant intended for use as orthodontic anchors is therefore the need for small dimensions (especially length). As orthodontic anchorage often has to be kept for prolonged periods, low-dimension fixtures have to maintain sufficient long-term positional stability. Besides these 2 essential requirements,

<sup>1</sup>Klinik für Kieferorthopädie, Medizinische Fakultät der RWTH Aachen.

<sup>2</sup>Abteilung für Kieferorthopädie der Ludwig-Maximilians-Universität München.

<sup>3</sup>Institut Straumann, Waldenburg, Schweiz.

Acceptance of Manuscript: 13. 11. 1995.

dere topographisch-anatomische Regionen inseriert werden müssen (zum Beispiel Gaumen) [25, 30]. Diese weisen jedoch in der Regel ein deutlich geringeres vertikales Knochenangebot auf.

Eine Anforderung an enossale, rein orthodontische Verankerungsimplantate ist daher die Notwendigkeit der geringen Dimension (insbesondere der Länge). Da eine orthodontische Verankerung häufig über längere Zeiträume erforderlich ist, müssen auch die gering dimensionierten Fixtoren eine längerfristige Positionsstabilität aufrechterhalten. Neben diesen beiden essentiellen Anforderungen sind für eine erfolgreiche klinische Anwendung orthodontischer Fixtoren folgende Gesichtspunkte von Bedeutung: geringe Patientenbelastung bei der Insertion, aktive Behandlung und Explantation, zuverlässige Fixierung orthodontischer Drähte und einfache Handhabung der Fixtur.

Diese Anforderungen waren Grundlage der Entwicklung eines neuen enossalen Implantatsystems zur orthodontischen Verankerung am Gaumen. Ziel dieser Arbeit ist, das Design des neuen orthodontischen Verankerungsimplantatsystems vorzustellen und erste klinische Erfahrungen anhand eines Fallbeispiels aufzuzeigen.

## Material und Methode

### Orthodontisches Verankerungsimplantatsystem

Das neu entwickelte orthodontische Verankerungsimplantatsystem (Orthosystem, Institut Straumann, Waldenburg, Schweiz) ist eine einteilige Fixtur aus Reintitan, welche aus folgenden Komponenten besteht (Abbildung 1a):

1. enossaler Implantatkörper,
2. transmukosaler Halsteil,
3. Abutment.

Der enossale Implantatkörper weist ein selbstschneidendes Gewinde mit einer sandgestrahlten, säuregeätzten Oberfläche auf. Der Außendurchmesser beträgt 3,3 mm. Folgende Längen stehen zur Verfügung: 4 und 6 mm.

Der transmukosale Halsteil (Durchmesser 4,2 mm) hat eine zylindrische bzw. scheibenförmige Form und ist bis auf seine Basis (Unterseite) hochglanzpoliert. Entsprechend der Schleimhautdicke im Inser-

tionsbereich stehen verschiedene Halsteilhöhen zur Verfügung: 1,5, 2,5 und 4,5 mm. Die Basis ist sandgestrahlt sowie säuregeätzt und sollte nach Insertion der Knochenoberfläche aufliegen.

Das Abutment besteht aus einem zylindrischen unteren (Höhe: 0,8 mm, Durchmesser 2,8 mm) sowie einem oktagonalen oberen Teil. Während der untere Teil im wesentlichen die Aufgabe hat, einen inserierten orthodontischen Draht zu halten, dient der obere Teil dazu, die Fixtur in den Knochen zu schrauben.

Um kommerziell erhältliche Stainless-steel-Drähte der Dimension  $0,8 \times 0,8$  mm ( $0,032 \times 0,032$  Inch) am Abutment zu fixieren, steht eine runde Klemmkappe aus Titan (Durchmesser 5 mm, Höhe 2,65 mm) mit zwei exzentrischen Slots zur Verfügung. Diese wird mit einer Titanschraube (Länge: 3 mm) am Abutment des Implantats befestigt (Abbildung 1b).

Der orthodontische Draht wird durch folgende Komponenten gehalten: Oberseite des zylindrischen Implantathalses, zylindrischer unterer Teil des Abutments und Unterseite des oktagonalen oberen Teils des Abutments auf der einen Seite sowie den beiden genormten Slots und dem inneren Teil der Klemmkappe auf der anderen Seite. Dadurch sollen eine zuverlässige Fixierung (= Einklemmung) des Drahts gewährleistet und die reaktiven Kräfte und Momente in allen drei Raumebenen abgefangen werden.

### Klinische Anwendung

Im medianen Gaumenbereich inserierte enossale Implantate können bei Jugendlichen mit abgeschlossenem Wachstum und erwachsenen Patienten zur orthodontischen Verankerung herangezogen werden, wenn eine maximale Verankerung im Oberkiefer erforderlich ist, und zwar unter folgenden Voraussetzungen:

- Nichtakzeptanz extraoraler Verankerungshilfen,
- vollständige Dentition,
- Extraktionslücken, die geschlossen werden sollen,
- Verzicht auf intermaxilläre Verankerungshilfen.

In einer laufenden klinischen Pilotstudie, in die unter anderem sechs Erwachsene bzw. ausgewachsene jugendliche Patien-

ten mit einer Angle-Klasse II von einer 3/4 bis zu 1 PB eingeschlossen sind, wird momentan die Verankerungsqualität des neuen orthodontischen Verankerungsimplantatsystems (Orthosystem) überprüft. Die sagittale Stufe betrug im Mittel 9 mm. Drei Patienten wiesen einen frontalen Engstand im Oberkiefer auf. Bei fünf Patienten bestand keine Behandlungsnotwendigkeit im Unterkiefer.

Als Behandlungsziel wurde festgelegt: Extraktion der ersten Prämolaren der Maxilla und Retraktion der Fronteckzahnsegmente bei maximaler Verankerung. Das Tragen eines Headgears zum Abfangen der reaktiven Nebenwirkungen bei Vorliegen kritischer Verankerungsbedingungen wurde von den Patienten aufgrund beruflicher Verpflichtungen oder sozialer Umstände ausgeschlossen. Hingegen wurde dem Vorschlag des Einsatzes einer intraoralen Verankerungsfixtur auch nach eingehender Aufklärung über mögliche Komplikationen und die Notwendigkeit des Entfernens des Implantats nach Abschluß der Behandlung zugestimmt.

Die Patienten befinden sich momentan in den unterschiedlichsten Behandlungsphasen. Anhand des aus dieser Patientengruppe am weitesten fortgeschrittenen Falles sollen der Insertionsvorgang, der Behandlungsablauf und die Erfahrungen/Ergebnisse während bzw. nach der Entfernung der Fixtur anhand der klinischen und röntgenologischen Befunde dargestellt werden.

### Kasuistik

Bei einer 16jährigen Patientin mit abgeschlossenem Wachstum (Handröntgenaufnahme: Rc-Stadium) bestand beidseits eine Angle-Klasse II von einer 3/4 bis 1 PB (Abbildung 2a). Alle bleibenden Zähne waren durchgebrochen und standen in Okklusion. Die Weisheitszähne wurden vor etwa einem Jahr durch Osteotomie entfernt. Die Modellanalyse und der initiale Fernröntgenbefund zeigten eine sagittale Stufe von 10 mm (Abbildung 2b). Die Unterkieferdentition wies keine behandlungsbedürftigen Zahnfehlstellungen auf.

Nach Analyse des Fernröntgenseitenbildes im Hinblick auf das zur Verfügung stehende Knochenangebot im anterioren Gaumenbereich wurde der zu verwendende Implantattyp ausgewählt: enossale

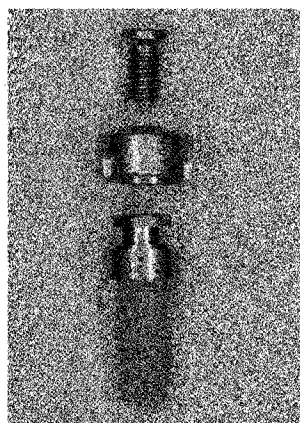


Abbildung 1a – Figure 1a

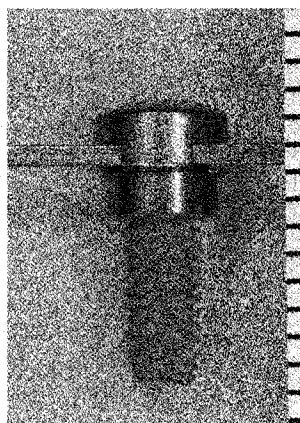


Abbildung 1b – Figure 1b

Abbildung 1a. Komponenten des orthodontischen Verankerungsimplantatsystems (Orthosystem): Endossealer Implantatkörper (Typ: 6 mm Länge), scheibenförmiger Halsteil (Höhe: 1,5 mm) und Abutment (unten) sowie Klemmkappe mit exzentrischen Slots (Mitte) und Schraube (oben).

Figure 1a. Components of the orthodontic implant anchor system (Orthosystem): Endosseous implant body (length 6 mm), discoid neck section (height: 1.5 mm) and abutment (unten) together with clamp-cap with eccentric slots (centre) and screw (top).

Abbildung 1b. Zusammengesetztes orthodontisches Verankerungsimplantatsystem (Orthosystem): Der Draht (TPA, 0,032 × 0,032 Inch, SS) wird durch die Klemmkappe mit Schraube am Implantat fixiert.

Figure 1b. Composite orthodontic implant anchor system (Orthosystem): The wire (TPA, 0.032 × 0.032 inch, SS) is fixed to the implant by the clamp-cap with screw.

factors of importance in the successful application of orthodontic fixtures from aspects of clinical practice are minimum strain on patients during insertion, active treatment and explantation, reliable attachment to orthodontic appliances, and handling simplicity.

These requirements were the focal points an attempt to develop of a new endosseous implant system for palatal orthodontic anchorage. The aim of this study is to present the design of the new orthodontic implant anchor system and to describe the first clinical experiences in a case report.

## Material and Methods

### Orthodontic Implant Anchor

The newly developed orthodontic implant anchor system (Orthosystem, Institut Straumann, Waldenburg, Switzerland) is a pure titanium 1-piece fixture comprising the following components (Figure 1a):

1. Endosseous implant body,
2. transmucosal neck,
3. abutment.

The endosseous implant body has a self-cutting thread with a sandblasted, acid-etched surface. The overall diameter is 3.3 mm, and the available lengths are 4 and 6 mm.

The transmucosal neck section (diameter 4.2 mm) has a cylindrical or discoid shape and is polished apart from its base (lower

side). Neck heights of 1.5, 2.5 and 4.5 mm are available depending on the thickness of the mucosa in the insertion area. The base is sandblasted and acid-etched; it should contact the surface of the bone after insertion.

The abutment consists of a cylindrical lower section (height: 0.8 mm, diameter 2.8 mm) and an octagonal upper section. While the primary function of the lower section is to hold an inserted orthodontic wire, the upper section is designed for screwing the fixture into the bone.

For attaching of commercially available stainless steel wires with a dimension of 0.8 × 0.8 mm (0.032 × 0.032 inch) to the abutment, a round titanium clamp-cap (diameter 5 mm, height 2.65 mm) with 2 eccentric slots is provided. This is fixed to the implant abutment with a titanium screw (length: 3 mm) (Figure 1b).

The orthodontic wire is held by the following components: top of the cylindrical implant neck, lower cylindrical section of the abutment and bottom of the octagonal upper section of the abutment on 1 side, and by the 2 standardised slots and the inner section of the clamp-cap on the other. This is designed to ensure that the wire is reliably fixed (= clamped) and that the reactive forces and moments are intercepted in all 3 planes.

### Clinical Application

If maximum anchorage is required in the maxilla, endosseous implants inserted in the median palatal area can be used for orthodontic anchorage in fully grown juve-

niles and adult patients under the following conditions:

- non-acceptance of extraoral anchorage aids,
- complete dentition,
- extraction sites which are to be closed,
- renouncement of intermaxillary anchorage aids.

In an ongoing clinical pilot study whose probands include 6 adults or fully grown juvenile patients with Angle class II ranging from 3/4 to 1 cusp, the anchoring quality of the newly developed endosseous orthodontic implant anchor system (Orthosystem) is being tested. The mean overjet was 8 mm. Three patients had frontal maxillary crowding; 5 required no mandibular treatment.

The therapeutic objective was extraction of the first maxillary premolars and retraction of the anterior tooth segments with maximum anchorage. The patients were unwilling to wear headgear to intercept the reactive side-effects under critical anchorage conditions for professional or social reasons. However, they accepted a proposed insertion of an intraoral anchorage fixture, despite informations about possible complications and the need for the implant to be removed on completion of the treatment.

The patients are currently at varying stages of treatment. The most advanced case from this group is presented as a case report, using the clinical and radiological findings to demonstrate the insertion procedure, the course of treatment and the experiences/results during/after removal of the fixture.

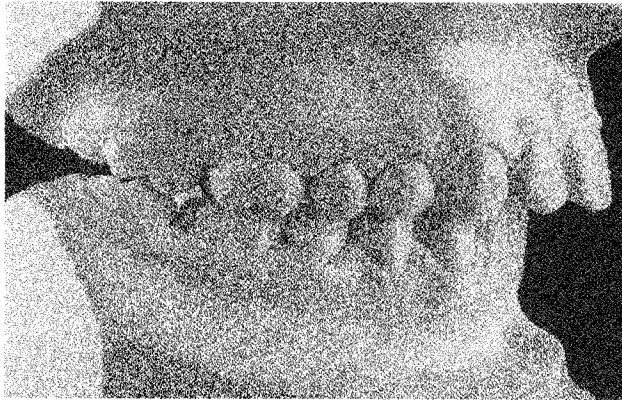


Abbildung 2a rechts - Figure 2a right side



Abbildung 2a links - Figure 2a left side

Abbildung 2a. Anfangsmodelle (16jährige Patientin): Angle-Klasse II (3/4 bis 1 PB), rechts- und linkslaterale Ansicht.

Figure 2a. Pretreatment models of 16-year-old female: Angle class II (7 to 8 mm), view from right and left side.



Abbildung 2b. Fernröntgenseitenbild vor der Behandlung (Ausschnitt): Sagittale Stufe 10 mm, dentale und skeletale Klasse II.

Figure 2b. Pretreatment lateral cephalogram (section): Overjet 10 mm, dental and skeletal class II.

Implantatkörperlänge 6 mm; die Höhe des transmukosalen Halsteils der Fixtur betrug 1,5 mm.

Als perioperative Antibiotikaphylaxe wurde verordnet: Amoxicillin, Clamoxyl® 750 mg, 2 Tabletten vor und 2 nach der Insertion.

Zunächst erfolgte in Lokalanästhesie (Nervi palatini, Nervus incisivus) die Entfernung der palatinalen Mukosa (Abbildung 3a) mit Hilfe einer Schleimhautstanze (Durchmesser 4,2 mm). Nach Präparation des Implantatbettes mit einem normierten Bohrer und intraoperativer Sondierung des Implantatbettes (keine

Perforation benachbarter anatomischer Strukturen) wurde die selbstschneidende Fixtur in einem Winkel von etwa 60° zur Okklusionsebene in den medianen Bereich des Gaumens auf Höhe der Prämolaren inseriert (Abbildungen 3b und 4). Der Eingriff dauerte insgesamt zehn Minuten. Die Fixtur war primär stabil. Die Patientin wurde angewiesen, zwei Wochen lang mit Chlorhexidindigluconat-Lösung zu spülen sowie während der gesam-

ten Behandlung dreimal täglich die Zähne und um das Implantat zu putzen.

Bei den postoperativen Kontrollsitzungen (Implantateinheilungsphase: erste Woche, erster bzw. zweiter Monat nach Insertion) konnte keine Mobilität der Fixtur festgestellt werden. Die periimplantäre Mukosa zeigte keine klinisch nachweisbaren Entzündungszeichen. In der zehnten Woche nach Insertion erfolgte die Extraktion der ersten Prämolaren im Oberkiefer.

Zwei Wochen später wurden Abdrücke genommen, ein individuell konfigurierter Transpalatinalbügel (TPA) hergestellt, der TPA eingesetzt und mit einer Schraube

am Implantat fixiert. In derselben Sitzung begann die aktive orthodontische Behandlung: Applikation von Brackets auf die Seiten- und Eckzähne, bilaterale Insertion von Segmentbögen und Beginn einer isolierten Eckzahnretraktion mit Hilfe von Sentalloy-Zugfedern. Nach drei Monaten war der rechte Eckzahn um 6 mm und der linke um 4 mm distalisiert. Klinisch konnten keine Verankerungsverluste nachgewiesen werden (Abbildung 5a).

Dann erfolgte zunächst die Retraktion der Frontzähne (Dauer: zwei Monate) und anschließend die En-masse-Retraktion des gesamten Fronteckzahnsegments gegen die implantatgestützten Verankerungszähne des Seitenzahnbereichs (Dauer: vier Monate). Auch nach diesen Behandlungsmaßnahmen zeigte der klinische Befund keine Verankerungsverluste im Seitenzahnbereich. Die Lücken konnten vollständig von mesial geschlossen werden. Im Eckzahnbereich wurde eine Klasse-I-Relation erreicht (Abbildungen 5b, 6a, 6b).

Die Fernröntgenbefunde nach Implantatinsertion (siehe Abbildung 4) und gegen Ende der aktiven orthodontischen Behandlung (Abbildung 7a) wurden in ANS und PNS überlagert, um die Positionsveränderung der relevanten Strukturen zu analysieren. Die Auswertung ergab: keine radiologisch nachweisbare Dislokation der Fixtur, Mesialbewegung der Prämolaren um etwa 0,5 mm (unkontrollierte Kippung) sowie Retraktion der Front-/Eckzähne um etwa 8 mm im Sinne





Abbildung 3a. Zustand nach Entfernung der palatinalen Mukosa mittels normierter Schleimhautstanze.

Figure 3a. Palatal mucosa has been removed with a standardised mucosal punch.

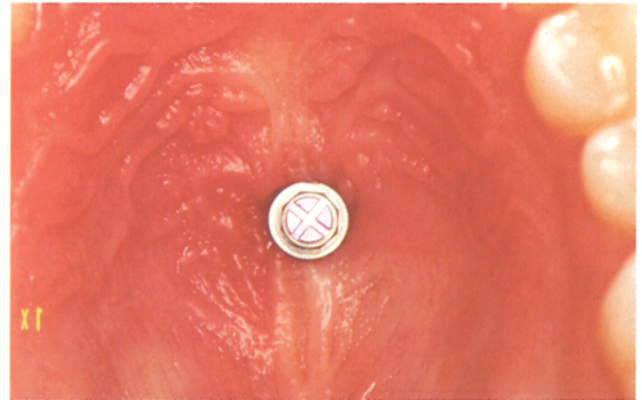


Abbildung 3b. Zustand direkt nach Insertion des Orthosystems im medianen Gaumen; keine Versorgung mit Nähten erforderlich.

Figure 3b. Situation immediately after insertion of the Orthosystem in the median palate; no suturing necessary.

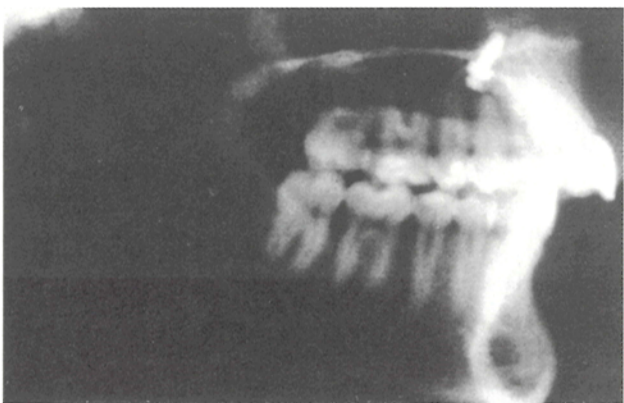


Abbildung 4. Fernröntgenseitenbild direkt nach Insertion des Orthosystems: Die säuregeätzte Basis des scheibenförmigen Implantatalses liegt dem knöchernen Gaumen auf; dadurch zusätzliche Stabilität der Fixtur (Drehmomente, Scherkräfte).

Figure 4. Lateral cephalogram (section) obtained immediately after insertion of the Orthosystem: The acid-etched base of the discoid implant neck contacts the osseous palate, giving the fixture additional stability (torques, shear forces).

### Casuistry

A fully grown 16-year-old patient (wrist film radiograph: stage Rc) had Angle class II (~1 cusp) on both sides (Figures 2a). All remaining teeth were erupted and in occlusion. The wisdom teeth had been removed by osteotomy about 1 year earlier. Analysis of the dental cast and the initial radiographs showed an overjet of 10 mm (Figure 2b). The mandibular dentition revealed no malpositioning requiring correction.

Following analysis of the lateral cephalogram with respect to the vertical bone quantity available in the anterior palatal area, the type of implant to be used was selected: endosseous implant body length 6 mm, height of transmucosal neck section of fixture 1.5 mm.

As perioperative antibiotic regimen, 2 amoxicillin (Clamoxyl® 750 mg) tablets were prescribed before and 2 after insertion.

In local anaesthesia (palatine and incisal nerves) the palatal mucosa was removed

(Figure 3a) with a mucosal punch (diameter 4.2 mm). Following preparation of the implant bed with a standardised drill and intraoperative probing of the implant bed (no perforation of adjacent anatomic structures), the self-threading fixture was inserted at an angle of about 60° to the occlusal plane in the median palatal area at the level of the premolars (Figures 3b and 4). The intervention took totally 10 minutes. The patient was instructed to use a chlorhexidine digluconate mouthrinse for a fortnight and to clean her teeth and the

implant 3 times a day throughout the treatment period.

The postoperative checks (implant healing period) revealed no mobility of the fixture. The peri-implant mucosa showed no sign of acute inflammation. The first maxillary premolars were extracted 10th week after insertion.

Two weeks later impressions were taken and a transpalatal arch (TPA) was adapted in the laboratory. The TPA was then attached to the implant. At the same session brackets were placed on the posterior teeth and canines, and bilateral segmented arches were inserted for retraction of the canines using Sentalloy traction springs. After 3 months the right canine was distalised by 6 mm and the left by 4 mm (Figure 5a). Clinical examination revealed no anchorage loss.

Subsequent retraction of the front teeth (duration: 2 months) was then followed by en-mass retraction of the entire frontal segment against the implant-supported anchorage teeth (duration: 4 months). Clinical examination again revealed no anchorage loss of lateral teeth in relation to the untreated mandibular dentition after these measures as well as no implant mobility. The extraction sites were completely closed from mesial. In the canine area, an Angle class I relation was achieved (Figures 5b, 6a, 6b).

The lateral cephalograms after implant insertion (cf. Figure 4) and towards the

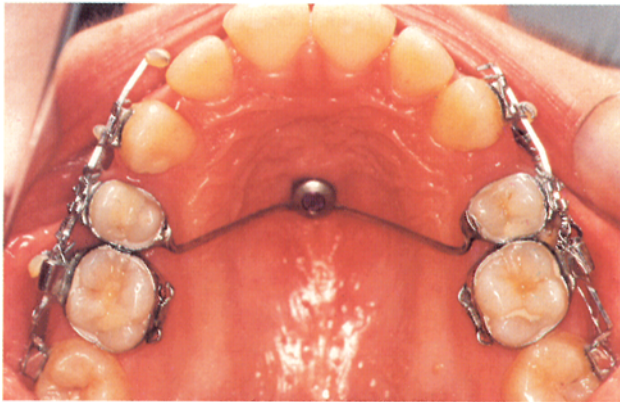


Abbildung 5a. Zustand drei Monate nach Beginn der Eckzahnretraktion: Durch das Implantat wird über den TPA die Verankerungsqualität der Seitenzähne erhöht (indirekte Implantatverankerung).

Figure 5a. Situation 3 months after start of canine retraction: The anchorage of the posterior teeth is enhanced by the implant through the TPA (indirect implant anchorage).

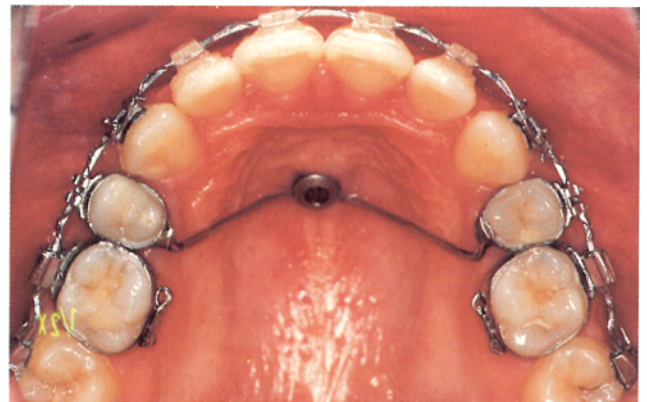


Abbildung 5b. Zustand nach En-masse-Retraktion und Lückenschluß.

Figure 5b. Situation after space closure.

einer kontrollierten Kippung (Abbildung 7b).

Hinsichtlich des Plaquebefalls, des Zustands der periimplantären Mukosa und der Mobilität der Fixtur konnte während der aktiven Behandlung (Kraftapplikationsphase: Kontrollsitzen einmal monatlich, Abstand: ~4 Wochen) festgestellt werden: keine bzw. Plaque nur erkennbar, wenn mit einer Sonde am marginalen Rand des Implantats entlang gefahren wurde, überwiegend fehlende Blutung bei Sondierung des periimplantären Sulkus (mesial/distal) sowie keine Mobilität der Fixtur (Feststellung nach Entfernung der Klemmkappe). Bei systematischen Befragungen in den einzelnen Kontrollsitzen wurden von der Patientin keine Schmerzen angegeben.

Für die Explantation stand eine normierte Hohlfräse zur Verfügung, die durch den Implantatthals sowie eine in das Abutment einzuschraubende zylinderförmige Hülse (Durchmesser 4,2 mm) exakt geführt wird. Dadurch entsteht bei der Entfernung eine Knochenkavität definierter Größe, die der Länge des enossalen Implantatkörpers und einem Durchmesser von etwa 5 mm entspricht.

Die Lokalanästhesie und Antibiotikaeinnahme wurden wie bei der Implantatinsertion durchgeführt. Der Explantationsvorgang dauerte acht Minuten. Dabei wurden von der Patientin keine Schmerzen ange-

geben. Bei der intraoperativen Sondierung der Knochenkavität konnte wiederum keine Perforation zur Nase festgestellt werden. Anschließend wurde der Gaumen mit einer Verbandsplatte versorgt. Entsprechend der Auskunft der Patientin genügte die Einnahme einer Tablette Paracetamol (Paracetamol-ratiopharm 500®), um eine ausreichende postoperative Schmerzfreiheit zu erzielen. Bei den Kontrollbesuchen am ersten, siebten, 30. und 60. Tag nach Entfernung der Fixtur konnte eine unkomplizierte, adäquate Wundheilung festgestellt werden (Abbildungen 8a und 8b).

### Diskussion

Am häufigsten wird der Headgear zur maximalen Verankerung von Oberkieferseitenzähnen eingesetzt. Prinzipiell sind damit jedoch einige Nachteile verbunden: Tragedauer/Compliance und potentielle Risiken (Verletzungsgefahr, Jiggling-Effekte) [1, 2, 7, 23, 26].

Weiterhin wird das Tragen eines Headgears von vielen erwachsenen Patienten aus den verschiedensten Gründen abgelehnt. Gerade bei dieser Patientengruppe bietet sich der Einsatz eines palatinalen Verankerungsimplantats an (abgeschlossenes skelettales Wachstum, kompakter suturaler Bereich). Selbst bei Jugendlichen mit abgeschlossenem Wachstum kann die Fixtur eingesetzt werden (siehe Fallbeispiel). In einer radiologischen Studie konnten Revelo u. Fishman [18] nach-

weisen, daß bei Abschluß des skelettalen Wachstums (Handröntgenaufnahme) im Mittel bereits über 50% der Länge der palatinalen Suturen verschlossen und somit kein transversales Wachstum mehr zu erwarten ist. Daher ist auch bei dieser Patientengruppe eine Wachstumshemmung durch ein palatinal inseriertes Implantat eher unwahrscheinlich.

Die mediane palatinale Region wurde von Triaca et al. [25], Wehrbein [30], Glatzmaier et al. [10], Block u. Hoffman [3] und Hoffman [13] als Insertionsort für orthodontische Verankerungsimplantate beschrieben.

Dabei wurden aufgrund des im Vergleich zur Pars alveolaris geringeren vertikalen Knochenangebots bzw. der Notwendigkeit des Entfernens der Fixtur nach Abschluß der Behandlung verschiedene Konzepte entwickelt: enossales Titanflächschraubenimplantat [25], enossales resorbierbares Verankerungsimplantat [10] sowie eine subperiostal zu applizierende mit Hydroxylapatit beschichtete Scheibe aus Titanalloy [3, 13].

Die schraubenförmige Oberfläche des orthodontischen Verankerungsimplantats vom Typ 6 mm Länge hat im vorliegenden Fall ausgereicht, um die reaktiven Kräfte und Momente auch über längere Behandlungszeiträume abzufangen. Dies hängt vermutlich auch mit der Oberflächenbeschaffenheit der Fixtur zusammen (sandgestrahlt, säuregeätzt → Oberflächenvergrößerung [5, 32]). Wilke et al. [32] und Buser et al. [5] konnten nachweisen, daß sowohl die Rauigkeit als auch die chemi-



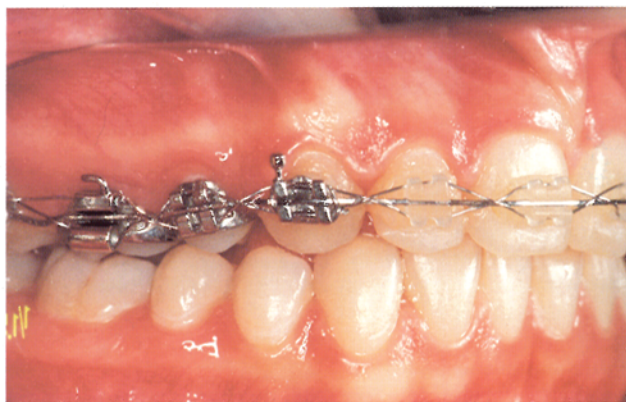


Abbildung 6a – Figure 6a

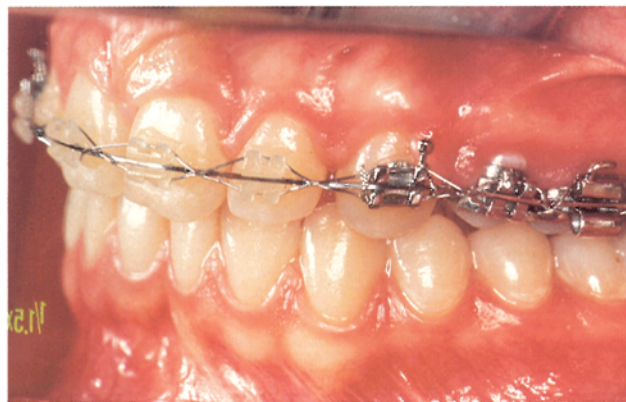


Abbildung 6b – Figure 6b

Abbildungen 6a und 6b. Rechts- (a) und linkslaterale Ansicht (b) nach Lückenschluß: Keine klinisch nachweisbaren Verankerungsverluste in Relation zur unbehandelten Unterkieferdentition, Klasse-I-Relation im Eckzahnbereich.

Figures 6a and 6b. Right (a) and left (b) views after space closure: No clinical evidence of anchorage losses in relation to the untreated mandibular dentition. Angle class I has been obtained on the canines.

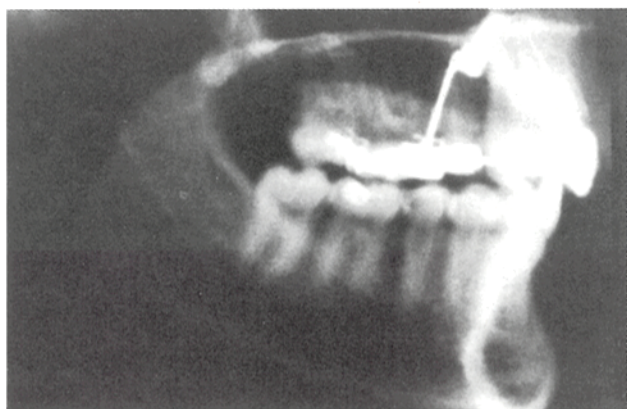


Abbildung 7a. Fernröntgenseitenbild nach Lückenschluß: Reduktion der sagittalen Stufe um etwa 8 mm (vgl. Abbildung 2b).

Figure 7a. Lateral cephalogram (section) after space closure and reduction of overjet by circa 8 mm (cf. Figure 2b).

end of active orthodontic treatment (Figure 7a) were overlaid in ANS and PNS to analyse the change in the position of the relevant structures. Evaluation revealed no radiologically detectable positional change of the fixture, mesial movement of the premolars by circa 0.5 mm (uncontrolled tipping) and retraction of the incisors/canines by about 8 mm in terms of controlled tipping (Figure 7b).

Concerning plaque accumulation around the implant, state of the peri-implant mucosa and mobility of the fixture the following findings were recorded throughout the active treatment period (equal to

force application period: control checks 1 time/month): no plaque and plaque only verifiable when a probe was moved around the marginal part of the implant, respectively; predominantly no bleeding on probing of the peri-implant sulcus; no mobility of the fixture (evaluation after removal of clamp-cap). The patient reported no pain during any systematic interview at the control checks.

Removal of the fixture (retention period) was done with a standardised hollow explantation drill which is precision-guided

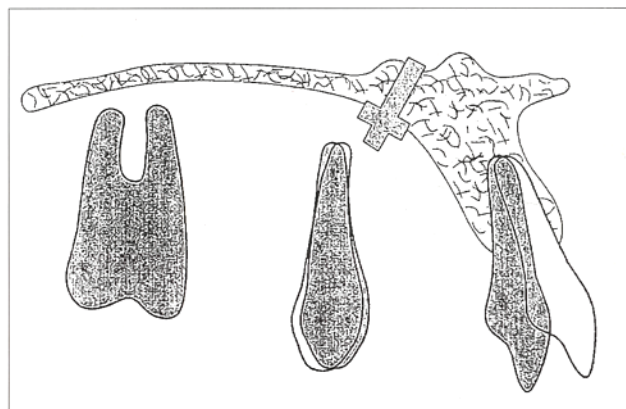


Abbildung 7b. Überlagerung der Durchzeichnungen der Fernröntgenseitenbilder (Abbildungen 4 und 7a) in ANS-PNS: Keine Implantatdislokation, Mesialbewegung der implantatgestützten Prämolaren um etwa 0,5 mm sowie Retraktion der Frontzähne um etwa 8 mm.

Figure 7b. Superimpositioning of lateral cephalograms from before and after treatment (Figures 4 and 7a) on ANS-PNS: No implant dislocation, mesial movement of implant-supported premolars by about 0.5 mm and retraction of incisors by 8 mm.

through the implant neck and through a cylindrical sleeve screwed into the abutment (diameter 4.2 mm). Removal thus leaves a bone cavity of a defined size corresponding to the length of the endosseous implant body with a diameter of circa 5 mm.

Local anesthesia and antibiotic regimen for retrieval were equal to those of implant insertion. The explantation procedure took 8 minutes and the patient re-





Abbildung 8a. Gaumen am ersten Tag nach Entfernung der Fixtur (Retentionsphase): Keine Lappenpräparation und Nähte zur Wundversorgung, stabilisiertes Koagulum in der Explantationskavität.

Figure 8a. Palate 1 day after removal of the Orthosystem fixture (retention period): No flap preparation and suturing, stabilized blood coagulum in the explantation cavity.

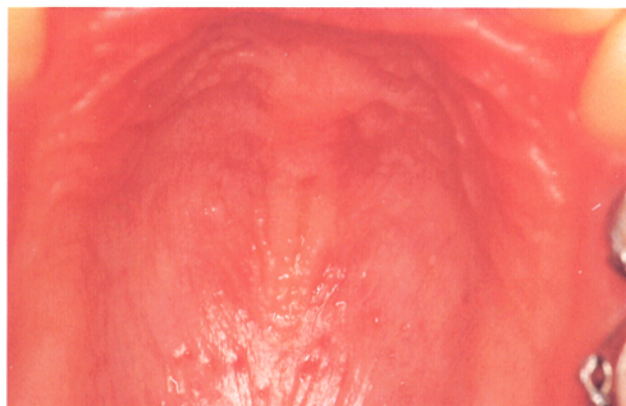


Abbildung 8b. Gaumen zwei Monate nach Entfernung der Fixtur: Verheilte Schleimhaut, bläuliche Farbe, keine Entzündungszeichen.

Figure 8b. Palate 2 months after removal of the Orthosystem fixture: Healed mucosa of a pale pink colour, no inflammatory signs.

sche Behandlung von Titan einen signifikanten Einfluß auf den Anteil von Knochenkontakt an der Implantatoberfläche und die Stabilität der Fixturen haben.

Weiterhin ist davon auszugehen, daß durch die Gestaltung (Form) des Implantathalses sowie dessen Oberflächenbeschaffenheit auf der Unterseite (säuregeätzt, sandgestrahlt), die idealerweise der Knochenoberfläche aufliegen sollte, der Fixtur eine zusätzliche Stabilität verliehen wird. Konzeptionell ist das Verankerungsimplantat daher eine Kombination aus einem enossalen und einem dem Knochen aufliegenden Teil (epiossal). Möglicherweise führt dieses bei der Konstruktion berücksichtigte Konzept dazu, daß auch Verankerungsfixturen vom Typ 4 mm Implantatkörperlänge orthodontischer Kraftapplikation widerstehen. Dies müßte jedoch durch weitere klinische und experimentelle Studien bestätigt werden.

Wie bereits einleitend erwähnt, sind neben den beiden essentiellen Anforderungen (geringe Länge und Positionsstabilität) für die erfolgreiche klinische Anwendung von Bedeutung:

1. möglichst geringe Patientenbelastung,
2. zuverlässige Fixierung orthodontischer Drähte,
3. einfache Handhabung.

Der möglichst geringen Patientenbelastung sollte unter anderem durch das ein-

teilige Konstruktionsprinzip Rechnung getragen werden. Denn nach der Insertion wird kein weiterer Eingriff zur Freilegung (einzeitige Methode), wie zum Beispiel bei gedeckelt einheilenden Implantaten, erforderlich. Zudem kann durch die Nutzung einer dem Durchmesser des transmukosalen Halsteils entsprechenden normierten Schleimhautstanze auf die Präparation eines Mukoperiostlappens bei der Insertion verzichtet werden. Nähte waren nicht erforderlich. Das Schleimhautmanagement ist somit auf ein relativ einfaches Niveau reduziert.

Hoffman [13] und Block u. Hoffman [3] entwickelten eine subperiostal zu applizierende, scheibenförmige mit Hydroxylapatit beschichtete Fixtur aus Titanalloy (Onplant: Höhe 2 mm, Durchmesser 10 mm), welche über einen durch Paramarginalschnitt präparierten subperiostalen Tunnel in den medianen Bereich des Gaumens geschoben wird. Nach vier Monaten unbelasteter Einheilung wurden die Fixturen freigelegt und orthodontisch belastet. Der Vorteil dieser Fixtur liegt darin, daß bei der Insertion und Explantation keine intraossalen Kavitäten präpariert werden müssen. Die weichteilchirurgischen Maßnahmen bei der Im- und Explantation sind jedoch deutlich umfangreicher, zumal ein zweiter Eingriff für die Freilegung des Onplants erforderlich ist.

Die palatinale Mukosa um den transmukosalen Halsteil (Durchmesser 4,2 mm)

der mit dem enossalen orthodontischen Verankerungsimplantat versorgten Patientin war weitestgehend entzündungsfrei; während der aktiven Behandlung wurden keine Schmerzen angegeben.

Bei Untersuchung auf Plaquebefall und Sondierung des periimplantären Sulkus konnte im vorgestellten Fall nachgewiesen werden: keine bis geringe Plaque am Implantat sowie in der überwiegenden Zahl der Kontrollsitzen fehlende Blutung bei Sondierung des periimplantären Sulkus. Diese Befunde zeigen, daß trotz der schwierigeren Zugänglichkeit für Hygienemaßnahmen im Vergleich zum Alveolarfortsatz der Plaquebefall gering war und günstige periimplantäre Weichteilsbedingungen vorlagen. Dies kann einerseits auf regelmäßige und effektive Hygienemaßnahmen um das Implantat, andererseits auch auf das Design des Implantathals-/Klemmkapenbereichs zurückzuführen sein.

Weiterhin war die Beeinträchtigung der Patienten durch die Entfernung der Fixtur relativ gering. Die postoperative Wundheilung im Explantationsbereich verlief unkompliziert.

Die Fixtur wies in der Kraftapplikationsphase keine Mobilität auf. Röntgenologisch konnte keine Implantatdislokation nachgewiesen werden (siehe Abbildung 7b). Bei keiner Kontrollsitzen wurde eine Lockerung von Klemmkappe und

ported no pain during surgical intervention. A perforation to the nose could not be stated by probing the osseous cavity. The palate was then covered by an acrylic plate. According to the patient's account 1 paracetamol (Paracetamol-ratiopharm® 500 mg) tablet was sufficient to achieve total postoperative painlessness. At the control checks on day 1, 7, 30 and 60 after retrieval an uncomplicated wound healing could be stated (Figures 8a and 8b).

## Discussion

Most frequently the headgear is used for maximal anchorage of maxillary lateral teeth. In principle this is associated with some disadvantages: duration of wear/compliance and potential risks (injuries, jiggling-effects) [1, 2, 7, 23, 26].

Furthermore headgear is rejected by many adults for various reasons. Especially in this group of patients installation of a palatal implant is favourable (completed growth, compact sutural bone). Even in juveniles with completed growth the implant can be used (see case report). In a radiological study, Revelo and Fishman [18] found that at the end of the skeletal growth more than 50% of the length of the palatal suture is already fused. Thus, transversal growth is supposed to be completed. Therefore, it is unlikely that insertion of an endosteal palatal implant at this maturity stage may lead to an inhibition of growth in this area.

The median palatal region has been described by Triaca et al. [25], Wehrbein [30], Glatzmaier et al. [10], Block and Hoffman [3], and Hoffman [13] as suitable for the insertion of orthodontic implant anchors.

These authors have developed various concepts in view of the small vertical bone quantity available in comparison with the alveolar bone and because of the need for the fixture to be removed when treatment is finished: endosseous titanium flat-screw implant [25], endosseous resorbable implant anchor [10] and a subperiosteally applied titanium alloy disc coated with hydroxylapatite [3, 13].

The screw-type surface of the 6 mm orthodontic implant anchor was capable of

intercepting the reactive forces and moments in the present case. This may be due to the surface characteristics of the fixtures (sandblasted, acid-etched → increased surface [5, 32]). Wilke et al. [32] and Buser et al. [5] stated that the roughness and chemical treatment of the implant surface lead to an increase of implant stability and percentage of direct bone contact at the interface.

Furthermore the form of the implant neck and its surface characteristics on the lower side (acid-etched, sandblasted), which should ideally contact the surface of the bone, can moreover be assumed to give the fixture additional stability. From its concept, the implant anchor therefore combines an endosseous and an epiossal part. Taking this concept into account in the construction may result in 4 mm implant anchors resisting orthodontic force application, but this has still to be confirmed by clinical experience and experimental investigations.

As already stated, the factors of significance in successful clinical application are, together with the 2 essential requirements (minimum length and positional stability):

1. minimum strain on the patient,
2. reliable fixing of orthodontic wires,
3. handling simplicity.

The demand for minimum strain on the patient should be met partly with the 1-part design principle, as no further intervention is needed for post-insertion exposure as with covered implants. Moreover, preparation of a mucoperiosteal flap for insertion can be dispensed with by using a mucosal punch corresponding to the diameter of the transmucosal neck section. No sutures were necessary. Management of the palatal mucosa is thus reduced to a relatively simple level.

Hoffman [13] and Block and Hoffmann [3] developed a subperiosteally applied titanium alloy discoid fixture coated with hydroxylapatite (onplant: height 2 mm, diameter 10 mm), which is inserted into the median palatal area through a subperiosteal tunnel prepared from a paramarginal incision. After 4 months of unloaded healing, the fixtures were exposed and subjected to orthodontic force. The advantage of this fixture is that no intraosseous cavities have to be prepared during inser-

tion and explantation. The soft-tissue surgery during implantation and explantation is, however, far more extensive, especially as a second intervention is needed to expose the onplant.

In the patient under review in this report the palatal mucosa round the transmucosal neck/clamp-cap, section (diameter 4.2 mm) of the endosseous orthodontic implant anchor was largely inflammation-free and no pain was reported during active treatment.

Assessment of plaque accumulation around the implant and probing of the peri-implant sulcus revealed missing or low grade adherent plaque, and predominantly no bleeding on probing during active treatment. These findings indicate that despite a more difficult oral hygiene accessibility of the palate in comparison with the alveolar region plaque accumulation was low and peri-implant soft tissue conditions were favourable. This is probably a result of frequent and effective oral hygiene measures by the patient as well as the implant neck/clamp-cap design, too.

Furthermore, the inconvenience caused to the patient by removal of the fixture was low. The postoperative tissue healing in the explantation area was adequate.

The fixture displayed no mobility in the force application phase. Radiography revealed no implant dislocation (cf. Figure 7b). At no control session was any loosening of the clamp-cap and screw recorded. The low-grade mesial movement of the premolars is therefore probably due to slight deformation of the TPA, as the long lever arm (distance between attachment at implant and that of the crowns of the anchorage teeth) results in even low horizontal loads on the anchorage teeth leading to high reactive torques which have to be intercepted by the TPA. This deformation would have to be reduced by integrating a more rigid TPA.

Hoffman [13] applied (4 patients, Angle class II, extraction of both maxillary premolars, maximal anchorage of lateral teeth) round TPA (0.051 inch) which fitted closely the distal part of the abutment. Fixation of the wire was not performed. From the mechanical standpoint a reliable fastening of the wire in all planes should not be granted by this method. Theoretically

Schraube festgestellt. Die geringgradige Mesialbewegung der Prämolaren ist daher vermutlich auf eine leichte Deformation des TPA zurückzuführen. Denn aufgrund des langen Hebelarms (Abstand Ansatzpunkt am Implantat zu dem der Kronen der Verankerungszähne) führen selbst geringe horizontale Belastungen der Verankerungszähne zu hohen reaktiven Drehmomenten, die durch den TPA abgefangen werden müssen. Um diese Deformation zu reduzieren, müßte ein starrer TPA integriert werden.

Hoffman [13] nutzte in der klinischen Anwendung bei vier Patienten (Dysgnathie der Angle-Klasse II, Prämolarenextraktion im Oberkiefer, maximale Verankerung der Seitenzähne) einen runden TPA (0,051 Inch), welcher dem Abutment des Onplants distal anlag. Eine Fixierung des runden Drahts am Abutment wurde nicht vorgenommen. Unter mechanischen Gesichtspunkten dürfte dadurch jedoch keine zuverlässige dreidimensionale Kontrolle der

Verankerung gewährleistet sein. Theoretisch müßten die implantatgestützten horizontal belasteten Verankerungszähne um das Abutment nach anterior rotieren.

Triaca et al. [25] nutzten einen Vierkantdraht als TPA (0,032 × 0,032 Inch), welcher in einen paßgenauen Kreuzschlitz des Abutments mit einer Drahtligatur fixiert wurde. Glatzmaier et al. [10] befestigten einen Vierkantdraht (0,032 × 0,032 Inch) in einem kongruenten Schlitz mit einer Schraube. Bei diesen beiden Varianten ist davon auszugehen, daß die am Abutment auftretenden Drehmomente sowie Kräfte abgefangen werden können. Zukünftige In-vitro-Belastungsversuche des Klemmkappen/Abutment/TPA-Komplexes des hier vorgestellten Systems sind erforderlich, um die Stabilität der Fixierungselemente bei Belastung mit verschiedenen Kraftgrößen genauer zu analysieren.

Als Ergebnis des Einsatzes des Implantats konnte, wie anhand des Fallbeispiels auf-

gezeigt wurde, auf compliancabhängige Verankerungshilfen (Headgear, Klasse-II-Gummizüge) verzichtet werden. Die Applikation von Brackets im Unterkiefer und die Nutzung der eugnathen Unterkieferdentition zum Verankerungsaufbau waren nicht erforderlich. Die Extraktionslücken konnten in einer relativ kurzen Zeiteinheit geschlossen werden. Die periimplantäre Mukosa zeigte keine oder nur geringe Zeichen einer Entzündung. Die Belastung der Patientin durch Insertion, während der aktiven orthodontischen Behandlung und bei der Entfernung der Fixtur wurde als gering eingestuft. Die postoperative Wundheilung verlief ohne Komplikationen.

Die Auswertung der Befunde weiterer Patienten, welche in diese Studie einbezogen sind, wird dazu beitragen, detailliertere Informationen zur klinischen Wertigkeit des vorgestellten orthodontischen Verankerungssystemes (Orthosystem) zu liefern.

## References

1. American Association of Orthodontists: Special Bulletin on extra-oral appliance care. Amer. J. Orthodont. dentofac. Orthop. 68 (1975), 457.
2. American Association of Orthodontists Bulletin: Preliminary results of head gear survey. Bulletin 1 (1982), 2.
3. Block, M. S., D. R. Hoffman: A new device for absolute anchorage for orthodontics. Amer. J. Orthodont. dentofac. Orthop. 3 (1995), 251–258.
4. Bondemark, L., J. Kuroi: Distalization of first and second molars simultaneously with repelling magnets. Europ. J. Orthodont. 14 (1992), 264–272.
5. Buser, D., R. K. Schenk, S. Steinmann, J. P. Fiorelli, C. H. Fox, H. Stich: Influence of the surface characteristics on bone integration of titanium implants. A histomorphometric study in miniature pigs. J. biomed. Mater. Res. 25 (1991), 889–902.
6. Creekmore, T. D., M. K. Eklund: Possibilities of skeletal anchorage. J. clin. Orthodont. 17 (1983), 266–269.
7. Diedrich, P.: Verschiedene orthodontische Verankerungssysteme – eine kritische Betrachtung. Fortschr. Kieferorthop. 54 (1993), 156–171.
8. Fuhrmann, R., H. Wehrbein, P. Diedrich: Anteriore Verankerungsqualität der modifizierten Nance Apparatur bei der Molarendistalisierung. Kieferorthopädie 8 (1994), 45–52.
9. Gainsforth, B. L., L. B. Highley: A study of orthodontic anchorage possibilities in basal bone. Amer. J. Orthodont. oral. Surg. 31 (1945), 406–417.
10. Glatzmaier, J., H. Wehrbein, P. Diedrich: Die Entwicklung eines resorbierbaren Implantatsystems zur orthodontischen Verankerung. Fortschr. Kieferorthop. 56 (1995), 175–181.
11. Gray, B. G., M. E. Steen, G. J. King, A. E. Clark: Studies on the efficacy of implants as orthodontic anchorage. Amer. J. Orthodont. dentofac. Orthop. 83 (1983), 311–317.
12. Haanaes, H. R., A. Stenvik, E. S. Beyer-Olson, T. Tryti, O. Raehn: The efficacy of two-stage titanium implants as orthodontic anchorage in the preprosthodontic correction of third molars in adults – a report of three cases. Europ. J. Orthodont. 13 (1991), 287–296.
13. Hoffman, D.: Implants and orthodontics. In: Block, M. S., J. K. Kent (eds.): Endosseous implants for maxillofacial reconstruction. W. B. Saunders, Philadelphia–London–Toronto–Sydney–Tokyo 1995.

cally the implant supported anchor teeth must have been rotated around the abutment anteriorly.

Triaca et al. [25] inserted a square TPA (0.032 × 0.032 inch) into a well fitting cross-shaped slot and fixed it with a ligature. Glatzmaier et al. [10] clamped a square TPA (0.032 × 0.032 inch) into a slot of the same dimension. Fixation was done by a screw. These 2 variants are assumed intercepting the moment and forces exerted to the abutment. In vitro experiments are needed to evaluate the

stability of the abutment/clamp-cap/TPA complex of the implant system presented in this report.

As demonstrated by the case report, the use of the orthodontic implant anchor system (Orthosystem) dispensed for compliance-dependent anchorage aids such as headgear and class II elastics. There was no need for brackets to be applied in the mandible or for the eugnathic mandibular dentition to be used for anchorage purposes. The extraction sites were closed within a relatively short pe-

riod. The peri-implant mucosa showed no or only slight signs of inflammation. Strain imposed on the patient from insertion, during active orthodontic treatment and removal of the fixture was classified as low. Post-retrieval wound healing was uncomplicated.

Evaluation of the findings of further patients included in this study will help provide more detailed information on the clinical efficacy of the presented orthodontic implant anchor system (Orthosystem).

14. Kraut, R. A., H. S. Hammer, J. J. Wheeler: Use of endosteal implants as orthodontic anchorage. *Compend. contin. Educ. Dent.* 9 (1988), 796–801.
15. Linkow, L. I.: Implanto-orthodontics. *J. clin. Orthodont.* 4 (1970), 685–705.
16. Ödmann, J., U. Lekholm, T. Jemt, P.-I. Brånemark, B. Thilander: Osseointegrated titanium implants – a new approach in orthodontic treatment. *Europ. J. Orthodont.* 10 (1988), 98–105.
17. Ödmann, J., U. Lekholm, T. Jemt, B. Thilander: Osseointegrated implants as orthodontic anchorage in treatment of partially edentulous adult patients. *Europ. J. Orthodont.* 3 (1994), 187–201.
18. Revelo, B., L. D. Fishman: Maturational evaluation of ossification of the midpalatal suture. *Amer. J. Orthodont. dentofac. Orthop.* 3 (1994), 288–292.
19. Roberts, W. E., G. R. Arbuckle, T. R. Kantona: Bone physiology of orthodontics: metabolic and mechanical control mechanisms. *Fortschr. Kieferorthop., Suppl.* 1 (1991), 33–55.
20. Roberts, W. E., F. R. Helm, K. J. Marshall, R. K. Gongloff: Rigid endosseous implants for orthodontic and orthopedic anchorage. *Angle Orthodont.* 59 (1989), 247–256.
21. Roberts, W. E., K. J. Marshall, P. G. Mozsary: Rigid endosseous implant utilized as anchorage to protract molars and close an atrophic extraction site. *Angle Orthodont.* 60 (1989), 135–152.
22. Roberts, W. E., R. K. Smith, Y. Silberman, P.-G. Mozsary, R. S. Smith: Osseous adaptation to continuous loading of rigid endosseous implants. *Amer. J. Orthodont.* 86 (1984), 95–111.
23. Samuels, R. H. A., M. L. Jones: Orthodontic face bow injuries and safety equipment. *Europ. J. Orthodont.* 16 (1994), 385–394.
24. Shapiro, P. A., V. G. Kokich: Uses of implants in orthodontics. *Dent. Clin. N. Amer.* 32 (1988), 539–550.
25. Triaca, A., M. Antonini, E. Wintermantel: Ein neues Titan-Flachschrauben-Implantat zur orthodontischen Verankerung am anterioren Gaumen. *Inf. Orthodont. Kieferorthop.* 24 (1992), 251–257.
26. Turley, P. K., C. Kean, J. Schnur, J. Stefanac, J. Gray, J. Hermes, J. C. Poon: Orthodontic force application to titanium endosseous implants. *Angle Orthodont.* 58 (1988), 151–162.
27. Turley, P. K., P. A. Shapiro, B. C. Moffett: The loading of bioglass coated aluminum oxide implants to produce sutural expansion of the maxillary complex in pigtail (*Macaca nemestrina*). *Arch. oral Biol.* 25 (1980), 459–469.
28. Tweed, C.: The application of principles of the edgewise arch in treatment of malocclusions. *Angle Orthodont.* 11 (1941), 5–11.
29. Wehrbein, H.: Implantologie und Kieferorthopädie. *Jahrb. orale Implant.* (1994), 397–402.
30. Wehrbein, H.: Enossale Titanimplantate als orthodontische Verankerungselemente. *Experimentelle Untersuchungen und klinische Anwendung. Fortschr. Kieferorthop.* 55 (1994), 236–250.
31. Wehrbein, H., P. Diedrich: Endosseous titanium implants during and after orthodontic load – an experimental study in dog. *Clin. oral Implant. Res.* 4 (1993), 76–82.
32. Wilke, H.-J., L. Claes, S. Steinemann: The influence of various titanium implants surfaces on the interface shear strength between implant and bone. In: Heinke, G., U. Soltesz, A. J. C. Lee (eds.): *Advanced in biomaterials*, Vol. 9. Elsevier Sci. Publ., Amsterdam 1990.

**Korrespondenzanschrift / Address for Correspondence:** Priv.-Doz. Dr. Dr. Heinrich Wehrbein, Klinik für Kieferorthopädie, Medizinische Fakultät der RWTH, Pauwelsstraße 30, D-52074 Aachen.