

MKG-Chirurg 2011 · 4:92–101
 DOI 10.1007/s12285-010-0205-z
 Online publiziert: 23. April 2011
 © Springer-Verlag 2011

Redaktion

E. Esser, Osnabrück
 J.T. Lambrecht, Basel

D. Nolte¹ · R. Linsenmann¹ · K.C. Huth²

¹ Praxisklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, München-Großhadern

² Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie, Ludwig-Maximilians-Universität München

Autogene Zahntransplantation

Neue Perspektiven

Die autogene Zahntransplantation (autoTX) bedeutet die Verpflanzung eines patienteneigenen Zahns von einer Stelle im Kiefer auf eine andere. Von dieser Methode wird seit den 1950er Jahren in der Literatur (Medline-Recherche) mit einer konstanten Häufigkeit von ca. 100 Publikationen im Jahr mit steigender Tendenz berichtet [11]. Allerdings ist sie heute nur in einem kleinen Fachkreis von Kollegen eine häufig angewandte und bewährte Technik. Ursache hierfür mag die nach wie vor bestehende Verunsicherung des Patienten über die Erfolgs- bzw. Überlebensraten transplantierte Zähne sein. In einem gerade publizierten Artikel wurden anhand eines systematischen Reviews die mittleren 10-Jahres-Erfolgs- bzw. -Überlebensraten bei dieser Methode auf den aktuellsten Stand gebracht [15]. Ferner beschäftigte sich diese Arbeit mit zwei weiteren Fragen, auf die der „transplantologisch“ tätige Chirurg immer wieder angesprochen wird:

1. Welche Rolle spielt das Zahnalter (Stadium des Wurzelwachstums) für den Erfolg einer Transplantation?
2. Sollte eine Wurzelfüllung durchgeführt werden; wenn ja, zu welchem Zeitpunkt?

Auf diese Fragen wird in dieser Arbeit kurz zusammengefasst ebenfalls eingegangen.

Erfolgsraten

Die Zahnüberlebensraten aus den Studien der Jahre 1985 bis 2003, stratifiziert nach

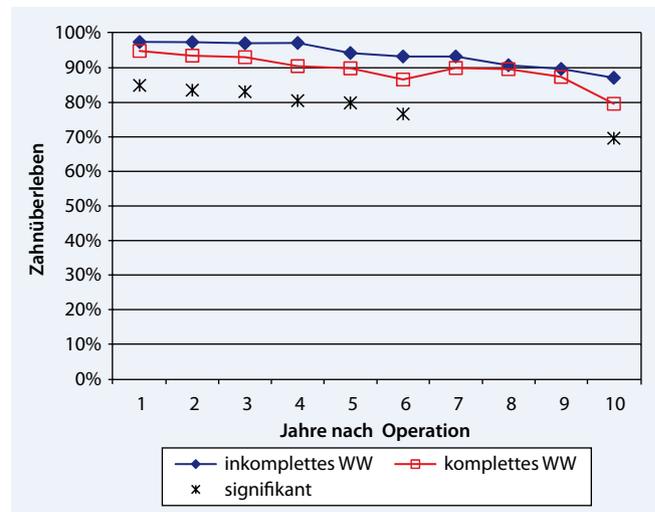
dem Alter der untersuchten Zähne, werden in **Abb. 1** und **Tab. 1** dargestellt. Daraus wird ersichtlich, dass die mittlere 10-Jahres-Überlebensrate für alle transplantierte Zähne 84% beträgt. Die jugendlichen Zähne mit offenem Apex erreichen 10-Jahres-Überlebensraten von 87%, während Zähne von erwachsenen Patienten mit abgeschlossenem Wurzelwachstum Überlebensraten von 79% aufweisen [15]. Der Unterschied von weniger als 8% zwischen jugendlichen und erwachsenen Zähnen bei der autoTX ist als ein erstaunliches Ergebnis anzusehen, denn eine generelle Empfehlung für die autoTX von Zähnen mit abgeschlossenem Wurzelwachstum (Erwachsenenalter) wurde bisher nicht deutlich ausgesprochen. Zumindest wird in den einschlägigen Lehrbüchern der Zahnmedi-

zin bzw. MKG-Chirurgie auf diese Möglichkeit des Zahnersatzes bei Zähnen mit abgeschlossenem Wurzelwachstum nicht explizit hingewiesen. Dies dürfte auch ein Grund dafür sein, dass die Methode im Kollegenkreis bisher nur wenig bekannt ist. Die autoTX galt bisher als eine auf jugendliche Patienten beschränkte Therapiealternative, da hiermit dem noch im Wachstum befindlichen Kiefer für die weitere Entwicklung am besten Rechnung getragen wird.

Bei der Zahnentfernung muss das periodontale Ligament geschont werden

Die Transplantation von Zähnen mit abgeschlossenem Wurzelwachstum stellt aus chirurgischer Sicht zweifellos eine

Abb. 1 ▶ Zahnüberlebensraten nach autogener Zahntransplantation stratifiziert nach Zahnalter (Wurzelwachstum, WW) aus den Studien der Jahre 1985 bis 2003. Die Unterschiede zwischen jugendlichen (nicht abgeschlossenes WW) und erwachsenen Zähnen (abgeschlossenes WW) sind signifikant für die Jahre 1 bis 6 und 10 (χ^2 -Test, $\alpha=0,05$). (Aus [15], mit freundl. Genehmigung des Deutschen Ärzte-Verlags)



Hier steht eine Anzeige.



MKG-Chirurg 2011 · 4:92–101
 DOI 10.1007/s12285-010-0205-z
 © Springer-Verlag 2011

D. Nolte · R. Linsenmann · K.C. Huth
**Autogene Zahntransplantation.
 Neue Perspektiven**

Zusammenfassung

Die autogene Zahntransplantation stellt eine in der Zahnmedizin bekannte Methode für den Zahnersatz dar, insbesondere im jugendlichen Gebiss. Allerdings blieb der Methode eine im Kollegenkreis anerkannte Akzeptanz bis heute versagt. Dieser Artikel soll einen Beitrag leisten, die Möglichkeiten dieser Methode für die Praxis aktuell zu beleuchten. Dabei wird zunächst auf die zu erwartenden Erfolgsraten eingegangen. Zur Veranschaulichung neuer Perspektiven dieser Technik werden klinische Fallbeispiele herangezogen und unter Berücksichtigung der aktuellen Literatur diskutiert.

Schlüsselwörter

Dentales Trauma · Zahntransplantation · Zahnwurzel · Zahnersatz · Zahnimplantation

**Autogenous tooth
 transplantation.
 New perspectives**

Abstract

Autogenous tooth transplantation represents a well-known method for tooth replacement in dentistry, in particular in the adolescent jaw. However, the breakthrough of this technique as a well accepted method among dentists and oral surgeons is still lacking. The intention of this article therefore was to topically elucidate the therapeutic potential of this method. Firstly, the success rates of this technique will be presented and discussed. Thereafter, the new perspectives of this method will be shown by presentation of impressive clinical cases which will be discussed with reference to the current literature in the field.

Keywords

Dental trauma · Tooth transplantation · Tooth root · Tooth replacement · Dental implantation

Tab. 1 Zahnüberlebensraten nach autogener Zahntransplantation stratifiziert nach Zahnalter (Wurzelwachstum) aus den Studien der Jahre 1985 bis 2003. (Mod. nach [15])

	Postoperatives Jahr									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inkomplettes Wurzelwachstum	976	946	1061	844	569	221	221	290	221	233
Komplettes Wurzelwachstum	507	492	584	473	423	477	182	148	136	175

Herausforderung dar, da eine Entnahme der Zähne aus dem Zahnfach/Kieferknochen ohne Schädigung bei Weitem schwieriger ist als von Zähnen im jugendlichen Alter mit noch nicht vollständig abgeschlossenem WW. Die Entfernung jugendlicher Zähne kann daher ohne größeres chirurgisches Trauma durchgeführt werden mit deutlich geringerem Risiko einer Beschädigung des periodontalen Ligaments (PDL). Nach wie vor gilt als Grundvoraussetzung für den Langzeiterfolg der autoTX die Unversehrtheit des Zahns bei dessen Entnahme aus dem Zahnfach mit unbedingter Schonung des PDL [1, 8].

Differenzialindikationen

Wichtig erscheint an dieser Stelle zu betonen, dass die autoTX bei *kieferorthopädischen Fragestellungen* immer nur als Ultima Ratio zu verstehen ist, wenn die klassische kieferorthopädische Therapie des Lückenschlusses nicht möglich ist oder andere chirurgische Techniken des Zahnersatzes vom Patienten abgelehnt werden bzw. mehrfach fehlgeschlagen sind.

Die autoTX bietet nach unserer Auffassung eine gute therapeutische Alternative für jene Grenzfälle, in denen eine Implantation mit knochenbauenden Maßnahmen bei kritischem Knochenangebot eine erhebliche Morbidität mit sich bringt. In besonderem Maße trifft dies für die Oberkieferfront zu [22]. Aufwendige Augmentationen, etwa durch Osteodistraktion, Sandwich- oder Onlay-Osteoplastiken, können so vermieden werden.

**Chirurgische Technik:
 evidenzbasierte Empfehlungen**

Zeitpunkt der Wurzelbehandlung

Die Frage nach der Wurzelbehandlung von Zähnen mit nicht abgeschlossenem

Wurzelwachstum erübrigt sich von selbst, da hier auf eine Revaskularisation der Pulpa gehofft werden kann [4].

Bei Zähnen mit abgeschlossenem Wurzelwachstum wird empfohlen, erst nach autoTX die Wurzelbehandlung der Transplantate durchzuführen [15]. Eine Beschädigung des Zahnhalteapparats kann durch Verringerung der Operationszeiten sowie Vermeidung von chemischen oder thermischen Einflüssen minimiert werden. In der oben erwähnten retrospektiven Studie [15] ergaben sich die schlechtesten Resultate mit einer mittleren 10-Jahres-Überlebensrate von nur 50% für die intraoperative Wurzelfüllung. Insofern wird für den *ungeübten Transplantologen* empfohlen, die Wurzelkanalbehandlung von transplantierten Zähnen mit abgeschlossenem Wurzelwachstum erst nach Einheilung der Zähne durchzuführen.

Ob grundsätzlich eine Wurzelfüllung durchgeführt werden muss, kann nicht endgültig beantwortet werden. In der Studie von Pogrel [17] wurden bereits 1987 mittlere 10-Jahres-Überlebensraten von 75% erreicht, ohne dass eine Wurzelfüllung an den transplantierten Zähnen erfolgt war. Der Autor empfahl daher, die Indikation zur Wurzelfüllung der transplantierten Zähne mit abgeschlossenem Wurzelwachstum immer abhängig vom klinischen Befund zu stellen. Der Entscheidungszeitraum sollte dabei nach eigenen Erfahrungen zwischen 4 und 12 Monaten liegen. *Im Zweifelsfall*, d. h. wenn im Röntgenbild beginnende resorptive Veränderungen an der Zahnoberfläche erkennbar werden, sollte die Wurzelkanalbehandlung durchgeführt werden. Eine solche Empfehlung sprach auch Pogrel [17] aus.

➤ Eine Wurzelbehandlung sollte bei beginnenden resorptiven Veränderungen erfolgen

Die Autoren einer jüngeren Studie aus dem Jahr 2010 [13] gehen sogar weiter

und sprechen dem pulpalen, nekrotisch zerfallenden Gewebe eine osteoinduktive Potenz zu. Sie empfehlen daher, diese initialen temporär günstigen Effekte für die Einheilung des Zahns zunächst einmal zu belassen. Unsere eigenen klinischen Erfahrungen sehen diese Vorgehensweise aus Gründen der Praktikabilität als geeignet an. Die Verlustraten von Transplantaten innerhalb des ersten Jahres liegen bei maximal 2–3% (eigene Erfahrungen), so dass noch bis zum Ende des ersten Jahres nach autoTX die Entscheidung, eine Wurzelfüllung durchzuführen oder nicht, in Ruhe getroffen werden kann. Der Patient wird 4 und 12 Monate nach Transplantation zur Röntgenkontrolle wieder vorstellig. Spätestens zum zweiten Termin sollte dann die Entscheidung für oder gegen eine Wurzelkanalbehandlung fallen. Bei völlig reizloser klinischer Situation und Fehlen von resorptiven Veränderungen an der Zahnwurzeloberfläche wird ähnlich den Empfehlungen von Pogrel [17] auf eine Behandlung verzichtet. Im Fall diskreter Veränderungen an der Wurzeloberfläche wird zur Trepanation mit Wurzelkanalbehandlung des transplantierten Zahns geraten.

Wahl des Wurzelfüllmaterials

Interessanterweise wird von vielen chirurgisch tätigen Kollegen eine Wurzelbehandlung bei der autoTX von Weisheitszähnen („8 auf 6“ oder „8 auf 7“) in der Regel nicht durchgeführt, da die Wurzelbehandlung von dritten Molaren oftmals wegen der stark gebogenen Wurzelkanäle schwierig und zeitlich aufwendig ist. Daher raten wir für den Fall einer Resorption eines solchen Zahns zu dessen Trepanation mit Exstirpation des Pulpengewebes und anschließender Wurzelkanalbehandlung mit einer resorbierbaren Füllung auf $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Basis (Calciumhydroxid). Ziel dieser Maßnahme ist, möglichst viel vom zerfallenen pulpalen Gewebe zu entfernen, ohne dabei die Kanäle allzu weit aufzubereiten. Für den Patienten ist dies weniger aufwendig und stellt keine große zusätzliche finanzielle Belastung dar.

Der eigentliche Hintergrund für die Therapieempfehlung zur Verwendung eines bioresorbierbaren Wurzelfüllmaterials ist jedoch ein anderer: Dass der

Hier steht eine Anzeige.



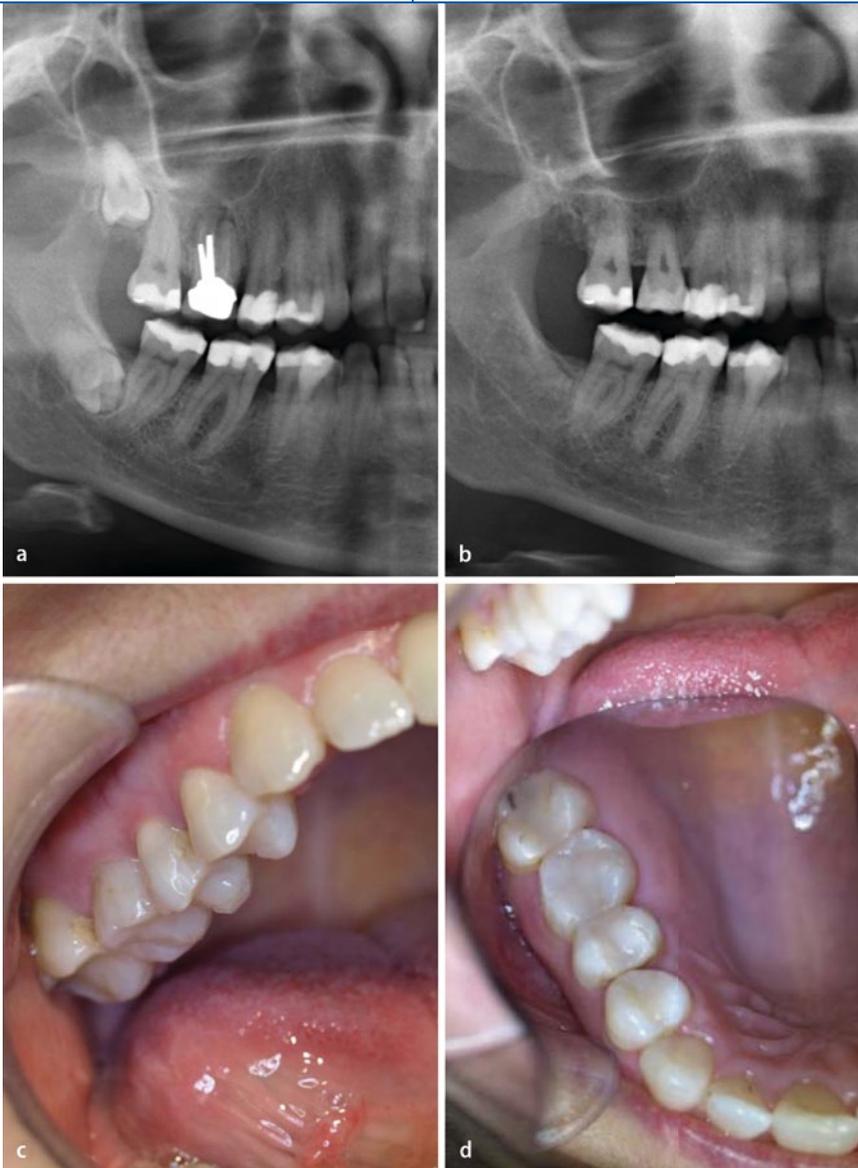


Abb. 2 ▲ Autogene Transplantation des Zahns 18 nach 16 bei einer 42-jährigen Patientin. **a** Präoperatives Orthopantomogramm. **b** Postoperatives OPG und **c,d** klinischer Befund (von vestibulär und okklusal) 2,5 Jahre nach autogener Transplantation

Zahn nach autoTX trotz aufwendiger Wurzelkanalbehandlung später (nach Jahren) ähnlich den pathophysiologischen Vorgängen bei der posttraumatischen Replantation resorbieren kann, ist wahrscheinlich [7]. In diesem Fall müsste das alloplastische Wurzelfüllmaterial durch aufwendige Osteotomie aus dem Alveolenfach wieder entfernt werden, was mit einem erheblichen Trauma und Defekt des Alveolarfortsatzes verbunden wäre und eine weitere Augmentation für eine spätere Implantation erfordern würde. Dies kann durch die Verwendung von resorbierbaren Wurzelfüllmaterialien auf $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Basis vermie-

den werden. Sollte der Zahn nach Wurzelkanalbehandlung mit $\text{Ca}(\text{OH})_2$ weiter resorbieren, muss später lediglich noch eine Dekoronation erfolgen [9]; die Resorption des Zahns, die in der Regel klinisch völlig reizlos verläuft, kann in Ruhe abgewartet werden. Die Implantation an der Stelle des transplantierten Zahns ist technisch dann ohne großen augmentativen Aufwand möglich. Üblicherweise wird lediglich mit einer Alveoloplastik nachaugmentiert. Die Resorption des Transplantats ist in diesem Falle erwünscht und stellt bereits die präimplantologische *autogene Osteoplastik* für den betroffenen Kieferabschnitt dar.

➤ Zur Wurzelfüllung wird resorbierbarer Calciumhydroxidzement empfohlen

Bei der Zahnreplantation greifen inzwischen einige Autoren, die die Verwendung von alloplastischen Wurzelfüllmaterialien aus denselben Gründen vermeiden wollen, auf ähnliche Konzepte zurück [20]. Die neuesten Empfehlungen aus der Traumatologie sind dieser Ausgabe von *Der MKG-Chirurg* zu entnehmen. Im Gegensatz zu der üblicherweise nach ca. 6 Wochen durchzuführenden „klassischen“ Wurzelkanalbehandlung wird jüngsten wissenschaftlichen Empfehlungen zufolge der replantierte Zahn zunächst trepaniert und der zerfallene und potenziell infizierte Nerv aus dem Wurzelkanal entfernt. Dann wird eine Wurzelfüllung mit einem auf $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Basis bestehenden resorbierbaren Material und einem lokalen Antibiotikum eingebracht [20, 21, 23]. Zu einem späteren Zeitpunkt wird das eingebrachte Material wieder vollständig aus dem Wurzelkanal entfernt und eine endodontische Instrumentierung über den Apex hinaus vorgenommen, um so die Revaskularisation des pulpalen Hohlraums zu induzieren. Derartige Therapiekonzepte mit resorbierbaren Materialien, die auf die Potenz der körpereigenen Wundheilung abzielen, scheinen demnach mehr und mehr Einzug auch in die dentale Traumatologie zu halten. Es ist daher durchaus vorstellbar, das von den Autoren bei der traumatischen Replantation verwendete resorbierbare Wurzelfüllmaterial einschließlich eines lokalen Antibiotikums auch bei der autoTX zu verwenden.

Aus klinisch-praktischer Sicht empfehlen wir demnach bei der Transplantation von Zähnen für den Fall einer notwendig werdenden Wurzelfüllung (sichtbare Oberflächenresorptionen, entzündliche Resorptionen im Wurzelspitzenbereich) die Trepanation des Zahns mit Exstirpation des pulpalen Gewebes und anschließender Abfüllung mit einem bioresorbierbaren $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Zement. Auf diese Weise kann eine akut verlaufende Resorption effektiv gestoppt und ein langfristiger Erhalt der Zähne erreicht werden.

Autogene Zahntransplantation als präimplantologische Maßnahme

Aus obigen Ausführungen leitet sich die bisher in dieser Form nicht ausgesprochene *neue Perspektive* der autogenen Zahntransplantation für die zahnärztliche Chirurgie ab. Die autoTX erreicht wie bereits erwähnt sowohl für den jugendlichen als auch für den erwachsenen Patienten mittlere 10-Jahres-Überlebensraten der transplantierten Zähne von ca. 84% [14, 15]. Nach Resorption des Zahns wird dieser schließlich dekroniert [9] und der verbleibende krestale Defekt mit einem Knochenersatzmaterial im Sinne einer Alveoplastik augmentiert. Nach weiteren 8 bis 12 Wochen kann dann mit der Implantation begonnen werden. Hinter diesem Konzept steht die Überlegung, dass durch die Verwendung bioresorbierbarer Wurzelfüllmaterialien die Resorption der Wurzel mit dem Ergebnis eines ausgezeichneten Alveolarfortsatzknochenangebots durchaus wünschenswert sein kann.

Die autoTX hat ihren besonderen Stellenwert in der Milch- und Wechselgebissphase

Trotz der erwähnten günstigen Eigenschaften der autoTX auch im Erwachsenenalter mit abgeschlossenem Wurzelwachstum [14, 15] hat die Methode zweifellos ihren besonderen Stellenwert in der Milch- und Wechselgebissphase, in der die implantologische Versorgung der Oberkieferfrontzahnregion vor dem 18. Lebensjahr aufgrund der Wachstumsprozesse der Kiefer beim jugendlichen Patienten bis zum 25. Lebensjahr nicht durchgeführt werden sollte. Das *Frontzahntrauma* im Milch- und Wechselgebiss stellt eine sehr häufige Verletzungsform bei Kindern und Jugendlichen mit einer Prävalenz von bis zu 30% dar [10, 12]. Die traumatische Avulsion von Zähnen bringt aufgrund der Mitverletzung von knöchernen Strukturen, wie etwa der vestibulären Knochenwand, häufig Probleme in Hinblick auf eine spätere Versorgung des betroffenen Kieferabschnitts der Frontzahnregion durch Implantate mit sich. Noch ungünstiger für den Zahnersatz in der Oberkieferfront dürften die Bedingungen bei Patienten mit *Nichtanla-*

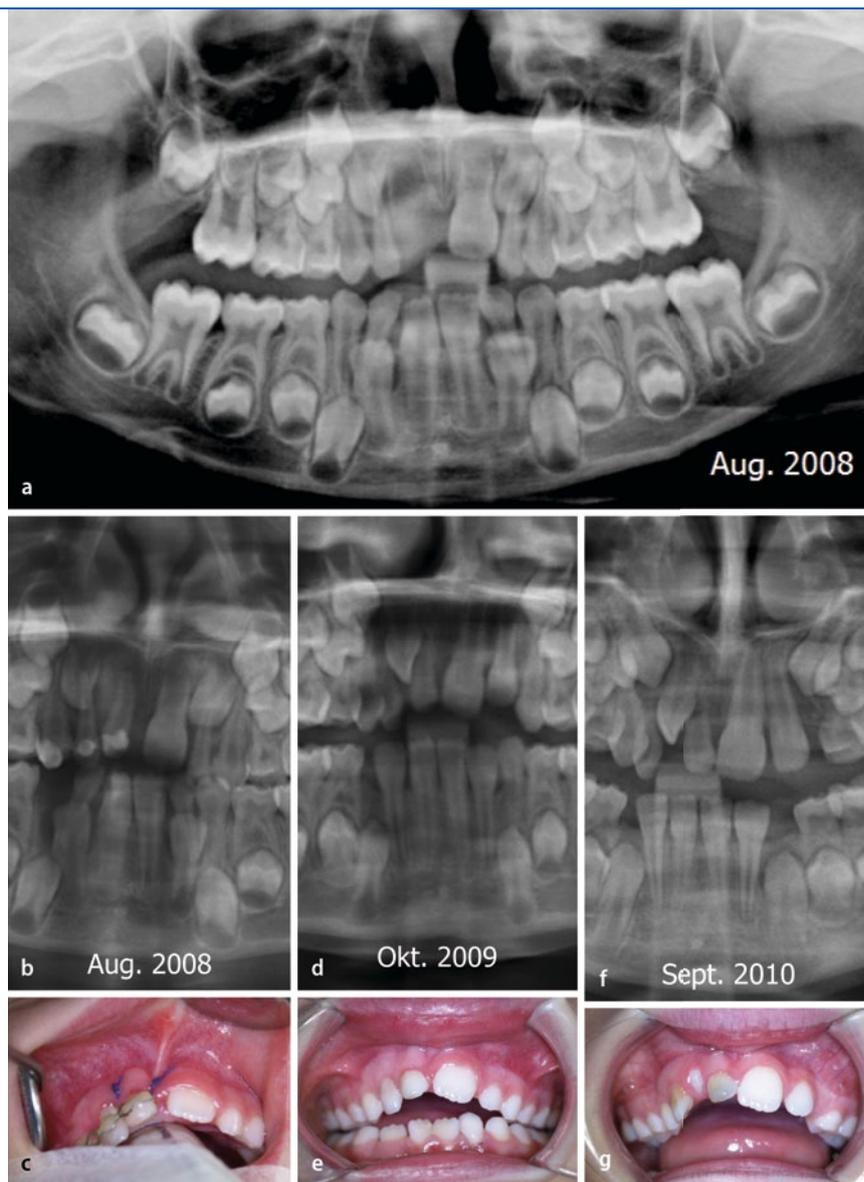


Abb. 3 ▲ 7-jährige Patientin nach Frontzahntrauma mit Verlust des Zahns 21 im Alter von 6 Jahren. Autogene Transplantation des Milchzahns 83 in Region 11. **a** Präoperatives Orthopantomogramm (Fremdaufnahme) 1 Jahr nach Zahnverlust. OPG und klinischer Befund nach autoTX: **b,c** nach 3 Wochen, **d,e** nach 1 Jahr, **f,g** nach 2 Jahren

gen sein, wo es aufgrund des ausbleibenden Zahndurchbruchs erst gar nicht zu einer zweiten Bisshebung des Kieferfortsatzes gekommen ist.

Wir haben seit ungefähr 10 Jahren gute Erfahrungen mit der oben beschriebenen Technik der autoTX gemacht. Im Folgenden soll die Anwendung dieses klinischen Konzepts der präimplantologischen Maßnahme an klinischen Fallbeispielen veranschaulicht werden. Die Indikationsstellung zur autoTX erfolgte dabei immer als *Ultima Ratio* unter Berücksichtigung der vom Patienten und dessen Eltern gewünschten Therapie und in enger

Zusammenarbeit mit den kieferorthopädischen Kollegen.

Der „Klassiker“ 8 auf 6 oder 8 auf 7

Der „Klassiker“ der autoTX ist die Transplantation eines oberen oder unteren Weisheitszahns in die Position eines oberen oder unteren ersten oder zweiten Molaren [2]. Dies dürfte die Hauptindikation sein, mit der der ungeübte „transplantologisch“ tätige Zahnarzt/Oralchirurg/MKG-Chirurg beginnt. Wir empfehlen für den Anfang eher die quadrantengleiche autoTX eines Weisheitszahns in

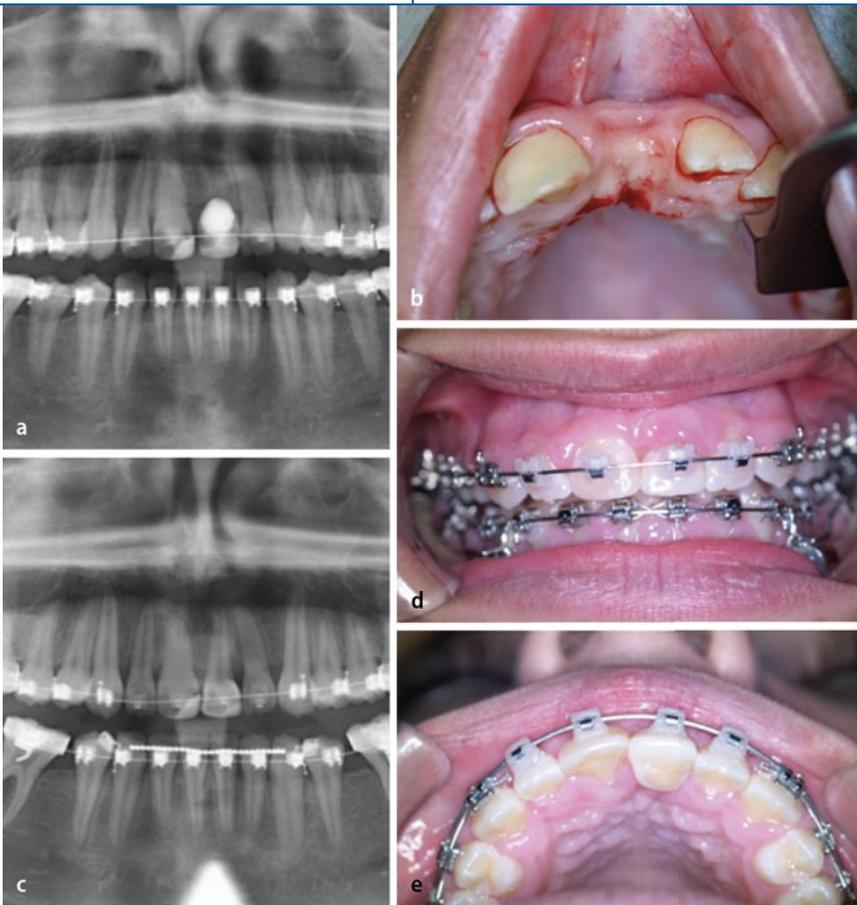


Abb. 4 ▲ 12-jährige Patientin nach Frontzahntrauma des Zahns 21 im Alter von 8 Jahren und Zahnentfernung des replantierten Zahns ca. 8 Wochen zuvor. Versorgung mit einem am kieferorthopädischen Labialbogen fixierten Kunststoffprovisorium. **a** Präoperatives OPG im noch behandelten Zustand, **b** intraoperativer klinischer Befund vor autogener Transplantation Zahn 45 →21. **c** OPG und **d,e** klinischer Befund 2 Jahre nach autoTX

die Position des ersten Molaren, denn damit resultieren in der Regel eine ausgezeichnete Passform und gute primäre Stabilität (■ **Abb. 2**). Dargestellt wird hier der Fall einer Patientin mit abgeschlossenem Wurzelwachstum im Alter von 42 Jahren bei Erstvorstellung. Der Eingriff ließ sich gut mit der Entfernung der vier Weisheitszähne in allgemeiner Anästhesie kombinieren. Jetzt, 2,5 Jahre nach autoTX des Zahns 18 nach 16, finden sich keine Resorptionszeichen an der Wurzel des Transplantats (■ **Abb. 2b**) sowie reizlose gingivale Verhältnisse (■ **Abb. 2c,d**), sodass bis heute auf eine Wurzelkanalbehandlung verzichtet worden ist. Der Zahn wurde zwischenzeitlich mit einer adhäsiven Kunststoffrestauration versorgt, um so eine optimale Gestaltung der Approximalkontakte zu erreichen.

Frontzahntrauma im frühen Wechselgebiss

Ein Mädchen, das im Alter von 6 Jahren bei einem Fahrradunfall ein Frontzahntrauma mit Avulsion und Verlust des Zahns 11 erlitten hatte, wurde bei uns 1 Jahr später erstmals vorstellig (■ **Abb. 3a**). Aufgrund des günstigen Zeitfensters rieten wir dazu, die Zahnücke 11 durch ein autogenes *Milchzahn*-transplantat aus dem Unterkiefer Region 73 oder 83 zu schließen. Auf diese Weise können Ästhetik und Phonetik der kleinen Patientin und damit die Entwicklung des anterioren Oberkieferwachstums physiologisch unterstützt werden.

Die Zähne 73 und 83 wurden von uns schonend extrahiert und der Milchzahn 83 in die Region 11 transplantiert. Anschließend wurde der Milchzahn für 3 bis 4 Wochen semirigide geschient (■ **Abb. 3b,c**). Der Milchzahn 73 wurde als ein mögliches „Reservetransplantat“ in der hauseigenen Zahnbank eingelagert. Die weitere Behandlung der Patientin übernahm dann der Kieferorthopäde. Aufgrund der Nichtbehandelbarkeit der kleinen Patientin im Stuhl erfolgte die Entfernung der resorbierbaren Nähte erst später mit der Entfernung der Schienung in Kurznarkose. Die Milchzahnwurzel in Region 11 wird nun zunehmend durch den natürlicherweise durchbrechenden Zahn 12 resorbiert (■ **Abb. 3f**). Der



Abb. 5 ▲ 10-jähriges Mädchen mit 8 Nichtanlagen (14, 13, 12, 22, 23, 24, 25 und 45) und ausgeprägtem Diastema mediale bei Erstvorstellung. **a** Präoperativer intraoraler Befund; **b** präoperatives OPG mit Nichtanlagen, Nebenbefund: in Infraposition stehende Milchmolaren in Ober- und Unterkiefer; **c** postoperativer intraoraler Befund. **d** OPG 4 Jahre nach autoTX der zwei unteren Milcheckzähne 73 und 83 in Position 12 und 22 sowie des unteren Prämolaren 35 in Position 24. Die *gelben Punkte* markieren die Transplantate. Man beachte das ausgezeichnete vertikale Knochenwachstum im Bereich der transplantierten Kieferareale im Vergleich zum natürlichen Zahndurchbruch (*weiße Pfeile*). (Aus [16], **a,b** mit freundl. Genehmigung von Elsevier)

Hier steht eine Anzeige.



Milchzahn 52 ist mittlerweile 2 Jahre nach autoTX durch physiologische Resorption verloren gegangen. Die Spitze des durchbrechenden Zahns 12 ist klinisch bereits erkennbar (■ **Abb. 3g**), die Wurzel des Transplantats 83 in Region 11 zeigt eine natürlich fortschreitende Resorption (■ **Abb. 3f**) ohne Hinweis auf eine durch Ankylose bedingte Wachstumshemmung des Alveolarfortsatzes.

Die autogene Milchzahntransplantation stellt in diesem Fall des Zahnverlusts 11 eine *temporäre* Maßnahme dar, um die 7-jährige Patientin in dem so wichtigen Entwicklungsstadium des Alveolarfortsatzwachstums ästhetisch und funktionell zu rehabilitieren. Der Zahn ist auch heute noch, 2,5 Jahre nach autoTX, stabil in situ. Die mittleren Überlebenszeiten der Milchzahntransplantate bis zur vollständigen Resorption liegen nach eigenen Erfahrungen sowie Untersuchungen anderer Autoren bei ca. 3 bis 4 Jahren [18, 19]. Inwieweit von kieferorthopädischer Seite eine Mesialisierung des Zahns 12 auf Position 11 möglich sein wird, bleibt abzuwarten. Für den Fall einer vorzeitigen Resorption des Milchzahntransplantats kann der kryopräservierte Milchzahn 73 ggf. noch als zusätzliches osteoinduktives Transplantat in Region 11 verwendet werden, um so für eine Implantation im späten jugendlichen Alter Zeit zu gewinnen.

Frontzahntrauma im späten Wechselgebiss

Dieser Fallbericht dokumentiert den unglücklichen Verlauf eines Frontzahntraumas bei einem 12-jährigen Mädchen. Anamnestisch war zu erfahren, dass der Zahn 21 im Alter von 8 Jahren bei einem Badeunfall ausgeschlagen worden war. Der Zahn war dann vom Zahnarzt replantiert und später wurzelgefüllt worden. Die Patientin stellte sich nun 4 Jahre später bei uns vor, nachdem der Zahn 21 zwei Monate zuvor von einem zahnärztlichen Kollegen extrahiert worden war.

Den präoperativen Ausgangsbefund der Patientin bei der Erstvorstellung im noch bebänderten Zustand zeigt ■ **Abb. 4a**, ■ **Abb. 4b** den intraoperativen Befund ca. 6 Wochen später nach Entfernung der Bebänderung durch die

Kieferorthopädin und kurz vor dem Eingriff. In Absprache mit der Kieferorthopädin wurde zur *Prämolaren*transplantation aus dem Unterkiefer in den Oberkiefer geraten. Entschieden wurde, den unteren rechten Prämolaren zu transplantieren. Auf Wunsch der Kieferorthopädin wurden hierzu die Zähne 35 und 45 entfernt. Der Zahn 35 wurde in die hauseigene Zahnbank eingelagert, der Zahn 45 als autogenes Transplantat für die Lücke in Region 21 verwendet. In ■ **Abb. 4c–e** wird der postoperative Befund 2 Jahre nach autoTX dargestellt. Das Röntgenbild zeigt einen in Region 21 reizlos eingeweilten Zahn 45. Der Zahn wurde zwischenzeitlich in adhäsiver Kunststofftechnik vom behandelnden Zahnarzt aufgebaut. Die gingivalen Verhältnisse sind fast ein wenig überschießend. Dennoch wurde von einer Gingivektomie bei noch zu erwartendem vertikalen Kieferwachstum abgesehen. Die inzwischen 14-jährige Patientin ist beschwerdefrei und als Jugendliche in der Pubertät sozial vollständig rehabilitiert. Die kieferorthopädische Behandlung wird weiter fortgeführt. Die Lücken in Region 35 und 45 sind inzwischen nahezu geschlossen worden. Das Transplantat wird in der Regel mit den halben sonst üblichen Kräften bewegt. Durch diese Therapie wird das Wachstumsmuster der Oberkieferfront physiologisch beeinflusst. Für den Fall einer Resorption des Zahns würde, wie oben beschrieben, eine Wurzelbehandlung mit $\text{Ca}(\text{OH})_2$ durchgeführt werden. Im schlechtesten Falle könnte auch auf das vorhandene Kryotransplantat 35 zurückgegriffen werden.

Der Ersatz von traumatisierten Frontzähnen im jugendlichen Alter durch Prämolarentransplantation stellt eine sehr erfolgreiche und biologisch hocheffektive Maßnahme dar [3, 4], die die Patienten in ihrem sozialen Umfeld ausgezeichnet rehabilitiert und die Voraussetzungen für das weitere Kieferwachstum optimal beeinflusst. Die Morbidität kann dabei als gering bezeichnet werden.

Multiple Nichtanlagen

Im Fall eines 10-jährigen Mädchens wurde bei insgesamt 8 Nichtanlagen (14, 13, 12, 22, 23, 24, 25 und 45) in Rücksprache mit der behandelnden Kieferorthopädin die

autoTX von 2 Milcheckzähnen (73 und 83) aus dem Unterkiefer in den Oberkiefer (Position 12 und 22) sowie eine Ausgleichstransplantation des unteren Prämolaren 35 in den Oberkiefer links (Position 24) durchgeführt (■ **Abb. 5**, [16]). Die primäre Intention der Therapie bestand darin, die kleine Patientin durch die Milcheckzahntransplantationen sowie eine Prämolarenausgleichstransplantation von ihrer Interimsprothese zu befreien und möglichst viele Transplantate in den knöchern bereits hypoplastischen Alveolarfortsatzbereichen zu inserieren, um so das Kieferwachstum in der Wechselgebissphase im anterioren Frontzahnbereich des Oberkiefers zu stimulieren. Das in Region 25 stehende Autotransplantat hat über die Zeit zu einem deutlichen vertikalen Knochenwachstum geführt, vergleichbar mit dem Spontandurchbruch des gegenüberliegend natürlich angelegten Zahns 15 im Oberkiefer rechts. Die beiden Milcheckzahntransplantate aus dem Unterkiefer weisen ein den natürlichen, in situ befindlichen Milcheckzähnen des Oberkiefers ähnliches weit fortgeschrittenes Resorptionsverhalten auf.

An diesem inzwischen 4 Jahre zurückliegenden Fall wird deutlich, dass durch die autoTX von Milchzähnen wie auch bleibenden Zähnen ein ausgezeichnetes knöchernes Wachstum des Alveolarfortsatzes im transplantierten Knochen induziert werden kann mit gleichermaßen schöner Ausformung der „roten Ästhetik“. Falls die Milchzahntransplantate verloren gehen, sollte in den entsprechenden Regionen zeitnah implantiert werden, um einem Fortschreiten der Kieferatrophie vorzubeugen und die durch die Transplantation geschaffenen günstigen knöchernen Bedingungen zu nutzen [5, 6].

Die autoTX von Milchzähnen soll temporär das Knochenwachstum stimulieren

Die Milchzahntransplantation erfolgte nach dem oben beschriebenen Prinzip. Über eine alternative Vorgehensweise bei der Milcheckzahntransplantation berichteten Pohl et al. ebenfalls mit sehr gutem Erfolg [19]. Die Technik unterscheidet sich dadurch, dass die Autoren eine autogen-alloplastische Transplanta-

tion vornehmen, bei der die Milchzähne intraoperativ mit retrograden Titantiftinsertionen zur Verbesserung des mechanischen Halts vor Autotransplantation versehen werden. Die Langzeitergebnisse bleiben auch hier abzuwarten. In jedem Fall sehen wir die autoTX der Milchzähne auch hier nur als eine temporäre Maßnahme an, die allein zum Ziel hat, das Alveolarfortsatzwachstum, insbesondere im ästhetisch so wichtigen anterioren Oberkieferbereich, in der Wachstumsphase der jungen Patienten zu stimulieren und so für eine spätere Implantation ohne Notwendigkeit eines komplizierten Knochenaufbaus vorzubereiten.

Die autoTX von Prämolaren hat als Ausgleichstransplantation ausgezeichnete Erfolgsraten von über 90% und sollte als Ultima Ratio des Zahnersatzes in die differenzialdiagnostischen Erwägungen einbezogen werden [4]. Dem Patienten werden lange Morbiditätsphasen durch später notwendig werdende Osteoplastiken erspart. Die gute osteoinduktive Potenz der autoTX geht auch hier mit einer ausgezeichneten Ausformung der „roten Ästhetik“ einher.

Schlussfolgerung

Die autogene Zahntransplantation ist eine zuverlässige Methode des Zahnersatzes, die dem behandelnden Chirurgen das therapeutische Spektrum hilfreich erweitert. Insbesondere im oberen Frontzahnbereich, in dem die enossale Implantation bei kritischem Knochenangebot zweifellos höhere Misserfolgsraten nach sich zieht, ist die Methode als eine neue präimplantologische Maßnahme zu überdenken. Zweifellos bedeutet diese Entscheidung beim Erwachsenen den Verlust eines gesunden Zahns, dessen Entfernung sehr wohl vorher nach differenzialdiagnostischen Abwägungen (Kieferorthopädie, Chirurgie, soziales Umfeld u. a.) kritisch abgewogen werden muss.

Die autoTX ist eine Technik, die der chirurgisch tätige Zahnarzt, Oral- und MKG-Chirurg beherrschen sollten, um ihren Patienten in klinisch schwierigen Situationen eine zusätzliche Behandlungsalternative mit vergleichbar geringer Morbidität anbieten zu können.

Fazit

- Die autoTX lässt sich auch bei Patienten mit abgeschlossenem Wurzelwachstum erfolgreich durchführen. Bei der Zahntfernung muss das periodontale Ligament unbedingt geschont werden.
- Die autoTX hat bei kieferorthopädischen Fragestellungen ihre Indikation immer nur als Ultima Ratio.
- Die Wurzelkanalbehandlung des transplantierten Zahns sollte frühestens 6 Wochen und innerhalb des ersten Jahres nach Transplantation erfolgen. Bei Fehlen von resorptiven Veränderungen am Zahn kann auf eine Wurzelbehandlung verzichtet werden.
- Als Wurzelfüllmaterial werden biore-sorbierbare Materialien empfohlen.
- Die autoTX von Milchzähnen ist eine temporäre Maßnahme des Zahnersatzes im frühen und späten Wechselgebiss. Sie unterstützt die physiologischen Vorgänge des Zahnwechsels und sorgt für eine zuverlässige Ausformung von Kiefer und Weichgewebe.
- Die autoTX von Prämolaren sollte als Ultima Ratio des Zahnersatzes in die differenzialdiagnostischen Erwägungen einbezogen werden.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Dr. D. Nolte

Praxisklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
Sauerbruchstr. 48, 81377 München-Großhadern
dirk.nolte@mkg-praxisklinik.com

Interessenkonflikt. Die korrespondierende Autor erklärt, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Danksagung. Die Autoren danken Sabine Liebing für ihre tatkräftige Unterstützung bei der Verfassung des Manuskripts.

Literatur

1. Andreasen JO, Hjørtting-Hansen E (1970) Replantation and autotransplantation of teeth. *Trans Int Conf Oral Surg* 430–433
2. Andreasen JO, Hjørtting-Hansen E, Jølst O (1970) A clinical and radiographic study of 76 autotransplanted third molars. *Scand J Dent Res* 78:512–523
3. Andreasen JO, Kristerson L, Tsukiboshi M, Andreasen FM (1993) Autotransplantation of teeth to the anterior region. In: Andreasen JO, Andreasen FM (eds) *Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth*, 3rd edn. Munksgaard, Copenhagen

4. Andreasen JO, Paulsen HU, Yu Z, Bayer T (1990) A long-term study of 370 autotransplanted premolars. Part IV. Root development subsequent to transplantation. *Eur J Orthod* 12:38–50
5. Bergendal B, Bergendal T, Hallonsten AL et al (1996) A multidisciplinary approach to oral rehabilitation with osseointegrated implants in children and adolescents with multiple aplasia. *Eur J Orthod* 18:119–129
6. Durstberger G, Celar A, Watzek G (1999) Implant-surgical and prosthetic rehabilitation of patients with multiple dental aplasia: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 14:417–423
7. Ebeleseder KA, Santler G, Glockner K et al (2000) An analysis of 58 traumatically intruded and surgically extruded permanent teeth. *Endod Dent Traumatol* 16:34–39
8. Filippi A, Lang B, Pohl Y (2004) Zahntransplantation. *Zahnärztl Mitt* 9:68–82
9. Filippi A, Pohl Y, AT von (2001) Decoronation of an ankylosed tooth for preservation of alveolar bone prior to implant placement. *Dent Traumatol* 17:93–95
10. Fried I, Erickson P (1995) Anterior tooth trauma in the primary dentition: incidence, classification, treatment methods, and sequelae: a review of the literature. *ASDC J Dent Child* 62:256–261
11. Hinrichs K (2005) Die autogene Zahntransplantation: ein Evidenz basierter systematischer Review. Dissertation, Ruhr-Universität Bochum
12. Kaba AD, Marechaux SC (1989) A fourteen-year follow-up study of traumatic injuries to the permanent dentition. *ASDC J Dent Child* 56:417–425
13. Laureys WG, Dermaut LR, Cuvelier CA, De Pauw GA (2010) Does removal of the original pulp tissue before autotransplantation influence ingrowth of new tissue in the pulp chamber? *Dent Traumatol* 26:301–305
14. Nolte D, Hinrichs K, Lange S (2006) Autogene Zahntransplantation: evidenzbasierte Daten für die tägliche Praxis. *Zahnärztl Mitt* 96:44–50
15. Nolte D, Hinrichs K, Lange S (2011) Autogenous tooth transplantation: a topical systematic review. *Dtsch Zahnärztl Z* 66 (in press)
16. Nolte D, Linsenmann R, Knobl T, Krause A (2008) Autogene Milchzahntransplantation: ein Fallbericht. *Zahnärztl Mitt* 21:40–44
17. Pogrel MA (1987) Evaluation of over 400 autogenous tooth transplants. *J Oral Maxillofac Surg* 45:205–211
18. Pohl Y, Filippi A, Kirschner H (2001) Auto-alloplastic transplantation of a primary canine after traumatic loss of a permanent central incisor. *Dent Traumatol* 17:188–193
19. Pohl Y, Geist P, Filippi A (2008) Transplantation of primary canines after loss or ankylosis of upper permanent incisors. A prospective case series study on healing and survival. *Dent Traumatol* 24:388–403
20. Ritter AL, Ritter AV, Murrah V et al (2004) Pulp revascularization of replanted immature dog teeth after treatment with minocycline and doxycycline assessed by laser Doppler flowmetry, radiography, and histology. *Dent Traumatol* 20:75–84
21. Thibodeau B, Teixeira F, Yamauchi M et al (2007) Pulp revascularization of immature dog teeth with apical periodontitis. *J Endod* 33:680–689
22. Tolstunov L (2007) Implant zones of the jaws: implant location and related success rate. *J Oral Implantol* 33:211–220
23. Wang X, Thibodeau B, Trope M et al (2010) Histologic characterization of regenerated tissues in canal space after the revitalization/revascularization procedure of immature dog teeth with apical periodontitis. *J Endod* 36:56–63