



Zahntransplantation

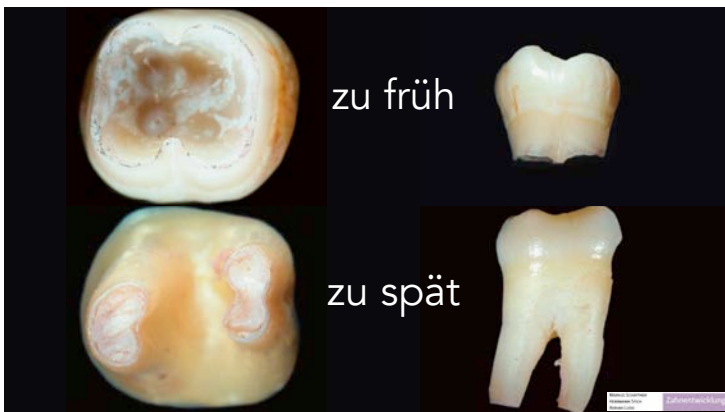
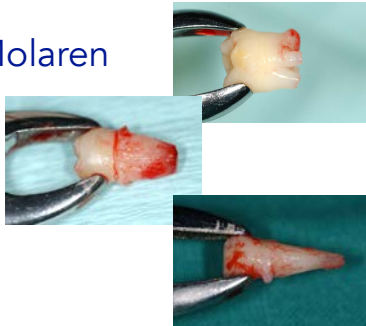
Indikationen zur Transplantation

- Zahnverlust durch Karies
- Unfallbedingter Zahnverlust
- Nichtanlage von Zähnen



Welche Zähne eignen sich?

- Unreife 2./3. Molaren
- Prämolaren
- Milcheckzähne



Voraussetzungen für den Erfolg

Zementblasten

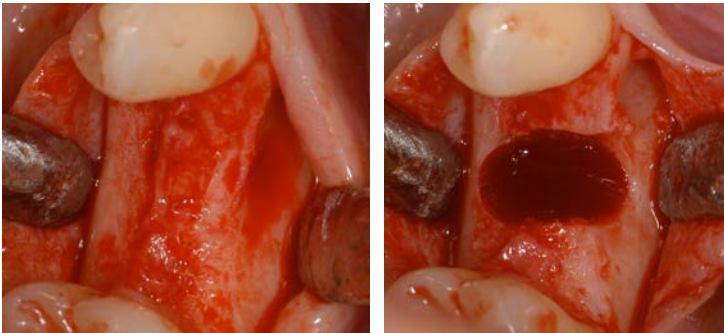
Zahnwurzel

Ohne vitale Zellen auf der Wurzeloberfläche keine parodontale Heilung = Transplantat-Verlust. Critical size defect = 2 x 2 mm

Passgenaue neue Alveole



Passgenaue neue Alveole



Okklusion & mobile Schienung



Antiresorptive Regenerationsfördernde Therapien

Zahn in die Zahnrettungsbox
(Auswaschen von Toxinen und Gewebszerfallsprodukten)



DENTOSAFE
Zahnrettungsbox zur zeitlich begrenzten Aufbewahrung und dem Transport von- oder abgebrochener Zähne bzw. Zahnfragmente bis zur Reimplantation.

Mischung aus:

- Steroid: begünstigt die parodontale Heilung
- Antibiotikum: begünstigt die Revaskularisation der Pulpa

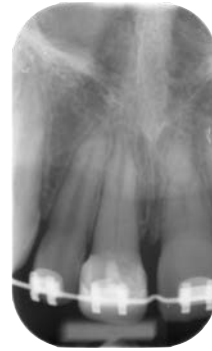


miradent SOS Zahnbox
Rettungsbox für Zahnunfälle





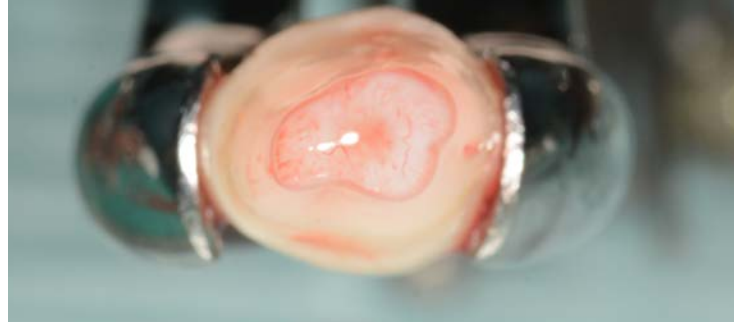
Vitales Parodont Perkussion, Periotest
Kieferorthopädische
Beweglichkeit



Revaskularisation der Pulpa



Voraussetzung weit offenes Foramen apicale



Strukturerhalt

- **Lokaler Fortschritt des Kieferwachstums**
(je jünger die Patienten umso wichtiger)
- **Erhalt des vollen Volumens des Alveolarfortsatzes**
- **Voller Erhalt der Weichgewebe um den Zahn**



Ästhetik - Austrittsprofil



Das Austrittsprofil muss von Anfang an stimmen



Transplantation of teeth after traumatic tooth loss

Transplant	Possible location for transplantation	SAC-classification
Maxillary third molar	Maxillary molars (same side) Mandibular premolars (Maxillary molar opposite side)	Straightforward Advanced Complex
Mandibular third molar	Mandibular molars (same side, opposite sides) Mandibular premolars (maybe 90 degree rotation) Maxillary molars (maybe 90 degree rotation)	Straightforward Advanced Complex
Maxillary primary canine	Maxillary incisor (maybe 180 degree rotation)	Complex
Maxillary premolars	Other premolars Maxillary incisors (maybe 90 degree rotation)	Straightforward Advanced-Complex
Mandibular premolars	Other premolars Maxillary incisors	Straightforward Advanced-Complex

Funktioniert das immer so?

Langzeiterfolg aller Transplantate

Weisheitszähne >> 90%

Prämolaren > 90%

Milcheckzähne 75%

Zusammenfassung 1

- Zahntransplantationen sind heute vorhersagbar erfolgreiche Behandlungen (gute biologische Kenntnisse und Heilung von Pulpa und Parodont)
- Die Planungsphase, der Fortschritt des Wurzelwachstums, die gewebeschonende Entfernung/Entfernbarkeit, die gewebeschonende extraorale Behandlung & die Erfahrung des Operateurs haben Einfluss auf den Erfolg

Zusammenfassung 2

- Zahntransplantationen sollten grundsätzlich nur im wachsenden Kiefer durchgeführt werden, also in einem Alter, wo Implantate noch nicht möglich sind

Zusammenfassung 3

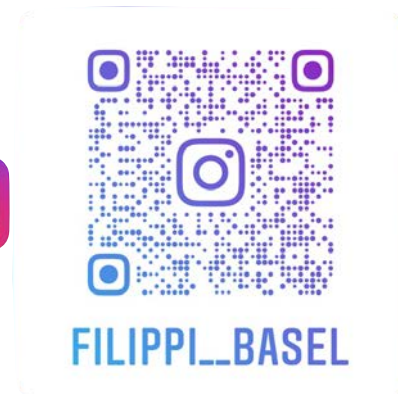
- Unbedingt zu empfehlen ist ein **Team approach**

(Chirurgie, KFO, Endodontie, Rekonstruktion)



Zusammenfassung 5

- Je jünger die Patienten sind, umso wichtiger ist es, Transplantationen von erfahrenen Behandlern durchführen zu lassen



Zahntransplantation

Andreas Filippi, Prof. Dr. med. dent.

Zahnunfall-Zentrum und Klinik für
zahnärztliche Chirurgie, -Radiologie, Mund- und Kieferheilkunde
Universitätskliniken für Zahnmedizin
Hebelstrasse 3, CH-4056 Basel
E-Mail: andreas.filippi@unibas.ch

Indizes

Zahntransplantation, Transplantat, Milcheckzähne, Prämolaren, Weisheitszähne

Zusammenfassung

Zahntransplantate sind in der Lage, verloren gegangene Zähne mit guter Langzeitprognose biologisch zu ersetzen. Um eine parodontale Heilung und ggf. eine pulpale Regeneration der Transplantate zu erreichen, müssen einige biologische Grundregeln beachtet werden. Auch die kritische Auswahl von geeigneten Patienten und Zähnen, ein gewebe- und zellschonendes operatives Vorgehen und nicht zuletzt die Erfahrung des Operateurs sind Schlüsselfaktoren für den Erfolg oder Misserfolg einer Zahntransplantation.

Einleitung

Die Transplantation von Zähnen hat heute in der Zahnmedizin ihren festen Stellenwert als Alternative zu prothetischen, kieferorthopädischen oder implantologischen Versorgungen bei Nichtanlage oder vorzeitigem Verlust bleibender Zähne durch Trauma oder als Folge von Karies bzw. Parodontitis. Die biologischen Abläufe nach Zahntransplantationen (Heilung von Pulpa und Parodont) sind heute wissenschaftlich gut dokumentiert. Bekannt sind auch die jeweiligen Risikofaktoren für den Misserfolg (Pulpanekrose, infektionsbedingte Wurzelresorption, invasive zervikale Resorption, Ankylose). Zahntransplantationen bieten die Möglichkeit, nicht erhaltungswürdige oder fehlende Zähne auf biologische Weise zu ersetzen. Als erfolgreiche Zahntransplantate haben sich Weisheitszähne, Prämolaren und Milcheckzähne etabliert.

Es gibt zahlreiche klinische und experimentelle Untersuchungen über die Zahntransplantation und ihre Grundlagen, deren Zitierung den Umfang des vorliegenden Beitrags deutlich überschreiten würde. Daher wird für die gesamte Arbeit auf aktuelle Bücher, Buchbeiträge und Übersichtsartikel verwiesen, in denen die grundlegende Literatur umfangreich wiedergegeben worden ist^{2,3,10,12,15,18,19,27}, und nur noch in Einzelfällen spezifische Literatur angegeben.

Indikationen und Kontraindikationen

Die Indikation zur Zahntransplantation wird aus kieferorthopädischen, endodontologischen, traumatologischen, parodontologischen und kariologischen Gründen gestellt. Bei Kindern und Jugendlichen betrifft dies z. B. folgende Fälle:

- früher Zahnverlust durch Karies oder Parodontitis apicalis,
- Zahnverlust nach Trauma im Wachstumsalter,
- Ankylose im wachsenden Kiefer,
- Nichtanlage von Zähnen,
- infektionsbedingte externe Wurzelresorption und
- lokalisierte juvenile Parodontitis.

Die häufigsten Gründe sind nicht erhaltungswürdige erste oder zweite Molaren (Ersatz durch Weisheitszähne) (Abb. 1a bis c), nicht angelegte zweite Prämolaren des Unterkiefers (Ersatz durch Weisheitszähne) (Abb. 2a bis c) sowie unfallbedingt verloren gegangene oder nicht erhaltungswürdige Schneidezähne des Oberkiefers (Ersatz durch Milcheckzähne oder Prämolaren). Neben allgemeinmedizinischen Kontraindikationen und Aspekten der Nutzen-Risiko-Abwägung, die für alle oralchirurgischen (Wahl-)Eingriffe gelten, spre-

Vermeidung von Komplikationen nach Zahntransplantation

Indizes

Zahnärztliche Chirurgie, Komplikationen, Zahntransplantation, Weisheitszähne, Prämolaren

Zusammenfassung

Die Zahntransplantation ist heute ein fester Bestandteil der zahnärztlichen Chirurgie und der zahnerhaltenden Chirurgie. Die Erfolgsraten auch über lange Zeiträume hinweg sind sehr hoch. Trotzdem können wie bei jedem anderen chirurgischen Eingriff auch während und nach einer Zahntransplantation Komplikationen auftreten, zu denen vor allem Wundinfektionen und Blutungen gehören. Diese sind jedoch insgesamt selten, was nicht nur mit den Ein- und Ausschlusskriterien von Zahntransplantationen zu tun hat.

Einleitung

Die Komplikationen während und nach einer Zahntransplantation unterscheiden sich grundsätzlich nicht von denen nach einer unfallbedingten Avulsion⁴. In beiden Fällen sind die Pulpa und das Parodont des betroffenen Zahnes abgerissen, was einerseits zu Zementdefekten auf der Wurzeloberfläche mit nachfolgend auftretender Ankylose, Wurzelresorption und Zahnverlust sowie andererseits zur Pulpanekrose mit nachfolgend auftretender apikaler Infektion führen kann. Fatal ist hierbei die Kombination von beidem: Sie mündet in eine infektionsbedingte Wurzelresorption, die rasch, spektakulär und aggressiv zum Zahnverlust führt. Die moderne Traumatologie der Zähne hat diesbezüglich in den letzten Jahren Vorgehensweisen und Therapiekonzepte entwickelt, welche es ermöglichen, die o. g. Komplikationen zu reduzieren und infektionsbedingte Wurzelresorptionen zu vermeiden. Hiervon können vor allem die meist betroffenen Kinder und Jugendlichen erheblich profitieren. Im wachsenden Kiefer sind weder Brücken noch Implantate und Klebebrücken nur mit Einschränkungen hinsichtlich Langzeitprognose und Alter indiziert. Nicht jede Frontzahnlücke lässt sich einfach und ästhetisch



Andreas Filippi
Prof. Dr. med. dent.

Klinik für Zahnärztliche Chirurgie, -Radiologie,
Mund- und Kieferheilkunde
Universitäres Zentrum für Zahnmedizin Basel
Hebelstrasse 3
4056 Basel
Schweiz
E-Mail: andreas.filippi@unibas.ch
Homepage: www.andreas-filippi.ch



Abb. 1 Ein nicht ausreichender dentogingivaler Verschluss am Tag der Operation führt nach 14 Tagen zu einer Endo-Paro-Läsion und zum Verlust des in die Alveole von Zahn 35 transplantierten Zahnes 18

perfekt kieferorthopädisch schließen, und abnehmbarer Zahnersatz über längere Zeiträume hinweg ist für die Betroffenen unerträglich. Gerade dieses ästhetische Endergebnis und der Weg dorthin sind aber insbesondere für Kinder und Jugendliche sehr wichtig, hat dies doch einen direkten Einfluss auf Faktoren wie Mobbing in der Schule, Selbstwertschätzung, schulische Leistungen und vieles andere mehr¹.

Die modernen Vorgehensweisen aus der zahnärztlichen Traumatologie sollten auch bei Zahntransplantationen eingesetzt werden, denn so lassen sich die Komplikationsraten bezüglich Pulpa und Parodont auf ein Minimum reduzieren. Seinen Grund hat dies in den idealen Ausgangsbedingungen im Vergleich zur Avulsion: Der Zahn ist nicht relevant kontaminiert, er wurde nie unphysiologisch extraoral aufbewahrt, die Entfernung erfolgte gewebeschonend (was eine *Conditio sine qua non* darstellt), seine (zukünftige) Alveole ist nicht unfallbedingt zerstört, die zirkulären Weichgewebe sind praktisch unverletzt, und die Zähne haben ein weit offenes Foramen apicale, was durch den Zeitpunkt der Transplantation beeinflusst werden kann. All dies garantiert nicht nur kurz-, sondern vor allem langfristig sehr hohe Erfolgsraten, die nach einer Avulsion so nicht erreicht werden können^{2,3}. Zahntransplantate gehen heute eigentlich nur noch aufgrund einer massiven und nicht mehr behandelbaren Karies verloren, was für jeden anderen Zahn ebenfalls gilt. Und auch dies kann durch das Ein-

schlusskriterium „Gute oder akzeptable Mundhygiene“ beeinflusst werden.

Zusammenfassend betrachtet spielen die typischen Komplikationen nach Avulsion in der modernen Transplantation von Zähnen also praktisch keine relevante Rolle mehr. Es gibt jedoch andere charakteristische Komplikationen, die speziell bei Anfängern auftreten. Zwei davon und insbesondere deren Prävention sollen nachfolgend beschrieben werden.

Weichgewebsdefizite

Im Anschluss an eine Avulsion passen in der Regel Zahn und Alveole perfekt zusammen (Ausnahme: größere Weichgewebsverluste der befestigten Gingiva). Dies ist nach Zahntransplantationen nur selten der Fall, nämlich beim einfachsten Schwierigkeitsgrad („simple“⁶), also bei der Transplantation eines Zahnes 8 im Oberkiefer an die Stelle des Zahnes 6 im gleichen Quadranten⁶. Bei den höheren Schwierigkeitsgraden („advanced“ und „complex“⁶) trifft dies meist nicht zu: Die weichgewebige Öffnung der Alveole ist entweder größer als der Zahnhals des Transplantats (typisch bei einer Milcheckzahntransplantation, Schwierigkeitsgrad „complex“), und/oder sie hat eine vollkommen andere Form. Ein primärer dentogingivaler Verschluss muss jedoch unmittelbar am Operationstag erzielt werden^{2,3}. Er verhindert nicht nur kurz- und langfristig erhöhte Sondierungstiefen, sondern garantiert auch eine komplikationslose



Abb. 2 Durchtrennen des dentogingivalen Verschlusses vor Zahntransplantation in der Empfängerregion mit einem mikrochirurgischen Skalpell

parodontale Heilung (Abb. 1). Grundvoraussetzung hierfür ist, dass sowohl am Transplantat als auch in der Empfängerregion der dentogingivale Verschluss scharf durchtrennt wird (Heilung Schnittwunde versus Riss-Quetsch-Wunde)^{2,3}. Hierfür bieten sich entsprechende mikrochirurgische Skalpell an (Abb. 2).

Die genannte Inkongruenz besteht vor allem nach der Entfernung ankylosierter unterer Milchmolaren bei Nichtanlage unterer Prämolaren und Transplantation eines oberen Prämolaren in die erwähnte Region. Diese Konstellation ist die mit Abstand häufigste bei Nichtanlage unterer Prämolaren, da der kieferorthopädische Lückenschluss mit zwei oder drei Molaren im spongiösen Oberkiefer einfacher, schneller und sicherer ist als im kortikalen Unterkiefer. Die Form des Zahnhalses eines oberen Prämolaren passt nur dann zum Gingivaverlauf um einen persistierenden Milchmolaren, wenn man den Prämolaren zunächst um 90° rotiert einsetzt und ihn nach 3 Monaten parodontaler Heilung kieferorthopädisch derotiert³ (Abb. 3 bis 9). Dies erspart allen Beteiligten die Morbidität und das Komplikationsrisiko erhöhende Weichgewebsplastiken.

Fehlende initiale Stabilität

Mit Ausnahme von Transplantationen unterer Prämolaren an die Stelle mittlerer Schneidezähne im Oberkiefer ist die initiale Stabilität (nicht zu verwechseln mit der Primärstabilität in der Implantologie) von

Zahntransplantaten insbesondere dann eingeschränkt bis überhaupt nicht vorhanden, wenn simultan der nicht erhaltungsfähige Zahn entfernt wird. Die Wurzelanatomie passt nicht zur vorhandenen Alveole, denn meist ist die Wurzel deutlich kleiner und kürzer (wurzelunreife Zähne), so dass eine Schienung erforderlich wird. Die Schiene soll den Zahn während der Phase der parodontalen Heilung in der intra operationem aus Gründen der Funktion bzw. Okklusion und Ästhetik gewählten Position halten und vor einem Spontanverlust schützen. Sie darf allerdings auch die parodontale Heilung nicht in Gefahr bringen oder gar verhindern und muss putzbar sein, denn Plaqueakkumulation gefährdet den dentogingivalen Verschluss in den ersten 72 Stunden. Außerdem darf sie weder die Okklusion stören noch die umliegenden Weichgewebe irritieren oder verletzen. Eine der wenigen Schienen, die alle diese Eigenschaften besitzt, ist die Titan-Trauma-Schiene (TTS, Fa. Medartis, Basel, Schweiz), und das auch nur dann, wenn insgesamt lediglich maximal drei Zähne in die Schiene einbezogen werden, diese so weit wie möglich entfernt von der Gingiva fixiert wird, die Klebeflächen nicht unnötig groß sind, die Schiene nur sehr wenige Wochen belassen wird und nicht zuletzt ein wirklich dünnfließendes Befestigungskomposit zum Einsatz kommt^{5,7,8} (Abb. 10 bis 18). Die Schiene muss flexibel sein und bleiben, weil eine starre Immobilisation die parodontale Heilung verzögert oder sie sogar verhindert.

ORALCHIRURGIE

Vermeidung von Komplikationen nach Zahntransplantation

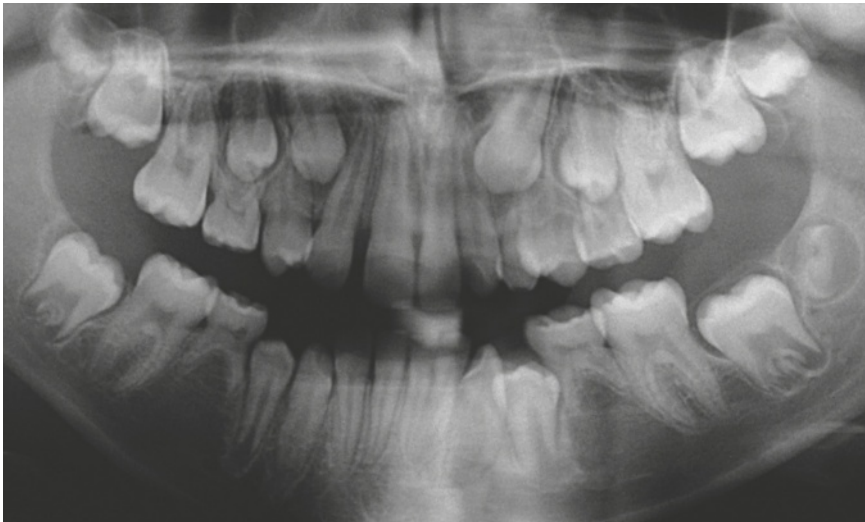


Abb. 3 Nichtanlage der Zähne 35 und 45



Abb. 4 Radiologische Situation im Anschluss an die Transplantation der Zähne 15 und 25 in die Alveolen der Zähne 35 und 45 nach Rotation um 90°



Abb. 5 Klinische Ansicht der kieferorthopädischen Derotation der Zähne 45 ...

Abb. 6 ... und 35

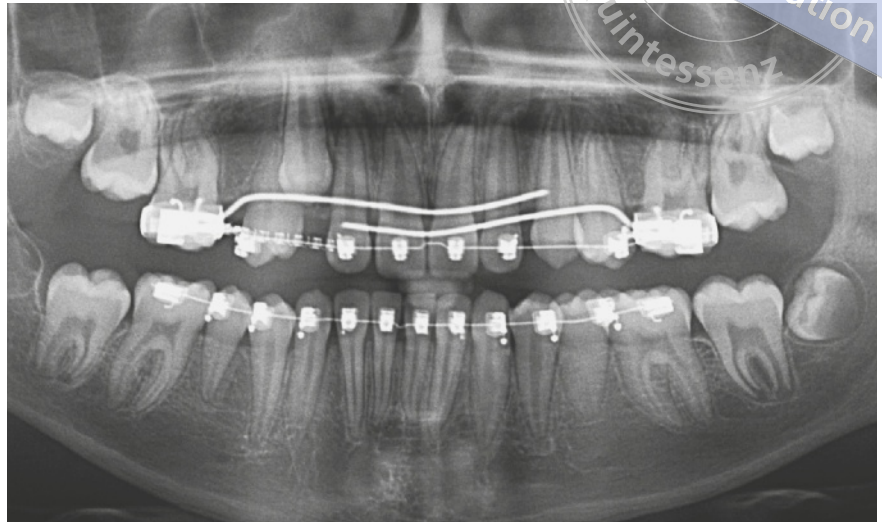


Abb. 7 Radiologische Situation nach Derotation



Abb. 8 Klinische Situation im Unterkiefer nach Derotation



Abb. 9 Klinische Situation im Oberkiefer nach entsprechendem Lückenschluss

ORALCHIRURGIE

Vermeidung von Komplikationen nach Zahntransplantation

copyright by
not for publication
Quintessenz



Abb. 10 Unfallbedingte finale Wurzelresorption an Zahn 11 bei Nichtanlage von Zahn 12



Abb. 11 Klinische Situation Regio 11 und 65: Der darunterliegende Zahn 25 soll in die Alveole von Zahn 11 transplantiert werden, um in beiden Quadranten wieder die gleiche Anzahl von Zähnen und einen perfekten biologischen Ersatz für Zahn 11 zu erzielen

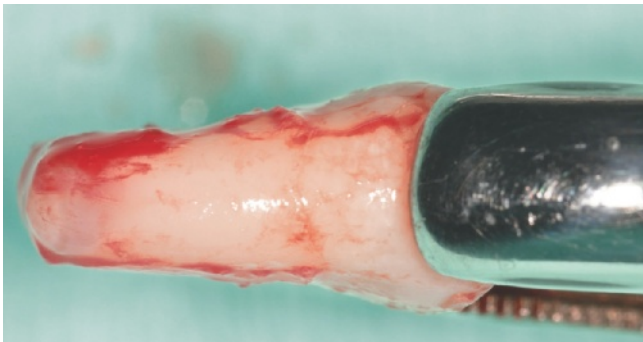


Abb. 12 Das gewebeschonend entnommene Transplantat 25 ...

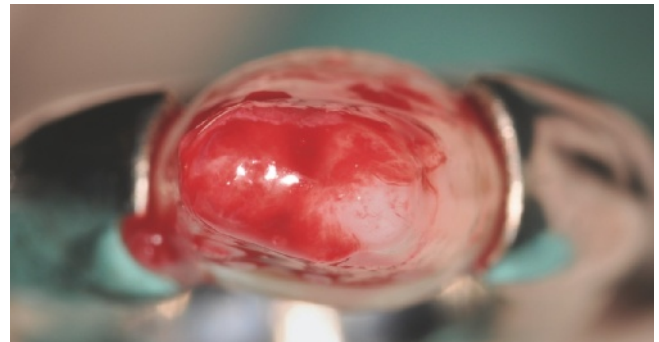


Abb. 13 ... mit noch weit offenem Foramen apicale



Abb. 14 Situation nach Transplantation des Zahnes 25 in die Alveole von Zahn 11 nach Rotation um 180° aufgrund des deutlich besseren Austrittsprofils



Abb. 15 Situation nach Fixation mit einer flexiblen Schiene, welche weit weg von der Gingiva erfolgt



Abb. 16 Radiologische Situation unmittelbar nach Transplantation des Zahnes 25 in die Alveole von Zahn 11 ...



Abb. 17 ... sowie 9 Monate später: Das Wurzelwachstum schreitet fort, die Pulpa ist vital



Abb. 18 Klinische Situation nach Rekonstruktion mit Komposit

Fazit

Obwohl die Zahntransplantation in den Händen erfahrener Operateure oder Teams heute eine vorhersagbare Methode des Zahnersatzes speziell bei Kindern und Jugendlichen ist, gibt es doch zahlreiche Voraussetzungen, die prae, intra und post operationem erfüllt werden müssen. Nur dann lassen sich wirklich perfekte Resultate mit einem langfristigen Überleben der Transplantate erzielen, und dies ist etwas, was bis heute keine andere Art des Zahnersatzes mit Ausnahme des kieferorthopädischen Lückenschlusses bieten kann. Die Zahntransplantation stellt einen Wahleingriff dar, bei dem der potenzielle Nutzen (neuer, kariesfreier, parodontal gesunder und pulpavitaler Zahn möglichst

bis zum Lebensende) deutlich die potenziellen Risiken (Begleitverletzungen von Knochen und Weichgeweben, lokale Infektion der Pulpa und des Parodonts, Ankylose, Wurzelresorption, Verlust des Transplantats mit teilweise erheblichem resultierendem Knochenverlust, Nervenläsionen im Unterkiefer, Verlust von befestigter Gingiva um das Transplantat und viele andere mehr) überwiegen muss. Diese einzelnen Risiken und somit auch das Gesamtrisiko können dank des Wissenszuwachses der letzten Jahre sehr gering gehalten werden. Nicht nur eine gute Planung, sondern auch die entsprechenden operativen Kenntnisse und Fähigkeiten machen heute aus einer fast in Vergessenheit geratenen Methode die bestmögliche Technik innerhalb der zahnerhaltenden Chirurgie.



Literatur

1. Feierabend S. Evidence-based Dentistry – Tipps für die Praxis. Fall 10: (Zahnärztliche) Interventionen im Kindes- und Jugendalter bei Anomalien der Zähne zur Prävention einer Stigmatisierung. Dtsch Zahnärztl Z 2015; 70:236-241.
2. Filippi A. Zahntransplantation. Quintessenz 2008;59:497-504.
3. Filippi A. Zahntransplantation. Berlin: Quintessenz, 2009.
4. Filippi A, Amato M, Zürcher A. Behandlung einer Avulsion. Dtsch Zahnärztl Z 2015;70: 250-256.
5. Filippi A, von Arx T, Lussi A. Comfort and discomfort of dental trauma splints – a comparison of a new device (TTS) with three commonly used splinting techniques. Dent Traumatol 2002;18:275-280.
6. Mollen I, Bernhart T, Filippi A. Transplantation of teeth after traumatic tooth loss. Endo 2014;8:301-307.
7. Von Arx T, Filippi A, Buser D. Splinting of traumatized teeth with a new device: TTS (Titanium Trauma Splint). Dent Traumatol 2001;17: 180-184.
8. Von Arx T, Filippi A, Lussi A. Comparison of a new dental trauma splint device (TTS) with three commonly used splinting techniques. Dent Traumatol 2001;17: 266-274.

Zwei neue Köpfe für die DGZMK

Zwei neue Köpfe zieren die Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK): Prof. Dr. med. dent. *Roland Frankenberger* (48 Jahre/Universitätsklinikum Marburg) wurde auf der Hauptversammlung in Frankfurt einstimmig zum neuen Präsidenten elect gewählt und wird der DGZMK in 3 Jahren vorstehen, Dr. med. Dr. med. dent. *Markus Tröltzsch* (37 Jahre/Ansbach) übernimmt nach ebenfalls einstimmiger Wahl den Vorsitz des Direktoriums der Akademie Praxis und Wissenschaft (APW) von Dr. *Norbert Grosse* (Wiesbaden), der dieses Amt 10 Jahre innehatte, und gehört damit auch dem DGZMK-Vorstand an.

Für Prof. *Frankenberger* stellt die Aufgabe in der DGZMK eine Fortsetzung in verschiedenen Ämtern großer zahnmedizinischer Fachgesellschaften dar, die für ihn im Jahr 2020 eine besondere Klimax erreicht: „Der Gedanke an diesen Deutschen Zahnärztetag als große Gemeinschaftstagung bewegt und motiviert mich extrem – wir haben nur eine Zahnmedizin, und die wird sich hier in besonderer Form präsentieren.“ Für seine kommenden Aufgaben in der DGZMK sieht *Frankenberger* sich gut gerüstet. Für sein Alter verfügt er über erstaunliche Erfahrung in der Führungsarbeit zahnmedizinischer Fachgesellschaften. So gehörte er 10 Jahre – davon 2 als Präsident – der Deutschen Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ) an. Weitere 6 Jahre diente er der Deutschen Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde (DGKiZ), davon 4 Jahre als Generalsekretär. Und auch im Vorstand der Vereinigung der Hochschullehrer in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (VHZMK) sammelte er über 4 Jahre Erfahrung. Hinzu kommen 3 Jahre als stellvertretender Vorsitzender der APW und eine seit 2012 währende Arbeit im Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Endodontologie und zahnärztliche Traumatologie (DGET). „Ich sehe mich als Vereiner und nicht als Spalter“, stellt er heraus und verweist auf den Zusammenschluss von DGZ und DGET während seiner Amtszeit.

Für eine neue Generation mit entsprechender Dynamik steht auch Dr. Dr. *Markus Tröltzsch*, der künftig die Geschicke der APW lenken wird. „In enger Zusammenarbeit mit meinem Kollegen im Direktorium, Dr. *Markus Bechtold*“, wie er gleich betont. Und die APW, deren Direktorium er seit 2014 angehört, darf sich auf frischen Wind freuen, der u. a. aus dem mit jungen Kolleginnen und Kollegen besetzten Beirat kommen soll, dem „ThinkTank“, wie Tröltzsch es nennt. „Meine Hauptziele sind die Weiterführung der großartigen Arbeit von Dr. *Grosse* sowie das weitere Vorantreiben der Interaktion mit unserem neuen Wissensportal owidi“, sagt *Tröltzsch*. Er will weiter auf junge Berufskollegen zugehen und setzt auf neue Konzepte, die er mit seinem Team entwickeln möchte. *Tröltzsch* verbindet Hochschule (Lehrtätigkeit an der Universität Göttingen) mit Praxis (Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurg in der väterlichen Praxis in Ansbach) auf geradezu exemplarische Weise. (DGZMK)

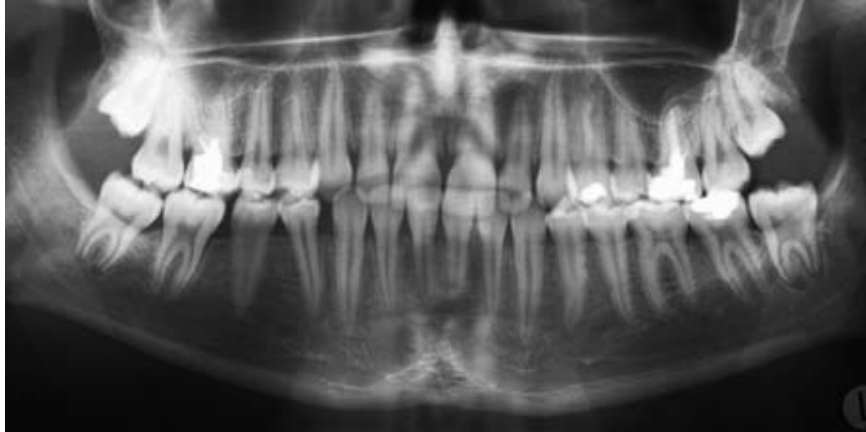


Abb. 1a Parodontitis apicalis der Zähne 16 und 26 sowie bereits großflächiger Ersatz der koronalen Zahnhartsubstanzen bei einer 15-jährigen Patientin (präoperative radiologische Situation)

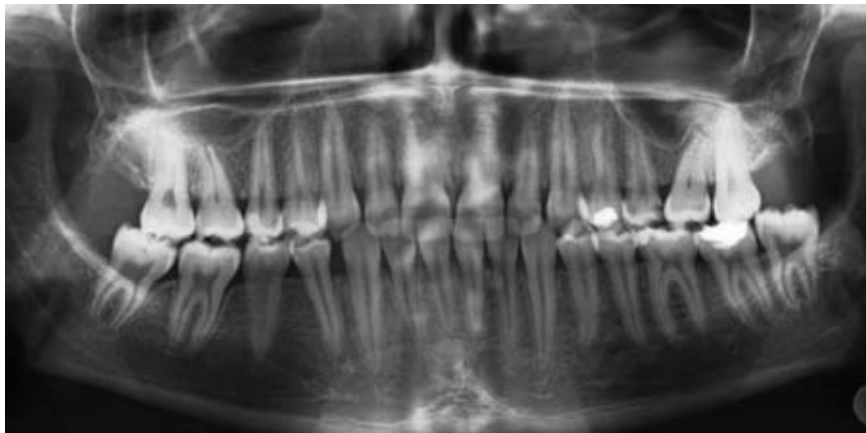


Abb. 1b Postoperative radiologische Situation 1 Jahr nach Entfernung der Zähne 16 und 26 sowie Transplantation der Zähne 18 und 28 in die Alveolen der Zähne 16 und 26: deutliche Zeichen der Pulpavitalität (Fortschritt des Wurzelwachstums, beginnende Obliteration)

Abb. 1c Klinische Situation 2 Jahre nach Transplantation der Zähne 18 und 28 in die Alveolen der Zähne 16 und 26: funktionelle parodontale Heilung (Periotest, Perkussionsschall)

chen mangelnde Compliance und fortgeschrittene Parodontitis marginalis (grundsätzlich) sowie Infektionen in Spender- und Empfängerregion (temporär) gegen eine Transplantation.

Traumatologische Aspekte

Neben frühem Zahnverlust durch Caries profunda und Nichtanlage von Zähnen gehören heute traumatologische Gründe zu den häufigsten Indikationen für eine Zahntransplantation. Viele Zahnärzte erkennen hier den Behandlungsbedarf häufig erst, wenn bereits sehr viel Knochen und Weichgewebe im ästhetisch wichtigen Frontzahnbereich verloren gegangen ist.

Zahndislokationen (laterale Dislokation, Intrusion, Avulsion) können zu irreversiblen Zerstörungen der Zement(oblaster)schicht führen. Die Folge ist immer eine Wurzelresorption durch Osteoklasten. Osteoblasten ersetzen die resorbierten Zahnschichten durch Alveolarknochen, und es kommt zur Ankylose. In der Folge wird die gesamte Wurzel resorbiert und durch Alveolarknochen ersetzt. Schließlich frakturiert der Zahn und ist verloren.

Solche Ersatzgewebsresorptionen laufen bei Kindern ungleich schneller ab als bei Erwachsenen. Zusätzlich kommt es im wachsenden Kiefer zu einem lokalen Wachstumsstopp im Bereich des betroffenen Zahnes. Während der



Abb. 2a Nichtanlage aller zweiten Prämolaren und erhöhte Beweglichkeit von Zahn 75 bei einem 15-jährigen Patienten (präoperative radiologische Situation)

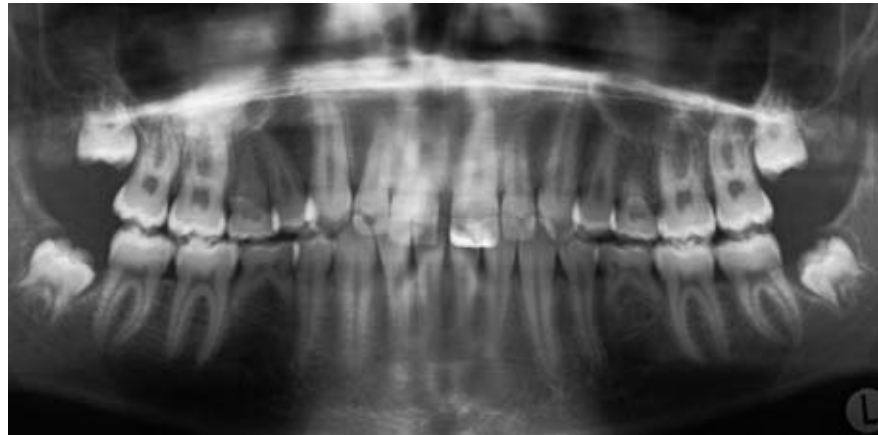
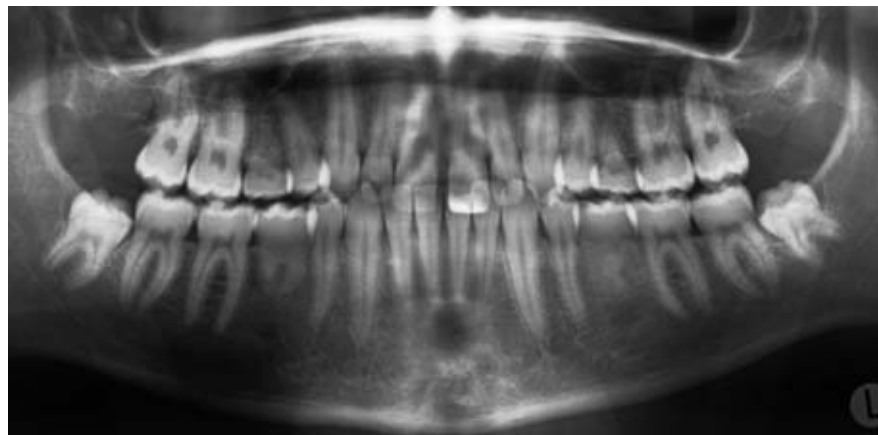


Abb. 2b Postoperative radiologische Situation 2 Jahre nach Entfernung der Zähne 75 und 85 sowie Transplantation der Zähne 18 und 28 in die Alveolen der Zähne 35 und 45: deutliche Zeichen der Pulpavitalität (abgeschlossenes Wurzelwachstum, Obliteration)



Oberkiefer weiter nach vertikal wächst, bleibt der ankylosierte Zahn in seiner Position und scheint klinisch „kürzer“ zu werden. Nach Abschluss des Wachstums verbleiben laterale und vertikale Knochen- und Weichgewebsdefekte, die vor einer Implantation teilweise aufwändig augmentiert werden müssen, teilweise aber auch gar nicht mehr suffizient augmentierbar sind. Außerdem werden solche Zähne mit fortschreitender Pubertät wegen der sich verschlechternden Ästhetik zunehmend als störend empfunden, können auch psychologisch belastend sein und sind völlig funktionslos.

Ankylosierte Zähne im wachsenden Kiefer müssen in der Regel umgehend und konsequent entfernt werden^{15,20}. Spezielle Therapieformen wie Dekoronation oder intentionelle Replantation ankylosierter Zähne sollten spezialisierten Zentren vorbehalten bleiben^{13,14}. Ein kieferorthopädischer (bilateraler) Lückenschluss sollte lediglich nach Ankylose bzw. Verlust der beiden mittleren Schneidezähne diskutiert werden. Ein einseitiger Lückenschluss produziert oftmals Kompromisse (Verschiebung der Mittellinie, asymmetrisches Austrittsprofil des schmalen lateralen Inzisivus, Rekonturierung

Abb. 2c Klinische Situation 2 Jahre nach Transplantation der Zähne 18 und 28 in die Alveolen der Zähne 35 und 45: funktionelle parodontale Heilung (Periotest, Perkussionsschall)

und Farbkorrektur des Eckzahnes, erforderliche Weichgewebskorrekturen marginal etc.), die insbesondere bei hoher Lachlinie kaum tolerierbar sind. An die Stelle des ankylosierten (desmodont-toten) Zahnes sollte bei Kindern

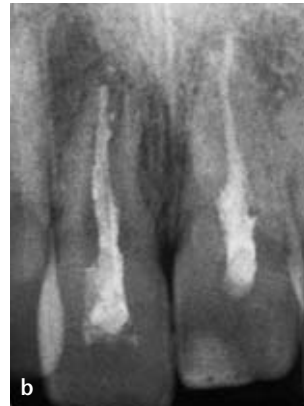


Abb. 3a Unfallbedingt ästhetisch (Verfärbung der Zähne 11 und 21) und funktionell (Ankylose Zahn 21 mit progredienter Infraposition) kompromittierte Situation bei einem 15-jährigen Patienten (klinische Ausgangssituation)



Abb. 3b Radiologische Ausgangssituation: insuffiziente Wurzelkanalbehandlungen der Zähne 11 und 21 bei noch offenem Foramen apicale und knöcherner Ersatzresorption Zahn 21



Abb. 3c Klinische Ausgangssituation (okklusale Ansicht): Zahnengstand rechter Oberkiefer und kieferorthopädische Indikation zur unilateralen Entfernung eines Prämolaren



Abb. 3d Radiologische Situation nach erfolgreicher Apexifikation des erhaltungswürdigen Zahnes 11 mit MTA



Abb. 3e Radiologische Situation nach erfolgreicher Wurzelkanalbehandlung des Zahnes 15 vor Transplantation (aufgrund des bereits abgeschlossenen Wurzelwachstums)



Abb. 3f Klinische Situation 8 Wochen nach erfolgreicher Transplantation des Zahnes 15 in die Alveole des nicht erhaltungswürdigen und simultan entfernten Zahnes 21 sowie begonnener Bleichbehandlung des Zahnes 11



Abb. 3g Klinische Situation 10 Monate nach erfolgreicher Transplantation des Zahnes 15 in die Alveole des Zahnes 21 und Rekonstruktion mit Komposit: funktionelle parodontale Heilung (Periotest, Perkussionsschall)

Abb. 3h Radiologische Situation 10 Monate nach erfolgreicher Transplantation des Zahnes 15 in die Alveole des Zahnes 21



vor dem Wachstumsschub grundsätzlich ein Zahn mit vitalem Desmodont transplantiert werden, der den Fortschritt des Kieferwachstums stimuliert, auf diese Weise Knochen und Weichgewebe erhält und gleichzeitig ästhetischen sowie funktionellen Ansprüchen genügt.

Die klassische Therapie besteht in der Transplantation eines Prämolaren (Abb. 3a bis h). Die Erfolgsraten dieser Therapie auch über viele Jahrzehnte sind sehr hoch. Nach der parodontalen Heilung lassen sich die transplantierten Prämolaren ästhetisch sehr schön korrigieren^{3-7,16}. Die Entfernung eines Prämolaren muss jedoch im Team mit einem Kieferorthopäden diskutiert werden. Zusätzlich sollte zum Zeitpunkt der Transplantation die Prämolarenwurzel zu mindestens 70 % ausgebildet sein. Bei wurzelunreifen Prämolarentransplantaten wäre aus biologischer Sicht eine endodontische Behandlung zunächst nicht erforderlich. Da die Pulpa nach der Transplantation jedoch fast immer eine Ersatzgewebsbildung zeigt, bedeutet dies, dass für die Transformation der Prämolarenkrone in eine Frontzahnkrone keine Dentinkanälchen freigelegt werden dürfen, um eine iatrogene Parodontitis apicalis zu verhindern. Dies ist aber in manchen Fällen aufgrund der morphologischen Unterschiede zwischen Prämolaren und Schneidezähnen nicht möglich. Daher favorisiert der Autor nicht nur bei wurzelreifen Prämolaren in den meisten Fällen eine retrograde extraorale Stiftinsertion oder eine konventionelle Wurzelkanalbehandlung zur Prävention endodontisch induzierter Komplikationen mit drohendem Transplantatverlust^{24,25}. Prämolarentransplantationen sind etwa ab dem 10. Lebensjahr möglich.

Bei jüngeren Patienten (vor dem 10. Lebensjahr), bei denen die bleibenden Prämolaren noch zu wurzelunreif sind, sollte die Transplantation eines Milcheckzahnes diskutiert werden^{22,23} (Abb. 4a bis f). Dessen Wurzel sollte noch zu etwa 70 % erhalten sein. Bei diesem Verfahren ist immer eine Wurzelkanalbehandlung erforderlich, die aufgrund des Alters der Patienten und der begonnenen physiologischen Wurzelresorption grundsätzlich extraoral mittels retrograder Stiftinsertion erfolgen muss. Die Milcheckzahntransplantation ist eine hervorragende Möglichkeit, einen verloren gegangenen Frontzahn bereits im Kindesalter zu ersetzen, das umliegende Hart- und Weichgewebe zu erhalten und den Fortschritt des Kieferwachstums zu gewährleisten.

Planung

Die präoperative Planung umfasst klinische und radiologische Untersuchungen von Transplantatlager und Transplantat. Voraussetzungen für eine erfolgreiche Therapie sind

- eine gute Mitarbeit des Patienten,
- ein geeigneter Zeitpunkt für die Transplantation,
- die Auswahl eines in Größe und Form passenden Transplantats,
- günstige Kieferrelationsverhältnisse,
- ein in allen Dimensionen genügend Platz bietendes Transplantatlager und
- eine ausreichend breite befestigte Gingiva.

Wenn approximal zu wenig Platz für das Transplantat zur Verfügung steht, kann eine kieferorthopädische Öffnung der Lücke diskutiert werden. Ist dies nicht möglich oder nicht erwünscht, können alternativ die Approximalfächen des Transplantats bzw. der Nachbarzähne um bis zu 0,5 mm reduziert werden, ohne dass jedoch Dentin freigelegt wird².

Zahntransplantationen sollten prinzipiell einzeitig erfolgen. Bei einzeitiger Therapie werden die Konditionierung des Transplantatbetts, die Entnahme des Plantats und die Plantation in der gleichen Behandlungssitzung durchgeführt. Die zweizeitige Technik, bei der zunächst das Transplantatbett geschaffen und einige Tage später transplantiert wird, ist aus heutiger Sicht der parodontalen und pulpalen Heilung überholt und primär noch bei konservativ nicht behandelbaren Infektionen im Transplantatbett indiziert. Die früher diskutierten Vorteile (Bildung von Granulationsgewebe zur Begünstigung der Pulparevaskularisation) sind heute durch den standardisierten Einsatz von lokaler Tetracyclinapplikation hinfällig. Darüber hinaus kann dem Patienten auf diese Weise einen Zweiteingriff erspart werden.

Allgemeine Technik der Zahntransplantation

Muss vor der Transplantation noch ein Zahn entfernt werden, sollte dies nach Möglichkeit ohne Aufklappung geschehen. Vorhandenes apikales Entzündungsgewebe oder Fremdmaterial ist sorgfältig zu entfernen. Das Transplantatbett sollte mit chirurgischen Fräsen unter entsprechender Kühlung so gestaltet werden, dass zwischen neu geschaffener Alveolenwand und Wurzeloberfläche etwa 0,5 mm sowie zwischen Alveolenboden und Wurzelspitze etwa 2 bis 3 mm Freiraum entsteht^{10,11,27}.

Ist die Transplantation eines Zahnkeims oder eines retinierten Zahnes vorgesehen, wird der Knochen über der Zahnkrone unter maximaler Schonung des Zahnsäckchens und des Desmodonts bis zur größten Zirkumferenz abgetragen. Auf diese Weise kann der Zahnkeim nach vorsichtiger Mobilisation gewebeschonend entnommen werden. Besonders gewebeschonend ist die Osteotomie mittels Piezosurgery,

Abb. 4a Unfallbedingte Längsfraktur Zahn 11 (nicht erhaltungswürdig) bei einem 8-jährigen Patienten (Situation nach Zahnentfernung)

Abb. 4b Klinische Ausgangssituation nach Entfernung des Zahnes 11

Abb. 4c Situation nach gewebeschonender Entfernung des Zahnes 53, Resektion der Wurzelspitze und retrograder Stiftinsertion (RetroPost, Komet, Fa. Brasseler, Lemgo)

Abb. 4d Situation unmittelbar nach Transplantation des Zahnes 53 in die Alveole des Zahnes 11



Abb. 4e Radiologische Situation 3 Monate nach erfolgreicher Transplantation des Zahnes 53 in die Alveole des Zahnes 11: funktionelle parodontale Heilung (Periotest, Perkussionsschall)

Abb. 4f Klinische Situation 4 Jahre nach erfolgreicher Transplantation des Zahnes 53 in die Alveole des Zahnes 11 und Rekonstruktion mit Komposit: funktionelle parodontale Heilung (Periotest, Perkussionsschall, Fortschritt des Kieferwachstums)



da bei diesem Verfahren das Zahnsäckchen nicht verletzt wird. Unter keinen Umständen darf die Wurzeloberfläche tangiert werden: Von dem Operateur erzeugte parodontale Defekte verschlechtern die Prognose der Transplantation deutlich und führen – wie oben beschrieben – zur Wurzelresorption mit erneutem Stopp des Kieferwachstums.

Wird ein durchgebrochener Zahn transplantiert, unterscheidet sich die Transplantatentnahme im Wesentlichen dadurch, dass das zervikale Parodont mittels Skalpell durchtrennt wird², um die parodontalen und gingivalen Strukturen weitgehend zu erhalten²⁸. Die Transplantatentnahme sollte grundsätzlich nicht durch kippende Bewegungen oder mit dem Hebel erfolgen: Beides führt vorhersagbar zu desmodontalen Defekten. Einwurzelige Zähne mit runden bzw. rund-ovalen Wurzelquerschnitten werden ausschließlich durch Rotationsbewegungen entfernt, mehrwurzelige Zähne nur unter Anwendung moderner vertikaler Extraktionstechniken (z. B. Zalex, Fa. Zalex-Replantation System, Magdeburg).

Extraorale Aspekte

Für eine erfolgreiche Transplantation ist ein zellphysiologisches Lagerungsmedium zur temporären extraoralen Aufbewahrung von entscheidender Bedeutung. Es ist wichtig, dass der Stoffwechsel der Zellen auf der Wurzeloberfläche des Transplantats (Parodontalfibroblasten, Zementoblasten) optimal aufrechterhalten wird, um einer drohenden Ankylose und damit einem Misserfolg vorzubeugen. Hierfür wird entweder Ringerlactatlösung unter Zusatz eines Antibiotikums (100 ml Ringerlösung + 25.000 IE Bacitracin oder Neomycinsulfat)¹⁰ oder die Zahnrettungsbox Dentosafe (Fa. Medice, Iserlohn) empfohlen¹⁵. Durch eine zusätzliche kurze Lagerung über 5 Minuten in einer Tetrazyklinlösung kann die Wahrscheinlichkeit einer Revaskularisation der Pulpa verdoppelt werden²⁹. Eine solche Revaskularisation ist jedoch nur bei weit offenem Foramen apicale realistisch möglich (Durchmesser > 2 mm). Bei Verdacht auf eine größere Schädigung der Wurzeloberfläche während der Transplantatentnahme (gemessen an Kraft und Technik, die für die Zahnentfernung erforderlich waren) empfehlen sich eine systemische Antibiotikagabe (Doxyzyklin aufgrund der anti-resorptiven Eigenschaften) sowie die intraoperative Applikation von Emdogain (Fa. Straumann, Basel, Schweiz) auf die Wurzeloberfläche und in die Alveole, um das Risiko einer Ankylose zu reduzieren²⁶.

Schienung

Die Schienung hat Einfluss auf die Regeneration von Pulpa und Parodont. Eine starre Immobilisierung erhöht das Ankyloserisiko^{1,8,21} und hat negativen Einfluss auf eine mögliche Revaskularisation der Pulpa¹⁷. Es wird davon ausgegangen, dass begrenzte Bewegungen die Revaskularisation fördern und das Risiko einer Ankylose reduzieren⁹. Das Transplantat sollte daher grundsätzlich wie nach einem Zahntrauma mobil geschient werden, wodurch eine Reduktion der erhöhten Zahnbeweglichkeit auf physiologische Werte erreicht wird. Die Schienung erfolgt entsprechend der klinischen Situation für 2 bis 4 Wochen. Hierfür etabliert hat sich die TTS-Schiene (Fa. Medartis, Basel, Schweiz): Sie garantiert eine ausreichende Festigkeit und gleichzeitig eine physiologische Beweglichkeit des Zahnes bei minimalen Klebeflächen. Zusätzlich kann eine optimale Mundhygiene – auch des Transplantats – vom ersten postoperativen Tag an durchgeführt werden, was für eine parodontale Heilung essenziell ist.

Postoperative Kontrollen

Grundsätzlich entsprechen die Empfehlungen zu postoperativen Kontrolluntersuchungen denjenigen bei anderen oralchirurgischen Eingriffen. Vor allem nach der Transplantation wurzelunreifer Zähnen schließen sich engmaschige Kontrollen an (im ersten Jahr monatlich bis vierteljährlich, ab dem zweiten Jahr dann jährlich). Der Erfolg der parodontalen Heilung kann nach etwa 2 Monaten mit Hilfe des Periotest-Gerätes (Fa. Gulden Medizintechnik, Bensheim) überprüft werden, der Erfolg einer Pulpavaskularisation nach spätestens einem Jahr klinisch und anhand eines Röntgenbildes.

Danksagung

Mein Dank gilt Herrn Dr. *Gabriel Krastl*, Oberarzt in der Klinik für Parodontologie, Endodontologie und Kariologie, der gemeinsam mit mir das Zahnunfall-Zentrum der Universität Basel leitet, für seine ausgezeichneten Transplantatrekonstruktionen (Abb. 3g und 4f) und seine endodontischen Behandlungen (Abb. 3d, e und h) sowie Herrn Dr. *Matthias Rymann*, Kieferorthopäde aus Kriens, für die Überweisung des Patienten mit der Prämolarentransplantation und für die Erlaubnis, die Abbildung 3c verwenden zu dürfen.

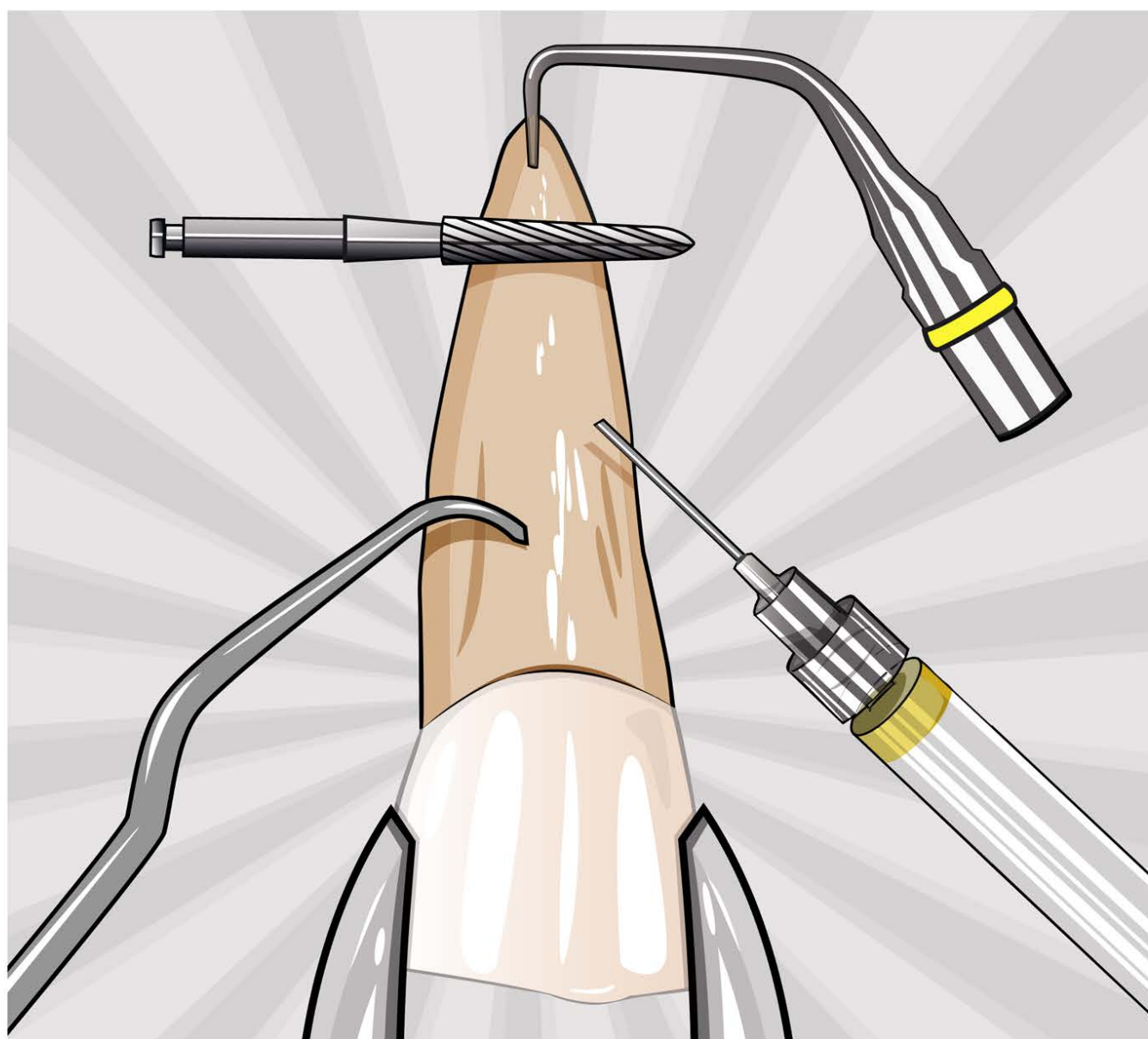


Literatur

1. Andreasen JO. The effect of splinting upon periodontal healing after replantation of permanent incisors in monkeys. *Acta Odontol Scand* 1975;33:313-323.
2. Andreasen JO. *Farbatlas der Replantation und Transplantation von Zähnen*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag, 1993.
3. Andreasen JO, Andersson L, Tsukiboshi M. Autotransplantation of teeth to the anterior region. In: Andreasen JO, Andreasen FM, Andersson L (eds). *Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth*. Copenhagen: Blackwell Munksgaard, 2007: 740-760.
4. Andreasen JO, Paulsen HU, Yu Z, Ahlquist R, Bayer T, Schwartz O. A long-term study of 370 autotransplanted premolars. Part I. Surgical procedures and standardized techniques for monitoring healing. *Eur J Orthod* 1990;12:3-13.
5. Andreasen JO, Paulsen HU, Yu Z, Ahlquist R, Bayer T, Schwartz O. A long-term study of 370 autotransplanted premolars. Part II. Tooth survival and pulp healing subsequent to transplantation. *Eur J Orthod* 1990;12:14-24.
6. Andreasen JO, Paulsen HU, Yu Z, Bayer T. A long-term study of 370 autotransplanted premolars. Part IV. Root development subsequent to transplantation. *Eur J Orthod* 1990;12:38-50.
7. Andreasen JO, Paulsen HU, Yu Z, Schwartz O. A long-term study of 370 autotransplanted premolars. Part III. Periodontal healing subsequent to transplantation. *Eur J Orthod* 1990;12:25-37.
8. Bauss O, Schilke R, Fenske C, Engelke W, Kiliaridis S. Autotransplantation of immature third molars: influence of different splinting methods and fixation periods. *Dent Traumatol* 2002;18:322-328.
9. Blomlöf L, Andersson L, Lindskog S, Hedstrom KG, Hammarström L. Periodontal healing of replanted monkey teeth prevented from drying. *Acta Odontol Scand* 1983;41: 117-123.
10. Eskici A. Reimplantation und Transplantation von Zähnen. In: Horch HH (Hrsg). *Zahnärztliche Chirurgie*. München: Urban & Fischer, 2003:232-254.
11. Feldmann G. Voraussetzungen, Vorgehen, Erfolge bei der Zahntransplantation. *Zahnärztl Mitt* 1985;75:2537-2538.
12. Filippi A. Traumatologie bleibender Zähne. In: Lambrecht JT (Hrsg). *Zahnärztliche Operationen*. Berlin: Quintessenz, 2008: 169-223.
13. Filippi A, Pohl Y, von Arx T. Decoronation of an ankylosed tooth for preservation of alveolar bone prior to implant placement. *Dent Traumatol* 2001;17:93-95.
14. Filippi A, Pohl Y, von Arx T. Treatment of replacement resorption by intentional replantation, resection of the ankylosed sites, and Emdogain – results of a 6-year survey. *Dent Traumatol* 2006;22:307-311.
15. Kirschner H, Pohl Y, Filippi A, Ebeleseder K. *Unfallverletzungen der Zähne*. München: Elsevier, 2005.
16. Kristerson L. Autotransplantation of human premolars. A clinical and radiographic study of 100 teeth. *Int J Oral Surg* 1985;14:200-213.
17. Kristerson L, Andreasen JO. The effect of splinting upon periodontal and pulpal healing after autotransplantation of mature and immature permanent incisors in monkeys. *Int J Oral Surg* 1983;12:239-249.
18. Lambrecht JT, Filippi A. *Zahn erhaltende Chirurgie*. In: Lambrecht JT (Hrsg). *Zahnärztliche Operationen*. Berlin: Quintessenz, 2008:81-119.
19. Lang B, Pohl Y, Filippi A. Transplantation von Zähnen. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2003; 113:1179-1199.
20. Malmgren O, Malmgren B, Goldson L. Orthodontic management of the traumatized dentition. In: Andreasen JO, Andreasen FM (eds). *Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth*. Copenhagen: Munksgaard, 1994:587-633.
21. Morris ML, Moreinis A, Patel R, Prestup A. Factors affecting healing after experimentally delayed tooth transplantation. *J Endod* 1981; 7:80-84.
22. Pohl Y, Filippi A. Transplantation of primary canines. *Dent Traumatol* 2008;24:(in press).
23. Pohl Y, Filippi A, Kirschner H. Auto-alloplastic transplantation of a primary canine after traumatic loss of a permanent central incisor. *Dent Traumatol* 2001;17:188-193.
24. Pohl Y, Filippi A, Kirschner H. Extraoral endodontic treatment by retrograde insertion of posts: a long-term study on replanted and transplanted teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol Endod* 2003;95:355-363.
25. Pohl Y, Filippi A, Kirschner H. Results after replantation of avulsed permanent teeth. I. Endodontic considerations. *Dent Traumatol* 2005;21:80-92.
26. Pohl Y, Filippi A, Kirschner H. Results after replantation of avulsed permanent teeth. II. Periodontal healing and the role of physiologic storage and antiresorptive-regenerative therapy (ART). *Dent Traumatol* 2005;21:93-101.
27. Schultze-Mosgau S, Neukam FW. Intentionelle Replantation, therapeutische Zahnluxation, Zahntransplantation. In: Reichart PA, Hausamen JE, Becker J, Neukam FW, Schliephake H, Schmelzeisen R (Hrsg). *Zahnärztliche Chirurgie*. Berlin: Quintessenz, 2002:263-290.
28. Tsukiboshi M. Autotransplantation of teeth: requirements for predictable success. *Dent Traumatol* 2002;18:157-180.
29. Yanpiset K, Trope M. Pulp revascularization of replanted immature dog teeth after different treatment methods. *Endod Dent Traumatol* 2000;16:211-217. 

Andreas Filippi / Sebastian Kühl (Hrsg.)

ATLAS DER MODERNEN ZAHNERHALTENDEN CHIRURGIE



Andreas Filippi | Fabio Saccardin | Sebastian Kühl (Hrsg.)

DAS GROSSE 1 × 1 DER ORALCHIRURGIE

