

D. Nolte<sup>1</sup>, K. Hinrichs<sup>2</sup>, S. Lange<sup>3</sup>

# Die autogene Zahntransplantation: Ein aktueller evidenzbasierter systematischer Review\*

*Autogenous tooth transplantation: a topical evidence based systematic review*



D. Nolte

**Hintergrund:** Die autogene Zahntransplantation stellt eine in der Zahnmedizin bekannte Methode für den Zahnerhalt/Zahnersatz dar, insbesondere im jugendlichen Gebiss. Der letzte aktuelle Review zu dem Thema stammt aus dem Jahre 1970 von *Natiella* et al [100] und lieferte bereits damals eine mittlere Zehn-Jahres-Überlebensrate von 70 %. Durch die Verbesserung der antibiotischen Therapie, aber auch der chirurgischen Technik ist mit einer weiteren Verbesserung der Überlebensraten zu rechnen, die in der vorliegenden Arbeit evidenzbasiert bestimmt werden sollte.

**Ziel:** In dem vorliegenden systematischen Review wurden vornehmlich die folgenden Fragestellungen untersucht: 1. Wie groß ist die Zehn-Jahres-Überlebensrate der autogenen Zahntransplantation heute? 2. Ist diese Methode beschränkt auf jugendliche Patienten (mit noch nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum) oder ist die Methode auch beim erwachsenen Patienten (mit abgeschlossenem Wurzelwachstum) erfolgreich anzuwenden? Wenn ja, mit welchen Überlebensraten ist beim erwachsenen Patienten zu rechnen? 3. Ist eine Wurzelbehandlung der transplantierten Zähne eine *conditio sine qua non* oder kann darauf auch verzichtet werden?

**Methode:** Im Rahmen eines systematischen Reviews wurden sämtliche von 1955 bis einschließlich 2003 wissenschaftlich publizierte Daten in deutscher, englischer und französischer Sprache erfasst. Insgesamt gingen 6064 Zähne in die Auswertung ein. „Erfolg“ wurde dabei definiert als Anteil „überlebender“ Zähne an der Gesamtheit aller transplantierten Zähne und wird daher im Folgenden mit dem Begriff „Überlebens“-Rate versehen.

**Ergebnisse:** Die Zehn-Jahres-„Überlebens“-Rate der autogenen Zahntransplantation für die neueren Studien (1986

**Background:** Autogenous tooth transplantation (ATT) is a well known method for tooth replacement in dentistry, in particular in the adolescent jaw. Nevertheless, the “survival” rate of this ancient surgical therapy is underestimated by dentists and oral surgeons. The last actual systematic review is from 1970 by *Natiella* et al. (1970) demonstrating a mean 10 year-survival -rate of 70%. Through improvement of antibiotic therapy and surgical technique one may expect further improvement, which should be updated in the present paper by an evidence based approach.

**Aim:** In the present systematic review the following questions should be answered: 1. Which is the 10 year-survival-rate of ATT today? 2. Is this method limited to the adolescent patients (roots with open apices) or is the method also successful to be applied in adult patients (roots with closed apices)? If so, what are the survival rates in the adult patient? 3. Is root filling a *conditio sine qua non* or can possibly be renounced on this procedure?

**Method:** Scientific articles published in German, English and French between 1955 and 2003 were collected. In all, 6064 teeth fulfilled the criteria of the study. Due to a very low evidence level the statistic procedure of systematic review had to be chosen. “Survival” was defined as quotient of surviving teeth versus total of all transplanted teeth. For reasons of statistic reliability, calculation of data was performed via three mathematical models (weighted means, summarized Kaplan-Maier curves, approximation by exponential function) independently of each other.

**Results:** Mean 10-year-survival rates of ATT amounts for the actual studies from 1986 to 2003 to 83,9%, for all studies (from 1955 to 2003) to 75,6%. Referring to the ac-

<sup>1</sup> Praxisklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Sauerbruchstr. 48, 81377 München-Großhadern

<sup>2</sup> Klinik für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin, St. Marien-Hospital Lünen, Altstadtstr. 23, 44534 Lünen

<sup>3</sup> PD Dr. med. Stefan Lange, Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen, Dillenburger Str. 27, 51105 Köln

\*Die vorliegende Arbeit war Gegenstand der Promotionsarbeit von Herrn Karsten Hinrichs zum Dr. med. an der Ruhr-Universität Bochum, 2005 (Link: (<http://www-brs.ub.ruhr-uni-bochum.de/netahtml/HSS/Diss/HinrichsKarsten/diss.pdf>)).

Teile der vorliegenden Arbeit sind bereits in den Zahnärztlichen Mitteilungen (96, Nr. 24, 16.12.2006, 3356) veröffentlicht worden.

Peer-reviewed article: eingereicht: 07.12.2009, akzeptiert: 22.02.2010

DOI 10.3238/dzz.2010.11.11

bis 2003) beträgt im Mittel 83,9 %, die mittleren Überlebensraten für alle Studien (1955 bis 2003) im Mittel 75,6 %. Zähne mit nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum haben eine (nur) um 7,6 % bessere Prognose (87,2 %) als Zähne mit abgeschlossener Wurzelentwicklung (79,6 %). Jugendliche Zähne mit offenem Apex bedürfen keiner Wurzelfüllung. Bei Zähnen mit abgeschlossenem Wurzelwachstum ergeben sich annähernd die gleichen Überlebensraten, ob die Zähne mit oder ohne Wurzelfüllung behandelt worden sind. Für den Fall einer Wurzelfüllung ergeben sich die besten Erfolge für die elektive postoperative Wurzelfüllung sowie die Wurzelfüllung bei klinischer Symptomatik, die schlechtesten Erfolge für die intraoperative Wurzelfüllung.

**Schlussfolgerung:** Die autogene Zahntransplantation hat seit den 70er Jahren eine weitere Verbesserung der mittleren Zehnjahres-Überlebensraten von 70% auf 84% erzielt. Die Überlebensrate von ausgewachsenen Zähnen ist so gut, dass die Methode auch für Patienten mit abgeschlossenem Wurzelwachstum empfohlen werden kann. Diese Aussage kann jedoch unter dem Aspekt eines sehr niedrigen Evidenzgrades (lediglich Fallserien) nur als „schwache Empfehlung“ verstanden werden. Eine direkt vergleichende, möglichst randomisierte Studie zum Vergleich der autogenen Zahntransplantation mit der Zahnimplantation unter Berücksichtigung auch funktioneller Aspekte sowie von Aspekten der Lebensqualität scheint dringend geboten.

*Schlüsselwörter:* Zahntransplantation, autogen, Review, Evidenz, Erfolgsrate

## Einleitung

Die autogene Zahntransplantation, d. h. die Verpflanzung eines Zahnes innerhalb eines Patienten von einer Stelle im Kiefer auf eine andere, ist heute zu einer modernen chirurgischen Methode des Zahnersatzes herangereift (Abb. 1). Den Grundstein zur Weiterentwicklung der chirurgischen Techniken legten zunächst *Widman* um 1915 in Schweden [143] sowie *Apfel* [10,11], *Miller* [90] und *Hale* [54] in den Vereinigten Staaten (1951–1954). Seit dieser Zeit hat sich die autogene Zahntransplantation zu einer etablierten, wenn auch seltener praktizierten Methode der Zahnheilkunde immer weiter entwickelt. Dennoch findet diese bewährte chirurgische Methode des Zahnersatzes heute in der Zahnmedizin weniger Beachtung. Den meisten Patienten ist eine „autogene Zahntransplantation“ unbekannt im Gegensatz zu dem Begriff des Zahnimplantates. Schildert man die Methode, so stößt man bei den Patienten mehr oder weniger auf Skepsis. Grundsätzlich wird die Idee der Verwendung eines eigenen (autogenen)

Zahnes als gut angenommen, aber für sich selbst würde man ein Zahntransplantat nicht akzeptieren, wo es doch die Zahnimplantation mit hohen (Zahn-)Überlebensraten (> 90 %) gibt. Diese Einschätzung der Patienten wird durch die nahezu ebenso große Unkenntnis der „Überlebens“-Raten der (autogenen) Zahntransplantation im Kollegenkreis weiter verstärkt. Um hier sowohl bei den Patienten als auch im Kollegenkreis für Klarheit zu sorgen, stellte sich für uns die Frage, ob diese Methode wirklich so viel schlechter ist als die Versorgung mit enossalen Zahnimplantaten und, wenn ja, um wie viel schlechter?

Gründe für den systematischen Review

Steht eine Therapie wie die autogene Zahntransplantation derart im Abseits, so muss insbesondere unter dem aktuellen gesundheitspolitischen Paradigma einer evidenzbasierten Medizin (EBM) versucht werden, die im Rahmen der Diskussion auftretenden Fragen unter Be-

trachtung der besten verfügbaren Daten zu beantworten [124]. Das geeignete Instrument hierfür ist ein systematischer Review, also eine Studie, die mittels eines vorher festgelegten Studienplans versucht, möglichst alle zur Beantwortung einer klinischen Frage geeignete Evidenz anhand eines systematischen und reproduzierbaren Vorgehens aufzufinden und zu bewerten [1]. Eine aktuelle Übersichtsarbeit zum Thema „Autogene Zahntransplantation“ aus dem Jahr 2004 beleuchtet sehr schön Indikation, Diagnostik, operative Technik sowie Überlebensraten der autogenen Zahntransplantation [44]. Allerdings sind die in diesen Publikationen gemachten Aussagen zu den Fragestellungen der hier vorliegenden Arbeit nur durch einzelne Publikationen belegt. So lag es aus Sicht der Autoren nahe, eine Synopse aller vorhandenen Studien zur autogenen Zahntransplantation durchzuführen, um aufgrund einer möglichst breiten Datenbasis evidenzbasierte Aussagen zu

**Conclusion:** Since 1970 further improvement of the mean 10 year-survival-rates of ATT has been achieved from 70% to 84%. The survival rate in adult patients is so good that the method can also be recommended to teeth with closed apices. The present study offers actual data to the dentist/oral surgeon/maxillofacial surgeon for consultation of their patients in daily practice.

*Keywords:* tooth transplantation, autogenous, review, evidence, success rate

1. Prognose ([Zahn-]Überlebensraten, andersartig definierte „Erfolgs“-Raten), auch – sofern möglich – im Ver-

1. Prognose ([Zahn-]Überlebensraten, andersartig definierte „Erfolgs“-Raten), auch – sofern möglich – im Ver-

1. (autotransplant\* OR transplant\* OR homotransplant\* OR allotransplant\*) AND (tooth OR teeth OR canine\* OR molar\* OR premolar OR "tooth bank" OR cryopreserv\* OR "frozen tooth" OR "frozen teeth" OR "tooth storage" OR "storage of teeth")

**Tabelle 1** Suchalgorithmus für die Internet-Recherche (Cochrane-Library, OHGTR).

**Table 1** Algorithm for internet search (Cochrane library, OHGTR).

Statistic Outcome Quality Score (SOQS)		Punktschritte (max. 18)
Autor(en) Titel Journal		
Statistische Methodik	Kaplan-Meier-Kurve enthalten	4
	Angabe von Survival- oder Success-Rates	2
	- mit zugeordneten Zeitangaben	1
	- mit globalen Zeitangaben	0
Sonstiges		0
Angabe der Follow-Up-Zeiten	Komplette Statistik	4
	Anzahl nachverfolgter Zähne für einzelne Zeitpunkte	3
	Mittelwert+Range	2
	Nur Range	1
	Keine	0
Länge des Follow-Ups (Mittelwert)	5 Jahre oder mehr	4
	2-5 Jahre	2
	1 Jahr	1
	weniger als 1 Jahr	0
Erfolg oder Misserfolg? (Erhebung der Zielvariablen)	Zuordnung anhand exakter Kriterien	2
	Teilweise Verwendung exakter Kriterien	1
	Zuordnung durch subjektive Einschätzung	0
Ein- und Ausschlusskriterien	Explizite Angabe für den Studieneinschluss	2
	Angabe von OP-Indikationen	1
	Keine Angaben	0
Drop-Outs & Patients at Risk	Drop-Outs angegeben für alle Zeitpunkte	2
	Drop-Outs nur global angegeben	1
	Keine Angabe	0
Mindest-Follow-Up	Keiner	0
	Expliziter Einschluss von Frühverlusten	-1
	Angaben über Zähne mit kürzerem Follow-Up (z. B. Anzahl, Gründe,...)	-2
	Keine weiteren Angaben	-5

**Tabelle 2** Der SOQS.

**Table 2** SOQS.

Artikel zur autogenen Transplantation	357
Artikel zur allogenen Transplantation	33
Artikel zur Zahnreplantation	9
Artikel zur Kryopräservation	18
Artikel zur Zahnextraktion	1
Nicht gefundene Artikel	43
Summe	461

**Tabelle 3** Aufteilung der insgesamt gefundenen Artikel.

**Table 3** Differentiation of all articles found.

gleich zur allogenen Transplantation und zur Zahnimplantation

2. Altersabhängigkeit (Zustand des Wurzelwachstums der zu transplantierenden Zähne) und

3. Notwendigkeit der Wurzelfüllung sowie  
4. Art und Dauer einer postoperativen Fixierung des transplantierten Zahns der autogenen Zahntransplantation zu machen und so die derzeitige State-of-the-Art zu überprüfen.

Die bisher vorhandenen Reviews [24, 25, 32, 44, 58, 78, 82, 84, 85, 89, 101, 109] haben alle narrativen, nicht-systematischen Charakter. Die einzige Untersuchung, die versucht hat, alle da-

mals vorhandene Literatur zur autogenen Zahntransplantation zusammenzufassen, stammt aus dem Jahr 1970 und ist damit klar veraltet [100]. Eine aktuelle Anfrage bei der Cochrane Database of Systematic Reviews von 2004 wies bis dahin keine verfügbare aktuelle Übersichtsarbeit zu diesem Thema aus.

Damit stellt die vorliegende Untersuchung den derzeit einzigen aktuelleren systematischen Review zur autogenen Zahntransplantation dar und liefert wertvolle Argumentationshilfen für die tägliche Praxis. Die Arbeit bietet darüber hinaus eine Übersicht über alle relevanten Studien zum Thema „Autogene Zahntransplantation“.

## Material und Methode

Was ist „Erfolg“?

Für den Vergleich verschiedener Studien braucht man eine möglichst „harte“ Zielvariable. In dieser Hinsicht scheint es am geeignetsten zu sein, „Erfolg“ als Anteil überlebender Zähne an der Gesamtheit der transplantierten Zähne, bezogen auf einen bestimmten Zeitpunkt nach Transplantation, zu definieren. In den untersuchten Studien einer vorausgegangenen Pilotstudie wurde dieser Wert in der Regel als „Survival-Rate“ bezeichnet. Da dieser Begriff eigentlich reserviert ist für die aus einer Kaplan-Meier-Kurve abgelesenen Werte, es sich bei der „Survival-Rate“ aus den Studien aber oft nicht um einen solchen Wert handelt, setzen wir diesen Begriff in Anführungszeichen oder verwenden den deutschen Begriff „Zahnüberleben“.

$$„Survival-Rate(T)“ = „Zahnüberleben“(T)$$

$$= \frac{\text{Zahl überlebender Zähne zurzeit T nach Transplantation}}{\text{Zahl insgesamt transplantiertes Zähne}}$$

Diese Variable ist einfach, exakt und untersucherunabhängig ermittelbar. Außerdem ist sie in fast allen Studien in der einen oder anderen Form angegeben. In vielen Studien wird jedoch der „Erfolg“ einer Transplantation zusätzlich von radiologischen und klinischen Kriterien, wie zum Beispiel dem Nichtauf-

Autogene Transplantation		Allogene Transplantation	
Eingeschlossene Artikel	105	Eingeschlossene Artikel	9
Ausgeschlossene Artikel	149	Ausgeschlossene Artikel	24
Artikel zu Grundlagen/Tierversuchen	103		
Summe	357	Summe	33

**Tabelle 4** Aufteilung der Artikel zur autogenen bzw. allogenen Transplantation.

**Table 4** Differentiation of articles regarding autogenous versus allogeneous transplantation.

Weniger als 10 Zähne	80
Artikel mit umfassenderem Kollektiv vorhanden	33
Fehlende Daten	25
Offensichtlicher Bias im Kollektiv	4
Follow-Up zu kurz	5
Unlogische Ergebnisdarstellung	2
Summe	149

**Tabelle 5** Verteilung der Gründe für den Studienausschluss bei den ausgeschlossenen Follow-Up-Artikeln zur autogenen Transplantation.

**Table 5** Differentiation of reasons for exclusion from study of the excluded follow-up articles regarding autogenous transplantation.

treten von Wurzelresorptionen oder der Festigkeit des Zahnes abhängig gemacht. Die daraus abgeleitete „Success-Rate“

$$„Success-Rate“(T) = „Erfolg“(T)$$

$$= \frac{\text{Zahl erfolgreich transplantierter Zähne zur Zeit T nach Operation}}{\text{Zahl insgesamt transplantierter Zähne}}$$

ist zwar ein gut gemeinter Versuch, die Prognose transplantierter Zähne abzuschätzen, sie hat jedoch gegenüber der „Survival-Rate“ ein paar Nachteile. Sie ist in wesentlich weniger Studien überhaupt angegeben, teilweise der subjektiven Beurteilung der Untersucher unterworfen und von Studie zu Studie nicht vergleichbar, da verschiedene Autoren in der Regel verschiedene Erfolgskrite-

rien benutzen. Außerdem ergeben sich aus unseren eigenen Erfahrungen sowie einer im Rahmen der Doktorarbeit vorangegangenen Pilotstudie [62] Hinweise auf eine ganze Reihe von Patienten, die trotz eines negativen radiologischen Befundes mit ihrem transplantierten Zahn klinisch völlig zufrieden sind.

Daher werden wir uns in diesem systematischen Review im Wesentlichen auf die „Survival-Rate“ = Zahnüberleben“ = „Überlebensrate“ konzentrieren.

Im Übrigen ist es sehr interessant festzuhalten, dass in den meisten Publikationen die Frage nach der Funktionalität des Transplantates gar nicht gestellt wird. Ebenfalls wird selten über die Zufriedenheit der Patienten mit ihrem Transplantat berichtet.

### Literatursuche

Bei der Suche nach Studien wurde wie folgt vorgegangen:

1) *Internet-Recherche*: Die Literatur-Datenbanken MEDLINE, EMBASE und OLDMEDLINE wurden mit geeigneten Schlagworten durchsucht. Die Suchalgorithmen für EMBASE, MEDLINE bzw. OLDMEDLINE können in der Arbeit von Hinrichs [62] eingesehen werden (Internet: <http://www-brs.ub.ruhr-uni-bochum.de/nettahtml/HSS/Diss/HinrichsKarsten/diss.pdf>).

2) *Suche in Artikelverzeichnissen*: Das Artikelverzeichnis einer jeden Studie, die in die Auswertung eingeschlossen wurde, ist nach weiteren Follow-Up-Studien durchgesehen worden. Dazu wurden die dem Studientext entnehmbaren Informationen genutzt.

3) *Handsuche*: Im Rahmen der Pilotstudie wurden bereits die „Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie“

von Hand durchsucht. Es sollte nun zunächst die Zeitschrift ermittelt werden, die nach Internet-Recherche und Suche in Artikelverzeichnissen die meisten Artikel unter den in die Untersuchung eingeschlossenen Artikeln beigesteuert hat. Diese Zeitschrift wurde von Hand durchsucht. Sollten sich dabei neue Artikel finden, wurden weitere Zeitschriften mit vielen Beiträgen zur Untersuchung von Hand durchsucht.

4) *Cochrane-Library*: Es sollte in der Cochrane Database of Systematic Reviews sowie im Cochrane Central Register of Controlled Clinical Trials nach Artikeln oder systematischen Reviews zur autogenen Zahntransplantation gesucht werden.

5) *Cochrane Oral Health Group*: Die Cochrane Oral Health Group wurde angeschrieben. Wenn möglich sollte das Cochrane Oral Health Group's Trails Register (OHGTR) mit der in Tabelle 1 angegebenen Suchstrategie durchsucht werden [62].

6) *Anschreiben von Autoren*: Es sollte versucht werden, Studienautoren direkt anzuschreiben, wenn in einem Artikel Informationen fehlten. Dies sollte jedoch nur erfolgen, wenn:

- das Publikationsjahr des betreffenden Artikels nach 1995 lag,
- die E-Mail-Adresse und/oder postalische Adresse des Autors bekannt waren und
- die erbetenen Informationen einen wesentlichen Informationsgewinn bedeuteten, etwa wenn sie den Einschluss einer Studie in die Untersuchung ermöglichen.

### Einschlusskriterien:

- Untersucht wurden Studien, in denen über das postoperative Überleben oder den postoperativen Erfolg autogener bzw. allogener transplantierter Zähne berichtet wird.
- Der die Studie beschreibende Artikel musste für wenigstens einen postoperativen Zeitpunkt eine „Survival-“ oder „Success-Rate“ angeben, oder eine solche musste mit den noch festzulegenden Methoden der Datenerhebung berechenbar sein. Der postoperative Zeitpunkt musste bei mindestens einem Jahr liegen.
- Zur Gewinnung von Informationen über eine Studie konnten mehrere

Zahnüberleben	Alle Studien		Neue Studien (1986–2003)	
	WW nicht abgeschl.	WW abgeschl.	WW nicht abgeschl.	WW abgeschl.
Nach 5 Jahren	90,6%	85,9%	94,3%	89,9%
Nach 10 Jahren	78,3%	63,0%	87,2%	79,6%

**Tabelle 6** Fünf- und Zehn-Jahres-Zahnüberleben der Zähne mit nicht abgeschlossenem bzw. abgeschlossenem Wurzelwachstum für alle Studien sowie die Studien neueren Datums, berechnet nach dem Modell des gewichteten Mittels.

**Table 6** Five- and ten-year survival rates of teeth with open vs. closed roots for all studies as well as more recent studies, calculated by model of weighted means.

über die Studie berichtende Artikel herangezogen werden.

- Die Studie musste mindestens zehn Zähne einschließen.
- Der die Studie beschreibende Artikel musste nach 1950 publiziert worden sein.
- Der die Studie beschreibende Artikel musste auf Deutsch, Englisch oder Französisch verfasst sein.

**Ausschlusskriterien:**

- Studien, deren untersuchtes Kollektiv eine offensichtliche Verzerrung (=Bias) enthielt, wurden aus der Auswertung ausgeschlossen. Dies musste gar kein Mangel der Studie sein: Untersucht eine Studie beispielsweise die Effekte einer Wurzelbehandlung nach Diagnose einer Wurzelresorption und betrachtet daher nur Patienten, bei denen eine Wurzelresorption bereits diagnostiziert wurde, so ist das aus Sicht der Studie völlig legitim. Trotzdem eignet sich die Studie nicht für unsere Auswertung (Tab. 5).
- Artikel, die über ein Kollektiv berichten, das bereits Teil einer anderen Studie ist, wurden aus der Auswertung ausgeschlossen, es sei denn sie boten wesentliche neue Informationen wie zum Beispiel eine verlängerte Follow-Up-Zeit.
- Überschritten sich zwei Studien im Kollektiv in weniger als 20 % des kleineren Kollektivs, so wurden beide Studien in die Auswertung aufgenommen. War die Überschneidung größer und ließ sich die Schnittmenge der Kollektive aus keinem der Kollektive der beiden Studien herausrechnen, so wurde nur die Studie mit dem größeren Kollektiv aufgenommen.

**Datenerhebung**

Die relevanten Daten aus den in die Auswertung eingeschlossenen Studien wurden extrahiert und in einem Microsoft-Excel-Arbeitsblatt erfasst. Gearbeitet wurde mit den MS-Excel-Versionen 1997 und 2002.

Im Einzelnen wurden die folgenden Variablen erfasst (die Variable selbst ist **fettgedruckt**, die möglichen Ausprägungen der Variable sind *kursiv* gedruckt):

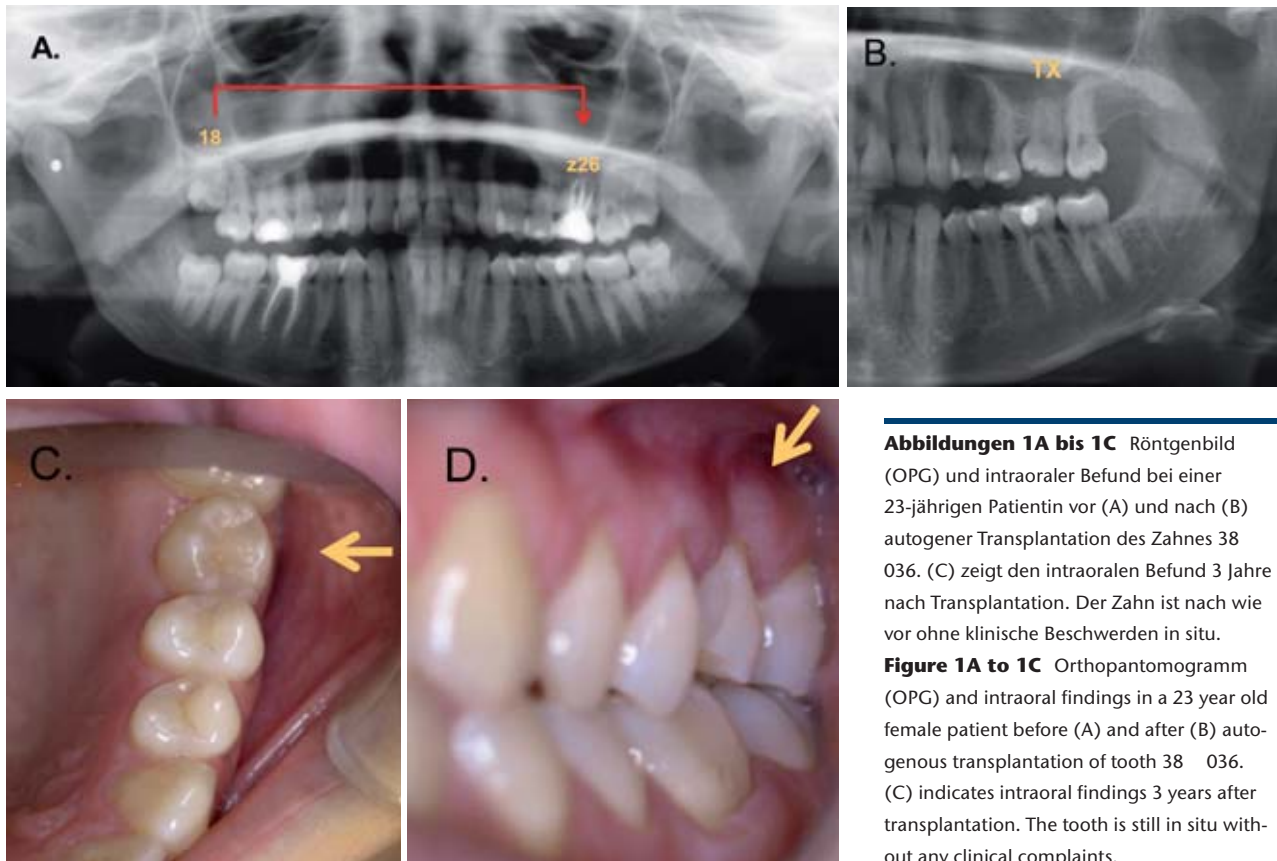
- **Autoren, Titel, Zeitschrift** und **Publikationsjahr** des Artikels
- **Art der Transplantation:** *autogen* oder *allogen*
- **Wurzelwachstum:** *komplett, inkomplett* oder *gemischt*
- Die **Zeitpunkte des Studienbeginns und des Studienendes**, wenn angegeben.
- **Anzahl der Zähne**, wenn angegeben auch die Anzahlen einzelner transplantierte Zahnarten (3. Molare, 2. + 1. Molare, Prämolare, Eckzähne, Schneidezähne).
- **Anzahl der behandelten Patienten.**
- **Art der Zahnfixierung:** *ohne*, *Naht*, *semirigide*, *starr* oder *verschieden*. Wurden weniger als 80 % eines Kollektivs mit einer einheitlichen Fixierung versorgt, so wurde die Kategorie „verschieden“ verwendet.
- **Art der Wurzelbehandlung:** *WF-intraOP*, *WF-postOP*, *WF bei Symptomen* oder *keine WF* (WF = Wurzelfüllung). „WF intraOP“ bezeichnet eine bereits intraoperativ vorgenommene, „WF postOP“ eine zu einem festen Zeitpunkt nach OP vorgenommene Wurzelbehandlung. „WF bei Sympt.“ hin-

gegen wird verwendet, wenn die Wurzelbehandlung erst nach Diagnose einer Komplikation, etwa einer entzündlichen Wurzelresorption, vorgenommen wird. In den „keine WF“-Studien wurde niemals eine Wurzelbehandlung durchgeführt.

- **Länge des Follow-Up:** Minimale, längste und (falls angegeben) mittlere Follow-Up-Zeiten wurden erfasst.
- **OP-Art:** *1-stage* oder *2-stage*. Dies steht für ein einzeitiges oder zweizeitiges Operationsverfahren.
- **Statistische Qualität der Studie:** Diese wird durch einen eigens definierten Score, den *SOQS* (Statistic Outcome Quality Score, siehe Tabelle 2) erfasst.
- Die **Zielvariablen** *Surv(S,i)* und *Succ(S,i)*.

**Statistische Auswertung**

Auf die Darstellung des detaillierten statistisch-mathematischen Vorgehens zur Berechnung der Zielvariablen sowie zusammenfassenden Datenauswertung mittels dreier mathematischer Modelle (Modell der gewichteten Mittel, summierte Kaplan-Modelle, Approximation durch Exponentialfunktionen) wird an dieser Stelle verzichtet. Der statistisch interessierte Leser kann dies in der Promotionsarbeit von K. Hinrichs auf Seite 31–41 nachlesen *Hinrichs, 2005 164/id*. Wesentlich ist, dass die drei Modelle zu keinen grundsätzlich unterschiedlichen Ergebnissen und Schlussfolgerungen führten, so dass in der vorliegenden Arbeit nur auf das Modell der „gewichteten Mittel“ Bezug genommen wird, das im Vergleich – trotz eines im Prinzip „naiven“ Vorgehens – die konservativsten Schätzungen ergab. Dabei wurden jeweils die Anzahl „überlebender“ Zähne bzw. die Anzahl „erfolgreich überlebender“ Zähne zu einzelnen Zeitpunkten über die Studien aufsummiert und durch die Gesamtzahl der Zähne, für die Daten zu diesem Zeitpunkt zur Verfügung standen, dividiert. Bei einem solchen Vorgehen geht die (Zahn-)Fallzahl der einzelnen Studien als (einziges) Gewicht ein, eine (möglicherweise bestehende) Heterogenität zwischen den Studienergebnissen wird ignoriert. Weiterhin führt dieses Vorgehen dazu, dass die Überlebensraten im Verlauf der Zeit nicht mehr monoton fallend sind, weil zu den einzelnen Zeitpunkten unterschiedliche Studienkollektive in die Betrachtung einfließen (können).



**Abbildungen 1A bis 1C** Röntgenbild (OPG) und intraoraler Befund bei einer 23-jährigen Patientin vor (A) und nach (B) autogener Transplantation des Zahnes 38 036. (C) zeigt den intraoralen Befund 3 Jahre nach Transplantation. Der Zahn ist nach wie vor ohne klinische Beschwerden in situ.  
**Figure 1A to 1C** Orthopantomogramm (OPG) and intraoral findings in a 23 year old female patient before (A) and after (B) autogenous transplantation of tooth 38 036. (C) indicates intraoral findings 3 years after transplantation. The tooth is still in situ without any clinical complaints.

Können bei den diversen Vergleichen, die wir im Rahmen dieser Untersuchung vorgenommen haben, statistische Tests zum Einsatz gebracht werden?

Formal geht das natürlich, z. B. kann man die Surv(i) für verschiedene Untergruppen für jedes Jahr  $i$  einzeln mit dem Chi-Quadrat-Test zum Signifikanzniveau  $\alpha = 0,05$  vergleichen [52]. Allerdings sind diese Tests entwickelt worden, um Unterschiede zwischen einzelnen Studiengruppen in einer einzigen Studie, in der alle Rahmenbedingungen möglichst für alle gleich sind, aufzufinden. Bei unserem aus vielen Studien zusammenkompilierten Datensatz ist die Homogenität der Rahmenbedingungen, wie sie in einer Einzelstudie angestrebt wird, sicher nicht gegeben. Darüber hinaus ergibt sich durch die Vielzahl der vorgenommenen Vergleiche ein multiples Testproblem, das heißt, das vorgenommene Signifikanzniveau wird nicht mehr eingehalten [16].

Den oben genannten statistischen Test dürften wir also formal-statistisch nicht anwenden. Dennoch soll um des schnelleren Überblicks willen auf „statistisch signifikante“ Unterschiede hingewiesen werden. Der Test hat also kei-

neswegs diskriminativen Charakter, sondern soll der erweiterten Datenbeschreibung dienen. In der Auswertung der Daten wird daher der Schwerpunkt auf die Diskussion der Graphiken gelegt und die Ergebnisse des oben genannten Tests nur am Rande erwähnt. Es sei ausdrücklich davor gewarnt, die Ergebnisse des Tests daher über zu interpretieren.

## Ergebnisse

### Datenmaterial und Evidenzgrad der Studien

Die Internetrecherche mit den angegebenen Algorithmen wurde im August und September 2003 durchgeführt. Die Suche in der Cochrane Library und im Cochrane Oral Health Group's Trails Register erfolgte im April 2004. In der Cochrane-Library fand sich kein systematischer Review zur autogenen Zahntransplantation.

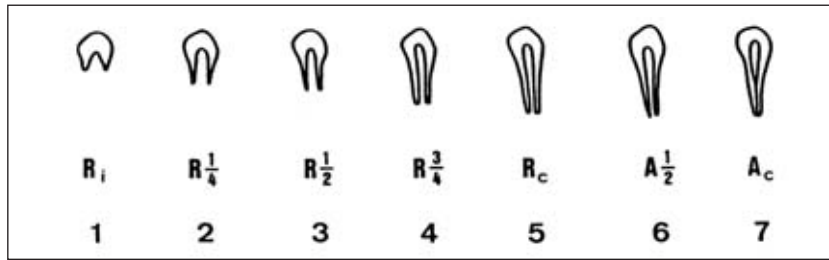
Insgesamt wurden auf diese Weise 461 Artikel identifiziert und bestellt. 418 davon konnten bis zum 01.04.2004 beschafft werden (90,7 %). 43 Arbeiten

konnten nicht aufgefunden werden, da die entsprechenden Zeitschriften in Deutschland nicht verfügbar sind.

Eine Zusammenstellung der gefundenen Artikel ist in Tabelle 3 und 4 zusammengestellt. Zur autogenen Transplantation wurden 357 Artikel gefunden. Davon konnten nur 105 Artikel, die über 97 Studienkollektive berichten, in die Auswertung eingeschlossen werden. Von den Publikationen, die über dasselbe Studienkollektiv berichteten, wurden jeweils die aktuellsten bzw. diejenigen mit dem vollständigsten Follow-up aufgenommen. [2–6, 8, 9, 12–15, 17–27, 30, 33, 34, 36–39, 41, 46–51, 55–61, 63–65, 67–69, 70–76, 78–72, 83, 84, 86, 87, 91, 93–99, 101–103, 105, 107, 108, 112, 113, 115, 118–123, 125–129, 132–135, 137–140, 142]. Ausgeschlossen werden mussten insgesamt 252 Artikel (Tab. 4).

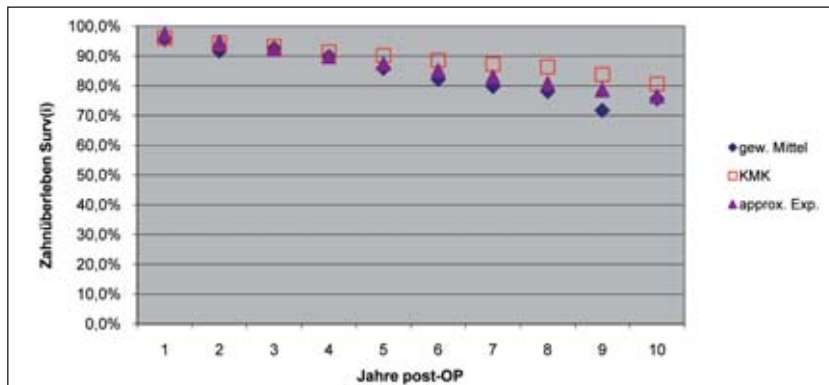
Zur allogenen Zahntransplantation konnten von den zunächst 33 identifizierten Artikeln neun gemäß den Ein- und Ausschlusskriterien aufgenommen werden.

Bei den gefundenen Studien handelte es sich – bis auf eine Ausnahme – um kontrollierte Follow-Up-Studien (Fallserien), die in der Regel retrospektiv angelegt



**Abbildung 2** Wurzelwachstumsstadien nach Moorrees et al., modifiziert nach Kristerson (1963).

**Figure 2** Stages of root growth according to Moorrees et al., modified by Kristerson (1963).



**Abbildung 3** Vergleich der summierten Zahnüberlebens-Kurven der drei mathematischen Modelle: Modell der gewichteten Mittel (gew. Mittel), Modell der summierten Kaplan-Meier-Kurven (KMK), Modell der Approximation durch Exponentialfunktionen (approx. Exp.).

**Figure 3** Comparison of summarized tooth survival curves of the three different mathematical models applied: Model of weighted means (gew. Mittel), model of summarized Kaplan-Meier curves (KMK), model of approximation by exponential functions (approx. Exp.).

waren. Einige wenige prospektive Studien mit mehreren Studiengruppen gab es, in diesen Studien interessierte jedoch als Zielvariable nicht primär das Zahnüberleben. Insgesamt ist also in der gesamten Analyse im Hinblick auf die Fragestellung der Untersuchung von einem sehr niedrigen Evidenzgrad auszugehen.

Bei der Mehrheit der Studien war neben der Zahnzahl auch die Zahl der Patienten angegeben. In den Studien zur autogenen Zahntransplantation wurden 4477 Zähne an 3929 Patienten verpflanzt, dies sind im Mittel 1,14 Zähne pro Patient. Die Unabhängigkeit der Transplantationen darf aus dieser Sicht als gewährleistet gelten. Bei den allogenen Transplantationen fanden sich 10 Studien mit zusammen 1284 Zähnen.

### Zahnüberleben und Publikationsjahr

Zum besseren Verständnis wurden die Zahnüberlebensraten nach Zeiträumen

von 1950 bis 2003 in drei gleich große Zeitabschnitte aufgeteilt (1950–1967, 1968–1985, 1986–2003). Die für die Studien aus diesen Zeiträumen getrennt berechneten Überlebenskurven sind der Abbildung 4 zu entnehmen. Abbildung 4 zeigt, dass das Zahnüberleben in den neueren Studien, insbesondere was die Langzeitprognose betrifft, das Überleben in den Studien des mittleren und älteren Zeitabschnitts deutlich übertrifft.

### Komplettes vs. inkomplettes Wurzelwachstum

Von den 97 Studien zur autogenen Zahntransplantation konnten 80 Studien mit zusammen 4635 Zähnen entweder gänzlich einer der Studienuntergruppen „komplettes Wurzelwachstum“ oder „inkomplettes Wurzelwachstum“ zugeordnet werden oder eine Aufspaltung des Studienkollektivs in zwei entsprechende Teilkollektive war möglich.

Abbildung 5 stellt komplettes versus und inkomplettes Wurzelwachstum für alle Studien von 1950 bis 2003 dar: Man sieht hier einen deutlichen Unterschied zwischen inkompletter und kompletter Wurzelentwicklung, der übrigens für die Jahre 2 bis 10 post OP statistisch signifikant ist (Chi-Quadrat-Test,  $\alpha = 0,05$ ). Zähne mit inkomplettem Wurzelwachstum haben also eine bessere Prognose, allerdings ist die Diskrepanz zwischen beiden Kurvenverläufen deutlich geringer, als man es klinisch erwartet hätte.

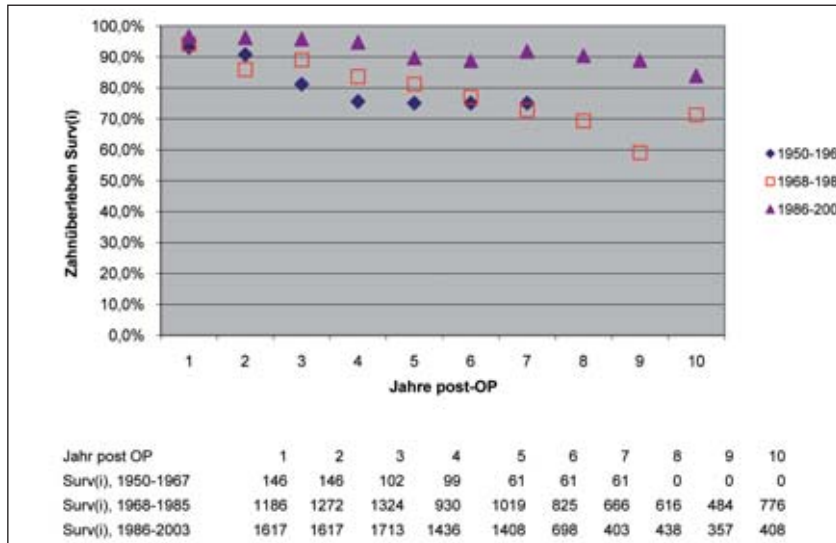
Betrachtet man nun die Ergebnisse für die Studien aus den Jahren von 1986 bis 2003, so ergibt sich hier für die neueren Studien ein anderes Bild (Abb. 6): Weiterhin haben die Zähne mit nicht abgeschlossener Wurzelentwicklung eine bessere Prognose (signifikant für die Jahre 1 bis 6 und 10 (Chi-Quadrat-Test,  $\alpha = 0,05$ ), der Unterschied ist aber im Vergleich zu Abbildung 5 nicht mehr so ausgeprägt. Die Überlebensraten von Zähnen mit komplettem Wurzelwachstum liegen im Durchschnitt nur 8 % schlechter als die von Zähnen mit offenem Wurzelwachstum.

### Art der Wurzelbehandlung

In diese Untersuchung werden nur Studien einbezogen, die *komplett* entwickelte Zähne betrachten, da bei Zähnen mit inkomplettem Wurzelwachstum grundsätzlich keine Wurzelfüllung durchgeführt wird. Die vier Herangehensweisen an die Wurzelbehandlung unterscheiden sich im Wesentlichen durch den Zeitpunkt: „WF intra-OP“, „WF postOP“, WF bei Sympt.“ oder „keine WF“. Abbildung 7 zeigt die Überlebenskurven der einzelnen Wurzelfüllungsarten:

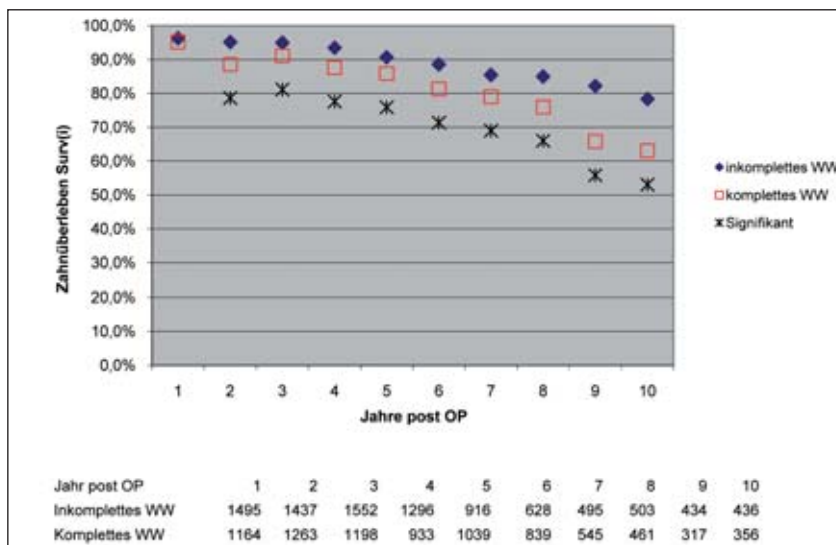
Dringend abzuraten ist demnach von der intraoperativen Wurzelbehandlung. Dies erscheint einleuchtend, denn eine solche verlängert die extraorale Lagerungszeit des Zahnes, und das Periodontium wird durch das extraorale Hantieren mit dem Zahn zusätzlich beschädigt.

Die geplante postoperative Wurzelbehandlung und eine Wurzelbehandlung, die bei postoperativ symptomatischen Zähnen initiiert wird, liegen praktisch gleichauf und führen zu den besten Erfolgen. Unklar bleibt, ob man auf eine Wurzelbehandlung generell verzichten kann. Man beachte, dass die



**Abbildung 4** Zahnüberleben stratifiziert nach Studienpublikationsjahr. Die Unterschiede im Zahnüberleben bei den neueren Studien (1986–2003) im Vergleich zu den mittleren (1967–1985) und den alten Studien (1950–1967) sind für alle postoperativen Jahre signifikant, Chi-Quadrat-Test,  $\alpha = 0,05$ .

**Figure 4** Tooth survival stratified according to publication year of study. Differences in tooth survival in the more recent studies (1986–2003) as compared to the mean old (1967–1985) and old studies (1950–1967) are significant for all postoperative years, Chi-Square-Test,  $\alpha = 0,05$ .



**Abbildung 5** Komplettes vs. inkomplettes Wurzelwachstum mit Angabe der Zähne unter Risiko (für alle Zähne von 1950–2003). Die Unterschiede sind signifikant für die postoperativen Jahre 2 bis 10 (Chi-Quadrat-Test,  $\alpha = 0,05$ ).

**Figure 5** Complete vs. incomplete growth of roots with indication of teeth under risk (for all teeth from 1950–2003). Differences are significant for postoperative years 2 to 10 (Chi-Square-Test,  $\alpha = 0,05$ ).

Zahnzahlen durch die Aufteilung in vier Untergruppen recht klein werden, was insbesondere für die Untergruppen „keine WF“ und „WF intra-OP“ gilt.

Für die in Abbildung 7 in der Darstellung fehlenden Jahre standen kei-

ne Daten zur Verfügung. Festzuhalten gilt, dass die Behandlung „keine WF“ zumindest bis zum 7. postoperativen Jahr an die beiden anderen klassischen Behandlungsformen heranreicht.

Interferieren die Variablen „Wurzelwachstum“ und „Wurzelbehandlung“?

Im Vergleich des Zahnüberlebens in Abhängigkeit vom Wurzelwachstum findet sich ein Vorteil für die Zähne mit nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum. Bei diesen Zähnen wird niemals eine Wurzelbehandlung durchgeführt, da das Foramen apicale noch weit offen ist und man auf einen Wiederanschluss des Zahnes an Nerven und Gefäße hofft. Man kann sich nun fragen, inwieweit das schlechtere Ergebnis für die ausgewachsenen Zähne nur dadurch zustande kommt, dass diese Zähne wurzelbehandelt werden. Hat ein ausgewachsener Zahn vielleicht a priori gar keine schlechtere Prognose als ein nicht ausgewachsener, wenn man ihn nicht mit einer Wurzelfüllung versehen hätte?

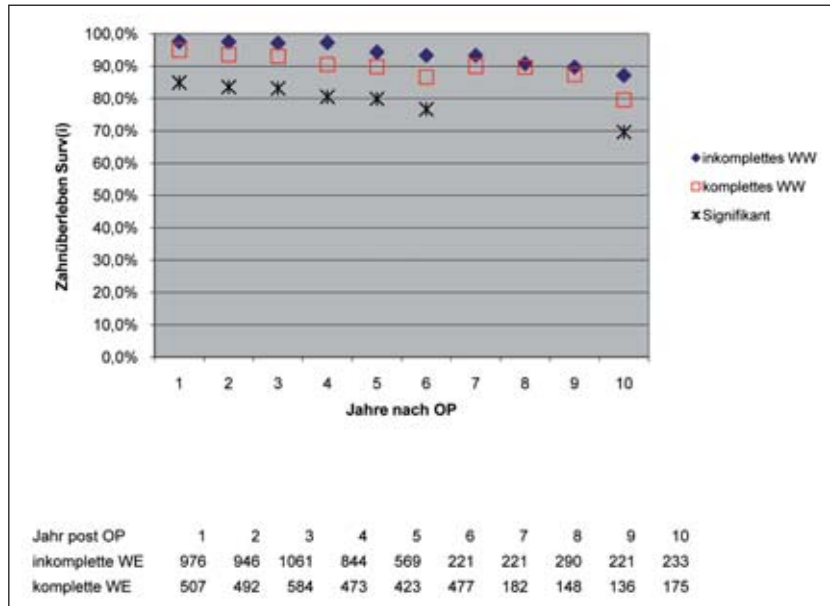
Diese Frage ist aus der Datenlage heraus jedoch schwer zu beantworten: Für die nicht ausgewachsenen Zähne können wir nicht beurteilen, ob eine Wurzelfüllung die Prognose verschlechtert hätte, da diese Zähne ja nicht wurzelgefüllt worden sind. Für die ausgewachsenen Zähne gibt es nur wenige Studien, die auf eine Wurzelbehandlung a priori verzichten. Vergleicht man jedoch diese Studien mit der Gesamtheit aller Studien von Zähnen mit abgeschlossenem Wurzelwachstum, so zeigt sich, dass die ausgewachsenen, nicht wurzelgefüllten Zähne sich in der Prognose nicht von der Gesamtheit der ausgewachsenen Zähne unterscheiden (Abb. 8). Eine Ausnahme bildet hier das siebte postoperative Jahr. Dies mag als Indiz dafür gelten, dass die festgestellte schlechtere Prognose der ausgewachsenen Zähne nicht auf die Wurzelbehandlung zurückgeht, sondern einen diesen Zähnen innewohnenden biologischen Nachteil widerspiegelt.

## Zahnfixierung

Betrachtet man die unterschiedlichen Zahnfixierungsarten, so scheint die bloße Fixierung durch Nähte einen Vorteil gegenüber der Fixierung durch Drahtschienung zu haben. Fixierungen durch Acrylklammern sind dazwischen einzuordnen (Abb. 9). Es gibt nur zwei Studien, die gänzlich auf eine Fixierung verzichten, eine Beurteilung dieser Methode ist damit aufgrund des Datenmaterials nicht möglich.

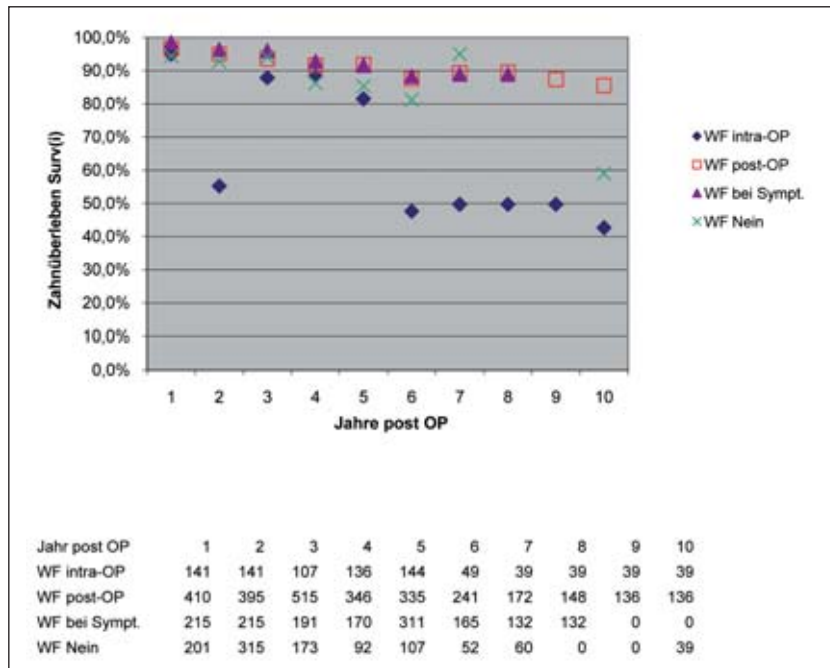
Man beachte jedoch, dass die Wahl der Fixierung stark davon abhängt, was





**Abbildung 6** Komplette vs. unkomplette Wurzelentwicklung bei den neueren Studien (1985–2003). Die Unterschiede sind signifikant für die postoperativen Jahre 1 bis 6 und 10 (Chi-Quadrat-Test,  $\alpha = 0,05$ ).

**Figure 6** Complete vs. incomplete growth of roots in more recent studies (1985–2003). Differences are significant for postoperative years 1 to 6 and 10 (Chi-Square-Test,  $\alpha = 0,05$ ).



**Abbildung 7** Zahnüberleben nach Art der Wurzelbehandlung mit Angabe der Zähne unter Risiko.

**Figure 7** Tooth survival according to way of root treatment with indication of teeth under risk.

für ein Zahn transplantiert wird (Abb. 10): Prämolaren werden nach den vorliegenden Daten eher mit Naht versorgt, dritte Molare eher mit semirigiden Fixierungen, während Eckzähne überwie-

gend semirigide und starr versorgt werden.

Daher soll im Folgenden die Prognose der einzelnen Fixierungsarten nach Zahngruppen getrennt untersucht wer-

den. Es werden jeweils nur die Studien betrachtet, die ausschließlich dritte Molare, Prämolare bzw. Eckzähne betrachten:

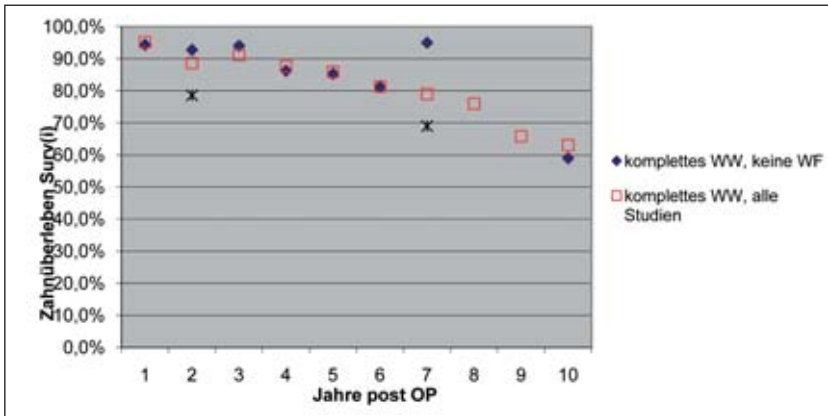
Für die Prämolaren war ein Vergleich der verschiedenen Fixierungsarten nicht möglich: Sie wurden fast ausschließlich mit Nähten versorgt, für die anderen Fixierungsarten lagen nicht genug Daten vor. Daher sind diese retrospektiven Aussagen eher mit Zurückhaltung zu interpretieren. Dennoch bleibt festzuhalten, dass für die dritten Molaren sich ein Vorteil für die semirigide gegenüber der starren Fixierung ergibt (Abb. 11). Die Fixierung durch Nähte scheint hier ebenfalls sehr gute Ergebnisse zu erzielen, hier liegen jedoch vor allem hinsichtlich des Langzeiterfolgs keine Daten vor. Die Eckzähne werden am besten mit einer starren Fixierung versorgt, sie erzielt ein besseres Outcome als eine semirigide Fixierung (Abb. 12). Das bessere Abschneiden der starren Fixierung bei den Eckzähnen bewirkt den Vorteil dieser Fixierungsart gegenüber der semirigiden bei der Betrachtung aller Zähne. Für die Versorgung mit Nähten lagen keine Daten vor.

Zwischen Dauer der Fixierung und Überlebensrate der Zähne ließ sich keine statistische Korrelation herstellen. Auf die Darstellung dieser Daten wurde daher verzichtet.

### Zahnart

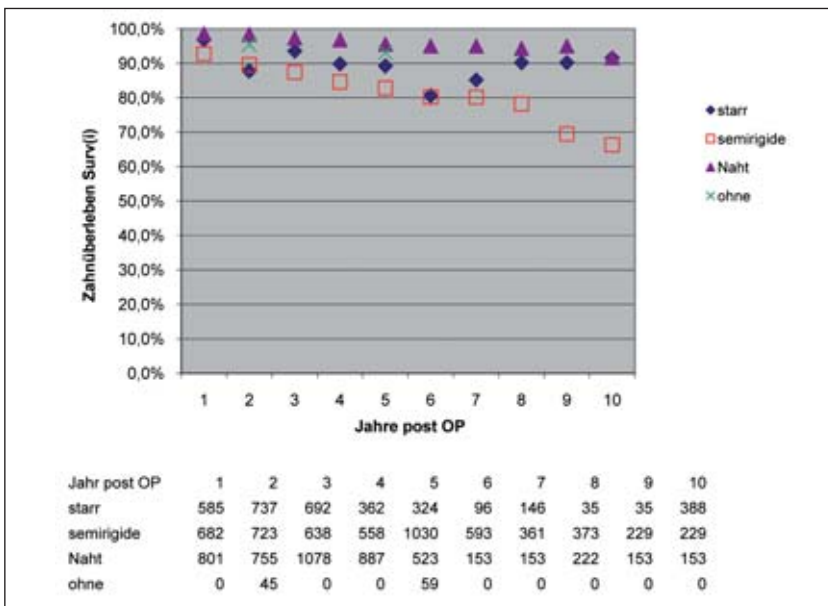
Es wurden nur Studien eingeschlossen, die ausschließlich Zähne einer Zahnart (3. Molar, Prämolare, Eckzahn) nachverfolgten. Für 1. oder 2. Molaren sowie für Schneidezähne fanden sich keine Studien, deren Kollektiv ausschließlich aus solchen Zähnen bestand.

Es zeigt sich, dass die Prämolaren gegenüber Eckzähnen und dritten Molaren eine leicht bessere Prognose besitzen (Abb. 13). Der Unterschied der Prämolaren gegenüber dritten Molaren bzw. Eckzähnen ist signifikant für die ersten sechs postoperativen Jahre, bei den Eckzähnen darüber hinaus für das Jahr 9 post OP. Für die anderen Jahre werden die Zahnzahlen zu klein. Dritte Molare und Eckzähne unterscheiden sich in der Prognose nicht: Einzig für das zweite postoperative Jahr ergibt sich ein signifikanter Unterschied. (Chi-Quadrat-Test,  $\alpha = 0,05$ ).



**Abbildung 8** Vergleich der nicht wurzelgefüllten Zähne mit abgeschlossenem Wurzelwachstum mit allen Zähnen mit abgeschlossenem Wurzelwachstum.

**Figure 8** Comparison of teeth without root filling with closed apex versus all teeth with closed apex.



**Abbildung 9** Zahnüberleben nach Fixierungstechnik mit Angabe der Zahnzahlen.

**Figure 9** Tooth survival according to fixation technique with indication of tooth numbers.

## SOQS

Wir erstellten zunächst ein Histogramm der Qualitäts-Scorings der einzelnen Studien (Abb. 14). Dabei zeigte sich, dass die SOQS-Werte annähernd einer Gausschen Normalverteilung folgen: Eine Korrelation zwischen SOQS-Werten und Surv(i) ergab sich nicht für das erste, fünfte und zehnte postoperative Jahr. Nur für das zweite postoperative Jahr ergab sich eine leicht negative (Spearman-Korrelationskoeffizient  $r_s = -0,3$ ) signifikante

(Hotelling-Pabst-Statistik,  $\alpha = 0,05$ ) Korrelation. Damit können die statistische Qualität der Studien und das Outcome als weitgehend unabhängig angesehen werden.

## Autogene vs. allogene Transplantation

Die allogene Transplantation ist der autogenen klar unterlegen, und zwar statistisch signifikant für alle Jahre post OP (Chi-Quadrat-Test,  $\alpha = 0,05$ ). Ein allogenen transplantiertes Zahn hält nach dem obigen Diagramm im Mittel etwa 5,5

Jahre (Abbildung 15). Diese Methode gilt heute daher zu Recht als obsolet.

## Diskussion

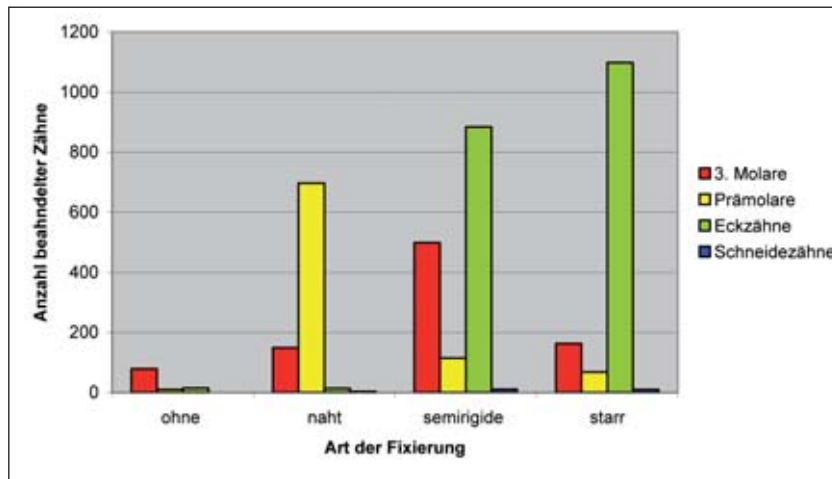
Warum ein systematischer Review zur autogenen Zahntransplantation?

Die autogene Zahntransplantation fristet auch heute noch in der zahnmedizinischen Landschaft ein Mauerblümchendasein. Den meisten Patienten muss man erklären, was eine autogene Zahntransplantation überhaupt ist, während sehr viele etwas mit dem Begriff des Zahnimplantates anfangen können. Es besteht eine große Verunsicherung und Unkenntnis, wenn der behandelnde Arzt vom Patienten nach den „Erfolgs“-Raten dieser Methode gefragt wird. Aufgrund dieser Situation sowohl auf Patienten- als auch auf Arztseite lag es daher nahe, eine Synopse aller vorhandenen Studien zur autogenen Zahntransplantation zusammenzutragen, um auf Grund einer möglichst großen Datenbasis Aussagen über die Prognose der autogenen Zahntransplantation zu gewinnen und den derzeitigen State-of-the-Art zu überprüfen. Die bisher vorhandenen Reviews [28, 29, 42, 44, 77, 100, 104, 110, 111, 114, 136, 139] haben ausschließlich narrativen Charakter.

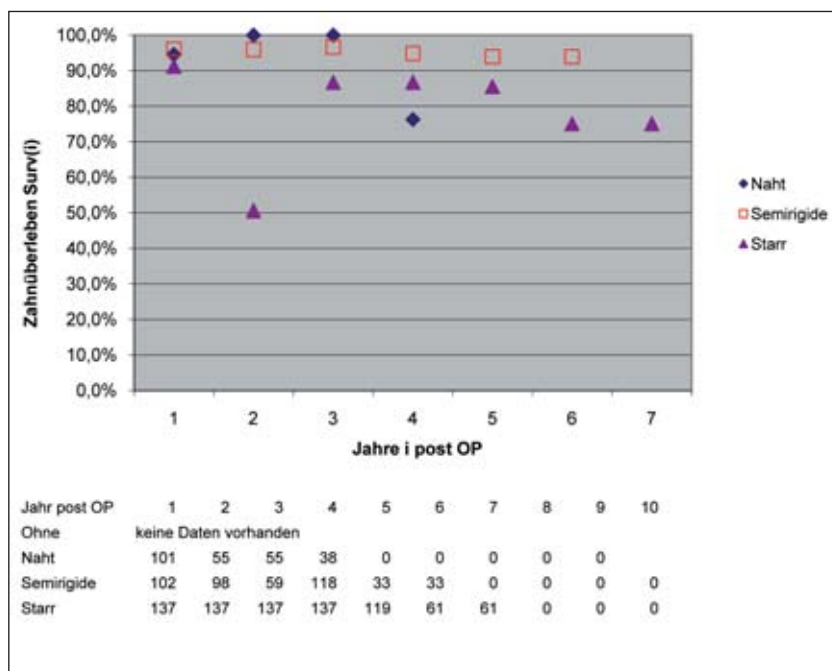
Der einzige Review, der versucht hat, alle vorhandene Literatur zur autogenen Zahntransplantation zusammenzufassen, stammt aus dem Jahr 1970 und ist damit klar veraltet [100]. Da sich zwischenzeitlich sowohl die Chemoprophylaxe, aber auch die chirurgische Technik verbessert haben, hat sich ein klarer Fortschritt eingestellt. Diese Untersuchung bietet eine vergleichsweise aktuelle Übersicht zur autogenen Zahntransplantation mit Daten als Argumentationshilfen für diese Methode und relevanten Studien zum Thema „Autogene Zahntransplantation“.

## Überlebensrate der autogenen Zahntransplantation

Der autogenen Zahntransplantation wird in vielen Studien eine gute Prognose bescheinigt [33, 49, 63, 82, 102], wenn sie mit der korrekten Technik durchgeführt wird. Schon vor dreißig Jahren wurde an der Sicherheit der auto-



**Abbildung 10** Verteilung der verschiedenen Zahnarten auf die Fixierungsmethoden.  
**Figure 10** Distribution of different tooth regions on the fixation techniques applied.



**Abbildung 11** Prognose der dritten Molaren bei den einzelnen Fixierungsarten.  
 Signifikanzen: Semirigide vs. Starr: Jahr 2, 3, 4, und 6 post OP; Semirigide vs. Naht: Jahr 4 post OP; Starr vs. Naht: Jahr 2 und 3 post OP (Chi-Quadrat-Test,  $\alpha = 0,05$ ).  
**Figure 11** Prognosis of third molars under the different fixation techniques.  
 Significances: semirigid vs. rigid: years 2, 3, 4, and 6 post OP; semirigid vs. suture: year 4 post OP; rigid vs. suture: year 2 and 3 post OP (Chi-Square test,  $\alpha = 0,05$ ).

genen Zahntransplantation als Routineeingriff gezweifelt [56], heute jedoch sehen eine Reihe von Autoren die autogene Zahntransplantation als eine ausreichend gereifte Behandlungsmethode für den Routineeinsatz in der Zahnerhaltung an [43, 45, 55, 58, 67, 69, 71, 95, 117]. Die autogene Zahntransplantation ist daher in Fachkreisen keineswegs als

„Exot“ zu verstehen, zum Teil wird sie als reif für den Routineeinsatz angesehen. Die Ergebnisse dieser Arbeit bestätigen diese Ansicht trotz aller vorsichtiger Interpretation: Die mittlere Überlebensrate für die autogene Zahntransplantation für alle transplantierten Zähne aus den Jahren 1950 bis 2003 beträgt 85,9 % nach fünf Jahren und 75,6 % nach zehn

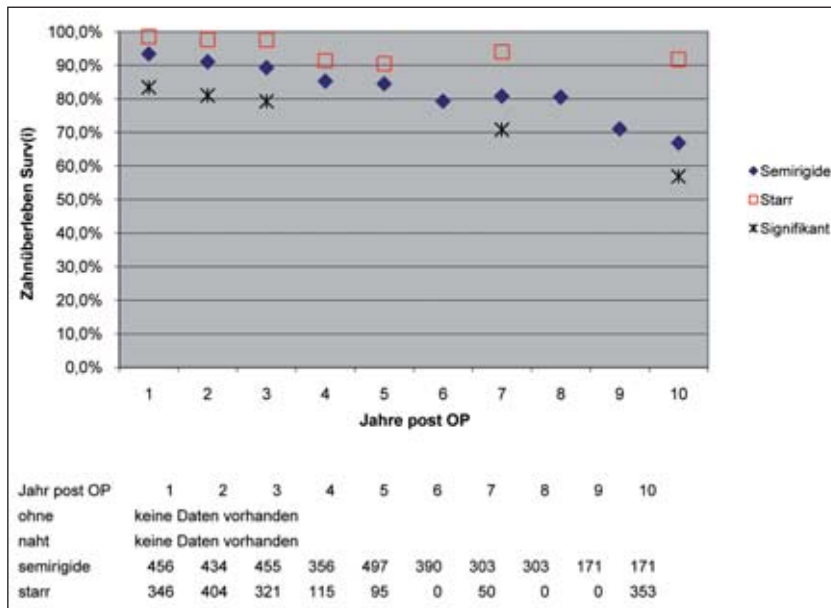
Jahren, wobei Daten aus insgesamt 97 Studien in die Auswertung eingegangen sind (Tab. 6). Betrachtet man nur die Studien neueren Datums (1986 bis 2003), so ergeben sich Überlebensraten von 89,7 % nach fünf und 83,9 % nach zehn Jahren (Abb. 4).

Beeinflusst das Wurzelwachstum des Zahnes (Zahnalter) den Erfolg der Transplantation?

Die gegenwärtige Lehrmeinung empfiehlt die Transplantation von jugendlichen Zähnen mit einem Wurzelwachstum von 2/3 – 3/4 der Wurzellänge [40]. Das Zahnalter wird damit als ein wesentlicher Einflussfaktor auf die Prognose des zu transplantierten Zahnes angesehen. Viele Autoren sehen eine schlechtere Prognose für ältere Patienten [5, 30, 48, 50, 65] bzw. Zähne mit abgeschlossenem Wurzelwachstum [58, 70, 73, 75, 129]. Dementsprechend reichen die Empfehlungen, bei welcher Wurzellänge ein Zahn transplantiert werden sollte, von 1/4 bis 3/4 der Wurzellänge des zu transplantierten Zahnes [6, 13, 14, 24, 36, 37, 72, 73, 95, 99].

Zähne mit abgeschlossenem Wurzelwachstum haben ein verengtes bis geschlossenes Foramen apicale. Dies macht nach Ansicht einiger Autoren eine Revaskularisierung bzw. Revitalisierung des transplantierten Zahnes unmöglich [65, 132], andere Autoren haben jedoch eine Revaskularisierung auch bei ausgewachsenen Zähnen beobachten können [6, 107, 138]. Unstrittig scheint dabei zu sein, dass Zähne mit abgeschlossenem Wurzelwachstum schlechtere Heilungsraten für das Periodont und die Pulpa haben [9, 73]. *Andreassen* et al. kommen in ihrer großen Prämolarenstudie [9] zu ähnlichen Ergebnissen wie *Kristerson* [73]. Sie fanden, dass die Heilung der Pulpa bei ausgewachsenen Zähnen fast immer ausbleibt (13 % nach 2 Jahren im Vergleich zu 92 % für nicht ausgewachsene Zähne). Die komplette Heilung des Periodontiums, definiert als Ausbleiben jeder Form von Wurzelresorption, kommt in ca. 60 % der Fälle zustande (nach 5 Jahren für nicht ausgewachsene Zähne ca. 85 %). Die Unterschiede sind also deutlich.

Eine ausbleibende Heilung der Pulpa und des Periodonts wird mit Pulpnekrose sowie Ersatzresorption und ent-



**Abbildung 12** Prognose der Eckzähne bei den einzelnen Fixierungsarten.

Die starre Fixierung schneidet signifikant besser ab für die postoperativen Jahre 1, 2, 3, 7 und 10, (Chi-Quadrat-Test,  $\alpha = 0,05$ ).

**Figure 12** Prognosis of canines under the different fixation techniques.

Rigid fixation cuts off significantly better for the postoperative years 1, 2, 3, 7, and 10 (Chi-Square test,  $\alpha = 0,05$ ).

zündlicher Wurzelresorption assoziiert [55, 65, 94]. Begründet wird dies mit der bereits in der Einleitung geschilderten pathophysiologischen Vorstellung: Bei einem ausgewachsenen Zahn mit geschlossenem Foramen apicale kommt es mit erhöhter Wahrscheinlichkeit zu einer Nekrose der Zahnpulpa [2, 73], die wiederum das Risiko einer Wurzelresorption erhöht. Da nun aber eine vollständige Heilung von Periondont und Pulpa Erfolgskriterium vieler Studien ist, schneiden die Zähne mit abgeschlossenem Wurzelwachstum in der „Erfolgs“-Rate sehr oft schlechter ab als Zähne mit nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum.

Betrachtet man aber die „Überlebens“-Rate, also das reine Zahnüberleben ohne Berücksichtigung von parodontalen oder röntgenologischen Befunden, so stellt sich das Bild nicht so eindeutig dar. Auch hier gibt es Studien, die für die Zähne mit abgeschlossenem Wurzelwachstum ein schlechteres Zahnüberleben ermitteln [129]. Allerdings können offenbar auch Zähne mit ausbleibender periodontaler oder pulpaler Heilung durchaus lange im Kiefer verbleiben: So liegt in der oben zitierten Andreasen-Studie [9] trotz der schlechten

Ergebnisse bei den periodontalen und pulpalen Heilungsraten das Überleben der ausgewachsenen Zähne bei 100 % nach fünf Jahren und übertrifft sogar das Überleben der nicht ausgewachsenen Zähne. Wie gut Patienten mit einem durch Wurzelresorption angegriffenen Zahn zurechtkommen, ist wenig untersucht, es gibt aber Hinweise darauf, dass auch ein solcher Zahn häufig ein befriedigendes funktionelles Ergebnis liefert [129]. Dies war neben der besseren Vergleichbarkeit einer der Gründe dafür, dass sich die Analyse dieser Arbeit im Wesentlichen auf den Zahn-„Survival“ und nicht auf den Zahn-„Success“ konzentriert hat. Tabelle 6 und Abbildung 16 stellen das in dieser Untersuchung ermittelte Zahnüberleben für Zähne mit nicht abgeschlossenem bzw. abgeschlossenem Wurzelwachstum nach fünf bzw. zehn Jahren dar, und zwar sowohl für *alle* Studien als auch für die Studien neueren Datums (siehe auch Abb. 5 und 6). Die Ergebnisse der vorliegenden Studie lassen damit die folgenden Schlüsse zu:

- Das Zahnüberleben in den *neueren* Studien liegt für alle Zähne nach zehn Jahren bei etwa 84 %. Die Methode ist also mit den Jahren besser geworden

(1970 : 70 % Zehn-Jahres-Erfolgs-Rate).

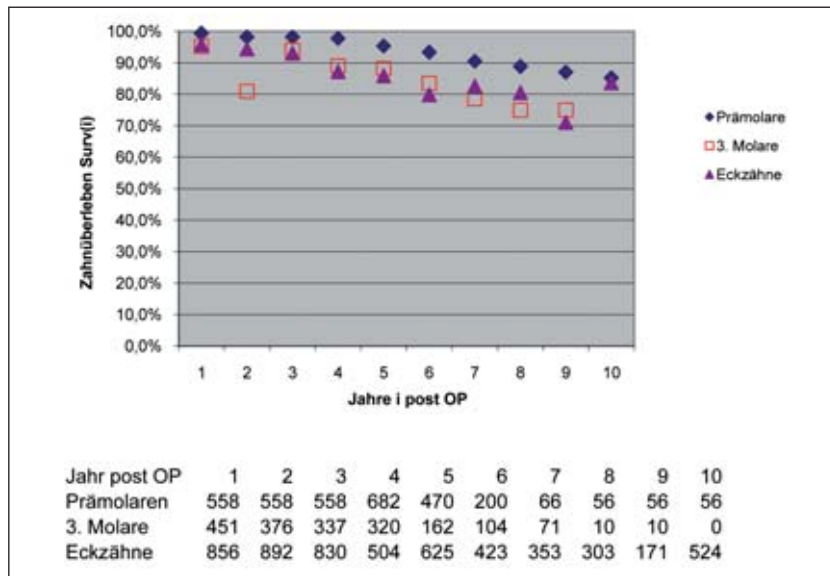
- Nicht ausgewachsene Zähne besitzen ein besseres Zahnüberleben als ausgewachsene Zähne mit einem Unterschied von 15,3 % für *alle* Studien.
- Dieser Unterschied zwischen diesen Gruppen fällt deutlich geringer aus, wenn man die *neueren* Studien betrachtet (Unterschied nur noch 7,6 %). Die ausgewachsenen Zähne haben also von der Verbesserung der Methode in den letzten Jahren mehr profitiert als die jugendlichen Zähne.
- Das Zehn-Jahres-Zahnüberleben der ausgewachsenen Zähne in den *neueren* Studien beträgt 79,6 %. Damit kommt auch die Autotransplantation *ausgewachsener* Zähne als Verfahren für die Zahnerhaltung in Betracht.

Es lässt sich also festhalten, dass entgegen der derzeit vorherrschenden Lehrmeinung die autogene Zahntransplantation von Zähnen mit abgeschlossenem Wurzelwachstum auch mit guten Überlebensraten durchgeführt werden kann.

### Beeinflusst die Wurzelbehandlung den Erfolg der Transplantation?

Aufgrund des erhöhten Risikos einer Pulpennekrose nach Transplantation eines Zahnes mit abgeschlossenem Wurzelwachstum wird von vielen Autoren [3, 24, 38, 73, 76] zu einer Wurzelfüllung eines solchen Transplantates primär geraten. Umstritten ist dabei der Zeitpunkt, zu dem die Wurzelfüllung vorgenommen werden sollte. Gegen eine Wurzelfüllung bereits während der Transplantation spricht, dass in mehreren Fallserien sowie auch im Tierexperiment festgestellt wurde, dass dieses Vorgehen die Rate postoperativer Komplikationen, insbesondere die Rate an Wurzelresorptionen, erhöht [6, 7, 71, 73]. Daher wird die Wurzelfüllung oft zu einem festen Zeitpunkt nach der Transplantation empfohlen.

Eine weitere Therapievariante belässt die transplantierten Zähne zunächst ohne Wurzelfüllung. Eine solche wird nur dann initiiert, wenn sich in den radiologischen Nachkontrollen Zeichen einer beginnenden Wurzelresorption zeigen, und zwar mit dem Ziel, die beginnende Wurzelresorption dann zum Stillstand zu bringen. Dass sich eine beginnende Wurzelresorption durch ei-

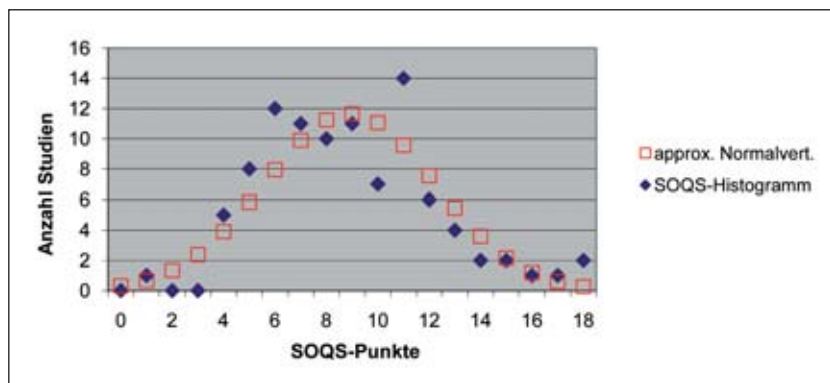


**Abbildungen 13** Zahnüberleben nach Zahnart.

Signifikanzen: Prämolare vs. 3. Molare: Jahr 1 bis 6 post OP; Prämolare vs. Eckzähne: Jahr 1 bis 6 und 9 post OP; 3. Molare vs. Eckzähne: Jahr 2 post OP; Chi-Quadrat-Test,  $\alpha = 0,05$ .

**Figure 13** Tooth survival according to tooth region.

Significances: Premolars vs. third molars; years 1 to 6 post OP; Premolars vs. canines: years 1 to 6, and 9 post OP; Third molars vs. canines: year 2 post OP (Chi-Square test,  $\alpha = 0,05$ ).



**Abbildung 14** Histogramm der SOQS-Werte. Die Verteilung der SOQS-Werte hat den Mittelwert 8,9 und die Standardabweichung 3,3. Die approximierende Normalverteilung verwendet diese Parameter. Die Flächen unter den dargestellten Kurven sind identisch.

**Figure 14** Histograms of SOQS values. The distribution of the SOQS values has a mean value of 8,9 with a standard deviation of 3,3. The approximating normal distribution uses these parameters. Areas under indicated curves are identical.

ne Wurzelfüllung stoppen lässt, wird durch viele Studien gestützt [2, 19, 38, 55, 57, 64, 80, 129, 130], andere Studien können dies nicht bestätigen [13, 14, 94].

Die vierte mögliche therapeutische Herangehensweise ist schließlich, die transplantierten Zähne niemals Wurzel zu füllen, egal, was mit ihnen geschieht. Dies wird selten praktiziert [50], gelegentlich sprechen sich die Autoren in

der Diskussion aufgrund ihrer Erfahrungen dann doch für eine Wurzelfüllung aus [73].

Die vorliegende retrospektive Analyse der Daten zeigt nun, dass die Option der Wurzelfüllung zu einem festen postoperativen Zeitpunkt und die Option der Wurzelfüllung bei pathologischem Röntgenbild gleichauf am besten abschneiden (Abb. 7). Die Option, die Wurzelfüllung niemals durchzuführen,

liegt in zwei von drei Modellen ebenfalls gleichauf, wobei hier wegen mangelnder Datenbasis eine Prognose über das fünfte postoperative Jahr hinaus schwierig ist. Insbesondere sollte das Zehn-Jahres-Zahnüberleben von 49 % für diese Option in Abbildung 7 nicht überbewertet werden, da dieses durch nur eine einzige Studie [48] zustande kommt. Etwas diffiziler stellt sich die Bewertung der intraoperativen Wurzelfüllung dar. Zunächst ist hier die Datenbasis außerordentlich dünn: Nur sechs Studien verwenden dieses Vorgehen überhaupt [6, 60, 65, 81, 128, 133]. Als Schlussfolgerungen der hier vorliegenden Fragen kann festgehalten werden:

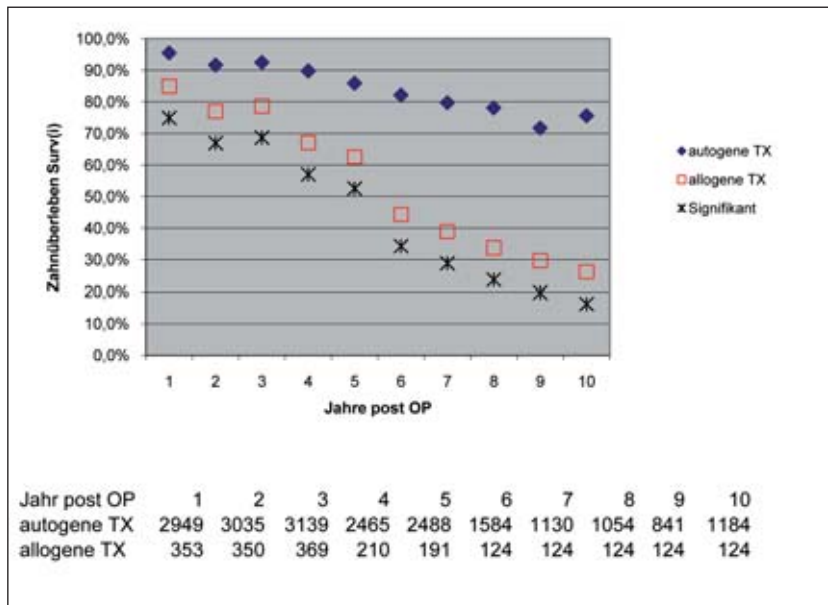
– Die postoperative Wurzelfüllung und die Wurzelfüllung bei pathologischem Röntgenbild sind in ihrem Ergebnis ähnlich und stellen die Verfahren der ersten Wahl dar.

– Der gänzliche Verzicht auf eine Wurzelfüllung könnte diesen Methoden ebenbürtig sein, eine definitive Aussage lässt sich aber auf Grund fehlender Langzeitdaten und der schwachen Evidenz nicht machen.

– Die intraoperative Wurzelfüllung ist ebenfalls aufgrund mangelnder Daten nicht endgültig zu bewerten.

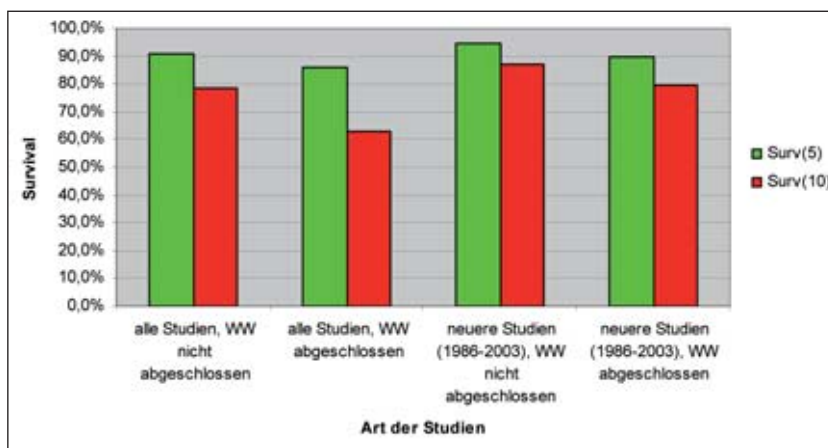
Beeinflusst die Art und/oder Dauer der postoperativen Fixierung des Zahnes den Erfolg der Transplantation?

Die Art der Fixierung ist in der Literatur kaum untersucht und die wenigen Ergebnisse, die es gibt, sind widersprüchlich. So finden *Andreasen* et al. in ihrer Prämolarenstudie einen signifikant negativen Einfluss einer rigiden Fixierung auf die pulpale, nicht jedoch auf die periodontale Heilungsrate [9]. *Schwartz* et al. können hingegen in ihrer Multicenter-Studie keinen signifikanten Einfluss der Fixierung auf das Outcome erkennen [129]. Andere Autoren berichten von einer positiven Wirkung einer stabilen Schienung bei Eckzähnen und dritten Molaren [50, 72]. *Bauss* et al. untersuchten in ihrer kontrollierten Studie den Erfolg der Nahtfixation gegenüber starrer Fixierung bei der Autotransplantation dritter Molaren [15]. Bei einem Zahnüberleben von 100 % in beiden Gruppen ergibt sich hier für die starre Fixierung eine signifikant höhere Rate an Pulpennekrosen und Ankylosen. Aller-



**Abbildung 15** Autogene vs. allogene Zahntransplantation mit Angabe der Zähne unter Risiko.

**Figure 15** Autogenous vs. allogeneous tooth transplantation with indication of teeth under risk.



**Abbildung 16** Graphische Darstellung der Daten aus Tabelle 7.

**Figure 16** Graphic depiction of data from table 7.

(Tab. 1-6 und Abb. 1-16: D. Nolte)

dings ist, wie bereits erwähnt, die Einteilung in die beiden Gruppen in dieser Studie mit einem Bias behaftet: Mit starren Fixierungen werden von vorneherein nur nach Transplantation instabile Zähne versorgt. Nach Untersuchung der Ergebnisse dieser Studie könnte man zunächst zu dem Schluss kommen, dass die Nahtfixierung am besten und die semirigide Fixierung am schlechtesten abschneidet, wobei die starre Fixierung dazwischen anzusiedeln ist (Abb. 9). Sieht man jedoch genauer hin, so erkennt man, dass die verschiedenen Zahnarten

durchaus unterschiedlich versorgt werden: Dritte Molaren werden in den uns vorliegenden Studien meist semirigide, Prämolare meist mit Nähten und Eckzähne semirigide oder rigide fixiert (Abb. 10). Schlüsselst man die Daten nach Zahnarten auf, so sieht man, dass für jede Zahnart die am häufigsten angewandte Fixierungsart auch die besten Ergebnisse liefert. Im Einzelnen gilt daher:

- Prämolaren werden fast ausschließlich durch Nähte versorgt. Ein Vergleich mit anderen Fixierungsmethoden war für die Prämolaren nicht

möglich, da zu wenige Daten über anderweitig versorgte Prämolaren vorliegen.

- Dritte Molare versorgt man am besten semirigide, auch eine Nahtfixierung scheint aber möglich zu sein, zumindest zeigt die Nahtfixierung in der Abbildung 11 bei nicht ausreichender Datenlage kein eindeutig schlechteres Ergebnis. In den ersten beiden postoperativen Jahren wird das Ergebnis der semirigidigen Fixierung sogar übertroffen.
- Eckzähne sind mit einer starren Fixierung am besten versorgt, diese schneidet im Vergleich zur semirigidigen Fixierung deutlich besser ab (Abb. 12).
- Eine Korrelation zwischen Dauer der Fixierung und dem Zahnüberleben konnte für die postoperativen Jahre 1, 2, 5 und 10 nicht gefunden werden.

Überlebensrate autogene versus allogene Zahntransplantation?

Wie bereits erwähnt wird die allogene Zahntransplantation heute nicht mehr zum zahnmedizinischen Repertoire gerechnet [77]. Dementsprechend sind die wenigen vorhandenen Studien [17, 31, 32, 66, 85, 88, 92, 109, 131, 141] allesamt älteren Datums (Publikationsjahre 1963 bis 1987). Die Ergebnisse unserer Analyse bedürfen hier keiner Diskussion: Mit einem Zehn-Jahres-Zahnüberleben von 26,2 % ist die allogene Zahntransplantation als eine für den klinischen Einsatz nicht geeignete Methode anzusehen (Abb. 15).

Perspektiven der autogenen Zahntransplantation

Die vorliegenden Ergebnisse stellen die autogene Zahntransplantation als ein OP-Verfahren dar, das eine offenbar gute Prognose besitzt. Die Forderung, dieses Verfahren in Zukunft häufiger einzusetzen, ist aufgrund der vorliegenden Datenlage nachvollziehbar. Die in dieser Arbeit berechneten Schätzungen zur Prognose der autogenen Zahntransplantation fußen auf der derzeit verfügbaren besten Evidenz: Alle von 1950 bis 2003 relevanten Studien gingen in die Berechnung ein. Da jedoch ausschließlich Fallserien ausgewertet werden konnten, können unsere Studienfragen nur mit einem sehr geringen Evidenzgrad beantwortet werden. Jede randomisierte oder

auch nur kontrollierte klinische Studie würde diesen Evidenzgrad erhöhen. Man beachte jedoch, dass zu unseren Studienfragen nur eine randomisierte oder kontrollierte klinische Studie gefunden werden konnte [19]. Dabei ist die Mehrzahl der Fragen, mit denen wir uns befasst haben, mit solchen Studien angebar, etwa die Frage nach dem Ob und Wie einer Wurzelfüllung oder der Methode der Zahnfixierung.

Auch könnten autogene Transplantate und enossale Implantate durchaus in einer kontrollierten Studie direkt verglichen werden. Die in dieser Arbeit ermittelten geschätzten Zahnüberlebenswerte für autogen transplantierte Zähne liegen jedenfalls so dicht an den in der Literatur berichteten „Überlebens“-Raten für Implantate, dass sich eine solche Studie nicht von vorneherein verbietet, sondern im Gegenteil dringend angeraten erscheint. Eine derartige, wenngleich retrospektive Studie mit 38 Implantaten und 16 Transplantaten wurde gefunden [19]. Größere Studien müssten ihr folgen.

Als weitere Limitation des vorliegenden systematischen Reviews muss hervorgehoben werden, dass die Möglichkeit eines Publikations-Bias, also eines selektiven Publizierens von günstigen Studienergebnissen, nicht ausgeschlossen werden kann. Diese Gefahr ist noch einmal besonders groß für Arbeiten älteren Datums und Fallserien, da hierfür im Vergleich zu (randomisierten) kontrollierten klinischen Studien keine bzw. nur sehr eingeschränkte (unvollständige) Schutzmechanismen im Sinne von Studienregistern existieren.

Im Folgenden sollen noch diejenigen Punkte angesprochen werden, die aus den vorliegenden Daten nicht analysiert werden konnten, aber der Betrachtung wert sind:

Wie groß ist zum Beispiel die Abhängigkeit der Prognose von der Erfahrung des Chirurgen? *Schwartz et al.* [129] stellen für die beiden erfahrensten MKG-Chirurgen ein signifikant besseres Zahnüberleben ihrer transplantierten Zähne im Vergleich zu den 23 anderen MKG-Chirurgen ihrer Studie fest. Eine Analyse dieser Frage war in unserer Untersuchung nicht machbar, da in den meisten Studien nicht angegeben wird, wer welche Zähne operiert hat. Sie ist jedoch von Wichtigkeit, wenn es darum geht, ob die autogene Zahntransplantation in

Zentren durchgeführt werden sollte, oder ob sie auch für den einfachen Zahnarzt mit wenig Erfahrung in autogener Zahntransplantation ein anwendbares Verfahren darstellt.

Studien, die die Patienten nach ihrer Zufriedenheit mit dem Transplantat befragen oder ästhetische Kriterien mit erhoben haben, gibt es leider nur sehr wenige [35, 83]. Diese Ergebnisse sind jedoch ermutigend. So würden in der Studie von *Marcusson und Lilja-Karlander* [83] 25 von 29 Patienten die autogene Zahntransplantation auch einem Freund weiterempfehlen. Zu fordern wäre demnach, dass in zukünftigen Studien zur autogenen Zahntransplantation neben dem „Überleben“ der Zähne auch Daten zur Funktionalität des Transplantats („Erfolg“), der Patientenzufriedenheit und des ästhetischen Resultats erhoben werden.

Schließlich hat die Methode der autogenen Zahntransplantation gerade auch in den letzten Jahren eine Renaissance in der klinischen Indikationsbreite erfahren [43], etwa beim Ersatz nicht angelegter oder traumatisch verloren gegangener Zähne in der Wechselgebissphase beim Kind. So berichteten *Pohl et al.* in einer größeren Studie über die Autotransplantation von *Milchzähnen* mit sehr gutem Erfolg [45, 116, 117]. Auch bei multiplen Nichtanlagen stellt die Methode der Milchzahntransplantation eine geeignete Technik dar, die zahnlosen Bereiche des Kiefers in der so wichtigen Phase des Kieferwachstums adäquat zu stimulieren [106]. Noch weiter geht die Anwendung dieser Methode zum Ersatz von Zähnen in der ästhetisch schwierig rekonstruierbaren Region der Oberkieferfront. So wurde die Transplantation von unteren Prämolaren als Ersatz für Zähne im Oberkiefer sowie Unterkiefer mit gutem klinischen Erfolg durchgeführt [24, 63, 68]. Schließlich können auch kieferorthopädisch verlagerte Zähne, welchen durch die kieferorthopädische Maßnahme der Freilegung nicht beizukommen ist, durch autogene Transplantation erfolgreich in die Zahnreihe eingeordnet werden und so den jungen Patienten die Notwendigkeit einer Implantation im noch nicht ausgewachsenen Gebiss ersparen [2, 18, 48, 50, 94, 140].

Die Kenntnis über die autogene Zahntransplantation gehört in das Repertoire eines jeden chirurgisch tätigen Zahnarztes/Oralchirurgen/MKG-Chi-

rurgen, um so den Patienten auch diese Möglichkeit des Zahnersatzes zumindest in Aussicht stellen zu können. Die Überlebensraten sind mit den vorliegenden Evidenz-basierten Daten auf einen vergleichsweise aktuellen Stand gebracht worden und zeigen unter Vorbehalt des schwachen Evidenzgrades erstaunlich gute Überlebensraten der Methode auf. Eine direkt vergleichende, möglichst randomisierte Studie zum Vergleich der autogenen Zahntransplantation mit der Zahnimplantation unter Berücksichtigung auch funktionaler Aspekte sowie von Aspekten der Lebensqualität scheint dringend geboten.

## Zusammenfassung

In dem vorliegenden systematischen Review wurden vornehmlich die folgenden Fragestellungen untersucht:

1. Wie groß ist die Zehn-Jahres-Überlebensrate der autogenen Zahntransplantation heute?
2. Ist diese Methode beschränkt auf jugendliche Patienten (mit noch nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum) oder ist die Methode auch beim erwachsenen Patienten (mit abgeschlossenem Wurzelwachstum) erfolgreich anzuwenden? Wenn ja, mit welchen Überlebensraten ist beim erwachsenen Patienten zu rechnen?
3. Ist eine Wurzelbehandlung der transplantierten Zähne eine *conditio sine qua non* oder kann darauf auch verzichtet werden?

Da lediglich Fallserien für die Beantwortung dieser Fragestellungen identifiziert wurden, können die Schlussfolgerungen aufgrund der Datenqualität (Evidence III) nur als „schwache Empfehlungen“ [53] verstanden werden:

Die autogene Zahntransplantation ist ein Verfahren mit einem guten Langzeitergebnis. Das Zahnüberleben beträgt nach zehn Jahren im Mittel 75,6 %, bei den neueren Studien ab 1986 insgesamt 83,9 %. Zähne mit nicht abgeschlossener Wurzelentwicklung haben in den neueren Studien eine um 7,6 % bessere Prognose als Zähne mit abgeschlossener Wurzelentwicklung; die Prognose ausgewachsener Zähne ist damit so gut (10-Jahres-Überlebensrate 79,6 %), dass die Methode im Prinzip auch bei diesen Zähnen empfohlen werden kann.

Die besten Ergebnisse ergeben sich für eine elektive postoperative Wurzelfüllung oder bei einer Wurzelfüllung bei pathologischem Röntgenbild. Ob die Wurzelfüllung ganz unterbleiben kann, bleibt aufgrund mangelnder Daten unklar. Eher abzuraten ist von einer intraoperativen Wurzelfüllung. Die Fixierung der Zähne sollte gemäß der Art des transplantierten Zahnes erfolgen.

Die allogene Zahntransplantation hat eine erheblich schlechtere Prognose als die autogene Transplantation

(26,2% nach 10 Jahren) und muss heute als obsolet angesehen werden.

Eine direkt vergleichende, möglichst randomisierte Studie zum Vergleich der autogenen Zahntransplantation mit der Zahnimplantation unter Berücksichtigung auch funktioneller Aspekte sowie von Aspekten der Lebensqualität scheint dringend geboten.

**Interessenkonflikte:** Die Autorin/der Autor erklärt, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des In-

ternational Committee of Medical Journal Editors besteht.

#### Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Dirk Nolte  
Praxisklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie  
Sauerbruchstr. 48  
81377 München-Großhadern  
E-Mail: dirk.nolte@mkg-praxisklinik.com

## Literatur

1. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. Higgins JPT GS, editor. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.0.2 [updated September 2009][The Cochrane Collaboration (2009)] (2010)
2. Ahlberg K, Bystedt H, Eliasson S, Odenrick L: Long-term evaluation of auto-transplanted maxillary canines with completed root formation. *Acta Odontol Scand* 41, 23–31 (1983)
3. Akiyama Y, Fukuda H, Hashimoto K: A clinical and radiographic study of 25 autotransplanted third molars. *J Oral Rehabil* 25, 640–644 (1998)
4. Al-Himdani K: Autotransplantation. Indications – surgical technics. *Clinical results. Rev Odontostomatol* 15, 95–107 (1986)
5. Altonen M, Haavikko K, Malmstrom M: Evaluation of autotransplantations of completely developed maxillary canines. *Int J Oral Surg* 7, 434–441 (1978)
6. Andreasen JO, Hjorting-Hansen E, Jølst O: A clinical and radiographic study of 76 autotransplanted third molars. *Scand J Dent Res* 78, 512–523 (1970)
7. Andreasen JO, Kristerson L: The effect of extra-alveolar root filling with calcium hydroxide on periodontal healing after replantation of permanent incisors in monkeys. *J Endod* 7, 349–354 (1981)
8. Andreasen JO, Kristerson L, Tsukiboshi M, Andreasen FM: Autotransplantation of teeth to the anterior region. Andreasen JO, Andreasen FM, editors. *Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth*. 3rd Ed., Mosby, Munksgaard-Copenhagen 1993
9. 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* 12, 38–50 (1990)
10. Apfel H: Preliminary work in transplanting the third molar to the first molar position. *J Am Dent Assoc* 48, 143–150 (1954)
11. Apfel H, Bauer W: Autoplasty of enucleated prefunctional third molars. *J Oral Surg* 8, 289–296 (1950)
12. Bauer W, Wehrbein H, Schulte-Lunzum H, Diedrich P: Tooth germ transplantation or gap closure – a comparative study in the loss of the first molar. *Fortschr Kieferorthop* 52, 84–92 (1991)
13. Bauss O, Sadat-Khonsari R, Engelke W, Kahl-Nieke B: Results of transplanting developing third molars as part of orthodontic space management. Part 1: clinical and radiographic results. *J Orofac Orthop* 63, 483–492 (2002)
14. Bauss O, Sadat-Khonsari R, Engelke W, Kahl-Nieke B: Results of transplanting developing third molars as part of orthodontic space management. Part 2: results following the orthodontic treatment of transplanted developing third molars in cases of aplasia and premature loss of teeth with atrophy of the alveolar process. *J Orofac Orthop* 64, 40–47 (2003)
15. 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* 18, 322–328 (2002)
16. Bender R, Lange S: Adjusting for multiple testing – when and how? *J Clin Epidemiol* 54, 343–349 (2001)
17. Benque EP: Autologous and homologous dental (100 cases). *Actual Odontostomatol* 27, 515–533 (1973)
18. Berglund L, Kuroi J, Kvint S: Orthodontic pre-treatment prior to autotransplantation of palatally impacted maxillary canines: case reports on a new approach. *Eur J Orthod* 18, 449–456 (1996)
19. Blickle W, Dehen M, Niederdelmann H: On differential indications for endosseous implants and autologous tooth transplants for single posterior tooth loss. *ZWR* 100, 502–506 (1991)
20. Bolton R: Replanting and transplanting teeth. Part 1. *Br Dent Surg Assist* 35, 2–4, 13 (1976)
21. Bolton R: Replanting and transplanting teeth. Part three. Transplantation of teeth other than canines. *Br Dent Surg Assist* 35, 41–44 (1976)
22. Bolton R: Replanting and transplanting teeth. Part two. *Br Dent Surg Assist* 35, 24–27 (1976)
23. Borrington-Møller G, Frandsen A: Autologous tooth transplantation to replace molars lost in patients with juvenile periodontitis. *J Clin Periodontol* 5, 152–158 (1978)
24. Bowden DE, Patel HA: Autotransplantation of premolar teeth to replace missing maxillary central incisors. *Br J Orthod* 17, 21–28 (1990)
25. Boyne PJ: Tooth transplantation procedures utilizing bone graft materials. *J Oral Surg* 19, 47–53 (1961)
26. Bruckner M: Method of transplantation of upper retained canines. *Stomatol DDR* 40, 22–23 (1990)
27. Chambers IG, Reade PC, Poker ID: Early post-operative endodontic therapy limits inflammatory root resorption of autotransplanted maxillary canine teeth. *Br J Oral Maxillofac Surg* 26, 364–369 (1988)
28. Clokie CM, Yau DM, Chano L: Autogenous tooth transplantation: an alternative to dental implant placement? *J Can Dent Assoc* 67, 92–96 (2001)
29. Cohen AS, Shen TC, Pogrel MA: Transplanting teeth successfully: autografts and allografts that work. *J Am Dent Assoc* 126, 481–485 (1995)
30. Cook RM: The current status of autogenous transplantation as applied to the maxillary canine. *Int Dent J* 22, 286–300 (1972)
31. Cserepfalvi M: Clinical research on tooth transplantation in man. *Zahn-*



- arztl Welt Zahnarztl Rundsch ZWR Zahnarztl Reform 66, 765–772 (1965)
32. Cserepfalvi M: Homotransplantation of human teeth with and without pulp tissue. *J Dist Columbia Dent Soc (Winter)* 11–15 (1976)
  33. Czochrowska EM, Stenvik A, Album B, Zachrisson BU: Autotransplantation of premolars to replace maxillary incisors: a comparison with natural incisors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 118, 592–600 (2000)
  34. Czochrowska EM, Stenvik A, Bjercke B, Zachrisson BU: Outcome of tooth transplantation: survival and success rates 17–41 years posttreatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 121, 110–119 (2002)
  35. Czochrowska EM, Stenvik A, Zachrisson BU: The esthetic outcome of auto-transplanted premolars replacing maxillary incisors. *Dent Traumatol* 18, 237–245 (2002)
  36. Deady M: Transplantation of teeth. *J Indiana Dent Assoc* 52, 296–300 (1973)
  37. Deplagne H, Campagne J: Autotransplantation of the premolar germs. Results. *Inf Orthod Kieferorthop* 17, 71–81 (1985)
  38. Eliasson S, Laftman AC, Strindberg L: Autotransplanted teeth with early-stage endodontic treatment: a radiographic evaluation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 65, 598–603 (1988)
  39. Eskici A: Autogenous tooth germ grafting – clinical and experimental studies. *Z Stomatol* 84, 357–366 (1987)
  40. Eskici A: Reimplantation und Transplantation von Zähnen. Horch H-H, editor. *Zahnärztliche Chirurgie PDZ* 2, 329–348 (1995)
  41. Fasen D: Die Erfolgsaussichten der autologen Zahntransplantation. *Dtsch Zahnarztl Z* 38, 139–141 (1983)
  42. Feldmann G: Conditions, procedures, results in tooth transplantation. *Zahnarztl Mitt* 75, 2532, 2537–2538, 2540 (1985)
  43. Filippi A: Zahntransplantation – Biologischer Zahnersatz für Kinder, Jugendliche und manche Erwachsene. *Quintessenz*, Berlin 2009 1–138
  44. Filippi A, Lang B, Pohl Y: Zahntransplantation. *Zahnarztl Mitt* 9, 68–82 (2004)
  45. Filippi A, Pohl Y, Tekin U: Transplantation of displaced and dilacerated anterior teeth. *Endod Dent Traumatol* 14, 93–98 (1998)
  46. Flath I: Klinische Beobachtungen bei der echten Transplantation von retinierten Zähnen. *Deutsche Stomatologie DDR* 13, 37 (1963)
  47. Fordyce GL: Surgical problems of orthodontic interest. *Dent Pract Dent Rec* 15, 388–396 (1965)
  48. Forsell H, Oksala E: A 10-year-follow-up of maxillary canine transplantations. *Proc Finn Dent Soc* 82, 209–212 (1986)
  49. Frenken JW, Baart JA, Jovanovic A: Autotransplantation of premolars. A retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 27, 181–185 (1998)
  50. Gardiner GT: The autogenous transplantation of maxillary canine teeth. A review of 100 consecutive cases. *Br Dent J* 146, 382–385 (1979)
  51. Gault PC, Warocquier-Clerout R: Tooth auto-transplantation with double periodontal ligament stimulation to replace periodontally compromised teeth. *J Periodontol* 73, 575–583 (2002)
  52. Guggenmoos-Holzmann I, Wernecke KD: *Medizinische Statistik*. Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin, Wien 1996
  53. Guyatt GH, Oxman AD, Kunz R, Falck-Ytter Y, Vist GE, Liberati A et al.: Going from evidence to recommendations. *BMJ* 336, 1049–1051 (2008)
  54. HALE ML. Autogenous transplants. *J Am Dent Assoc* 49, 193–198 (1954)
  55. Hall GM, Reade PC: Root resorption associated with autotransplanted maxillary canine teeth. *Br J Oral Surg* 21, 179–191 (1983)
  56. Hansen J, Fibaek B: Clinical experience of auto- and allotransplantation of teeth. *Int Dent J* 22, 270–285 (1972)
  57. Hardy P: The autogenous transplantation of maxillary canines. *Br Dent J* 153, 183–186 (1982)
  58. Henrichvark C, Neukam FW: Indication and results of autogenous tooth transplantation. *Dtsch Zahnarztl Z* 42, 194–197 (1987)
  59. Hernandez SL, Cuestas-Carnero R: Autogenic tooth transplantation: a report of ten cases. *J Oral Maxillofac Surg* 46, 1051–1055 (1988)
  60. Heslop IH: Autogenous replantation of the maxillary canine. *Br J Oral Surg* 5, 135–140 (1967)
  61. Hesse D, Nolte D: Autogene Zahntransplantation: Eine alternative Therapie zur Behandlung des Lückengebisses. *Dtsch Zahnarztl Z (Suppl)* 2002
  62. Hinrichs K: Die autogene Zahntransplantation: ein Evidenz basierter systematischer Review. *Promotionsschrift, Ruhr-Universität Bochum* 1–100 (2005)
  63. Holtje WJ, Scheuer H: Premolar autotransplantation after front tooth loss in the maxilla. *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 40, 87–90; 87–90 (1995)
  64. Hori M, Kawano M, Kaneko K, Hasegawa M, Okaue M, Matsumoto M et al.: Clinical evaluation of orthodontic treatment after surgical repositioning or transplantation of teeth. *J Nihon Univ Sch Dent* 38, 123–130 (1996)
  65. Hovinga J: Autotransplantation of maxillary canines: a long-term evaluation. *J Oral Surg* 27, 701–708 (1969)
  66. Ivanyi D, Kominek J: Tooth allografts in children matched for HLA. *Transplantation* 23, 255–260 (1977)
  67. Jacobs HG, Rost-Dickmann I: Autologous tooth transplantation – principles and follow-up results. *Quintessenz* 39, 817–826 (1988)
  68. Josefsson E, Brattstrom V, Tegsjo U, Valerius-Olsson H: Treatment of lower second premolar agenesis by autotransplantation: four-year evaluation of eighty patients. *Acta Odontol Scand* 57, 111–115 (1999)
  69. Kahnberg KE: Autotransplantation of teeth (I). Indications for transplantation with a follow-up of 51 cases. *Int J Oral Maxillofac Surg* 16, 577–585 (1987)
  70. Kallioniemi H, Oksala E: Significance of an open apex or fracture of the root tip for the prognosis of vital maxillary canine autotransplantation. *Proc Finn Dent Soc* 73, 126–132 (1977)
  71. Khoury F: Principles and clinical aspects of autologous tooth transplantation (tooth transposition). *ZWR* 95, 1036, 1038, 1041 (1986)
  72. Krenkel C, Grunert I: Late results after transplantation of teeth – analysis and consequences for the surgical technique. *Z Stomatol* 85, 455–470 (1988)
  73. Kristerson L: Autotransplantation of human premolars. A clinical and radiographic study of 100 teeth. *Int J Oral Surg* 14, 200–213 (1985)
  74. Kristerson L, Johansson LA, Kisch J, Stadler LE: Autotransplantation of third molars as treatment in advanced periodontal disease. *J Clin Periodontol* 18, 521–528 (1991)
  75. Kristerson L, Lagerstrom L: Autotransplantation of teeth in cases with agenesis or traumatic loss of maxillary incisors. *Eur J Orthod* 13, 486–492 (1991)
  76. Kugelberg R, Tegsjo U, Malmgren O: Autotransplantation of 45 teeth to the upper incisor region in adolescents. *Swed Dent J* 18, 165–172 (1994)
  77. Lang B, Pohl Y, Filippi A: Tooth transplantation. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 113, 1178–1199 (2003)
  78. Laviec M: Autotransplantation of immature teeth and treatment planning. *J Parodontol* 8, 155–167 (1989)
  79. Lovius BB, Atherton JD, Wynne TH, Finch LD: Autogenous tooth transplantation: a clinical and histological investigation. *Br J Orthod* 1, 27–33 (1974)
  80. Lownie JE, Cleaton-Jones PE, Fatti P, Lownie MA: Autotransplantation of maxillary canine teeth. A follow-up of 35 cases up to 4 years. *Int J Oral Maxillofac Surg* 15, 282–287 (1986)
  81. Luhr HG, Hammer U, Bull HG: Indications, technic and results of autologous cuspid transplantation. *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 20, 129–32; 129–132 (1976)
  82. Lundberg T, Isaksson S: A clinical follow-up study of 278 autotransplanted teeth. *Br J Oral Maxillofac Surg* 34, 181–185 (1996)
  83. Marcusson KA, Lilja-Karlander EK: Autotransplantation of premolars and molars in patients with tooth aplasia. *J Dent* 24, 355–358 (1996)

84. Masif A, Hamdy AY: Autogenous transplantation of maxillary canine – a modified technique. *Egypt Dent J* 23, 49–56 (1977)
85. Mathieu L, Darennes J: Results obtained with transplantations of teeth from a tooth bank. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 77, 456–459 (1976)
86. McKay C: Surgical orthodontics applied to the unerupted maxillary canine. *Br Dent J* 128, 231–233 (1961)
87. McKay C: The unerupted maxillary canine. An assessment of the role of surgery in 2,500 treated cases. *Br Dent J* 145, 207–210 (1978)
88. Mezrow RR, Friedmann H: Clinical and immunologic study of homologous tooth transplantation. *J Albert Einstein Med Cent* 11, 244–253; 244–253 (1963)
89. Miller HM: Tooth transplantation; report of case. *J Oral Surg* 9, 68–89 (1951)
90. Miller HM: Transplantation of teeth. *N Y State Dent J* 17, 382–386 (1951)
91. Miller HM: Transplantation and reimplantation of teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 9, 84–95 (1956)
92. Molhant M: Suites des homogreffes dentaires: Neuf ans après une publication sur 25 homogreffes, ce qu'il en reste et ce qu'il faut en penser. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 85, 151–152 (1985)
93. Moss JP: Autogenous transplantation of maxillary canines. *J Oral Surg* 26, 775–783 (1968)
94. Moss JP: The indications for the transplantation of maxillary canines in the light of 100 cases. *Br J Oral Surg* 12, 268–274 (1975)
95. Muchitsch AP, Droschl H, Eskici A, Bantleon HP, Weiland F, Thom M: The tooth transplant in orthodontic treatment planning. *Fortschr Kieferorthop* 52, 170–175 (1991)
96. Mugnier A, Bordais P, Gineste P, Marchand J, Serafinowska A: Transplantation of the lower wisdom teeth. 6 years' experience. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 77, 541–556 (1976)
97. Muller W: Tooth bud transplantation in a prepared tissue bed. *Z Stomatol* 82, 233–237 (1985)
98. Muller W, Zinner R: Tooth-bud transplantation in a prepared tissue bed. *Stomatol DDR* 31, 305–309 (1981)
99. Nakamura S: Clinical and histological studies on transplantation of developing tooth. *Bull Tokyo med dent Univ* 8, 104–105 (1961)
100. Natiella JR, Armitage JE, Greene GW: The replantation and transplantation of teeth. A review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 29, 397–419 (1970)
101. Nethander G: Periodontal conditions of teeth autogenously transplanted by a two-stage technique. *J Periodontal Res* 29, 250–258 (1994)
102. Nethander G: Oral restoration with fixed partial dentures on transplanted abutment teeth. *Int J Prosthodont* 8, 517–526 (1995)
103. Nethander G, Andersson JE, Hirsch JM: Autogenous free tooth transplantation in man by a 2-stage operation technique. A longitudinal intra-individual radiographic assessment. *Int J Oral Maxillofac Surg* 17, 330–336 (1988)
104. Neukam FW: Tooth germ transplantation. *Zahnärztl Mitt* 78, 1026–1029 (1988)
105. Neukam FW, Girod S: Prospective study on the question of complications secondary to the transplantation of teeth in the presence of an oro-antral communication. *Dtsch Zahnärztl Z* 43, 1342–1344 (1988)
106. Nolte D, Linsenmann R, Knobl T, Krause A: Autogene Milchzahntransplantation: ein Fallbericht. *Zahnärztl Mitt* 21, 40–44 (2008)
107. Nordenram A: Autotransplantation of teeth. A clinical and experimental investigation. *Acta Odontol Scand* 21 (Suppl 33):7–76 (1963)
108. Nordenram A: Autotransplantation of teeth. A clinical investigation. *Br J Oral Surg* 7, 188–195 (1970)
109. Nordenram A: Allogeneic tooth transplantation with an observation time of 16 years. Clinical report of 32 cases. *Swed Dent J* 6, 149–156 (1982)
110. Northway WM: Transplant Lecture: International Symposium on early orthodontic treatment. Phoenix, AZ, Feb. 2002
111. Northway WM, Konigsberg S: Autogenic tooth transplantation. The „state of the art“. *Am J Orthod* 77, 146–162 (1980)
112. Oksala E, Fagerstrom G: A two-stage autotransplantation of 14 teeth in a patient with cleidocranial dysostosis. *Sumo Hammaslaak Toim* 67, 333–338 (1971)
113. Oksala E, Kallioniemi H: A longitudinal clinical and radiographic study of autotransplantation of the maxillary canine. *Proc Finn Dent Soc* 73, 117–125 (1977)
114. Plainfield S: A viable alternative: tooth transplantation. *J Prosthet Dent* 50, 667–671 (1983)
115. Pogrel MA: Evaluation of over 400 autogenous tooth transplants. *J Oral Maxillofac Surg* 45, 205–211 (1987)
116. Pohl Y, Filippi A, Kirschner H: Auto-alloplastic transplantation of a primary canine after traumatic loss of a permanent central incisor. *Dent Traumatol* 17, 188–193 (2001)
117. Pohl Y, Geist P, Filippi A: 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 (2008)
118. Pongsiri S: Autogenous tooth transplantation in the office. *Zahnarzt* 30, 551–4, 556, 559 (1986)
119. Rao CB, Dewan SK: Auto-transplantation of teeth. Clinical experiences with auto-transplantation of developing mandibular third molars to first and second molar sites. *J Indian Dent Assoc* 46, 391–396 (1974)
120. Reade P, Mansour A, Bowker P: A clinical study of the autotransplantation of unerupted maxillary canines. *Aust Dent J* 18, 273–280 (1973)
121. Robinson PP: A comparison of monopolar and bipolar electrical stimuli and thermal stimuli in determining the vitality of autotransplanted human teeth. *Arch Oral Biol* 32, 191–194 (1987)
122. Rud J: Transplantation of premolars. *Tandlaegebladet* 85, 612–625 (1981)
123. Rud J: Transplantation of canines. *Tandlaegebladet* 89, 399–413 (1985)
124. Sackett DL, Rosenberg WM, Gray JA, Haynes RB, Richardson WS: Evidence based medicine: what it is and what it isn't. 1996. *Clin Orthop Relat Res* 455, 3–5 (2007)
125. Sagne S, Thilander B: Transalveolar transplantation of maxillary canines. A critical evaluation of a clinical procedure. *Acta Odontol Scand* 55, 1–8 (1997)
126. Schmidt-Flath I: Heterotopic autogenous transplantation of retained teeth. Results of a 25 years study. *Stomatol DDR* 39, 187–192 (1989)
127. Schultze-Mosgau S, Neukam FW, Euler C: Clinical and radiographic results after autogenous tooth transplantation. *Dtsch Zahnärztl Z* 48, 699–703 (1993)
128. Schulz S: The prognosis of autologous tooth transplants in orthodontic treatment planning. *Fortschr Kieferorthop* 50, 186–195 (1989)
129. Schwartz O, Bergmann P, Klausen B: Autotransplantation of human teeth. A life-table analysis of prognostic factors. *Int J Oral Surg* 14, 245–258 (1985)
130. Schwartz O, Bergmann P, Klausen B: Resorption of autotransplanted human teeth: a retrospective study of 291 transplantations over a period of 25 years. *Int Endod J* 18, 119–131 (1985)
131. Schwartz O, Frederiksen K, Klausen B: Allotransplantation of human teeth. A retrospective study of 73 transplantations over a period of 28 years. *Int J Oral Maxillofac Surg* 16, 285–301 (1987)
132. Slagsvold O, Bjercke B: Autotransplantation of premolars with partly formed roots. A radiographic study of root growth. *Am J Orthod* 66, 355–366 (1974)
133. Sommermeier A: Practice experience with autotransplantation. *Quintessenz* 42, 211–230 (1991)
134. Strobl V, Leja W, Norer B: Outcome of wisdom tooth germ transplantation. *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 40, 78–80 (1995)
135. Terheyden H, Gerhardt U, König J: Long-term follow-up of tooth transplantation from the functional and periodontal viewpoint. *Fortschr Kiefer*

- Gesichtschir 40, 84–87 (1995)
136. Thomas S, Turner SR, Sandy JR: Autotransplantation of teeth: is there a role? *Br J Orthod* 25, 275–282 (1998)
137. Thomsson M, Blomlof L, Otteskog P, Hammarstrom L: A clinical and radiographic evaluation of cultivated and autotransplanted human teeth. *Int J Oral Surg* 13, 211–220 (1984)
138. Thonner KE: Autogenous transplantation of unerupted maxillary canines: a clinical and histological investigation over five years. *Dent Pract Dent Rec* 21, 251–257 (1971)
139. Tsukiboshi M: Autotransplantation of teeth. Quintessence Books (2001)
140. Urbanska DK, Mumford JM: Autogenous transplantation of non-root-filled maxillary canines: a long-term follow-up. *Int Endod J* 13, 156–163 (1980)
141. Viener AE: Homotransplantation of cultured teeth: a preliminary report. *J Am Dent Assoc* 78, 761–766 (1969)
142. Waikakul A, Kasetsuwan J, Punwutikorn J: Response of autotransplanted teeth to electric pulp testing. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 94, 249–255 (2002)
143. Widman L: Om transplantation av retinarde hörntänder. *Sv Tandl Tidsskr* 8, 31ff (1951)