

Aus der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
der Universität Würzburg
Direktor: Professor Dr. Dipl.-Ing. E.-J. Richter

**Retrospektive Studie zur klinischen Bewährung
zementierter und adhäsiv befestigter
Stift-Stumpfaufbauten**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg

vorgelegt von
Claudia Koch
aus Bad Hersfeld

Würzburg, Juli 2002

Referent: Professor Dr. Thomas Holste
Korreferent: Professor Dr. Bernd Klaiber
Dekan: Professor Dr. Volker ter Meulen

Tag der mündlichen Prüfung: 10. Dezember 2002

Die Promovendin ist Zahnärztin.

Aus Liebe und Dankbarkeit meinen Eltern Renate und Heinrich Koch

*« ...Les gens ont des étoiles qui ne sont pas les mêmes.
Pour les uns, qui voyagent, les étoiles sont des guides.
Pour d'autres elles ne sont rien que de petites lumières.
Pour d'autres, qui sont savants, elles sont des problèmes.
Pour mon businessman elles étaient de l'or. Mais toutes ces étoiles-là se taisent.
Toi, tu auras des étoiles comme personne n'en a ... »*

Antoine de Saint-Exupéry

Inhaltsverzeichnis

Seite

<u>1</u>	<u>Einleitung</u>	1
1.1	Historischer Überblick.....	1
1.2	Aktuelle Stift-Stumpfaufbausysteme.....	2
1.3	Klinische Bewährung.....	6
1.4	Ziel der Arbeit.....	7
<u>2</u>	<u>Methodik</u>	8
2.1	Patientengut.....	8
2.2	Richtlinien für die Rekonstruktion koronal stark geschädigter Zähne.....	8
2.3	Ein- und Ausschlusskriterien zur Patientenselektion.....	10
2.4	Erfolgs- und Misserfolgskriterien.....	10
2.5	Datenerhebung.....	11
2.6	Auswertung.....	11
<u>3</u>	<u>Ergebnisse</u>	13
3.1	Deskriptive Statistik.....	13
3.1.1	Demographische Merkmale des Patientengutes.....	13
3.1.2	Beschreibung der Stift-Stumpfaufbaukonstruktionen.....	15
3.2	Analytische Statistik.....	19
<u>4</u>	<u>Diskussion und Zusammenfassung</u>	21
<u>5</u>	<u>Literatur</u>	25

1 Einleitung

1.1 Historischer Überblick

Erste Versuche zur Erhaltung und Rekonstruktion tief zerstörter Zähne wurden bereits Anfang des 16. Jahrhunderts in Japan angestellt. Man bediente sich dabei eines Stiftzahnes aus Holz, der in den Wurzelkanal eines avitalen und koronal zerstörten Zahnes eingesetzt wurde (Ring, 1997). Im 18. Jahrhundert versorgte Pierre Fauchard koronal zerstörte Zähne mit Porzellanvollkronen, die zunächst mittels eines in die Wurzel gelegten Holzstiftes befestigt waren. Das Holz nahm dabei Feuchtigkeit auf und gewann hierdurch strammen Sitz, sprengte zugleich aber oft die Wurzel. Fauchard ersetzte daher später das Holz durch Kautschuk oder Metall (Fauchard, 1728; Angot, 1983). Ende des 19. Jahrhunderts entwickelte G.V. Black eine Krone mit einer Porzellanfacette, die mit einer in eine Goldfolienfüllung des Kanals eingebetteten Schraube befestigt wurde (Sivers und Johnson, 1992). 1880 fertigte Richmond ein System, bei dem die Krone mit Hilfe einer Schraube mit der Zahnwurzel verbunden wurde. Hieraus entwickelte sich um die folgende Jahrhundertwende ein System, bei dem Krone und Wurzelstift in einem Guss gefertigt wurden (Shillingburg, 1982).

Auf der Basis der Guss- und Löttechnik entstanden Stift-Stumpfaufbau-Kronensysteme, welche aus einer Kombination von präfabrizierten Stiften und Porzellanverblendschalen aufgebaut waren. Stift-Stumpfaufbau und Krone waren bei diesen Techniken nicht getrennt. Zu nennen sind die Logankrone, die Düwelkrone und die Vita-Normkrone (Reichenbach, 1953; Spang, 1991). Diese Methoden gingen alle mit der totalen Restauration der klinischen Krone einher. Wurzelanker und Kronenrestauration waren stets miteinander verbunden. Düwelkrone und Vita-Normkrone wiesen einen stufenförmigen Kronenrand ohne zirkuläre Umfassung des Wurzelstumpfes auf.

Anfang des 20. Jahrhunderts wurde es möglich, von der Krone getrennt hergestellte, gegossene Wurzelstiftaufbauten laborseitig individuell zu fertigen. Es folgten eine Rationalisierung des Vorgehens und werkstoffkundliche Verbesserungen über angußfähige Drähte aus Edelmetallegierungen zu vorgeformten Wurzelstiften. Diese wurden aus gezogenen Metalldrähten hergestellt und wiesen eine bessere Stabilität gegenüber gegossenen Stiften auf. Eine Optimierung des Verfahrens zeigte sich durch den Einsatz von Instrumenten zur normierten Kanalerweiterung und

dazu passenden, präfabrizierten Wurzelstiften, welche im direkten Gussverfahren oder im Angussverfahren verarbeitet werden konnten. Eine weitere Technik in der intrakanalären Verankerung waren Gewindeanker mit hohem axialem Abzugswiderstand. Zu nennen sind Mitte des 20. Jahrhunderts entwickelte Stiftkonstruktionen von Ruetz, Krupp-Widia, Kurer und Spang, welche in Kombination mit plastischen Füllungswerkstoffen als Aufbaumaterial oder mit vollkonfektionierten Aufbauten eingesetzt wurden (Spang, 1991).

1.2 Aktuelle Stift-Stumpfaufbausysteme

Heute erfolgt die Rekonstruktion koronal stark zerstörter Zähne abhängig vom Ausmaß des Substanzdefektes des Zahns mit plastischen Aufbaufüllungen, plastischen Aufbaufüllungen und zusätzlicher endodontischer Verankerung durch einen Titan- bzw. Glasfaserstift oder durch laborgefertigte (indirekte) Stift-Stumpfaufbauten aus Edelmetallen, CoCr-Legierungen, Keramik- oder Kompositwerkstoffen. Vorzugweise finden präfabrizierte Wurzelstifte mit formschlüssiger Erweiterung des Wurzelkanals Verwendung. Die individuelle Präparation des Wurzelkanals zur Aufnahme eines Stiftes ist nur in Einzelfällen bei stark ausgeschachtetem Kanallumen angezeigt.

Stiftwerkstoff

Als Legierungen für Wurzelstifte oder Stift-Stumpfaufbauten dürfen nur biokompatible und korrosionsresistente Werkstoffe wie Titan, hochgoldhaltige Legierungen oder NEM-Legierungen auf CoCr-Basis verwendet werden (Wirz et al., 1980; Wirz und Christ, 1982; Wirz et al., 1996; Häßler et al., 1998; Steiner et al., 1998).

Einen neuen Ansatz zeigen vollkeramische Stifte aus Zirkonoxidkeramik, die besonders im Frontzahnbereich bei Versorgungen mit Vollkeramikronen oder VMK-Kronen mit Keramikstufe Anwendung finden (Kern et al., 1998; Meyenberg et al., 1995). Durch das zahnfarbene Aussehen derartiger Stift-Stumpfaufbauten aus Zirkonoxidkeramik kann das Aussehen der vollkeramischen Restauration verbessert werden. Wegen der fehlenden zervikalen Metallanteile bleiben mögliche Verfärbungen der umgebenden Gingiva aus (Riedling und Kappert, 1988). Das Indikationsgebiet beschränkt sich primär auf laborgefertigte, gepresste keramische Stift-Stumpfaufbauten.

Im Gegensatz zu diesen vollkeramischen Aufbausystemen eignen sich Wurzelstifte aus Glasfaserverbundwerkstoff in Verbindung mit Kompositkunststoff sowohl für den indirekten als auch direkten Einsatz am Patienten.

Stiftgeometrie

Präfabrizierte Wurzelstifte lassen sich geometrisch in zylindrische, konische und zylindrisch-konische Typen unterteilen.

Die Vorteile der zylindrischen Stifte liegen in einer größeren Retention gegenüber konischen Stiften, allerdings bei gleichzeitiger Gefahr einer Wurzelschwächung im apikalen Bereich (Wirz et al, 1980; Wirz und Christ, 1982). Konische Stifte weisen einen guten Formschluß entsprechend der Anatomie der Zahnwurzel mit geringerer Schwächung der Wurzel auf (Torbjörner et al., 1995). Zudem ermöglichen konische Stifte gegenüber zylindrischen Stiften einen gleichmäßigeren Zementabfluß beim Zementieren. Bei zylindrischen Stiftsystemen treten ohne ausreichende Abflussrillen hydrostatische Kräfte auf, die ein Zurückfedern des Wurzelstiftes oder sogar eine Wurzelfraktur bewirken können (Turner und Gross, 1983). Zylindrisch-konische Stifte schwächen den Zahn weniger, haben aber eine geringere Retention gegenüber rein zylindrischen Stiften oder Schrauben. Sie sind der anatomischen Form des Wurzelkanals nachempfunden.

Schraubensysteme zeichnen sich durch höhere Retention bei axialem Abzug gegenüber den oben aufgeführten Stiften aus. Nachteilig ist jedoch die Gefahr von Perforationen und Spannungsrissen wegen der beim Einschrauben entstehenden Spannungen im Wurzeldentin (Strub et al., 1999). Desweiteren ist das Drehmoment beim Festschrauben nicht kontrollierbar. Es kann zu Rissen im Wurzeldentin beim Anziehen der Schrauben kommen und somit zum Feuchtigkeitseintritt, was letztendlich zur Stiftkorrosion führt. Neben einem Überdrehen der Schraube wird vielfach das notwendige Anzugs-Drehmoment nicht erreicht, weil der Schraubenkopf nicht auf einer planen Fläche gleichmässig aufliegt.

	Konische Stifte	Zylindrische Stifte	Schrauben
Kongruenz Kanal/Stift	+	-	-
Aufbereitung	+	+ -	+ -
Frakturrisiko bei Aufbereitung	+	+ -	-
Zementierungsverhalten	+	+ -	Ø
Retention	-	+ -	+
Keilwirkung infolge okklusaler Belastung	-	+	+ -
Vorspannungsverlust	Ø	Ø	-

Tabelle: Parameter zur qualitativen Bewertung konischer, zylindrischer und geschraubter Wurzelstifte. Die Zeichen + kennzeichnen eine positive, die Zeichen – eine negative und die Symbole Ø eine neutrale Bewertung des entsprechenden Parameters.
(Stiefenhofer und Stark, 1992)

Dimensionierung der Wurzelstifte

Bezüglich der Dimensionierung der Wurzelstifte gilt die Richtlinie, einen kräftigen, langen Stift formschlüssig einzugliedern. Die Stiftlänge sollte hierbei 2/3 der Wurzellänge betragen. Die Dicke der Wurzelwand sollte auf der gesamten Stiftlänge 1mm nicht unterschreiten. Um den apikalen Abschluß nicht zu gefährden, ist eine Restlänge der Wurzelkanalfüllung von 4 mm notwendig (Stecher et al., 2001).

Stift-Stumpf-Aufbaukonzepte

Man unterscheidet drei verschiedene Aufbaukonzepte:

- vollkonfektionierte, geschraubte Stiftaufbauten
- halbkonfektionierte Stift-Stumpfaufbauten
- individuell hergestellte Stift-Stumpfaufbauten

Schraube und Aufbau sind bei den vollkonfektionierten, geschraubten Stiftaufbauten schon vorgefertigt.

Dagegen ist beim halbkonfektionierten Aufbau der Stift vorgefertigt und der Aufbau im Gegensatz zum vollkonfektionierten Stift individuell hergestellt. Bei diesem

Verfahren wird der Wurzelkanal mit einem normierten Präzisionsbohrer erweitert, der zu einem konfektionierten Stift formkongruent ist. Nach formschlüssiger Insertion des Stiftes wird der Aufbau beispielsweise aus Komposit modelliert (direkter, halbkonfektionierter Stift-Stumpfaufbau). Alternativ zu dieser Technik besteht auch die Möglichkeit, mit einem speziellen Abformstift oder angußfähigen Metallstift einen Abdruck zu nehmen und einen Aufbau im Labor herstellen zu lassen (indirekter, halbkonfektionierter Stift-Stumpfaufbau). Die halbkonfektionierten Aufbaustifte lassen sich nach ihrer Form in konische, zylindrische, konisch-zylindrische Wurzelstifte und –schrauben unterteilen.

Beim individuell hergestellten Stift-Stumpfaufbau sind Stift und Aufbau spezifisch für den jeweiligen Zahnstumpf gefertigt. Dabei werden Stift und Aufbau im Mund modelliert und in einem Stück gegossen. Beim indirekt, individuell hergestellten Stift-Stumpfaufbau hingegen wird ein ausbrennbarer Plastikstift als Träger für die Kanalausformung in den präparierten Kanal eingebracht. Nach Abformung des Kanals und des Stumpfes kann anhand des Modells eine Modellierung des Aufbaus im Labor erfolgen und der Stift-Stumpfaufbau angefertigt werden.

Aufbauwerkstoffe für direkte Technik

Als Aufbauwerkstoffe stehen für die direkte Technik Amalgam, verschiedene Zemente und Komposit zur Verfügung, wobei die beiden erstgenannten heute nur noch historische Bedeutung haben (Literatur: Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte BfArM, 1992 und BfArM, 1995). Zinkphosphat- und Glasionomerzemente sollten wegen der geringeren Druckfestigkeit sowie der fehlenden oder geringen Schmelz- und Dentinhaftung ebenfalls nicht mehr verwendet werden (Haller, 1994; Swift et al., 1995; Tinschert, 1997).

Heute werden hauptsächlich Komposite zur Stumpfgestaltung verwendet (plastische Stift-Stumpfaufbauten). Aufgrund ihrer hohen Druckfestigkeit (bis 350 Mpa) und Zugfestigkeit (bis 30 Mpa, bei Verwendung der zugehörigen Dentinadhäsive) zeigen Komposite bei optimaler Dentinadhäsivtechnik eine höhere Retention der definitiven Restauration (Strub et al., 1999) gegenüber Glasionomer- und Zinkphosphatzementen.

Befestigung der Wurzelstifte

Die Befestigung der Wurzelstifte im Zahn oder die Schraubensicherung bei Gewindestiften erfolgt üblicherweise mit Zinkphosphat-, Glasionomer- und Carboxylatzement oder in jüngerer Zeit adhäsiv mit Hilfe von Klebstoffen auf Kompositbasis.

1.3 Klinische Bewährung

Die Forderung, lange und kräftige Wurzelstifte einzusetzen, führt vielfach zu einem Therapiekonflikt, weil die Wurzelmorphologie die Einbringung derartiger Stifte nicht risikolos zulässt (Guldner und Langeland, 1987). Aufgrund der durch die endodontische Vorbehandlung reduzierten und geschwächten Zahnhartsubstanz besteht die Gefahr der Längs-, Quer- oder Schrägfraktur des Zahnes. Fuss und Trope beschreiben 1996 Wurzelperforationen als Komplikation nicht nur bei endodontischen Behandlungen, sondern ebenso bei Stiftpräparationen. Dabei birgt das Arbeiten mit hohem Anpressdruck, stumpfen Bohrern und harten Wurzelfüllmaterialien ein hohes Risiko des Misserfolgs (Geurtsen et al., 1993). Nach Eingliederung eines Stift-Stumpfaufbaus und Versorgung mit einer Krone liegt nach einer Studie von Kerschbaum und Leempoel (1989) die 8-Jahres-Misserfolgsrate bei diesen Rekonstruktionen mit 13,6 % um den Faktor drei höher als die Misserfolgsrate von Kronen auf vitalen Zähnen.

Klinisch lassen sich die Misserfolge in Dezementierungen, Stiftbrüche und Zahnfrakturen unterteilen. In einer Nachuntersuchung von 138 Stiftaufbauten durch Weine et al., 1991 zeigten sich nach 10 Jahren zwei Wurzelfrakturen und zwei endodontische Komplikationen. Turner ermittelte 1982 eine Misserfolgsrate durch Retentionsverlust von 59%. Als häufigste Misserfolgsursache (40,3 %) erwies sich das Lösen des Stiftes in einer Studie von Tinner et al., 2001. Mentink et al. Enthüllen 1993 in einer Untersuchung von 516 Stift-Stumpfaufbauten Dezementierungen bei 18 Stift-Stumpfaufbauten und Extraktionen aufgrund von Stiftfrakturen und Zahnbrüchen bei 9 Zähnen.

Neben Ergebnissen aus In-vitro Untersuchungen (Sirimai et al., 1999; Holmes et al., 1996) zeigten vor allem systematische Finite-Elemente-Analysen an zwei- und dreidimensionalen Modellen, dass die mechanische Beanspruchung von Wurzelstift und

Restzahnsubstanz bei statischer Biegebelastung der stiftretinierten Zahnkrone primär durch die Art des Verbundes von Restzahnsubstanz und Stift-Stumpfaufbau beeinflusst wird. Die Ergebnisse der Finite-Elemente-Untersuchungen zeigten für adhäsive Befestigung des Stift-Stumpfaufbaus eine Reduktion der Spannungsmaxima in Stift-Stumpfaufbau und Restzahnsubstanz im Vergleich zur konventionellen Befestigung mit Zink-Phosphatzement um den Faktor 10 (Stiefenhofer et al., 1994; Stiefenhofer und Hackhofer, 1995; Stiefenhofer und Richter, 1996). Die Einflussfaktoren Stiftlänge, Stiftdurchmesser und -geometrie wirkten sich lediglich bei konventioneller Befestigung aus. Bei kraftschlüssigem Verbund hatten sie in den numerischen Simulationen untergeordneten Einfluss auf Höhe und Verteilung der Beanspruchung von Zahn und Stift-Stumpfaufbau.

Auf dieser Basis wurde an der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Universität Würzburg 1991 begonnen, vorwiegend diejenigen Zähne mit adhäsiv verankerten Stift-Stumpfaufbauten zu versorgen, bei denen ungünstige anatomische Bedingungen die Eingliederung eines ideal konfigurierten Stift-Stumpfaufbaus mit langem, dickem Wurzelstift nicht zuließen und somit, nach klassischen Regeln der Stift-Stumpfaufbautechnik, nicht mehr versorgbar gewesen wären.

1.4 Ziel der Arbeit

Im Rahmen einer retrospektiven Studie sollte eine Untersuchung aller Patienten durchgeführt werden, bei denen im Zeitraum von 1991 bis 1998 Stift-Stumpfaufbauten in Verbindung mit feststehendem oder herausnehmbarem Zahnersatz nach unterschiedlichen Rekonstruktionsverfahren eingegliedert worden waren. Dabei sollte der Unterschied zwischen konventioneller und adhäsiver Aufbaubefestigung untersucht werden. Aufgrund der oben angeführten Untersuchungen und Überlegungen wurden während dieser Zeit avitale Zähne mit adhäsiv befestigten, kurzen Aufbauten versorgt, bei denen die klassische oder herkömmliche Behandlung mit langen, zementierten Stiften höchstwahrscheinlich zu einem Mißerfolg geführt hätte.

2 Methodik

2.1 Patientengut

Im Zeitraum zwischen 1991 und 1998 wurden in der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Universität Würzburg 149 Patienten erfaßt und von erfahrenen Zahnärzten sowie, unter deren Aufsicht, von Studenten in den Ausbildungskursen mit stiftverankertem, festsitzenden oder herausnehmbaren Zahnersatz versorgt.

2.2 Richtlinien für die Rekonstruktion koronal stark geschädigter Zähne

Die Rekonstruktion der koronal stark zerstörten und endodontisch vorbehandelten Zähne erfolgte in Abhängigkeit vom Ausmaß des Substanzdefektes der Krone mit Hilfe plastischer Aufbaufüllungen aus Kompositkunststoff, plastischer Aufbaufüllungen aus Kompositkunststoff *und* zusätzlicher Stiftverankerung sowie individuellen laborgefertigten Stift-Stumpfaufbauten. Als Stiftsysteme wurden das Parapost-System (Fa. Coltène-Whaledent, Friedberg, Deutschland) und das ER-System (Fa. Brasseler, Lemgo, Deutschland) verwendet. Voraussetzung für einen stiftverankerten Aufbau war die erfolgreich durchgeführte Wurzelkanalbehandlung

Der koronale Bereich des zu rekonstruierenden Zahnes wurde zur Aufnahme des indirekt oder direkt gefertigten Aufbaus präpariert. In der Zahnwurzel wurde eine Bohrung vorgenommen, bei der es galt eine horizontale Mindeststärke der Dentinwand von 1,5 mm zu erhalten. Die Erweiterung der Wurzelkanäle erfolgte mittels normierter Bohrer des ER- oder Parapost-Systems oder, falls notwendig, durch individuelle Kanalerweiterung. Die Präparation des koronalen Zahnbereiches hatte zum Ziel, den erforderlichen Substanzabtrag für die jeweilige Kronenform zu schaffen, die geschädigten und unebenen Zahnoberflächen zu glätten und für den Aufbau eine Drehsicherung herzustellen. Als Drehsicherungen dienten ein Retentionskasten mit einer Kantenlänge von 1,5-2 mm, eine stabile Dentinlamelle mit einer Mindestwandstärke von 1,5 mm oder ein akzessorisches Kanalinlay mit einem Durchmesser von 1,5 mm und einer Tiefe von 2-3 mm. Grundsätzlich wurde die

zirkuläre Umfassung des Stift-Stumpfaufbaus durch die prothetische Krone angestrebt. In aller Regel lag die Restaurationsgrenze in der Zahnhartsubstanz. Die Mindestlänge der verbleibenden Wurzelfüllung durfte nach Kanalerweiterung zur Aufnahme des Wurzelstiftes 3 mm nicht unterschreiten.

Nach Möglichkeit wurde versucht, die Retention des Aufbaus über einen einzelnen langen Wurzelstift in Verbindung mit einer effizienten Drehsicherung zu erreichen. In einzelnen Fällen konnten im Seitenzahnbereich geteilte Stift-Stumpfaufbauten mit zwei langen Wurzelstiften eingegliedert werden. Im Molarenbereich wurde im Oberkiefer die palatinale Wurzel, im Unterkiefer die distale Wurzel zur Stiftverankerung herangezogen, da die mesialen Wurzeln im Unterkiefer und die mesiobukkalen Wurzeln im Oberkiefer aufgrund deren Krümmung für artifizielle Perforationen gefährdet sind.

Konnte bei stark geschwächten Wurzeln ein konfektionierter Wurzelstift nicht eingegliedert werden, bedurfte es einer labortechnischen Fertigung eines Stift-Stumpfaufbaus nach individueller Kanalaufbereitung und Abformung mit Impregum (Espe, Seefeld, Deutschland).

Laborgefertigte Stift-Stumpfaufbauten aus Metall oder Keramik waren indiziert bei ausgedehnten Kavitäten, bei fehlender klinischer Krone oder bei erforderlichen Korrekturen der Neigung des Pfeilerzahnes. Die laborgefertigten Aufbauten wurden über Abformung und Modellherstellung aus Degulor MO, Palliag NF IV (Degussa Dental, Hanau, Deutschland) oder, als metallfreie Konstruktion, aus einem Zirkonoxystift und angepresster leucitverstärkter Aluminiumoxydkeramik (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein) gefertigt. Die Stift-Stumpfaufbauten wurden im Zeitraum 1991-1998 vorwiegend konventionell zementiert. Falls eine Eingliederung langer Wurzelstifte aufgrund von Wurzelkrümmungen und -einziehungen riskant erschien oder unmöglich war, erfolgte in ausgewählten Fällen die adhäsive Eingliederung eines laborgefertigten Stift-Stumpfaufbaus mit eingeschränkter Stiftlänge. Ab 1996 wurden Stift-Stumpfaufbauten auch adhäsiv nach Silanisierung der Metall- bzw. Keramikoberfläche mit dem Rocatec-System (Espe, Seefeld, Deutschland) und Konditionierung der Dentinoberfläche mit Panavia (Fa. Kuraray, Osaka, Japan) eingegliedert. Stift-Stumpfaufbauten im direkten Verfahren wurden aus einer Kombination eines konventionell zementierten bzw. adhäsiv eingegliederten Titanwurzelstiftes und eines adhäsiv befestigten Kompositaufbaus angefertigt. Nach der Befestigung der Stiftaufbauten mit Zementen oder adhäsiver Klebtechnik erfolgte die

prothetische Versorgung mit festsitzendem oder kombiniert festsitzend-herausnehmbarem Zahnersatz.

2.3 Ein- und Ausschlusskriterien zur Patientenselektion

Einschlusskriterien:

- Eingliederung und Anfertigung der Stiftaufbauten ausschließlich an der prothetischen Abteilung der Universitätszahnklinik Würzburg
- Experimentelle Stift-Stumpfaufbaukonstruktion (kurzer Wurzelstift mit adhäsiver Befestigung bei anatomisch ungünstigen Situationen)
- Patienten ohne Altersgrenze
- Patienten ohne Bewußtseinsstörungen
- Festsitzende oder kombiniert festsitzend-herausnehmbare prothetische Versorgung

Ausschlusskriterien:

- Infektionskrankheiten und Immunschwächekrankheiten (Hepatitis, AIDS, Zytomegalie)
- Diabetes mellitus (Typ II mit Neuropathien, Makroangiopathien, Parodontopathien und starker knöcherner Destruktion)
- Schwere Allgemeinerkrankungen mit regelmäßiger Behandlungsbedürftigkeit
- Vorbestrahlung im Mund-Kiefer- und Gesichtsbereich vor oder nach Tumor-Operation

2.4 Erfolgs- und Misserfolgskriterien

Erfolg:

- Klinische Symptomfreiheit mit unauffälligen parodontalen und radiologischen Befunden
- Retention des Stift-Stumpfaufbaus, d. h. klinisch intakter Verbund zwischen Aufbau und Zahn

- Möglichkeit der Wiedereingliederung bei Lösen des Stift-Stumpfaufbau – Dentin-Verbundes

Misserfolg

- Dezementierung des Stift-Stumpfaufbaus
- Stiftfraktur
- Wurzelfraktur
- Kronenfraktur

Wurde ein dezementierter Stift wieder eingegliedert, so wurde er statistisch wie eine Neukonstruktion behandelt.

2.5 Datenerhebung

Nach Eingliederung der Aufbauten und bei der Nachuntersuchung (Recall) erfolgte routinemäßig eine Röntgenkontrolle mittels Zahnfilm der Größe 3 x 4cm (Fa. Agfa, Köln, Deutschland) in Rechtwinkeltechnik. Die Befunderhebung im Rahmen des Recalls umfasste die orale Inspektion des Weichgewebes sowie die Erfassung des Zahn- und Parodontalstatus. Diente der überkronte, mit einem Stift-Stumpfaufbau versorgte Zahn u. a. der Retention einer herausnehmbaren Prothese, so wurde deren Funktion oder Lagestabilität überprüft und subjektiv als lagestabil oder nicht lagestabil bewertet. Sämtliche Daten wurden in einem Erfassungs- bzw. Recallbogen für jeden Patienten eingetragen.

2.6 Auswertung

Zur rechnergestützten Auswertung erfolgte die Übertragung der am Patienten erhobenen Daten in eine relationale Datenbank (Microsoft Access 97). Die bei Stifteingliederung und zum Zeitpunkt des Recalls angefertigten Röntgenzahnfilme wurden zur weiteren Auswertung digitalisiert und in der Folge mit einem Bildbearbeitungsprogramm vermessen. Hierzu fand die Software UTHSCSA Version 1.28 (University of Texas Health Science Center, San Antonio) Verwendung.

Deskriptive Statistik

Patientenspezifische Daten, wie z. B. Alter zum Zeitpunkt der Eingliederung des Stift-Stumpfaufbaus und Geschlecht wurden statistisch deskriptiv ausgewertet.

Analytische Statistik

Zur Beurteilung der Überlebensrate der eingegliederten Stift-Stumpfaufbauten wurde eine Lebenszeitanalyse nach Kaplan-Meier (Kaplan und Meier 1958) für das Gesamtkollektiv und die Gruppen der zementierten und adhäsiv befestigten Stift-Stumpfaufbauten durchgeführt.

Zur Sicherung der statistischen Unabhängigkeit wurden zunächst alle angefertigten Stift-Stumpf-Aufbauten und, im Vergleich dazu, nur ein Stift-Stumpf-Aufbau pro Patient für die Überlebensstatistik herangezogen. Da bei den untersuchten Patienten einige nur mit einem Stift-Stumpfaufbau versorgt, andere Probanden hingegen mit mehreren Stiftaufbauten versehen waren, ist eine Gleichwertigkeit aller Stiftaufbauten nicht gegeben. Eine statistische Unabhängigkeit ist in diesem Fall somit nicht mehr gesichert. Für die statistische Auswertung wurde daher zufällig pro Patient bei Mehrfachversorgung ein Stift-Stumpfaufbau bestimmt und in die Bewertung aufgenommen. Da es Patienten gab, die mit mehreren Stiftaufbauten versorgt worden waren, verringerte sich die auswertbare Zahl von 298 auf 130. Zur statistischen Differenzierung der Überlebenskurven bezogen auf die einzelnen Einflußgrößen wurde der Log-Rank-Test (Haubitz und Grund 1993) benutzt.

Die gesamte Auswertung und grafische Aufbereitung der Daten erfolgte mit Hilfe der Software Microsoft-Excel 97, SPSS 9.0 und SigmaPlot 2000.

3 Ergebnisse

3.1 Deskriptive Statistik

3.1.1 Demographische Merkmale des Patientengutes

Altersverteilung

Im Zeitraum zwischen 1991 und 1998 wurden bei insgesamt 149 Patienten Stiftaufbauten eingegliedert und nachuntersucht. Die Altersverteilung der untersuchten Patienten ist in Abb. 1 zu erkennen. Die Gesamtzahl der auswertbaren Patienten lag bei 149. Das mittlere Alter betrug 53 ± 16 Jahre, der jüngste Patient hatte das Alter von 13 Jahren, der älteste Patient das Alter von 84 Jahren.

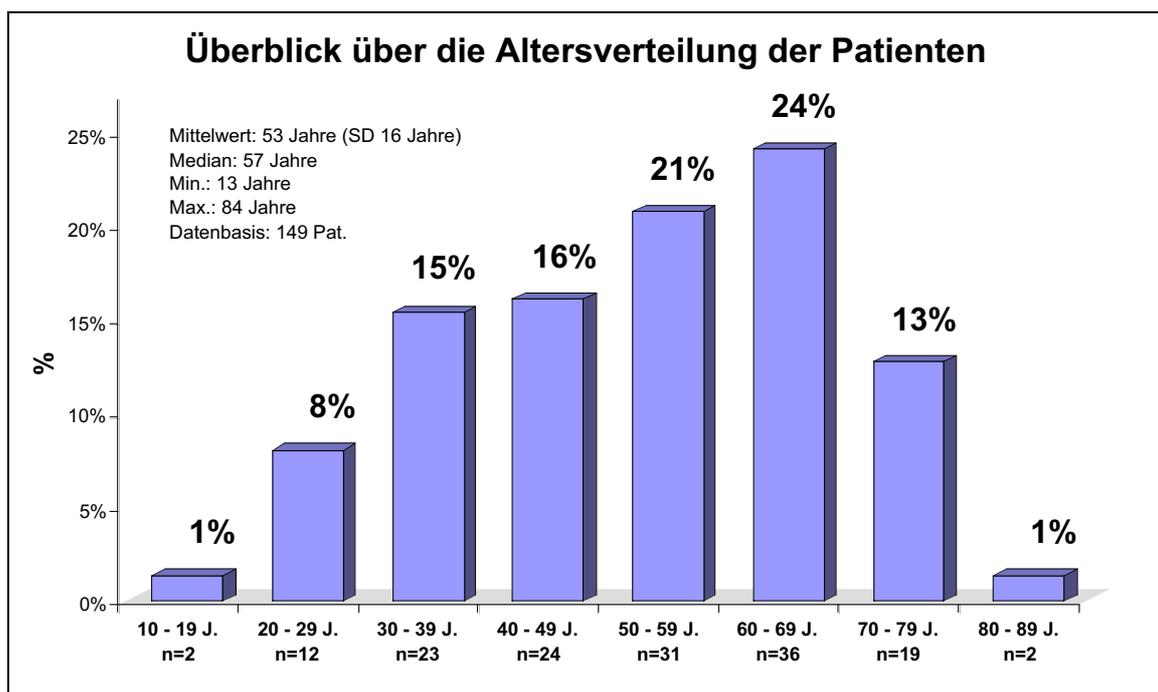


Abb. 1: Altersverteilung des untersuchten Patientengutes.

Säulendiagramm zur Darstellung der Altersverteilung. Die Abszisse kennzeichnet die verschiedenen Altersgruppen, die Ordinate gibt die prozentuale Häufigkeit der jeweiligen Patienten am Gesamtkollektiv pro Altersgruppe wieder. Die statistischen Kenngrößen wie Mittelwert, Median, das Alter des jüngsten (Min.) und des ältesten Patienten (Max.) sowie die Datenbasis sind oben links angegeben.

Geschlechterverteilung

Die Verteilung von männlichen und weiblichen Patienten war ausgewogen (Abb.2). Mit einem Anteil von 51,3 % überwog der männliche Anteil (77) leicht im Vergleich zu den weiblichen Patienten (73) mit 48,7 %.

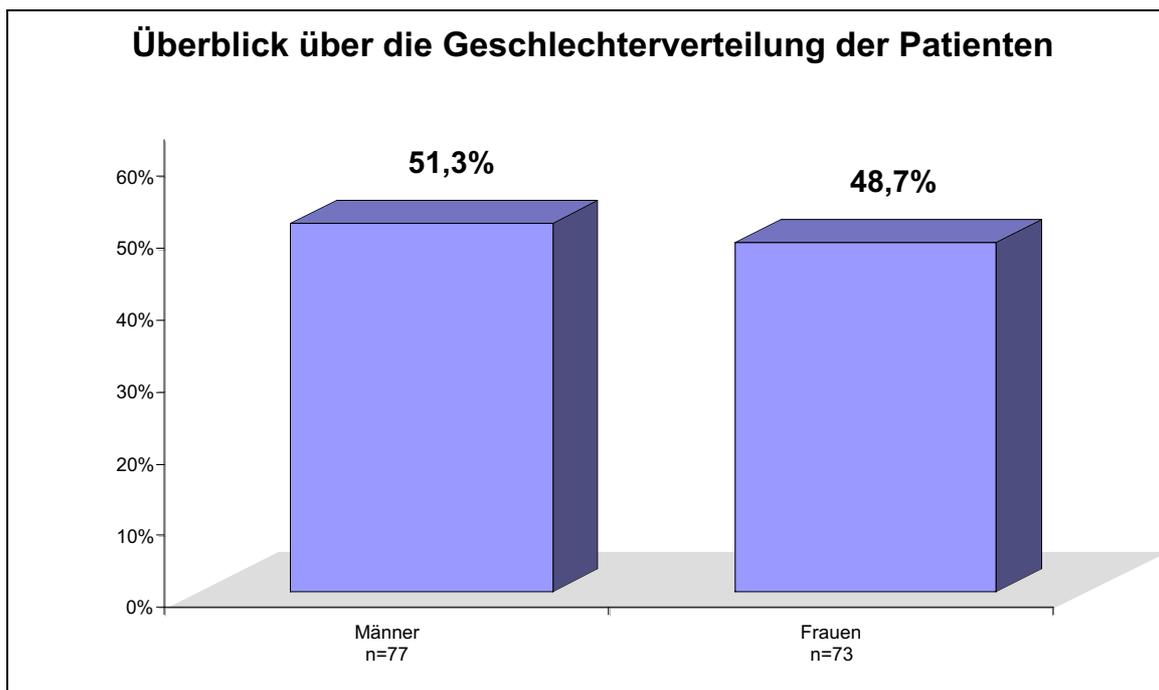


Abb. 2: Geschlechterverteilung des untersuchten Patientengutes.

Darstellung der Geschlechterverteilung durch ein Säulendiagramm. Auf der x-Achse ist die Unterteilung in zwei Gruppen (Männer und Frauen) und auf der y-Achse die prozentuale Häufigkeit der jeweiligen Gruppe zu erkennen.

3.1.2 Beschreibung der Stift-Stumpfaufbaukonstruktionen

Aufbaukonzepte

Die Einteilung der Stift-Stumpfaufbaukonstruktionen in fünf Gruppen erfolgt in Abb. 3: Den größten Anteil mit 222 Aufbauten (74 %) bilden die halbindividuell-gegossenen, ungeteilten Stift-Stumpfaufbauten. Halbindividuell-gegossene, geteilte Stift-Stumpfaufbauten wurden in 20 Fällen eingesetzt. In 8 % (23 Anwendungen) fanden individuell, gegossene, ungeteilte Stifte Verwendung (siehe dazu auch Seite 4 und 5). Nur 5 Stiftaufbauten (2%) wurden individuell gegossen und geteilt konzipiert. Die Kombination eines präfabrizierten Titanstiftes in Kombination mit einem Kompositaufbau (sogenannter "plastischer Stift-Stumpfaufbau") wurde in 28 Fällen (9%) eingesetzt.

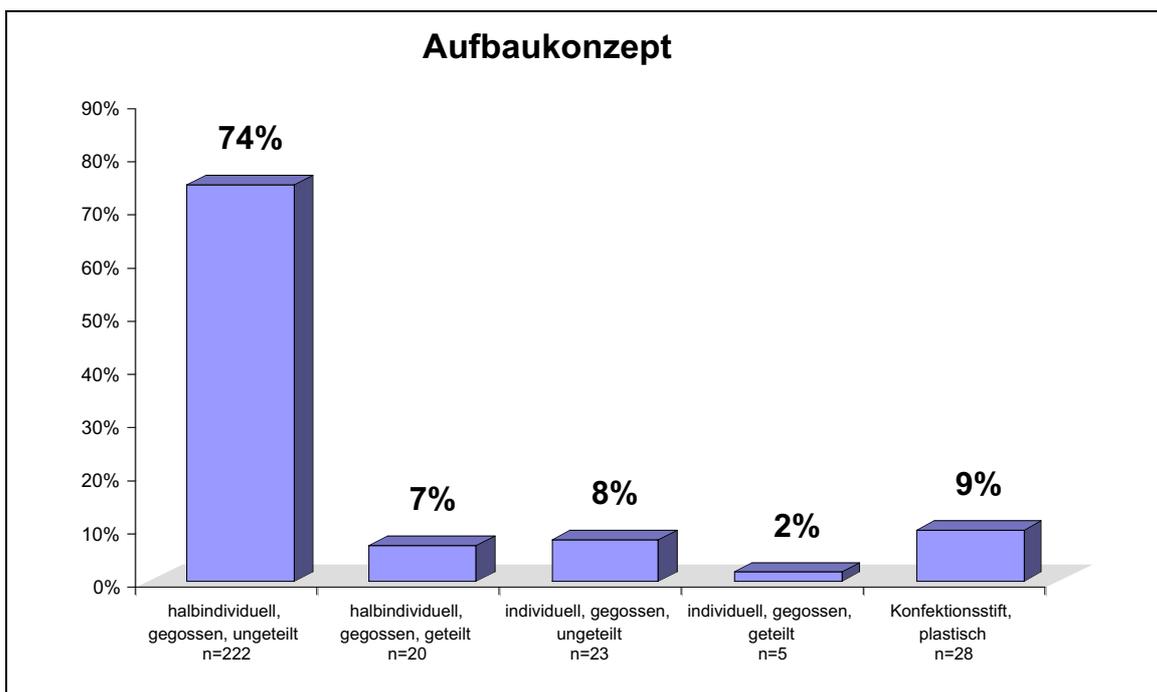


Abb. 3: Aufbaukonzepte der Stiftaufbauten.

Säulendiagramm zur Darstellung der verschiedenen Stift-Stumpfaufbaukonzepte. Die x-Achse kennzeichnet die unterschiedlichen Aufbaukonzepte der Stiftaufbauten, die y-Achse gibt die prozentuale Häufigkeit wieder.

Anzahl der Stiftaufbauten pro Patient

Die Verteilung der Stiftaufbauten pro Patient stellt sich in der folgenden Abbildung (4) dar: 72 Patienten (55%) erhielten nur einen Stiftaufbau. Mit zwei Stift-Stumpfaufbauten wurden 24 Patienten (19%) und mit drei Stiftaufbauten 19 Patienten (14%) versorgt. Mit vier Stiftaufbauten wurden 10 Patienten (8%) und mit fünf Konstruktionen wurden 4 Personen (3%) versehen. Abschließend zeigt sich nur 1 Patient mit einer Versorgung von sechs Stiftaufbauten.

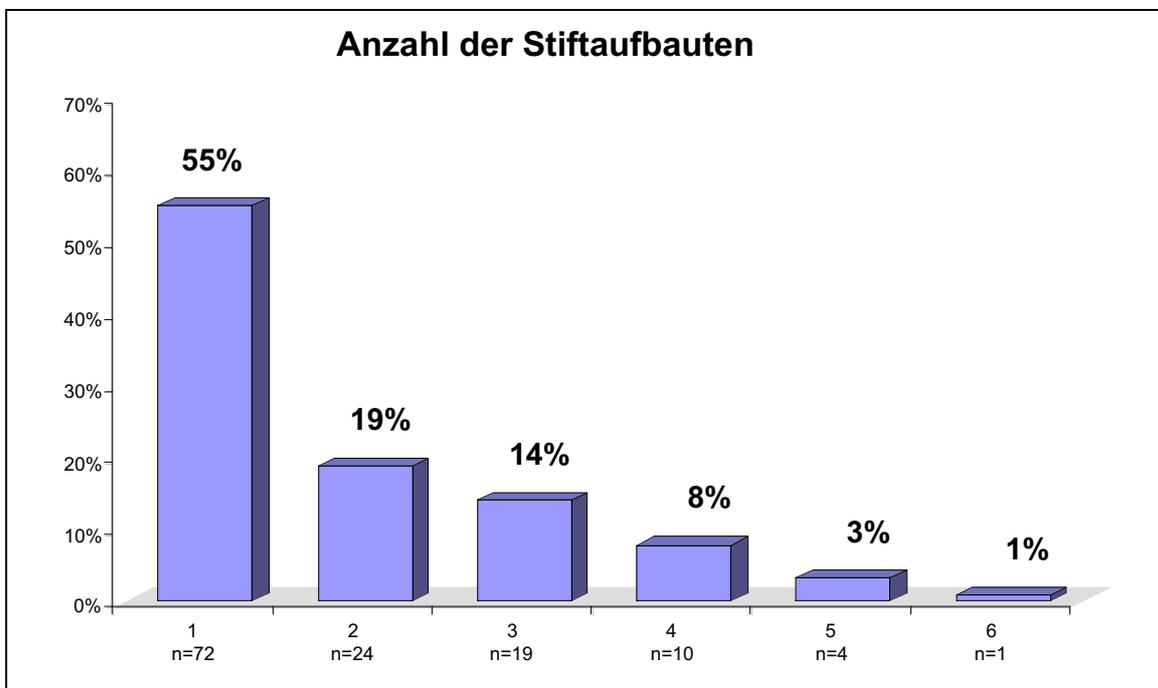


Abb. 4: Anzahl der Stift-Stumpfaufbauten pro Patient.

Säulendiagramm zur Anzahl der Aufbauten pro Patient. Auf der x-Achse sind die vorkommenden Stift-Stumpfaufbauten pro Patient verzeichnet, auf der y-Achse die prozentuale Häufigkeit (auf- bzw. abgerundet) der vorkommenden Gruppen.

Befestigungswerkstoffe

In dieser Abbildung (5) sind die verschiedenen Befestigungswerkstoffe dargestellt. Die meisten Stiftaufbauten (241) wurden mit Zink-Phosphatzement eingegliedert (81%). Als Komposite-Klebstoffe (Kunststoff-Zemente) kamen Panavia, Compspan und Microfill-Pontic, sowie als Glasionomerzement Ketac Cem, zur Anwendung. Nur in 13 % (n=40) der Fälle wurde mit Panavia eine Befestigung vorgenommen. Die Befestigungsmaterialien Comspan (n=7) und Microfill-Pontic (n=6) mit je 2%, gefolgt von Ketac Cem (1%) (n=3) wurden bei Insertionen von Stift-Stumpfaufbauten verwendet. Nur in einem Fall (n=1) war ein weiterer Compositkleber in Gebrauch.

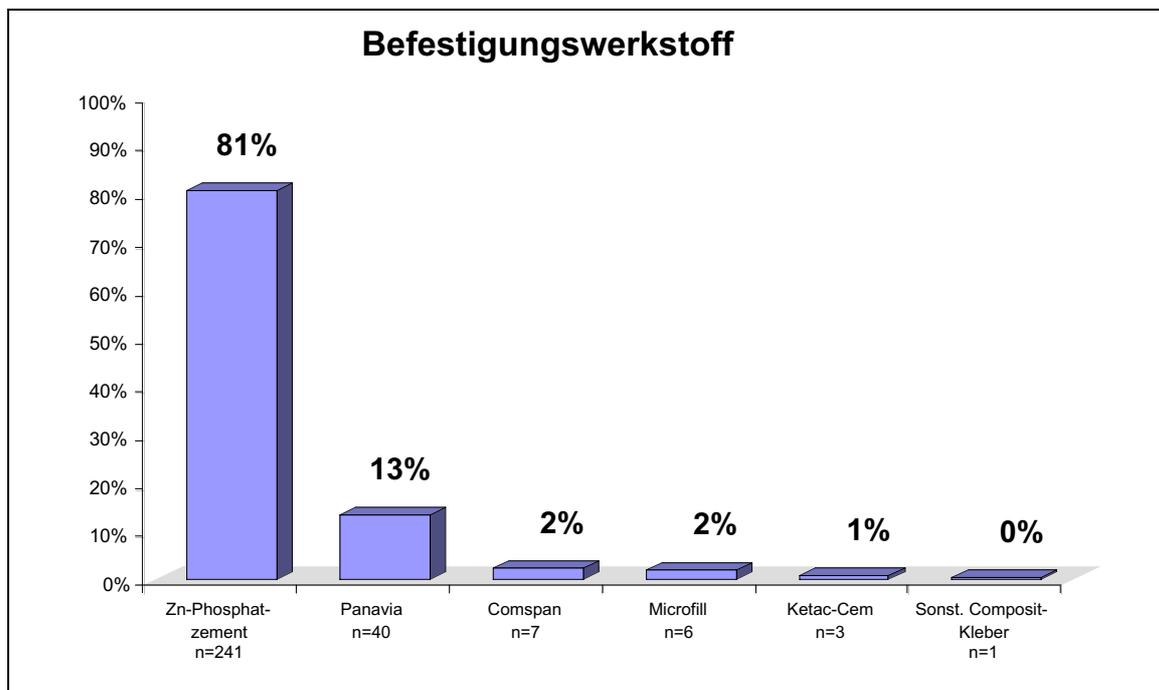


Abb. 5: Befestigungswerkstoffe.

Säulendiagramm zur Darstellung der Befestigungswerkstoffe. Die x-Achse gibt die verschiedenen Zemente und Kleber wieder; die y-Achse stellt die prozentuale Häufigkeit der jeweiligen Befestigungswerkstoffe am Gesamtkollektiv dar.

Prothetische Konstruktionen

In Abb. 6 sind die unterschiedlichen prothetischen Konstruktionen aufgezeigt, welche an den Pfeilerzähnen verankert sind, die mit Stift-Stumpfaufbauten rekonstruierten Pfeilern verbunden wurden. Wie aus der Grafik zu entnehmen ist, wurden 134 Pfeiler mit Einzelkronen versorgt (45%), 50 rekonstruierte Zähne dienten als Brückenpfeiler (16,8 %), 88 Stift-Stumpfaufbauten wurden in Modellgussprothesen (29,5%) und 18 in Teleskopprothesen (6%) eingearbeitet. Desweiteren wurden 5 Pfeiler mit Deckprothesen (1,7%), sowie 3 Stiftaufbauten mit teleskopierenden Deckprothesen (1%) versehen.

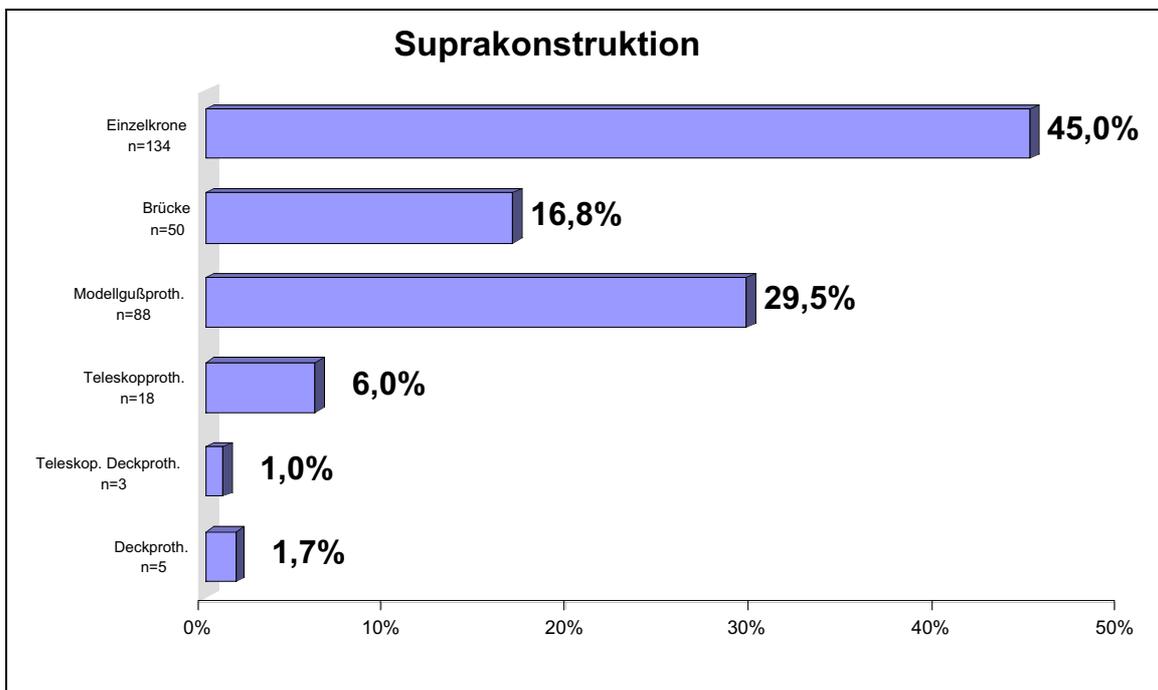


Abb. 6: Prothetische Konstruktionen.

Säulendiagramm zur Aufführung der prothetischen Suprakonstruktionen auf der y-Achse und der prozentualen Häufigkeit auf der x-Achse.

3.2 Analytische Statistik

Überlebensrate aller Stift-Stumpfaufbauten

Abb. 7 gibt die generelle Verweildauer der Stiftaufbauten wieder. Die Erfolgsbilanz zeigt eine Anzahl von 238 Stiftaufbauten, wobei 46 verloren gegangen sind. Die Chancen, verlustfrei zu bleiben, liegen nach 12 Monaten bei 94%, nach 24 Monaten bei 89%, nach 36 Monaten bei 87% und nach 66 Monaten bei 77%. Nach einer Zeit von 60,3 Monaten liegt die Chance, keinen Stift-Stumpfaufbau zu verlieren, bei 75%.

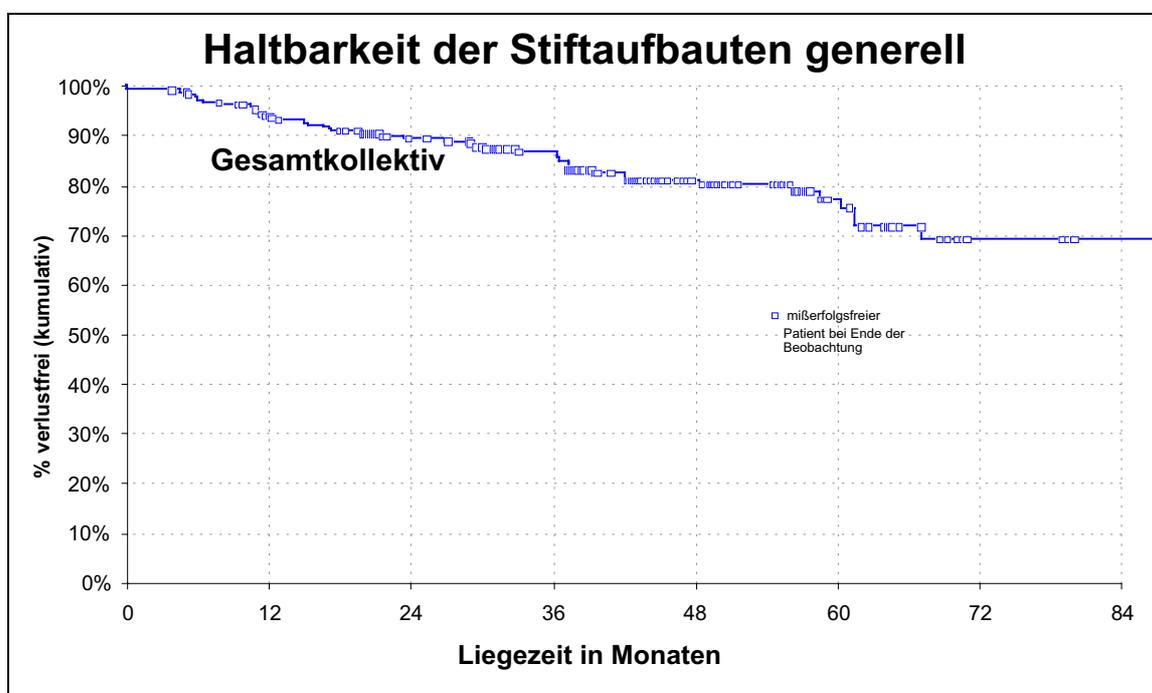


Abb. 7: Überlebensrate aller Stift-Stumpfaufbauten.

Verlaufskurve nach Kaplan-Meier zur Verweildauer des gesamten Kollektives an Stift-Stumpfaufbauten. Auf der x-Achse findet sich die Liegezeit in Monaten, auf der y-Achse die prozentuale Wahrscheinlichkeit, verlustfrei zu bleiben.

Überlebensrate zementierter und adhäsiv befestigter Stift-Stumpfaufbauten

Die Haltbarkeit der Stiftaufbauten in Abhängigkeit vom Befestigungsmaterial zeigt Abb. 8. Nach einer Liegezeit von 12 Monaten weisen Stiftaufbauten welche adhäsiv befestigt wurden, erste Verluste auf (8%), wogegen bei zementierten Stiftaufbauten die ersten Verluste schon nach 4 Monaten auftraten. Nach 30 Monaten zeigen adhäsiv befestigte und zementierte Stift-Stumpfaufbauten ein Verlust von 12 % und somit keinen signifikanten Unterschied. Verlustfrei sind nach 38 Monaten noch 68% der adhäsiv befestigten und 88% der zementierten Stiftaufbauten. Nach 48 Monaten zeigt sich ein weiterer Verlust der zementierten Stiftaufbauten. Nach 60 Monaten zeigen zementierte Aufbauten einen Verlust von 20 %, sowie von 32 % bei den geklebten Aufbauten. Nach einer Laufzeit von 72 Monaten ist die Wahrscheinlichkeit, daß ein Aufbau noch im Mund funktioniert, etwa gleich (ca. 70 %).

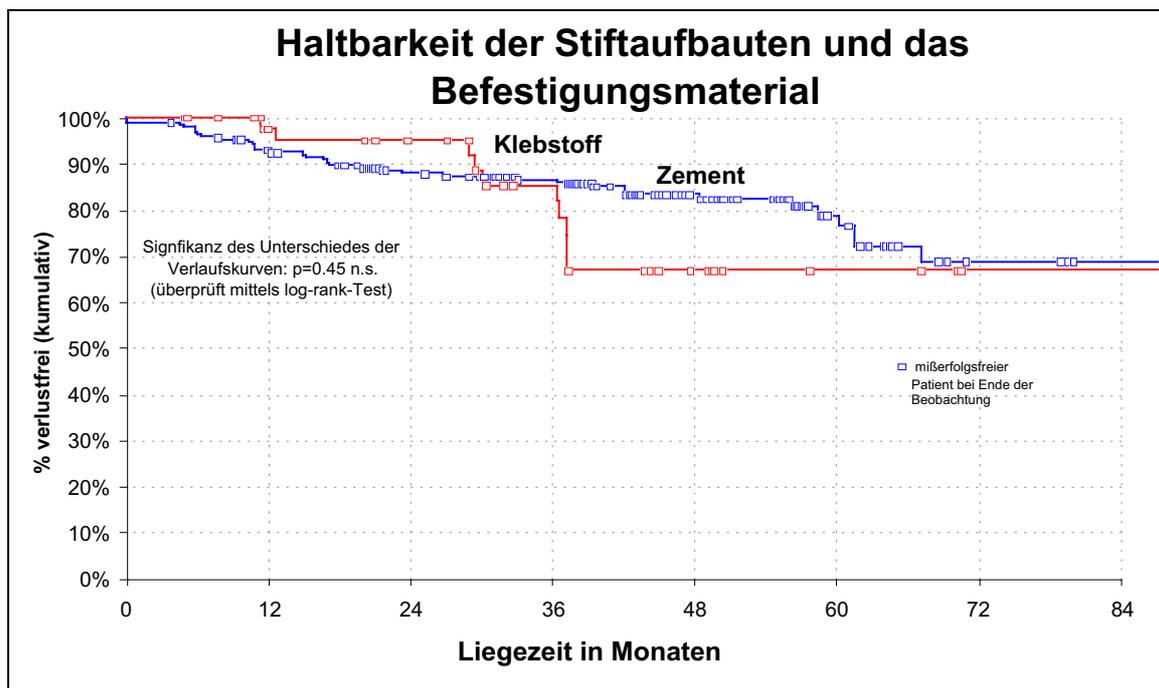


Abb. 8: Überlebensrate zementierter und adhäsiv befestigter Stift-Stumpfaufbauten.

Verlaufskurve nach Kaplan-Meier zum Aufzeigen der Verweildauer der Stift-Stumpfaufbauten in Bezug auf das Befestigungsmaterial. Die x-Achse kennzeichnet die Liegezeit in Monaten, die y-Achse die Wahrscheinlichkeit in Prozent verlustfrei zu bleiben.

4 Diskussion und Zusammenfassung

Im Rahmen vorliegender Arbeit sollte die klinische Bewährung von adhäsiv befestigten und zementierten Stift-Stumpfaufbauten untersucht werden.

Das Einbringen eines Stift-Stumpfaufbaus bei koronal stark zerstörten Zähnen mit anschließender prothetischer Versorgung gilt bis heute als Standardverfahren in der Zahnmedizin. Klinische Studien zur Bewährung von zementierten Stift-Stumpfaufbauten konnten zeigen, dass die Überlebensrate für gegossene Stiftaufbauten nach 6 Jahren bei 90 % und für stiftverankerte Kompositaufbauten bei 81 % liegt (Bergmann et al., 1989; Creugers et al., 1993). Kerschbaum und Imm (1983) geben eine Misserfolgsrate von 11,6 % nach 5 Jahren und Weine et al. (1991) eine Misserfolgsrate von 6,5 % nach 10 Jahren an. Eine 10-Jahres-Überlebensrate von 82 % bei Frontzahnstiftaufbauten beschreiben Mentink et al. 1993. Ottl und Lauer (1998) sprechen in ihrer Arbeit von einer Misserfolgsrate von 6,3 % nach 2-4 Jahren bei der Nachuntersuchung von Radixankern und Permador-Stiftaufbauten. Die meisten Misserfolge bei zementierten Stift-Stumpfaufbauten basieren auf Retentionsverlusten (Kerschbaum, 1999) oder Wurzelfrakturen (Tinner et al., 2001).

Die herkömmliche Befestigung der Stiftaufbauten durch Zinkphosphatzement erfolgt über einen mikromechanischen Formschluß. Da dabei nur eine rein mechanische Verankerung der Zementschicht an Hinterschneidungen in der Oberfläche der zusammenzufügenden Teile gegeben ist, besteht der Halt des Stiftaufbaus primär aus der Friktion bzw. bei Schraubenverbindungen aus der Vorspannung. Aufgrund der fehlenden spezifischen Adhäsion von Zinkphosphatzement an Metall und Dentin (Øilo, 1978) wird die Retention und die Beanspruchung des Zahnersatzes und der Restzahnsubstanz primär durch die Geometrie der Präparation und des Gussobjektes bestimmt (Stiefenhofer und Hackhofer, 1996).

Durch die Schwächung des Dentins bei der Kanalaufbereitung sowie dem geringeren Feuchtigkeitsgehalt (Helfer et al., 1972), der verringerten Innervation des devitalen Zahnes und der damit verbundenen reduzierten Taktilität, liegt die Frakturgefahr weit höher als bei vitalen Zähnen (Groß und Schäfers, 2000). Die in den

Wurzelkanal eingebrachten Stiftaufbauten sollten zur Verstärkung der geschwächten Wurzel führen. In-vitro Untersuchungen ergaben jedoch, dass es zu einer weiteren Schwächung der Wurzel kommt (Sornkul und Stannard, 1992). Demnach tragen zementierte Stifte nicht zur gewünschten Verstärkung der Wurzel bei, sondern bieten lediglich eine ausreichende Retention für den Kronenersatz (De Cleen, 1992).

Biomechanische und klinische Untersuchungen konnten nachweisen, dass die Parameter Stiftlänge und -durchmesser für die konventionellen Befestigungsverfahren mittels Zink-Phosphat-Zement eine entscheidende Bedeutung für Retention und Stabilität der Konstruktion haben (Standlee et al., 1978; Gutmann, 1992). Anzustreben sind jeweils lange und kräftige Wurzelstifte, um die Beanspruchung für die Zahnwurzel möglichst gering zu halten und der Konstruktion eine ausreichende Stabilität zu verleihen. Diese Forderung ist jedoch nicht immer realisierbar, weil Wurzelkrümmungen und -einziehungen eine tiefe Bohrung zur Aufnahme eines entsprechenden Wurzelstiftes oftmals verhindern (Guldner und Langeland, 1987; Ottl und Lauer, 1998; Fuss und Trope, 1996). In der Praxis muss in diesen Fällen auf eine Rekonstruktion mit einem Stift-Stumpfaufbau entweder verzichtet oder ein Wurzelstift mit reduzierter Stiftlänge eingegliedert werden.

Die zur Füllungs- und Inlaytechnik verwendeten modernen Konditionierungsverfahren der Dentinoberfläche ermöglichen heute einen langfristig stabilen Verbund zwischen Komposit bzw. Keramik und Dentin. Die hiermit erreichten dauerhaften Zug- und Scherfestigkeiten liegen bei ca. 20MPa (Friedl et al., 1995; Haller und Fritzenschaft, 1999). Szep et al. 2001 erzielten Werte bis zu 13 MPa. Der Konditionierer führt dabei zu einer Umstrukturierung der Dentinoberfläche im Wege der Entmineralisation des oberflächlichen peri- und intertubulären Dentin bis zu 2-5µm Tiefe bei gleichzeitiger Entfernung der oberflächlichen Schmierschicht. Dazu werden Säuren (z.B. H_3PO_4 oder Maleinsäure) oder Komplexbildner (EDTA) verwendet. Die anschließende Primeranwendung bewirkt eine Verbesserung der Benetzbarkeit und eine Umstimmung der Oberfläche von hydrophil nach hydrophob. Durch das nachfolgend aufgetragene Bonding entsteht eine mikromechanische Verankerung zwischen vorbehandeltem Dentin und Komposit. Der Verbund von Kompositen am Dentin basiert somit auf einem Zusammenspiel der Hybridschicht, der Tags in den eröffneten

Dentinkanälchen und der Adhäsion des Werkstoffs am Dentin (Pashley und Carvalho, 1997; Lang et al., 2001; Haller, 1994).

Der sogenannte Klebevorgang (adhäsive Befestigung) gründet demnach auf einer spezifischen Adhäsion durch chemische und zwischenmolekulare Bindungen sowie auf einer mechanischen Adhäsion durch Verankerung der Klebschicht in Kapillaren, Poren und Hinterschneidungen (kombiniert spezifisch-mechanische Adhäsion; Stiefenhofer und Stark, 1992). Bei Verwendung von Klebern werden insbesondere unter Einsatz von Dentinadhäsiven erhöhte Retentionen im Wurzelkanal erzielt (Standlee und Caputo, 1992; Dietschi et al., 1997). Ebenso zeigt sich eine geringere Belastung der Wurzel und eine Minderung der Frakturgefahr (Stiefenhofer et al., 1994).

Unter Berücksichtigung der zu erwartenden Dauerbelastung der Zähne lag es nahe, dieses an Füllungen, Inlays und Kronen erprobte Verbundsystem zwischen Dentin und Restaurationswerkstoff auch bei Stift-Stumpfaufbauten anzuwenden und dem bisher praktizierten Verfahren des Zementierens von Stift-Stumpfaufbauten in der formschlüssig aufbereiteten Zahnwurzel gegenüberzustellen.

Im Rahmen der retrospektiven Studie erfolgte eine Datenerhebung und -aufbereitung über den gesamten klinischen Ablauf. In einer umfassenden Tabelle wurden die Daten gesammelt, aufbereitet und statistisch ausgewertet, so dass neben dieser Arbeit eine Datenaufbereitung für noch weitere statistische Untersuchungen folgen kann. Die Möglichkeit prospektiv zu arbeiten stand aufgrund der vorliegenden Daten der schon eingegliederten Stiftaufbauten nicht zur Verfügung: Somit wurde kein strenges Prüfprotokoll, wie es bei einer prospektiven Studie erforderlich ist, erstellt, sondern es erfolgte eine Nachuntersuchung der inserierten Stift-Stumpfaufbauten und eine Aufbereitung bereits vorhandener Daten.

Die vorliegende Arbeit zeigt das Ergebnis einer retrospektiven Studie zur klinischen Bewährung zementierter und adhäsiv befestigter Stift-Stumpf-Aufbauten. Mittels der Überlebenszeitberechnung nach Kaplan-Meier wurde die Überlebensrate für jeden Zeitpunkt zwischen der Eingliederungszeit und der maximalen Beobachtungszeit aufgezeigt. Durch den Log-Rank-Test wurde die Signifikanz des Unterschiedes der Verlaufskurven überprüft.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen keine signifikante Verschlechterung der adhäsiven Befestigungsweise gegenüber der Insertion mit Zink-Phosphat-Zement. Diese Ergebnisse decken sich im Wesentlichen mit in der Literatur gefundenen Resultaten von Studien, in denen Kronen adhäsiv befestigt wurden.

So weisen nach Malament und Grossman (1992) vollkeramische Kronen bei konventionellem Zementieren erhöhte Frakturraten auf, die durch adhäsive Befestigung deutlich gesenkt werden können. Strub und Beschnidt (1998) erarbeiteten in einer in-vitro Studie ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen zementierten Metallkeramikronen und adhäsiv befestigten Keramikronen. Rosentritt et al. (2000) zeigten in ihrer Arbeit, dass keramische Stifte mit Kompositaufbauten eine Alternative zu Gold Stiftaufbauten sind. Klinische Langzeitstudien über vollkeramische Restaurationen bestätigen eine positive Einschätzung. Pröbster (1993) nennt eine Überlebensrate von 80-100% für die Versorgung mit Dicor®-Glaskeramik-Kronen bei einer Langzeituntersuchung über 14 Jahre. In einer 4-Jahres-Untersuchung an In-Ceram® Kronen stellte Pröbster 1996 keine Misserfolge fest. Hüls (1995) bezifferte in einer klinischen Untersuchung zum Langzeiterfolg von In-Ceram® Kronen über 6 Jahre die Überlebensrate mit 97,3 %, Kerschbaum (1986) in einer 10-Jahres-Studie über Metallkeramik- bzw. Vollgusskronen mit 96 %.

Aufgrund vorliegender Studie können adhäsiv verankerte Stift-Stumpfaufbauten mit kurzen Stiften als Alternative zu herkömmlichen befestigten Aufbauten für die praktische Anwendung empfohlen werden.

Die Bewährung adhäsiv befestigter Stift-Stumpfaufbauten bedarf jedoch einer Untermauerung durch weitere klinische Langzeitstudien. Untersuchungen zu diesem Themenkomplex sollten jedoch als prospektive Studie mit vorgeschriebenem Prüfprotokoll erfolgen.

5 Literatur

Angot, J. L.: Pierre Fauchard. Dental expert and master surgeon of Saint-Come of Paris.
Clio Med 17 (4), 207-221 (1983)

Bergmann, B., Lundquist, P., Sjögren, U., Sundquist, G.: Restorative and endodontic results after treatment with cast posts and cores.
J Prosthet Dent 61, 10 (1989)

Creugers, N. H. J., Mentink, A. G. B., Käyser, A. F.: An analysis of durability data on post and core restorations.
J Dent 21, 281 (1993)

De Cleen, M. J. H.: Die Wechselbeziehung zwischen Wurzelkanalfüllung und Wurzelstiftkanalpräparation.
Endodontie 1, 207 – 216 (1992)

Dietschi, D., Romelli, M., Goretti, A.: Adaption of adhesive posts and cores to dentin after fatigue testing.
Int Prosthodont 10, 498 (1997)

Fauchard, P.: Le chirurgien dentiste, ou traité des dents.
Jean Mariette, Paris 1728

Friedl, K.-H., Powers, J. M., Hiller, K.-A., Schmalz, G.: Der Komposit-Dentinverbund nach Anwendung von Dentinadhäsiv-Systemen.
Dtsch Zahnärztl Z 50, 577 (1995)

Fuss, Z., Trope, M.: Root perforations: classification and treatment choices based on prognostic factors.
Endod Dent Traumatol 12, 255 (1996)

Geurtsen, W., Heidemann, D., Ketterl, W.: Endodontie – Grundlagen und Therapie.
In: *Ketterl, W.* (Hrsg.): *Praxis der Zahnheilkunde*, Bd. 3 (Zahnerhaltung II), 3. Auflage, Urban & Schwarzenberg, München 1993

Groß, H., Schäfers, J.: Prothetische Versorgung endodontisch behandelter Zähne – Teil 1.
ZMK 10, 654 – 658 (2000)

Guldner, P. H. A., Langeland, K.: Endodontologie.
Thieme, Stuttgart 1987

Gutmann, J. L.: The dentin-root complex: Anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth.
J Prosthet Dent 67, 458 (1992)

Haller, B.: Mechanismus und Wirksamkeit von Dentinhaftvermittlern.
Dtsch Zahnärztl Z 49, 750 (1994)

Haller, B., Fritzenschaft, A.: Dentinhaftung von Ein- und Mehrkomponenten-Haftvermittlern bei Dry und Moist Bonding in vitro.
Dtsch Zahnärztl Z 54, 225 (1999)

Häßler, C., Kroszewsky, K., Spitzer, A.: Korrosionsbeständigkeit von Stift-Stumpfaufbauten.
ZWR, 107(9), 511-517 (1998)

Haubitz, J., Grund, C.: MEDAS-Statistiksystem für die medizinischen Wissenschaften.
Würzburg (1993)

Helfer, A. R., Melnick, S., Schilder, H.: Determination of the moisture content of vital and pulpless teeth.
Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol (United States) 34 (4), 661-670 (1972)

Holmes, D. C., Diaz-Arnold, A. M., Leary, J. M.: Influence of post dimension on stress distribution in dentin.
J Prosthet Dent 75, 140-147 (1996)

Hüls, A.: Zum Stand der klinischen Bewährung infiltrationskeramischer Verblendkronen.
Dtsch Zahnärztl Z 50, 674-676 (1995)

Kaplan, E.L., Meier, P.: Nonparametric estimation from incomplete observations.
J Am Stat Assoc 53, 457-481 (1958)

Kern, M., Simon, M. H. P., Strub, J. R.: Erste klinische Erfahrungen mit Wurzelstiften aus Zirkonoxidkeramik.
Dtsch Zahnärztl Z 53, 266 (1998)

Kerschbaum, Th.: Überlebenszeiten von Kronen- und Brückenzahnersatz heute.
Zahnärztl Mitt 76, 2315-2320 (1986)

Kerschbaum, Th.: Kronen und Brücken – Langzeitergebnissen und Konsequenzen.
In: *Koeck, B.* (Hrsg.): Praxis der Zahnheilkunde, Bd. 5 (Kronen- und Brückenprothetik),
4. Aufl., Urban & Fischer, München, 381 – 389 (1999)

Kerschbaum, Th., Imm, Ch.: Nachuntersuchung von stiftverankertem Zahnersatz.
Dtsch Zahnärztl Z 38, 1007-1010 (1983)

Kerschbaum, T., Leempoel, P. J. B.: Kronen und Brücken – Konsequenzen aus
Langzeitergebnissen.
In: *Voß, R., Meiners, H.* (Hrsg.): Fortschritte der zahnärztlichen Prothetik und
Werkstoffkunde, Bd. 4. Hanser, München, 109 – 136 (1989)

Lang, H., Müllejans, R., Schüler, N., Schüpbach, P., Nolden, R., Raab, W. H.-M.:
Verlaufsrichtung der Dentintubuli und der Verbund adhäsiv befestigter Werkstoffe.
Dtsch Zahnärztl Z 56 (9), 527-531 (2001)

Malament, K. A. und Grossman, D. G.: Bonded versus non bonded Dicor crowns: Four
years report.
J Dent Res 71, 321, Abst. No.1720 (1992)

Mentink, A. G., Meeuwissen, R., Kayser, A. F., Mulder, J.: Survival rate and failure
characteristics of the all metal post and core restoration.
J. Oral Rehabil., 20(5), 445-61 (1993)

Meyenberg, K. H., Lüthy, H., Schärer, P.: Zirconia posts. A new all-ceramic concept for
nonvital abutment teeth.
J Esthet Dent 7, 73 (1995)

Øilo, G.: Sealing and retentive ability of dental luting cements.
Acta Odontol Scand 36, 317 (1978)

Ottl, P., Lauer, H. C.: Success rates for two different types of post-and-cores.
J Oral Rehabil 25, 752 (1998)

Pashley, D. H. und Carvalho, R. M.: Dentine permeability and dentine adhesion.
J Dent 25, 355 (1997)

Pröbster, L.: Survival rate of In-Ceram restorations.
Int J Prosthodont 6, 259-263 (1993)

Pröbster, L.: Four year clinical study of glass-infiltrated, sintered alumina crowns.
J Oral Rehabil 23, 147-151 (1996)

Reichenbach, E. : Klinik und Herstellungsmethoden der Stiftkronen.
Dtsch Zahnärzte Kalender 1953, C. Hanser, München, 9-11 (1953)

Riedling, W., Kappert, H. F.: Veränderung einer Gingivaverfärbung nach Austausch eines Wurzelstiftes und Versorgung mittels Glaskeramik – Ein Fallbericht.
Die Quintessenz 39, 1919 (1988)

Ring, M. E.: Geschichte der Zahnmedizin.
Könemann, Köln 1997

Rosentritt, M., Furer, C., Behr, M., Lang, R., Handel G.: Comparison of in vitro fracture strength of metallic and tooth-coloured posts and cores.
J Oral Rehabil, 27 (7), 595-601(2000)

Shillingburg, H. T., Kessler, J. C.: Restauration von wurzelkanalbehandelten Zähnen.
Quintessenz, Berlin 1982

Sirimai, S., Riis, D. N., Morgano, S. M.: An in vitro study of the fracture resistance and the incidence of vertical root fracture of pulpless teeth restored with six post-and-core systems.
J Prothet Dent, 81, 262-269 (1999)

Sivers, J. E., Johnson, W. T.: Der Aufbau wurzelkanalbehandelter Zähne.
Dental Report, Medica Verlag, Stuttgart, 61-81 (1992)

Sornkul, E., Stannard, J.G.: Strength of roots before and after endodontic treatment and restoration.
J Endod 18, 440 – 443 (1992)

Spang, H.: Wiederherstellen von Zähnen mit Radix-Ankern – Grundlagen und Anwendungen.
Quintessenz Verlag, Berlin, 19-20 (1991)

Standlee, J. P., Caputo, A. A., Hanson, E. C.: Retention of endodontic dowels: Effect of cement, dowel length, diameter, and design.
J Prosthet Dent 39, 401-405 (1978)

Standlee, J. P., Caputo, A. A.: Endodontic dowel retention with resinous cements.
J Prosthet Dent 68, 913-917 (1992)

Stecher, T., Munack, J., Schwarze, Th., Geurtsen, W.: Keramische Versorgungen endodontisch behandelter Front- und Seitenzähne.
Die Quintessenz 52, 7, 705-717 (2001)

Steiner, N., Nergiz, I., Niedermeier, W.: Korrosion an Stiftaufbau-Systemen bei Verwendung unterschiedlicher Legierungen.
Dtsch Zahnärztl Z 53, 3 (1998)

Stiefenhofer, A., Stark, H., Hackhofer, Th.: Biomechanische Untersuchungen von Stiftaufbauten mit Hilfe der Finite-Elemente-Analyse.
Dtsch Zahnärztl Z 49, 711 (1994)

Stiefenhofer, A., Hackhofer, Th.: Biomechanik des Stiftaufbaus am parodontal geschwächten Zahn.
ZWR, 105(12), (1996)

Stiefenhofer, A., Stark, H.: Wurzelkanalverankerung von Kronenaufbauten.
Phillip Journal 9 (1992)

Stiefenhofer, A., Hackhofer, Th.: Biomechanische Untersuchungen von Stiftaufbauten bei horizontalem Knochenabbau mit Hilfe der Finite-Elemente-Analyse.
Biomedizinische Technik, Band 40, Ergänzungsband 1, 29-30 (1995)

Stiefenhofer, A., Richter, H.: Evidence for 2-dimensional Finite-Element-Analysis of endodontic post and cores.
European Prosthodontic Association (EPA), Deutsche Gesellschaft für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde (DGZPW). Abstracts 163, 105 (1996)

Strub, J. R., Beschnidt, S. M.: Fracture strength of 5 different all-ceramic crown systems.
Int J Prosthodont, 11(6), 602-609 (1998)

Strub, J. R., Türp, J. C., Blatz, M. B., Heydecke, G.: Vorbehandlung.
In: *Koeck, B.* (Hrsg.): *Praxis der Zahnheilkunde*, Bd. 5 (Kronen- und Brückenprothetik),
4. Auflage, Urban & Fischer, München, 64 (1999)

Swift, E. J., Perdigao, J., Heymann, H. O.: Bonding to enamel and dentin: a brief story
and state of the art.
Quintessence Int 26, 95 (1995)

*Szep, S., Kessler, B., May, A., Langner N., Gerhardt, T., Schriever A., Becker, J.,
Heidemann, D.:* Haftkraft und Randschlußverhalten moderner
Dentinhaftvermittlersysteme bei simuliertem Liquordruck in vitro.
Dtsch Zahnärztl Z 56 (9), 532-538 (2001)

Tinner, D., Marinello, C., Kerschbaum, Th.: Die präprothetische Vorbereitung des
wurzelkanalbehandelten Pfeilerzahnes. Intradikuläre Verankerung – Eine
Fragebogenauswertung.
Schweiz Monatsschr Zahnmed 111 (4), 402-409 (2001)

Tinschert, J., Wilke, M., Esser, M., Marx, R.: Haftfestigkeit und hydrolytische
Beständigkeit neuerer Dentinhaftvermittler.
Dtsch Zahnärztl Z 52, 295 (1997)

Torbjörner, A., Karlsson, S., Ödman P.A.: Survival rate and failure characteristics for
two post designs.
J Prosthet Dent 73, 439 (1995)

Turner, C. H.: The retention of dental posts.
J Dent 10, 154-165 (1982)

Turner, C. H., Gross, M. J.: Investigation of hydrostatic pressure changes during
cementation of screw-retained posts, and posts with integral cement release channels.
J Oral Rehabil 10, 421 (1983)

Weine, F. S., Wax, A. H., Wenckus, C. S.: Retrospective study of tapered, smooth post
systems in place for 10 years and more.
J Endod 17, 293 – 297 (1991)

Wirz, J., Christ, R.: Korrosionserscheinungen an Schrauben und Stiften bei
Zahnaufbauten – eine In-vitro-Studie.
Schweiz Monatsschr Zahnmed 92, 408 (1982)

Wirz, J., Johner, M., Pohler, O.: Korrosionsverhalten verschiedener Schrauben und Stifte im Wurzelkanal.
Schweiz Monatsschr Zahnmed 90, 217 (1980)

Wirz, J., Jungo, M., Schmidli, F.: Zahnärztliche Materialien und Werkstoffe auf dem Prüfstand.
Die Quintessenz 47, 837-846 (1996)

Danksagung

Herrn Professor Dr. Th. Holste danke ich sehr herzlich für die Überlassung des Themas und für die großzügige Bereitstellung von Mitteln und Materialien zur Durchführung und Auswertung der Studie.

Herrn Oberarzt Dr. A. Stiefenhofer danke ich für die fachliche Beratung und Unterstützung sowie für die Hilfe bei der Gestaltung, Anfertigung und Durchführung dieser Arbeit.

Bei Herrn A. Waldhorn möchte ich mich für die persönliche Unterstützung bedanken.

Das Fachinstitut für Statistik in Würzburg hat die statistische Auswertung der Datenbank übernommen. Die finanziellen Mittel wurden von Herrn Prof. Dr. Th. Holste (III. Mittel) zur Verfügung gestellt.

Lebenslauf

Name: Claudia Koch

geb.: 20.12.1969

Geburtsort: Fulda

Familienstand: ledig

Wohnort: Keesburgstraße 32, 97074 Würzburg

Schulbildung:

1975-1979	Grundschule Wilhelm-Neuhaus-Schule, Bad Hersfeld
1979-1981	Förderstufe Konrad-Duden-Schule, Bad Hersfeld
1981-1985	Gymnasialer Zweig Konrad-Duden-Schule, Bad Hersfeld
1985-1989	Modellschule Obersberg, Bad Hersfeld Abschluß: Allgemeine Hochschulreife (Abitur)

Berufliche

Ausbildung: 1989-1991 Ausbildung zur Medizinisch Technischen Assistentin (MTA) für Laboratoriumsmedizin an den Städtischen Kliniken, Fulda
Abschluß: Staatlich geprüfte MTA

Beruflicher

Werdegang: 1991-1992 Arbeit bei der Deutschen Forschungsgesellschaft unter Privatdozent Oberarzt Dr. med. C. Pfafferoth, Ingolstadt im Fachgebiet Rheologie

<i>Studium:</i>	November 1992 bis Februar 1999	Studium der Zahnmedizin an der Bayrischen Julius-Maximilians-Universität, Würzburg
	Juli 1999	Abschluß des zahnmedizinischen Staatsexamens
<i>Zahnärztliche Tätigkeit:</i>	September 1999 bis Januar 2000	Zahnarztpraxis Dr. S. Kurschat-Fellinger, 97947 Grünsfeld
	Februar 2000 bis Juli 2000	Zahnarztpraxis Professor. (NY) Dr. M. Lang, (Internationales Fortbildungszentrum für zahnärztliche Implantologie) 90402 Nürnberg
	seit August 2000	Zahnarztpraxis Dr. R. Schrott, (zertifizierter Implantologe) 90471 Nürnberg

Würzburg im Juli 2002

Claudia Koch