

Zahntransplantation und 3-D-Planung

Dr. med. Dr. med. dent. Rainer Fangmann, M.Sc., M.A. und ZTM Fabian Zinser berichten im Fachartikel über Zahntransplantationen von ihren Anfängen bis heute und zeigen, welche Möglichkeiten sich durch 3-D-Darstellungen und 3-D-Druck für dieses Feld ergeben.



Abb. 1



Abb. 2



Abb. 3

Patientenfall 1 – Abb. 1: Präoperatives OPG. Abb. 2: Postoperatives OPG. Patientenfall 2 – Abb. 3: OPG.

„In der modernen Zahnmedizin gibt es verschiedene Möglichkeiten des Zahnersatzes. Zahn-lücken können mit auf dentalen Implantaten abgestützten prothetischen Versorgung, fest-sitzenden zahngetragenen Brückenversorgungen, abnehmbaren prothetischen Rehabilitationen, kieferorthopädischem Lückenschluss oder durch die Transplantation eines Zahns behandelt werden“¹, wobei die Zahntransplantation wahrscheinlich so alt ist wie die Zahnheilkunde selbst.

Die Zahntransplantation wurde bereits von den alten Ägyptern durchgeführt, welche ihre Zähne bei Bedarf den Pharaonen zur Verfügung stellen mussten. Der Literatur zufolge wurden Zähne in China bereits 2.000 Jahre v. Chr. in Europa erstmalig von den Griechen und Römern transplantiert. Zu dieser Zeit wur-

den ausschließlich allogene Zahntransplantationen durchgeführt, wobei als Spender Besiegte, Tote, Sklaven oder Arme dienten. Die Empfänger entstammten meist der gehobenen Schicht. Erste schriftliche Anhaltspunkte über die Zahntransplantation findet man im Werk *Opera chirurgica* des berühmten Pariser Barbier-Chirurgen Ambroise Paré aus dem Jahr 1594, in dem er beschreibt, wie einer Prinzessin ein Zahn entfernt und dieser sofort durch einen Zahn eines ihrer Kammermädchen ersetzt wurde. 1728 berichtete Pierre Fauchard in seinem Buch *Le chirurgien dentiste* von einer Zahntransplantation, bei der er einem französischen Offizier einen kariös zerstörten Eckzahn entfernte und diesen durch einen Eckzahn eines untergebenen Soldaten ersetzte. Der Zahn soll sechs

Jahre im Mund des Patienten überlebt haben.

Es war der erste authentische Fallbericht einer allogenen Zahntransplantation. Ausführliche Beschreibungen von Zahntransplantationen findet man in den Werken *Natural history of the human teeth* (1771) und *A practical treatise on the diseases of the teeth* (1776) von John Hunter, der als Begründer der Wissenschaft der Replantation und Transplantation von Zähnen angesehen wird. [...] 1934 wurden von Heinrich Hammer erstmals histologische Untersuchungen zur Heilung transplan- tierter Zähne durchgeführt.² 1939 untersuchte dieser die histologischen Vorgänge bei der Transplantation nach Vernichtung der Wurzelhaut.³ Er zeigte erstmalig, dass es bei vollständi- gem Erhalt des Desmodonts zur Einheilung des Transplantats unter Ausbildung einer physiologisch und histologisch dem gesunden Zahn vergleich- baren parodontalen Verankerung kommt. Ist das Desmodont jedoch zerstört, heilt das Trans- plantat knöchern ein und wird resorbiert.⁴

„Die autogene Zahntransplan- tation stellt (somit) eine in der Zahnmedizin bekannte Me- thode für den Zahnerhalt/Zahn- ersatz dar, insbesondere im jugendlichen Gebiss.“⁵ In den gängigen Fachbüchern wird diese Methode mit guter Pro- gnose generell empfohlen^{6,7}, Hin- richs⁸ kam in seiner Disserta- tion „Die autogene Zahntrans- plantation: Ein Evidenz basier- ter systematischer Review“ zu folgenden Ergebnissen: Die Lang- zeitergebnisse der autogenen Zahntransplantationen betra- gen im Mittel 75,6 Prozent, bei neueren Studien ab 1986 sogar 83,9 Prozent, wobei Zähne mit nicht abgeschlossener Wurzel- entwicklung eine bessere Pro- gnose als Zähne mit abgeschlos- sener Wurzelentwicklung haben. Die Zahnüberlebensrate aus- gewachsener Zähne beträgt in

neueren Studien 79,6 Prozent nach zehn Jahren. So kommt Hinrichs zu dem Ergebnis, dass diese Methode bei diesen Zäh- nen empfohlen werden kann. Der Aspekt der Wurzelbehand- lung des transplantierten Zahns bezogen auf den Erfolg der Transplantation wird wie folgt beschrieben: „Die besten Erge- bnisse ergeben sich für eine elek- tive postoperative Wurzelfül- lung oder bei einer Wurzelfül- lung bei pathologischem Rönt- genbild. Ob die Wurzelfüllung ganz unterbleiben kann, bleibt aufgrund mangelnder Daten unklar. Wohl abzuraten ist von einer intraoperativen Wurzel- füllung.“⁹ Ein weiterer Gesichts- punkt ist sicherlich das post- operative Management. Hinrichs kommt zu folgender Zusam- menfassung: „Die Fixierung der Zähne sollte gemäß der Art des transplantierten Zahns er- folgen. Für dritte Molaren eigen- sich semirigide Fixierungen, für Prämolaren Nähte, für Eckzähne starre Fixierungen. Eine Korrelation zwischen Dauer der Fixierung und Zahn- prognose wurde nicht gefun- den.“¹⁰ Regejo kommt in ihrer Dissertationsschrift „Erfolgs- raten nach Zahntransplanta- tion. Eine retrospektive Studie“ zu folgender Conclusio: „Die Zahnkeimtransplantation bie- tet eine vorhersagbare Thera- pievariante zum Ersatz nicht angelegter oder verloren ge- gangener Zähne. Transplan- tierte Prämolaren scheinen in Hinsicht auf das Überleben und den Erfolg transplantierten

Molaren überlegen zu sein. Die Planung und Behandlung sollte interdisziplinär unter Beteili- gung eines Kieferorthopäden und eines Oralchirurgen erfol- gen.“¹¹ Durch die 3-D-Planung kommt auch der Zahntechnik mit ihrer 3-D-Drucktechnik ein bedeutender Stellenwert in der Planung zur Zahntransplanta- tion zu, wobei die Teamarbeit¹² weiter in den Mittelpunkt rückt.

Transplantationsfälle

Im weiteren Verlauf des Fach- beitrags wird die Behandlung zweier Transplantationsfälle be- schrieben.

Im ersten Fall sind einem jungen männlichen Patienten frühzei- tig die Molaren 6 und 7 im ersten Quadranten verloren gegangen (Abb. 1). Anamnestisch ist hier eine schlechte Mundhygiene bei bestehendem Nikotinabusus zu erwähnen. Zum Zeitpunkt der Entfernung des ersten Molaren im ersten Quadranten beim Hauszahnarzt bei bereits feh- lenden zweiten Molaren war dem Patienten die Dramatik des Zahnverlusts bewusst gewor- den. Dieser war vom Hauszahn- arzt zur Entfernung aller Weis- heitszähne als vorbereitende Maßnahme für die dann zu fol- gende Prothetik überwiesen worden. Nach intensiver Auf- klärung und Rücksprache mit dem Hauszahnarzt fand eine nachhaltige Umstellung der Lebensgewohnheiten statt. Die Mundhygiene wird jetzt regel- mäßig in einem engmaschigen Recall-Programm hauszahn- ärztlich überprüft. Gleichzeitig nimmt der Patient an einer haus- ärztlich überwachten Rau- cherentwöhnung teil. Es wurde der dritte Molar der Gegenseite an die Stelle des ersten Molaren im ersten Quadranten ver- pflanzt (Abb. 2). Der Weisheits- zahn im ersten Quadranten ver- blieb in situ. Dies ist die klassi-

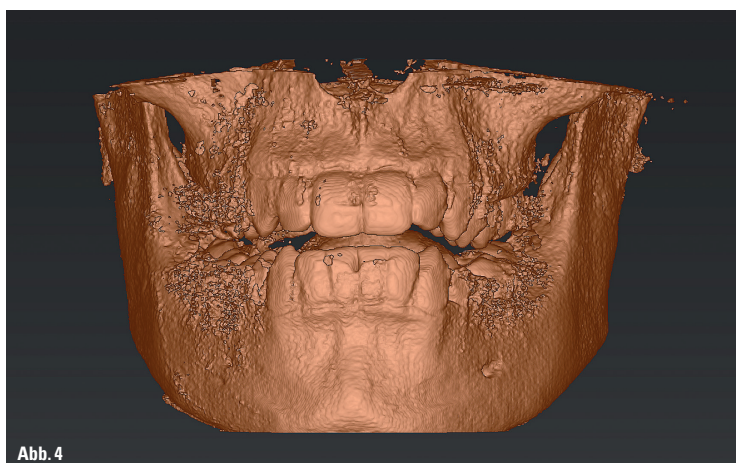


Abb. 4

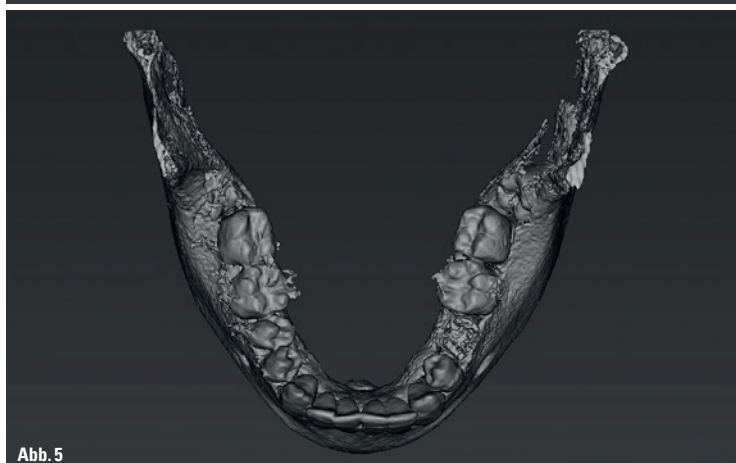


Abb. 5

Abb. 4: Unsegmentierter Datensatz nach dem Import in coDiagnostiX. Abb. 5: Segmentierter Unterkiefer.

ANZEIGE

Für alle mit oder ohne Scanner

Präzise und schnell

CADfirst

www.cadfirst.de, T. 08450 / 929 59 74

Fortsetzung auf Seite 10 **ZT**

IPS e.max[®]

HOCHÄSTHETISCH UND ZUVERLÄSSIG

IPS e.max[®] Press

Die originale Lithium-Disilikat-Glaskeramik



all ceramic
all you need

- Eindrucksvolle Ästhetik
- Effizient hergestellte monolithische Restaurationen
- Klinisch bewährt seit 2005 mit 96,2% Überlebensrate¹

¹ IPS e.max Scientific Report Vol. 03/2001 – 2017
Bild von Dr. Lucio A. Quevedo Hernández / Ramón A. Sánchez Hernández, Mexiko

www.ivoclarvivadent.de

Ivoclar Vivadent GmbH

Dr. Adolf-Schneider-Str. 2 | D-73479 Ellwangen, Jagst | Tel. +49 7961 889 0 | Fax +49 7961 6326

ivoclar
vivadent[®]
passion vision innovation



Abb. 6

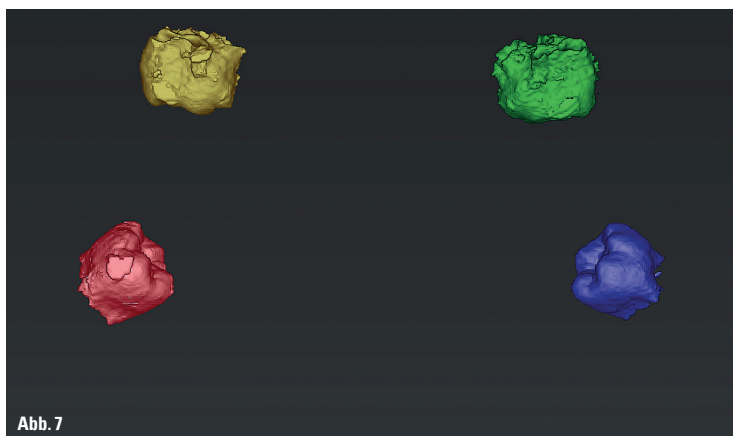


Abb. 7



Abb. 8



Abb. 9

Abb. 6: Modell des Unterkiefers aus okklusaler Ansicht. Abb. 7: Segmentierte Zähne 18, 28, 38 und 48. Abb. 8: Im 3-D-Druckverfahren generierte Zähne. Abb. 9: Gedruckte Zähne mit angesetzten Stecknadeln.

ZT Fortsetzung von Seite 8

sche Technik und auch Planung, wie sie in der Zahnheilkunde ihre tägliche Anwendung findet. Der Hauszahnarzt oder der Mund-Kiefer-Gesichtschirurg berät den Patienten über diese Möglichkeit.

Im zweiten Fall war ein junger männlicher Patient mit persistierendem Milchzahn 75, der in Okklusion stand und keine Resorption seiner Wurzeln aufwies, zur Transplantation eines Weisheitszahns in diese Region überwiesen worden. Da diese klassische analoge Diagnostik bei retinierten Weisheitszähnen nicht möglich ist, wurde hier der digitale Weg mit DVT und Intraoralscan gewählt. So konnte im Vorfeld die Umsetzbarkeit dieses Überweisungsauftrags für den Patienten exakt berechnet werden (Abb. 3).

ANZEIGE

Scheideanstalt.de

Ankauf von Dentalscheidgut

- tagesaktuelle Ankaufskurse
- professionelle Edelmetall-Analyse
- schnelle Vergütung

ESG Edelmetall-Service GmbH & Co. KG
+49 7242 95351-58
www.Scheideanstalt.de

ESG Edelmetall-Service GmbH
+41 55 615 42 36
www.Scheideanstalt.ch

Präoperative Planung

Die präoperative Planung umfasst klinische, radiologische und im Einzelfall modellbasierte Analysen von Transplantatlager und Transplantat. Voraussetzungen für eine erfolgreiche Therapie sind die Compliance des Patienten, der richtige Zeitpunkt, „Auswahl eines in Größe und

Form geeigneten Transplantats, eine günstige okklusale Situation (Kieferrelation), ausreichende Platzverhältnisse des Transplantatlagers in allen Dimensionen sowie eine ausreichend breite Attached Gingiva. [...] Im Falle eines zu geringen mesial-distalen Platzangebots für das Transplantat kann eine initiale kieferorthopädische Therapie diskutiert werden.“¹³ Falls der Patient eine kieferorthopädische Vorbehandlung für inakzeptabel ansieht oder diese nicht Erfolg versprechend ist, besteht noch die Möglichkeit, die proximale Oberfläche des Transplantats bzw. der Nachbarzähne um bis zu 0,5 mm zu reduzieren. Hierbei muss sichergestellt werden, dass kein Dentin freigelegt wird.¹⁴ Im Zeitalter der digitalen Möglichkeiten ist auch ein Intraoralscan und ein DVT zielführend, weil hierüber die Dimensionen erfasst werden können und somit dem Patienten sehr präzise eine Vorhersage der Umsetzbarkeit gegeben werden kann. Im Einzelfall kann ein 3-D-Druckmodell erstellt und händisch dem Patienten die Situation plastisch demonstriert werden.

Digitales 3-D-Modell

Mithilfe eines herkömmlichen DICOM-Datensatzes kann das digitale Planungszentrum alle notwendigen Schritte hierfür durchführen. Im vorliegenden Fall lud der Chirurg den DICOM-Datensatz in die coDiagnostiX Software (Dental Wings) und stellte diesen Datensatz dem Zahntechniker über die caseXchange Plattform (Dental Wings) zur Verfügung. Bei dieser Plattform können die beteiligten Benutzer einander sicher und rechtskonform Patientendatensätze über

das Internet zur Verfügung stellen. Die jeweiligen Planungsschritte werden protokolliert, sodass jeder Benutzer die Änderungen nachvollziehen kann. Der Zahntechniker importierte den Datensatz und segmentierte diesen im Anschluss entsprechend der Vorgaben des Chirurgen. Unter Segmentierung versteht man das „Reinzeichnen“ der knöchernen Strukturen, sprich, das Entfernen von Strahlungsartefakten. Im Unterkiefer erfolgte die Segmentierung als Ganzes. Darüber hinaus wurden die Zähne 18, 28, 38 und 48 einzeln dargestellt. Für eine fehlerfreie Darstellung des Knochens und der Zahnhartsubstanz müssen die Schwellwerte vom Zahntechniker in der Software exakt definiert werden. Im Anschluss an den so erstellten Datensatz erfolgte das Exportieren des Unterkiefers sowie der einzelnen Zähne als STL-Datensatz.

Damit die so erstellten Datensätze der Zähne im Nachgang auch im Handling einwandfrei sind, fügte der Zahntechniker mithilfe des externen CAD-Programms Meshmixer (Autodesk) aus okklusaler Richtung jeweils einen STL-Datensatz einer Stecknadel an. Somit konnte der Chirurg die Zähne problemlos greifen und austesten, welcher Zahn für die Lücke infrage kam. Die so gewonnenen Datensätze wurden auf ihre Konsistenz geprüft, bereinigt und für den 3-D-Druckprozess validiert. Abschließend erfolgte die Umsetzung im 3-D-Druckverfahren und der Versand in die chirurgische Praxis (Abb. 4–9).

Zusammenfassung

Es existieren nur zwei Review-Artikel zur autogenen Zahn-

transplantation. Die Review-Arbeit von Natiella et al.¹⁵ aus dem Jahre 1970 fasst alle damals bekannten Studien zusammen. Die zweite Review-Arbeit zu diesem Thema stammt aus dem Jahre 2010 von Nolte und Hinrichs et al.¹⁶, basierend auf der Dissertation von Hinrichs¹⁷ aus dem Jahre 2005. Dieses Autorenteam konnte zeigen, dass die autogene Zahntransplantation ein gutes Langzeitergebnis aufweist. Die Datenqualität (Evidence III) dieser Review-Arbeit lässt aber nur eine „schwache Empfehlung“¹⁸ zu. Die mittlere Zehnjahres-Überlebensrate stieg von 70 auf 84 Prozent. Die Überlebensrate der ausgewachsenen transplantierten Zähne zeigt, dass die Methode auch für

Patienten mit abgeschlossenem Wurzelwachstum empfohlen werden kann. Die 3-D-Diagnostik, der Intraoralscan und der 3-D-Druck können sicherlich die Vorhersagbarkeit des Ergebnisses, bezogen auf die Platzverhältnisse für den Patienten und behandelnden Mund-Kiefer-Gesichtschirurgen bzw. Oralchirurgen, noch deutlich erhöhen. Zumindest ist diese Methode eine wirtschaftliche Alternative zur enossalen Zahnimplantation und sollte in die allgemeine Patientenaufklärung, bezogen auf Lückenschluss, einbezogen werden. **ZT**



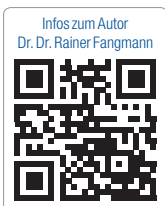
ZT Adresse



**Dr. med. Dr. med. dent.
Rainer Fangmann,
M.Sc. Implantologie, M.A.**
Gesundheitszentrum St. Willehad
Luisenstraße 28
26382 Wilhelmshaven
drfangmann@gmx.de
www.Implantologie-WHV.de



ZTM Fabian Zinser
Zinser Dentaltechnik GmbH
Rademoorweg 7
27612 Loxstedt
fz@zinser-dentaltechnik.de
www.zinser-dentaltechnik.de



ANZEIGE

Vertrauen ist gut, vergleichen ist wertvoller! **Exklusiv Gold**

Wir werben nicht mit HÖCHSTPREISEN

wir ZAHLEN sie - jeden Tag!

Wir schmelzen - mengenunabhängig - für nur 79,00 € inkl. 4 Stoff Analyse

Seit 30 Jahren: persönlich - leidenschaftlich - ehrlich - diskret

AHLIDEN Edelmetalle GmbH - Ihr Partner für
Dentallegierungen - Goldrecycling - Anlagemetalle

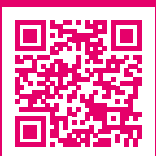
www.exklusivgold.de
Tel: 05161 - 98 58 0

ceraMotion®
One Touch



1 Million Mal Lächeln

Mit **ceraMotion® One Touch** wurden bereits über eine Million Kronen **ästhetisch** finalisiert. **Weltweit** begeistern die einzigartigen **2D- und 3D-Pasten** die Zahntechniker. **Vollkeramik** fast so schön wie geschichtet und das mit nur **einem Brand!** Gibt es nicht? Hier vereinbaren Sie Ihren persönlichen **Demotermin: +49 7231 / 803-534**



← Mehr Informationen

D
DENTAURUM

www.dentaurum.com