

Aus der Poliklinik für Zahnerhaltung
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster
Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. dent. K. H. R. Ott

**Langzeituntersuchung zur Vitalerhaltung
direkt überkappter Zähne**

- Eine retrospektive Studie über 15 Jahre -

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des
doctor medicinae dentium
der Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von
Jana Leidinger, geb. Kämmer
aus Warendorf

2004

Gedruckt mit Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der
Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Dekan: Univ.-Prof. Dr. med. H. Jürgens

1. Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. K. H. R. Ott

2. Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. U. Emer

Tag der mündlichen Prüfung: 26.2.2004

Aus der Poliklinik für Zahnerhaltung
der Westfälischen Wilhelms–Universität Münster
Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. dent. K. H. R. Ott
Referent: Univ.-Prof. Dr. med. dent. K. H. R. Ott
Korreferent: Univ-Prof. Dr. U. Emer

ZUSAMMENFASSUNG

Langzeituntersuchung zur Vitalerhaltung direkt überkappter Zähne

- Eine retrospektive Studie über 15 Jahre -

Jana Leidinger, geb. Kämmer

Die vorliegende retrospektive Arbeit stellt die Überlebensrate direkt überkappter Zähne über einen Behandlungszeitraum von 15 Jahren dar, die unter Standardbedingungen in der Poliklinik für Zahnerhaltung der Universität Münster behandelt worden sind.

Es soll analysiert werden, wie der Langzeiterfolg der direkten Überkappung der Pulpa hinsichtlich der Vitalerhaltung der Zähne einzuschätzen ist und welche Einflussfaktoren dabei eine Rolle spielen.

Es wurden insgesamt 248 Zähne nachuntersucht, die im Rahmen einer Behandlung mit einem Calciumhydroxidpräparat direkt überkappt worden sind. Das „Follow-up“ betrug durchschnittlich 6,1 (0,01 - 16,6) Jahre, die Gesamtüberlebensrate betrug 80,24 %. In der kumulativen Überlebensanalyse nach Kaplan-Meier zeigte sich ein durchschnittlicher Überlebenszeitraum von 13,3 (12,4 - 14,1, $\pm 0,4$) Jahren mit einem Survival von 76,32 %. 49 Zähne wurden avital, zum grössten Teil (57,1 %) bereits innerhalb der ersten 2 Jahre nach erfolgter Überkappung. Alle avitalen Zähne bereiteten ausnahmslos klinische Beschwerden. Geschlechtsspezifisch bestand in Bezug auf die Erfolgsquote bei Männern (78,71 %) und bei Frauen (81,82 %) ein ausgewogenes Verhältnis ($p = 0,88$). Signifikanten Einfluss hatte das Alter der Patienten in Korrelation zum Survival nur in der Alterskategorie über 60 Jahren verglichen mit Probanden unter 30 Jahren ($p < 0,05$). Die Verteilung der überkappten Zähne im Hinblick auf die einzelnen Zahngruppen war unterschiedlich (Frontzähne: 10,1 %, Eckzähne: 0,4 %, Prämolaren: 28,2 %, Molaren: 61,3 %) und zeigte keinen Einfluss auf das Survival ($p > 0,1$). Bei den Molaren betrug die Überlebenszeit im Durchschnitt 11,8 Jahre, von den 152 Zähnen waren 121 (79,61 %) noch vital. Am häufigsten wurde Zahn 36 mit 9,3 % direkt überkappt, Zahn 13, 28 und 32 mit 0,4 % am seltensten. 54 % der Zähne sind als Füllungsmaterial mit Amalgam 18,1 % mit Gold, 17,7 % mit Kunststoff und 8,5 % mit Glasionomerzement und 0,8 % mit Keramik versorgt worden. Die Überlebensrate der mit Gold (82,1 %) und Amalgam (83,6 %) gefüllten Zähne war am grössten und gegenüber Glasionomerzement signifikant besser ($p < 0,001$).

Die durchgeführte Studie belegt, dass eine direkte Überkappung eine adäquate Therapiemassnahme nach Eröffnung des Pulpacavums mit nachweisbarem Langzeiterfolg zur Vitalerhaltung eines Zahnes darstellt.

Tag der mündlichen Prüfung: 26.2.2004

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Problemstellung	7
2	Literaturübersicht	10
2.1	Geschichte der direkten Überkappung	10
2.2	Geschichte der Calciumhydroxide in der Medizin und Zahnmedizin.....	12
2.3	Wirkungsweise des Calciumhydroxids	13
2.4	Darreichungsformen von Calciumhydroxid.....	16
2.5	Erfolg und Misserfolg der direkten Überkappung.....	18
3	Material und Methode	22
3.1	Patienten	22
3.2	Methoden.....	23
3.3	Statistische Auswertung	25
4	Ergebnisse	26
4.1	Patienten	26
4.1.1	Follow-up	26
4.1.2	Altersverteilung der Patienten	27
4.1.3	Geschlechtsverteilung	30
4.2	Behandelte Zähne	31
4.2.1	Verteilung nach Oberkiefer und Unterkiefer	31
4.2.2	Verteilung im Hinblick auf die Quadranten	32
4.2.3	Verteilung nach Zahngruppen	33
4.2.4	Häufigkeitsverteilung nach dem FDI-Schema	34
4.2.5	Restaurationsart nach der Überkappung	36
4.2.6	Symptome	37
4.2.7	Vitalität	38
4.3	Überlebensrate der Zähne.....	39
4.3.1	Kumulatives Überleben (Kaplan-Meier)	39
4.3.2	Abhängigkeit vom Alter	41
4.3.3	Abhängigkeit vom Geschlecht	44

4.3.4	Abhängigkeit vom Kiefer	46
4.3.5	Abhängigkeit von der Zahnart	47
4.3.6	Abhängigkeit von der Restaurationsart	48
4.3.7	Abhängigkeit von Symptomen	50
4.3.8	Abhängigkeit vom Beobachtungszeitraum	51
5	Diskussion.....	52
5.1	Diskussion der Methode	52
5.2	Diskussion der Ergebnisse.....	54
5.3	Klinische Konsequenz	63
6	Zusammenfassung	64
7	Literaturverzeichnis.....	66
8	Danksagung.....	78
9	Lebenslauf	79
10	Anhang.....	80
10.1	Abbildungsverzeichnis	80
10.2	Tabellenverzeichnis	81
10.3	Datenerhebungsbogen	82
10.4	Fragebogen	83

1 Einleitung und Problemstellung

Per definitionem ist eine **direkte Überkappung** eine medikamentöse Versorgung einer akzidentell oder durch Trauma freigelegten bzw. freiliegenden gesunden oder reversibel geschädigten Pulpa zur Erhaltung der Vitalität (*Schwenzer 1988*). Als Medikament dient im Regelfall ein Calciumhydroxidpräparat: $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Die Indikation für eine direkte Überkappung stellt sich während der Behandlung und wird heutzutage immer noch kontrovers diskutiert (*Woehrlen 1977 und 1978*). Die Therapie sollte, wie alle Behandlungen einer Caries profunda, d. h. einer Karies im mittleren bis letzten Dentindrittel, unter Kofferdam erfolgen (*Ott 2002*). Die Isolierung mit Kofferdam ist notwendig, um das Arbeitsfeld trocken und übersichtlich zu halten und somit eine Keimverschleppung zu minimieren.

Ziel ist es, eine Wurzelkanalbehandlung zu vermeiden, da diese auch immer mit einem Restrisiko des Fehlschlagens bzw. unter Umständen mit Verlust eines Zahnes einhergeht.

Die direkte Überkappung ist auf den Erhalt sowie die Heilung der Pulpa ausgerichtet, sie dient als vitalerhaltende Therapiemaßnahme der gefährdeten Pulpa und als Schutz zur Vitalerhaltung des Gewebes (*Weiger 2001*). Der Erfolg der direkten Überkappung hängt vom histologischen Zustand der Pulpa ab. Günstige Voraussetzungen ergeben sich bei der freigelegten, jugendlichen Pulpa, ungünstige bei einer Eröffnung des Pulpa-kavums mit fortgeschrittenem kariösen Prozess. Der histologische Zustand kann dabei klinisch aber nur vermutet werden (*Schwenzer 1988*).

Überlebt die Pulpa diese Behandlungsmaßnahme, d. h. bleibt sie klinisch vital, ist das zunächst als ein Erfolg zu werten. Die Vitalität kann durch einen Kältetest z. B. mit CO_2 -Schnee ($-78,5\text{ °C}$) überprüft werden. Die Kälte soll möglichst an Stellen des Zahnes aufgebracht werden, die der Pulpa nah sind. Diese Anwendung gilt als die sicherste Methode (*Hellwig et al. 1995*). Unklar bleibt aber im Einzelfall, wie lange solch ein Behandlungserfolg anhält. Eine Vitalexstirpation oder eine Wurzelkanalbehandlung müssen ggf. später nachgeholt werden (*Schröder 1982*).

Eine **Indikation** für die direkte Überkappung besteht zum einen nach Trauma bei Fraktur der Zahnhartsubstanz mit Pulpaeröffnung bis maximal 1 mm², zum anderen nach iatrogenen Pulpaeröffnung während der zahnärztlichen Behandlung, z. B. bei der Exkavation oder bei der Präparation bzw. Bearbeiten eines Zahnes mit rotierenden Instrumenten an jugendlicher Zähne. Auch hier sollte die Größe der Eröffnung 1 mm² nicht überschreiten (*Schwenzer 1988*). Günstigere Prognosen bestehen bei einer Pulpaeröffnung jugendlicher Zähne, deren Karies zwar fortgeschritten, deren Wurzelwachstum aber noch nicht abgeschlossen ist.

Als **Kontraindikation** gilt die Pulpaeröffnung während des Exkavierens bei fortgeschrittener Karies von Milchzähnen. Auch bei Bestehen jeglicher Formen einer Pulpitis, d. h. sowohl bei einer akuten als auch bei einer chronisch gewordenen Infektion, ist eine direkte Überkappung kontraindiziert. Bei einer Zahnfraktur, gleichgültig an welcher Stelle diese erfolgt, und bei einer iatrogenen Pulpaeröffnung sind die Massnahmen der direkten Überkappung ebenfalls nicht angezeigt, wenn die Eröffnung eine Grösse von 1 mm² überschreitet.

Bei der Auswahl einer adäquat vitalerhaltenden Therapieform ist die korrekte Analyse des Regenerationspotentials des Pulpagewebes unter Berücksichtigung mehrerer Faktoren von entscheidendem Interesse. Es sind zum einen die Vorgeschichte des Zahnes und die unmittelbar anstehende Behandlung, wie z. B. restaurative Maßnahmen, von wesentlicher Wichtigkeit, um den erwarteten Erfolg oder Misserfolg möglichst genau einschätzen zu können. Auf jeden Fall ist bei bleibenden Zähnen mit gesunder oder allenfalls reversibel geschädigter Pulpa die Möglichkeit der direkten Überkappung gegeben. Kommt es allerdings zu einer bakteriellen Kontamination, welche eine irreversible Entzündung des Gewebes bedingt, so muss ein Misserfolg vermutet werden. Eine bakterielle Besiedlung kann durch Karies oder aber auch durch unsauberes Arbeiten, wie es ständiger Kontakt mit Speichel und Plaque darstellt, stattfinden. Daher ist das Arbeiten mit einem Kofferdam, mit dem diese aseptischen Kautelen eingehalten werden, absolut indiziert (*Weiger 2001*). Ferner ist darauf zu achten, dass es nicht zur Ausbildung eines Blutkoagulums zwischen Pulpagewebe und dem Wundverband kommt. Dies verringert die Heilungschancen immens, daher ist die sofortige Blutstillung mit H₂O₂ (3 %) und einem sterilen Wattepellet vorzunehmen (*Folwaczny et al. 1998*).

In einer Studie mit 33 Zähnen untersuchte *U. Schröder* (1973) den Effekt eines nach Exstirpation der Kronenpulpa auf der Wundfläche belassenen Blutkoagulums bei der Applikation eines Calciumhydroxidpräparates. Es kam zu Interferenzen mit der üblicherweise einsetzenden Wundheilung. Das Koagel bedingt eine Zellimmigration von Makrophagen, die über Botenstoffe eine Abwehrreaktion in Gang setzten. Es kam zu einer chronischen Entzündung der Pulpa, welche einen Untergang des Pulpagewebes zur Folge hatte.

Granath und *Hagman* (1971) stützen diese These ebenfalls, weisen aber auch auf das Infektionsrisiko durch das operative Trauma einer Pulpaamputation hin.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Überlebensrate von direkt überkappten Zähnen zu untersuchen und Faktoren zu ermitteln, die darauf Einfluss nehmen können.

Bei der Analyse der Beeinflussung der Überlebensquote der Zähne wurden klinische Daten (Alter, Geschlecht, Follow-up, Zahngruppen und Restaurationsart) berücksichtigt und diese untereinander verglichen.

Die Ergebnisse sind statistisch analysiert und anschliessend diskutiert worden.

2 Literaturübersicht

2.1 Geschichte der direkten Überkappung

Die erste „direkte Überkappung“ wurde bereits 1756 von *Pfaff* beschrieben. Er deckte die Pulpawunde mit dünnen Gold- und Bleifolien ab. Zur selben Zeit versuchte sich *James Snell* an der Überkappung der Pulpa mit Silbernitrat, er verwendete Mastix als temporäres Füllungsmaterial. Dies war zum damaligen Zeitpunkt ein sehr gebräuchliches Verfahren. *Frederik Hirsh* behandelte sog. „kranke Zähne“ mittels einer Kauterisation mit einer glühenden Sonde und deckte die Kavität anschliessend mit Blei ab. Leider gibt es über diese Behandlungsmethode keinerlei Aufzeichnungen, so dass der Erfolg oder Misserfolg nicht mehr nachzuvollziehen ist. *Leonard Koecker* aus Philadelphia (1828) führte ähnliche Pulpakauterisationen durch (zitiert nach *Goodis* 2002).

Jacob Linderer und sein Sohn *Joseph* (1837) versuchten, die eröffnete Pulpa mit verschiedenen Essenzen oder anästhesierenden Ölen zu desensibilisieren; sie verwendeten Wachs als Deckungsmaterial, und ein paar Tage später wurden die Zähne mittels dünner Goldplättchen definitiv verschlossen. Dem Gold sprach man damals eine einzigartige Heilungsfähigkeit zu, als alleiniges Material sollte es die Eigenschaft besitzen, eine undurchlässige Barriere zu bilden (zitiert nach *Goodis* 2002). Später berichteten *von zur Nidden* (1861), *Rogers* (1857) und *Taft* (1859) über die Deckung der Pulpawunde mittels Plättchen aus Elfenbein und Zinn in Kombination mit diversen Füllungsmaterialien (zitiert nach *Folwaczny et al.* 1998). Weitere Versuche der direkten Überkappung mit Calciumhydroxidkombinationen führten 1859 *Underwood*, *Mackenzie* und *Perkins* durch (zitiert nach *Staehe* 1990).

Eine Gesetzmässigkeit konnte damals noch nicht beobachtet werden. Den Erfolg der direkten Überkappung sprach man eher Zufällen zu.

Leber und *Rottenstein* (1867) fanden Mikroorganismen auf der Zahnoberfläche und in „verfaulten“ Kavitäten; sie schlussfolgerten daraus, dass dies die Ursache für eine Pulpanekrose sei (zitiert nach *Goodis* 2002).

Witzel beschrieb 1879 ebenfalls die mikrobielle Infektion als Ursache für einen Misserfolg der direkten Überkappung und als Grund für eine entzündliche Pulpa (*Goodis* 2002). Dadurch konnten die Therapieergebnisse einer direkten Überkappung besser

eingeorordnet werden. Er behandelte nach Eröffnung der Pulpa und vollständiger Kariesentfernung diese einfach nur mit sehr kaltem Wasser. Verursachte dies einen akuten und durchdringenden Schmerz, so wurde die Pulpa als reversibel entzündlich eingeorordnet.

Die zum Teil schlechten Ergebnisse ließen noch zu Beginn des 20. Jahrhunderts einen der Pioniere der modernen Zahnheilkunde, *Black* (1915), zu der Beurteilung kommen, dass eine Vitalerhaltung der einmal eröffneten Pulpa auf Dauer unmöglich sei. Er war der Meinung, dass - wenn überhaupt - eine erfolgreiche Überkappung nur bei jugendlichen Zähnen möglich sei.

1922 bezeichnete *Rebel* auf dem Boden seiner Erfahrungen die Pulpa als ein „verdammtes und ein verlorenes Organ“ (*Stanley* 1998).

Diese Einschätzung fand damals bei vielen anderen Autoren Anklang und galt für Jahrzehnte als unumstößliches Paradigma, das teilweise noch heute von einigen Fachleuten vertreten wird.

Im Jahre 1920 rückte durch *Hermann* das Calciumhydroxid noch einmal in den Vordergrund: es begann eine neue Ära in der Behandlung der Pulpa. Er beschreibt in seiner Dissertation die stark bakterizide Wirkung bei infizierten Wurzelkanälen (*Hermann* 1920). Um 1930 führt er erste „direkte Überkappungen“ mit Calciumhydroxid erfolgreich durch (*Hermann* 1928 und 1930).

Durch die weitere Aufklärung der histologischen, zytologischen und biochemischen Grundlagen der Pulpaphysiologie sowie der Mechanismen und der Voraussetzung für eine komplikationslose Wundheilung in den darauffolgenden Jahren kann inzwischen von einem hohen Therapieerfolg nach direkter Überkappung gesprochen werden (*Avery* 1981, *Fitzgerald* 1979, *Massler* 1972, *Masterton* 1966). Bis heute hat sich der Gebrauch des Calciumhydroxids bewährt. Es findet in der gesamten Endodontie Anwendung.

2.2 Geschichte der Calciumhydroxide in der Medizin und Zahnmedizin

Calciumhydroxid wird schon seit langer Zeit für zahnärztliche Zwecke eingesetzt. Trotz vielfältiger Versuche, es durch andere Stoffe zu ersetzen, hat Calciumhydroxid sowohl in reiner Form als auch in Kombination mit anderen Substanzen in der zahnärztlichen Behandlung seinen festen Platz (*Staehele* 1990). Der Begriff „Calciumhydroxid“ ist erst von der modernen Naturwissenschaft geprägt worden. Der altertümliche Begriff „Kalk“ bezieht sich auf gebrannten und gelöschten Kalk, der in seiner Zusammensetzung dem oben genannten entspricht. Das Wissen um die Wirkungsweise des Calciumhydroxid bzw. des Calciumoxids in wässrigem Milieu ist nahezu so alt wie das über den Prozess des Kalkbrennens. Schon *Dioscurides* (40 – 90 n. Chr.) beschrieb eine erstaunliche Wirkung von Kalk auf menschliche Gewebe als heilend und vernarbend. Bei *Galen* (130 - 201 n. Chr.) findet man ebenfalls eine Schilderung der „krustenbildenden“ Wirkung von Kalk auf Geweben. Die schon damals beschriebenen Vorgänge bei der Verwendung Calciumhydroxids bzw. verwandter Präparate, ihrer reparativen und heilenden Prozesse und der darauf folgenden Narbenbildung, entsprechen den heutigen genaueren Kenntnissen über dieses Medikament (zitiert nach *Staehele* 1990).

Gebrannte und gelöschte Kalke wurden bereits um Christi Geburt zur Behandlung pathologischer Veränderungen in der Mundhöhle (Tumoren, Parodontopathien u. a.) verwendet. Auch als therapeutisches Mittel gegen Zahnschmerzen, als schmerzstillende Einlagen und ausserdem zur Behandlung von Zahnkaries fand das Mittel Anwendung. Seit dem 18. Jh. finden sich genauere Quellen. So beschreibt *Hunter* (1780) die Verwendung von „Kalchwasser“ im Hinblick auf chirurgische Behandlungen odontogener Abszesse. Auch *Hirsch* (1796 u. 1801), *J. Linderer* (1834), *C. J. Linderer* (1848 u. 1851), *Nessel* (1840 u. 1856), *Clark* (1857) und *Nedden* (1859) erwähnen verschiedene Kombinationen von anderen Substanzen mit ungelöschtem und gelöschtem Kalk zur Behandlung von Zahnschmerzen und als „Zahnkitt“ zum Füllen von Kavitäten (zitiert nach *Staehele* 1990).

2.3 Wirkungsweise des Calciumhydroxids

Calciumhydroxid besitzt eine geringe, aber ausreichende Wasserlöslichkeit, wodurch es in Ca^{2+} und 2 (OH)^- -Ionen dissoziiert (*Staeble* 1990). Die Wirkung beruht auf den entstehenden Hydroxidgruppen, die sehr alkalisch sind. Bei Kontakt mit vitalem Gewebe, z. B. der Pulpa, kommt es zur Ausbildung einer sogenannten „alkalischen Nekrose“. Calciumhydroxid hat einen pH-Wert von > 12 und gibt Hydroxylionen ab, die nach Aufbringen auf das exponierte Pulpagewebe zu der oben bereits beschriebenen Koagulationsnekrose führen und die weitere Blutung und einen Flüssigkeitsverlust des Gewebes unterbinden. Aufgrund seiner Alkalinität vermag Calciumhydroxid den im entzündeten Gewebe ins Saure verschobenen pH-Wert zu neutralisieren. Es wirkt dadurch hervorragend entzündungshemmend und bakterizid (*Schroeder* 1997). Im darunter befindlichen Gewebe kann es zu einer leichten Entzündungsreaktion kommen. Durch die darauf folgende, erhöhte Stoffwechselaktivität wird jedoch die Induktion zahlreicher Kapillaren angeregt.

Die nekrotische Zone bedingt bzw. fördert pulpawärts eine Differenzierung von Fibroblasten zu zahnhartsubstanz-bildenden Zellen und die Bildung eines kollagenen Faserwerks. Dieses Faserwerk wird zu Fibrodentin mineralisiert.

Schon nach 7 Tagen ist eine Hartsubstanzbarriere nachweisbar. Nach ein bis zwei Monaten entsteht sekundär tubuläres Dentin, das sich pulpawärts an das Fibrodentin anschliesst.

Innerhalb von 3 Monaten nach der Überkappung kommt es in 75 % der Fälle zur Ausbildung einer dünnen Reparationsdentinbrücke, die aus 3 Schichten besteht: einer amorphen Oberfläche mit geringem Mineralgehalt (33 %), eines fasergeflechtartigen Fibrodentins mit relativ hohem Mineralgehalt (50 %) und tubulärem Dentin mit einem Mineralgehalt von 42 % (Volumen-Prozent). Der Mineralgehalt steigt progressiv von der 2. (2 %) bis zur 15. Woche (42 %) nach der Überkappung an. Im Idealfall regeneriert sich die Restpulpa unter der Dentinbrücke und ist entzündungsfrei.

Die pulpale Fläche der Dentinbrücke kann zahlreiche Öffnungen (Durchmesser 20 - 250 μm) aufweisen. Diese sog. Poren sind von kleinen Blutgefäßen freigehalten und somit permeabel für Bakterien (*Schroeder* 1997). Bei nicht vollständiger Schliessung der Pul-

pawunde und diskontinuierlicher Reparationsdentinbildung bleibt die Pulpa im Zustand einer chronischen Entzündung.

Die Bildung von Reparaturdentin und die Ausheilung der verletzten Pulpa werden durch eine bakterielle Infektion eingeschränkt oder unmöglich gemacht. Dies geschieht dann, wenn z. B. die aseptischen Kautelen, nämlich das Arbeiten unter Kofferdam, nicht eingehalten werden.

Bei einer traumatischen Verletzung der Pulpa kann es unter Umständen zu einer Verlagerung von Dentinsplittern und Füllungsmaterial in die Pulpa hinein kommen.

Auch eine starke interne Pulpablutung und die bereits erwähnte Problematik des Blutkoagulums können eine komplette Ausheilung verhindern.

U. Schröder (1973) stellte dar, dass die Bildung eines Blutkoagulums auf der exponierten Pulpafläche die Wundheilung erheblich beeinträchtigt und behindert. Eine besonders starke Blutung, die während der Behandlung schwer zu stoppen ist, wirkt sich im Vergleich zu einer leichteren negativ auf den Heilungsprozess aus (*Matsuo et al.* 1996). *Stanley* (1998) wies darauf hin, dass eine zu schnelle Deckung bei einer starken Blutung der exponierten Pulpa hinderlich sei; es muss erst eine ausreichende Hämostase eingesetzt haben, da sonst Erythrozyten aus den verletzten kleinen Gefäßen austreten und in das Pulpagewebe hineinwandern.

Dort setzt dann der typische Verlauf der Hämolyse ein. Makrophagen produzieren so viel Hämosiderin und entzündliche Zellinfiltrate, dass eine Erholung des Pulpagewebes stark verzögert oder sogar komplett verhindert wird. Neben einer gründlichen Desinfektion der Expositionsstelle ist besonderes Augenmerk auf die möglichst vollständige Blutstillung mit Hilfe geeigneter Stoffe wie beispielsweise einer wässrigen Lösung von Wasserstoffperoxid (*Horsted et al.* 1981) oder von Aluminiumchlorid (*Stanley* 1989) zu legen. Zur Blutstillung und Reinigung der Kavität nach einer Eröffnung des Pulpakavums wird auch Natriumhypochlorit (NaOCl) empfohlen (*Hafez et al.* 2002). NaOCl zeichnet sich durch einen hohen pH-Wert aus und ist somit vergleichbar mit $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Lösungen (*Cox et al.* 1998). Ein Vorteil wäre, dass beide Substanzen ähnliche Gewebsreaktionen verursachen: Desinfektion und Induktion von Hartgewebsneubildung. Vergleichbar mit $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ist NaOCl ebenfalls antibakteriell wirksam (*Dammaschke* 1999). Es könnte möglicherweise aufgrund des hohen pH-Wertes von 12, ähnlich wie es

Ca(OH)₂ wahrscheinlich macht, Wachstumsfaktoren für die Hartgewebsneubildung aus dem Dentin aktivieren (*Smith et al. 1995*).

In der klinischen Anwendung hat sich auch eine vorübergehende Applikation von wässrigen Calciumhydroxidpräparaten bis zur endgültigen Blutstillung bewährt. Diese ist allerdings nur als temporäre Einlage gedacht, da sich diese mit Blut und Serum durchsetzt; deshalb wird vor dem endgültigen Verschluss noch mal eine frisch in situ verbleibende Suspension empfohlen (*Folwaczny et al. 1998*).

2.4 Darreichungsformen von Calciumhydroxid

In der Kategorie und Applikationsform der Calciumhydroxidpräparate sind unterschiedliche Gruppen zu nennen. Da sind zum einen **nicht härtende $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Präparate**; diese sind als wässrige Suspensionen und Pasten erhältlich, zu denen verschiedene Fertigprodukte von Calciumhydroxid gehören. Calxyl (Oco, Drinsein) ist eines der bekanntesten Materialien in Deutschland. Dieses Produkt ist in zwei unterschiedlichen Darreichungsformen vorhanden:

1. *Calxyl rot*, welches für die direkte Überkappung und Vitalamputationen verwendet wird. Es besteht zu 93 % aus $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sowie aus NaCl, KCl, NaHCO_3 in Ringerlösung.
2. *Calxyl blau* hat die gleiche Zusammensetzung wie das o. g. Produkt, ist aber zusätzlich mit dem Röntgenkontrastmittel Bariumsulfat (BaSO_4) versehen. *Hypocal* (Merz, Lütjenburg) besteht aus einer $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Suspension mit Zusatz von Zelluloselösung zur besseren Applizierbarkeit und BaSO_4 , welches auch hier wieder als Röntgenkontrastmittel zugesetzt wird.

Als einfachste, wirkungsvollste und billigste Möglichkeit kann eine Suspension aus $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Pulver und H_2O hergestellt werden (z. B. Calciumhydroxid pro analysis, Merck, Darmstadt). Es wird mit Wasser in quark-/sahneähnlicher Konsistenz angemischt und bietet in einer auf hoher Hydroxylionenkonzentration basierender Form die höchste antibakterielle und hartschichtbildende Wirkung.

Diese $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Suspensionen werden auch bei der indirekten Überkappung angewendet und in der Endodontie als medikamentöse Einlage in den Wurzelkanal eingebracht.

Desweiteren gibt es **erhärtende $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Präparate**. Hier gibt es die $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Zemente auf *Salicylatbasis*, welche immer aus einer Basis- und einer Katalysatorpaste bestehen. Das bekannteste Präparat ist das erhärtende („klebende“) Calciumhydroxidpräparate *Dycal* (Dentsply DeTrey). Es haftet fest am Dentin und hat folgende Zusammensetzung: die Basispaste besteht aus Butylenglycoldisalicylat (39 %), Calciumsulfat (31 %), Calciumwolframat (15 %), Titandioxid (14 %) und $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (1 %). Die Katalysatorpaste enthält $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (50 %), Ethyloluolsulfonamid (35 %), Zinkoxid (10 %), Titandioxid (4 %) und Zinkstearat (0,1 - 0,5 %) in destilliertem Wasser.

Weitere Produkte sind beispielsweise *Life* (Kerr) und *Reokap* (Vivadent).

Ferner gibt es Ca(OH)_2 -Zinkoxideugenol-Zemente, Ca(OH)_2 -Zinkoxidphosphat-Zemente und Ca(OH)_2 -Zemente auf *Kunststoffbasis*. Als einziger Zinkoxideugenol-Zement ist *Cp-Cap* (lege artis) bekannt. Er setzt mehr Hydroxylionen frei als die Präparate auf Salicylatbasis, ist daher aber auch chemisch weniger beständig, d. h. er geht mehr in Lösung und sollte aus diesem Grund nicht als definitive Unterfüllung verwendet werden. Ein Ca(OH)_2 -Zinkoxidphosphatzement ist *Dropsin* (Svedia). Dieser Zement zeichnet sich besonders durch seinen geringeren Säuregehalt aus. Durch den Ca(OH)_2 -Zusatz bietet er aber hinsichtlich Druckfestigkeit und Stabilität deutlich geringere mechanische Eigenschaften als herkömmliche Zinkoxidphosphatzemente an.

Die Ca(OH)_2 -Zemente auf Kunststoffbasis wurden entwickelt, um die mechanische und die chemische Beständigkeit zu verbessern; es wird hier zwischen den lichtpolymerisierenden und den chemisch polymerisierenden Präparaten unterschieden. Genau genommen handelt es sich um ein Komposit mit Ca(OH)_2 -Zusatz, dessen ausreichende alkalische Wirkung, auf die es im Wesentlichen ankommt, fraglich ist.

Pilz (1976) schreibt aus diesem Grund, dass reine Ca(OH)_2 -Präparate denen mit Zusatzwirkstoffen überlegen und deshalb den anderen vorzuziehen sind.

2.5 Erfolg und Misserfolg der direkten Überkappung

Im Hinblick auf die Erfolgsrate des Verfahrens und der Indikation der *direkten Überkappung* lassen sich in der Literatur kontroverse Ergebnisse finden.

Eine Frage, die sich in diesem Zusammenhang immer wieder stellt, ist die der Prognose des Zahnes nach Überkappung. Eine Reihe von Autoren fordern als wesentlich für ein erfolgreiches Gelingen eine klinisch völlig symptomfreie „gesunde“ Pulpa vor der Überkappung sowie die rein akzidentelle Eröffnung im gesunden Dentin. *Folwaczny* et al. (1998) und *Tronstad* und *Mjör* (1972) sehen die direkte Überkappung eines Zahnes, der klinisch symptomlos, aber kariös zerstört ist, als Kontraindikation an, da eine völlige Ausheilung durch Residuen von pathogenen Keimen verhindert werden könnte.

Die Anforderungen an eine erfolgreiche direkte Überkappung fassen *Tronstad* und *Mjör* (1972), *Selzer* und *Bender* (1975), *Brännström* und *Nyborg* (1971) und *Hellwig* et al. (1995) folgendermaßen zusammen: es darf kein kariöses Dentin zurückbelassen werden, da sonst die Gefahr der Infektion durch Kontamination mit Mikroorganismen besteht (zitiert nach *Schwenzer* 1988).

Die Pulpa darf laut der oben genannten Autoren nur reversibel geschädigt sein, wobei sich die sichere Diagnose des aktuellen Zustands der eröffneten Pulpa als sehr schwierig herausstellt, da keine gesicherte histologische Untersuchung durchgeführt werden kann. *Lim* und *Kirk* (1987) sowie *Barthel* et al. (2000) beschreiben allerdings gerade eben die klinische Beurteilung einer sogenannten „unauffälligen“ Pulpa als recht schwierig.

Das zentrale Problem ist, klinisch zwischen einer reversibel und irreversibel geschädigten Pulpa zu unterscheiden. Die klinische Abschätzung ist häufig konträr im Hinblick auf das histologische Pulpastadium (*Dummer* et al. 1980).

In einer retrospektiven Studie von *Horsted* et al. (1985) über die Langzeiterfolge werden als Voraussetzungen für eine Überkappung folgende Punkte genannt: es darf keine erhöhte Beweglichkeit des zu überkappenden Zahnes nachweisbar, keine apikale Aufhellung auf dem Röntgenbild (falls aktuell vorhanden) zu erkennen und nur eine kurz und sofort einsetzende Blutung nach Eröffnung der Pulpa vorhanden sein. *Lim* und *Kirk* (1987) schlagen aus diesem Grund die Ausschöpfung aller vorhandenen klinischen und radiologischen Testverfahren vor.

Haskell et al. (1978) haben in Langzeitstudien über einen Zeitraum von 30 Jahren beobachtet, dass durch Karies perforierte Zähne nach „direkter Überkappung“ im Durchschnitt 11,6 Jahre vital bleiben. Es gibt Autoren, die sogar trotz klinischer Entzündungszeichen die direkte Überkappung für vertretbar gehalten haben (*Eifinger* 1968).

Horsted et al. (1985) führte Untersuchungen an 510 im Studentenkurs direkt überkappten Zähne durch. Die Pulpa wurde in 70 % der Fälle durch Kavitätenpräparation, in 15 % durch Exkavation der Karies eröffnet. Bei Exposition des Pulpakavums wurde sofort mittels Kofferdam oder, falls dies nicht möglich war, mit Watterollen trockengelegt. Dann erfolgte eine gründliche Kavitätoilette mit Chloramin (2 %) oder H₂O₂ (3 %) zur Hämostase und Reinigung. Vor der direkten Überkappung war sicher zu stellen, dass die Exposition nicht größer als 1 mm² war, keine Schmerzen vorausgegangen waren, der Zahn keine erhöhte Beweglichkeit aufwies und dass die Blutung unmittelbar nach dem Eröffnen einsetzte. Als Medikament wurde entweder *Dycal* oder in einigen Fällen auch *Pulpdent* aufgetragen. Als Unterfüllung wurde Zinkoxid-Eugenol- oder Phosphat-Zement vor der definitiven Versorgung verwendet. Bei geplanter prothetischer Versorgung sollte über einen Zeitraum von 12 Monaten abgewartet werden, um sicherzustellen, dass der zu versorgende Zahn vital bleibt und keine Anzeichen einer apikalen Aufhellung im Röntgenbild aufweist. Nach 1, 3, 6, und 12 Monaten und 5 Jahren und 10 Jahren fanden klinische und radiologische Untersuchungen statt.

Von den für diese Arbeit herangezogenen 510 Fällen standen nur noch 245 Patienten für klinische Untersuchungen zur Verfügung; daher wurden weitere Verläufe der Aktenlage entnommen. Als Behandlungserfolg wurde gewertet, wenn die Patienten keine Schmerzen an den betroffenen Zähnen hatten, kein „Unbehagen“ angaben, die Sensibilitätsprüfung, die mittels CO₂-Kältespray sowie elektrischer Testung vorgenommen wurde, positiv ausfiel, keine Perkussionsempfindlichkeit bestand und röntgenologisch keine periapikale Osteolyse nachweisbar war. Die Überlebensrate betrug in der Studie von *Horsted et al.* (1985) nach 5 Jahren 82 % und nach 10 Jahren noch 72,7 %. Auffallend war, dass Zähne junger Patienten sowie Molaren eine höhere Überlebensrate aufwiesen. Es bestand kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Erfolgsquote zwischen kariös eröffneter und nicht kariös eröffneter Pulpa.

Barthel et al. (2000) überprüften das Behandlungsergebnis von 401 überkappten Zähnen. Als Medikament wurde ein Calciumhydroxid-Salicylatester-Zement (*Life, Kerr*)

benutzt. Von den 401 überkappten Zähnen bei 352 Patienten, die zwischen 1984 und 1987 bzw. 1990 und 1992 behandelt wurden, konnten im Jahre 1997 noch 123 Fälle nachuntersucht werden. Die Nachkontrolle fand unter der Einteilung in eine 10-Jahres- und in eine 5-Jahres-Gruppe statt. Mittels CO₂-Testung, elektrischer Sensibilitätsüberprüfung sowie abschliessender Palpations- und Perkussionsprobe wurde die Vitalität der Zähne überprüft. Den Akten konnte entnommen werden, an welcher Stelle die Exposition der Pulpa damals stattgefunden hatte; die Art der Unterfüllung und der definitiven Restauration war ebenfalls dokumentiert worden. Zum aktuellen Zeitpunkt der Nachuntersuchung wurde eine Taschentiefenmessung durchgeführt und die Qualität der definitiven Versorgung mit einer Sonde und Spiegel überprüft. Abschliessend wurde noch ein Röntgenbild angefertigt und mit den Nachbarzähnen verglichen. Als Misserfolg wurde gewertet, wenn der behandelte Zahn in der Zwischenzeit extrahiert, eine Wurzelkanalbehandlung durchgeführt worden oder auf dem Röntgenbild eine apikale Aufhellung eindeutig zu sehen war. Bei nicht eindeutig vorhandener Sensibilität, aber ansonst unauffälligem klinischen Befund wurde dies als fraglicher Erfolg angesehen. Als Erfolg galt, wenn die Sensibilität eindeutig mit beiden Testverfahren (CO₂- und Elektrottest) zu ermitteln war, keine klinischen Symptome wie Schmerz, Schwellung etc. zu beklagen waren und sich röntgenologisch keine apikale Aufhellung darstellte. Das Pulpakavum wurde im Röntgenbild nach Spätere 5-Jahre- und 10-Jahre-Gruppe unter 5 % Misserfolge zu verzeichnen, in 18,5 % der Fälle konnte ein fraglicher Erfolg nachgewiesen werden und in nur 37 % wurde ein eindeutiger Erfolg verzeichnet. In der 10-Jahresgruppe war eine hohe Misserfolgsrate von 79,7 % auffällig. Als fraglicher Erfolg wurden in diesem Intervall 7,3 % gewertet. In nur 13 % der Fälle konnte von einem Erfolg gesprochen werden.

Ein wichtiger Punkt für den hohen Misserfolg der Studie könnte sein, dass hier nicht Ca(OH)₂ für die direkte Überkappung verwendet wurde, sondern Life (Kerr), welches - wie später noch erläutert wird - eine niedrigere Alkalinität besitzt. Die Autoren halten das für nicht unerheblich. Sekundär ist sicherlich, dass die Art der Blutung nicht dokumentiert worden ist. Obwohl sie für den Erfolg entscheidend ist, kann man davon ausgehen, dass niemand eine stark blutende Pulpa überkappen würde. Zähne, die während der Behandlung nicht mit einer definitiven Füllung versorgt werden konnten, zeigten ein deutliches Fehlschlagen der direkten Überkappung. Nach 5 Jahren war keiner dieser

Zähne mehr vital. Auffallend war außerdem, dass die Zähne, bei denen Zinkphosphatzement als Unterfüllung appliziert worden ist, eine höhere Erfolgsrate aufweisen als diejenigen, die mit GIZ versorgt worden sind. Dieses Faktum spricht für die höhere antibakterielle Eigenschaft bzw. stärkere bakteriotoxische Fähigkeit des Phosphatzements.

3 Material und Methode

3.1 Patienten

Der vorliegenden retrospektiven Studie über „Langzeituntersuchung zur Vitalerhaltung direkt überkappter Zähne“ über einen Zeitraum von 15 Jahren liegen die Behandlungsdaten der Poliklinik für Zahnerhaltung der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster zugrunde. Basierend auf Unterlagen aus der Patientenakte und den Nachuntersuchungen, konnten Rückschlüsse auf den Erfolg der direkten Überkappung gezogen werden. 83 Zähne von 64 Patienten, die sich noch regelmäßig in der Poliklinik vorstellten und bei denen zwischen 1986 und 2002 eine direkte Überkappung durchgeführt wurde, waren für diese Nachuntersuchungen greifbar und konnten so mittels eines Dokumentationsbogens in die Studie eingeschlossen werden. Die Überprüfung der Vitalität bzw. Sensibilität per CO₂-Kältetest wurde von unterschiedlichen Behandlern durchgeführt. Es wurde ein kurzer Erfassungsbogen erstellt, mit dem die wichtigsten Informationen kurz aufgenommen worden sind (siehe Kapitel 10.3).

Ferner wurden 132 ehemalige Studenten der Klinik angeschrieben, die sich selber in der Poliklinik für Zahnerhaltung hatten behandeln lassen und bei denen während ihrer Ausbildung in dem Zeitraum von 1986 bis 2001 eine direkte Überkappung durchgeführt werden musste. Bei diesen 132 Patienten wurden insgesamt 174 Zähne direkt überkappt. Die überwiegende Anzahl der Studenten sind nun bereits zahnärztliche Kollegen. 5 Studenten wurden von der Untersuchung ausgeschlossen, weil der Nachuntersuchungszeitraum unter 3 Monaten lag bzw. keine Adressendaten oder Antworten eingeholt werden konnte. Die übrigen 132 wurden gebeten, einen kurzen Fragebogen (siehe Anhang) zu beantworten, aus dem hervorging, ob die Zähne noch vital sind oder nicht, ob vor der erfolgten Überkappung Beschwerden vorlagen und mit welcher Restauration die Zähne im einzelnen versorgt worden sind.

3.2 Methoden

Alle Behandlungen sind in der Poliklinik für Zahnerhaltung der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster unter einheitlichen, standardisierten Bedingungen vorgenommen worden. Sämtliche direkten Überkappungen fanden unter Kofferdamm statt; dies ist in der Poliklinik für Zahnerhaltung Standard: Anlegen von Kofferdamm bei Behandlung im pulpanahen Dentindrittel. Die Kavitäten wurden von peripher nach zentral hin exkaviert, bei der Pulpakavumeröffnung durfte die Eröffnungstelle nicht größer als eine Stecknadelspitze sein, um für eine direkte Überkappung in Frage zu kommen. Andernfalls war eine Wurzelkanalbehandlung indiziert, die in derselben Sitzung oder sofort in der darauffolgenden durch eine Vitalexstirpation eingeleitet worden ist. Eine Kavitäten-toilette wurde mit dreiprozentigem Wasserstoffperoxid (H_2O_2) durchgeführt, welches auch zur Blutstillung der Pulpawunde diente. Es erfolgte danach noch einmal eine gründliche Trocknung der Kavität. Im Anschluss daran applizierte man ein Calciumhydroxidpräparat (Calxyl, OCO, Drin Stein) auf das Pulpagewebe. Als Unterfüllung für Amalgamfüllungen diente Zinkoxid-Phosphatzement (Harvard, Richter und Hoffmann, Berlin) bzw. für Kompositfüllungen Glasionomerezement (Ketac bond, Espe, Seefeld). Anschliessend erfolgte ein definitiver Verschluss mit Amalgam oder Komposit.

In Fällen, in denen aus Zeitgründen o. ä. keine definitive Füllung gelegt werden konnte, sind die Kavitäten mit einem provisorischen Verschluss aus Glasionomerezement (Ketac Fil, ESPE, Seefeld) versehen worden.

Als Untersuchungskriterium zur Überprüfung der Vitalität diente eine Sensibilitätstestung mit CO_2 -Schnee. Eine positiv erfolgte Kältetestung wurde als Nachweis der Vitalität des Zahns und somit als Erfolg bewertet. Zusätzliche Angaben über weitere klinische Symptomatik wie Perkussionsempfindlichkeit, Spontanschmerzen, Heiss-/ Kaltempfinden etc. liessen weitere Rückschlüsse auf den Behandlungserfolg zu. Bei der Datenerhebung der ehemals als Studenten behandelten Zahnärzte wurde eine Befragung durchgeführt und der Vitalitätstest nebst weiteren Angaben (s. o.) von den Kollegen selbst ausgeführt. Die Ergebnisse wurden einerseits schriftlich in Form eines Fragebogens, andererseits auch telefonisch aufgenommen. Insgesamt wurden 132 ehemalige Kollegen

angeschrieben (174 Zähne), die angesetzte Rücklaufzeit belief sich auf drei Monate. Da es sich um approbierte Zahnärzte handelt, kann die hinreichende Zuverlässigkeit der Rückantwort vorausgesetzt werden. Röntgenologische Unterlagen waren nicht immer vorhanden. Eine radiologische Neuuntersuchung wurde aus ethischen Gründen abgelehnt. Die Überprüfung der Vitalität bzw. Sensibilität per CO₂-Kältetest ist von unterschiedlichen Behandlern durchgeführt worden. Ein kurzer Erfassungsbogen wurde erstellt, mit dem die wichtigsten Informationen kurz abgeglichen werden konnten (siehe Anhang).

Zu der Vorgehensweise der Behandlung der Patienten in der Poliklinik für Zahnerhaltung ist zu sagen, dass alle Behandlungsschritte mit Datum detailliert in der jeweiligen Akte dokumentiert wurden. Der Akte konnte man nun entnehmen, wann die letzte Vitalitätsprobe gemacht worden war und ob die jeweiligen Zähne oder auch nur vereinzelte noch vital bzw. sensibel sind. Es galt immer das zuletzt dokumentierte Untersuchungsdatum mit erfolgtem zahnärztlichen Befund. Dadurch ergaben sich völlig unterschiedliche Zeiträume von 0,04 bis 16,6 Jahren nach Überkappung.

3.3 Statistische Auswertung

Bei der statistischen Auswertung kam das Programm SPSS für Windows in der Version 10.0 zur Anwendung. Zunächst sind mit der Analysefunktion „deskriptive Statistik“ die absolute Häufigkeit, Minimal- und Maximalwert, Standardfehler und Durchschnittswert berechnet worden. Dann ist mit Hilfe der Kaplan-Meier-Funktion eine Überlebensanalyse vorgenommen worden. Hier wurde zunächst das Gesamtüberleben des Patientenkollektivs errechnet. Im Folgenden sind die einzelnen Faktoren mit ihrem Einfluss auf das Gesamtüberleben analysiert und tabellarisch sowie grafisch dargestellt worden. Dabei wurden die Cox-Regression und der log-Rank-Test verwendet, um den p-Wert zu berechnen. Der p-Wert ist das gebräuchlichste statistische Mass und gibt an, inwieweit eine beobachtete Assoziation zwischen zwei Faktoren rein zufällig ist. Von statistischer Signifikanz wird gesprochen, wenn die Irrtumswahrscheinlichkeit α , angegeben durch den p-Wert, kleiner als 0,05 ist. Als hochsignifikant wird ein Ergebnis mit einem p-Wert von kleiner als 0,01 bezeichnet. Keine Signifikanz liegt bei p-Werten grösser als 0,05 vor. Der Standardfehler wird mit s angegeben.

4 Ergebnisse

4.1 Patienten

4.1.1 Follow-up

Von den 86 Patienten, die sich zwecks der Routineuntersuchung in der Poliklinik für Zahnerhaltung vorstellten, musste einer (1 Zahn) ausgeschlossen werden, da der Nachuntersuchungszeitraum nur 2 Wochen betrug. Von den 132 ehemaligen Studenten wurden 5 (8 Zähne) ausgeschlossen, da ebenfalls nur ein Follow-up von weniger als 3 Monaten zu überblicken war bzw. keine aktuellen Daten aufgrund fehlender Beantwortung unserer Schreiben oder fehlender Adressendaten erhoben werden konnten. Die von uns angesetzte Rücklaufzeit bei der Einholung des Erhebungsbogens belief sich auf drei Monate. Von den 132 angeschriebenen Kollegen haben 100 geantwortet, insgesamt haben wir 248 Zähne untersucht, einschliesslich der bereits oben genannten 86 Patienten, die sich in der Poliklinik für Zahnerhaltung vorstellten.

Das durchschnittliche Follow-up betrug 6,1 Jahre und lag zwischen 0,04 und 16,6 Jahren ($s \pm 4,4$).

4.1.2 Altersverteilung der Patienten

Ermittelt wurde das Alter des Patienten zum Zeitpunkt der direkten Überkappung. Die Gesamaltersverteilung lag zwischen 16,2 - 71,7 Jahren. Das Durchschnittsalter betrug 29,3 (\pm 10,5) Jahre (Tabelle 1).

Tabelle 1: Altersverteilung

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	s
Alter bei ÜK / Jahren	248	16,2	71,7	29,433	10,350

Zum Untersuchungskollektiv gehörten fast ausschliesslich volljährige Personen, Kinder befanden sich nicht im Patientenkollektiv. Zur besseren Übersicht und Analyse des Alterseinflusses wurden die 248 Fälle in 5 Altersgruppen unterteilt, die jeweils 10 Geburtsjahre zusammenfassen und eine Gruppe der über 60jährigen Patienten unterscheiden (Tabelle 2). Dies ermöglicht eine exaktere Analyse einer Ergebnisbeeinflussung durch das Patientenalter.

Tabelle 2: Altersgruppierung in Prozent

Alter	N	Prozent
0 - 20	14	5,6
20 - 30	165	66,5
30 - 40	43	17,3
40 - 60	15	6,0
60 - 99	11	4,4
Gesamt	248	100,0

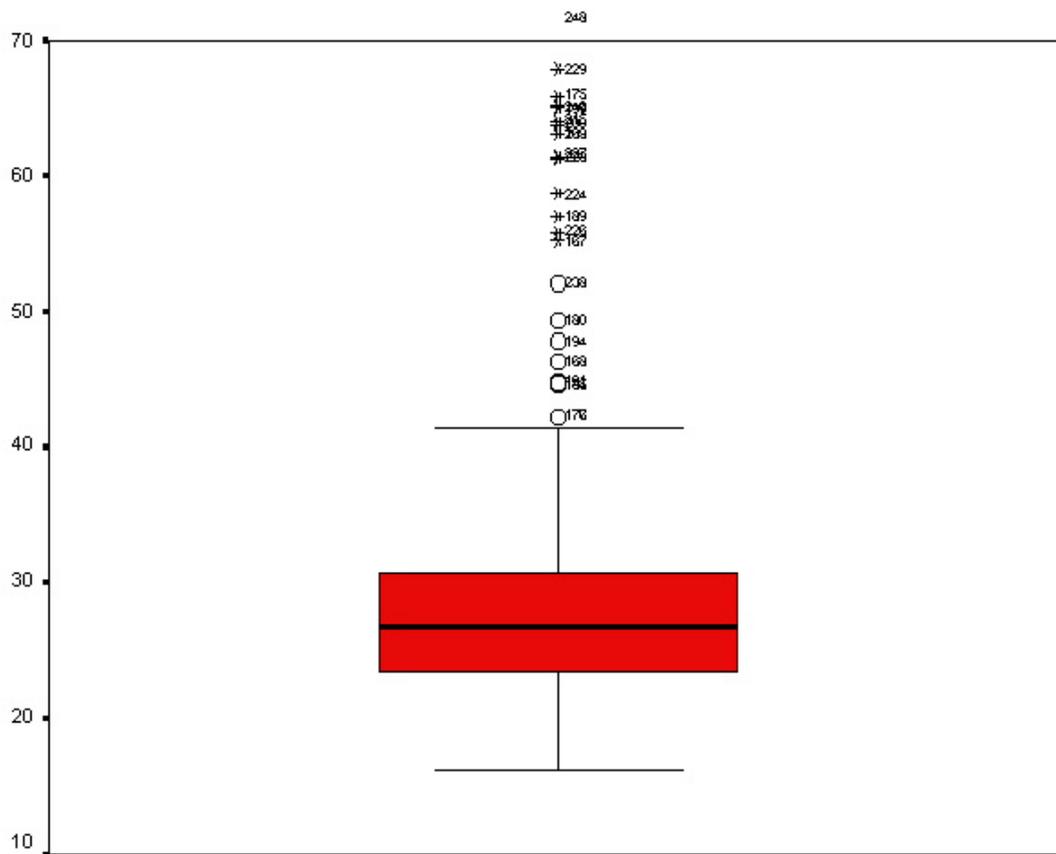


Abbildung 1: Durchschnittliche Altersverteilung

Die Mittelwertdarstellung in der Boxplotgrafik zeigt bei einem mittleren Alterwert von 29,4 Jahren (minimal 16,2 Jahre, max. 71,7 Jahre), dass überwiegend jüngere Patienten behandelt wurden. Nur insgesamt 20 Zähne liegen ausserhalb der zweifachen Standardabweichung bei Patienten, die über 41 Jahre alt sind (Abbildung 1).

Auffallend ist, dass der größte Anteil an überkappten Zähnen in der Alterssparte von 20 - 30 Jahre mit 66,5 % zu finden ist (Abbildung 2). Mit 17,3 % war die Gruppe der 30 - 40 Jahren vertreten. Der Anteil der Jugendlichen (0 - 20 Jahre) liegt hier bei 5,6 %. Die 40- bis 60jährigen sind mit 6,0 % vertreten und in der Sparte der über 60jährigen fand sich ein Prozentsatz von 4,4 %.

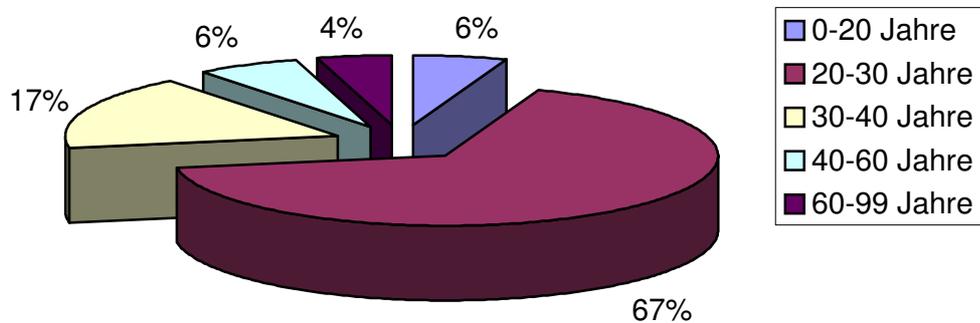


Abbildung 2: Altersgruppierung in Prozent

4.1.3 Geschlechtsverteilung

Die geschlechtsspezifische Verteilung war ausgeglichen (Abbildung 3). Von den untersuchten 248 Zähnen gehörten 127 Zähne (51,2 %) zu männlichen und 121 Zähne (48,8 %) zu weiblichen Patienten.

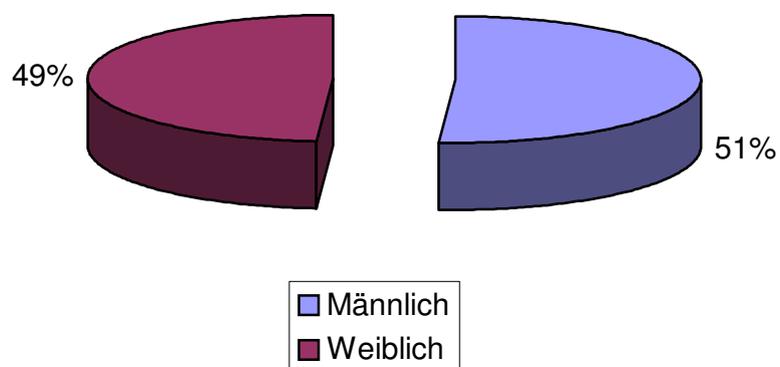


Abbildung 3: Geschlechtsverteilung

4.2 Behandelte Zähne

4.2.1 Verteilung nach Oberkiefer und Unterkiefer

Abbildung 4 stellt die Verteilung der direkten Überkappung auf Ober- bzw. Unterkiefer dar.

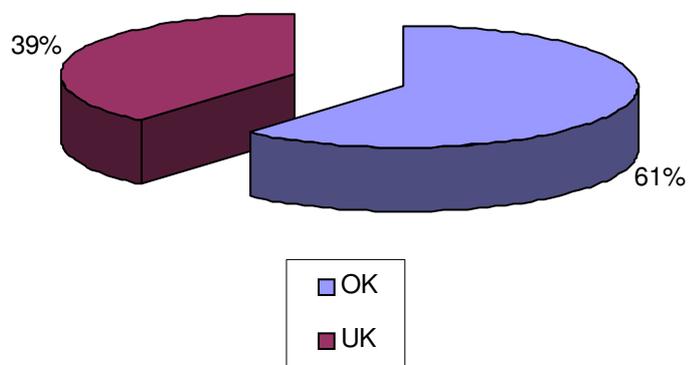


Abbildung 4: Verteilung nach Oberkiefer und Unterkiefer

Von insgesamt 248 behandelten Zähnen fallen 61,3 % der Zähne auf den Oberkiefer, und 38,7 % auf den Unterkiefer (Tabelle 3). Diese Prozentverteilung beruht auf einer Zufälligkeit ($p = 0,50$).

Tabelle 3: Behandelter Kiefer (in %)

	Häufigkeit	Prozent
OK	152	61,3
UK	96	38,7
Gesamt	248	100,0

4.2.2 Verteilung im Hinblick auf die Quadranten

Tabelle 4: Verteilung im Hinblick auf die Quadranten

Oberkiefer 1. und 2. Quadrant	Unterkiefer 3. und 4. Quadrant
Molaren: 81 Zähne (32,6 %)	Molaren: 71 Zähne (28,6 %)
Prämolaren: 46 Zähne (18,5 %)	Prämolaren: 24 Zähne (9,6 %)
Canini: 1 Zahn (0,4 %)	Canini: 0 Zahn (0 %)
Incisivi: 24 Zähne (9,6 %)	Incisivi: 1 Zahn (0,4 %)

Tabelle 4 zeigt die Verteilung der behandelten Zähne auf die jeweiligen Zahnarten in Ober- und Unterkiefer.

Die direkte Überkappung wurde an den Molaren im 1. und 2. Quadranten mit 32,6 % am häufigsten durchgeführt, danach an den Molaren des 3. und 4. Quadranten mit 28,6 %.

Hinsichtlich der Prämolaren dominieren die Zähne im Oberkiefer mit 18,5 % vor denen im Unterkiefer mit 9,6 %. Insgesamt gab es nur einen Eckzahn, der überkappt worden ist (0,4 %). Die Quote der Incisivi lag im 1. und 2. Quadranten bei 9,6 % und somit viel höher als im Unterkiefer mit nur 0,4 %.

4.2.3 Verteilung nach Zahngruppen

Tabelle 5: Verteilung nach Zahngruppen (in %)

	N	Prozent
Incisivi	25	10,1
Canini	1	0,4
Prämolaren	70	28,2
Molaren	152	61,3
Gesamt	248	100,0

Die Mehrzahl der direkt überkappten Zähne (n = 152) findet sich im Molarenbereich mit insgesamt 61,3 %. Prämolaren (n = 70) sind in 28,2 % der Fälle überkappt worden. Die Anzahl der Incisivi lag bei 10,1 %. Nur ein einziger Caninus (0,4 %) wurde behandelt.

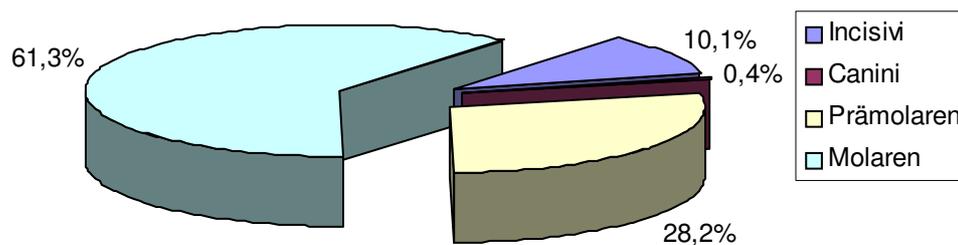


Abbildung 5: Verteilung der Zahngruppen (in %)

4.2.4 Häufigkeitsverteilung nach dem FDI-Schema

In Tabelle 6 sind die absoluten Häufigkeiten der behandelten Zähne dargestellt. Am häufigsten wurden Überkappungen am Zahn 36 (9,3 %) durchgeführt, gefolgt von 26 (8,9 %), 46 (8,9 %) und 27 (8,1 %).

Tabelle 6: Häufigkeitsverteilung nach dem FDI-Schema

OBERKIEFER			UNTERKIEFER		
Zahn	gesamt	(in %)	Zahn	gesamt	(in %)
11	5	2,0	31	0	0
12	4	1,6	32	1	0,4
13	1	0,4	33	0	0
14	9	3,6	34	6	2,4
15	19	7,7	35	10	4,0
16	19	7,7	36	23	9,3
17	19	7,7	37	14	5,6
18	0	0	38	2	0,8
21	4	1,6	41	0	0
22	11	4,4	42	0	0
23	0	0	43	0	0
24	9	3,6	44	2	0,8
25	9	3,6	45	6	2,4
26	22	8,6	46	22	8,9
27	20	8,1	47	8	3,2
28	1	0,4	48	2	0,8
Gesamt	152		96		
(%)	61,3		38,7		

Die Verteilung der Zähne nach dem FDI-Schema zeigt, dass die Zähne 13, 28, 32 mit 0,4 % (n = 1) am seltensten vertreten sind. Der prozentuale Anteil von 15, 16, 17

(n = 19) lag bei 7,7 %. Generell wurden die ersten Molaren (n = 86) mit 34,8 % gegenüber den zweiten Molaren (n = 61) mit 24,6 % häufiger behandelt (Abbildung 6).

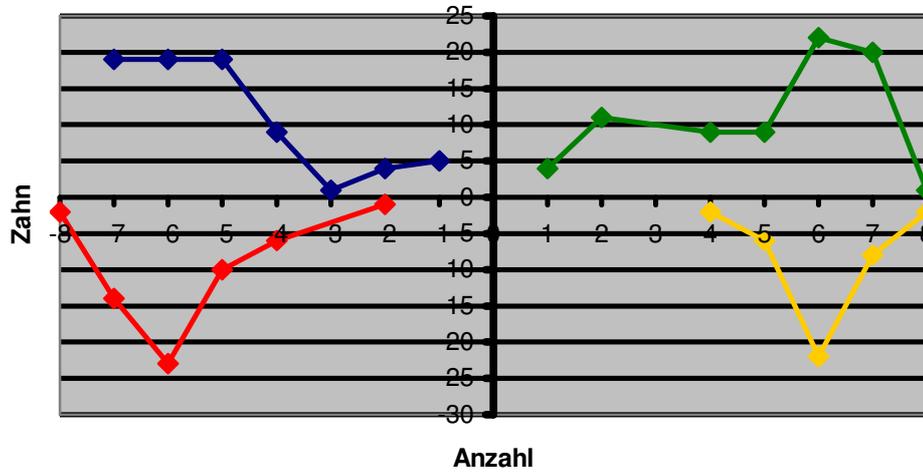


Abbildung 6: Häufigkeitsverteilung nach dem FDI-Schema

4.2.5 Restaurationsart nach der Überkappung

Als Füllungsmaterialien nach der direkten Überkappung bzw. zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung kam in 54 % der Zähne eine Amalgamfüllung, in 17,7 % Komposit, in 18,1 % Goldversorgungen, in 0,8 % Keramik und im übrigen Anteil von 8,5 % ein Glasiomerzement zur Anwendung (Abbildung 7).

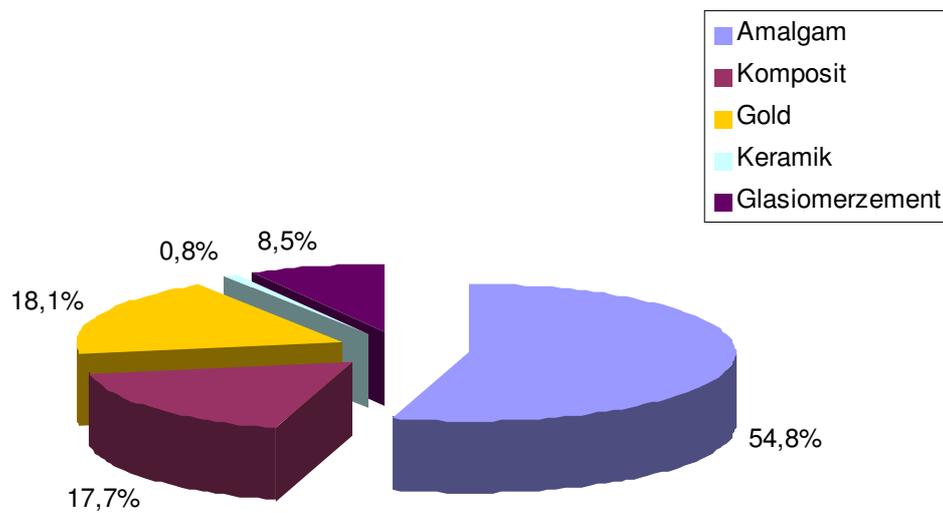


Abbildung 7: Restaurationsarten nach Überkappung (in %)

4.2.6 Symptome

Vor der Überkappung hatten nur 2 Patienten (0,8 %) Beschwerden am behandelten Zahn. Diese beinhalten ein Aufbiss- und Perkussionsempfindlichkeit, spontane Schmerzempfindung und Heiss- / Kaltschmerzempfinden. Nach der Überkappung verursachten 49 Zähne (19,76 %) diese Symptome (Abbildung 8).

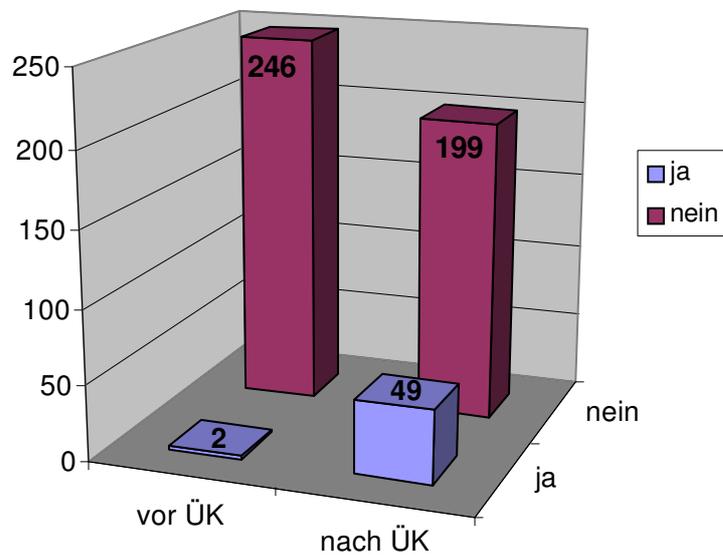


Abbildung 8: Schmerzen vor und nach Überkappung

Von den 49 Zähnen mit Schmerzen ist keiner mehr vital.

4.2.7 Vitalität

Nach einem Follow-up von durchschnittlich 6,1 Jahren sind von den 248 in die Untersuchung eingeschlossenen Zähnen 199 (80,24 %) noch vital, 49 (19,76 %) wurden durch den Kältetest als avital definiert (Abbildung 9).

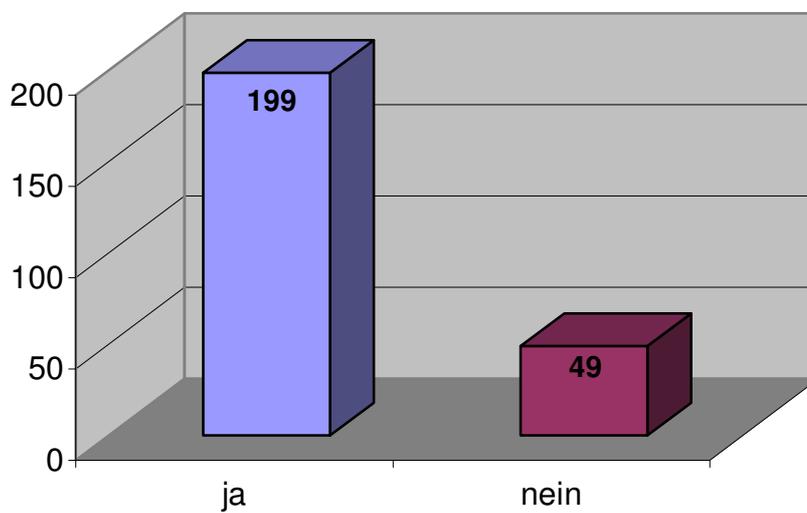


Abbildung 9: Vitalität zum Ende des Follow-up

4.3 Überlebensrate der Zähne

4.3.1 Kumulatives Überleben (Kaplan-Meier)

Das kumulative Survival wurde mit der Funktion der Kaplan-Meier-Überlebensstatistik analysiert. Als Ereignis wurde die Avitalität des Zahnes definiert. Noch vitale Zähne werden bei einem solchen Vorgehen auch bei kürzerem Follow-up als zensierte Fälle von der statistischen Funktion erfasst und mitberechnet. Als Ergebnis resultiert das sogenannte „kumulative Überleben“, das in Abbildung 10 dargestellt wird.

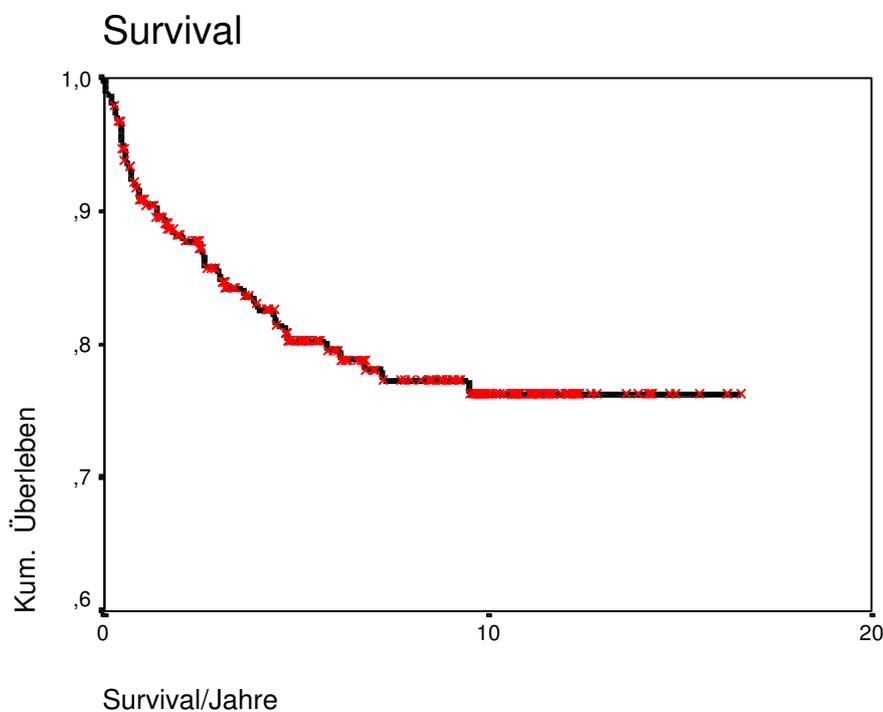


Abbildung 10: Kumulatives Überleben nach direkter Überkappung

In Tabelle 7 wird durch die Anzahl der im Untersuchungszeitraum avital gewordenen Zähne aufgelistet, in welchem Verhältnis die Zähne pro Nachuntersuchungsjahr avital geworden sind. Ebenfalls geht aus der Tabelle hervor, wie viele Zähne im entsprechenden Jahr aus der Untersuchung ausscheiden (zensierte Fälle), da sie aufgrund eines kürzeren Follow-up in der Statistik zensiert werden.

Tabelle 7: Jahresstatistik der überkappten Zähne

Zeit / Jahren	Zahl Zähne	Zähne avital	% Avitalität	Zensierte Fälle	Prozentuales Überleben	Standard- fehler
0,0	248	22	8,9	13	90,91	0,02
1,0	213	6	2,4	23	88,21	0,02
2,0	184	7	2,8	9	85,74	0,02
3,0	168	5	2,0	12	83,12	0,03
4,0	151	4	1,6	18	80,28	0,03
5,0	129	1	0,4	14	79,59	0,03
6,0	114	2	0,8	13	78,10	0,03
7,0	99	1	0,4	5	78,10	0,03
8,0	93	0	0	10	78,10	0,03
9,0	83	1	0,4	16	76,32	0,03
10,0	66	0	0	21	76,32	0,03
11,0	45	0	0	20	76,32	0,03
12,0	25	0	0	14	76,32	0,03
13,0	11	0	0	2	76,32	0,03
14,0	9	0	0	5	76,32	0,03
15,0	4	0	0	1	76,32	0,03
16,0	3	0	0	3	76,32	0,03
Gesamt	248	49	19,76	199	80,24	

Anhand der kumulativen Überlebenskurve und den errechneten Daten ist zu erkennen, dass innerhalb des ersten Jahres fast 10 % der Zähne avital werden. In den darauf folgenden Jahren 2 - 4 reduziert sich die Anzahl der vitalen Zähne kumulativ auf 79,59 %. Ab dem 9. Jahr bleibt die Kurve dann konstant mit 76,32 %, da kein Zahn mehr avital wird. Von 248 direkt überkappten Zähnen sind am Ende noch 80,24 % vital. Errechnet man die kumulative Überlebenszeit anhand der Kaplan-Meier-Funktion, beträgt diese 13,3 Jahre bei einem kumulativen Survival von 76,32 %. Das bedeutet prognostisch ausgedrückt, dass nach direkter Überkappung ein Zahn mit einem Standardfehler von 0,4 Jahren durchschnittlich 13,3 Jahre vital bleibt (95 %-Konfidenz-Intervall 12,4 – 14,1 Jahre).

4.3.2 Abhängigkeit vom Alter

Im Folgenden werden unterschiedliche Faktoren untersucht, die das kumulative Überleben der behandelten Zähne beeinflussen könnten. Zunächst wird untersucht, ob Unterschiede hinsichtlich der Überlebenswahrscheinlichkeit innerhalb der Altersgruppen zu analysieren sind

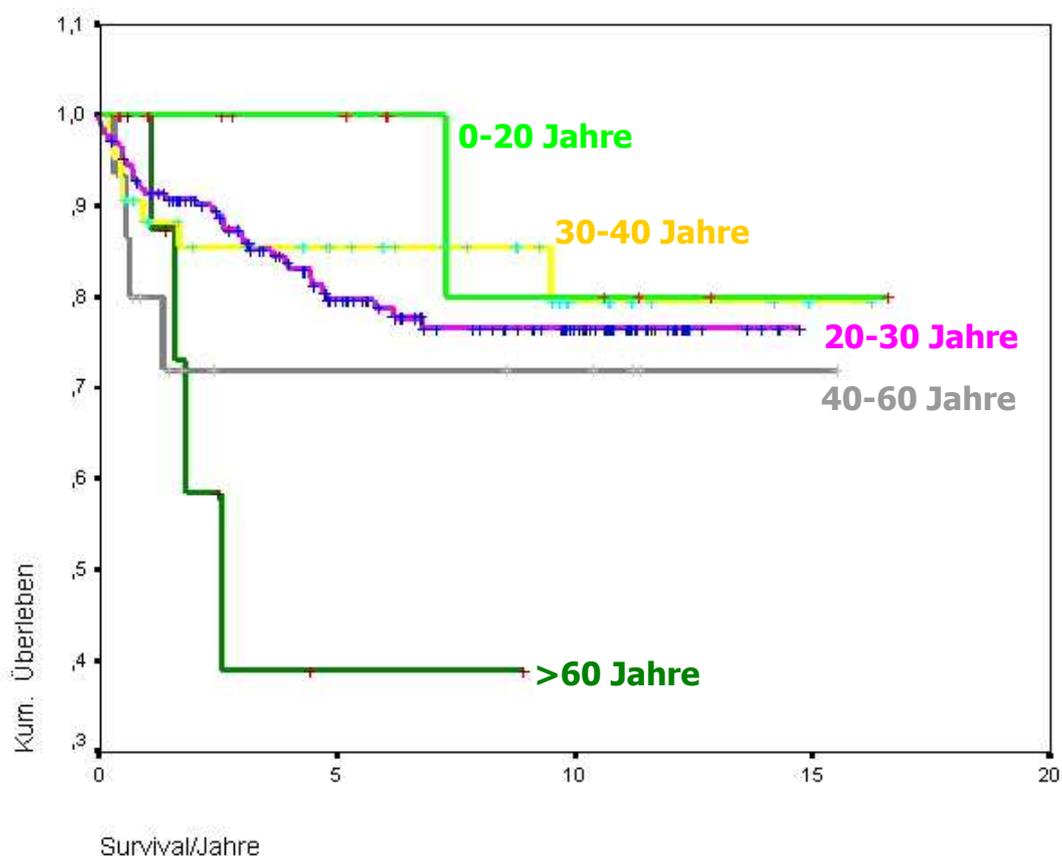


Abbildung 11: Überleben abhängig vom Alter

In der ersten Altersgruppe (0 - 20 Jahre) bleiben bis 6,1 Jahre alle Zähne vital, danach werden 20 % avital, das Ergebnis bleibt dann konstant. In der Gruppe der 20- bis 30jährigen wurde während des ersten Jahres ein Vitalitätsverlust von 9,9 % der Zähne festgestellt, ab dem 2. Jahr sinkt die Kurve kontinuierlich auf 79,7 % und bleibt nach einem Zeitraum von 6,8 Jahren mit 76,6 % Vitalität gleich. Die dritte Überlebenskurve

in der Gruppe der 30– bis 40jährigen hat in den ersten 1,6 Jahren einen Verlust der Vitalität von 14,5 % aufzuweisen. Im Folgenden ist nach 9,5 Jahren ein Verlust von 6,11 nachweisbar. In der vierten Alterskategorie der 40- bis 60jährigen verlieren im ersten halben Jahr 20 % ihre Vitalität. Die letzte Gruppe der über 60jährigen zeigt einen stetigen Verlust bis 2,5 Jahre um 62,2 %, dies ist somit das schlechteste Ergebnis.

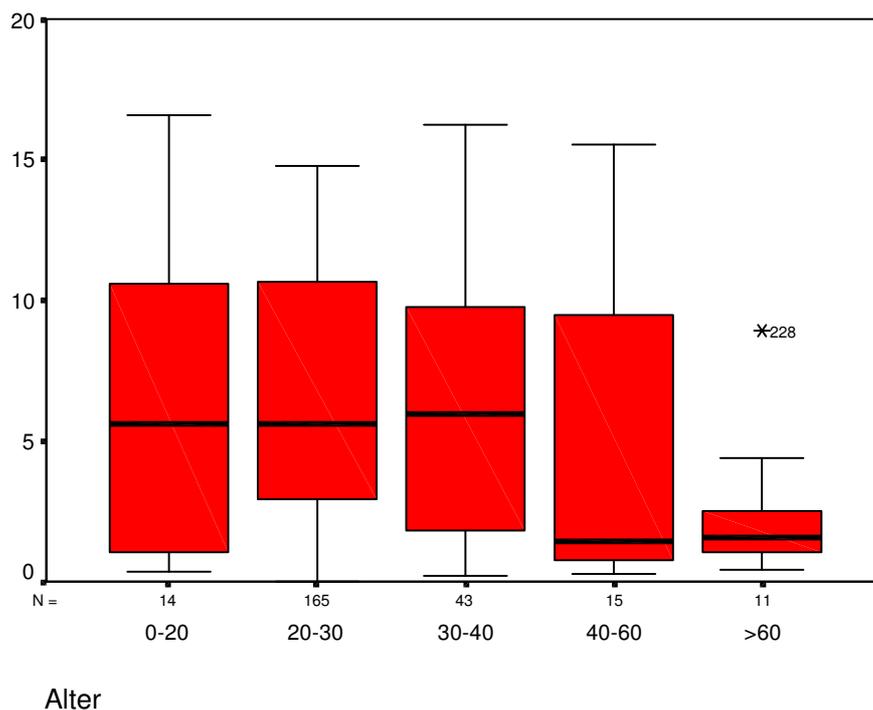


Abbildung 12: Altersverteilung in Jahren

In der Boxplot-Grafik (Abbildung 12) wird der Mittelwertvergleich des Survival der überkappten Zähne in Jahren mit Minimal- und Maximalwert in Abhängigkeit von der Altersgruppe dargestellt. Hier lässt sich der deutlich geringere Durchschnittswert in den beiden älteren Altersgruppen erkennen. Der Unterschied zwischen den drei Altersgruppen unter 30 Jahren und der über 60 Jahren ist signifikant ($p < 0,05$). Die höchste Überlebensrate zeigt die Gruppe der 0 – bis 20jährigen mit einem Durchschnitt von 14,7 Jahren ($s \pm 1,7$), in der Sparte der 30– bis 40jährigen liegt die Quote bei 13,6 ($s \pm 0,9$). Die Gruppe der 20- bis 30jährigen zeigt eine Durchschnittsüberlebensrate von 11,9 ($s \pm 0,4$), in der Kategorie 30 - 40 Jahre liegt sie bei 11,4 Jahren ($s \pm 1,8$). Die letzte Altersgruppe der >60jährigen weist hinsichtlich der Vitalität mit 4,6 Jahren ($s \pm 1,4$) den niedrigsten

Wert aller Gruppen auf. Die jüngeren Altersgruppen unterscheiden sich nicht signifikant voneinander.

4.3.3 Abhängigkeit vom Geschlecht

Hinsichtlich der Überlebensquote der überkappten Zähne von männlichen und weiblichen Patienten ist kein wesentlicher Unterschied zu erkennen. Der Überlebensanteil der direkt überkappten Zähne der Männer liegt nach 5 Jahren bei 79,2 %, der der Frauen bei 80,7 % (Abbildung 13).

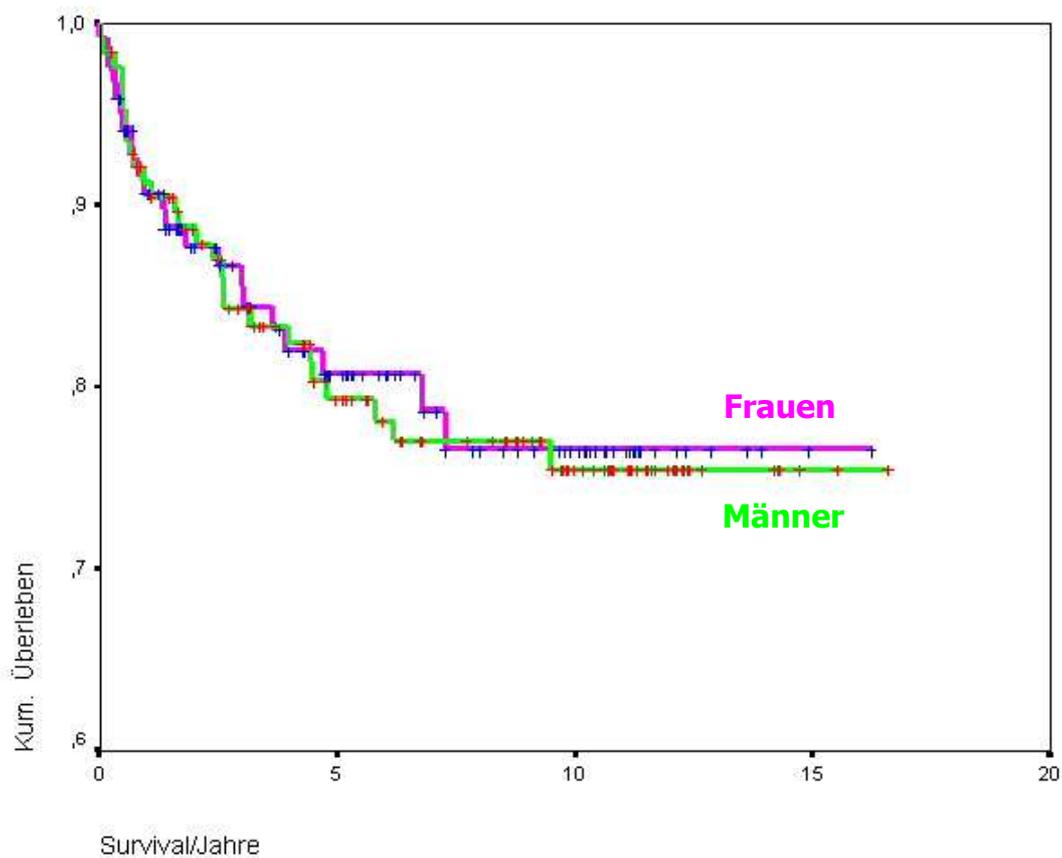


Abbildung 13: Survival und Geschlecht

Es besteht statistisch gesehen kein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern ($p = 0,88$), der Standardfehler beträgt bei beiden $\pm 0,6$. In den ersten 2,5 Jahren ist der Abfall in beiden Kurven gleich stark ausgeprägt, nach 5 Jahren ebenfalls. Nach diesem Zeitpunkt fällt die Überlebenskurve der Zähne der Männer zunächst stärker ab als

bei den Frauen. Nach 7 Jahren weisen die überkappten Zähne der Frauen eine etwas höhere Überlebensrate von 78,7 % im Gegensatz zu den Zähnen der Männern mit 76,9 % auf. Der Überlebensanteil der Zähne bei den Frauen fällt danach auf das Niveau der Männer. Die in den folgenden Jahren verringerte Erfolgsquote pendelt sich bei beiden Geschlechtern auf fast gleicher Ebene ein, sie überschneiden sich nach 7,5 Jahren zunächst. Danach liegen die Frauen um 1,08 % etwas höher in der Überlebensrate ihrer Zähne. Nach 10 Jahren beträgt der Anteil der noch vitalen Zähne bei den Frauen 76,5 %, bei den Männern 75,4 %. Die durchschnittliche Überlebenszeit der überkappten Zähne beträgt bei den Männern 13,2, bei den Frauen 13,0 Jahre.

4.3.4 Abhängigkeit vom Kiefer

Im Laufe der ersten 5 Jahren zeigen die Überlebenskurven der Ober- und Unterkieferzähne einen fast parallelen und gleichartigen Verlauf. Die Überlebensrate der Zähne des Oberkiefers reduziert sich in den ersten 5 – 6 Jahren auf 81,3 %, danach auf 76,1 %, die der Zähne des Unterkiefers sinkt nach 5 Jahren auf 77,4 % und in den darauf folgenden 1,5 Jahren auf 75,6 % ab. Dieser Wert bleibt ab diesem Zeitpunkt konstant. Hinsichtlich der Zähne des Oberkiefers erniedrigt die Kurve sich nach 9 Jahren auf 76,1 % und bleibt dann konstant. Die durchschnittliche Überlebenszeit beläuft sich im Oberkiefer auf 13,4 ($s \pm 0,5$) und im Unterkiefer ($s \pm 0,7$) auf 12,8 Jahre. Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen der Überlebensrate der überkappten Zähne von Oberkiefer und Unterkiefer ($p = 0,695$).

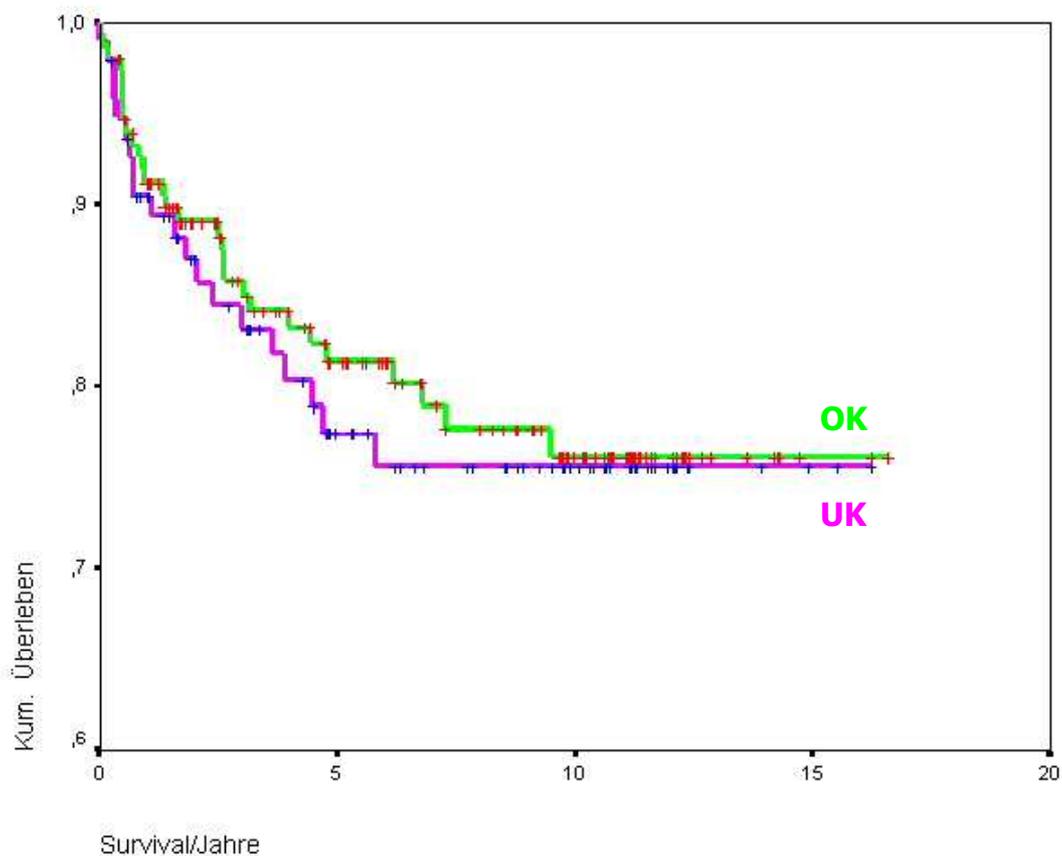


Abbildung 14: Survival und Kiefer

4.3.5 Abhängigkeit von der Zahnart

Die Auswertung der Überlebenskurve aller überkappten Zähne zeigt in den ersten 1,5 Jahren einen gleichmässigen Rückgang in der Überlebensquote mit Ausnahme des Eckzahnes, da nur ein einziger überkappt worden ist. Dieser ist nach 5 Jahren noch vital. Die Frontzahnkurve bleibt zunächst bis 7,3 Jahren konstant, weist danach einen Einbruch von 95,8 % auf 88,9 % auf und verhält sich ab diesem Zeitpunkt weiterhin gleichbleibend. Bei den Molaren fällt zunächst in den ersten 7 Jahren der kontinuierliche Abfall der Kurve auf, der Anteil der noch vitalen Zähne reduziert sich auf 76,1 %, fällt erneut kurz danach noch einmal um 1,2 % ab und pendelt sich anschliessend ähnlich der Überlebensquote der Prämolaren auf ein gleichbleibendes Niveau von 74,3 % ein. Bei den Prämolaren verringert sich die Vitalität der Zähne in den ersten 4 Jahren um 26,3 %. Signifikante Unterschiede bestehen zwischen den Zahnarten nicht.

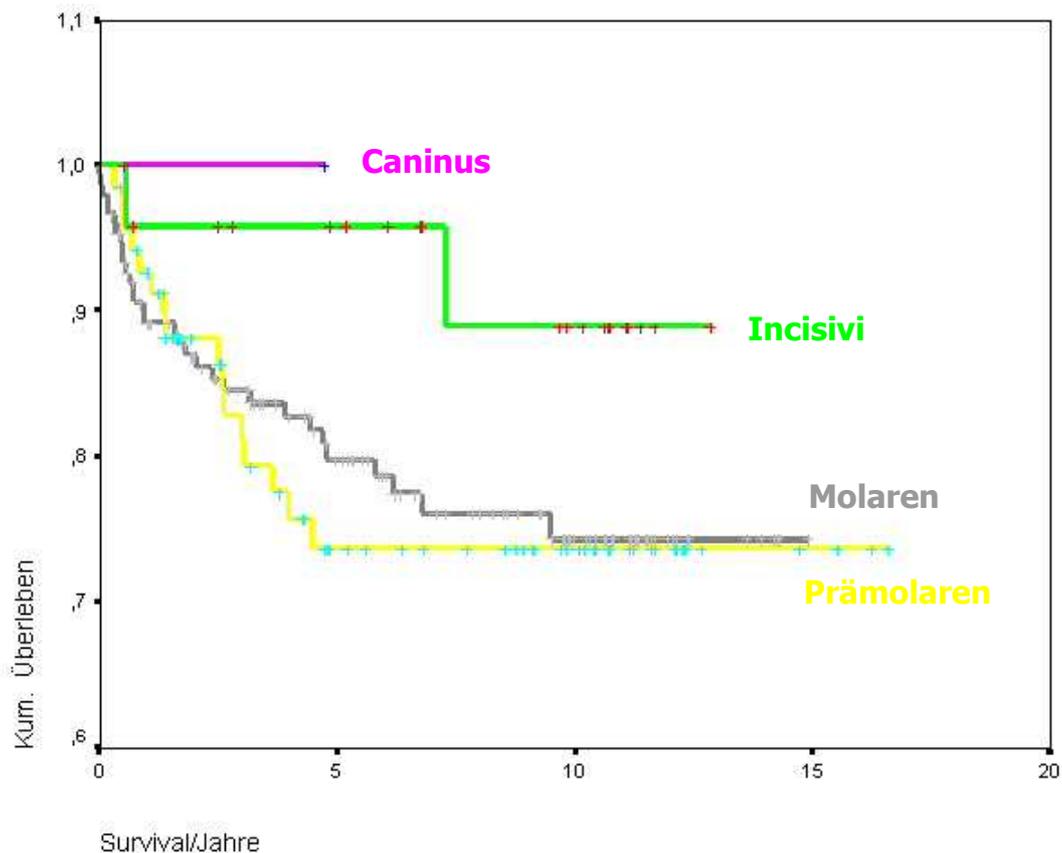


Abbildung 15: Survival und Zahnart

4.3.6 Abhängigkeit von der Restaurationsart

Bei der Analyse des Einflusses der Restaurationsart im Hinblick auf die Überlebensrate fällt auf, dass Zähne, die mit Amalgam und Gold versorgt worden sind, die beste Vitalitätsquote aufweisen. Ein mit Amalgam versorgter Zahn überlebt nach direkter Überkappung im Durchschnitt 14,4 Jahre ($s \pm 0,5$), mit Gold restauriert 10,0 Jahre ($s \pm 0,8$).

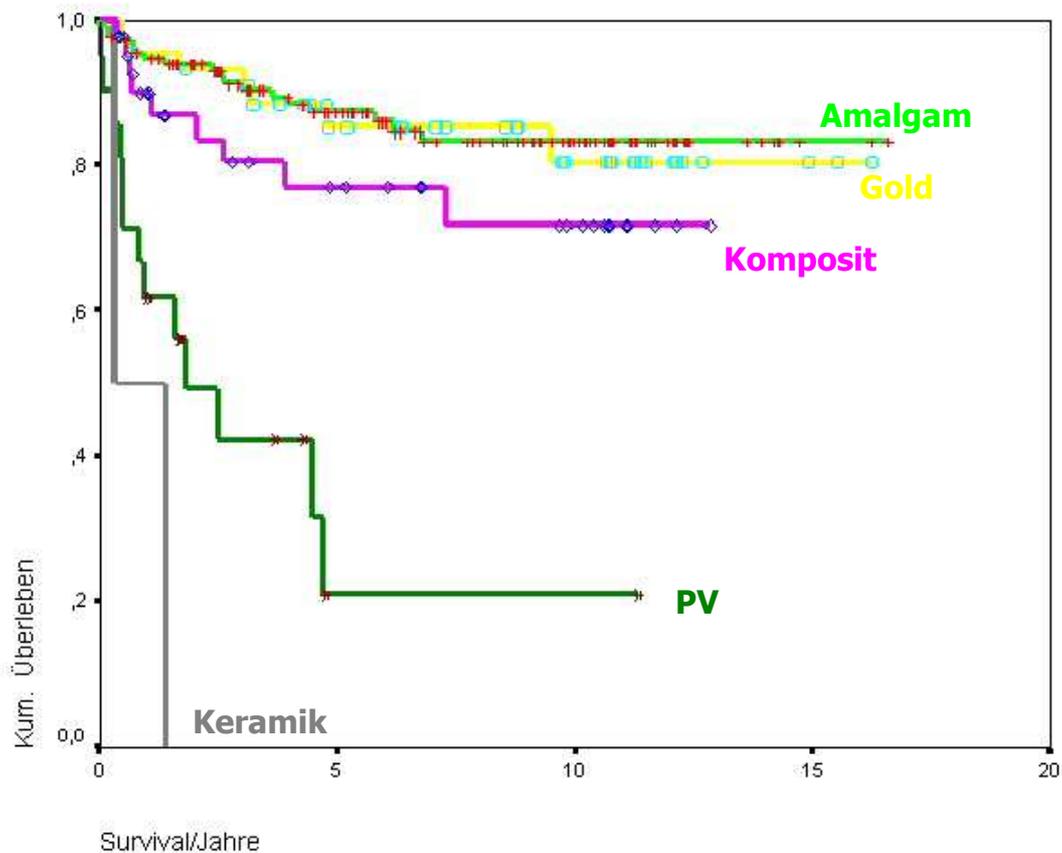


Abbildung 16: Survival und Versorgung

Es zeigt sich ein leichter Einbruch bei den mit Amalgam versorgten Zähnen um 13 % innerhalb der ersten 5 Jahre, im weiteren Verlauf verringerte sich die Vitalität nicht mehr wesentlich. Am Ende stehen 83,6 % an vitalen Zähnen zu Buche. Bei den mit Gold versorgten Zähnen liegt die Kurve nach 5 Jahren bei 85,5 %, erst bei 10 Jahren auf einem leicht niedrigeren Niveau bei 80,4 %, sie überleben im Durchschnitt 13,9 Jahre ($s \pm 0,8$). Bei der Restaurationsart Komposit findet sich ein stetiger Abfall der Überle-

bensquote bis 7 Jahren um 29,1 %, nach diesem Zeitraum wird kein Zahn mehr avital. Die durchschnittliche Überlebenszeit beträgt 10,0 Jahre ($s \pm 0,8$). Die Zähne, die nach der Überkappung nicht mit einem definitiven Verschluss versorgt worden sind, zeigen eine deutlich niedrigere Vitalitätsrate. Nach 2,5 Jahren sind nur noch 42,3 % vital, bereits nach 5 Jahren sind weitere 20 % nicht mehr vital. Danach stagniert die Vitalitätsrate. Hier zeigt sich auch ein signifikanter Unterschied von $p = 0,001$ im Vergleich zu den anderen Restaurationsarten ($s \pm 0,8$). Die Kurve mit den Keramikversorgungen zeigt das schlechteste Ergebnis, in dieser Kategorie sind aber nur zwei Zähne (0,8 %), der eine ist nach 9 Monaten nicht mehr vital, der andere nach 2,4 Jahren.

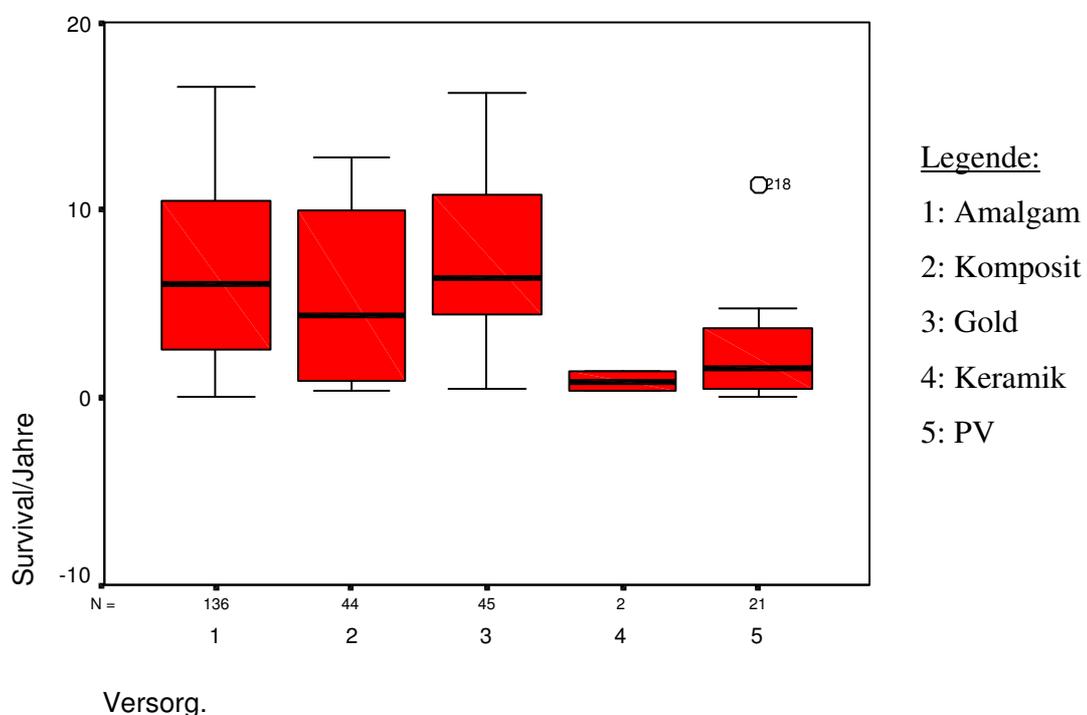


Abbildung 17: Survival und Versorgung (Mittelwerte)

In der Analyse des Survival in Abhängigkeit von der Restaurationsart zeigt sich im Mittelwertvergleich das zuvor beschriebene Ergebnis. Amalgam, Komposit und Gold zeigen voneinander nicht signifikante Mittelwertverteilungen, während die mit einem provisorischen Verschluss versorgten Zähne sich deutlich von den anderen Versorgungsarten unterscheiden und Keramik mit nur zwei Zähnen keine richtungsweisende Interpretation zulässt (Abbildung 17).

4.3.7 Abhängigkeit von Symptomen

Bei der Analyse des Survival in Abhängigkeit von Schmerzen am behandelten Zahn zeigt sich, dass die meisten Zähne mit Beschwerden wie Aufbiss- und Perkussionsempfindlichkeit etc. innerhalb eines Zeitraumes von 2 - 2,5 Jahren avital werden. Man erkennt ganz am Anfang der Survivalkurve einen Abfall der Kurve um 15,6 % innerhalb der ersten 0,3 Jahre, danach verlieren im Zeitraum bis 2,5 Jahren noch einmal 47,9 % der Zähne ihre Vitalität. Nach 5 Jahren sind nur noch 8,3 % der Zähne vital. Im weiteren Verlauf ist im Zeitraum bis 9 Jahren kein Zahn mit Beschwerden mehr vital. Der andere Kurvenverlauf zeigt, dass die Zähne ohne Beschwerden mit Ausnahme eines Falls alle noch vital sind. Nur ein Zahn ist nach 7,3 Jahren ohne klinische Symptomatik avital geworden (Abbildung 18).

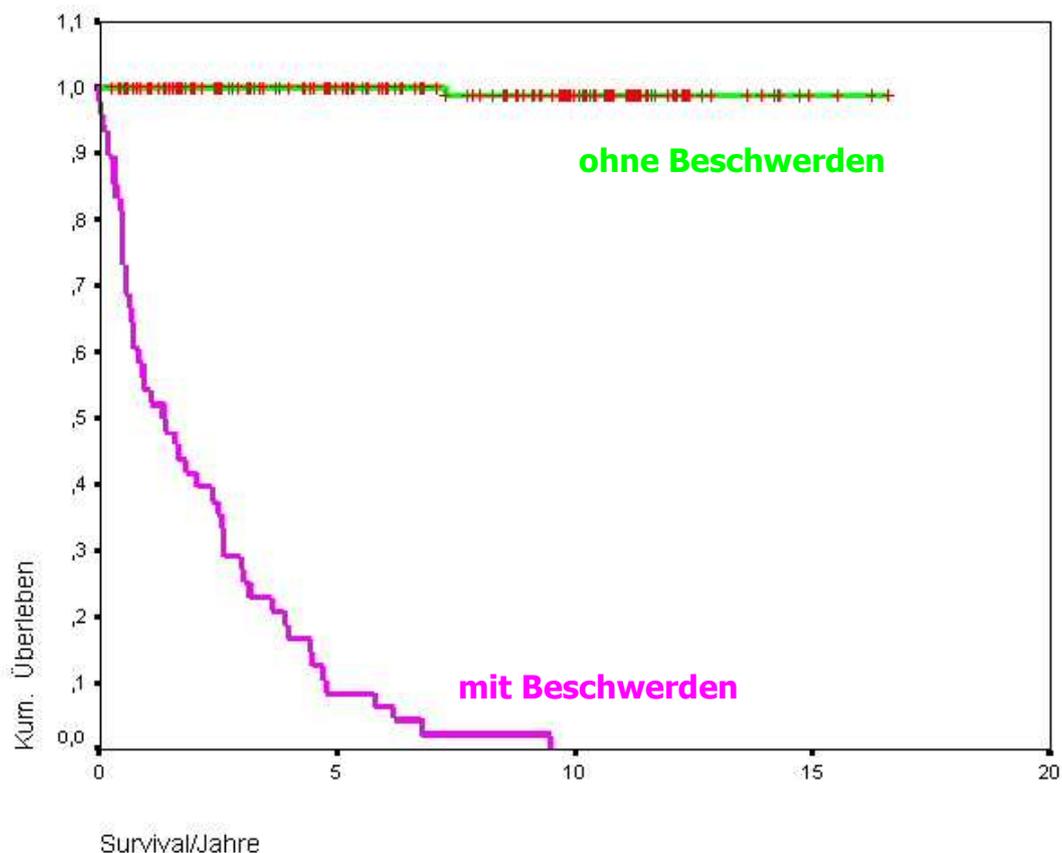


Abbildung 18: Survival und Beschwerden

4.3.8 Abhängigkeit vom Beobachtungszeitraum

Untersucht man den Einfluss des unterschiedlichen Nachuntersuchungszeitraums auf das kumulative Survival der Zähne, zeigen sich signifikante Unterschiede in der Gruppe mit einem Follow-up von unter 5 Jahren ($n = 119$) und der Gruppe mit mehr als 5 Jahren Follow-up ($n = 129$). Der p-Wert beträgt hierbei 0,001. Hinsichtlich der Überlebensrate der direkt überkappten Zähne zeigt sich in der 2. Gruppe mit mehr als 5 Jahren ein deutlich besseres Ergebnis, d. h. es werden innerhalb der ersten Jahre wesentlich mehr Zähne avital als nach einem Zeitraum von > 5 Jahren.

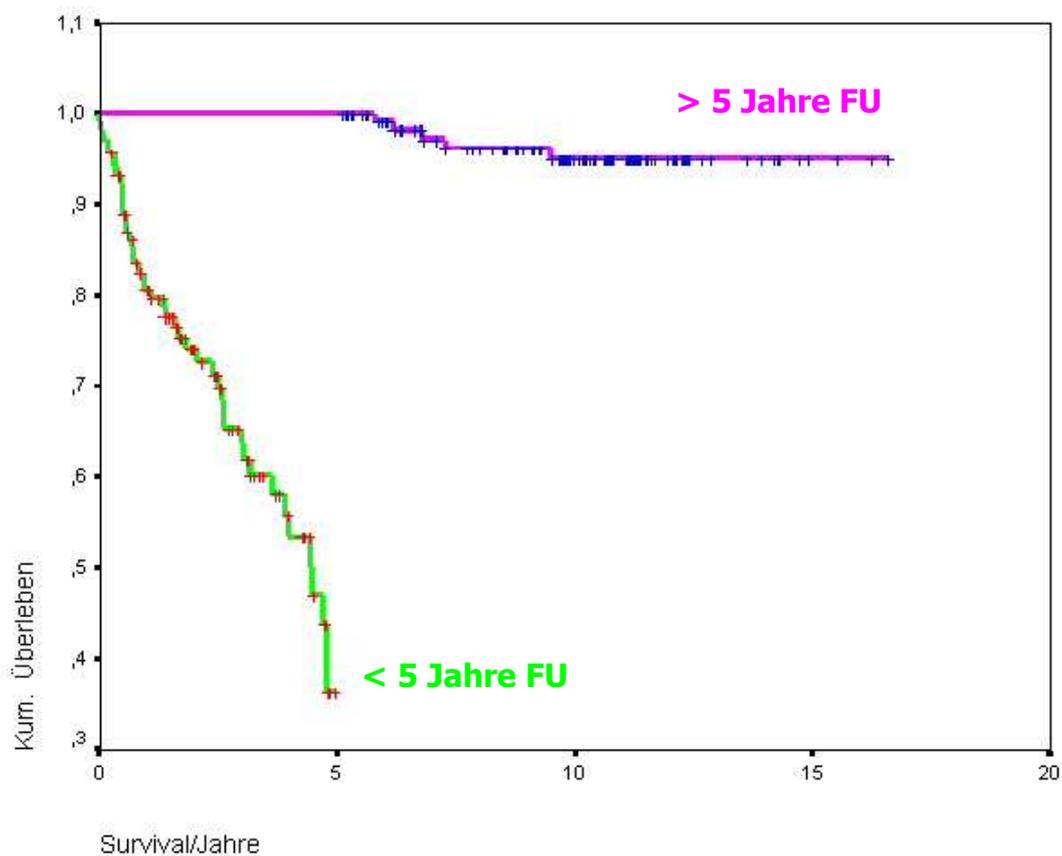


Abbildung 19: Überlebensrate und Beobachtungszeitraum

5 Diskussion

5.1 Diskussion der Methode

Das Ziel dieser wissenschaftlichen Studie war, den Behandlungserfolg einer „direkten Überkappung“ über einen Zeitraum von über 15 Jahren zu ermitteln und zu analysieren. Ausgewertet wurden Zähne, bei denen eine direkte Überkappung nach stecknadelspitzenartiger Eröffnung des Pulpakavums durchgeführt wurde. Ausgehend von einem Nachuntersuchungszeitraum von wenigstens 3 Monaten bis über 16,6 Jahre lag das durchschnittliche Follow-up bei 6,1 Jahren. Dabei wurde die Vitalität der entsprechenden Zähne mittels einer Sensibilitätstestung mit CO₂-Schnee durch unterschiedliche Behandler überprüft oder teilweise von zahnärztlichen Kollegen selbst angegeben.

Die bekanntesten Verfahren zur Sensibilitätsprüfung sind die Anwendung von Strom, Kälte und Wärme; sie beruhen darauf, dass der Patient mit einer gesunden Pulpa auf die einwirkenden Reize mit einer leichten Schmerzwahrnehmung reagiert, während er bei einer nekrotischen Pulpa unempfindlich reagiert.

Die Anwendung des Kältetests gilt als die sicherste Methode: üblich sind CO₂-Schnee (-78,5 °C) oder das heute verwendete Propan-Butangemisch (-25 °C).

Da diese Testverfahren am schnellsten und sichersten durchführbar sind, wurde auf andere Methoden verzichtet. *Peterson et al.* veröffentlichten 1999 dazu eine Studie, in der sie 59 Zähne mit unklarem Pulpastatus und 16 intakte Zähne, aber alle ohne röntgenologisch pathologischen Befund mittels thermischer und elektrischer Tests untersuchten.

Als thermisches Testverfahren wurde zum einen der Kältetest mit Ethylchlorid und der Wärmetest mit einer erwärmten Guttaperchastange durchgeführt. Als elektrisches Verfahren wurde der „Analytic Technology Pulpa Tester“ verwendet. Den Ergebnissen zur Folge bringt der Kältetest in 90 % der Fälle eine richtig-positive Antwort, d. h. es wurde von den Patienten eine Schmerzempfindung bei vitaler Pulpa empfunden. In den beiden anderen Testverfahren lag die Quote bei 84 %.

Man kann folglich auf die Zuverlässigkeit des thermischen Testverfahrens vertrauen, schlechtestenfalls müsste man die Erfolgsquote der direkten Überkappung um 10 % kürzen, wenn man die Ergebnisse der o. g. Studie als Referenzwert nimmt.

Der Kältetest mit CO₂-Schnee hat sich im Allgemeinen, wie bereits erwähnt, am meisten bewährt. Fiel der Test also eindeutig positiv aus, so wurde auf die Möglichkeit der Anfertigung eines Röntgenbildes verzichtet. Eine Perkussionsprobe beim zahnärztlichen Befund wurde nur dann durchgeführt, wenn der Verdacht einer Infektion und Nekrose bestand. Als Unsicherheitsfaktor könnte man die Einseitigkeit des Verfahrens anführen, jedoch ist aus Zeitgründen auf andere Testverfahren verzichtet worden.

Ein anderer Nachteil der Fragebogenauswertung könnte sein, dass es sich bei den Nachuntersuchungen durch die ehemaligen Studenten um eine „Selbstuntersuchung“ handelt. Die Nachweisbarkeit, ob nun wirklich eine Vitalitätstestung durchgeführt wurde, entfällt und ist nicht mehr reproduzierbar.

Ferner ist es schwierig, die unterschiedlichen Behandler bei den Nachuntersuchungen zu kalibrieren. Sie sind natürlich angehalten worden, alle ein und dasselbe Kältetestverfahren zu verwenden. Wie genau und wie zuverlässig das Ergebnis im Einzelnen ist, lässt sich allerdings jetzt nicht mehr nachvollziehen. Die Zuverlässigkeit der hohen Vitalitätsquote der direkt überkappten Zähne könnte angezweifelt werden. Ferner könnte die Zuverlässigkeit der Antworten der untersuchten Patienten in Frage gestellt werden, da sich jeder in seiner Empfindung und Sensibilität von einander unterscheidet. Es besteht auch die Möglichkeit, dass einige der Patienten durchaus falsch positive Sensibilitätsempfindungen angegeben haben. All diese Kriterien sind kritisch zu betrachten, können aber den ermittelten Trend der Auswertung nicht insgesamt beeinflussen.

5.2 Diskussion der Ergebnisse

In der Überlebensanalyse nach Kaplan-Meier zeigt sich in unserer Untersuchung ein kumulatives Überleben direkt überkappter Zähne von 76,32 % in einem Zeitraum von 13,3 Jahren. Aus diesen in der Poliklinik für Zahnerhaltung der Universität Münster gewonnenen Ergebnissen lässt sich eine hohe Erfolgsrate behandelter Patienten erkennen. Sie ist im Vorstehenden diskutiert und hinsichtlich der Einflussfaktoren mit den Ergebnissen der bisherigen Fachliteratur verglichen worden.

Wie bereits im Literaturvergleich dargestellt, stehen viele Autoren einer erfolgreichen direkten Überkappung sehr skeptisch gegenüber. So schreibt *Bermann* (1996), dass die direkte Überkappung, die am meisten missgebräuchlichste, unpraktikabelste und am wenigsten erfolgversprechende Therapie in der Behandlung der Pulpa ist. Seinen Untersuchungen zufolge liegt die Erfolgsrate nach einer direkten Überkappung bei nur 30 % - 40 %. *Stanley* (1998) ist aber der Meinung, dass mit der Vollendung der modernen Medizin in den letzten Jahren, an dieser Stelle sei nur kurz die exzellente Verbesserung in der Implantologie erwähnt, und mit dem Wissen um neueste Technologien und Verfahrensweisen in der aktuellen Endodontielehre auf jeden Fall eine weitaus höhere Erfolgsquote als 30 % - 40 % erzielt werden kann. Laut *Stanley* (1998) ist es erstaunlich und scheint fast eine Ironie des Schicksals zu sein, dass mit immer grösserem und besserem Wissen um die Biologie der Pulpa der Trend, diese nach Eröffnung zu entfernen, grösser ist, als sie zu erhalten.

Zunächst sind als entscheidender Einflussfaktor Material und Behandlungsart bei der direkten Überkappung zu betrachten. In dieser Studie wurde als Überkappungsmaterial Calxyl (OCO, Drin Stein) verwendet. Im Vergleich zu anderen Studien wie z. B. der von *Barthel* et al. (2000) liegt die Erfolgsquote in unserer Studie deutlich höher. Wie bereits erwähnt, untersuchten *Barthel* et al. (2000) das Behandlungsergebnis von 401 überkappten Zähnen, bei denen als Medikament ein Calciumhydroxid-Salicylatester-Zement (Life, Kerr) benutzt wurde. Die Nachkontrolle fand unter der Einteilung in verschiedene Follow-up-Gruppen statt. In der 5-Jahresgruppe waren in 44,5 % Misserfolge zu ver-

zeichnen, in 18,5 % der Fälle konnte ein fraglicher Erfolg nachgewiesen werden, und in nur 37 % wurde ein eindeutiger Erfolg verzeichnet. In der 10-Jahresgruppe war eine hohe Misserfolgsrate von 79,7 % auffällig. Als fraglicher Erfolg wurden in diesem Intervall 7,3 % gewertet, in nur 13 % der Fälle konnte von einem Erfolg gesprochen werden. Als Ursache für einen solch niedrigen Erfolg sehen die Autoren u. a. die Tatsache an, dass hier der erhärtende $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Zement *Life* (Kerr) verwendet wurde. Nachweislich sind bei diesem Produkt die Ca^{2+} -Emission und der pH-Wert geringer als bei wässrigen Calciumhydroxidprodukten. Da die Alkalinität für die Bildung einer Dentinbrücke entscheidend ist, erklärt dies eventuell die schlechtere Quote. *Staehele et al.* (1990) untersuchten die Wirksamkeit von erhärtenden $\text{Ca}(\text{OH})_2$ - im Vergleich zu wässrigen Calciumhydroxidprodukten. Danach sind bei wasser verdünnten Produkten die Ca^{2+} -Emission und der pH-Wert deutlich höher. Diese beiden wichtigen Faktoren begünstigen eine schnellere Pulpapregeneration, denn je früher das Dentinbridging stattfindet, um so günstiger ist die Heilungsprognose.

Einige andere Autoren haben in ihren Untersuchungen gute Überlebensraten nach Überkappungen nachweisen können, allerdings nur mit durchschnittlichem Follow-up von 1 bis 1½ Jahren nach der Überkappung. *Armstrong und Hoffman* (1965) gaben nach 1,5 Jahren eine Erfolgsrate von 97,8 % an, *Beetke et al.* (1990) nach 1 Jahr von 93,4 %. Die Autoren *Fitzgerald und Heys* (1991) verzeichneten nach 1 Jahr eine Erfolgsquote von 79 %.

In Studien mit nachfolgenden längeren Kontrollzeiträumen sind erheblich geringere Überlebensraten gefunden worden. *Ahrens und Reuver* (1973) hatten bei ihren Nachuntersuchungen nach einem Zeitraum von 8 Jahren eine Erfolgsbilanz von 68 %. *Attin und Hellwig* (1995) sprechen nach 4 bzw. 6 Jahren von einer Erfolgsquote von 69,3 %. *Haskell et al.* (1978) hatte nach 5 Jahren sogar eine Positivbilanz von 87,2 % zu verzeichnen.

Ein Faktum, welches man nicht ganz ausser Acht lassen sollte, ist die Tatsache, dass die Untersuchung von *Barthel et al.* (2000) und der hier vorliegenden Studie zugrunde liegenden Fälle von direkten Überkappungen zumeist nicht von fertig ausgebildeten Zahnärzten, sondern von Studenten der Zahnmedizin durchgeführt wurden. Diese sind in ihrer Behandlung natürlich noch nicht ganz so versiert wie die fertig approbierten Zahnärzte (*Baume und Holz* 1981). Trotz der hohen qualitativen Kontrollen durch die

Assistenz Zahnärzte in den Studentenkursen könnte dies dazu führen, dass die Erfolgsquoten einer direkten Überkappung niedriger liegen als bei Behandlungen durch berufserfahrene Zahnärzte. Ferner liesse sich das Fehlen eines einheitlichen Maßstabs bei den behandelnden Studenten und Zahnärzten kritisieren, da jeder Zahn von einer anderen Person versorgt wurde. Man kann also nicht eine absolut gleiche Behandlungsqualität voraussetzen, so dass auch die Ergebnisse davon beeinflusst werden können. Auch ist zu berücksichtigen, dass fast in jeder Studie Faktoren wie Beobachtungszeitraum, individuelles Urteilsvermögen des Behandlers, Pulpastatus eines jeden Zahnes etc. vor der Überkappung teils extrem variieren (*Barthel et al. 2000*).

Die genannten Kriterien machen es fast unmöglich, verschiedene Studien effektiv miteinander vergleichen zu können. *Armstrong und Hoffman (1965)* berichteten z. B. über eine Erfolgsquote von 97,8 % nach 1,5 Jahren. Als einziges Beurteilungskriterium galt hier eine klinische Asymptomatik. *Heyduck und Wegner (1978)* beobachteten nach einem Zeitraum von 5 Jahren eine positive Quote von 61,4 %. Sie begutachteten den Parodontalspalt auf den Röntgenbildern und führten Sensibilitätstests durch. Auf welchem Wege es zur Pulpaeröffnung (ob nun ein Trauma oder eine Karies verantwortlich war) kam, blieb unberücksichtigt. *Cvek (1978)* beschrieb sogar eine Erfolgsrate von 96 % ohne genaue Zeitangabe, allerdings handelte es sich bei den Zähnen um jugendliche Zähne, die nach traumatischer Eröffnung der Pulpa überkappt worden waren. Das Wurzelwachstum war noch nicht abgeschlossen, und in allen Fällen lag noch ein weites Foramen apikale vor. In dieser Studie konnte das Alter der Patienten nachweislich mit Erfolg oder Misserfolg in Zusammenhang gebracht werden. *Haskell et al. (1978)* untermauern durch ihre Untersuchungen die These, dass nicht nur die Zähne jugendlicher Patienten hohe Erfolgsaussichten bei der direkten Überkappung haben, sondern auch die älterer Menschen.

Grund zur Diskussion in jeder der angeführten Studien geben auch die ungleichen Rahmenbedingungen während der Behandlung, z. B. die Zahl verschiedener Behandler, die die direkte Überkappung durchführten. Das Problem liegt zum einen im Punktezeitfaktor, d. h. die Studenten waren während ihrer Behandlung immer zeitlich limitiert. Dies bedeutete, dass unter Umständen ein Zahn nach erfolgter Überkappung aus Zeit-

gründen nicht mehr mit einer definitiven Füllung versehen werden konnte. Da ja bekanntlich der Erfolg einer solchen Überkappung auch von einem bakteriendichten Verschluss abhängt, stehen das Fehlschlagen der direkten Überkappung in enger Korrelation mit dem Füllungsmaterial.

Unterschiedliche Behandler können also unterschiedliche Behandlungserfolge erzielen, dies muss bei der Analyse von klinischen Ergebnissen berücksichtigt werden, konnte aber in dieser Studie keine besondere Beachtung finden.

Ein anderer nicht einschätzbarer Faktor ist die Bildung eines Blutkoagulums bei der Eröffnung der Pulpa, das ein erfolgreiches Gelingen verhindern kann. Schon *Marzouk* und *Van Huysen* untersuchten 1966 den Einfluss einer starken Blutung und das Bestehen eines Blutkoagulums auf den Erfolg der direkten Überkappung. Die Notwendigkeit einer adäquaten Blutstillung wird durch die Studien von *Heys et al.* (1980), *Heilig et al.* (1984) und *Mjor et al.* (1991) unterstrichen. Auch infizierte Dentinspäne, die in das Pulpakavum hineingepresst worden sind oder nicht beabsichtigtes, besonders tiefes Einbringen des Medikaments (*Turner et al.* 1987), sind häufig der Grund für eine Nekrose oder Entzündung der Pulpa. Es wird in der Literatur kontrovers diskutiert, ob eben diese Dentinchips den Regenerationsprozess fördern oder verzögern. *Óbersztyn et al.* (1968) und *Kitasako et al.* (2000), *Langeland et al.* (1971), *Eidelmann* und *Ulmansky* (1992) und *Shroff* (1947) haben durch ihre Studien ebenfalls zu beweisen versucht, dass die Chips die Bildung einer Dentinbrücke fördern. *Kalnins* (1958) und *Kalnins* und *Fribe* (1960) beschreiben die Entstehung einer diffusen Pulpitis durch zu viele „Chips“, welche durch ein rotierendes Instrument in die tiefe koronale Pulpa impaktiert worden sind. Es entsteht dann unter Umständen eine „Chip-Pulpitis“ oder eine „Chipitis“. *Brännström* und *Voljinovic* (1976) bestätigte in seinen Untersuchungen das gleiche Ergebnis. Mit der Zeit kann aus einer einst unversehrten, regenerationsfähigen Pulpa eine avitale Pulpa werden, da es durch Zellimmigration zur Bildung einer Osteodentinmatrix kommen kann, welche die Blutzufuhr der Pulpa erheblich stört und eine Nekrose zur Folge haben kann. Vereinzelt tief in das Pulpagewebe gelangte Dentinspäne können auch die Ausbildung eines sogenannten „Pulpasteines“ begünstigen, wodurch es zu einer vollständigen Obliteration des Gewebes kommen kann. *Cox et al.* (1982) beobach-

teten eine ganze Reihe von entzündeten und infizierten Pulpen nach einem Zeitraum von 1 - 2 Jahren nach direkter Überkappung mit Calciumhydroxid. Die Autoren nahmen an, dass dies aus der gravierenden Verschlechterung der darüber befindlichen Restauration resultierte, wodurch es zu einer kontinuierlichen Einwanderung von Mikroorganismen durch die leeren Kanäle des durch $\text{Ca}(\text{OH})_2$ induzierten Reparaturdentin kommt. Cox et al. (1982) fanden heraus, dass 89 % der von ihnen untersuchten Primatenzähne, sog. „Tunnel- und Kanaldefekte“ besaßen und dass eben diese evtl. für einen Misserfolg der Pulpaüberkappung verantwortlich waren.

Allerdings sollen nach heutigem Stand alle Dentinbrücken diese Tunnel besitzen und daher kein Grund zur Sorge bereiten (Stanley 1998). Die vorliegende Arbeit kann allerdings zu dieser Diskussion über den Einfluss der Präparation keinen Beitrag leisten, da aus den Behandlungsdaten retrospektiv nicht mehr erhebbar und analysierbar ist, in welchem Ausmass es bei der Behandlung zu einer Blutung oder zur Bildung von Dentinchips gekommen ist. Folglich bleiben diese Faktoren als Ursache für eine Beeinflussung des Survival durch diese Studie nicht analysiert.

Die mit knapp einem Fünftel ($n = 49$, 19,76 %) geringe Zahl an Fehlschlägen bei der direkten Überkappung in unserer Studie könnte an den penibel eingehaltenen aseptischen Kautelen und am standardisierten Vorgehen gelegen haben. Das Arbeiten unter Kofferdam bietet eine fast keimfreie Umgebung. Reizspeichel und Blut, die durch die Präparation entstehen, werden somit weitgehend von der Kavität fern gehalten. In einer seiner klassischen Studien weisen *Kakehashi et al.* (1966) auf die Pathogenität von Bakterien auf der exponierten Pulpa hin. In Tierversuchen stellte er fest, dass die Pulpa nach 8 Tagen zum Teil nekrotisch geworden war, und bereits nach 14 Tagen kam es zu einem totalen, nekrotischen Zerfall der Pulpa mit einhergehender periradikulärer Veränderung. Bei sog. „gnotobiotisch“ (keimfrei) gehaltenen Tieren in seinen Versuchsreihen erzielte er jedoch ein wesentliches Ergebnis: nach 7 Tagen erschien das Pulpagewebe völlig normal und nach 32 Tagen hatte sich sogar eine intakte Dentinbrücke gebildet. Folglich ist die bakteriell bedingte Infektion der Pulpa der dominanteste ätiologische Faktor für eine Nekrose (*Kakehashi et al.* 1969).

Stanley (1998) beschäftigte sich ebenfalls mit der Frage, welche unterschiedlichen Faktoren Einfluss auf die Heilung der Pulpa nehmen. Zum einen untersuchte er, inwieweit die Dauer der Exposition der Pulpa Einfluss auf Erfolg oder Misserfolg nimmt und des weiteren, wie gross die Fähigkeit unterschiedlicher Überkappungsmaterialien ist, in Abhängigkeit von der Toxizität des jeweiligen Materials einen dichten Verschluss gegen Bakterien zu bilden. Die Frage des Materials wird im weiteren noch nähergehend erläutert.

Die Zeit der Kontamination des Pulpagewebes mit Bakterien scheint laut *Mejare* und *Cvek* (1993) ebenfalls ein entscheidender Faktor zu sein. Einige Kliniker wie *Snuggs*, *Smith* und *Rutherford* sind der Meinung, dass nur eine nicht kontaminierte Pulpa erfolgreich überkappt werden kann (*Cox et al.* 1983 a und b). *Rutherford* (1995) beschreibt in seiner Untersuchung nach erfolgter Überkappung mit Calciumhydroxid einen Rückgang der Überlebensrate von 93 % auf 56 % innerhalb von 7 Tagen nach bakterieller Kontamination. Ein anderes Problem ist darin zu sehen, dass man den Zustand der Pulpa vor der Überkappung nicht genau eruieren kann. Man kann ihn während der Behandlung nur unter rein klinischen, visuellen Gesichtspunkten bestimmen. Ob es sich bei der exponierten Pulpa um eine reversibel oder irreversibel geschädigte Pulpa handelt, ist leider nur in letzter Konsequenz histologisch nach erfolgter Extraktion zu bestimmen. In unserer Studie wurden keine Feingewebeuntersuchungen veranlasst, sodass die Frage des Infektionseinflusses auf die Nekrose der Pulpa unter histologischen Gesichtspunkten nicht geklärt wurde.

Bemerkenswert ist in unserer Langzeitstudie die hohe Erfolgsquote der Überkappung in der Gruppe mit über 10 Jahren Beobachtung. Selten traten nach vielen Jahren an Zähnen mit erfolgreich durchgeführter Überkappung Probleme auf, gelegentlich erst im Zuge einer neuen sekundären Versorgung, wenn die Füllung nicht mehr randdicht und somit auch nicht mehr bakteriendicht war. In unserer Untersuchung konnte hinsichtlich des Follow-up in der Gruppe bis 5 Jahren ($n = 119$) ein hochsignifikant niedrigeres Überleben festgestellt werden als in der Gruppe mit einem Follow-up von über 5 Jahren ($n = 129$) ($p < 0,001$). Hierbei ist auch die Tatsache bemerkenswert, dass der Grossteil der in der Poliklinik für Zahnerhaltung in Münster behandelten Patienten mit erfolgreich durchgeführter direkter Überkappung in der Altersgruppe der 0- bis 20jährigen, näm-

lich 92,86 % zu finden ist. Dies könnte für die weitläufig vertretene Meinung sprechen, dass nur jugendliche Zähne eine hohe Überlebensrate nach erfolgter Überkappung aufweisen. So wird in der Literatur immer wieder darauf hingewiesen, dass besonders jugendliche Zähne erfolgreich auf eine direkte Überkappung ansprechen. Allerdings weist die Gruppe der 20– bis 30jährigen mit 80,0 % und die 30– bis 40jährigen sogar mit 83,72 % Durchschnittsüberleben eine ebenfalls hohe Quote auf. Diese Feststellungen zeigen, dass in unserer Studie nicht nur jugendliche Zähne erfolgreich überkappt werden können. *Oysaed* (1988) und *Wataha* (1992) wiesen anhand klinischer Studien mit einem Follow-up von über 4,5 Jahren und radiologischer Kontrolle nach, dass bei jungen Patienten das pulpaie Gewebe eine höhere Resistenz gegenüber Bakterien aufweist und bei erfolgter Pulpaamputation mit $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Abdeckung eine Erfolgsrate von 93 % zu Buche steht. Ein fortgeschrittenes Alter der Patienten galt in der Vergangenheit als Kontraindikation für die direkte Überkappung. Aufgrund der schlechteren Regenerationsfähigkeit des Gewebes mit zunehmendem Alter und des häufig sklerosierten Pulpagewebes wurde ein erfolgreiches Gelingen als wenig wahrscheinlich angenommen. In dieser Studie ergibt sich in der Gruppe der über 60jährigen der grösste Misserfolg. Es zeigt sich ein stetiger Verlust der Vitalität bis 2,5 Jahre um 62,2 %. Das ist somit das schlechteste Ergebnis der vorliegenden Untersuchung. Einerseits stützt dieses Ergebnis die These, dass eher jugendliche Zähne erfolgreich auf die direkte Überkappung ansprechen, andererseits ist jedoch auch darauf zu verweisen, dass die Erfolgsrate von der direkten Überkappung von Zähnen bei 30- bis 40jährigen eine Überlebenszeit von durchschnittlich 13,6 Jahren haben. Bei den 40- bis 60jährigen liegt sie immerhin noch bei 73,33 % mit 11,4 Jahren Überlebenszeit im Durchschnitt. Wie Langzeituntersuchungen aber zeigen, kann jedoch auch bei Patienten höheren Alters mit einer vollständigen *restitutio ad integrum* der Pulpa gerechnet werden (*Ahrens et al.* 1973, *Hanks et al.* 1983, *Haskell et al.* 1978). *Horsted et al.* (1985) beschreiben allerdings, dass der Heilungsprozess bei älteren Menschen, bedingt durch die allgemein reduzierte restitutive Potenz des Gewebes, eine evtl. geringfügige Verzögerung aufweisen kann. In der Poliklinik für Zahnerhaltung überkappte Zähne zeigen bei einem Patientenalter von über 60 Jahren nach der hier angestellten Untersuchung ein signifikant schlechteres kumulatives Überleben im Vergleich mit den Altersgruppen unter 30 Jahren und ein schlechteres Survival verglichen mit den anderen beiden Altersgruppen zwischen 30 und 60 Jahren.

Hinsichtlich der Füllungsmaterialien in unserer Studie weisen die Zähne, die mit Amalgam (14,4 Jahre) und Gold (13,9 Jahre) versorgt worden sind, die höchste Überlebenszeit auf. Die mit Komposit-Kunststoff gefüllten Zähne haben eine durchschnittliche Überlebenszeit von 10 Jahren; es findet bis 7 Jahre ein stetiger Abfall um 29,1 % statt, danach wird keiner dieser Zähne mehr avital. Im Hinblick auf die mit Gold versorgten Zähne ist zu erwähnen, dass ein Grossteil der Zähne für eine kurze Dauer (nur für den Zeitraum der Anfertigung der Edelmetallrestauration) mit einem provisorischen Verschluss, und zwar Pro-Temp (Espe, Seefeld), versehen worden war. Andere sind direkt nach der Überkappung mit Amalgam gefüllt worden bei der Nachuntersuchung mit Gold versehen, so dass es schwierig ist, das genaue Datum der Definitivversorgung mit dem Edelmetall nach diesem Zeitraum noch zu ermitteln. Die Zähne, die mit Keramik versorgt worden sind (0,8 %), fallen eigentlich in der Diskussion mit dem schlechten Ergebnis auf. Es kann aber aufgrund der geringen Anzahl kein genaues Fazit aus dieser Versorgung gezogen werden, somit fällt dieses Material in der Diskussion des Themas nicht ins Gewicht.

Das Gesamtergebnis unterstreicht die These, dass ein bakteriedichter Verschluss für das dauerhafte Gelingen einer direkten Überkappung wichtig ist. Es besteht ein signifikanter Nachteil für provisorisch versorgte Zähne im Vergleich zu den anderen Restaura-
tionsarten. Im Literaturvergleich ist das Thema der Restaura-
tionsart bisher kaum diskutiert worden. Wie bereits bei *Horsted et al.* (1985) angeführt, hat das Überkappungsmaterial sowohl Einfluss auf die Qualität des bakteriedichten Verschlusses als auch auf die Infektanfälligkeit. Die Verwendung des Restaura-
tionsmaterials ist ein ganz entscheidender Faktor, der sich auf das Überleben der direkt überkappten Zähne auswirkt. Offensichtlich erscheint, dass es bei einem provisorisch gefüllten Zahn weitaus eher zu Randspaltenbildung kommen kann. Deshalb sollte sofort nach einer direkten Überkappung immer ein definitiver Verschluss erfolgen, da Dichtigkeit und Kaubelastungsstandhaftigkeit zu bedenken sind. Wie die Ergebnisse aufzeigen, sind Amalgam und Gold klar überlegen, was optimale Beständigkeit, Randsichtigkeit, Festigkeit und Langlebigkeit anbelangt (*Hellwig et al.* 1995).

Betrachtet man das Überleben der Zähne in Abhängigkeit von der Zahnart so zeigt sich, dass die Frontzähne den grössten Überlebensanteil mit 92,0 % aufweisen, danach folgen die Molaren mit 79,61 %. Man spricht mehrwurzeligen Zähnen eine grössere restitutive Potenz zu, da sie auf Grund ihrer Mehrwurzeligkeit eine bessere Blutversorgung besitzen als einwurzelige Zähne. Andererseits sollte man nicht ausser Acht lassen, dass der 6-Jahrmolar die längste Verweildauer in der Mundhöhle hat und somit meistens auch bereits zu einem früheren Zeitpunkt kariöse Defekte aufweisen kann als die übrigen Zahnarten. Allein aus diesem Grund werden wahrscheinlich mehr Molaren als Frontzähne oder Eckzähne direkt überkappt. Ein anderes Faktum für das bessere Abschneiden der Frontzähne könnte sein, dass diese aufgrund ihrer Lage in der Mundhöhle in puncto Übersichtlichkeit einfacher zu behandeln sind und der Speichelfluss in der Frontzahnregion besser kontrollierbar ist als im Seitenzahnbereich. Ferner sind Füllungen im Molarenbereich stärkeren Kaukräften ausgesetzt als in der Frontzahnregion. Dies könnte dazu führen, dass Restaurationen hier länger randdicht und somit bakterienreicher bleiben. Das könnte ein Grund für die höhere Überlebensrate der Frontzähne sein.

Bei der Auswertung der Überlebensrate in Abhängigkeit von Beschwerden zeigt sich, dass die Zähne (n = 49), die nach der Überkappung Beschwerden verursacht haben, alle nicht mehr vital sind. Man kann hier annehmen, dass schon im Vorfeld eine bakterielle Kontamination oder eine Infektion die Ursache für den Untergang des Pulpagewebes gewesen sein könnten und das Gelingen einer direkten Überkappung verhindert haben. Die zwei Patienten, die schon vor der Behandlung Beschwerden hatten, gaben auch nach der direkten Überkappung Schmerzen an, und das Pulpagewebe wurde im Laufe der Zeit nekrotisch. Dieses Ergebnis stützt die These, dass eine bereits vorliegende Entzündung die Prognose des Zahnes deutlich verschlechtert, da bei bereits vorhandener irreversibler Pulpitis keine Ausheilung mehr möglich ist.

5.3 Klinische Konsequenz

Die durchgeführte Studie belegt, dass eine direkte Überkappung eine adäquate Therapiemassnahme nach einer Pulpaeröffnung mit nachweisbarem Langzeiterfolg zur Vitalerhaltung eines Zahnes darstellt.

In erster Linie geht es in der Endodontie immer um ein möglichst langes Überleben der Zähne in der Mundhöhle, da jede Extraktion einen Störfaktor im stomatognathen System darstellt und weitere Konsequenzen nach sich zieht.

Durch die Anwendung standardisierter Behandlungsmethoden können auch von unterschiedlichen Behandlern hohe Erfolgsquoten erzielt werden.

Nach einer direkten Überkappung sollte, wie die hier vorliegenden Ergebnisse zeigen, auf jeden Fall ein sofortiger definitiver Verschluss erfolgen. Wie bereits erwähnt, war es ein Nachteil, wenn aus Zeitgründen nicht immer sofort ein endgültiger Verschluss erfolgte. Im ersten Jahr zeigte sich der grösste Verlust der Vitalität der Zähne (8,9 %). Daraus kann man schlussfolgern, dass sich innerhalb dieses Zeitraumes die Weichen für oder gegen den Erfolg einer direkten Überkappung stellen. Mit einer anschliessenden geplanten prothetischen Versorgung sollte bezugnehmend auf die Erfahrungswerte in dieser Studie mindestens 1,5 bis 2 Jahre gewartet werden. Auf jeden Fall muss die Vitalität vor der Anfertigung der Restauration noch einmal mittels eines Kältetests überprüft werden. Die immer noch weitläufig vertretene Meinung, nur 6 Monate nach erfolgter direkter Überkappung mit einer Edelmetall- oder Keramikneuersorgung zu warten, ist sicherlich zu kurz, da die Prognose des Zahnes dann noch zu unsicher erscheint.

Ab einem Alter von über 60 Jahren sollte aufgrund des schlechteren Ergebnisses im Vergleich zu den anderen Altersgruppen auf die direkte Überkappung verzichtet werden.

Beschwerden vor und insbesondere nach einer direkten Überkappung weisen eindeutig auf einen Behandlungsmisserfolg hin. Alle untersuchten 49 Zähne (19,76 %) mit Beschwerden haben im Laufe der Zeit ihre Vitalität verloren.

Zähne, die bereits vor der Behandlung Schmerzen verursacht haben, sollten nicht einer direkten Überkappung zugeführt werden.

6 Zusammenfassung

Die vorliegende retrospektive Arbeit stellt die Ergebnisse der Überlebensrate direkt überkappter Zähne dar, die unter Standardbedingungen in der Poliklinik für Zahnerhaltung der Universität Münster behandelt worden sind. Mögliche Einflüsse auf die Überlebensrate werden dabei berücksichtigt.

Es wurden insgesamt 248 Zähne über einen Zeitraum von mind. 3 Monaten bis längstens 16,6 Jahren nachuntersucht, die im Rahmen einer Behandlung mit einem Calciumhydroxidpräparat direkt überkappt worden waren.

Es wurde die wässrige Suspension von $\text{Ca}(\text{OH})_2$ „*Calxyl rot*“, bei der direkten Überkappung verwendet. 132 ehemalige Studenten, bei denen im Rahmen einer Behandlung im Studentenkurs eine direkte Überkappung durchgeführt wurde, sind mit der Bitte angeschrieben worden, einen Datenerhebungsbogen auszufüllen und zurückzusenden.

Davon haben 100 geantwortet und konnten bei der Datenerhebung berücksichtigt werden.

Die restlichen 116 Patienten, bei denen zu unterschiedlichen Zeiten eine direkte Überkappung durchgeführt wurde, sind im Rahmen der normalen Routineuntersuchungen nachuntersucht worden. Die Nachuntersuchung beinhaltete eine erneute Sensibilitätsprobe mittels CO_2 -Kältespray, eine intraorale Inspektion des jeweiligen Zahnes und der Schleimhaut und eine Perkussionsprobe. Ein neues aktuelles Röntgenbild wurde aus ethischen Gründen nicht angefertigt. Die Patienten wurden ausserdem nach klinischen Beschwerden, Schmerzen oder Unbehagen nach der Überkappung befragt und überprüft, ob eine eventuelle Hypersensibilität im Sinne von Heiss-/Kaltbeschwerden vorlag.

Die jeweilige Indikation und die Entscheidung für bzw. gegen eine direkte Überkappung wurde während der Behandlung gestellt. Nur stecknadelspitzengrosse Eröffnungen unter Kofferdam, die sich im absolut kariesfreien Dentin befanden, wurden überkappt. Dies gewährleistete zum einen die gleichen Ausgangsbedingungen und ein Arbeiten unter aseptischen Kautelen.

Insgesamt zeigte sich eine hohe Erfolgsquote in der Überlebensrate der direkt überkappten Zähne. Im Follow-up zeigte sich eine durchschnittliche Überlebenszeit von 13,3

Jahren. 80,24 % der Zähne blieben bis zum Ende des Untersuchungszeitraums noch vital. 49 Zähne wurden zum grössten Teil (63,5 %) innerhalb der ersten 2,5 Jahren (63,5 %) avital und bereiteten alle ausnahmslos in den ersten Wochen und Monaten Beschwerden nach der direkten Überkappung. Es zeigte sich in Bezug auf die Überlebensrate von überkappten Zähnen mit 78,74 % bei den Männern und 81,82 % bei den Frauen ein weitestgehend ausgewogenes Geschlechtsverhältnis. Ohne signifikanten Einfluss auf das Überleben überkappter Zähne blieb auch das Alter; überkappte Zähne aus der Alterskategorie von 40– bis 60jährigen und über 60 Jahren wiesen eine Durchschnittsüberlebensrate von 11,4 bzw. 4,5 Jahren mit allerdings nur einem Gesamtüberleben von 73,33 % bzw. 63,64 % auf. Die grösste Überlebensrate zeigte allerdings im Gesamtergebnis die Gruppe der 0– bis 20jährigen mit einem durchschnittlichen Überlebenszeitraum von 14,7 Jahren.

Im Hinblick auf die einzelnen Zahngruppen wurden Frontzähne mit 10,1 %, Eckzähne mit 0,4 %, Prämolaren mit 28,2 % und Molaren mit 61,3 % behandelt. Bei den Molaren betrug die Überlebenszeit im Durchschnitt 11,8 Jahre. Von den untersuchten 152 Zähnen sind 121 (79,61 %) noch vital. Am häufigsten wurde Zahn 36 mit 9,3 % direkt überkappt, die Zähne 13, 28 und 32 waren mit 0,4 % am seltensten überkappt worden.

54 % der Zähne waren mit Amalgam, 18,1 % mit Gold, 17,7 % mit Komposit-Kunststoff und 8,5 % mit Glasionomermaterial versorgt worden. Nur 2 Zähne (0,8 %) wurden mit Keramik versorgt; aus diesem Grund ist das Ergebnis der Überlebensquote in dieser Versorgungsgruppe nicht massgeblich und muss deshalb unberücksichtigt bleiben. Die Überlebensrate der mit Gold (82,1 %) und Amalgam (83,6 %) gefüllten Zähne war am grössten, aber ohne signifikanten Unterschied zu den anderen Materialien.

Beschwerden vor und insbesondere nach einer direkten Überkappung haben Einfluss auf den Behandlungserfolg. Alle untersuchten 49 Zähne (19,76 %) mit Beschwerden haben im Laufe der Zeit ihre Vitalität verloren. Zähne, die bereits vor der Behandlung schmerzten, sollten daher nicht einer direkten Überkappung zugeführt werden.

7 Literaturverzeichnis

- (1) Ahrens, G., Reuver, J.:
Eine Nachuntersuchung von direkten Pulpaüberkappungen aus
der täglichen zahnärztlichen Praxis.
Dtsch Zahnärztl Z 28: 862-65 (1973)
- (2) Armstrong, W.P., Hoffman, S.:
Pulp cap study.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 15: 1505-09 (1965)
- (3) Avery, J.:
Repair potential of the pulp.
J Endod 5: 205-12 (1981)
- (4) Attin, T., Hellwig, E.:
Erfolgsaussichten der direkten Pulpa-Überkappung bei Zähnen
mit Caries profunda.
Quintessenz 44: 1613-22 (1995)
- (5) Barthel, C.R., Rosenkranz, B., Leuenberg, A., Roulet, J.-F.:
Pulp Capping of Carious Exposures: Treatment Outcome after
5 and 10 Years: A Retrospective Study.
J Endod 9: 525-28 (2000)
- (6) Baume, L.J., Holz, J.:
Long term clinical assessment of direct pulp capping.
Int Dent J 31: 251-60 (1981)

- (7) Beetke, E., Wenzel, B., Lau, B., Bienengräber, V.:
Zur direkten Überkappung der artifiziell freigelegten Pulpa bei
Caries profunda.
Stomatol DDR 40: 246-49 (1990)
- (8) Bermann, M.H.:
Pulpotomy: The old reliable pulp therapy.
Dent. Today 60: 62-67 (1996)
- (9) Black, G.V.:
Special dental pathology.
Medico Dental Publishing Co., Chicago 1915
- (10) Brännström, M., Voljinovic O.:
Response of the dental pulp to invasion of bacteria around three
filling materials.
ASDC J Dent Child 43: 83-89 (1976)
- (11) Brännström, M., Nyborg, H.:
The presence of bacteria in cavities filled with silicate cement
and Composite resin materials.
Swed Dent J 64: 149-58 (1971)
- (12) Cox, C.F., Bergenholtz, G., Fitzgerald, M., Heys, D.R., Avery, J.K., Baker, J.A.:
Capping of the dental pulp mechanically exposed to the oral
microflora. A 5-week observation of wound healing in the
monkey.
J Oral Pathol 11: 327-39 (1982)

- (13) Cox, C.F., Bergenholtz, G., Baker, J.A.:
A 14-day observation of wound healing of exposed/contaminated monkey pulps.
J Dent Res (special issue) 62: 663 (Abstr. 127) (1983 a)
- (14) Cox, C.F., Bergenholtz, G., Syed, S.A., Heys, D.R., Fitzgerald, M.A.:
A 13-15 month observation of wound healing of exposed monkey pulps.
J Dent Res 62: 250 (Abstr. 730) (1983 b)
- (15) Cox, C.F., Sübay, R.K., Suzuki, S., Suzuki, S.H., Ostro, E.:
Biocompatibility of various dental materials: Pulp healing with a surface seal.
Int J Periodont Rest Dent 16: 240-51 (1996)
- (16) Cox, C.F., Hafez, A.A., Akimoto, N., Otsuki, M., Suzuki, S., Tarim, B.:
Biocompatibility of a primer, adhesive and resin composite systems on non-exposed and exposed pulps of non-human primate teeth.
Am J Dent 11: 55-63 (1998)
- (17) Cvek, M.:
A clinical report on partial pulpotomy and capping with calcium hydroxide in permanent incisors with complicated crown fracture.
J Endod 4: 232-42 (1978)
- (18) Dammaschke, T.:
Natriumhypochlorit – eine Übersicht.
Endod 8: 9-19 (1999)

- (19) Dummer, P.M.H., Hicks, R., Huws, D.:
Clinical signs and symptoms in pulp disease.
Int Endod J 13: 27-35 (1980)
- (20) Eidelmann, E., Ulmanky, M.:
Histopathology of the pulp with deep dentinal caries
Pediatr Dent 14: 372-75 (1992)
- (21) Eifinger, F.F.:
Klinische und histologische Befunde bei der Glukokortikoid-
Therapie der Pulpitis
Dtsch Zahnärztl Z 23: 239-45 (1968)
- (22) Fitzgerald, M.:
Cellular mechanisms of dentinal bridge repair using H-
thymidine.
J Dent Res 58: 2198-206 (1979)
- (23) Fitzgerald, M., Heys, R.J.:
A clinical and histological evaluation of conservative pulp ther-
apy in human teeth.
Oper Dent 16: 101-12 (1991)
- (24) Folwaczny, M., Mehl, A., Haffner, C., Hickel, R.:
Möglichkeiten und Perspektiven bei der direkten Überkappung
der Pulpa.
Dtsch Zahnärztl Z 53: 307-21 (1998)
- (25) Goodis, H.E.:
History of pulp biology. In: Hargreaves, K.M., Goodis H.E.
(Hrsg.): Seltzer and Bender's Dental pulp.
Quintessence Publishing, Chicago 2002: 1-11

- (26) Granath, L.E., Hagman, G.:
Experimental pulpotomy in human bicuspid with reference to cutting technique.
Acta Odontol Scand 29: 155-63 (1971)
- (27) Hafez, A.A., Cox, C.F., Tarim, B., Otsuki, M., Akimoto, N.:
An in vivo evaluation of hemorrhage control using sodium hypochlorite and direct capping with a one- or two-component adhesive system in exposed nonhuman primate pulps.
Quintessence Int 33: 261-72 (2002)
- (28) Hanks, C.T., Bergenholtz, G., Kim, J.S.:
Protein synthesis in vitro in the presence of Ca(OH)₂-containing pulp capping medicaments.
J Oral Pathol 12: 356-65 (1983)
- (29) Haskell, E.W., Stanley, H.R., Chellemi, J., Stringfellow, H.:
Direct pulp capping treatment: a long-term follow-up.
J Am Dent Assoc 97: 607-12 (1978)
- (30) Heilig, J., Yates, J., Siskin, M., Mc Knight, J., Turner, J.:
Calcium hydroxide pulpotomy for primary teeth: A clinical study.
J Am Dent Assoc 108: 775-78 (1984)
- (31) Hellwig, E., Klimek, J., Attin, T.:
Einführung in die Zahnerhaltung.
Urban & Schwarzenberg, München 1995: 286-87

- (32) Hermann, B.:
Calciumhydroxid als Mittel zum Behandeln und Füllen von
Zahnwurzelkanälen.
Med. Diss., Univ. Würzburg 1920
- (33) Hermann, B.:
Ein weiterer Beitrag zur Frage der Pulpenbehandlung.
Zahnärztl Rundsch 37: 1327-76 (1928)
- (34) Hermann, B.:
Dentinobliteration der Wurzelkanäle nach Behandlung mit Cal-
cium.
Zahnärztl Rundsch 39: 888-99 (1930)
- (35) Heyduck, G., Wegner, H.:
Klinische, röntgenologische und histologische Ergebnisse nach
Vitalbehandlung der freigelegten Pulpa.
Stomatol DDR 28: 614-19 (1978)
- (36) Heys, D.R., Heys, R.J., Cox, C.F., Avery, J.K.:
The response of four calcium hydroxides on monkey pulps.
J Oral Pathol 9: 372-79 (1980)
- (37) Horsted, P., El Attar, K., Langeland, K.:
Capping of monkey pulps with Dycal and a Ca-eugenol cement.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 52: 531-53 (1981)
- (38) Horsted, P., Sondergaard, B., Thylstrup, A., El Attar, K., Fejerskov, O.:
A retrospektive study of the direct pulp capping with Ca(OH)₂
compounds.
Endod Dent Traumatol 1: 29-34 (1985)

- (39) Kakehashi, S., Stanley, H.R., Fitzgerald, R.J.:
The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats.
J South Calif Dent Assoc 34: 449-51 (1966)
- (40) Kakehashi, S., Stanley, H.R., Fitzgerald, R.:
The exposed germ-free pulp: Effects of topical corticosteroid medication and restoration.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 27: 60-67 (1969)
- (41) Kalnins, V.:
Ascending pulpitis in primary teeth.
J Dent Res 87: 986 (Abstr 264) (1958)
- (42) Kalnins, V., Frisbie, H.E.:
The effect of dentin fragments on the healing of the exposed pulps.
Arch Oral Biol 2: 96-103 (1960)
- (43) Kitasako, Y., Shibata, S., Pereira, P.N., Tagami, J.:
Short-term dentin bridging of mechanically-exposed pulps capped with adhesive resin systems.
Oper Dent 25: 155-62 (2000)
- (44) Langeland, K., Tronstad, L., Langeland, L.E.:
Human pulp changes of iatrogenic origin.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 32: 943-80 (1971)
- (45) Lim, K.C., Kirk, E.E.J.:
Direct pulp capping: a review.
Endodontol Traumatol 3: 213-19 (1987)

- (46) Massler, M.:
Therapy conducive to healing of the human pulp.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 34: 122-30 (1972)
- (47) Marzoud, M.A., Van Huysen, G.:
Pulp exposure without hemorrhage.
J Dent Res 45: 405 (1966)
- (48) Masterton, J.B.:
Inherent healing potential of the dental pulp.
Br Dent J 120: 430-36 (1966)
- (49) Matsuo, T., Nakanishi, T., Shimizu, H., Ebisu, S.:
A clinical study of direct pulp capping applied to caries-
exposed pulps.
J Endod 22: 551-56 (1996)
- (50) Mejare, I., Cvek, M.:
Partial pulpotomy in young permanent teeth with deep carious
lesions.
Endod Dent Traumatol 9: 238-42 (1993)
- (51) Mjör, I.A., Dahl, E., Cox, C.F.:
Healing of pulp exposures: An ultrastructural study.
J Oral Pathol Med 20: 496-501 (1991)
- (52) zur Nidden, A.:
Die Behandlung der blossliegenden Pulpa.
Dtsch Vjschr Zahnheilk 1: 73 (1861)

- (53) Obersztyn, A., Jedrzejczyk, J., Smiechowska, W.:
Application of lyophilized dentin chips, mixed with prednisolon
and neomycin, on infected rat incisor pulp.
J Dent Res 47: 374-80 (1968)
- (54) Ott, K.H.R. Persönliche Mitteilung (2002)
- (55) Oysaed, H., Ruyter I.E., Kleven, S.:
Release of formaldehyde from dental composites.
J Dent Res 67:1289-94 (1988)
- (56) Pameijer, C.H., Stanley, H.R.:
The disastrous effects of the “total etch” technique in vital pulp
capping in primates.
Am J Dent 11 (Special issue): 45-54 (1998)
- (57) Peterson, K., Söderström C., Kiani-Anaraki, M., Levy, G.:
Evaluation of the ability of thermal and electrical tests to
register pulp vitality.
Endod Dent Traumatol 15: 127-31 (1999)
- (58) Pfaff, P.:
Abhandlung von den Zähnen des menschlichen Körpers und
deren Krankheiten.
Haude und Spener, Berlin 1756
- (59) Pilz, M.E.W.:
Praxis der Zahnerhaltung und oralen Prävention.
Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1976: 292-93
- (60) Rogers, T.:
On capping the exposed pulp.
Trans Odontol Soc London 1: 131-47 (1857)

- (61) Rutherford, B., Spångberg, L.:
Transdentinal stimulation of reparative dentine formation by osteogenic proteine-1 in monkeys.
Arch Oral Biol 40: 681-83 (1995)
- (62) Schröder, A.:
Endodontie.
Quintessenz, Berlin 1982
- (63) Schroeder, H.E.:
Pathobiologie oraler Strukturen. Zähne, Pulpa, Parodont
Karger, Basel 1997
- (64) Schröder, U. Granath, L.E.:
On internal dentine resorption in deciduous molars treated by pulpotomy and capped with calcium hydroxide.
J Am Dent Assoc 50: 34-43 (1955)
- (65) Schröder, U.:
Effect of an extra-pulpal blood clot on healing following experimental pulpotomy and capping with calcium hydroxide.
Odontol Rev 24: 257-69 (1973)
- (66) Schwenzler, N.(Hrsg.):
Konservierende Zahnheilkunde.
Georg Thieme, Stuttgart 1988: 151-55

(67) Shroff, F.R.:

The effects of filling materials on the dental pulp: An histological experimental study with special reference to synthetic porcelain. Part II.

N Zealand Dent J 43: 35-58 (1947)

(68) Seltzer, S., Bender, IB.:

The Dental pulp.

J.B. Lippincott Co., Philadelphia 1975: 252-69

(69) Smith, A.J., Garde, C., Cassidy, N., Ruch, I.V., Lesot, H. :

Solubilization of dentine extracellular matrix by calcium hydroxide.

J Dent Res 74: 829 (Abstr. 751) (1995)

(70) Staehle, H.J.:

Calciumhydroxid in der Zahnheilkunde

Carl Hanser, München 1990

(71) Stanley, R.H.:

Criteria for standardizing and increasing credibility of direct pulp capping studies.

Am J Dent 11:17-34 (1998)

(72) Stanley, R.H.:

Pulp capping: Conserving the dental pulp - Can it be done? Is it worth it?

Oral Surg Oral Med Oral Pathol 68: 628-39 (1989)

- (73) Torneck, C.D., Moe, H., Howley, T.P.:
The effect of calcium hydroxide on porcine pulp fibroblasts in vitro.
J Endod 9: 131-36 (1983)
- (74) Tronstad, L., Mjör, L.A.:
Capping of the inflamed pulp.
Oral Surg Med Oral Pathol 34: 477-85 (1972)
- (75) Turner, C., Courts, F.J., Stanley, H.R.:
A histological comparison of direct pulp capping agents in primary canines.
ASDC J Dent Child 54: 423-28 (1987)
- (76) Wataha, J.C., Hanks, C.T., Craig, R.G.:
In vitro synergistic and duration of exposure effects of metal cations on eukaryotic cells.
J Biomed Mater Res 26: 1297-309 (1992)
- (77) Weiger, R.:
Vitalerhaltende Therapie. In: Heidemann, D.: Endodontie.
Urban & Fischer, München 2001: 65-66
- (78) Woehrlen, A.E.jr.:
Evaluation of techniques and materials used in pulpal therapy based on a review of the literature. Part I.
J Am Dent Assoc 95: 1154-58 (1977)
- (79) Woehrlen, A.E.jr.:
Evaluation of techniques and materials used in pulpal therapy based on a review of the literature. Part II.
J Am Dent Assoc 96: 107-12 (1978)

8 Danksagung

Für die freundliche Überlassung des Themas dieser Arbeit möchte ich mich bei Herrn Univ.-Prof. Dr. med. dent. K. Ott bedanken.

Herrn OA Dr. T. Dammaschke möchte ich für seine sachkundige, kompetente Betreuung und die geduldige Mithilfe bei der Korrektur dieser Arbeit danken.

Mein Dank gilt auch den Mitarbeiterinnen der Zahnerhaltung, die mir bei dem Auffinden archivierter Akten aus dem Zentralarchiv behilflich waren.

Dank sagen möchte ich auch Herrn Dr. rer. nat. G. Burkhardtmaier aus dem Institut für medizinische Informatik und Biomathematik für die Beratung.

Nicht zuletzt bedanke ich mich besonders bei meinen Eltern, die es mir erst ermöglicht haben, dieses Studium durchzuführen und - durch ihre Unterstützung - diese Arbeit fertig zustellen möglich gemacht haben.

9 Lebenslauf

Persönliche Daten:

Name: Leidinger, geb. Kämmer, Jana
Geburtsdatum: 09.11.1972
Geburtsort: Warendorf
Staatsangehörigkeit: deutsch
Familienstand: verheiratet

Schulbildung:

08/79 – 06/83 Mariengrundschule Oelde
08/83 – 12/87 Thomas-Morus- Gymnasium Oelde
01/88 - 06/93 Mariengymnasium Warendorf

Berufsausbildung:

08/93- 03/94 Ausbildung zur Zahntechnikerin im Dentallabor
Kreimer, Warendorf

Studium der Zahnmedizin:

04/94 – 08/00 Westfälische Wilhelms-Universität Münster

Staatsexamen: 01.08.2000

Approbation: 05.09.2000

Berufliche Tätigkeit:

Seit 1.11.2000 Ausbildungsassistentin in der Praxis Dr. M. Thoss,
Warendorf

Seit 1.6.2003 Oralchirurgische Ausbildungsassistentin bei Dr. Bert
Droogmans, Ibbenbüren

10 Anhang

10.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Durchschnittliche Altersverteilung	28
Abbildung 2: Altersgruppierung in Prozent.....	29
Abbildung 4: Verteilung nach Oberkiefer und Unterkiefer.....	31
Abbildung 5: Verteilung der Zahngruppen (in %).....	33
Abbildung 6: Häufigkeitsverteilung nach dem FDI-Schema	35
Abbildung 7: Restaurationsarten nach Überkappung (in %).....	36
Abbildung 8: Schmerzen vor und nach Überkappung	37
Abbildung 9: Vitalität zum Ende des Follow-up	38
Abbildung 10: Kumulatives Überleben nach direkter Überkappung.....	39
Abbildung 11: Überleben abhängig vom Alter	41
Abbildung 12: Altersverteilung in Jahren	42
Abbildung 13: Survival und Geschlecht.....	44
Abbildung 14: Survival und Kiefer.....	46
Abbildung 15: Survival und Zahnart	47
Abbildung 16: Survival und Versorgung	48
Abbildung 17: Survival und Versorgung (Mittelwerte).....	49
Abbildung 18: Survival und Beschwerden.....	50
Abbildung 19: Überlebensrate und Beobachtungszeitraum	51

10.2 Tabellenverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Altersverteilung	27
Tabelle 2: Altersgruppierung in Prozent	27
Tabelle 3: Behandelte Kiefer (in %)	31
Tabelle 4: Verteilung im Hinblick auf die Quadranten	32
Tabelle 5: Verteilung nach Zahngruppen (in %)	33
Tabelle 6: Häufigkeitsverteilung nach dem FDI-Schema	34
Tabelle 7: Jahresstatistik der überkappten Zähne.....	40

10.3 Datenerhebungsbogen

Poliklinik für Zahnerhaltung Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. dent. K. Ott	 UKM Universitätsklinikum Münster
Universitätsklinikum Münster • Poliklinik für Zahnerhaltung • D-48129 Münster	D-48129 Münster, Hausadresse: Waldeyerstraße 30 D-48149 Münster Vermittlung: (02 51) 83 - 0
	Durchwahl: (02 51) 83 – 4 70 38/39 Fax: (02 51) 83 – 4 70 37 E-Mail: otk@uni-muenster.de <small>http://medweb.uni-muenster.de/institute/zmk/einrichtungen/kons/index.html</small>
OA Dr. Till Dammaschke	Durchwahl: (02 51) 83 – 4 70 35/36 E-Mail: tilda@uni-muenster.de
Sehr geehrte Frau Kollegin, Sehr geehrter Herr Kollege,	
<p>im Rahmen einer groß angelegten wissenschaftlichen Studie versuchen wir den Langzeiterfolg zahnärztlicher Behandlungsmaßnahmen zu untersuchen und möchten Sie hiermit höflich darum bitten, uns bei unseren Bemühungen um eine bessere Patientenversorgung zu unterstützen.</p> <p>Unseren Unterlagen nach haben Sie Zahnmedizin an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster studiert und waren in dieser Zeit auch in unserem Hause in zahnärztlicher Behandlung.</p> <p>Dabei wurde bei Ihnen am beim Exkavieren an Zahn die Pulpa eröffnet und eine „Direkte Überkappung“ mit einem Kalziumhydroxid-Präparat durchgeführt. Uns würde nun der Langzeiterfolg dieser Behandlungsmaßnahme bei Ihnen interessieren. Bitte füllen Sie den beiliegenden Fragebogen aus und senden Sie diesen als Brief oder per Fax an uns zurück.</p> <p>Ganz herzlichen Dank für Ihre Mithilfe.</p> <p>Für etwaige Rückfragen stehen wir Ihnen gern zur Verfügung.</p>	
Mit freundlichen kollegialen Grüßen	
(OA Dr. T. Dammaschke)	
<small>Das Universitätsklinikum Münster ist zu erreichen mit den Buslinien Nr. 3, 4, 5, 11, 12, 14, 20, 34, R63, R64, 563 und 564. Aufgrund der Parkplatzsituation raten wir von der Anreise mit dem Pkw ab.</small>	

10.4 Fragebogen

Bitte als Brief oder per Fax (0251/8347037) zurück an:

Rückantwort

OA Dr. Till Dammaschke
Poliklinik für Zahnerhaltung
Waldeyerstr. 30
48149 Münster

Bitte füllen Sie diesen Fragebogen aus und senden Sie diesen als Brief oder per Fax (0251/8347037) an uns zurück.

Ganz herzlichen Dank für Ihre Mithilfe.

Name:

Untersuchungsdatum:

Überkappter Zahn:

Vital: ja nein

jetzige Versorgung: Amalgam Kunststoff Gold Keramik
Glasionomerzement sonstiges (bitte auflühren)

Beschwerden vor der Überkappung: ja nein nicht erinnerlich

Beschwerden jetzt: ja nein

ggf. Datum Wurzelkanalbehandlung bzw. -füllung:

ggf. Datum der letzten Röntgenaufnahme:

ggf. röntgenologische Auffälligkeiten: ja nein (falls ja, bitte angeben)

ggf. Datum Extraktion:

Bemerkung:

Patientenname, Geb.-Datum (Aufkleber)	Zahn	Überkappung Datum	Untersuchung Datum	Vital <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Versorgung <input type="checkbox"/> Ag F <input type="checkbox"/> Ku F <input type="checkbox"/> Gold <input type="checkbox"/> Keramik	Beschwerden vor UK <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> unbekannt	ggf. WF Datum	ggf. Rö Datum	Bemerkung
				<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> Ag F <input type="checkbox"/> Ku F <input type="checkbox"/> Gold <input type="checkbox"/> Keramik	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> unbekannt			
				<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> Ag F <input type="checkbox"/> Ku F <input type="checkbox"/> Gold <input type="checkbox"/> Keramik	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> unbekannt			
				<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> Ag F <input type="checkbox"/> Ku F <input type="checkbox"/> Gold <input type="checkbox"/> Keramik	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> unbekannt			
				<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> Ag F <input type="checkbox"/> Ku F <input type="checkbox"/> Gold <input type="checkbox"/> Keramik	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> unbekannt			
				<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> Ag F <input type="checkbox"/> Ku F <input type="checkbox"/> Gold <input type="checkbox"/> Keramik	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> unbekannt			
				<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> Ag F <input type="checkbox"/> Ku F <input type="checkbox"/> Gold <input type="checkbox"/> Keramik	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> unbekannt			
				<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> Ag F <input type="checkbox"/> Ku F <input type="checkbox"/> Gold <input type="checkbox"/> Keramik	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> unbekannt			
				<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> Ag F <input type="checkbox"/> Ku F <input type="checkbox"/> Gold <input type="checkbox"/> Keramik	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> unbekannt			