

Aus der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik  
der Ludwig-Maximilians-Universität München  
Direktor: Professor Dr. Dr. h. c. W. Gernet

---

**Klinische Untersuchung zum Langzeitverhalten  
keramischer Inlays nach 10 Jahren**

**Dissertation**

zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnheilkunde  
an der Medizinischen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von  
Beate Forster

aus München  
2011

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

|   |  |
|---|--|
| Berichterstatter:                                   | Priv. Doz. Dr. Florian Beuer                 |
| Mitberichterstatterin:                              | Priv. Doz. Dr. Nicoleta Ilie                 |
| Mitbetreuung durch den<br>promovierten Mitarbeiter: | -  |
| Dekan:  | Prof. Dr. med. Dr. h.c. M. Reiser FACR, FRCR |
| Tag der mündlichen Prüfung:                         | 26.07.2011                                   |

| <b>Inhalt</b> | <b>Seite</b>   |
|---------------|--|
| 1             | Einleitung..... 1  |
| 2             | Literaturübersicht..... 2  |
| 2.1           | Restaurationswerkstoffe für Black-Klasse II Kavitäten..... 2   |
| 2.1.1         | Nicht zahnfarbene Restaurationen: Amalgamfüllung und Goldeinlagefüllung..... 3   |
| 2.1.2         | Zahnfarbene Füllungsmaterialien:..... 6  |
| 2.1.2.1       | Komposit: direkte und indirekte Restauration und Inserttechnik..... 7  |
| 2.1.2.2       | Keramik: Laborgefertigte Keramikinlays (Beispiel IPS Empress), CAD-CAM Systeme zur Inlayherstellung, Galvano-Keramik-Hybrid-Inlays..... 10   |
| 2.1.3         | Befestigungswerkstoffe..... 15   |
| 2.1.3.1       | Konventionelles Zementieren..... 15  |
| 2.1.3.2       | Adhäsive Befestigung (Beispiele: Sono-Cem und Variolink)..... 15   |
| 2.2           | Einflüsse auf das Langzeitverhalten von Restaurationen<br>– Vergleich der Restaurationswerkstoffe für Klasse II Kavitäten mit spezieller Berücksichtigung von Keramik und Befestigungskomposit... 17 |
| 2.2.1         | Materialermüdung und Verschleiß..... 19  |
| 2.2.2         | Einflüsse auf Pulpa und Gingiva – Biokompatibilität ..... 21   |
| 2.2.3         | Sekundärkariesbildung..... 22  |
| 2.2.3.1       | Randspaltverhalten..... 23   |
| 2.2.3.2       | Plaquanlagerung und Oberflächenqualität..... 24  |
| 2.2.4         | Vergleich von Langzeitergebnissen..... 26  |
| 3             | Material und Methode..... 30   |
| 3.1           | Probandenauswahl..... 30   |
| 3.2           | Arbeitsgrundlagen..... 30  |
| 3.2.1         | Nachuntersuchungsbogen..... 31   |
| 3.2.2         | Fragebögen..... 31   |
| 3.3           | Befunderhebung..... 32   |
| 3.4           | Abformung und Modellherstellung..... 34  |
| 3.5           | Auswertung der Fragebögen..... 34  |

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 4    | Ergebnisse.....   | 38  |
| 4.1  | Gesamteindruck: Ästhetik.....   | 38  |
| 4.2  | Klinische Parameter zur Beurteilung der Sekundärkariesanfälligkeit.....   | 40  |
| 4.3  | Parameter zur Beurteilung des Einflusses auf Gingiva und Pulpa.....   | 50  |
| 4.4. | Klinische Parameter zur Beurteilung von Materialermüdung<br>und Verschleiß.....                                 | 52  |
| 4.5. | Einfluss von Lokalisation und Ausdehnung der Restauration<br>auf das klinische Erscheinungsbild.....            | 57  |
| 4.6  | Langzeitanamnese.....   | 64  |
| 4.7  | Vergleich des Einflusses des jeweiligen Befestigungskomposits<br>auf klinische und anamnestische Parameter..... | 80  |
| 5    | Diskussion.....   | 85  |
| 5.1  | Material und Methode.....   | 85  |
| 5.2  | Ergebnisse.....   | 87  |
| 5.3  | Schlussfolgerungen für die Praxis.....  | 101 |
| 6    | Zusammenfassung.....  | 103 |
| 7    | Literaturverzeichnis.....   | 104 |
| 8    | Anhang.....   | 119 |
| 9    | Materialliste.....  | 159 |
| 10   | Danksagung.....   | 160 |
| 11   | Lebenslauf.....   | 161 |



## **1 Einleitung**

Mit dem aufkommenden Bewusstsein für Ästhetik auch im Bereich der Zahnmedizin haben vollkeramische Versorgungen zunehmend an Bedeutung gewonnen. So wurden im Jahr 2006 in Deutschland mit 2,3 Mio. 20% mehr vollkeramische Restaurationen eingegliedert als noch im Vorjahr [99]. Die verschiedenen Modifikationen des Werkstoffs Keramik erlauben die Herstellung von Werkstücken für die unterschiedlichsten Einsatzgebiete: von ästhetisch anspruchsvollen Veneers und Kronen über Teilkronen und Inlays bis zu vollkeramischen Brücken. Bei Seitenzahnkavitäten der Black Klasse II (mod-, mo-, od- Kavitäten) bietet das Keramikinlay besonders bei größeren Kavitäten, die die Möglichkeit einer Versorgung mittels des ebenfalls zahnfarbenen Komposits einschränken [113], eine ästhetisch anspruchsvolle, hochwertige und biokompatible Alternative zu Goldinlay oder Amalgamfüllung.

Patienten und Behandler wünschen sich jedoch Versorgungen, die nicht nur möglichst zahnähnlich erscheinen und gesundheitlich unbedenklich sind, sondern auch ein gutes Langzeitverhalten vorweisen können. Nur bei einer Restauration, die ihre Qualität beständig über lange Zeit behält, kann ein durch häufigen Füllungsaustausch verursachter weiterer Zahnhartsubstanzverlust vermieden werden. Zudem spielt der Kosten-Nutzen-Faktor gerade für den Patienten bei der Wahl einer Restauration eine nicht unerhebliche Rolle.

Die vorliegende prospektive, randomisierte und kontrollierte klinische Studie untersucht das Langzeitverhalten keramischer laborgefertigter Inlays nach 10 Jahren Liegedauer, um vergleichende Aussagen zu Eignung, Haltbarkeit und Verträglichkeit der verschiedenen zahnärztlichen Werkstoffe bei der Restauration der Black Klasse II zu ermöglichen.

## 2 Literaturübersicht

Solange Bakterien in der Mundhöhle Zahnhartsubstanzen und Gewebe zerstören können, wird die Aufgabe des Zahnarztes hauptsächlich darin bestehen, verlorenegegangene Zahnhartsubstanz möglichst haltbar, zeitsparend, kostengünstig, und ohne weiteren Schaden an noch gesunder Zahnhartsubstanz, Parodont und dem gesamten stomatognathen System anzurichten, zu erneuern. Zudem soll das Material zunehmend auch ästhetischen Ansprüchen genügen [12, 62, 118]. Deshalb beschäftigt sich die zahnmedizinische Forschung in großem Maße mit der Eruiierung von Restaurationsmaterialien, die diesen Forderungen bestmöglichst nachkommen. Bis jetzt ist kein Material gefunden, das alle Bedingungen gleichermaßen gut erfüllt [150]. Selbst der Einsatz von autologer natürlicher Zahnhartsubstanz als Füllungsmaterial im Seitenzahnbereich („natural inlay“), der einer restitutio ad integrum sehr nahe kommt - wie in der Literatur z.B. von *Bohlsen F. et al.* [13], *Moscovich H.* und *Creugers N.* [121] beschrieben -, birgt Probleme wie die Generierung der entsprechenden Zahnhartsubstanz („tissue engineering“), die im Moment nur aus extrahierten autologen Zähnen gewonnen werden kann, sowie die Problematik der Befestigung und der hohen Kariesanfälligkeit. Das Verfahren ist aufwendig und nicht universell einsetzbar [13]. Langzeituntersuchungen der bestehenden Restaurationsmaterialien dienen der medizinischen Qualitätssicherung. Sie zeigen die Probleme der einzelnen Werkstoffe auf und helfen so, Indikationen richtig zu stellen, damit die oben genannten Forderungen für das optimale Restaurationsmaterial im bestmöglichen Maß erfüllt werden können.

### 2.1 Restaurationswerkstoffe für Black Klasse II Kavitäten

Black Klasse II Kavitäten, also Kavitäten im Bereich approximaler Flächen im Seitenzahnbereich [71], sind sehr häufig. Sie ergeben sich sowohl bei Approximalkaries, bei der meist ein okklusaler Zugang zur Läsion gewählt werden muss, als auch bei weit fortgeschrittener Okklusalkaries, bei der die Stabilität der approximalen Wände durch die unterhöhlende Kavität gefährdet, oder die Karies bis in den approximalen Schmelz vorgedrungen ist. Je nach Kariesbefall ergibt sich also die Möglichkeit einer mesial-okklusaldistalen (mod), okklusaldistalen (od) oder okklusalmesialen (om) Kavität unterschiedlichen Ausmaßes.

Im Folgenden werden kurz die gebräuchlichen Restaurationswerkstoffe für Klasse II Kavitäten vorgestellt mit besonderem Augenmerk auf die keramischen Inlaysysteme.

Provisorische und semipermanente Füllungsmaterialien wie Zemente und Kompomere

genügen in Abrasionsstabilität und Kanten- und Biegefestigkeit nicht den Voraussetzungen für eine langfristige Versorgung. Sie werden deshalb hier nicht berücksichtigt [6, 42, 76 107, 108, 160].

Materialien für Klasse II Restaurationen können direkt in die Kavität, sowie indirekt über die Herstellung auf einem Modell eingebracht werden. Direkte Verfahren erfordern einen geringeren Zeitaufwand; der Vorteil indirekter Restaurationen liegt in der Möglichkeit der exakten Verarbeitung im Labor, was Fehler minimiert und meist eine höhere Präzision in Bezug auf die Okklusal- und Approximalkontaktgestaltung liefert. Indirekte Restaurationen (Inlays, Onlays, Teilkronen) werden von der *Deutschen Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ)* und der *Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund-, und Kieferheilkunde (DGZMK)* hauptsächlich bei ausgedehnteren, schwer zugänglichen Defekten empfohlen, während direkte Restaurationen vor allem bei kleinen und mittleren Läsionen Vorteile zeigen [76].

### **2.1.1 Nicht zahnfarbene Restaurationen: Amalgamfüllung und Goldeinlagefüllung**

Nicht zahnfarbene Füllungsmaterialien werden schon lange Zeit in verschiedenen Modifikationen verwendet. Nach verschiedenen Experimenten mit Silber etc. kristallisierten sich Gold und die Quecksilberlegierung Amalgam als die werkstoffkundlich am besten geeigneten Materialien heraus.

#### Amalgam

Amalgame sind Legierungen aus Quecksilber, Silber, Kupfer und Zinn und sollen schon 600 v. Chr. im alten China als Material für Zahnfüllungen verwendet worden sein. Die eigentliche Verbreitung als Füllungswerkstoff begann im 19. Jahrhundert [150].

Da beim Abbinden von Legierungen mit mindestens 65% Silber und maximal 6% Kupfer die sogenannte  $\gamma$ -Phase des Kupfers entsteht, die sehr korrosionsanfälliges Amalgam mit negativen Werkstoffeigenschaften wie erhöhtem Creep (Veränderung der Form unter Belastung) und einer erhöhten Rate an Randausbrüchen ergibt, bestehen moderne Amalgame aus Legierungen mit erhöhtem Kupferanteil (bis zu 30%), wodurch sich eine nur kurzfristig bestehende (HCD-Amalgam) oder gar keine  $\gamma$ -Phase (HCSC-Amalgam) bildet [150].

Amalgam weist entsprechend seiner werkstoffkundlichen Charakteristika eine gute physikalische Langzeitstabilität auf. Negativ wirken sich die Wärmeleitfähigkeit [110] und chemische Instabilität durch Korrosion (Freisetzung von Quecksilber) [150] auf die umgebenden Gewebe, sowie die relative Volumeninstabilität durch Expansion und Korrosion [150] auf die Randintegrität und damit auf das Sekundärkariesrisiko aus:

Das früher bestehende Problem von Randfrakturen bei Amalgamfüllungen durch die merkuroskopische Expansion besteht bei den heute verwendeten  $\gamma$ -2-freien Amalgamen nicht mehr. Randspalten bei Amalgamfüllungen entstehen vor allem durch Abbinde-Kontraktion. Bei richtiger Anmischung, Herstellung und Politur kann das Volumenverhalten jedoch optimiert werden [150]. Durch die bei der Korrosion des Amalgams entstehende Passivierungsschicht ist sogar eine Abdichtung des Füllungsrandes möglich [150]. Da mit Amalgam nur ein rein mechanischer Halt an der Zahnschubstanz erzielt werden kann, müssen zur Präparation der Kavität für eine Amalgamfüllung Unterschnitte geschaffen werden, die die Retention des Amalgams ermöglichen. Zur Vermeidung von Füllungsfrakturen ist eine Kavitätentiefe von mindestens 1,5mm erforderlich; bis zu einer Stunde nach dem Legen ist die Füllung in jedem Falls sehr bruchgefährdet [150]. Bei unzureichenden okklusalen Schichtstärken und verfrühter Belastung der frisch gelegten Amalgamfüllung im Isthmusbereich kommt es relativ häufig zur Fraktur der Restauration [117, 150].

Vor allem wegen seines Inhaltsstoffs Quecksilber ist Amalgam stark in Kritik geraten. Es ist belegt, dass vorhandene Amalgamfüllungen zu einer erhöhten Quecksilberbelastung des Patienten führen. Wie *Mackert J.R. Jr.* und *Berglund A.* [106] nachwiesen, liegt diese jedoch selbst bei 13 vorhandenen Amalgamfüllungen mit ca. 3 $\mu$ g Hg/Tag stark unterhalb der von der WHO angegebenen grenzwertigen Belastung für Quecksilber von 2 $\mu$ g Hg/kg Körpergewicht/Tag [181]. Selbst zusammen mit der Quecksilberbelastung durch die Nahrung wird der Grenzwert deutlich unterschritten [106, 180]. Neueste Studien belegen ihrerseits die biologische Unbedenklichkeit von Amalgam [154]. Dafür spricht auch die in der Studie von *Köttgen Ch. et al.* [91] anhand von gingivalen und parodontalen Entzündungsparametern dargestellte gute Verträglichkeit von Amalgamfüllungen. *Tschernitschek H. et al.* [170] attestieren Quecksilber eine sehr geringe allergene Potenz. Jedoch wird das Legen einer Unterfüllung als Pulpenschutz bei Amalgamfüllungen empfohlen [150] und die Restauration mit Amalgam bei Schwangeren und im Milchgebiss, sowie bei Patienten mit bekannter Allergie oder Nierenfunktionsstörung als obsolet angesehen [17].

Zusammenfassend ist Amalgam ein leicht zu verarbeitendes Material mit guten werkstoffkundlichen Eigenschaften und hoher Kosten-Effektivität [7, 144, 146].

Die Nachteile des Werkstoffs Amalgam sind neben dem nicht zahnfarbenen Erscheinungsbild vor allem die allerdings durch korrekte Verarbeitung minimierbare Korrosionsanfälligkeit, die die Qualität der Füllung stark verschlechtern kann und zudem die Freisetzung des Bestandteils Quecksilber mit seiner toxischen Wirkung auf menschliche Gewebe begünstigt (siehe

Punkt 2.2.3) [150]. Die Stabilisierung der verbleibenden Zahnschubstanz gerade bei großen Defekten durch Amalgam ist im Gegensatz zu adhäsiv verankertem Füllungsmaterial nicht ausreichend möglich [18].

### Gold

Gold wurde schon sehr früh als Restaurationswerkstoff in der Zahnmedizin verwendet [122]. Gold ist sowohl in Goldfolienhämmer- als auch in Gusstechnik zu verarbeiten und erfüllt so die Anforderungen für sehr unterschiedliche Kavitätengrößen. Die vergleichsweise geringe Härte und das hohe Elastizitätsmodul der in der Zahntechnik verwendeten Goldlegierungen machen Gold zu einem angenehm bearbeitbaren Werkstoff, der in jede Form gebracht werden kann und in festem Zustand über eine hohe Haltbarkeit verfügt.

Der Werkstoff Gold gleicht seine geringe Härte durch sehr hohe Biegefestigkeit und vergleichsweise hohe Elastizität aus. Dadurch ist das Frakturrisiko extrem gering [59], und es können äußerst dünne Restaurationsränder (Federrand) gestaltet werden [90], was zur Senkung des Sekundärkariesrisikos beiträgt:

Bei Goldrestorationen treten aufgrund der beschriebenen werkstoffkundlichen Eigenschaften nur bei falscher Präparation Randdesintegritäten auf. So fand sich bei den Ergebnissen einer Studie über Goldinlays, die nach der Methode von *Dr. Richard V. Tucker* angefertigt wurden, keinerlei Beanstandung des Randschlusses in 97% von 585 Restorationen, die über 25 Jahre in situ waren [27 bzw 109]. Die Methode nach *Tucker* beinhaltet u.a. exakte Einhaltung der Präparationsrichtlinien und besonders sorgfältige Randgestaltung.

Goldgussrestorationen sind, was Randintegrität und Randstabilität betrifft, nach wie vor das Material der Wahl [26,159]. Dennoch ist auch mit Gold kein völlig fugenloser Übergang zwischen Restauration und Zahn erreichbar, das Optimum an Randfugengröße beträgt 15-30µm [59].

Das Abrasionsverhalten wird als zahnschmelzähnlich beschrieben. So ergab die in-vitro-Untersuchung zur Drei-Medien-Abrasion von Zahnhartsubstanz und Metalllegierungen von *Graf K. et al.* [56] eine ähnliche Verschleißrate für eine weiche Goldlegierung, wie sie für Inlays verwendet wird, wie für Zahnschmelz. Durch die sehr geringe Abrasivität von Goldrestorationen [3, 138] werden antagonistische Zähne und Restorationen geschont.

Die gute Polierbarkeit des Edelmetalls zeichnet es darüber hinaus als äußerst geeigneten Werkstoff in der Zahnheilkunde aus [90].

Gold ist ein Edelmetall und damit korrosionsbeständig, biokompatibel und löst nur sehr selten Allergien aus [110, 176, 179]: Im Vergleich zu anderen Metalllegierungen wird der hochgoldhaltigen Goldlegierung, wie sie zur Herstellung von Inlays verwendet wird, unter üblichen Bedingungen des Mundmilieus das geringste Risiko der Metallfreisetzung und der Toxizität attestiert [176, 179].

Gold wird in vielfältiger Form in der Zahnmedizin verwendet. Nach wie vor sind indirekt angefertigte Goldinlays als Füllungsmaterial für Klasse II Kavitäten Standard, da sie durch äußerst lange Haltbarkeit überzeugen [27, 75, 132].

Goldinlays werden über unterschiedliche Gusstechniken im Labor aus hochgoldhaltigen Legierungen hergestellt, hochglanzpoliert und können mit Befestigungszement oder, nach entsprechender Vorbehandlung, auch adhäsiv eingesetzt werden.

Die Präparation der Kavität muss eine Mindestschichtstärke der Goldlegierung von 1mm gewährleisten, Präparationsränder können äußerst passgenau dünn auslaufend gestaltet werden.

Nachteile des Werkstoffs Gold sind neben der nicht zahnfarbenen Erscheinung eine hohe thermische Leitfähigkeit [110] und eine zwar geringe, aber mögliche chemische Löslichkeit [139], die die Biokompatibilität beeinflussen. Bei Restaurationen von Black-Klasse-II-Kavitäten muss zudem der im Vergleich zu Amalgam- und Kunststofffüllung höhere Zeitaufwand durch das indirekte Verfahren, sowie der hohe Preis aufgrund von Labor- und Materialkosten [49, 89] angeführt werden.

### **2.1.2 Zahnfarbene Füllungsmaterialien**

Wie in Punkt 2.2 dargelegt, werden die ebenfalls zahnfarbenen Zemente und Kunststoffmodifikationen wie Kompomere als permanente Füllungsmaterialien für Klasse II Kavitäten in dieser Studie nicht berücksichtigt, da sie im Vergleich zu den aufgeführten Werkstoffen keine ausreichende Haltbarkeit, Abrasions- und Kantenfestigkeit aufweisen und deshalb nicht den Kriterien für eine langzeitstabile hochwertige Restauration genügen.

Als zahnfarbene Füllungsmaterialien der Wahl für Klasse II Kavitäten werden Komposit und Keramik vorgestellt.

### 2.1.2.1 Komposit: direkte und indirekte Restauration und Inserttechnik

Das erste Kunststoffbasierte Kompositmaterial für die Restauration von Klasse II Kavitäten wurde 1968 vorgestellt [21].

Zahnärztliches Komposit besteht im Wesentlichen aus drei Hauptkomponenten: einer organischen Polymermatrix (mehrfunktionelle Metacrylate, Initiatoren, Stabilisatoren), die verbunden über eine Kopplungskomponente (Silane, Kopolymere) mit anorganischen Füllstoffen (Quarz, Glas, oder Keramik) verstärkt und mit Farbstoffen, Weichmachern u.a. vervollständigt wird [72]. Ausgehend von dem damaligen Grundwerkstoff Bis-GMA wurden verschiedene Modifikationen entwickelt, die Polierbarkeit, Härte und Haltbarkeit verbesserten. Zur Klassifizierung der Komposite kann ihre Füllkörpergröße herangezogen werden [104]: Hierbei unterscheidet man Makro- und Mikrofüllerkomposite sowie Hybridkomposite, die verschiedene Füllergrößen enthalten und so die positiven Eigenschaften von Makro- und Mikrofüllerkompositen vereinigen [36, 108]. Diese werden nach ihrer mittleren Füllkörpergröße wiederum in Fein-, Feinst- und Submikrometerhybridkomposite unterteilt [36, 108]. Nanofüllerkomposite besitzen ähnlich große Füllkörper wie Mikrofüllerkomposite, die verbesserten physikalischen Eigenschaften resultieren aus einem ähnlich hohen Füllkörpergehalt wie bei Hybridkompositen [36, 108].

Aufgrund der geringen Härte und Biegefestigkeit ist der Verschleiß bei Komposit sehr hoch [62]: *Kunzelmann K.-H. et al.* [98] wiesen nach, dass Kompositinlaymaterialien zwei- bis elfmal schneller als das Vergleichsmaterial Dispersalloy (Amalgam) abradieren. So sprachen sich aufgrund der schlechten Materialeigenschaften noch vor 15 Jahren Autoren gegen eine Verwendung von Kompositen im Seitenzahnbereich aus [103]. Deutlich optimierte Bruchfestigkeit und Abrasionsstabilität im Vergleich zu älteren Kompositarten weisen die heute universell verwendeten Feinst- und Submikrometerhybridkomposite auf, was in verbesserten Langzeitprognosen auch für umfangreiche Klasse II Restaurationen resultiert [36].

Auch nach starker Optimierung der Materialeigenschaften [1] sind als Risiken im Vergleich zu den anderen vorgestellten Restaurationsmaterialien vor allem die geringe Volumenstabilität durch Polymerisationsschrumpfung [148] und Quellung durch Wassereinlagerung [62] aufzuführen. Ein weiteres Problem bilden Ausbrüche der Resin-Matrix und/oder der Berührungspunkte zwischen der Füller- und der Resin-Matrix [28]; hierdurch werden Randdesintegritäten [160] verursacht und damit das Sekundärkariesrisiko erhöht [103, 105, 133].

Die Fähigkeit zu langzeitstabiler marginaler Integrität wird für direkte und indirekte Kompositrestaurationen als sehr niedrig beschrieben [91, 140]: Die schlechte Randintegrität vor allem von direkten Kompositrestaurationen wird zum großen Teil durch die Polymerisationsschrumpfung verursacht [161], die je nach Material im Bereich von 1,5 bis 3 Vol.-% liegt [105]. Undichte Ränder entstehen zudem durch den sofortigen Verlust des adhäsiven Verbundes bei Kontamination der Kavität mit physiologischen Flüssigkeiten wie Speichel und Blut [12]. Die Verarbeitung der Komposite ist also als sehr techniksensitiv einzustufen [53]: Wegen der Feuchtigkeitsanfälligkeit des Komposits ist eine optimale Randsdichte der Füllungen nur bei absolut trockenlegbarem Arbeitsfeld gewährleistet [12]. Erhebliche Schwierigkeiten können sich bei Kavitäten ergeben, die bis unter das Zahnfleischniveau reichen [100]. Dies gilt für alle Restaurationen mit adhäsiver Befestigung. Nach *Thonemann B. et al.* [167] treten bei Kavitätenrändern von Kompositfüllungen im Dentin oft Kunststoffausquellungen auf, die in der Lage sind, initiale Randspalten zu verschließen; langfristig kommt es jedoch infolge hydrolytischer Degradation wieder zur Ausbildung eines Randspalts. Entscheidenden Einfluss auf Polymerisationsschrumpfungen und damit auf das Randspaltverhalten haben Größe bzw. Volumen einer Kompositrestauration [123].

Die Langzeitfarbinstabilität wirkt sich nachteilig auf das ästhetische Erscheinungsbild von Kompositwerkstoffen aus [62, 153].

Komposite werden für Klasse II Restaurationen sowohl im zeitsparenden direkten wie im präziseren indirekten Verfahren (vergütete Kompositinlays) verwendet: Bei im direkten Verfahren hergestellten Kompositfüllungen ist aufgrund der mikroretentiven Adhäsivtechnik minimalinvasives Präparieren möglich, gesunde Zahnhartsubstanz kann in größtmöglichem Maß geschont werden [12, 69]. Schwierig gestaltet sich die Kontrolle über die Abdichtung des Füllungsrandes besonders im nicht einsehbaren Approximalbereich und die Vermeidung von Hohlräumen am Kavitätenboden oder zwischen den einzelnen Kunststoffschichten, die durch unzureichendes Stopfen entstehen. Schmutznischen, Instabilität sowie Pulpairritationen können die Folge sein. Auch die Gestaltung des Approximalraums ist bei Füllungen im direkten Verfahren schwierig [25, 29].

Einen optimierten Randschluss und Approximalkontakt versucht man im indirekten Verfahren mit Kompositinlays zu erzielen. Durch die im Labor mögliche Kauflächen- und Approximalkontaktgestaltung, sowie durch den äußerst geringen Anteil an Restmonomer und



verbesserte physikalische Eigenschaften durch die vollständige Polymerisierbarkeit [73] ergeben sich Vorteile, denen jedoch Nachteile wie höherer Aufwand durch die Laborarbeit, sowie erhöhte Randspaltgefahr durch verminderte Adhäsion des Einsetzkunststoffs an der vollkommen polymerisierten Inlayfläche entgegen stehen. So stellte *Hanning M.* [65] in einer in vivo-Studie mit Kompositinlays nach sieben Jahren einen sehr hohen Anteil marginaler Defekte (54,9%) bei Klasse II Inlays fest, die auf Spaltbildungen zwischen Inlay und Befestigungszement und daraus resultierenden Inlayrandfrakturen beruhten. Kompositinlays werden in der Praxis nur noch selten angefertigt, da zeitlicher und preislicher Mehraufwand gegenüber der direkten Kompositfüllung mit ihrem Vorteil der minimalinvasiven Kavitätengestaltung [108] und die schlechteren mechanischen Eigenschaften im Vergleich zu Keramikinlays [62, 88] durch die Vorteile nicht aufgewogen werden.

#### Ormocere

Die Qualität von Kompositmodifikationen wie Ormoceren (organic modified ceramic) rangiert laut *Ernst C.P.* und *Willershhausen B.* [36] im Mittelfeld der konventionellen Hybridkomposite. Vorteil ist eine gegenüber Kompositen verringerte Polymerisations-schrumpfung und bessere Biokompatibilität aufgrund der partiell anorganischen Matrixstruktur [72].

#### Komposite neuester Generation

Neueste schrumpfreduzierte Komposite (z.B. Silorane) müssen sich noch als klinisch dauerhaft erfolgreich erweisen [148].

#### Inserttechnik

Die Inserttechnik bildet eine Zwischenform zwischen direkter und indirekter Restauration. Als Insert wird ein konfektionierter Keramik- oder vorpolymerisierter Kunststoffblock bezeichnet, der mittels Komposit in die möglichst formkongruente Kavität eingesetzt wird. Vorteile dabei sind die erleichterte Approximalraumgestaltung [29,77] und eine reduzierte Schrumpfung durch die geringere Menge an direkt eingebrachtem Komposit [14]. Bei Einzelzahnrestorationen fällt auch die Kosten- und Zeitersparnis gegenüber einer Inlayversorgung ins Gewicht.

Nachteilig wirkt sich die Bruchanfälligkeit aufgrund der notwendigen und oft aufwendigen okklusalen Kauflächengestaltung durch manuelles Beschleifen aus [62]. Zudem ergibt sich durch den Einsatz der vorgefertigten Formteile oft eine übermäßige Reduktion gesunder Zahnhartsubstanz [62].

### 2.1.2.2 Keramik

Dentalkeramik ist ein in seinen optischen Eigenschaften wie Farbe und Transparenz sehr zahnähnlicher Werkstoff, der sich zudem durch große Abriebfestigkeit und hervorragende Biokompatibilität in der Mundhöhle auszeichnet [52].

Dentalkeramiken nehmen bezüglich ihrer Zusammensetzung, Struktur und Verarbeitung eine Zwischenstellung zwischen Keramik und Glas ein. Ihre Grundbestandteile sind in der Regel eine Mischung aus 60-80 Gew.% Feldspat (meist ein Gemisch aus Kali-, Natron- und Kalkfeldspat), 15-25 Gew.% Quarz ( $\text{SiO}_2$ ) und 0-5 Gew.% Kaolin (= Aluminiumsilikat, die geringe Menge ist verantwortlich für den glasähnlichen Charakter der Dentalkeramiken im Unterschied zum Porzellan, bei dem der Hauptanteil von 40-70 Gew. % bei Kaolin liegt). Zur Verbesserung der Stabilität werden zu dieser amorphen, transparenten Glasphase verschiedene Kristalle wie Aluminiumoxid, Leucit, Glimmer, oder Zirkonoxid beigefügt [52]. Je nach Zusammensetzung ändern sich die werkstofflichen Eigenschaften und bestimmen die Verwendungsmöglichkeiten der Keramik, deren Anwendungsbereich sich von Prothesenzähnen über metallkeramische Restaurationen bis zu vollkeramischen Systemen zur Herstellung von Inlays, Kronen und Brückengerüsten (Oxidkeramiken ohne Glasphase wie Zirkonoxid) erstreckt [21].

Im Folgenden werden keramische Inlaysysteme genauer dargestellt.

Bereits Mitte des 19. Jahrhunderts wurden erste Versuche unternommen, Keramik als dentalen Werkstoff zur Füllung von Kavitäten zu nutzen, die jedoch zunächst durch werkstoffliche Eigenschaften wie die niedrige Biege-, Zug- und Scherfestigkeit der Keramik, also extreme Frakturanfälligkeit, limitiert wurden [52, 83]. Mit optimierten Materialeigenschaften ergab sich bei vollkeramischen Inlayrestaurationen die Problematik der Dislokation konventionell zementierter Inlays, die durch den Einsatz der Adhäsivtechnik vermieden werden konnte [62].

Keramische Inlaysysteme lassen sich nach unterschiedlichen Herstellungsverfahren einteilen:

| <b>Verfahren</b>  | <b>Bsp. Name/Hersteller</b>                   | <b>Eigenschaften</b>  |
|---|---|---|
| <i>indirekt</i><br>Sintertechnik  | Vitadur Alpha®/vita<br>Mirage®/Myrons         | exakte Farbanpassung möglich<br>große Volumenschumpfung<br>Passungenaugigkeiten<br>limitierte Stabilität<br>Festigkeitsschwankungen   |
| Gussverfahren   | Dicor®/De Trey Dentsply                       | zahnschmelzähnliche Transluzenz<br>sehr hohe Festigkeit<br><br>weißliche Farbe<br>exakte Farbanpassung schwierig<br>zeitaufwändige Verarbeitung<br>fehleranfällig durch hohe Gusstemperatur (1350 °C)   |
| <b>Pressverfahren</b>   | Empress® I + II/Vivadent<br>Vitapress®/Vita   | labortechnisch einfachstes, elegantestes Verfahren der indirekten Systeme<br>hohe Passgenauigkeit und Randqualität<br>Gusstemperatur 1100C<br>Verwendung bereits eingefärbter Rohteile<br>exakte Farbanpassung schwierig  |
| <b>Fräsverfahren</b><br><i>direkt: CAD-CAM</i><br><i>indirekt: Celay, CAD-CAM</i> | ProCad®/ Ivoclar<br>Vita Blocks® Mark II/Vita | industriell vorgefertigte Keramikrohlinge<br>abtragendes Verfahren, keine thermische Bearbeitung :Verringerung von<br>Verarbeitungsfehlern in der technischen Herstellung<br>direkte Methode: nur eine Sitzung<br><br>endgültige Kauflächengestaltung erst im Patientenmund<br>Passungenaugigkeiten<br>exakte Farbanpassung schwierig |

Zusammengestellt aus [62, 83]

*Abb. 1: Einteilung der keramischen Inlaysysteme nach Herstellungsverfahren*

Gegenwärtig werden Inlays vor allem im Press- und Fräsverfahren hergestellt [10].

Die adhäsive Einsetztechnik ermöglicht im Vergleich zur Präparation von Goldinlays Zahnschubstanz schonendes Präparieren [99, 118].

In ihrer Stellungnahme zu zahnfarbenen Keramikrestorationen 2007 gibt die *DGZMK* folgende Grundsätze zur Indikation von Keramikeinlagefüllungen an [153]:

- gute Zugänglichkeit der Kavität
- auch Versorgung dentinbegrenzter Defekte möglich
- Materialstärke nicht unter 1,5mm; Wahl anderer Versorgungsart bei daraus möglicherweise folgender Traumatisierung des Pulpagewebes (jugendliche Zähne)
- gute Mundhygiene
- Teilkrone bei ausgedehnten Restaurationen (verbleibende Kavitätenwände < 2mm) und devitalen Zähnen

### Laborgefertigte Keramikeinlagefüllungen

Als Beispiel für eine für laborgefertigte Inlayrestorationen verwendete Keramik sei die Presskeramik IPS Empress I vorgestellt, die auch für die Restaurationen in der vorliegenden Studie zum Einsatz kam und sich durch besondere Eigenschaften auszeichnet:

IPS Empress I ist eine 1989 von der Firma Ivoclar Vivadent, Liechtenstein, entwickelte leuzitverstärkte Glaskeramik mit einem Schmelzpunkt bei 1450°C. Ihre Hauptbestandteile sind gewichtsanteilig 59% - 63% Siliziumdioxid, 17% - 21% Aluminiumoxid, und 10% - 14% Kaliumoxid [52]. Leuzitkristalle, die einen hohen Schmelzpunkt von 1520°C haben, bilden sich aus Kalifeldspat in der schmelzflüssigen Phase der Keramik. Sie sind für die Viskosität und Standfestigkeit der Keramik während des Brennens verantwortlich und beeinflussen die mechanische Festigkeit und den Wärmeausdehnungskoeffizienten der jeweiligen Keramik. Leuzitkristalle können Risse im keramischen Gefüge, die durch die geringe Biegefestigkeit bei der Materialbearbeitung entstehen, ablenken und erschweren so den Rissfortschritt [52]. Zudem kommt es durch den unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten von Leuzitkristallen und der keramischen Matrix zu Druck- oder Zugspannungen im Teilchengrenzbereich, die auf diese Gebiete zulaufende Risse abstoppen oder ablenken können [52]. Eine leuzitverstärkte Keramik wie IPS Empress I erhält so eine enorme Steigerung der Biegestabilität in Bereiche von 167MPa – 200MPa. Vorgefertigte leuzitverstärkte Glaskeramikrohlinge werden bei 1050°C - 1180°C erweicht und mit 5bar in eine durch Ausbrennen der Wachsmodellation des Inlays entsprechende Hohlform gepresst [52, 73]. So wird die Sinterschrumpfung des Materials vermieden, und es resultiert eine primäre Passgenauigkeit im Bereich gegossener Metallrestorationen [5, 73, 124].

Das Abrasionsverhalten von IPS Empress I Keramik wird in etwa auf dem Niveau des natürlichen Zahnschmelzes liegend angegeben [58, 62], andere Autoren fanden im Vergleich

zur Abrasion von Schmelz deutlich niedrigere Abrasionswerte für IPS Empress I Keramik [57, 68]. Die durch IPS Empress Inlays hervorgerufene Schmelzabrasion am Gegenzahn wird zudem größer als bei Vergleichskeramiken angegeben [31, 126].

Durch individuelle Maltechnik kann mit IPS Empress I Inlays ein sehr hochwertiges, langlebiges ästhetisches Ergebnis erzielt werden.

Wie bei allen keramischen Materialien ist jedoch auch bei IPS Empress Inlays die Qualität der jeweiligen Einlagefüllung abhängig von fertigungsspezifischen Einflüssen, wie z.B. der komplizierten fehleranfälligen Abstimmung der spezifischen Volumenveränderung der Einbettmasse [62].

IPS Empress I Inlays werden nach Anätzen mit vier- bis fünfprozentiger Flusssäure (schafft eine mikroretentive Oberfläche) und Silanisieren (vermittelt den chemischen Verbund zwischen Keramik und Kleber) adhäsiv mit Befestigungskomposit eingesetzt [85].

#### CAD/CAM -Systeme zur Inlayherstellung

Beim CAD/CAM-Verfahren wird über einen optischen Abdruck digital eine der Kavität entsprechende Restauration entworfen, die vom Behandler am Computer nachbearbeitet und korrigiert werden kann (Computer-Aided-Design). Die fertige Information wird an eine Schleifmaschine mit diamantiertem Schleifkörper weitergegeben, die aus einem industriell vorgefertigten Keramikblock das entsprechende Formteil ausschleift (Computer-Aided-Manufacturing).

1988 wurde das CEREC - System von Siemens (jetzt Sirona, Bensheim) als bis dahin einziges praxistaugliches System auf den Markt gebracht [128]. Anfängliche Probleme wie unzureichende Passgenauigkeit führten zu mehrfachen Verbesserungen des Systems. Neben mehreren inzwischen entwickelten CAD/CAM-Systemen (Lava, Everest, Cicero u.a.) hat sich CEREC als Chairside-System [54] bei der Inlayfertigung durchgesetzt und bewährt. Die beim CAD/CAM-System mögliche einzeitige Restaurationsanfertigung in der Praxis („chairside“) ohne Abformung und Provisorienphase bringt für Behandler und Patienten Zeit- und Kostenersparnis und vermeidet die in der Provisorienphase mögliche Schädigung des Zahns durch Frakturen oder bakterielle Kontamination [46, 119, 153].

Zudem lassen sich durch die Verwendung industriell gefertigter Rohlinge Materialfehler vermeiden [134], aufgrund der homogeneren Kristallstruktur erhöht sich die Dauerbiegefestigkeit der Restaurationen [100].

Das CAD/CAM-Verfahren birgt aber auch Nachteile:

Unpräzise und nicht „kamera- bzw. computergerechte“ Präparation, Fehler bei der Übertragung der geschaffenen Kavität mittels digitaler Erfassung in den Computer z. B. durch Schatteneffekte, Überlagerungen, sowie Fehler bei der anschließenden Bildverarbeitung, z. B. durch limitierte Auflösung, führen zu Passungenauigkeiten [62]. Die Möglichkeit der Farbanpassung ist durch die Verwendung vorgefertigter einfarbiger Rohlinge gering; mit polychromatisch eingefärbten Blöcken und durch Nachbearbeitung im Labor kann jedoch auch hier eine zufriedenstellende Ästhetik erreicht werden [119]. Lange Zeit bestanden Probleme bei der Gestaltung physiologischer Kauflächen. Deshalb war - wie in der Inserttechnik - auch bei CAD/CAM gefertigten Inlays mit einem erhöhten Abtrag gesunden Schmelzes beim umfangreichen Einschleifen, Ausarbeiten und Polieren der Kaufläche zu rechnen. Das CEREC 3-System bietet inzwischen die Möglichkeit, das Antagonistenrelief in die Restaurationsberechnungen mit einzubeziehen. Die 2007 entwickelte CEREC Biogenerik-Software (Sirona, Bensheim) macht eine Anpassung der Restauration nun vollkommen überflüssig, sie nutzt die okklusale Restzahnsubstanz, um die individuelle klinische Kauflächensituation exakt zu berechnen [157].

Die für CAD/CAM-Systeme verwendeten Keramikrohlinge für die Inlayfertigung bestehen aus Feldspatkeramiken wie z.B. Vita Blocks Mark II, und leuzitverstärkten Glaskeramiken wie Ivoclar Empress CAD Blöcke (früher ProCad) [73, 156].

Zu im CAD/CAM-Verfahren hergestellten Keramikinlays gibt es mehrere Langzeitstudien, deren Ergebnisse mit den hier vorgestellten über laborgefertigte Keramikinlays in Punkt 5.2.3 verglichen werden.

In einer von *Weber A. et al.* [177] ausgewerteten Umfrage gaben im Jahr 2006 56,3% der befragten Zahnärzte an, das CAD/CAM-System für die Herstellung von Inlays zu nutzen. Dabei wurden vor allem Randschluss, Ästhetik, Haltbarkeit, Approximalkontakt, Form und Okklusion positiv bewertet.

#### Galvano-Keramik-Hybrid-Inlays

Um die Randqualität von Keramikinlays zu verbessern, versuchte man mittels „Galvanoinlays“ die exakte Passgenauigkeit von Gold und seine Eignung für subgingivale Kavitäten mit der Ästhetik und Druckfestigkeit von Keramik zu verbinden [64]. Hierbei wird eine dünne, auf das Modell der Kavität galvanisierte Goldschicht mit Keramik verblendet. Nachteilig sind hohe Kosten und großer Aufwand, mögliches Abplatzen der Keramik und der sichtbare dünne Goldrand.

### 2.1.3 Befestigungswerkstoffe

Die Qualität und der Langzeiterfolg einer Restauration ist immer von mehreren Komponenten abhängig, der Einsetzwerkstoff spielt bei Inlay-Rekonstruktionen hierbei eine wichtige Rolle [8, 153].

Die Funktion eines Befestigungswerkstoffs - unabhängig ob adhäsiv oder konventionell zementiert wird – besteht darin,

- die Fuge zwischen Dentin/Schmelz und der Restauration abzudichten,
- die Kaukraft von der Restauration auf den Zahnstumpf weiterzuleiten,
- die Stabilisierung und Lagesicherung der Restauration gegen Kaukräfte sicherzustellen. [8]

#### 2.1.3.1 Konventionelles Zementieren

Goldeinlagefüllungen werden meist konventionell mittels Glasionomer- oder Phosphatzementen eingesetzt. Diese weisen eine geringere Abriebstabilität auf als Befestigungskomposite [56, 116, 118], was die Langzeitstabilität von Goldrestorationen auch bei sehr guter Primärpassung negativ beeinflussen kann. So fanden *Jamous I. et al.* [80] für adhäsiv zementierte Goldrestorationen signifikant höhere Überlebensraten als für mit Glasionomer- oder Zinkphosphatzement eingesetzte Restorationen.

#### 2.1.3.2 Adhäsive Befestigung

Die optimierte adhäsive Einsetztechnik ermöglicht einen exzellenten Verbund zum Zahn und damit auch die Versorgung frakturgefährdeter Zähne [100], und Stabilisierung spröder Vollkeramikrestorationen [52].

Das adhäsive Befestigungssystem besteht aus Befestigungskomposit und Adhäsivsystem.

Befestigungskomposite sind Komposite, deren Viskosität durch Zusatz niedrigviskoser Harze oder durch Reduktion des Füllergehalts erreicht wird, wobei bessere Fließfähigkeit und damit leichtere Positionierung der Restauration mit erhöhter Polymersisations Schrumpfung und höherer Abrasion koinzidieren [96].

Die Ultraschalleinsetztechnik (ultrasonic insertion technique) bietet die Möglichkeit hochviskose Befestigungskomposite zu verwenden, da auf diese Weise die thixotropen Eigenschaften des Befestigungsmaterials ausgenutzt werden können, die ihm bei Anwendung mechanischer Energie (z.B. Ultraschallenergie) Fließfähigkeit verleihen. Hochviskosem Komposit werden bessere Materialeigenschaften im Vergleich zu niedrigviskosem Komposit gerade bei passungenauneren Restorationen zugesprochen [10]. *Hahn P. et al.* [60] fanden für

dentinbegrenzte Kavitätenränder einen besseren Dentin-Kompositverbund bei hochviskosen Befestigungskompositen.

Je nach verwendetem System können rein chemisch härtende, rein lighthärtende oder dualhärtende Befestigungskomposite gewählt werden. Es wird empfohlen, zum Einsetzen von Keramik- oder Kompositinlays dualhärtendes- und nicht lighthärtendes Komposit zu verwenden, um eine vollständige Polymerisation unter dem Inlay zu gewährleisten [118]. *Sjögren G. et al.* [158] empfehlen rein chemisch härtende statt dualhärtende Befestigungskomposite, da in ihrer Studie hierbei die Erfolgsrate nach 10 Jahren mit 100% zu 77% deutlich höher ausfiel, als bei der Verwendung dualhärtenden Komposits. Auswahl, Lagerungsbedingungen und Mischungsverhältnis des Kompositmaterials haben ebenfalls Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit einer Restauration [8].

Eine nicht zu vernachlässigende Rolle für die Langzeitstabilität einer Restauration kommt auch dem Adhäsivsystem zu [19]. Adhäsivsysteme werden sowohl beim Einsetzen indirekter Klasse II Rekonstruktionen, als auch bei direkten Kompositfüllungen verwendet. Je nach angewendetem System und Produkt [37] werden unterschiedliche Haftwerte erzielt, die für den Verbund zwischen Restauration und Zahn entscheidend sind: So erreichen One-bottles (selbstkonditionierende und selbstprimierende Dentinadhäsive) Verbundhaftwerte im Schmelz und Dentin zwischen 16-39MPa, die Drei-Flaschen-Systeme (Primer, Adhäsiv und Bonding nach Etch & Rinse-Technik) erfordern im Schmelz Abzugskräfte von 42 MPa und im Dentin bis zu 54MPa [86].

Das adhäsive Einsetzen ist techniksensitiver als das konventionelle Zementieren, Auswahl und Verarbeitung des Adhäsivs bestimmen mit das Langzeitverhalten der Restauration [46, 63]: Bei Adhäsiven, die primär ohne Dentinätzung verarbeitet werden können (3. + 5. Generation), kann z.B. die Haftkraft durch zusätzliches Ätzen verstärkt werden. Bei mehr als 15 sekündigem Ätzen besteht jedoch die Gefahr einer hydrolysebedingten Beeinträchtigung des Langzeitverbundes [41, 44]. Zu lange Ätzzeiten und zu kurze Einwirkzeiten des Bondings können zudem Hypersensibilitäten durch unvollständige Infiltration des demineralisierten Dentins zur Folge haben [63].

Die Voraussetzungen für einen optimalen adhäsiven Verbund sind [135]:

- ein speichelfreies, trockenes, zugängliches Arbeitsfeld
- eine vollständige Polymerisation des Befestigungskomposits und der Adhäsive
- eine hohe Benetzbarkeit der zu verbindenden Flächen
- eine rückstandsfrei mögliche Entfernung der Materialüberschüsse



Gute Langzeitergebnisse können nur erzielt werden, wenn diese Voraussetzungen eindeutig gegeben sind und die Verfahrensregeln für das jeweilige Adhäsiv vom Behandler strikt eingehalten werden [8]. Eine Vereinfachung der adhäsiven Befestigung wird durch selbstkonditionierende Kompositzemente (RelyXUnicem, 3MEspe) angestrebt; jedoch sind zur Zeit die Kosten noch hoch und die klinische Erfahrung nicht ausreichend [8].

#### Beispiele: Sono-Cem und Variolink

Die in dieser Studie zum Einsatz gekommenen dualhärtenden Befestigungskomposite *Sono-Cem*, (Espe, Seefeld) und *Variolink* (Vivadent, Ellwangen) unterscheiden sich geringfügig in ihren Materialeigenschaften. So zeichnet sich das hochgefüllte Sono-Cem (Füllstoffgehalt 77,3%) gegenüber dem niedriggefüllten Variolink (Füllstoffgehalt 51%) durch eine geringere Wasseraufnahme aus ( $0,2\text{mg/cm}^3$  :  $1,15\text{mg/cm}^3$ ); die Biegefestigkeit sowie die Oberflächenfestigkeit sind bei dem in dieser Studie verwendeten Variolink low viscosity etwas höher (Biegefestigkeit 143 MPa : 104 MPa bzw: Oberflächenhärte 530 MPa : 300MPa), die Druckfestigkeit ist geringfügig niedriger (310 MPa : 380 MPa) [38, 172].

Eine Fluoridanreicherung in der restaurationsnahen Zahnschicht durch das dem Komposit Variolink beigesezte Ytterbiumfluorid wurde nachgewiesen [173].

Seit 1997 ist der in den Bereichen Farbenspektrum, Lichtempfindlichkeit, Fluoridfreisetzung, Wasseraufnahme und Polierbarkeit optimierte Nachfolger von Variolink, Variolink II, auf dem Markt, das in 3 Viskositätsstufen angewendet werden kann [173].

## **2.2 Einflüsse auf das Langzeitverhalten von Restaurationen –Vergleich der Restaurationswerkstoffe für Klasse II Kavitäten mit spezieller Berücksichtigung von Keramik und Befestigungskomposit**

Zahnärztliche Restaurationen sind extremen Belastungen ausgesetzt: Individuelle „menschliche“ Faktoren, wie erneute Schädigung der nach einer Restauration verbleibenden Zahnschicht durch Bakterien bei schlechter Mundhygiene, Reaktionen der Gewebe, die mit dem Werkstoff in Berührung kommen, sowie Fehler bei Herstellung und Verarbeitung der Materialien, erhöhen die Gefahr des Verlusts der gelegten Restauration. Gleichzeitig wird die Materialbeständigkeit durch Zersetzungskräfte des Speichels, ständig wässriges Milieu, sowie enorme Belastungen durch Abrasion und Attrition herausgefordert [33].

Folgende Parameter werden deshalb meist bei Untersuchungen zum Langzeitverhalten von Restaurationen verwendet: Die Häufigkeit von *Sekundärkariesbildung* mit den einflussnehmenden Faktoren *Randspaltverhalten* und *Oberflächenqualität* bzw. *Neigung zur Plaque-*

*akkumulation* - die wiederum von Eigenschaften des Materials abhängig sind -, *Einflüsse auf Pulpa und Gingiva*, sowie *Materialermüdung und Verschleiß*.

Diese Faktoren bestimmen *objektiv* die Haltbarkeit einer Restauration. Wann jedoch eine Restauration ausgetauscht wird, also in der Überlebensstatistik als Misserfolg verbucht wird, ist vor allem von *subjektiven Faktoren* abhängig wie der Diagnostik, Behandlungs- und Erhaltungsphilosophie des Behandlers, Ort der Praxis, Patientenlientel und Zahlungskräflichkeit der Patienten und den individuellen Vorlieben und Vorstellungen des Patienten [33]:

### Misserfolg einer Restauration

| <b>Objektive Einflüsse</b>              |                           | <b>subjektive Faktoren</b>  |
|---|---------------------------|---|
| <i>Misserfolg des Materials</i>         | <i>Misserfolg am Zahn</i> |   |
| - Charakteristika des Füllungsmaterials |                           | - Patientenlientel,<br>Zahlungskräflichkeit                               |
| - Verarbeitungstechniken/-fehler        |                           | - Ort der Praxis  |
| * Materialwahl                          |                           | - Diagnostik, Behandlungs- und<br>Erhaltungsphilosophie des<br>Behandlers |
| * Endbearbeitung                        |                           | - Vorlieben des Patienten   |
| - Patientenabhängige Parameter:         |                           |   |
| * Fluoridexposition                     |                           |   |
| * Kariesrisiko                          |                           |   |
| * Parafunktionen                        |                           |   |
| * Systemische Erkrankungen              |                           |   |
| * Alter                                 |                           |   |
| * Sozialstatus                          |                           |   |
| - Zahnabhängige Parameter:              |                           |   |
| * Zahnlokalisierung/Typ/Größe           |                           |   |
| * Kavitätdesign                         |                           |   |
| * Zahnqualität                          |                           |   |
| * Dentition                             |                           |   |
| * okklusale Belastung                   |                           |   |

modifiziert nach [33]

*Abb. 2: Einflüsse auf den Misserfolg einer Restauration*

Subjektive Faktoren können also die Ergebnisse von Langzeitstudien beeinflussen, sind aber grundsätzlich schwer messbar und müssen meist vernachlässigt werden.

Zum Vergleich des Langzeitverhaltens von Restaurationen werden deshalb vorwiegend die objektiv beurteilbaren Parameter herangezogen.

### 2.2.1 Materialermüdung und Verschleiß

Die einzelnen Materialien werden aus werkstoffkundlicher Sicht durch verschiedene physikalische Parameter definiert:

*Abrieb- und Biegefestigkeit, Volumenstabilität, E-Modul, Druckfestigkeit und chemische und thermische Stabilität* sind dabei die Hauptkomponenten, die im Zusammenwirken die entscheidenden Eigenschaften eines Werkstoffs bilden. Diese Parameter bestimmen entscheidend die Resistenz einer Restauration z.B. gegen Abrieb und Zersetzung im Mundhöhlenmilieu und haben zudem über vermehrte (Rand-)Spaltbildung indirekt Einfluss auf die Sekundärkariesbildung und die Gewebeverträglichkeit.

#### Keramik

Keramik weist eine extrem hohe Härte bei sehr viel geringerer Biegefestigkeit auf [52]. Daraus resultiert die Gefahr von Frakturen und Randabsplittungen, die nur durch unbedingt einzuhaltende Präparationsrichtlinien zu vermeiden ist [118, 134]. Teilausbrüche und Randabplatzungen mit der Gefahr von Sekundärkariesbildung werden in Studien als häufigste Ursache für den Verlust einer keramischen Restauration beschrieben [4, 59]. Die Frakturmuster bezeichnet *Kamann W.-K.* [81] als stereotyp: Vorkontakte oder Spannungen führen zu Mikrorissen, die prolongieren und zu lamellären Frakturen („chipping“) oder zu Isthmusfrakturen führen können.

Dagegen bewirkt die hohe Stabilität gegen Druckkräfte einen sehr hohen Abrasionswiderstand [97, 134]. Die Härte der für Einlagefüllungen verwendeten Keramiken wird als schmelzähnlich beschrieben [73, 153]. *Graf K. et al.* [57], *Krämer N. et al.* [94] und *Heel M.* [68] fanden jedoch höhere Abrasionswerte für antagonistischen bzw. die Keramik umgebenden Schmelz als für die Inlaykeramik.

Ein großer Vorteil der Keramik ist wiederum ihre hohe chemische und thermodynamische Beständigkeit, aus der die erwiesenermaßen hervorragende Biokompatibilität resultiert [100] (siehe Punkt 2.2.2)

#### Befestigungskomposit

Für Befestigungskomposite gelten die unter Punkt 2.1.2.1 beschriebenen Materialeigenschaften der Komposite. Im Vergleich zu konventionellen Zementen weist Befestigungskomposit jedoch eine eindeutig geringere Verschleißrate auf [116]. So erhielten *Graf K. et al.* [56] Abrasionswerte nach Drei-Medien-Abrasion für das Kompositbefestigungsmaterial *Variolink* von  $81\mu\text{m}$  und für den Phosphatzement *Harvardzement* von  $352\mu\text{m}$ .

Für Kompositbefestigungsmaterialien scheint nur bedingt zuzutreffen, dass der Langzeitverschleiß des Einsetzmaterials bei inkorporierten Restaurationen von der Breite der Randfuge abhängig ist: Laut *Kunzelmann K.-H. et al.* [98] weist Befestigungskomposit keine mit größerer Fugenbreite korrelierende Abrasion auf. *Frankenberger R.* [46] verweist auf Studien, in denen gezeigt werden konnte, dass adhäsive Klebefugen über 100µm die Überlebenswahrscheinlichkeit nicht negativ beeinflussen [142].

*Schmalz G. et al.* [149] stellten fest, dass Randfugen größer als 100µm, wie sie bei computergefertigten Inlays (besonders bei älteren Cerec Systemen [46, 128] häufig zu finden sind [5]), teilweise durch den Befestigungskomposit kompensiert werden können. Bei passungenauneren Inlays wird deshalb der Einsatz abrasionsstabilerer hochgefüllter Kompositbefestigungsmaterialien gefordert [10, 149] auch wenn andere Autoren keine Verbesserung der Abrasion durch den Einsatz höhergefüllter Befestigungskomposite bei größerer Randfuge fanden [93].

#### Zusammenfassender Vergleich von werkstoffkundlichen Parametern von Füllungsmaterialien für Klasse II Kavitäten:

| Material                              | Druckfestigkeit (MPa) | Kanten-/Biegefestigkeit (MPa) | E-Modul GPa | Abrasionsstabilität (Härte) | Wärmeleitfähigkeit (W/mK) | Volumenstabilität                  | Bio-kompatibilität |
|---------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------------|--------------------|
| <b>Amalgam</b>                        | 300 - 520             | 110-150                       | 20-60       | HB 90-120                   | 23                        | Creep max.3%<br>Abbindekontraktion | -                  |
| <b>Gold</b><br>(hochgoldhaltige Leg.) |                       | 410                           | 80-130      | HV 50-150                   | 120-300                   | ++                                 | +                  |
| <b>Komposit</b>                       | 280-500               | 40-145                        | 3-18        | HB 50-130                   | 0,5-0,7                   | -<br>Schrumpf 1,5-3 Vol%           | -                  |
| <b>Keramik</b>                        | 350-1000              | -                             | 60-130      | HB bis 400<br>HV 4000-5000  | 1,0                       | ++                                 | ++                 |
| IPS Empress                           |                       | 80-200                        | 60          |                             |                           |                                    |                    |
| CAD/CAM                               |                       | 360-485                       | 100-300     |                             |                           |                                    |                    |
| <b>Zahnschmelz</b>                    | 100-400               | 20-60                         | 50-100      | HB 300-350                  | 0,9                       | ++                                 | +++                |

Zusammengestellt aus: [34, 82, 105, 110, 134], +++: ausgezeichnet, ++: sehr gut, +: gut, -: gering

Abb. 3: Vergleich von werkstoffkundlichen Parametern von Füllungsmaterialien für Klasse II Kavitäten

## 2.2.2 Einflüsse auf Pulpa und Gingiva - Biokompatibilität

Herstellungstechnische Einflüsse wie unpräzise Randgestaltung und raue Oberflächen können die Gingiva, unsachgemäße Präparation und z. B. fehlerhafte Einsetztechnik die Pulpa schädigen. Reaktionen von Pulpa und Gingiva können aber auch durch materialbedingte Einflüsse, durch lösliche Bestandteile sowie Abriebpartikel eines Materials ausgelöst werden [91], die schon in sehr geringen Konzentrationen zum lokalen Reizfaktor werden können [91]. Systemische Wirkungen solcher Substanzen in hoher Konzentration können nicht ausgeschlossen werden.

Entzündungen oder ähnliche Reaktionen auf umliegende Gewebe ziehen meist die Entfernung des auslösenden Restaurationsmaterials nach sich, deshalb muss die biologische Verträglichkeit eines Materials in Prognosen zum Langzeitverhalten miteinbezogen werden. Dadurch gewinnt die Frage der Biokompatibilität und der möglichen Auswirkungen eines Werkstoffes auf den Gesamtorganismus bei der Auswahl des geeigneten Materials einen wachsenden Stellenwert [91, 176].

Die Biokompatibilität (= biologische Verträglichkeit) eines Werkstoffs kann als sein Verhalten in Wechselwirkung mit seiner Umgebung (also Mundmilieu) angesehen werden. [176]. Sie beinhaltet Onkogenität, Mutagenität, Allergenität und Toxizität, wobei vor allem die beiden letzteren im Fokus bei Unverträglichkeitsvermutungen zahnärztlicher Werkstoffe stehen [179].

### Keramik

Keramik wird von Zellbiologen und Dermatologen eine hohe Gewebeverträglichkeit attestiert: aufgrund der fast vollständigen Unlöslichkeit der Keramik (die Bestandteile der Keramik befinden sich bereits auf einer hohen Oxidationsstufe), kann keine Interaktion mit dem Gewebe stattfinden [52, 100]. Der einzige die Biokompatibilität von Keramikinlays beeinträchtigende Faktor ist somit der adhäsive Befestigungsverbund.

### Komposit

*Köttgen Ch. et al.* [91] fanden in ihrer Studie zur Wirkung von Zahnfüllungsmaterialien auf das Zahnfleisch signifikant erhöhte Entzündungszeichen der Gingiva in der unmittelbaren Nähe zu Kompositfüllungen. Als Ursache wird unter anderem die Abgabe reizender Bestandteile aus dem Komposit in das Gewebe diskutiert. So wiesen *Reichl F.-X.* [141] und *Schmalz G. et al.* [151] nach, dass Komposite zytotoxische Bestandteile (Komonomere) in das Gewebe abgeben. Zudem können diese im wässrigen Milieu der Mundhöhle ausgelösten Komonomere wie EgdMa und TEGDMA das Bakterienwachstum bestimmter pathogener

Keime begünstigen und so einerseits die Entstehung von Sekundärkaries fördern, andererseits durch bakterielle Stoffwechselprodukte zur Irritation der Gingiva und der Pulpa bei unzureichender Unterfüllung beitragen. [151, 152]. Komposite enthalten eine Reihe von allergenen Substanzen, die besonders in der Form von Dentinadhäsiven allergische Reaktionen (v. a. beim zahnärztlichen Personal) auslösen können [151 zitiert *Kanerva et al.*, 176]. Auch in der Stellungnahme der DGZ und DGZMK zu direkten Kompositfüllungen wird die mögliche Toxizität von Zwischenprodukten diskutiert, die bei der Metabolisierung gebildet werden; das Risiko wird jedoch als nicht unvertretbar eingestuft [76]. Aus der vorliegenden Datenlage kann geschlossen werden, dass Komposit- Kunststoffe nicht systemisch toxisch sind, auch die diskutierte eventuell östrogenisierende Wirkung ist nicht nachweisbar [151, 176].

Wichtig bei allen Komposit enthaltenden Versorgungen ist jedoch die Entfernung der Sauerstoffinhibitionsschicht, wodurch die Toxizität reduziert werden kann [176].

Befestigungskomposite enthalten die üblichen Dimethacrylate, in dualhärtenden Befestigungskompositen, wie sie vor allem zum Eingliedern von keramischen Restaurationen zur Vermeidung der unzureichenden Aushärtung eingesetzt werden, sind jedoch oft weitere Substanzen mit allergenem Potential enthalten [151].

Dentinadhäsiv eingesetzte Restaurationen weisen eine überdurchschnittliche Hypersensibilitätsrate auf, die auch durch den erhöhten Gehalt von Restmonomeren der Dentinhaftvermittler verursacht sein kann [51, 178].

### **2.2.3 Sekundärkariesbildung**

Die Bildung von Sekundärkaries ist mit die häufigste Ursache für den Austausch einer bestehenden Restauration [59, 131, 147, 166] und wird durch verschiedene Faktoren begünstigt, die sich gegenseitig potenzieren können: Sekundärkaries ist vorprogrammiert, wenn zu schlechter Mundhygiene des Patienten [147] schlechte Oberflächeneigenschaften des Restaurationsmaterials, die eine Anlagerung von Plaque und damit Bakterien begünstigen [36], sowie fehlerhafte marginale Integration hinzukommen [169], was Plaque-Akkumulation in schlecht zu reinigenden Bereichen gerade am Übergang von Restauration zum Bakteriensubstrat Zahn bedeutet.

Die materialbezogenen Komponenten bilden den durch den Zahnarzt über die Wahl des geeigneten Restaurationsmaterials und die Anfertigung der Restauration beeinflussbaren Bereich.

Amalgam- und Goldrestaurationen fallen durch einen relativ geringen Anteil an Sekundärkariesbildung auf [59]. Bei Amalgamrestaurationen kann das unter anderem mit der dem Amalgam zugesprochenen oligodynamischen Wirkung zusammenhängen: Kariesbakterien werden durch Reaktionen abgetötet, die von den in Amalgam enthaltenen Metallionen ausgelöst werden. Dadurch kann die Sekundärkariesrate niedrig gehalten werden [182]. Insgesamt betrachtet wird jedoch dennoch die Sekundärkariesbildung als häufigster Erneuerungsgrund für Amalgamfüllungen angegeben [47, 127].

Die Entstehung von Sekundärkaries unter Kompositfüllungen kann unter anderem dadurch verursacht sein, dass Komposit-Kunststoffe durch die im wässrigen Milieu der Mundhöhle minimal in Lösung gehenden Komonomere wie EgdMa und TegdMa das Wachstum bestimmter pathogener Keime begünstigen können [70].

Weitere materialbezogene Faktoren, die als sekundärkariesbegünstigend gelten, werden im Folgenden angeführt.

### **2.2.3.1 Randspaltverhalten**

Bei allen Restaurationen sollte darauf geachtet werden, dass Antagonistenkontakte nicht an Restaurationsrändern lokalisiert sind, da diese Schwachstellen durch die Okklusionsbelastung sonst vorzeitig einbrechen können [12, 90, 100].

*Mehl A. et al.* [112,113] stellten in in-vitro Analysen des Randspaltverhaltens von Komposit- und Keramikinlays bei ausgedehnten Kavitäten fest, dass Keramikinlays im Vergleich zu Kompositinlays ein besseres Randverhalten im Schmelz- und vor allem Dentinbereich aufweisen. Die Ergebnisse werden aus den unterschiedlichen werkstoffkundlichen Eigenschaften der beiden Materialien abgeleitet: bei gleicher Krafteinwirkung ist die Verwindung von Inlays mit niedrigerem E-Modul größer, womit Spannungsspitzen auf die Randbereiche übertragen werden. Bei ausgedehnten Kavitäten wird daher die Verwendung von Keramikinlays empfohlen [113].

### Keramik

Bei Keramikrestaurationen werden Randspalten vor allem durch Randabplatzungen bei falscher Präparation [4, 59] und durch Auswaschen des Kompositbefestigungsmaterials verursacht. *Heel M.* [68] beobachtete Randdesintegrität durch das „Heraustreten“ von Keramikinlays als Folge stärkerer Abrasion des umgebenden Zahnschmelzes im Vergleich zur Keramik.

Ein weiterer die Randintegrität von Keramikrestorationen beeinflussender Faktor liegt in der Klebefuge aus Komposit mit ihren Schwachstellen (siehe auch Punkt 2.1.2.1).

### Befestigungskomposit

Gegenüber konventionellem Zementieren scheint die adhäsive Befestigung viele Vorteile zu bieten:

In einer Studie von *Haas M. et al.* [59] wiesen adhäsiv befestigte Goldinlays mit der sehr geringen Fugenbreite von 15-30µm, sowie Cerec Inlays mit zum Teil sehr breiten Spalten von 105µm die beste Randstabilität im Farbpenetrationstest auf. Dieses Ergebnis bestätigt die Studie von *Kunzelmann K.-H. et al.* [98], wonach bei adhäsiven Befestigungsmaterialien keine Korrelation der Randqualität mit der Fugenbreite besteht.

Befestigungskomposit bewirkt durch den geringeren Abrieb als konventioneller Befestigungszement [56] auch geringere Randspaltbildung [118]. Trotzdem bleibt die Kompositfuge bei allen adhäsiv eingesetzten Restaurationen ein stark limitierender Faktor. Probleme können einerseits, wie beschrieben, durch Unterschnittbildung bei verstärktem Abrieb des Komposits entstehen, andererseits durch Versagen des adhäsiven Halts an den Grenzflächen, wie es bei Kompositinlays verstärkt an der vollständig polymerisierten Kompositfläche beobachtet wurde [65]. Die Dauerhaftigkeit des Verbundes Keramik-Komposit hängt von der Qualität der Silanisierung der Keramik ab [124, 145]. Generell beeinflussen in erster Linie Verarbeitungsfehler beim adhäsiven Prozedere den Haftmechanismus und die Belastbarkeit der Klebefuge [46], die Adhäsivtechnik ist somit verarbeitungssensibler als das konventionelle Zementieren.

### **2.2.3.2 Plaqueanlagerung und Oberflächenqualität**

Plaque ist Nährboden und damit Aufenthaltsort von Bakterien, die durch ihre Stoffwechselprodukte die Zahnhartsubstanzen zerstören. Plaque lagert sich besonders an raue Oberflächen an [184], und kann von porösen Oberflächen entsprechend schwerer wieder entfernt werden. Das heißt, je glatter die Oberfläche eines Werkstoffs ist, desto geringer ist die Gefahr der Plaqueanlagerung und damit Sekundärkariesbildung [16, 36]. Die aus der Plaqueanlagerung an die Zahnhartsubstanz bzw. an zahnärztliche Werkstoffe resultierende Sekundärkaries ist gegenwärtig die häufigste Ursache für den vorzeitigen Austausch von Füllungen [78].



Vermehrte Plaqueakkumulation wird einerseits durch patientenabhängige Parameter wie Speichelbeschaffenheit, Nahrungsaufnahme, Kaudruck und Essverhalten, Tabakgenuss und Mundhygiene gefördert [91 zitiert *Hagewald et al 2000, Aurer et al. 1999*], sowie andererseits durch die Qualität der gelegten Füllung (negative/positive Stufenbildung am Füllungsrand, Randspalten und Oberflächenqualität), und die Werkstoffbeschaffenheit (Randspalten, Oberflächenqualität) maßgeblich beeinflusst. Zudem wird einzelnen Materialien eine Plaque begünstigende bzw. Plaque abweisende Wirkung zugesprochen (siehe Punkt 2.2.3).

Neben Plaqueindizes gibt die Untersuchung der Gingiva im Bereich von Restaurationen Aufschluss über die Plaqueakkumulationsrate und Oberflächenqualität einer Restauration.

*Köttgen Ch. et al.* [91] untersuchten Komposit-, Gold und Amalgamversorgungen im Hinblick auf den Entzündungsgrad der Gingiva und erhielten für Goldrestaurationen die niedrigsten Werte, gefolgt von Amalgamfüllungen. Kompositfüllungen bewirkten die meisten Gingivairritationen und erhielten gleichzeitig die niedrigsten Werte für Randintegrität und Oberflächenbeschaffenheit.

### Komposit und Keramik

Werkstoffe auf Kunststoffbasis weisen in allen Untersuchungen eine höhere Plaqueakkumulation als Gold- oder Amalgamrestaurationen auf [91 zitiert *Kagermeier-Callaway et al., 2000, Willershausen et al., 1999*]. Die Oberfläche wenig abriebstabiler Materialien wie Komposit unterliegt Alterungseinflüssen [155] und wird daher, auch wenn sie anfangs hochglanzpoliert war, mit der Zeit stumpf und rau. *Ilie N. et al.* [78] fanden in einer Studie zu den Oberflächeneigenschaften von Dentalrestaurationsmaterialien in Abhängigkeit von der Pellikelbildung eine höhere Plaqueanlagerung an Komposit aber auch an Keramik, ähnlich stellte *Hahn R.* [61] eine im Vergleich nicht verringerte initiale Plaquebesiedelung an verschiedenen Keramiken fest; die Plaquevitalität wurde dagegen als gering angegeben. Insgesamt wird Keramik oft eine geringe Neigung zur Plaqueakkumulation bescheinigt [52, 62, 134], die durch die dichte, harte und nach Glanzbrand äußerst glatte Oberfläche der Keramik begründet wird, aber auch unabhängig von der Oberflächenrauigkeit festgestellt wurde [84]. Interessanterweise hatte in dieser Studie die Oberflächenrauigkeit jedoch im Gegensatz zur Keramik bei Komposit- und Amalgamrestaurationen einen stark signifikanten Einfluss auf die Anzahl der anheftenden Bakterien und Glucane.

### Befestigungsmaterialien

Mörig G. [118] stellte fest, dass Befestigungskomposit weniger Auswaschungen im Vergleich zu Phosphatzement aufweist, und damit die Gefahr von Bakterienanlagerungen in der Auswaschungsrandfuge bei Befestigung mit Komposit geringer ist (siehe Punkt 2.2.3.1).

In der Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) zu zahnfarbenen Keramikrestorationen [153] wird jedoch betont, dass für alle adhäsiven Rekonstruktionen eine ausgezeichnete Zahnpflege Grundlage sein sollte, da sich Bakterien insbesondere am Befestigungskomposit anheften und dort vermehrt wachsen (siehe Punkt 2.2.3).

### **Zusammenfassender Vergleich klinischer Parameter von Füllungsmaterialien für Klasse II Kavitäten, soweit aus verschiedenen Studien beurteilbar**

| Material        | Ästhetik | Oberflächenbeschaffenheit | Randspaltverhalten | Plaueanfälligkeit | Biokompatibilität |
|-----------------|----------|---------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Amalgam</b>  | -        | -/+                       | +                  | niedrig           | -                 |
| <b>Gold</b>     | -        | +                         | ++                 | niedrig           | +                 |
| <b>Komposit</b> | +        | -/+                       | -/+                | hoch              | -                 |
| <b>Keramik</b>  | ++       | +                         | -/+                | niedrig           | ++                |

Zusammengestellt aus den im Text zitierten Literaturstellen

++: sehr gut, +: gut, -/+ : stark behandlerabhängig, -: schlecht

Abb. 4: Vergleich klinischer Parameter von Füllungsmaterialien für Klasse II Kavitäten

### **2.2.4 Vergleich von Langzeitergebnissen**

Die im oben aufgeführten Parameter bestimmen zu einem großen Teil das Langzeitverhalten einer Restauration, das mit ausschlaggebend für die Wahl des geeigneten Restaurationsmaterials sein sollte, um die verbleibende Zahnschicht möglichst langfristig zu erhalten.

Ein direkter Vergleich von Langzeituntersuchungen gestaltet sich oft schwierig, da unterschiedliche statistische Einteilungen für eine Aussage zur Überlebenszeit gewählt werden. Eine Vereinheitlichung zu Vergleichszwecken wird zudem durch die sehr unterschiedlich gewählten Zeitabschnitte, nach denen eine Nachuntersuchung durchgeführt wird, erschwert.

Außerdem muss bei Studien immer zwischen prospektiven und retrospektiven Studien, sowie in-vivo und in-vitro Untersuchungen unterschieden werden.

Dennoch können vergleichende Aussagen zum unterschiedlichen Langzeitverhalten von Restaurationen für Klasse II Kavitäten getroffen werden:

### Amalgam

Die Überlebenswahrscheinlichkeit von Amalgamfüllungen wird für 10 Jahre im Bereich von 90% angegeben [9, 33]. Lediglich *Opdam N.J. et al.* [127] erhielten eine geringere 10-Jahres-Überlebensrate im Bereich von 80%.

Als Hauptmisserfolgsgründe werden Sekundärkaries [9, 127] und Füllungs- bzw. Zahnfrakturen angegeben [127, 178].

### Gold

Die Literaturübersicht der Punkte 2.2.2 und 2.2.3 stellt die Goldrestauration als verschleißstabil, wenig sekundärkariesanfällig und wenig allergen heraus. Goldrestaurationen erweisen sich demnach bei nahezu allen Untersuchungen als äußerst langlebig [4, 27]. So wird von *Pelka M. et al.* [132] die 10-Jahres Überlebensrate von Goldinlays und -onlays mit 95%, von *Studer S.P. et al.* [165] mit 96,1% angegeben, die jährliche Verlustquote für Goldinlays (sowie -onlays und Teilkronen) wird in einer von *Hickel R.* und *Manhart J.* durchgeführten Studie [75] mit 1,4 - dem geringsten Wert innerhalb der verschiedenen getesteten Materialien - verzeichnet.

Als Hauptgründe für die Misserfolge werden Sekundärkaries [48, 165], Retentionsverlust [163, 165] und endodontische Probleme [163] angegeben.

### Komposit

Kompositrestaurationen scheinen nach den Aussagen der Punkte 2.2.2 und 2.2.3 die geringste Langzeitüberlebenswahrscheinlichkeit zu haben, wobei hier die große Techniksensitivität des Materials als limitierender Faktor herausgehoben werden muss. So ist die Annahme, dass eine nicht unbeträchtliche Zahl der Misserfolge von Kompositfüllungen eher auf Fehlern des Behandlers als auf materialtechnischem Versagen beruht [12], sicher nicht von der Hand zu weisen. Die Stellungnahme der DGZ und DGZMK zu direkten Kompositfüllungen [76] beschreibt die Lebensdauer von Kompositfüllungen in etwa gleich gut wie die von Amalgamfüllungen, wenn die Verarbeitung den Richtlinien entsprechend erfolgt. Der Vergleich von direkten und indirekten Kompositrestaurationen sei noch nicht ausreichend vorgenommen, bei den wenigen Studien, die sich dieser Frage widmeten, waren meist keine Unterschiede in der Erfolgsquote zu beobachten [171, 175]. *Ebert J. et al.* [30] beobachteten in einer Studie mit dem Komposit Visio Gem®, (Espe, Seefeld) als Inlaymaterial zahlreiche Verluste der Inlays durch Fraktur der Restauration, Lockerung durch Ablösen des Inlays vom Befestigungskomposit oder Unterdimensionierung der Restauration, sowie Rissbildung im Inlay- und Befestigungskomposit. *Hickel R.* und *Manhart J.* [75] erhielten eine leicht

geringere Erfolgsrate für Kompositinlays im Vergleich zu direkten Kompositfüllungen (jährliche Verlustquote für Kompositfüllungen 2,2, für Kompositinlays 2,9).

Eine Fragebogenauswertung unter den niedergelassenen Zahnärzten in Rheinland-Pfalz [178] ergab, dass Amalgam und Keramik am wenigsten häufig revidiert werden mussten, Kompositrestaurationen am häufigsten.

*Opdam N.J. et al.* [127] erhielten für Kompositrestaurationen eine bessere Überlebenswahrscheinlichkeit als für Amalgamfüllungen von 82,2% nach 10 Jahren, während mehrere Studien eine deutlich geringere Langzeitstabilität von Kompositrekonstruktionen im Bereich von 74-80% aufzeigen [9, 50].

Als Hauptgründe für Misserfolg werden Sekundärkaries [9, 127], Füllungsfrakturen bzw. Teilausbrüche [50, 171] und Hypersensibilitäten [178] angegeben.

### Keramik

Die Überlebenswahrscheinlichkeit von Keramikinlays kann je nach Herstellungsart nach 10 Jahren mit 82% [164] bis über 90% verzeichnet werden [128, 137, 142] und kann damit im Bereich von Goldgussrestaurationen angesiedelt werden [40, 49]. Das Langzeitverhalten besonders von laborgefertigten Keramikinlays wurde bis jetzt allerdings wenig untersucht [45]; generell scheinen CAD/CAM gefertigte Keramikinlays jedoch höhere Überlebensraten als laborgefertigte Keramikrestaurationen aufzuweisen [4]. Auch *Hickel R.* und *Manhart J.* [75] erhielten eine jährliche Verlustquote für laborgefertigte Keramikinlays von 1,9 und von 1,7 für CAD-CAM gefertigte Inlays (Cerec).

Frakturen bildeten die Hauptverlustursache bei Keramikinlays [4, 45, 128, 178]. Die Stellungnahme der DGZ und DGZMK zu zahnfarbenen Restaurationen aus Keramik [153] stellt heraus, dass auch eine Keramikrestauration nur so gut sein kann wie ihre Verarbeitung, also fertigungs- und handlingsbedingte Fehler ihre Lebensdauer verkürzen.

**Weitere Parameter: Verarbeitbarkeit, Zeitaufwand, Kosten**

| <b>Füllungsart</b>          | <b>Verarbeitbarkeit des Materials</b> | <b>Zeitaufwand für Behandler und Patient</b> | <b>Kosten für Behandler und Patient</b> | <b>Langzeitverhalten Überlebenswahrscheinlichkeit</b> |
|-----------------------------|---------------------------------------|--|---|---|
| <b>Amalgamfüllung</b>       | einfach                               | gering                                       | sehr gering                             | 79% - über 90% für 10 Jahre                           |
| <b>Goldinlay</b>            | zeitaufwändig, Labor                  | hoch   | hoch                                    | 87,5% - 96,1% für 10 Jahre                            |
| <b>Kompositrestauration</b> | techniksensitiv                       |  |   | 74% - 82% für 10 Jahre                                |
| <b>-füllung</b>             |                                       | gering                                       | gering                                  |   |
| <b>- inlay</b>              |                                       | hoch   | mittel                                  |   |
| <b>Keramikinlay</b>         | techniksensitiv,                      |  |   | 82% - über 90% für 10 Jahre                           |
| <b>laborgefertigt</b>       | zeitaufwändig,                        | hoch   | hoch                                    |   |
| <b>CAD/CAM gefertigt</b>    | Nachbearbeitung schwer                | mittel                                       | mittel                                  |   |

*Abb. 5: subjektiv bedeutsame Parameter für Behandler und Patient für die Wahl eines Restaurationswerkstoffs*

Das am billigsten und einfachsten zu verarbeitende Material für Seitenzahnfüllungen ist nach wie vor Amalgam. Alle anderen Materialien, die eine langzeitstabile Versorgung gewährleisten können, sind mit zum Teil erheblichem zeitlichen und preislichen Mehraufwand verbunden [33, 74, 144].

### **3 Material und Methode**

#### **3.1 Probandenauswahl**

Die Probanden stammten aus dem Patientenpool, der im Zuge der von ESPE (heute 3M ESPE), Seefeld, geförderten Studie über Keramikinlays gewonnen worden war. Bei diesen Patienten waren von 1992 bis 1996 insgesamt 162 Zähne mit Keramikinlays versorgt worden. Die Indikation für das Einsetzen eines Keramikinlays war bei allen Probanden gegeben, die Zähne waren zum Eingliederungszeitpunkt vital. Weitere Kriterien der Studie waren: mindestens zweiflächige Kavität (Black Klasse II), Antagonistenkontakt der Inlayzähne und allseits schmelzbegrenzte Defekte.

Die Präparation war nach den Richtlinien für Adhäsivinlays mit Diamanten des Cerinlay- Sets (Intensiv Swiss Dental Products, Viganello, Schweiz) sowie Cavishape- (Intensiv Swiss Dental Products, Viganello, Schweiz) und Proxoshape- Feilen (Intensiv Swiss Dental Products, Viganello, Schweiz) erfolgt. Die Präparationen waren bis zur Eingliederung mit Provisorien aus den Materialien Protemp II (Espe, Seefeld) bzw. Structure (Voco) versorgt worden, die mit dem eugenolfreien Zement Freegenol (GC Corporation, Tokio) eingesetzt worden waren. Die Inlays waren nach der Farbnahme durch den Zahntechniker aus IPS Empress I Keramik nach Herstellerangaben angefertigt worden. Zum Einsetzen der Inlays war nach selektiver Schmelzätzung mit 37%iger Phosphorsäure für 45 Sekunden teils Variolink mit dem Adhäsivsystem Syntac Classic, teils Sono-Cem mit Pertac Bond verwendet worden; das Eingliedern war nach dem für Keramikinlays üblichen Verfahren unter absoluter Trockenlegung mittels Kofferdam erfolgt.

Alle Patienten dieser Studie wurden, sofern ihre Adresse bekannt war, nach ca. 10jähriger Liegezeit der Inlays angeschrieben. 31 Probanden konnten für die Studie gewonnen werden, davon waren bei 27 Probanden insgesamt 51 Inlays in situ. Waren bei Probanden die damals eingesetzten Inlays nicht mehr in situ, wurden sie gebeten, die Gründe für den Verlust anzugeben. Bei vier der erreichten Probanden war keines der beiden Inlays mehr vorhanden. Die Patienten waren bei der Nachuntersuchung zwischen 31 und 65 Jahre alt.

#### **3.2 Arbeitsgrundlagen**

Der Nachuntersuchung lagen ein Nachuntersuchungsbogen der Firma ESPE, Seefeld (ursprünglich zur Inlaysstudie Sono-Cem), sowie vom Probanden auszufüllende vorgegebene Fragebögen zu Grunde (siehe Anhang S. 119-121).

### 3.2.1 Nachuntersuchungsbogen

Der Nachuntersuchungsbogen zur Inlaystudie Sono-Cem umfasste die klinische Beurteilung der Inlays durch den Zahnarzt.

Hierbei sollten verschiedene klinische Kriterien in sinnvollen Abstufungen bewertet werden:

- 1 Ästhetik
- 2 Oberflächenqualität
- 3 Erstellung Plaqueindex (API)
- 4 Plaque an den Inlayzähnen
- 5 Erstellung des PBI
- 6 Blutung bei Sondierung an Inlayzähnen
- 7 Taschentiefen an Inlayzähnen
- 8 Taschentiefen/Attachmentverlust
- 9 Rand
- 10 Verfärbung
- 11 Karies
- 12 Vitalität
- 13 Abrasion
- 14 Abrasion am Antagonisten
- 15 Okklusion
- 16 Shimstocktest

Die Punkte 13 und 14 wurden zusätzlich anhand der angefertigten Modelle beurteilt.

Die Abformung (Punkt 17 bzw. 18) erfolgte in diesem Fall mit Alginat für Kiefer und Gegenkiefer.

Röntgenbilder (Punkt 19 des Arbeitsbogens) wurden bei Beschwerden und zur Verifizierung von Sekundärkaries angefertigt.

Die Abstufung der einzelnen Beurteilungskriterien wurde entsprechend der Angaben auf dem Arbeitsbogen vorgenommen, das Ergebnis mit den jeweiligen Großbuchstaben gekennzeichnet (siehe Nachuntersuchungsbogen im Anhang S.119).

### 3.2.2 Fragebögen

Der aus zwei Seiten bestehende *Patientenfragebogen* sammelte die vom Patienten wahrgenommenen Reaktionen des Inlayzahns:

Seite 1: Derzeitiger Befund von Überempfindlichkeit oder Schmerzen

Seite 2: Schmerzanamnese vergangener Überempfindlichkeit oder Schmerzen

Der einseitige *Zahnarztfragebogen* beschrieb die an diesen Zähnen nach der Befestigung der Inlays vorgenommenen zahnärztliche Behandlungsmaßnahmen.

Alle drei Fragebogenseiten wurden in diesem Fall den Probanden vorgelegt, da in den meisten Fällen die Nachbehandlung der Inlays nicht in der Zahnklinik erfolgt, und so keine geregelte

Dokumentation möglich war.

Die Probanden bestätigten mit ihrer Unterschrift die Richtigkeit ihrer Angaben.

### 3.3 Befunderhebung

Die Befunderhebung bei den Probanden verlief in einer Reihenfolge, die aus organisatorischen Gründen von der Abfolge der Punkte auf dem Arbeitsbogen abwich:

- 1) Anfärben aller Zähne im I. und III. Quadranten oral, im II. und IV. Quadranten vestibulär, und vollständiges Anfärben der Inlayzähne mittels einiger Tropfen Erythrosinlösung auf einem Watteträger, anschließend kräftiges Ausspülen des Patienten
- 2) Erhebung des *Plaqueindex (API)*, Punkt 3 im Arbeitsbogen: Das Vorgehen entsprach dem modifizierten Approximalraum-Plaque-Index nach *Lange D.E.* [102]
- 3) Beurteilung des Punkts 4 *Plaque an den Inlayzähnen*: Jeder nach Anfärben und Ausspülen sichtbarer rötlicher Belag wurde als Plaque gewertet und nach Lokalisation klassifiziert
- 4) Reinigung der Zähne mit Polierpaste mittels Prophylaxebürstchen auf blauem Winkelstück ohne Wasser bei niedriger Drehzahl
- 5) Beurteilung des Punkts 1 *Ästhetik* gemäß den im Arbeitsbogen aufgeführten Kriterien mit vergrößerndem Mundspiegel und Luftbläser
- 6) Beurteilung des Punkts 2 *Oberflächenqualität* mittels zahnärztlicher Sonde im Vergleich zum als „absolut glatt“ angenommenen Schmelz
- 7) Beurteilung des Punkts 9 *Rand* mittels zahnärztlicher Sonde und vergrößerndem Mundspiegel: als *sondierbar* wurde gewertet, wenn die Sonde eindeutig am Übergang zwischen Zahn und Inlay hängenblieb. Zusätzlich erfolgte eine nachträgliche Beurteilung anhand der angefertigten Gipsmodelle
- 8) Beurteilung des Punkts 10 *Verfärbung* mittels vergrößerndem Mundspiegel: Als „verfärbt“ wurde jede bräunliche Linie am Zahn im Bereich des Inlayrands gewertet.
- 9) Beurteilung des Punkts 11 *Karies* mittels vergrößerndem Mundspiegel und stumpfer Sonde: als Sekundärkaries wurde jede eindeutig kariös durchscheinende und weiche Stelle am Zahn im Bereich des Inlayrands gewertet.
- 10) Beurteilung des Punkts 8 *Taschentiefen/Attachmentverlust*: Messung der Taschentiefen jeweils mesial und distal an jedem Zahn durch Einführen einer Parodontalsonde PCP12 (Hu-Friedy, Rotterdam), parallel zur Wurzeloberfläche und



Ablesen der jeweiligen Millimeterangabe, bis zu der die Sonde in der Zahnfleischtasche verschwindet; bei Rezessionen: Messen des Attachmentverlust mittels der Parodontalsonde durch Einführen der Parodontalsonde in die Tasche an der tiefsten Stelle der Rezession und Ablesen der Millimeterangabe vom Taschenboden bis zur Schmelz-Zement-Grenze

- 11) Beurteilung des Punkts 7 *Taschentiefen an Inlayzähnen*: im Zuge der allgemeinen Taschenmessung
- 12) Erstellung des *Papillenblutungsindex (PBI)*, Punkt 5: Jede Blutung im Papillenbereich beim Messen der Taschentiefen mittels der Parodontalsonde wurde gezählt, durch die Anzahl der Papillen insgesamt geteilt und in Prozent umgerechnet.
- 13) Beurteilung des Punkts 6 *Blutung bei Sondierung an Inlayzähnen*: die Parodontalsonde wurde parallel zur Wurzeloberfläche in den Sulkus des Inlayzahns eingeführt und sanft einmal um den Zahn geführt; trat dabei eine Blutung auf, wurde dies vermerkt.
- 14) Beurteilung des Punkts 12 *Vitalität* mittels Kältespray, das auf ein Schaumstoffpellet gesprüht und mit einer zahnärztlichen Pinzette kurz an den Zahn gehalten wurde. Jede für den Patienten als Nervreiz spürbare Reaktion wurde als positive Sensibilitätstestung gewertet.
- 15) Beurteilung des Punkts 13 *Abrasion* mittels vergrößerndem Mundspiegel: Suche nach Substanzverlusten und Schliffacetten, erneute Beurteilung nach exzentrischer Okklusionskontrolle
- 16) Beurteilung des Punkts 14 *Abrasion am Antagonisten* mittels vergrößerndem Mundspiegel entsprechend 15). Zur genaueren Beurteilung wurde zum späteren Zeitpunkt die Diagnose der angefertigten Gipsmodelle von Ober- und Unterkiefer herangezogen.
- 17) Beurteilung des Punkts 15 *Okklusion* durch Anfärben mittels Okklusionsfolie, wobei die statische Okklusion nach Trockenblasen der Zähne durch mehrmaliges schnelles Zubeißen mittels schwarzer Okklusionsfolie, die dynamische Okklusion durch laterale Kieferbewegungen mittels roter Okklusionsfolie angezeichnet wurden. Die Beurteilung erfolgte mittels vergrößerndem Mundspiegel. Der Nachuntersuchungsbogen verwendet hier den Begriff „zentrische Okklusion“ statt „statische Okklusion“

- 18) Beurteilung des Punkts 16 *Shimstocktest*: der Proband wurde aufgefordert, auf die Shimstockfolie mit normalem Druck zuzubeißen. Zeigte die Folie keinen Widerstand beim Durchziehen, war der Test negativ.
- 19) Fotografie von Inlayzähnen und Verzahnung mittels digitaler Spiegelreflexkamera (EOS 350d, Canon, Tokio)

### 3.4 Abformung und Modellherstellung:

Um z.B. Schliffacetten und die Randqualität zusätzlich beurteilen zu können, wurden Modelle erstellt: Beide Kiefer wurden nacheinander nach Trockenblasen der Zahnoberflächen mit Alginat (Blueprint Cremix, Dentsply De Trey, Konstanz) mittels unperforiertem Rimlocklöffel abgeformt. Die Aushärtezeit betrug ca. zwei Minuten, die Abformung wurde bis zum Ausgießen in feuchten Tüchern gelagert. Die Alginatabformungen wurden max. 30 min danach mit Superhartgips (100g Gips auf 23ml Wasser, Superstone natur, Picodent, Wipperfürth) sorgfältig mit Sockel ausgegossen. Die Aushärtezeit betrug ca. 1 ½ h. Dann wurden die Modelle aus der Abformung entfernt, getrimmt und mit Datum, Namen des Probanden und Angabe der Inlayzähne beschriftet.

### 3.5 Auswertung der Fragebögen

Die Auswertung der Fragebögen erfolgte mit der Computersoftware „SPSS“ 15.0 Family.

Die Vorgaben des Arbeitsbogens wurden wie folgt in die SPSS Tabelle eingegeben:

Der jeweilige Beurteilungspunkt wurde als Variablenlabel eingegeben, die Bewertungsabstufung in Wertelabels für den jeweiligen Beurteilungspunkt nach den Vorgaben des Arbeitsbogens wie folgt aufgliedert:

| Name        | Variablenlabel  | Wertelabel  |
|-------------|---|---|
| Ästhetik    | Ästhetik des Inlays                                   | 1: exzellent = nicht erkennbar,<br>2: akzeptabel = gut erkennbar<br>3: unbefriedigend                               |
| Oberfläche  | Oberflächenqualität des Inlays                        | 1: glatt<br>2: rau und polierbedürftig  |
| Plaqueindex | Mundhygiene des Patienten anhand des Plaqueindex in % |   |
| Plaque      | Plaque am Inlayzahn                                   | 0: keine Plaque<br>1: v.a. am Schmelz Plaque<br>2: v.a. an der Keramik Plaque<br>3: v.a. im Bereich der Fuge Plaque |

|   |   |   |
|---|---|---|
| Papillen-<br>Blutungs-<br>index   | Mundhygiene des Patienten anhand des Papillenblutungsindex in % |   |
| Sondierung  | Blutung der Gingiva bei<br>Sondierung am Inlayzahn              | 0: keine Blutung<br>1: Blutung v.a. im Bereich des Inlays   |
| Taschentiefe  | Taschentiefe am Inlayzahn                                       | 1: < 2mm<br>2: 2-5mm<br>3: > 5mm  |
| Rand  | Qualität des Inlayrandes  | 0: Rand nicht sondierbar<br>1: Rand sondierbar<br>2: Dentin oder Unterfüllung freiliegend<br>3: Inlay gebrochen, beweglich<br>oder ein Stück fehlt  |
| Verfärbung  | Verfärbung des Inlayrandes                                      | 0: keine Verfärbung<br>1: Verfärbung<br>2: tief in pulpaler Richtung  |
| Karies  | Sekundärkaries am Inlayrand                                     | 0: keine Sekundärkaries<br>1: Sekundärkaries  |
| Vitalität   | Pulpavitalität des Inlayzahns<br>anhand Testung mit Kältespray  | 0: pulpavitale Reaktion<br>1: keine pulpavitale Reaktion  |
| Abrasion  | Abrasion am Inlayzahn   | 0: keine Abrasion<br>1: nur im Schmelz Abrasion<br>2: nur an der Keramik Abrasion<br>3: am Schmelz und an Keramik Abrasion<br>4: auch im Bereich der Fuge Abrasion  |
| Okklusion   | Anfärben der statischen Okklusion<br>am Inlayzahn               | 1: nur im Schmelz zentrische Kontakte<br>2: nur auf der Keramik zentrische<br>Kontakte<br>3: auf Schmelz und Keramik<br>zentrische Kontakte<br>4: auch auf der Schmelz-/Keramik-Grenze<br>zentrische Kontakte |
| (der im Nachuntersuchungsbogen verwendete Begriff „zentrische Kontakte“ statt „statische Kontakte“ wurde bei der Übertragung ins SPSS-Programm beibehalten) |   |   |
| Shimstocktest   | Okklusionsstellung des Inlayzahns<br>anhand Shimstocktest       | 1: Shimstockfolie hält<br>2: Shimstockfolie hält nicht  |

Die Angaben des Patientenfragebogens über aktuelle oder vergangene Beschwerden an den Inlayzähnen wurden wie folgt in das Tabellensystem des SPSS-Programms übertragen:

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Momentan-<br>Befund     | momentane Überempfindlichkeit<br>des Inlayzahns                               | 0: Zahn nicht überempfindlich oder<br>schmerzhaft<br>1: Zahn überempfindlich<br>2: Zahn schmerzhaft   |
| Beschwerde-<br>anamnese | vergangene Überempfindlichkeit<br>des Inlayzahns oder sonstige<br>Beschwerden | 0: Zahn nie überempfindlich<br>1: Zahn kurze Zeit überempfindlich<br>2: Zahn längere Zeit überempfindlich<br>(> 1 Monat)<br>3: Zahn kurze Zeit schmerzhaft<br>4: Zahn längere Zeit schmerzhaft<br>(> 1 Monat)<br>5: Inlay herausgefallen<br>6: Inlay nicht mehr randdicht<br>7: Inlay gebrochen |

Die Beschwerdeanamnese wurde zudem aufgeteilt in:

|                                  |                                 |   |
|----------------------------------|---------------------------------|---|
| Beschwerde-<br>anamnese<br>Zahn  | pulpale Beschwerden             | 0: Zahn nie überempfindlich<br>1: Zahn kurze Zeit überempfindlich<br>2: Zahn längere Zeit überempfindlich<br>(> 1 Monat)<br>3: Zahn kurze Zeit schmerzhaft<br>4: Zahn längere Zeit schmerzhaft<br>(> 1 Monat)   |
| Beschwerde-<br>anamnese<br>Inlay | Schäden am Inlay                | 0: Inlay klinisch intakt<br>1. Inlay nicht mehr randdicht<br>2: Inlay gebrochen   |
| Therapie-<br>Maßnahmen           | durchgeführte Therapiemaßnahmen | 0: keine Therapie notwendig<br>1: Einschleifen der Okklusion<br>2: Zahnfleischbehandlung<br>4: Entfernen des Inlays und<br>erneute Füllungstherapie<br>5: Wurzelbehandlung mit Erhalt des<br>Inlays<br>6: Wurzelbehandlung ohne Erhalt des<br>Inlays<br>7: Extraktion |

Weiter wurden als Untersuchungspunkte dazugefügt:

|               |  |   |
|---------------|--|---|
| Lage OK UK    | Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer          | 1: Oberkiefer<br>2: Unterkiefer   |
| Lage          | Lage des Inlays im Prämolaren- oder Molarenbereich | 1: Prämolare<br>2: Molare   |
| Fläche        | Flächen des Inlays                                 | 1: 2-flächig<br>2: 3-flächig  |
| Status        | Status des Inlays bei Befundaufnahme               | 1: in situ<br>2: nicht mehr in situ   |
| Zeit          | Zeit Inlay in situ                                 | 1: mehr als 120 Monate in situ<br>2: 114 - 120 Monate in situ<br>3: 8 – 9,5 Jahre in situ<br>4: 5-8 Jahre in situ<br>5: 2-5 Jahre in situ<br>6: weniger als 2 Jahre in situ |
| Genaue Zeit   | genaue Zeit Inlay in situ                          | Eingabe der genauen Liegedauer in Monaten   |
| Einsetzzement |  | 1: Variolink<br>2: Sono-Cem   |

Abb. 6: Aufgliederung der Beurteilungspunkte in Variablen- und Wertelabel für die SPSS-Software

Jedem Inlay (bzw. Patienten bei den Punkten *Plaquesindex* und *Papillenblutungsindex*) wurde in der SPSS Tabelle in der Datenansicht das entsprechende Wertelabel gemäß den Befundbögen zugeordnet.

Mittels der über die SPSS Software möglichen Umwandlung der Daten in Tabellen und Grafiken wurden entsprechende Auswertungen über Häufigkeitstabellen, Kreis- und Balkendiagramme, Histogramme und Kreuztabellen erstellt. Zur besseren Vergleichbarkeit mit anderen Studien wurde, wo möglich, die Darstellung in Prozentwerten verwendet.

Die Stärke und Signifikanz von Korrelationen wurde über die *Korrelation nach Spearman-Rho* für ordinale bzw. dichotom nominale Variablen ermittelt. Das Signifikanzniveau wurde auf  $p = 0,05$  festgelegt.

Zum Aufzeigen der Überlebensrate der Inlays sowie des Einflusses einzelner Variablen auf die Haltbarkeit der Inlays wurden die *Überlebensstatistik nach Kaplan-Meier* sowie die *Regressionsanalyse nach Cox* angewandt.

## **4 Ergebnisse**

Für die Studie standen insgesamt 31 Patienten, die in der Zeit von 1992 bis 1996 mit jeweils zwei drei- oder zweiflächigen IPS Empress Inlays versorgt worden waren zur Verfügung. Die Recallrate zum Zeitpunkt der 10-Jahresuntersuchung betrug 38,3%.

Bei vier der 31 Probanden waren beide Inlays bereits nicht mehr in situ, die Gründe für die Entfernung sowie vorgenommene Maßnahmen wurden nach dem Patientenfragebogen telefonisch beantwortet.

Für die klinische Untersuchung der Inlays standen somit 27 Probanden zur Verfügung, die vor ca. 10 Jahren mit insgesamt 54 Keramikinlays versorgt worden waren. Klinisch beurteilt wurden 51 Inlays, da sich drei der Restaurationen sich nicht mehr in situ befanden.

Das mittlere Alter der für die Nachuntersuchung zur Verfügung stehenden Patienten bei Eingliederung der Inlays betrug 29 Jahre (Durchschnittsalter bei der Nachuntersuchung 39 Jahre), der jüngste Patient war 21 Jahre alt, der älteste 56.

Es wurden acht männliche und 19 weibliche Patienten nachuntersucht; insgesamt standen für die Studie 11 männliche und 20 weibliche Patienten zur Verfügung.

### **4.1 Gesamteindruck: Ästhetik**

21,6 % der Inlays waren auch noch nach 10 Jahren Liegedauer mit dem bloßen Auge und Mundspiegel nicht erkennbar, während 74,5 % der Keramikinlays zwar erkennbar, aber als ästhetisch akzeptabel zu bezeichnen waren. 3,9% der Inlays waren als ästhetisch unbefriedigend einzustufen.

Damit liegt die Langzeitästhetik von Keramikinlays bei einem Mittelwert von 1,82 der vorgenommenen Abstufung 1 = exzellent, 2 = akzeptabel, 3 = unbefriedigend.

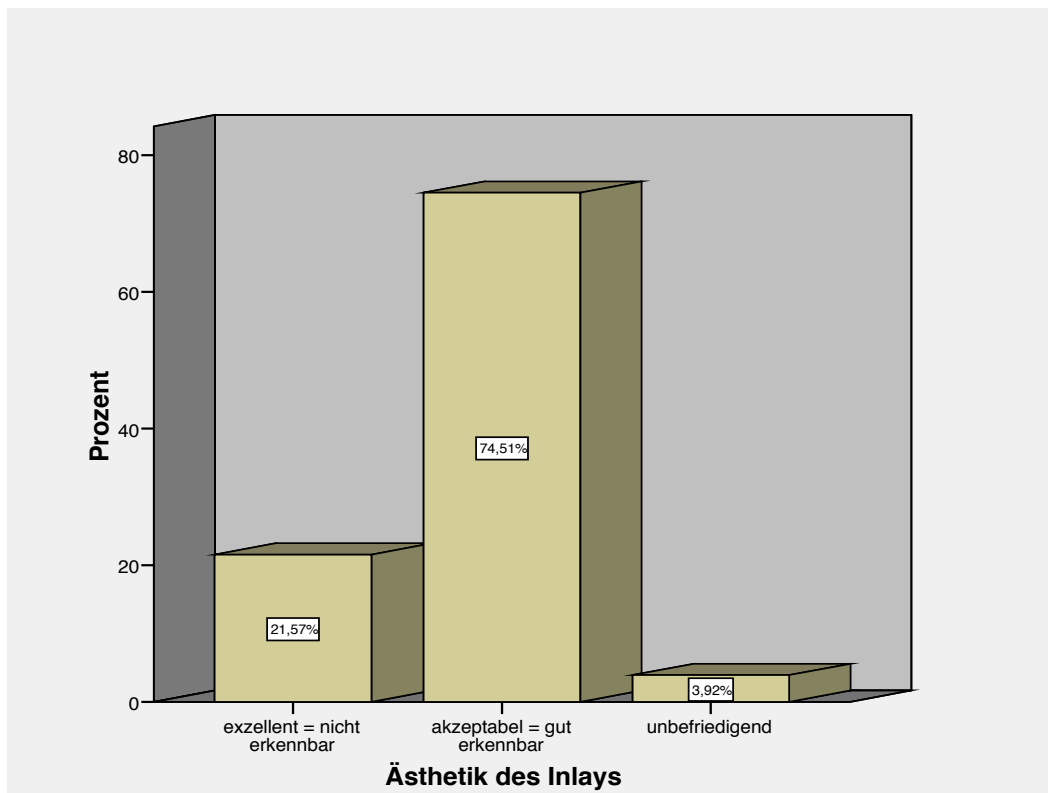


Abb. 7: Ästhetische Erscheinung der Inlays



Abb. 8: Klinisch kaum erkennbares mod- Inlay  
Zahn 24 nach 120 Monaten

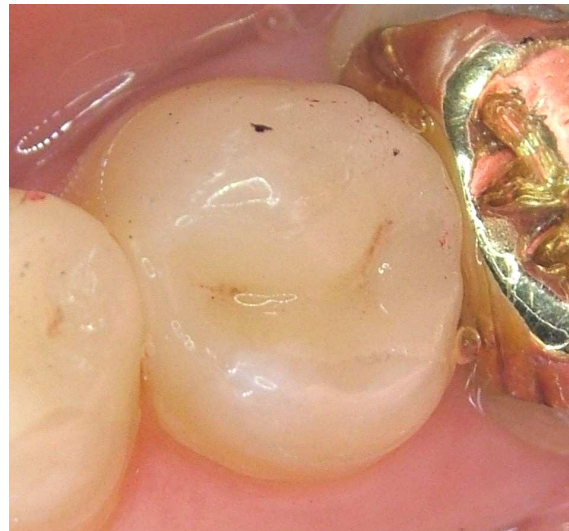


Abb. 9: Klinisch erkennbares, aber akzeptables mod-  
Inlay Zahn 35 nach 120 Monaten

Der ästhetische Gesamteindruck einer Restauration diene als Maß für die Beständigkeit einer Rekonstruktion bei oberflächlicher Betrachtung.

## 4.2. Klinische Parameter zur Beurteilung der Sekundärkariesanfälligkeit

Die mit Keramikinlays versorgten Zähne dieser Studie wiesen folgende Ergebnisse auf:

### 4.2.1 Patientenabhängig: Mundhygiene

Es standen verschiedene Indices zur Messung des Mundhygienezustands des Patienten zur Verfügung:

#### 4.2.1.1 Approximalraum-Plaueindex (API)

Der API der untersuchten Patienten betrug im Mittel 23,7%.

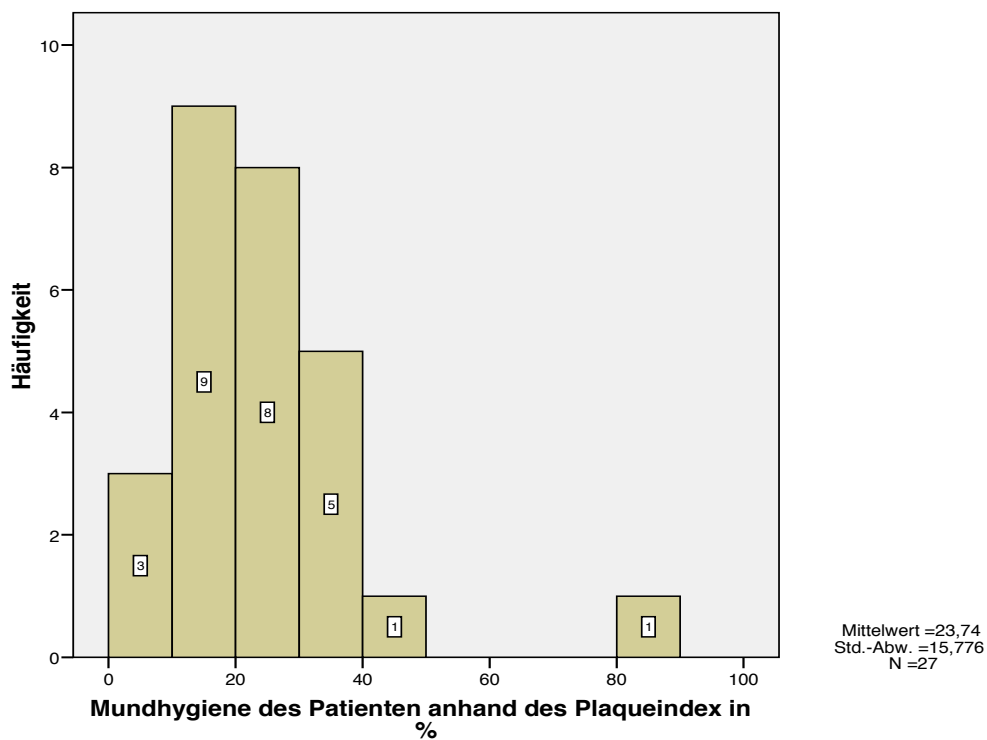


Abb. 10: Mundhygiene der Patienten anhand des Plaueindex



#### 4.2.1.2 Papillenblutungsindex (PBI)

Der PBI der Probanden betrug im Mittel 4,3%.

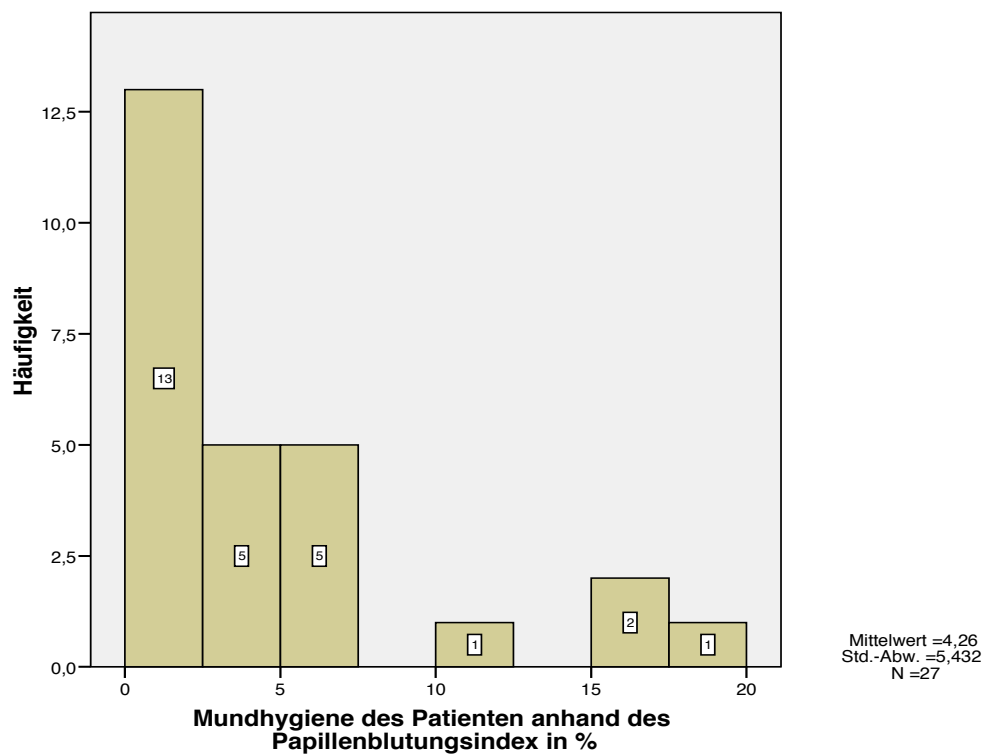


Abb. 11: Mundhygiene der Patienten anhand des Papillenblutungsindex.

## 4.2.2. Behandler- bzw. materialabhängig: Plaqueanfälligkeit, Randspaltverhalten

### 4.2.2.1 Plaqueanlagerung und Oberflächenqualität

#### Plaque am Inlayzahn

In 56,9% der Fälle fand sich keine Plaque am Inlayzahn, 29,4% der Inlayzähne wiesen Plaqueablagerung vor allem am Schmelz auf. Plaque vor allem im Bereich der Fuge wiesen 13,7% der Inlays auf, wobei in 42,9% (3 von 7) der Fälle der Rand des Inlays gebrochen war, und sich so Plaque im entstandenen Spalt ansammeln konnte.

Plaque vor allem auf der Keramik ließ sich in keinem Fall nachweisen.

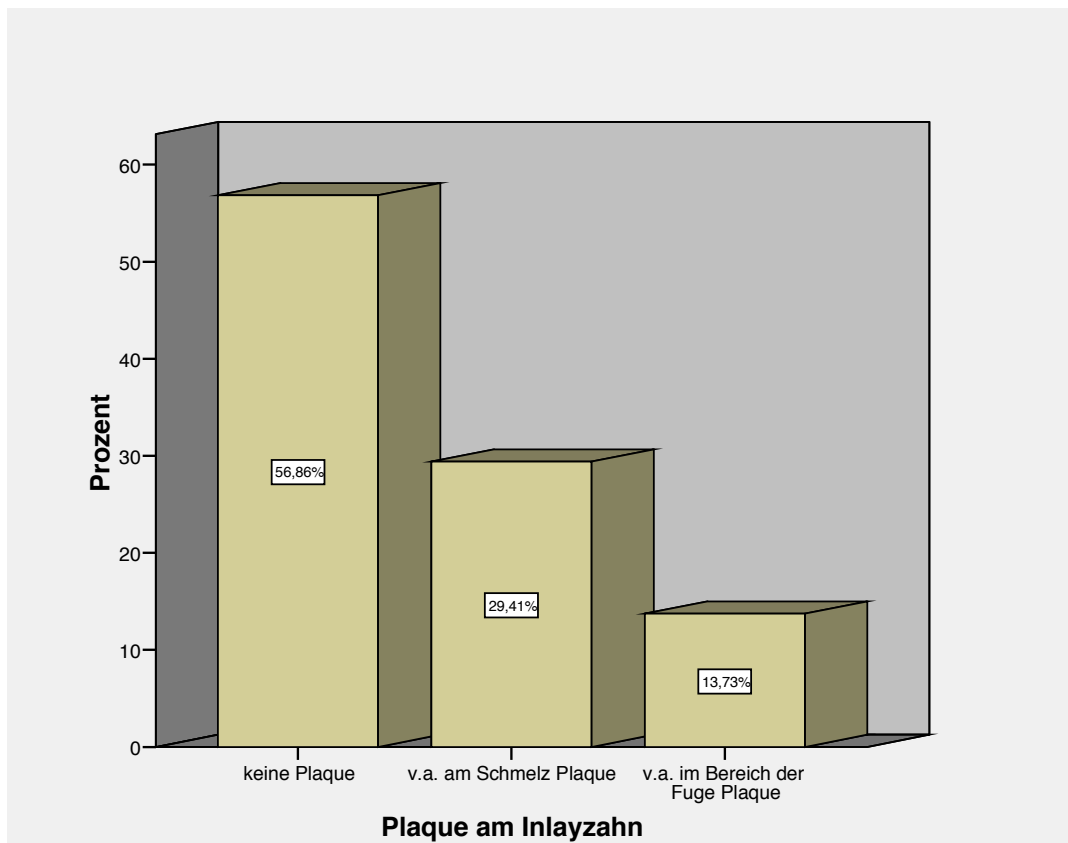


Abb. 12: Plaqueakkumulation an den Inlayzähnen

## Oberflächenqualität

5 von 51 Inlays wiesen eine glatte, 46 eine raue Oberfläche auf, das entspricht 9,8% zu 90,2%.

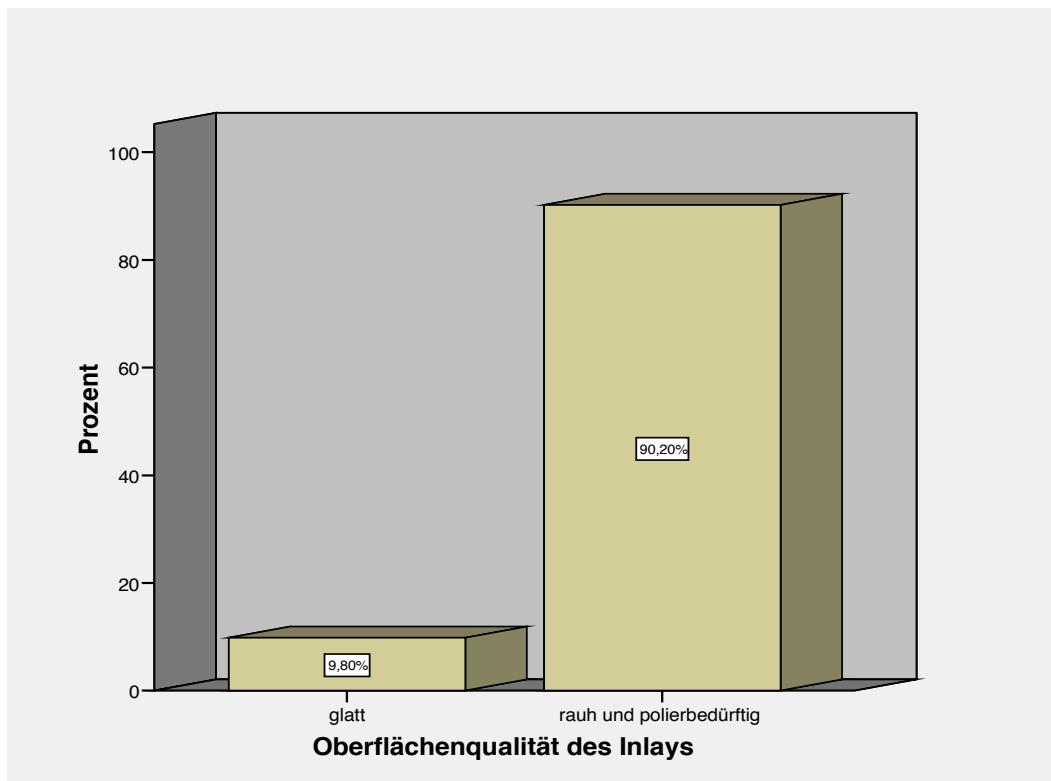


Abb. 13: Oberflächenqualität der Inlays

Eine signifikante Korrelation zwischen Oberflächenrauigkeit und vermehrter Plaqueanlagerung ließ sich nicht nachweisen ( $p = 0,699$ , Korrelation nach Spearman-Rho, siehe Anhang S.122) Auch an der hohen Anzahl rauher Inlays ließ sich keine vermehrte Plaqueanlagerung nachweisen.

### 4.2.2.2 Randintegrität

#### Qualität des Inlayrandes

Bei der klinischen 10-Jahres-Untersuchung wiesen 15,7% der Restaurationen einen perfekten Randübergang auf. In 70,6% der Fälle war der Rand sondierbar, d.h. die Fuge befand sich auf einem anderen Niveau als das Inlay und bildete so eine Schmutz- und Bakteriennische.

Insgesamt 13,7% der Inlays zeigten einen defekten Randschluss, der einer Behandlung bedarf.

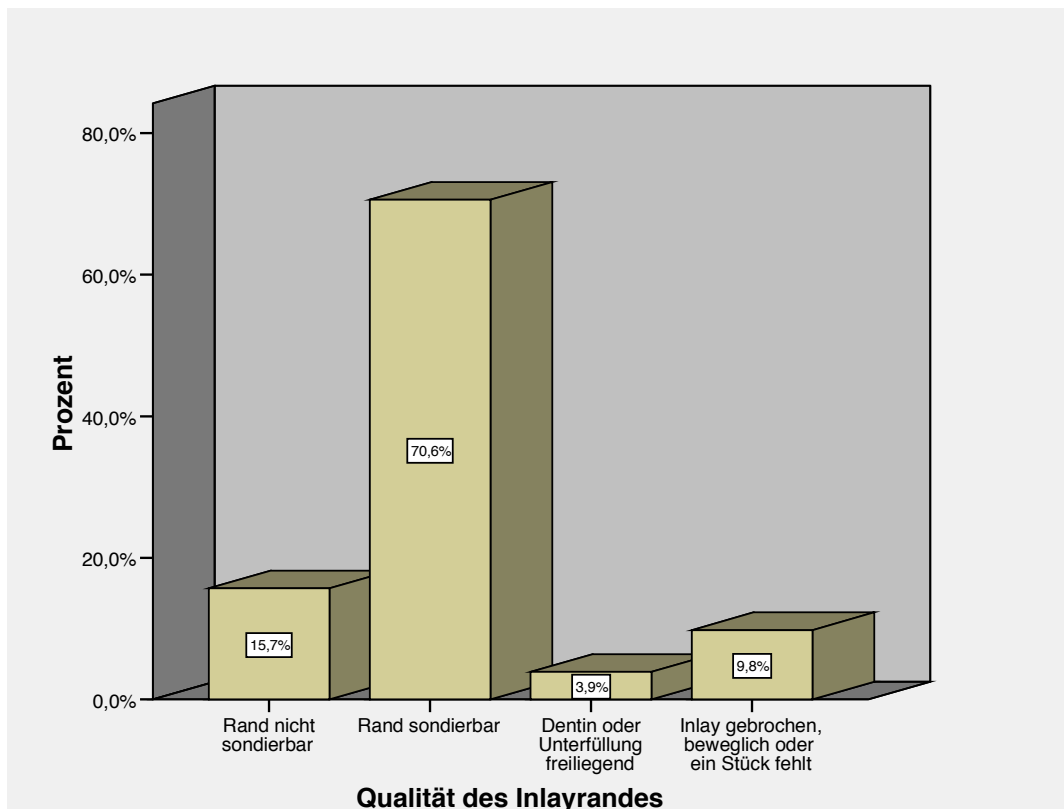


Abb. 14: Randqualität der Inlays



Abb. 15: Deutliche Randfuge nach 120 Monaten mod-Inlay Zahn 15 (Foto: M. Heel)

### **Korrelation zwischen Randqualität und Plaqueanlagerung**

Die klinischen Ergebnisse der *Randintegrität* wurden in Korrelation zur *Plaqueanlagerung am Inlayzahn* gestellt, um die angenommene Beziehung zwischen Randspalt und vermehrter Plaqueanlagerung zu überprüfen.

Bei sondierbarem Rand fand sich in nur 4 von 36 Fällen = 11,1% der Fälle Plaque im Bereich der Fuge.

Nachweisbar war die erhöhte Plaqueanlagerung besonders bei den 5 beschädigten Inlays, hier trat in 60% der Fälle Plaqueanlagerung vor allem im Bereich der Fuge auf.

Umgekehrt zeigten von 7 Inlays mit Plaque im Bereich der Fuge 42,9% auch einen beschädigten Rand.

Eine signifikante Korrelation zwischen der Qualität des Inlayrandes und der Plaqueanlagerung ließ sich jedoch nicht nachweisen ( $p = 0,435$ , siehe Anhang S.122-123).

### Verfärbung des Randes

Bei 41,2% der Inlays war keine Verfärbung des Randes erkennbar, während 58,8% eine leichte Verfärbung erkennen ließen, wobei jedoch keine Verfärbung Ausdehnung in pulpaie Richtung aufwies:

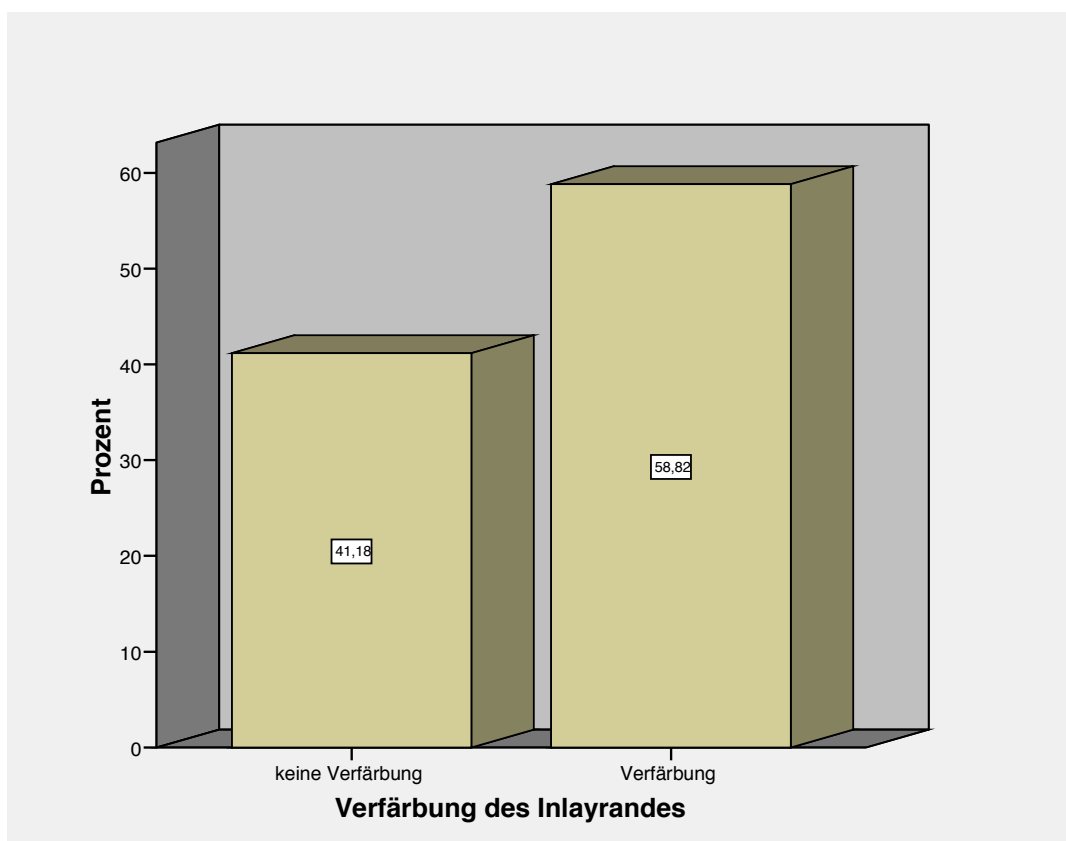


Abb. 16: Randverfärbung der Inlays

### Korrelation zwischen Verfärbung und Randdesintegrität

Den auf dem 0,05 Niveau signifikanten ( $p = 0,003$ , siehe Anhang S.123-124) Zusammenhang zwischen Randdesintegrität des Inlays und dem Auftreten von Verfärbungen verdeutlicht folgendes Diagramm:

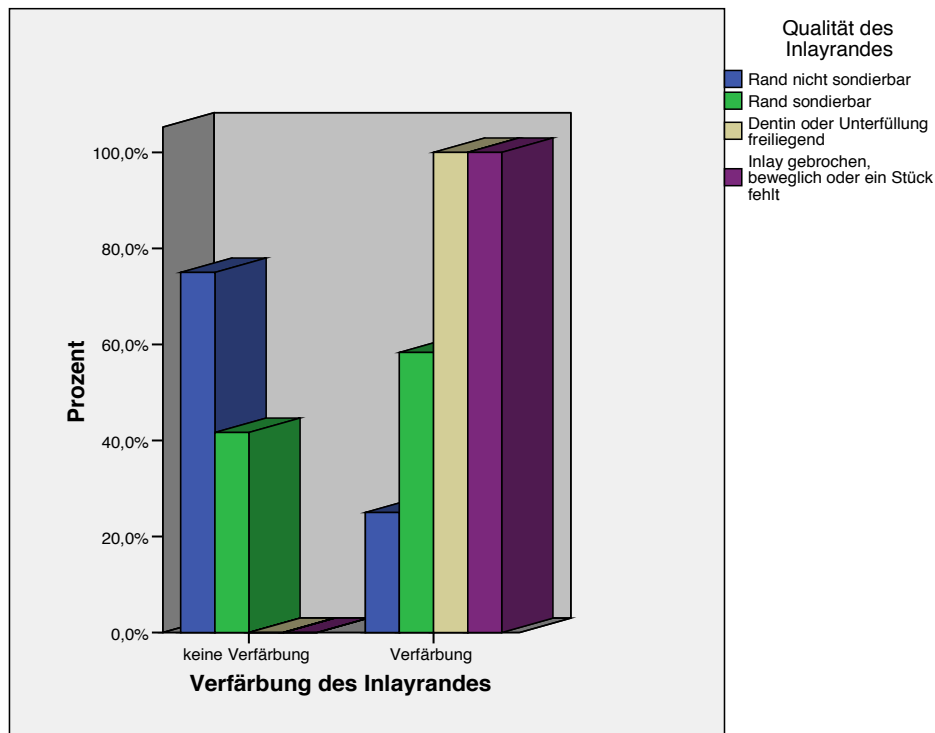


Abb. 17: Korrelation zwischen Randverfärbung und Randqualität

58,3% der Inlays mit sondierbarem Rand waren auch verfärbt. Alle Inlays, deren Rand sondierbar oder defekt war, wiesen Randverfärbungen auf. Von 30 Inlays mit verfärbtem Rand zeigten 28 (93,3%) auch einen sondierbaren oder fehlerhaften Inlayrand.



Abb. 18: Inlays 120 Monate nach dem Einsetzen mit sondierbarem und verfärbtem Rand:

### Korrelation zwischen Verfärbung des Inlayrandes und vermehrter Plaqueanlagerung

Zwischen dem Befund *Plaque am Inlayzahn* und *Verfärbung des Inlayrandes* bestand keine signifikante Korrelation ( $p = 0,815$ , siehe Anhang S.124-125).

In 5 von 7 (71,4%) der Fälle mit Plaque im Bereich der Fuge war auch eine Verfärbung des Inlayrandes vorhanden, weitere 25 Inlays zeigten jedoch einen verfärbten Rand ohne vermehrte Plaque am Inlayzahn.

### Korrelation zwischen Verfärbung des Inlayrandes und Mundhygiene des Patienten

Auch eine signifikante Korrelation zwischen der Mundhygiene des Patienten (anhand des *Papillenblutungsindex* und *Plaquesindex*) und einer *Verfärbung des Inlayrandes* ergab sich nicht ( $p = 0,280$  bzw.  $0,299$ , siehe Anhang S.125).

#### 4.2.2.3 Sekundärkaries

Manifeste Sekundärkaries am Inlayrand wurde in 4 Fällen festgestellt. Die betroffenen Patienten wurden aufgeklärt. 92,2% der nachuntersuchten Inlays gaben keinen Anhaltspunkt für Sekundärkaries.

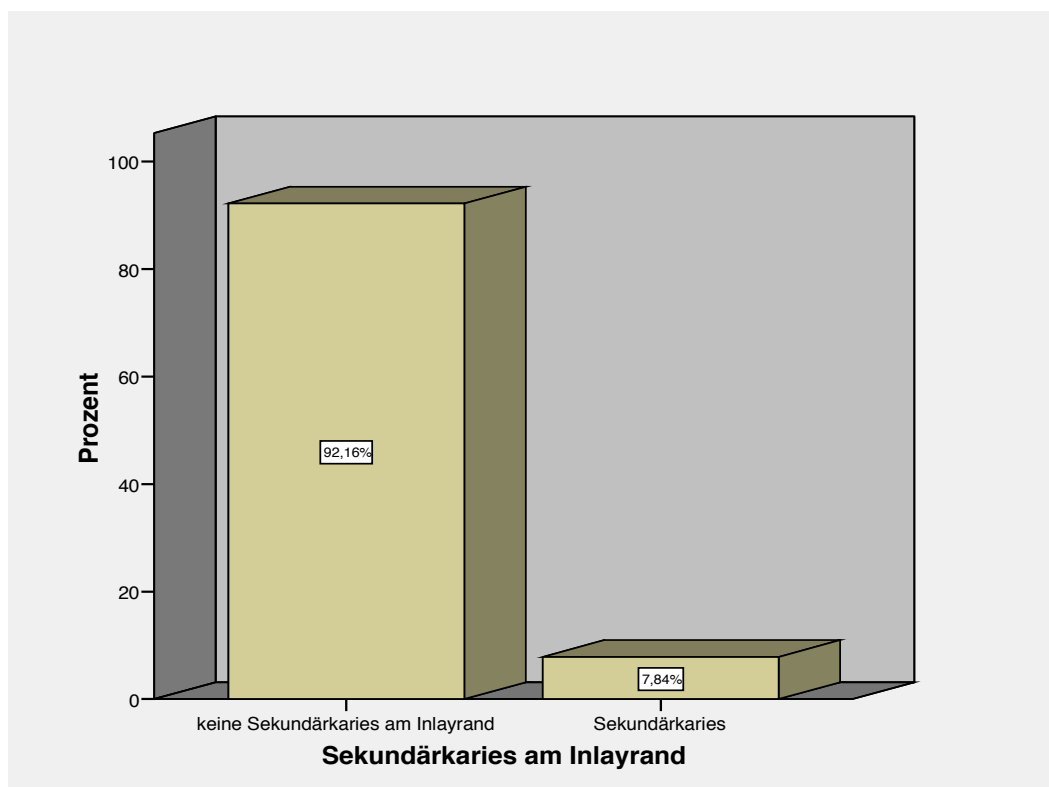


Abb. 19: Sekundärkaries an den Inlayzähnen

### Korrelation zwischen Sekundärkaries und vermehrter Plaqueanlagerung bzw. Mundhygiene des Patienten

Patienten, bei denen Sekundärkaries festgestellt wurde, wiesen im Vergleich keine schlechtere Mundhygiene oder vermehrte Plaqueanlagerung am Inlayzahn auf (siehe Anhang S.126).

Bei zwei von vier Inlays mit Sekundärkaries (50%) war Plaque im Bereich der Fuge vorhanden, umgekehrt wurde bei 28,6% der Inlays mit Plaque im Bereich der Fuge auch Sekundärkaries diagnostiziert.

Eine signifikante Korrelation zwischen *Plaque am Inlayzahn* und *Sekundärkariesbildung* konnte nicht festgestellt werden ( $p = 0,391$ , siehe Anhang S.125-126).

### Korrelation zwischen Randspalt, Randverfärbung und Sekundärkaries

Eine Korrelation zwischen *Randspalt*, *Randverfärbung* und *Sekundärkaries* verdeutlicht folgendes Diagramm:

Sekundärkaries am Inlayrand \* Verfärbung des Inlayrandes \* Qualität des Inlayrandes Kreuztabelle

| Anzahl  |                             |                                   | Verfärbung des Inlayrandes |            | Gesamt |
|---|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------------|------------|--------|
|   |                             |                                   | keine Verfärbung           | Verfärbung |        |
| Qualität des Inlayrandes                        | Rand nicht sondierbar       | Sekundärkaries am Inlayrand       | 6                          | 2          | 8      |
|   |                             | keine Sekundärkaries am Inlayrand |                            |            |        |
|   |                             | Gesamt                            | 6                          | 2          | 8      |
| Rand sondierbar                                 | Sekundärkaries am Inlayrand | keine Sekundärkaries am Inlayrand | 14                         | 20         | 34     |
|   |                             | Sekundärkaries                    | 1                          | 1          | 2      |
|   | Gesamt                      |                                   | 15                         | 21         | 36     |
| Dentin oder Unterfüllung freiliegend            | Sekundärkaries am Inlayrand | keine Sekundärkaries am Inlayrand |                            | 2          | 2      |
|   | Gesamt                      |                                   |                            | 2          | 2      |
| Inlay gebrochen, beweglich oder ein Stück fehlt | Sekundärkaries am Inlayrand | keine Sekundärkaries am Inlayrand |                            | 3          | 3      |
|   |                             | Sekundärkaries                    |                            | 2          | 2      |
|   | Gesamt                      |                                   |                            | 5          | 5      |

Abb. 20: Korrelation zwischen Randspalt, Randverfärbung und Sekundärkaries

Wie schon im Vorhergehenden gezeigt, bestand ein hoch signifikanter Zusammenhang zwischen der *Randqualität* und *Verfärbung des Inlayrandes* ( $p = 0,003$ ).



Zwischen der *Randqualität* und *Sekundärkariesbildung* konnte eine signifikante Korrelation ( $p = 0,039$ , siehe Anhang S.127) aufgezeigt werden.

Zwischen einer *Verfärbung des Inlayrandes* und *Sekundärkariesbildung* konnte keine signifikante Korrelation nachgewiesen werden. ( $p = 0,503$ , siehe Anhang S.127)

Bei vier Inlays mit Sekundärkaries war in zwei Fällen (50,0%) der Rand des Inlays fehlerhaft oder das Inlay gebrochen, in den anderen 50,0% der Fälle war der Rand sondierbar.

In drei Fällen (75,0%) war der Rand verfärbt.

40,0% der Inlays mit fehlerhaftem Rand wiesen Sekundärkaries auf.

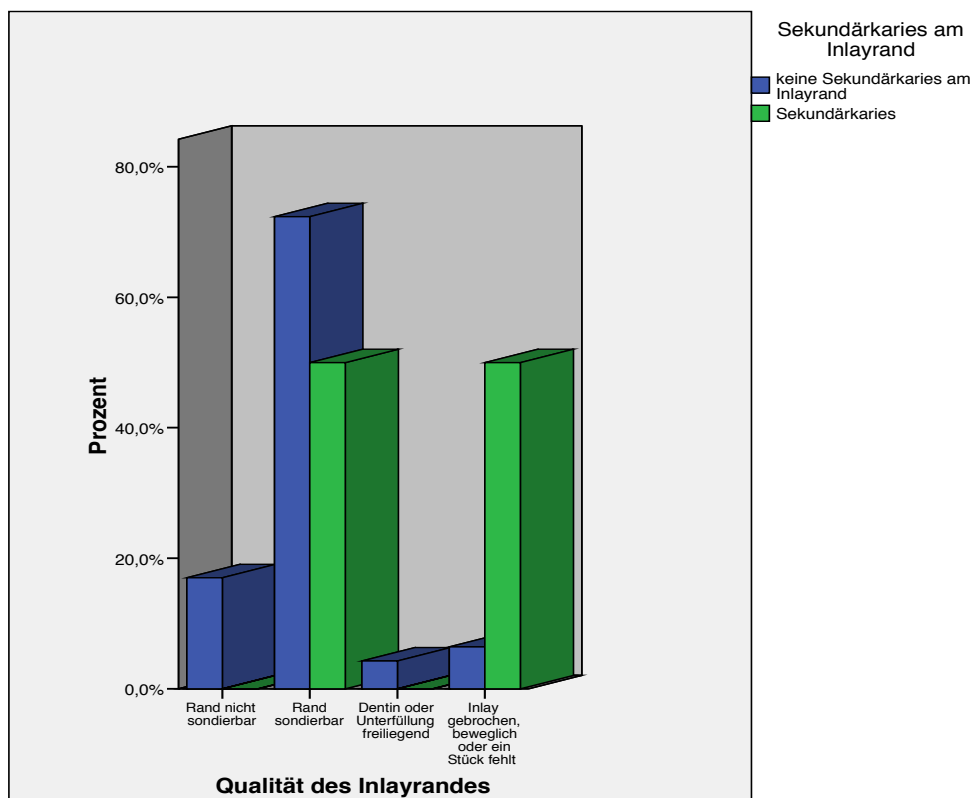


Abb. 21: Korrelation zwischen Randqualität und Sekundärkaries

### 4.3 Parameter zur Beurteilung des Einflusses auf Gingiva und Pulpa

#### 4.3.1. Gingivitis

90,2% der Inlayzähne wiesen beim Test auf *Blutung nach Sondieren* keine erhöhte Entzündungsneigung der Gingiva im Bereich des Inlays auf.

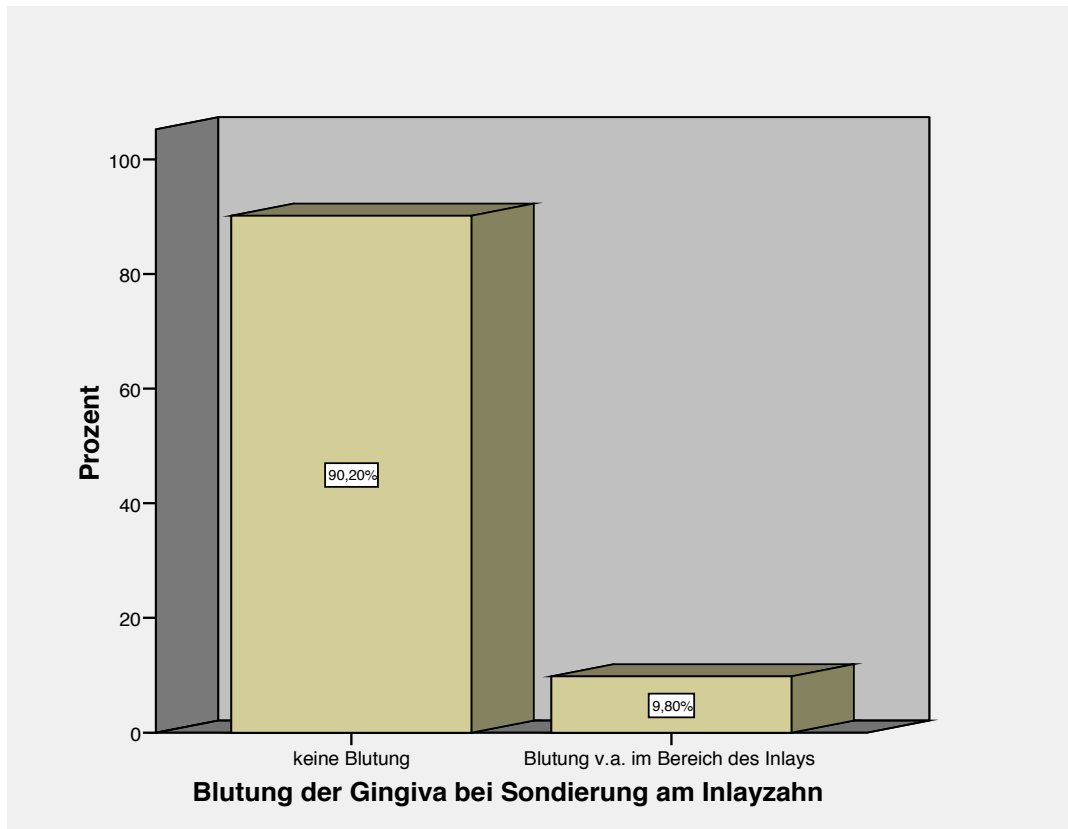


Abb. 22: Entzündungsparameter Blutung der Gingiva bei Sondierung der Inlayzähne

### 4.3.2 Attachmentverlust

Die gemessenen Sondierungstiefen lagen im Bereich von 2-5mm.

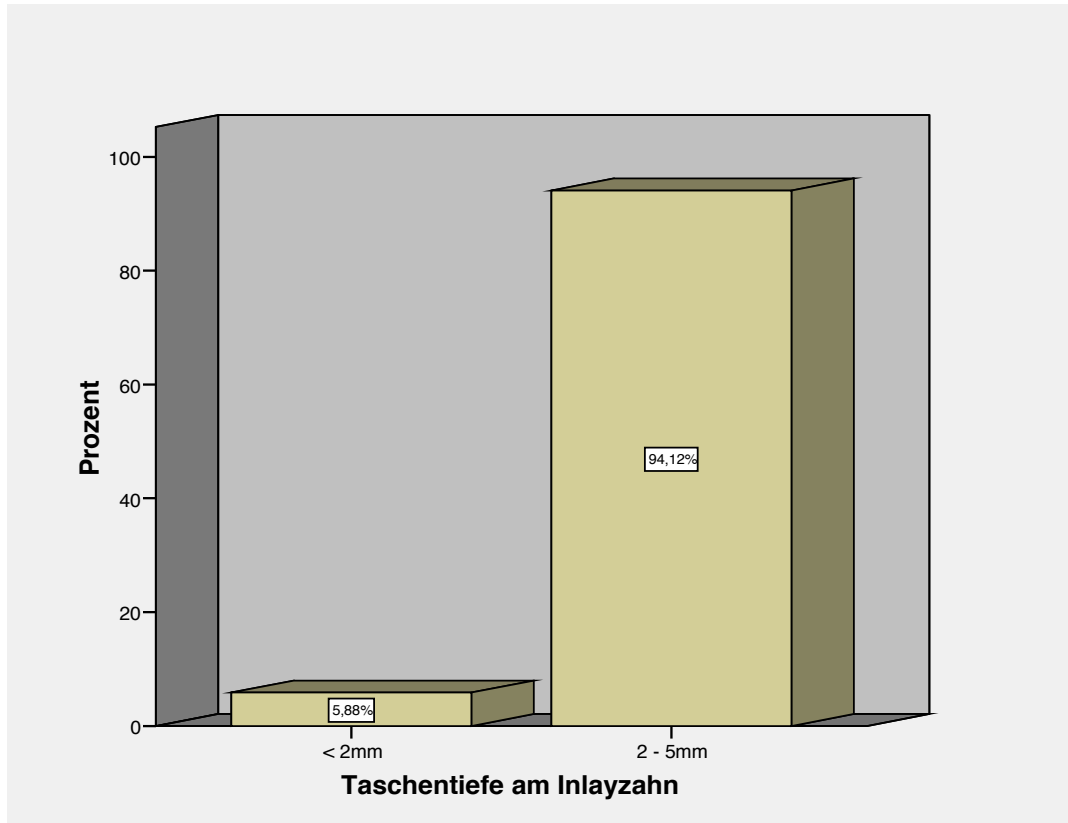


Abb. 23: Taschensondierungstiefe an den Inlayzähnen

### 4.3.3 Einfluss auf die Pulpa

#### Sensibilitätstestung

Eine pulpasensible Reaktion war in einem von 51 Fällen (2,0%) nicht durch Testung mit Kältespray produzierbar. Der betroffene Zahn wies keine Perkussionsempfindlichkeit auf, röntgenologisch war keine apikale Veränderung sichtbar.

98,0% der nachuntersuchten beim Einsetzen vitalen Zähne waren also nach 10 Jahren ebenfalls vital.

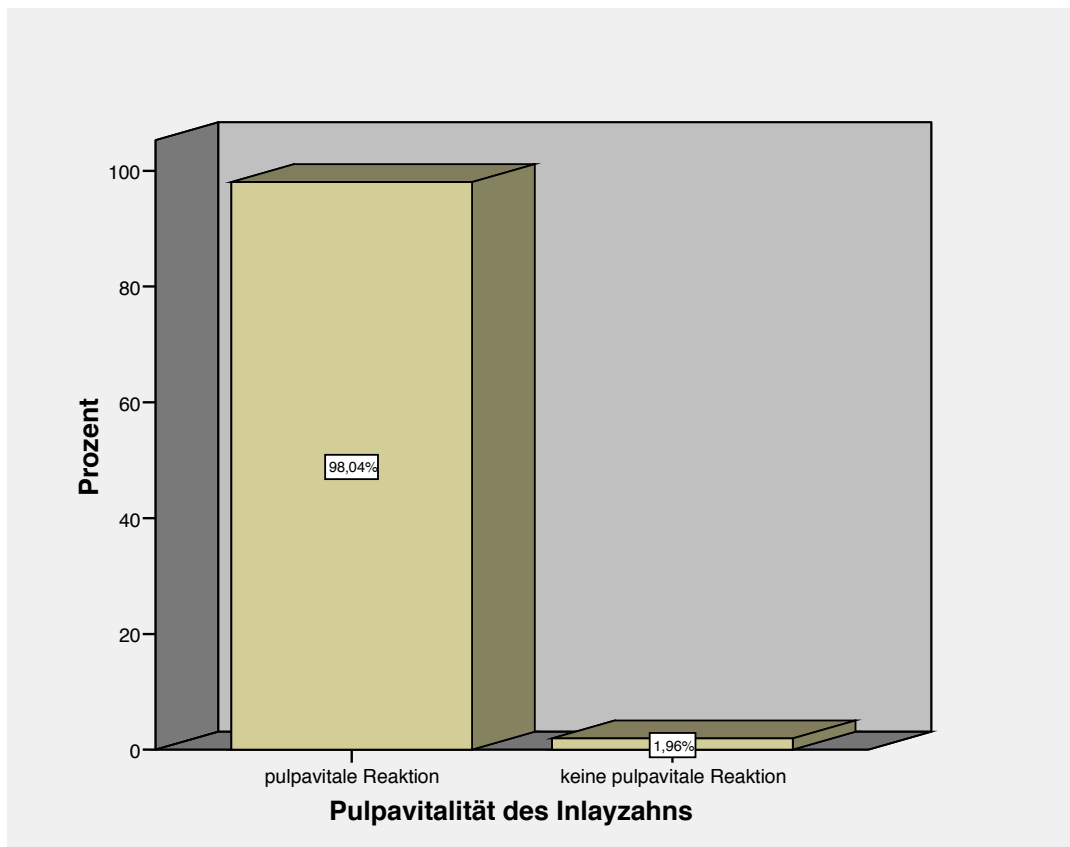


Abb. 24: Pulpavitalität der Inlayzähne

### **Momentane pulpitische Beschwerden**

Die erhobene Anamnese momentaner Beschwerden unterstrich das Ergebnis: Keines der nach 10 Jahren nachuntersuchten Inlays wies zu diesem Zeitpunkt eine Überempfindlichkeit auf.

## **4.4 Klinische Parameter zur Beurteilung von Materialermüdung und -verschleiß**

Die Ergebnisse der Untersuchungen zu Abrasion und Materialermüdung in Abhängigkeit von den Okklusionsverhältnissen sowie zur Abrasion des Antagonisten durch die Keramik gestalteten sich wie folgt:

### **4.4.1 Okklusionsverhältnisse und ihr Einfluss auf die Randintegrität**

Der Shimstocktest war bei 48 von 51 Inlays positiv, das heißt 94% der Inlays befanden sich in stabiler Okklusion.



Abb. 25: Okklusionsstellung der Inlayzähne

Die statischen Okklusionskontakte verteilen sich wie folgt:

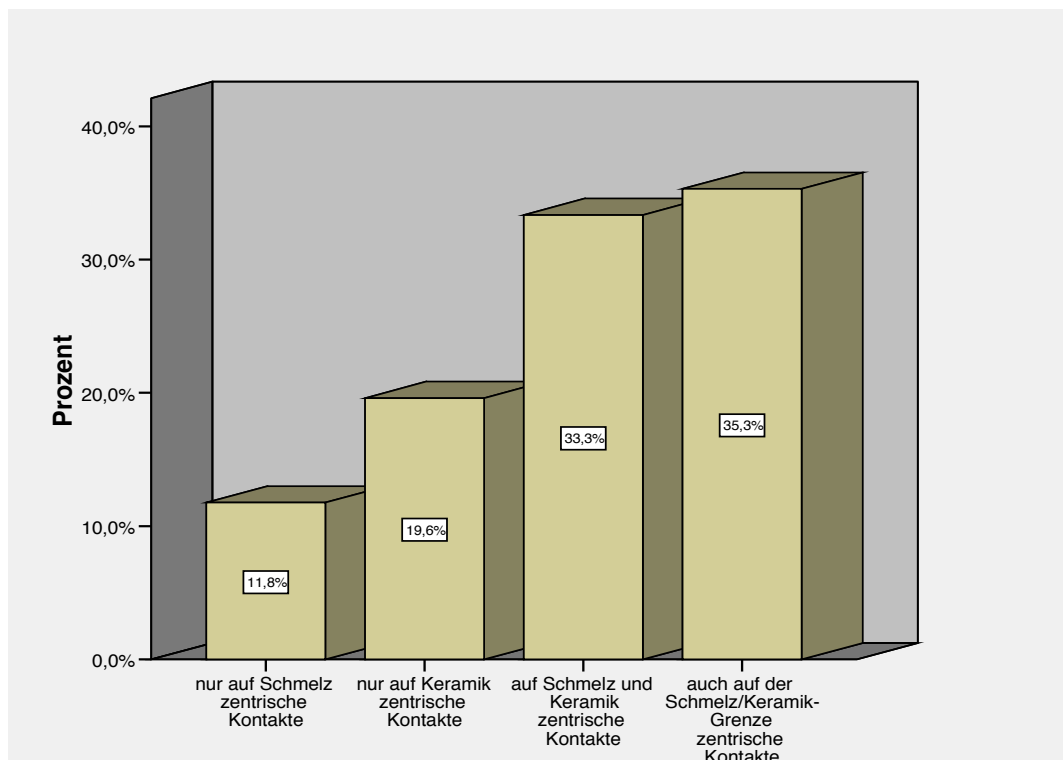


Abb. 26: Lage der statischen Okklusionskontakte

Keinen Kontakt auf der Keramik wiesen 11,8% der Zähne auf.

19,6% der Zähne hatten nur im Bereich des Inlays Kontakt.

Bei 33,3% der Zähne waren die Kontakte auf Zahn- und Inlaybereiche verteilt.

35,3% der Inlays zeigten eine ungünstige Form der Kontaktverteilung mit Kontakten auf der Schmelz-Keramik-Grenze; wie in Punkt 2.2.3.1 erläutert, können hierdurch Randabsplitterungen provoziert werden. So war in 94,4% der Fälle mit Kontakten auf der Schmelz-Keramik-Grenze der Rand sondierbar, die restlichen 5,6% zeigten einen fehlerhaften Rand. Zudem wiesen 47,2% der sondierbaren Ränder auch Kontakte auf der Schmelz-Keramik-Grenze auf (siehe Anhang S.128).

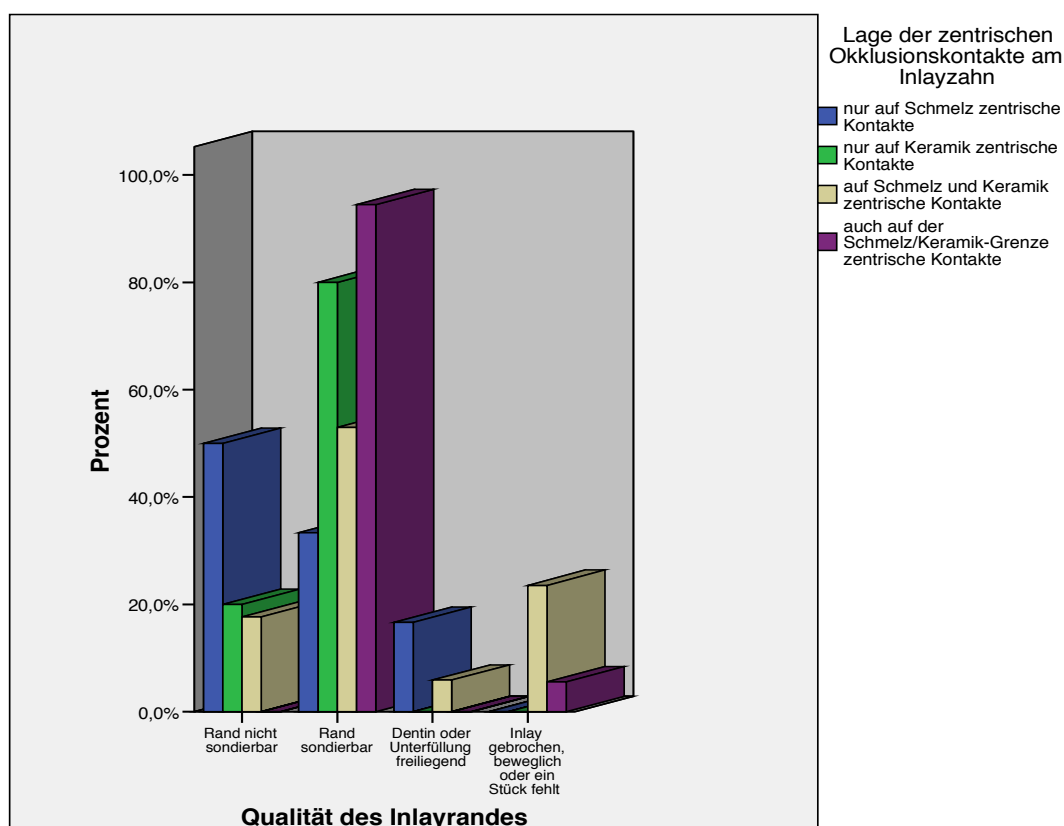


Abb. 27: Korrelation zwischen Randqualität und Lage der statischen Okklusionskontakte

#### 4.4.2 Abrasion am Inlayzahn und ihr Einfluss auf die Randintegrität

17,7% der Inlayzähne wiesen keine mit bloßem Auge und vergrößerndem Mundspiegel in situ oder am Gipsmodell erkennbare Abrasionen auf. Bei 62,8% der Inlayzähne befanden sich die Abrasionen nur im Schmelz, bei 3,92% nur auf der Keramik und bei 15,7% auf Schmelz und Keramik.

Abrasion im Bereich der Schmelz-Keramikfuge konnte nicht festgestellt werden.

Ein möglicher Zusammenhang zwischen Abplatzungen im Randbereich des Inlays und ungünstig gelegenen Abrasionsflächen (Abrasion im Bereich der Schmelz-Keramikfuge) konnte daher nicht verifiziert werden ( $p = 0,410$ , siehe Anhang S.128-129).

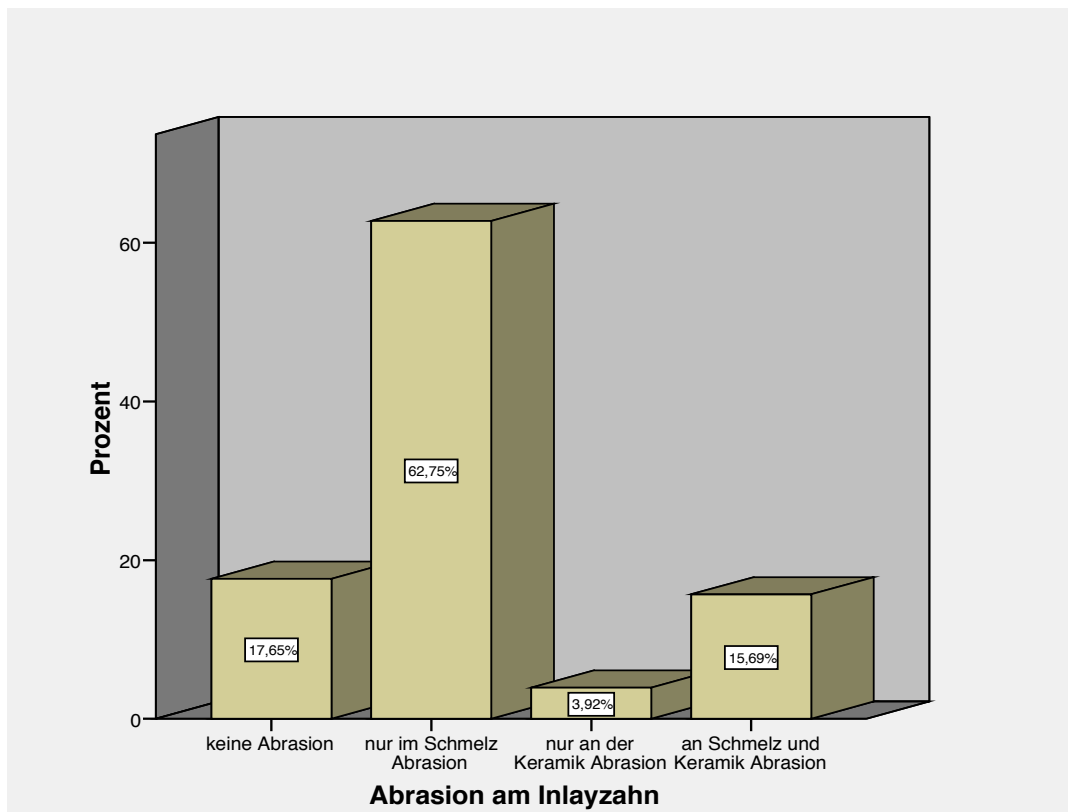


Abb. 28: Lage der Abrasionsflächen an den Inlayzähnen

Die Untersuchung des Einflusses von Abrasion auf die Randintegrität ergab:

Die Hälfte der randundichten Inlays wies Abrasionen nur an der Keramik, die andere Hälfte Abrasionen nur im Schmelz auf, wohingegen bei 60% der gebrochenen Inlays nur im Schmelz bzw. bei 40% in Schmelz und Keramik Abrasionen nachweisbar waren, und in keinem Fall Abrasion nur an der Keramik oder gar keine Abrasion vorlag (siehe Anhang S.162).

#### 4.4.3 Abrasion am Antagonisten

Folgende Ergebnisse brachte die Untersuchung von Abrasion am Gipsmodell des Gegenkiefers:

Bei insgesamt 72 Antagonisten waren 59 Fälle von Abrasion erkennbar, die nicht nur mit der Keramik korrespondierten (81,94%). In nur 8,33% der Fälle war eine allein mit der Keramik

korrespondierende Abrasion feststellbar.

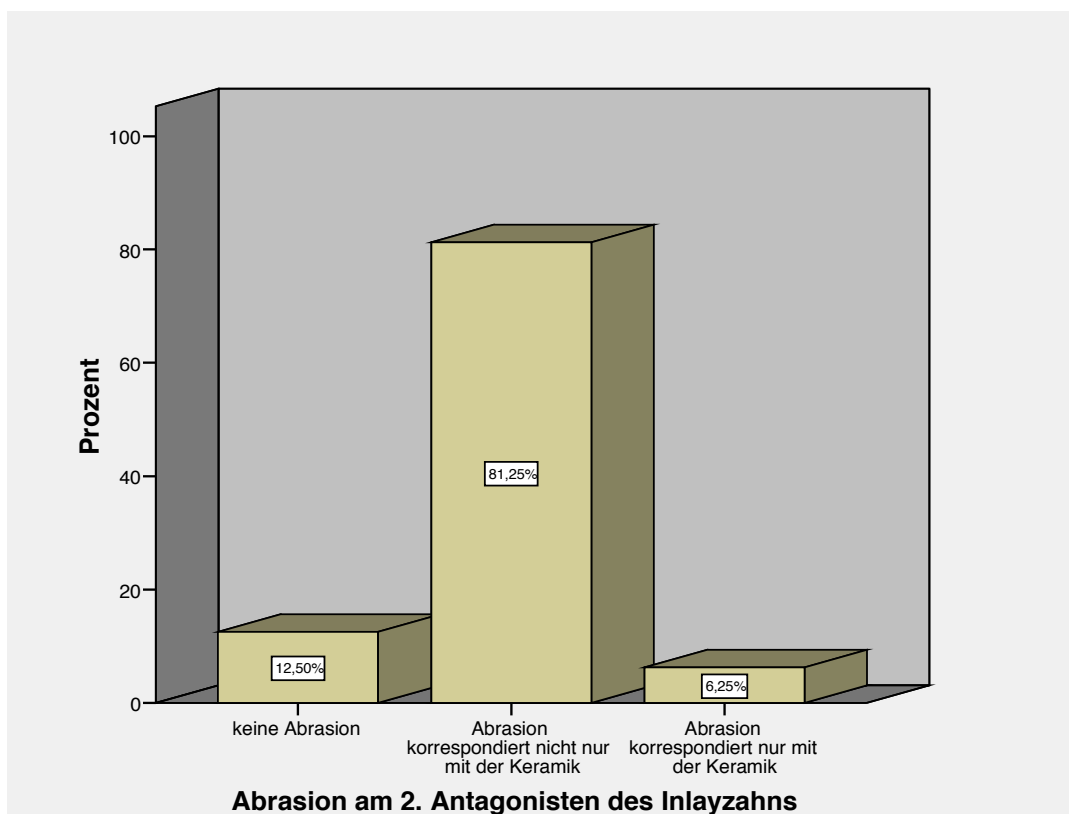
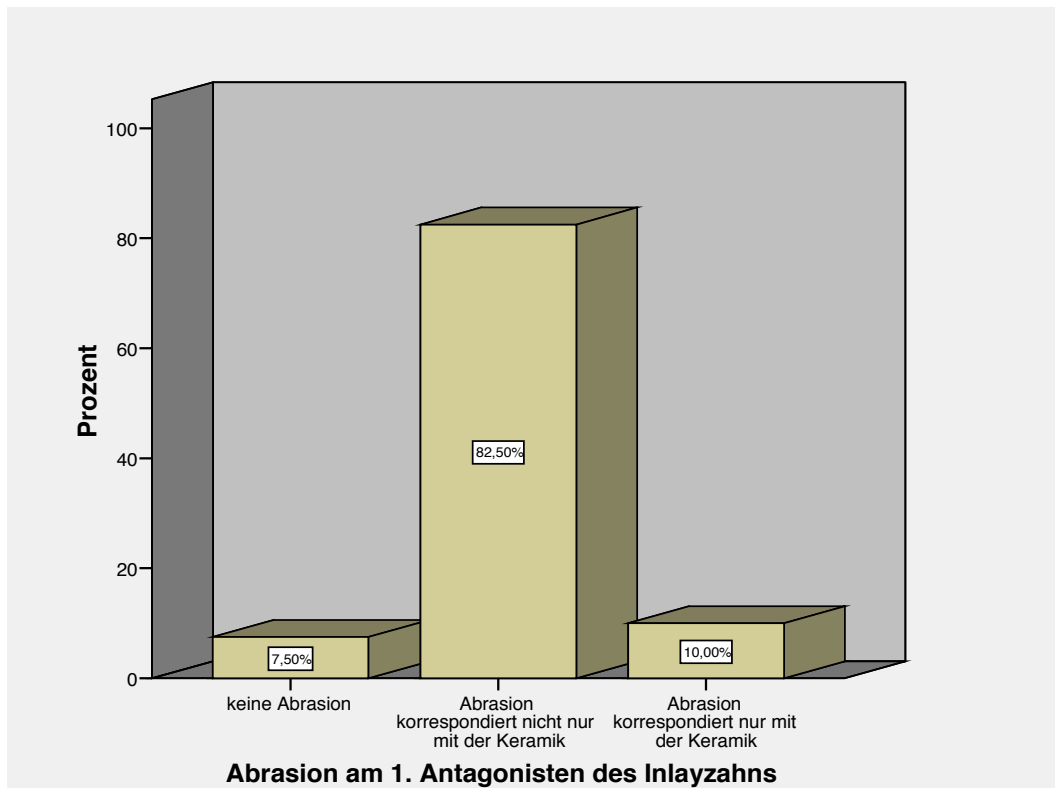


Abb. 29 und 30: Abrasion an den Antagonisten der Inlayzähne



#### 4.5. Einfluss von Lokalisation und Ausdehnung der Restauration auf das klinische Erscheinungsbild

Inwieweit Lokalisation und Ausdehnung der Keramikinlays das klinische Bild der Restauration beeinflussen können, zeigten folgende Ergebnisse:

##### 4.5.1 Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer

Die Mehrzahl der Inlays war im Oberkiefer lokalisiert (69,4%).

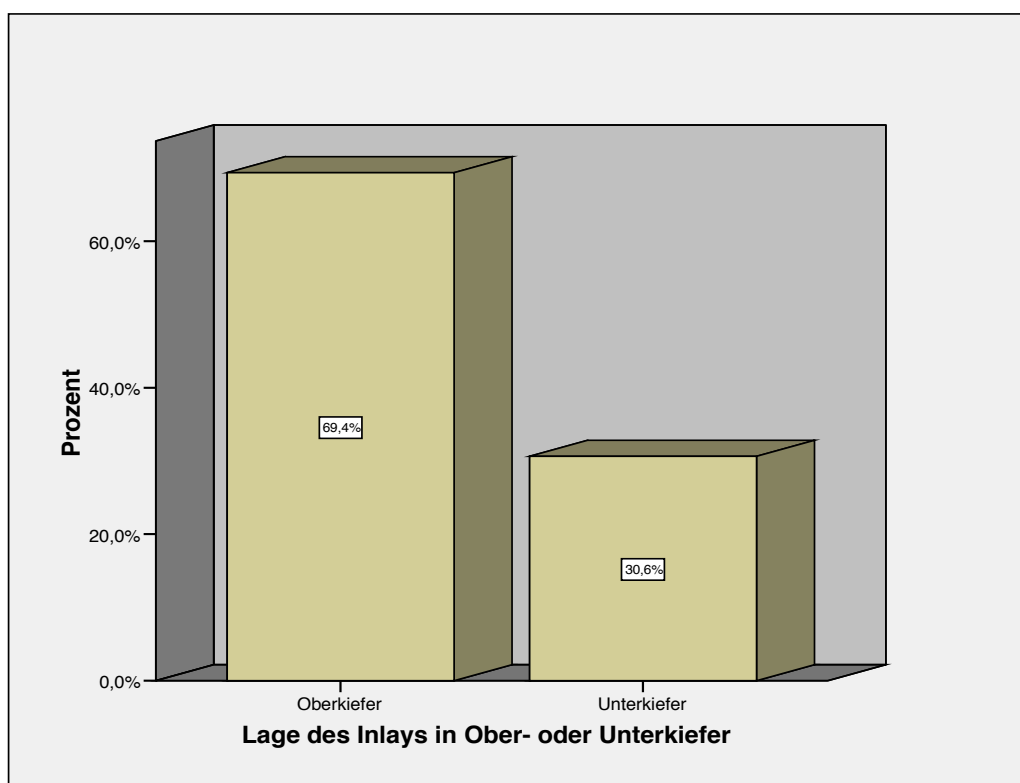


Abb. 31: Lage der Inlays in Ober- oder Unterkiefer

Ein signifikanter Einfluss der *Lokalisation in Ober- oder Unterkiefer* auf klinische Parameter wie *Ästhetik, Oberflächen- und Randqualität* sowie *Sekundärkariesbildung* konnte nicht nachgewiesen werden. Die Ergebnisse sind zwischen Ober- und Unterkiefer ausgeglichen (siehe Anhang S.129-131)

##### 4.5.2 Lokalisation des Inlays im Prämolaren- oder Molarenbereich

Die Mehrzahl der Inlays (59,7%) wurden im Prämolarengebiet eingesetzt.

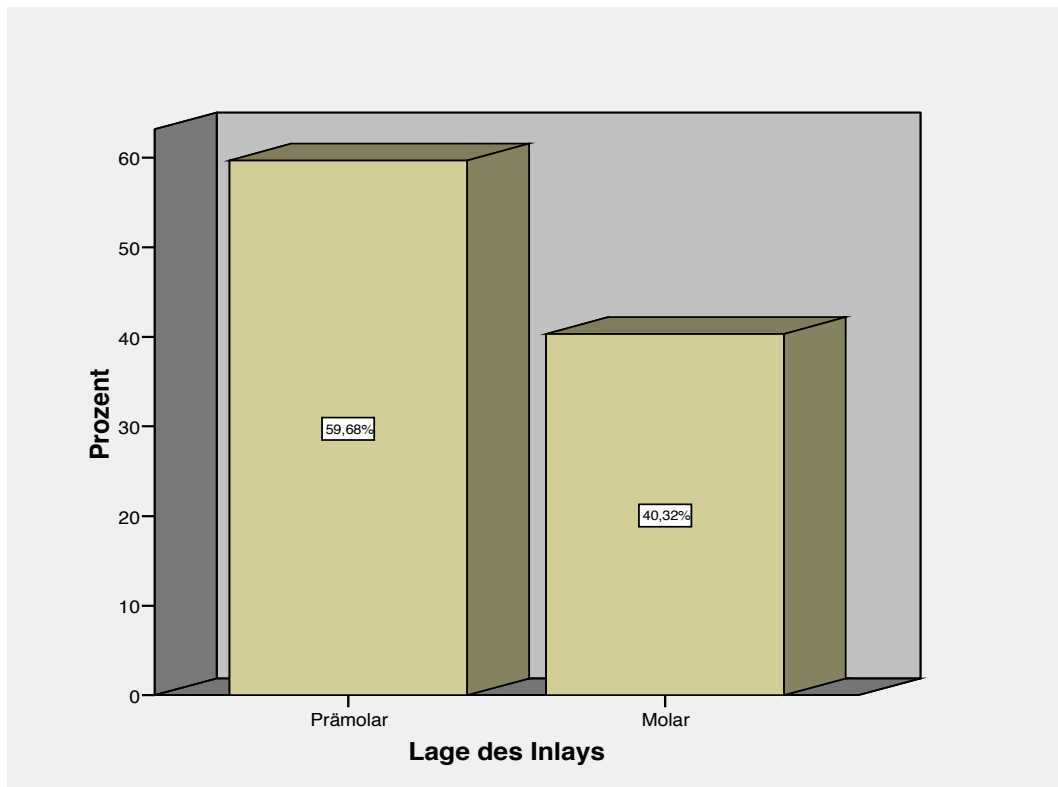


Abb. 32: Lage der Inlay im Prämolaren- oder Molarengbiet

Die Mehrzahl der Inlays im Oberkiefer waren Prämolarenrestaurationen (67,4%), im Unterkiefer wurden häufiger Molareninlays (57,9%) eingesetzt.

Lage des Inlays \* Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer Kreuztabelle

|                 |   |   | Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer |             | Gesamt |
|-----------------|---|---|---|-------------|--------|
|                 |   |   | Oberkiefer                                | Unterkiefer |        |
| Lage des Inlays | Prämolar  | Anzahl  | 29  | 8           | 37     |
|                 |   | % von Lage des Inlays                           | 78,4%                                     | 21,6%       | 100,0% |
|                 |   | % von Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | 67,4%                                     | 42,1%       | 59,7%  |
|                 |   | % der Gesamtzahl                                | 46,8%                                     | 12,9%       | 59,7%  |
|                 | Molar   | Anzahl  | 14  | 11          | 25     |
|                 |   | % von Lage des Inlays                           | 56,0%                                     | 44,0%       | 100,0% |
|                 |   | % von Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | 32,6%                                     | 57,9%       | 40,3%  |
|                 |   | % der Gesamtzahl                                | 22,6%                                     | 17,7%       | 40,3%  |
| Gesamt          | Anzahl  | 43  | 19  | 62          |        |
|                 | % von Lage des Inlays                           | 69,4%   | 30,6%                                     | 100,0%      |        |
|                 | % von Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | 100,0%  | 100,0%                                    | 100,0%      |        |
|                 | % der Gesamtzahl                                | 69,4%   | 30,6%                                     | 100,0%      |        |

Abb. 33: Verteilung der Inlays in Ober- und Unterkiefer auf Prämolaren- und Molarengbiet

### **Einfluss der Lokalisation auf die Ästhetik**

Häufiger als im Molarenbereich erschienen die Inlays im Prämolarengebiet auch nach 10 Jahren Liegedauer noch ästhetisch exzellent (15,7% von 51 Inlays / 72,7% der nicht erkennbaren Inlays) oder akzeptabel (51,0% von 51 Inlays / 68,4% der erkennbaren Inlays). 100% der als unbefriedigend eingestuften Inlays befanden sich im Molarenbereich. Die Korrelation war jedoch nicht signifikant ( $p = 0,262$ , siehe Anhang S.131-132).

### **Einfluss auf die Qualität des Inlayrandes**

Auch was die Qualität des Inlayrandes betrifft, wiesen Inlays im Prämolarengebiet weniger Mängel auf: 87,5% der Inlays mit nicht sondierbarem Rand befanden sich im Prämolarenbereich, während 80,0% der nicht mehr intakten Inlays im Molarenbereich zu finden waren.

Zwischen der *Qualität des Inlayrandes* und der *Lage des Inlays* konnte eine signifikante Korrelation festgestellt werden ( $p = 0,016$ , siehe Anhang S.132).

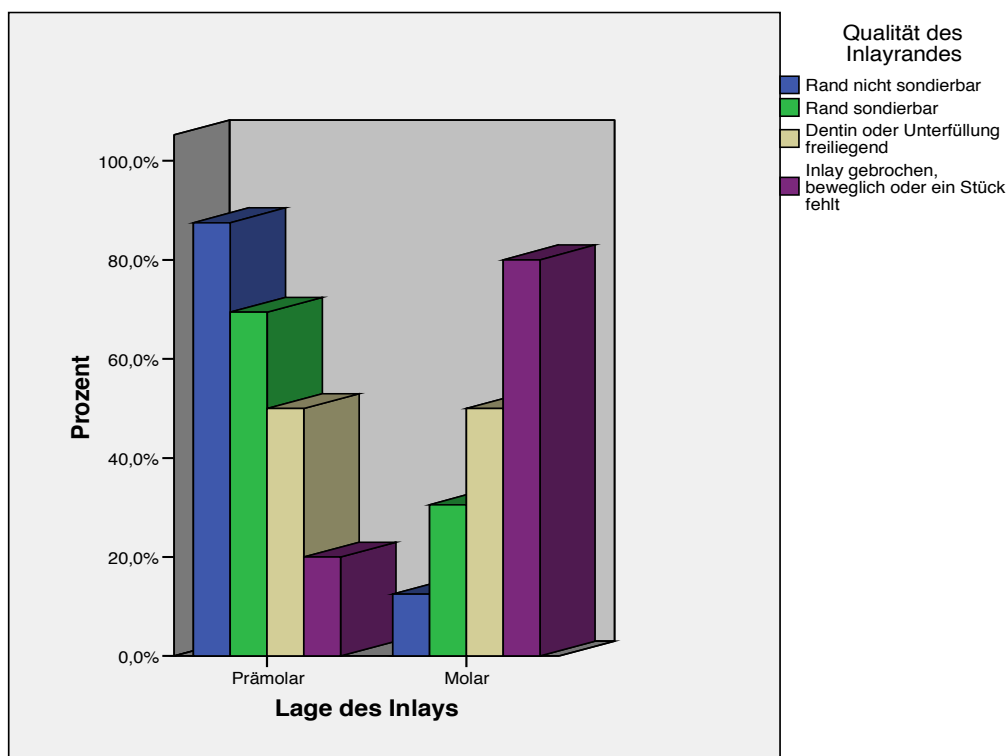


Abb. 34: Korrelation zwischen der Lage der Inlays im Prämolaren- oder Molarengebiet und der Randqualität

Randverfärbungen wurden im Prämolaren- wie Molarenbereich gleichermaßen festgestellt (siehe Anhang S.133).

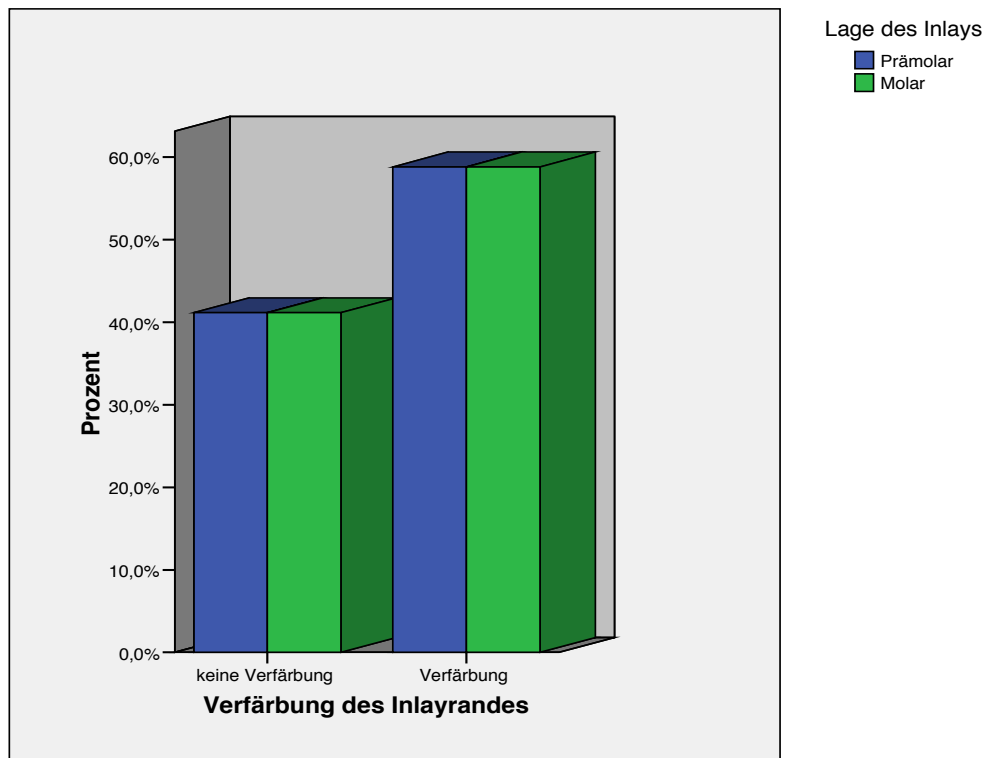


Abb. 35: Korrelation zwischen Randverfärbung und der Lage der Inlays im Prämolaren- oder Molarengebiet

Sekundärkaries trat in 75,0% der Fälle im Molarenbereich auf, eine signifikante Korrelation war nicht nachweisbar ( $p = 0,068$ , siehe Anhang S.133-134).

#### 4.5.3 Ausdehnung der Präparation zwei- oder dreiflächig

Es wurden etwas mehr drei- als zweiflächige Kavitäten mit Inlays versorgt: 56,5% : 43,5%, wobei im Molarenbereich mehr dreiflächige Kavitäten (68%), im Prämolarenbereich etwas mehr zweiflächige Kavitäten (51,2%) präpariert wurden.

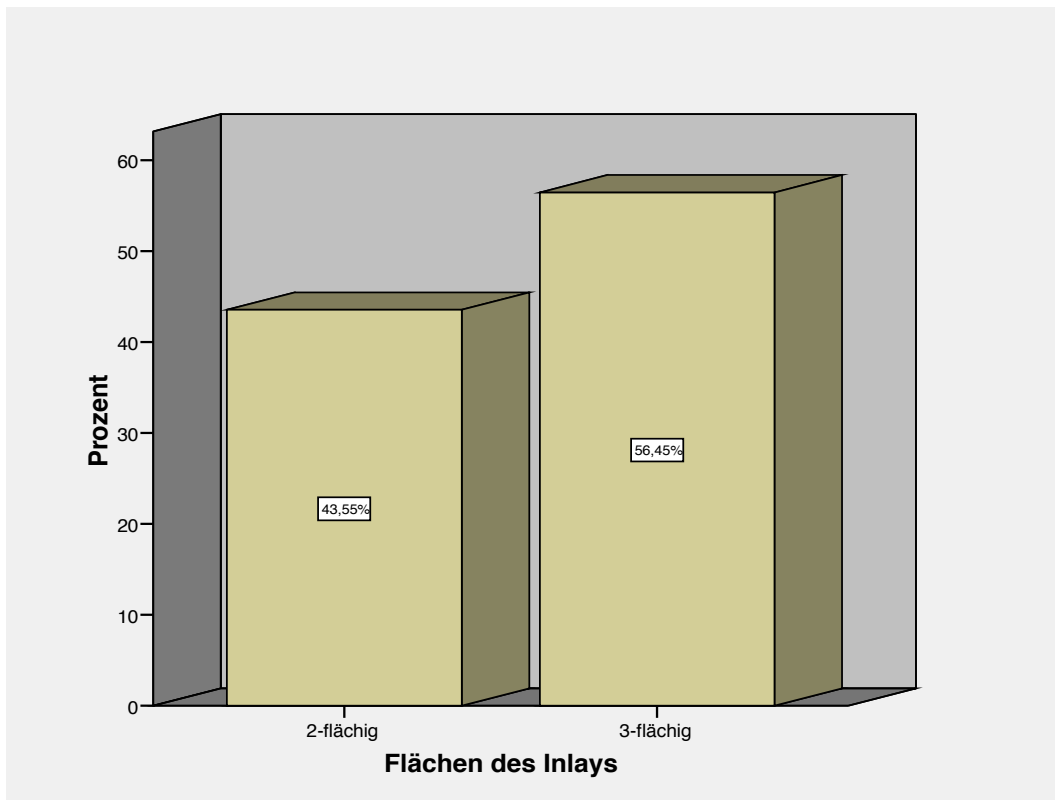


Abb. 36: Präparationsausdehnung zwei- oder dreiflächig

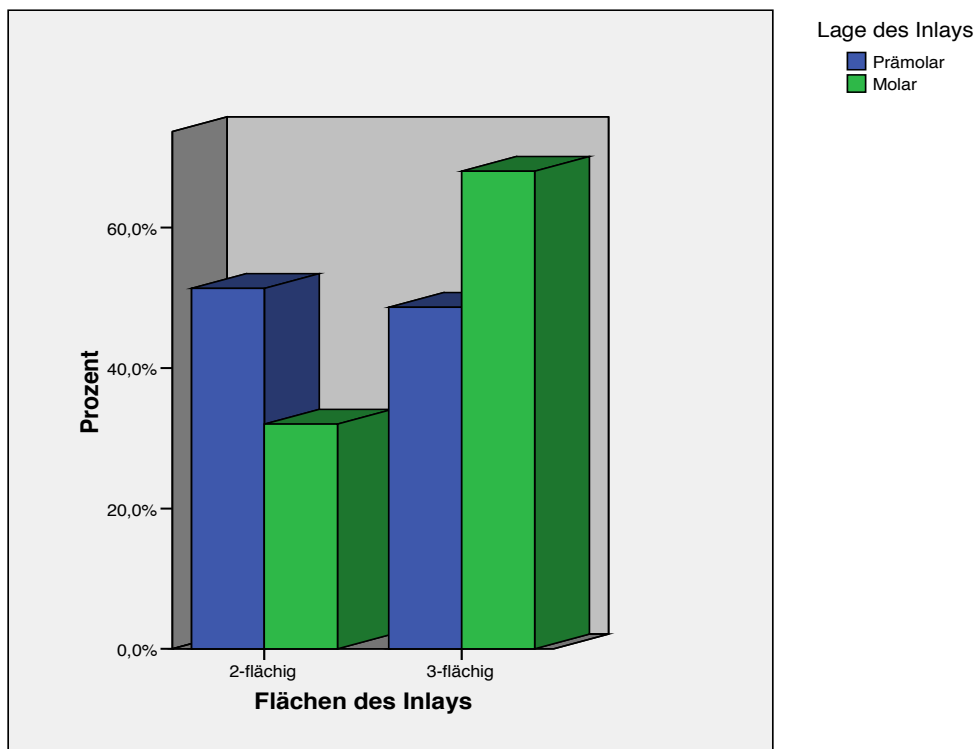


Abb. 37: Verteilung der zwei- und dreiflächigen Inlays auf Prämolaren- oder Molarengebiet

Folgende Einflüsse der Ausdehnung der Inlays auf das klinische Erscheinungsbild lieferte die Nachuntersuchung:

#### **Einfluss der Ausdehnung auf die Ästhetik**

Der Unterschied in der Ästhetik der Inlays bezogen auf die Ausdehnung der Versorgung war nicht signifikant und gering ( $p = 0,893$ ). Lediglich bei den als unbefriedigend eingestuften Inlays waren nur zweiflächige Kavitäten zu finden (siehe Anhang S.134).

#### **Einfluss der Ausdehnung auf die Randqualität**

In Bezug auf die Qualität des Inlayrandes konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen zwei- und dreiflächigen Inlays festgestellt werden ( $p = 0,226$ ). Größere Randspalten (*Dentin oder Unterfüllung freiliegend*) traten nur bei dreiflächigen Inlays auf. Zweiflächige Inlays wiesen häufiger Defekte auf als dreiflächige Restaurationen.

Die beste Randqualität nach 10 Jahren wiesen zweiflächige Prämolareninlays auf (siehe Anhang S.135).

#### **Einfluss der Ausdehnung auf die Verfärbung**

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen Verfärbung des Inlayrandes und der Ausdehnung des Inlays konnte nicht nachgewiesen werden ( $p = 0,695$ , siehe Anhang S.136), dreiflächige Inlays wiesen etwas häufiger Randverfärbungen auf (61,5%).

#### **Einfluss der Ausdehnung auf die Sekundärkariesbildung**

75,0% der Inlays mit Sekundärkaries waren dreiflächige Inlays. Bei dreiflächigen Molareninlays war die Rate an Sekundärkariesbildung am höchsten.

Ein signifikanter Einfluss der Inlaygröße auf die Bildung von Sekundärkaries konnte jedoch nicht gefunden werden ( $p = 0,327$ , siehe Anhang S.136-137).

Insgesamt gesehen war der Unterschied im klinischen Erscheinungsbild zwischen zwei- und dreiflächigen Keramikinlays nicht groß; dreiflächige Inlays zeigen lediglich eine leichte Tendenz zum schlechteren Ergebnis, wie die nachstehenden Tabellen verdeutlichen.

**Lage des Inlays \* Qualität des Inlayrandes \* Flächen des Inlays Kreuztabelle**

| Anzahl             |                 |          | Qualität des Inlayrandes |                |                                      |   | Gesamt |
|--------------------|-----------------|----------|--------------------------|----------------|--------------------------------------|---|--------|
|                    |                 |          | Rand nicht sonderbar     | Rand sonderbar | Dentin oder Unterfüllung freiliegend | Inlay gebrochen, beweglich oder ein Stück fehlt |        |
| Flächen des Inlays |                 |          |                          |                |                                      |   |        |
| 2-flächig          | Lage des Inlays | Prämolar | 5                        | 12             |                                      | 1   | 18     |
|                    |                 | Molar    | 1                        | 4              |                                      | 2   | 7      |
|                    |                 | Gesamt   | 6                        | 16             |                                      | 3   | 25     |
| 3-flächig          | Lage des Inlays | Prämolar | 2                        | 13             | 1                                    | 0   | 16     |
|                    |                 | Molar    | 0                        | 7              | 1                                    | 2   | 10     |
|                    |                 | Gesamt   | 2                        | 20             | 2                                    | 2   | 26     |

Abb. 38: Korrelation zwischen der Lage der Inlays in Prämolaren- oder Molarengebiet, der Präparationsausdehnung und der Randqualität

Festzuhalten ist, dass die Lage des Inlays einen weit größeren Einfluss auf die klinische Haltbarkeit hatte, als die Ausdehnung der Restauration:

**Flächen des Inlays \* Sekundärkaries am Inlayrand \* Lage des Inlays Kreuztabelle**

| Anzahl          |                    |           | Sekundärkaries am Inlayrand       |                | Gesamt |
|-----------------|--------------------|-----------|-----------------------------------|----------------|--------|
|                 |                    |           | keine Sekundärkaries am Inlayrand | Sekundärkaries |        |
| Lage des Inlays |                    |           |                                   |                |        |
| Prämolar        | Flächen des Inlays | 2-flächig | 18                                | 0              | 18     |
|                 |                    | 3-flächig | 15                                | 1              | 16     |
|                 |                    | Gesamt    | 33                                | 1              | 34     |
| Molar           | Flächen des Inlays | 2-flächig | 6                                 | 1              | 7      |
|                 |                    | 3-flächig | 8                                 | 2              | 10     |
|                 |                    | Gesamt    | 14                                | 3              | 17     |

Abb. 39: Korrelation zwischen Präparationsausdehnung, Sekundärkariesbildung und Lage des Inlays in Prämolaren- oder Molarengebiet

## 4.6 Langzeitanamnese

Zur Beurteilung der Langzeitanamnese wurden die Anamnese-Fragebögen von 31 Probanden mit insgesamt 62 Inlays ausgewertet. So konnten Werte für die Überlebenszeit der Keramikinlays ermittelt und Risikofaktoren aufgezeigt werden.

### 4.6.1. Überlebenszeit

Die Ergebnisse zur Überlebenszeit von laborgefertigten IPS Empress I Keramikinlays stellten sich wie folgt dar:

Bei Befundaufnahme befanden sich von 62 Inlays noch 82,3% in situ, 17,7% waren entfernt worden.

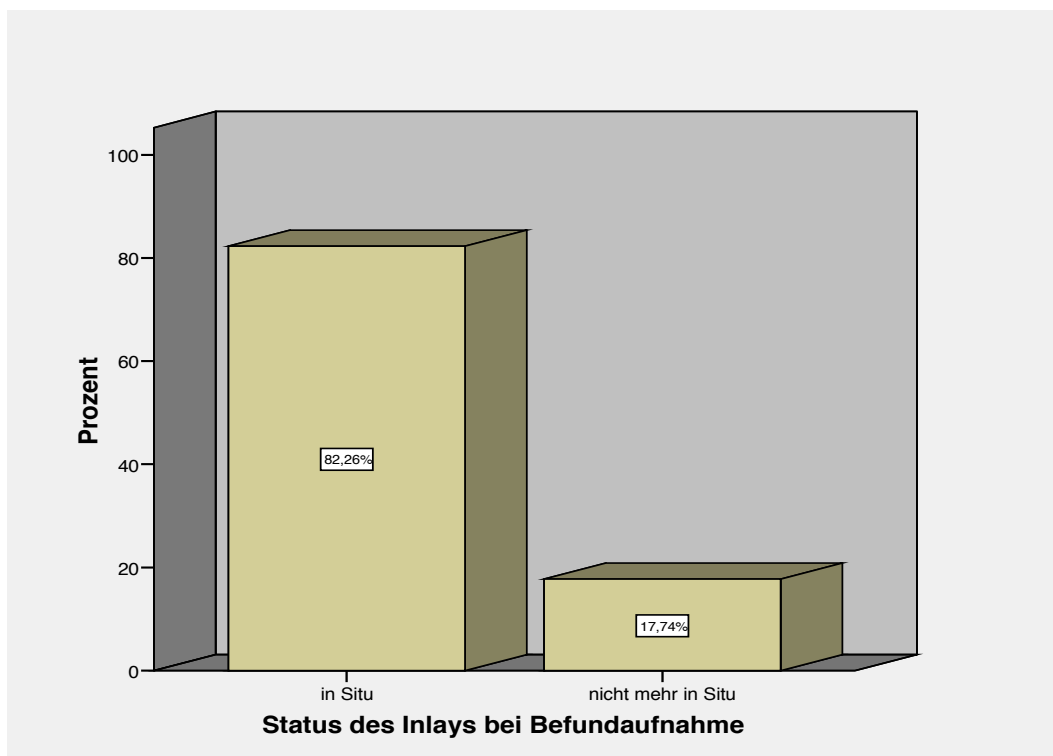


Abb. 40: Überlebensrate der Inlays bei Befundaufnahme

Die längste Zeit, die ein Inlay in situ war, betrug 137 Monate, die geringste Zeit 13 Monate.

46,8% der Inlays waren mehr als 120 Monate in situ und 35,5% 114-120 Monate.

11,3% der Inlays waren weniger als 5 Jahre in situ (siehe auch Anhang S.137-138).

Damit entsprach die **5-Jahres-Überlebensrate** der Inlays 88,7%, die **10-Jahres-Überlebensrate** betrug 82,3%.



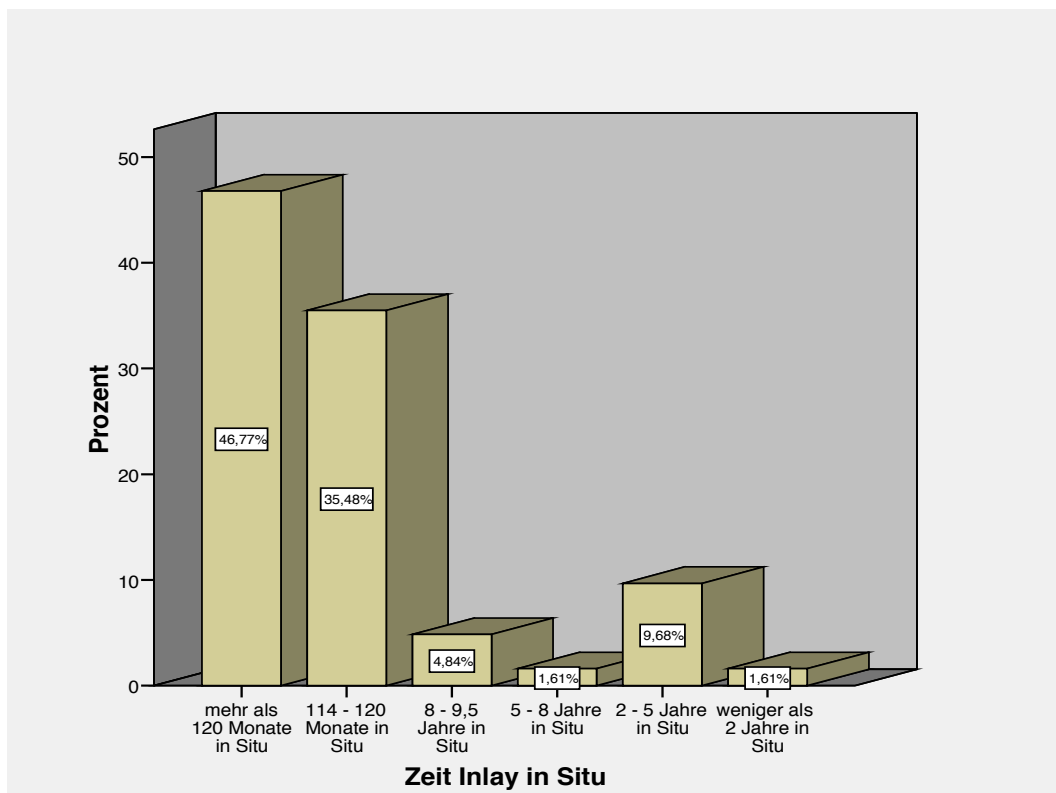


Abb. 41: Verteilung der Liegedauer der Inlays in Zeitabschnitten

**Die jährliche Verlustrate** der Inlays beträgt 1,1. (bzw. 1,07 auf die mittlere Überlebenszeit gerechnet:  $11:10$  bzw.  $11:122,87 \times 12$ )

Die *Kaplan-Meier Analyse* der Überlebenszeit mit Zielereignis *Restauration nicht mehr in situ* ergab für eine Zeit von 122,8 Monaten (95% Konfidenzintervall: 114,4 – 131,3):

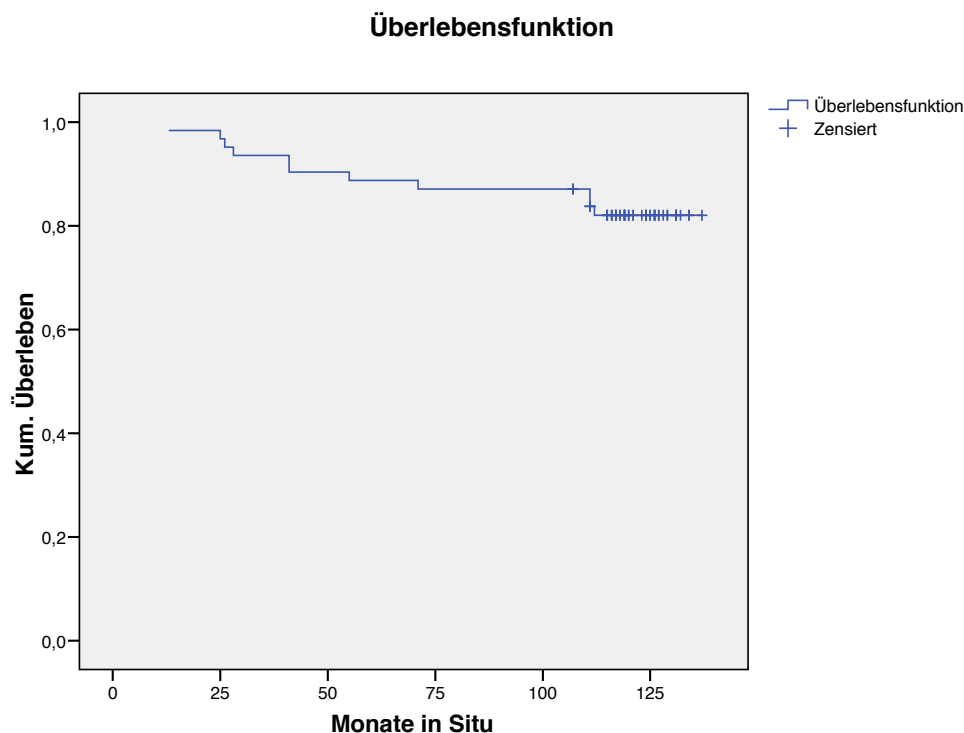


Abb. 42: Überlebensfunktion der Inlays nach Kaplan-Meier

Zensiert wurden diejenigen Inlays, die zum Untersuchungszeitpunkt noch in situ waren.

Es zeigte sich ein relativ starker Abfall der Überlebensfunktion in der Anfangsliegezeit zwischen 13 – 28 Monaten. Die darauf folgenden Abschnitte zwischen den Ausfallereignissen waren jeweils ca. 15 Monate lang. Das längste ausfallsfreie Intervall befand sich im Abschnitt von 71 bis 111 Monaten. 82,3 % der Inlays waren länger als 112 Monate in situ. Ein relativ starker Abfall der Kurve war nach 41 bzw. 111 Monaten zu erkennen.

Zur Halbwertszeit von 60 Monaten (5 Jahren) befanden sich noch 88,7% der Inlays in situ.

**Die mittlere Überlebenszeit** der Inlays betrug 122,9 Monate (10,2 Jahre).

#### 4.6.1.1 Einfluss von Lokalisation und Ausdehnung auf die Überlebensrate

Zwischen der *Überlebensrate* des Inlays und seiner *Lokalisation im Prämolaren- oder Molarenbereich* ergab sich eine signifikante Korrelation ( $p = 0,015$ , siehe Anhang S.139-140), während die *Lage des Inlays im Ober- oder Unterkiefer* keine signifikanten Auswirkungen auf die Überlebensrate zeigte ( $p = 0,090$ , siehe Anhang S.139).

Prämolareninlays wiesen eine eindeutig bessere Überlebensrate auf als Inlays im Molarenbereich.

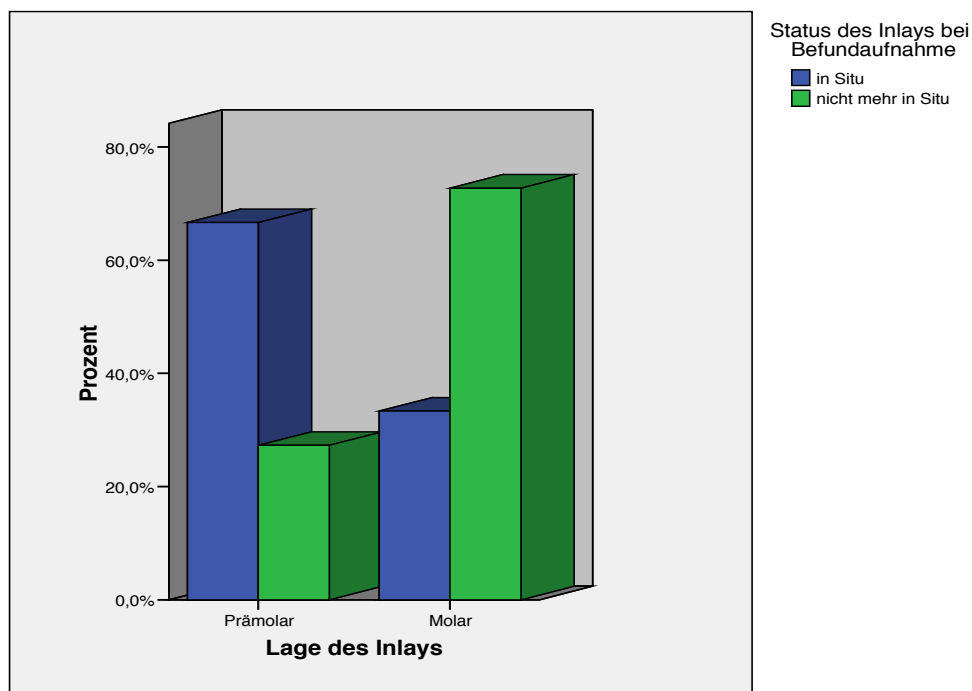


Abb. 43: Korrelation zwischen Lage der Inlays in Prämolaren- oder Molarengebiet und Überlebensrate

Im Oberkiefer gelegene Inlays zeigten etwas schlechtere Ergebnisse als Inlays im Unterkiefer: 90,9% der bereits entfernten Restaurationen waren Oberkieferversorgungen, allerdings waren auch mehr als die Hälfte (64,7%) der noch in situ befindlichen Inlays im Oberkiefer gelegen.

Die Verlustraten für die entsprechenden Versorgungen ergaben sich wie folgt:

|                              |                   |
|------------------------------|-------------------|
| Oberkiefermolarenbereich     | 50,00% (7 von 14) |
| Oberkieferprämolarenbereich  | 10,34% (3 von 29) |
| Unterkiefermolarenbereich    | 9,09% (1 von 11)  |
| Unterkieferprämolarenbereich | 0,00% (0 von 8)   |

### Zusammenhang zwischen Lokalisation und Liegedauer

Die Lokalisation des Inlays im Prämolaren- oder Molarenbereich hatte einen signifikanten Einfluss auf die Liegedauer der Restauration ( $p = 0,012$ , siehe Anhang S.140).

Alle Inlays, die weniger als zwei Jahre bzw. nur fünf bis acht Jahre in situ waren, sowie 83,3% der Inlays mit nur zwei bis fünf Jahren Liegedauer waren Molarenversorgungen.

72,4% aller Inlays, die über eine Zeit von mehr als 120 Monaten in situ waren, waren Prämolarenversorgungen.

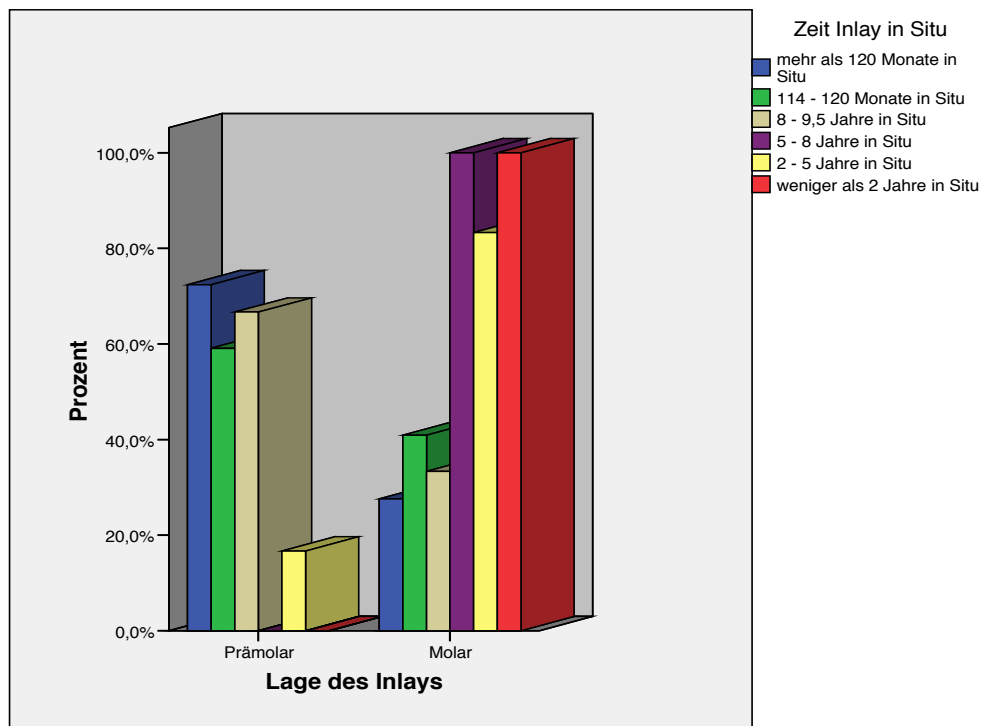


Abb. 44: Korrelation zwischen Lage der Inlays in Prämolaren- oder Molarengebiet und Liegedauer

Die Überlebenszeit bei Prämolaren nach 5 Jahren beträgt 97,3 % (36 von 37), für Molaren 76,0% (19 von 25), nach 10 Jahren (114-120 Monaten) 91,9% (34 von 37) für Prämolaren und 68,0% (17 von 25) für Molaren.

Deutlich wurde das schlechtere Abschneiden von Molareninlays auch in der Überlebensfunktion. Das Überleben von Prämolareninlays war im Zeitraum von 25-107 Monaten konstant, während Molareninlays nur im Zeitraum von 71 bis 112 Monaten einen konstanten Abschnitt vorwiesen (siehe auch Anhang S.140-142).

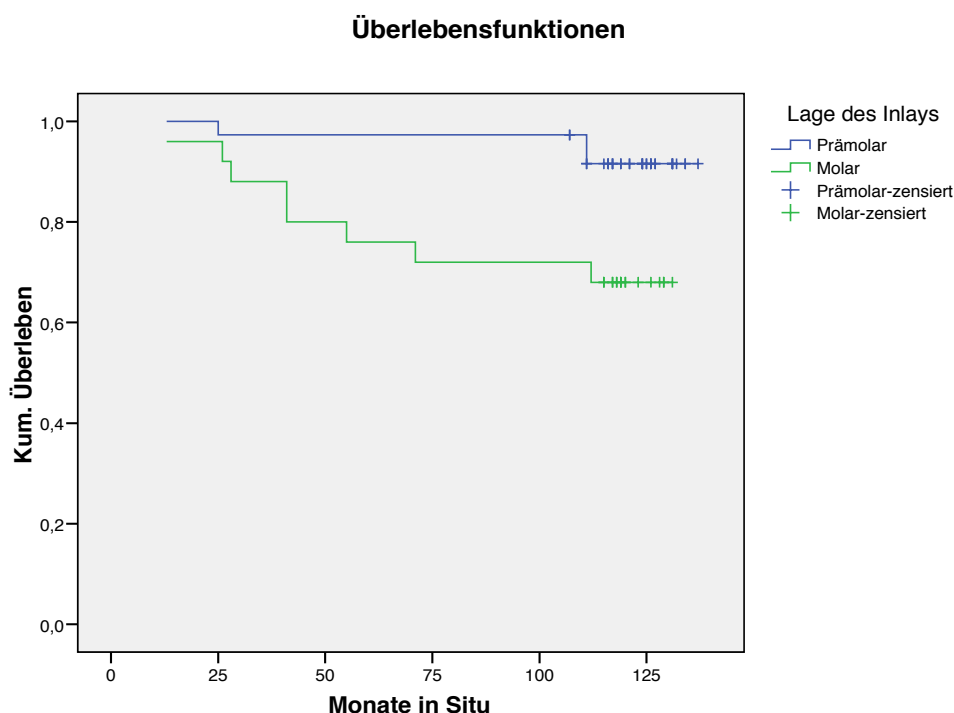


Abb. 45: Überlebensfunktion nach Kaplan-Meier für Prämolaren- und Molareninlays

Folglich betrug die **mittlere Überlebenszeit** für Prämolareninlays 132,4 Monate (95% Konfidenzintervall 126,4-138,6) und die der Molareninlays nur 104,6 Monate (95% Konfidenzintervall 88,1-121,01).

### Einfluss der Ausdehnung auf die Überlebensrate

Die Ausdehnung des Inlays hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Überlebensrate der Restauration: ( $p = 0,063$ , siehe Anhang S.143)

Es waren fast gleich viele zweiflächige wie dreiflächige Inlays noch in situ (49% bzw. 51%).

Von den bereits entfernten Inlays waren jedoch 81,8% dreiflächige Restaurationen und nur 18,2% zweiflächige Versorgungen.

92,6% der zweiflächigen Inlays waren noch in situ, während von den dreiflächigen Inlays nur noch 74,3% in situ waren.

Auf die Liegedauer der Restauration hatte die Ausdehnung des Inlays einen signifikanten Einfluss ( $p = 0,013$ , siehe Anhang S.143-144).

Es zeigte sich, dass alle der Inlays mit weniger als zwei und nur fünf bis acht Jahre dauernden Liegezeit sowie 83,3% der Inlays, die nach zwei bis fünf Jahren entfernt werden mussten, dreiflächige Restaurationen waren.

Von den zweiflächigen Inlays waren noch 92,6% nach 10 Jahren (114 bis mehr als 120

Monate) in situ. Bei den dreiflächigen Restaurationen waren es nur 74,3%.

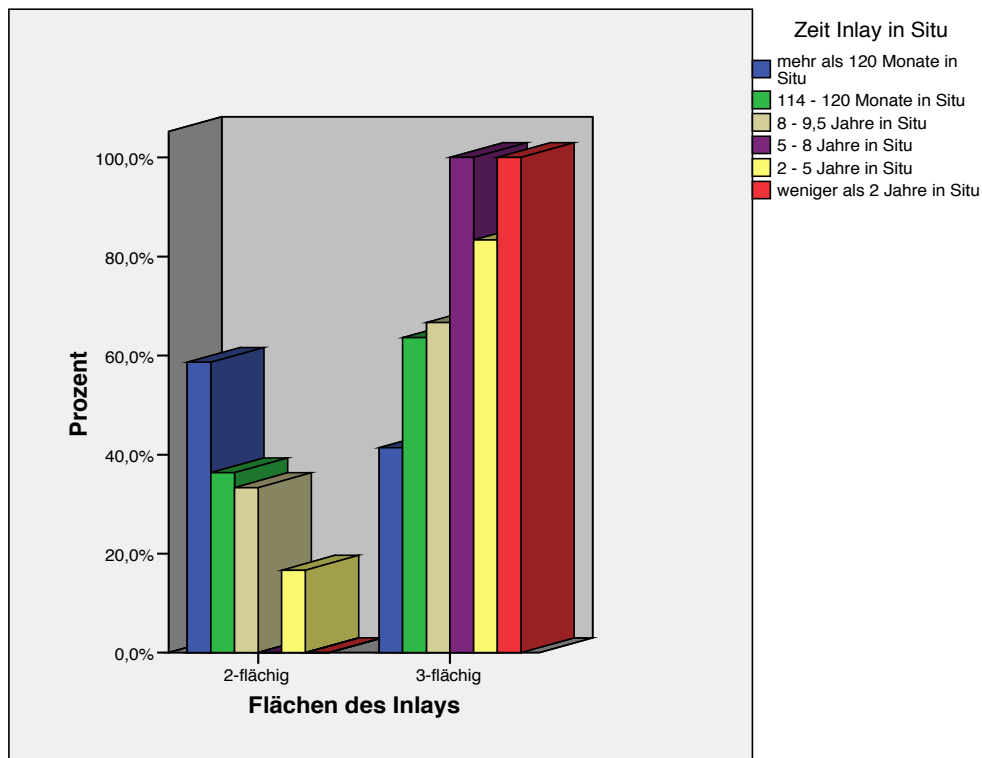


Abb. 46: Korrelation zwischen Präparationsausdehnung und Liegedauer

Aus der *Überlebensfunktion* ging ebenfalls das schlechtere Abschneiden der dreiflächigen Inlays hervor: längere konstante Überlebensintervalle wiesen zweiflächige Inlays auf, deren Überlebensrate nach 60 Monaten 96,3% betrug, nach 120 Monaten noch 92,6%.

Dreiflächige Inlays hatten nach 60 Monaten eine Überlebensrate von 82,9%, nach 120 Monaten 74,3%.

Die **mittlere Überlebenszeit** von zweiflächigen Inlays beträgt 133,0 Monate (95%Konfidenzintervall 126,9 – 139,0), die der dreiflächigen Inlays nur 110,6 Monate (95% Konfidenzintervall 97,7 – 123,5, siehe auch Anhang S.144).

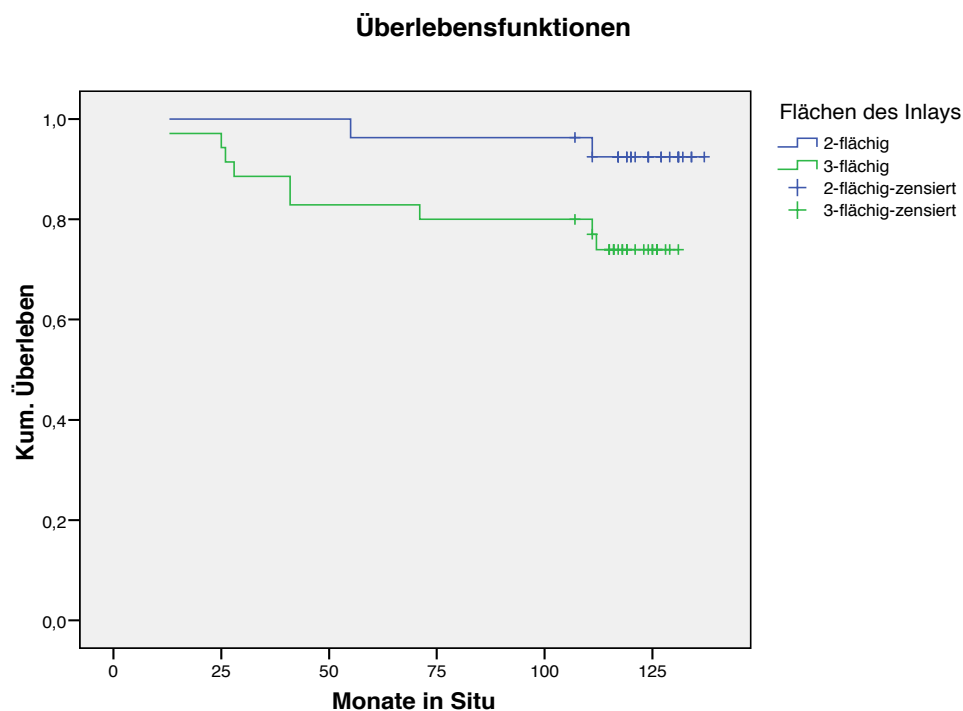


Abb. 47: Überlebensfunktion nach Kaplan-Meier für zwei- und dreiflächige Inlays

#### 4.6.2. Darstellung des Abnutzungsgrads der Inlays nach 10 Jahren Liegedauer

Zur Darstellung des Abnutzungsgrads der Inlays wurden die im vorigen Abschnitt untersuchten Kriterien *Verfärbung des Randes*, *Qualität des Randes* und *Ästhetik des Inlays* in Beziehung zueinander gesetzt:

**Verfärbung des Inlayrandes \* Ästhetik des Inlays \* Qualität des Inlayrandes Kreuztabelle**

| Anzahl   |                               |                                | Ästhetik des Inlays               |                               |                     | Gesamt   |
|--|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------|----------|
|  |                               |                                | exzellent =<br>nicht<br>erkennbar | akzeptabel =<br>gut erkennbar | unbefriedi-<br>gend |          |
| Qualität des Inlayrandes                           |                               |                                |                                   |                               |                     |          |
| Rand nicht sonderbar                               | Verfärbung des<br>Inlayrandes | keine Verfärbung<br>Verfärbung | 2<br>1                            | 4<br>1                        |                     | 6<br>2   |
|  | Gesamt                        |                                | 3                                 | 5                             |                     | 8        |
| Rand sonderbar                                     | Verfärbung des<br>Inlayrandes | keine Verfärbung<br>Verfärbung | 5<br>3                            | 10<br>18                      |                     | 15<br>21 |
|  | Gesamt                        |                                | 8                                 | 28                            |                     | 36       |
| Dentin oder Unterfüllung<br>freiliegend            | Verfärbung des<br>Inlayrandes | Verfärbung                     |                                   | 2                             |                     | 2        |
|  | Gesamt                        |                                |                                   | 2                             |                     | 2        |
| Inlay gebrochen, beweglich<br>oder ein Stück fehlt | Verfärbung des<br>Inlayrandes | Verfärbung                     |                                   | 3                             | 2                   | 5        |
|  | Gesamt                        |                                |                                   | 3                             | 2                   | 5        |

Abb. 48: Darstellung des Abnutzungsgrads der Inlays anhand der Parameter Randqualität, Randverfärbung und ästhetische Erscheinung

2 von 51 Inlays = 3,9% der Inlays befanden sich in einem sehr guten Zustand mit exzellenter Ästhetik, nicht sondierbarem, nicht verfärbtem Rand.

In einem sowohl den medizinischen Ansprüchen auf weitere Haltbarkeit, als auch den ästhetischen Ansprüchen noch genügendem Zustand (nicht oder leicht verfärbter Rand, Rand nicht oder leicht sondierbar, Ästhetik exzellent oder akzeptabel) befanden sich 44 von 51 Inlays, das entsprach 86,3% der Inlays.

Nimmt man das Kriterium *Sekundärkaries* mit in die Beurteilung des Abnutzungsgrades, ergibt sich eine Anzahl von 7 von 51 Inlays = 13,7% der Inlays, die als den zahn-medizinischen Ansprüchen nicht mehr genügend einzustufen waren:

**Sekundärkaries am Inlayrand \* Verfärbung des Inlayrandes \* Qualität des Inlayrandes Kreuztabelle**

| Anzahl  |                             |                                   | Verfärbung des Inlayrandes |            | Gesamt |
|---|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------------|------------|--------|
|   |                             |                                   | keine Verfärbung           | Verfärbung |        |
| Qualität des Inlayrandes                        |                             |                                   |                            |            |        |
| Rand nicht sondierbar                           | Sekundärkaries am Inlayrand | keine Sekundärkaries am Inlayrand | 6                          | 2          | 8      |
|   | Gesamt                      |                                   | 6                          | 2          | 8      |
| Rand sondierbar                                 | Sekundärkaries am Inlayrand | keine Sekundärkaries am Inlayrand | 14                         | 20         | 34     |
|   |                             | Sekundärkaries                    | 1                          | 1          | 2      |
|   | Gesamt                      |                                   | 15                         | 21         | 36     |
| Dentin oder Unterfüllung freiliegend            | Sekundärkaries am Inlayrand | keine Sekundärkaries am Inlayrand |                            | 2          | 2      |
|   | Gesamt                      |                                   |                            | 2          | 2      |
| Inlay gebrochen, beweglich oder ein Stück fehlt | Sekundärkaries am Inlayrand | keine Sekundärkaries am Inlayrand |                            | 3          | 3      |
|   |                             | Sekundärkaries                    |                            | 2          | 2      |
|   | Gesamt                      |                                   |                            | 5          | 5      |

Abb. 49: Darstellung des Abnutzungsgrades der Inlays anhand der Parameter Sekundärkariesbildung, Randverfärbung und Randqualität

#### 4.6.3 Beschwerdeanamnese und Therapiemaßnahmen innerhalb der Liegedauer

Die Gründe für den Ersatz einer Restauration geben Aufschluss über Risikofaktoren dieser Restaurationsart.

Als Beschwerden wurden bei der Befragung der Probanden sowohl Probleme, die vom Zahn ausgingen, als auch Probleme, die vom Inlay ausgingen, und die jeweils durchgeführte Therapie berücksichtigt .

Die Ergebnisse stellten sich wie folgt dar:



#### 4.6.3.1 Beschwerden durch pulpale Reaktionen

67,7% der Inlayzähne waren nie überempfindlich oder schmerzhaft, während 32,3% der Zähne nach dem Einsetzen Beschwerden verursachten.

Starke Beschwerden verursachten 12,9% der Inlays, wobei die Beschwerden in allen Fällen länger als einen Monat andauerten. Überempfindlichkeit des Zahns kam in 19,4% der Fälle vor; 66,7% der überempfindlichen Inlayzähne (8 von 12) waren hierbei länger als einen Monat empfindlich.

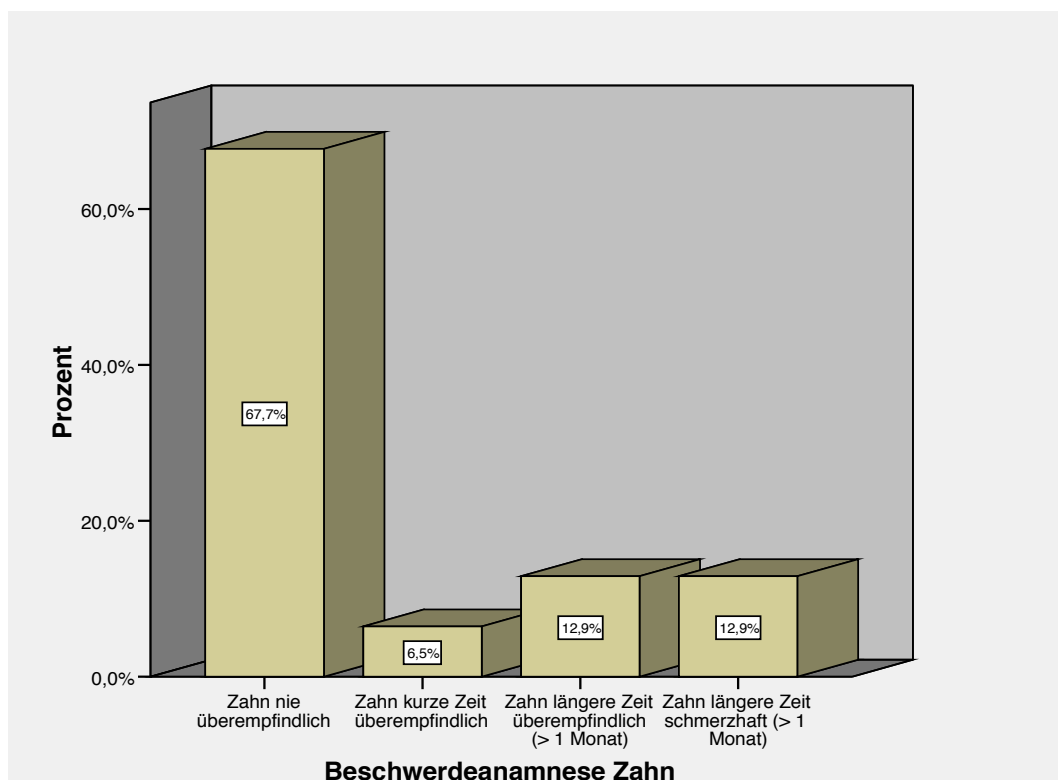


Abb. 50: Beschwerden durch pulpale Reaktionen der Inlayzähne

#### 4.6.3.2 Schäden an der Restauration

Die teils durch den weiterbehandelnden Zahnarzt, teils durch die klinische Untersuchung im Rahmen dieser Studie festgestellte „Anamnese des Inlays“ stellte sich wie folgt dar:

80,6% der Inlays blieben intakt, bei 4,8% der Inlays wurde nach unterschiedlicher Liegedauer Randundichtigkeit festgestellt und 14,5% der Inlays waren nach unterschiedlicher Liegedauer gebrochen. Kein Inlay musste nach Lockerung erneut eingeklebt werden.

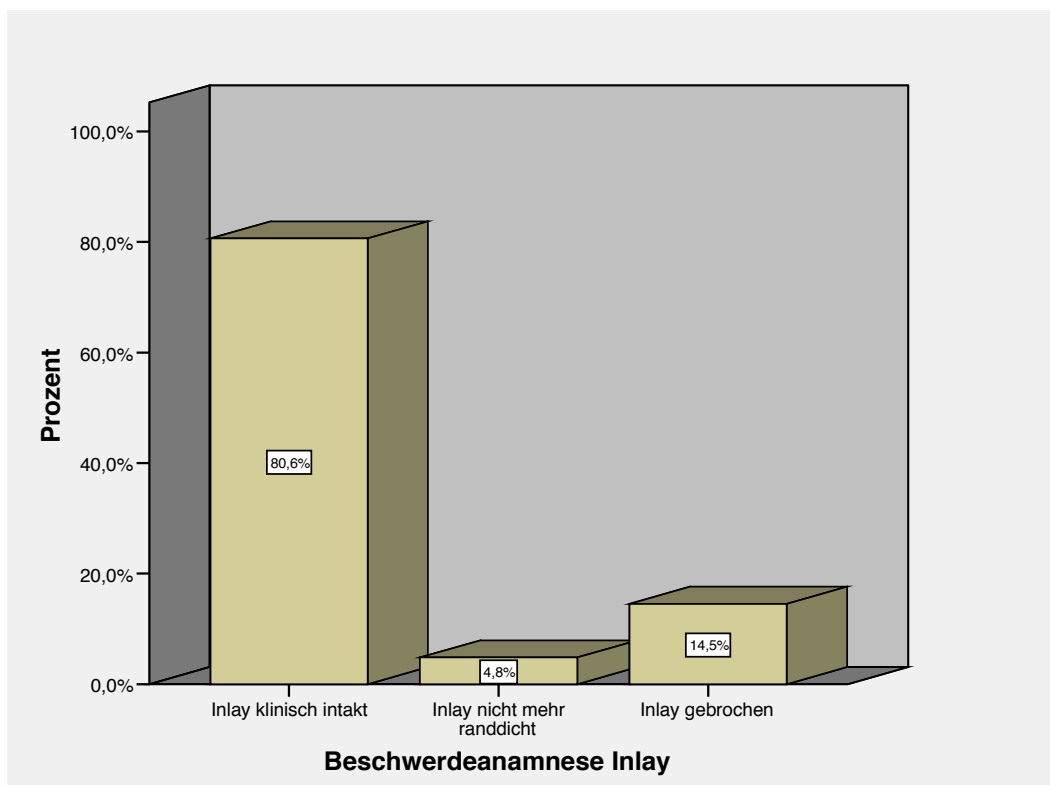


Abb. 51: Schäden an den Restaurationen

Nach einer Liegedauer von 114 bis mehr als 120 Monaten waren 64,5% der Inlays noch intakt, 4,8% der Inlays wiesen nach dieser Zeit Randdesintegrität auf.

12,9% waren nach einer Liegezeit von knapp 10 Jahren oder mehr gebrochen. Das erste Inlay brach nach einer Liegezeit von 71 Monaten (knapp 6 Jahren). Randundichtigkeit wurde erstmals nach einer Liegedauer von 115 Monaten festgestellt (siehe auch Anhang S.145).

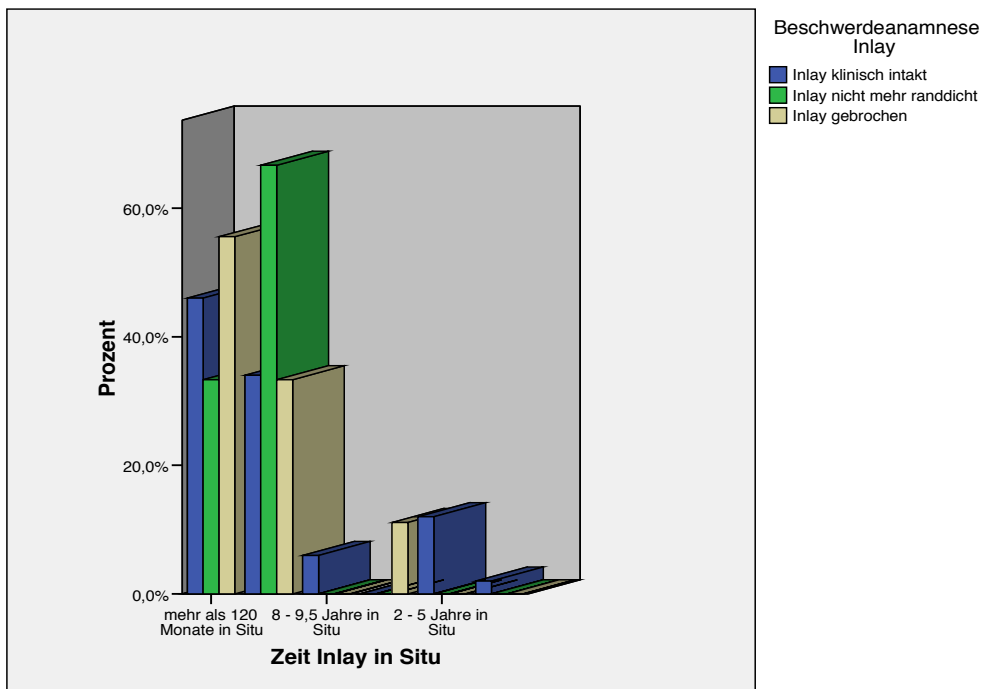
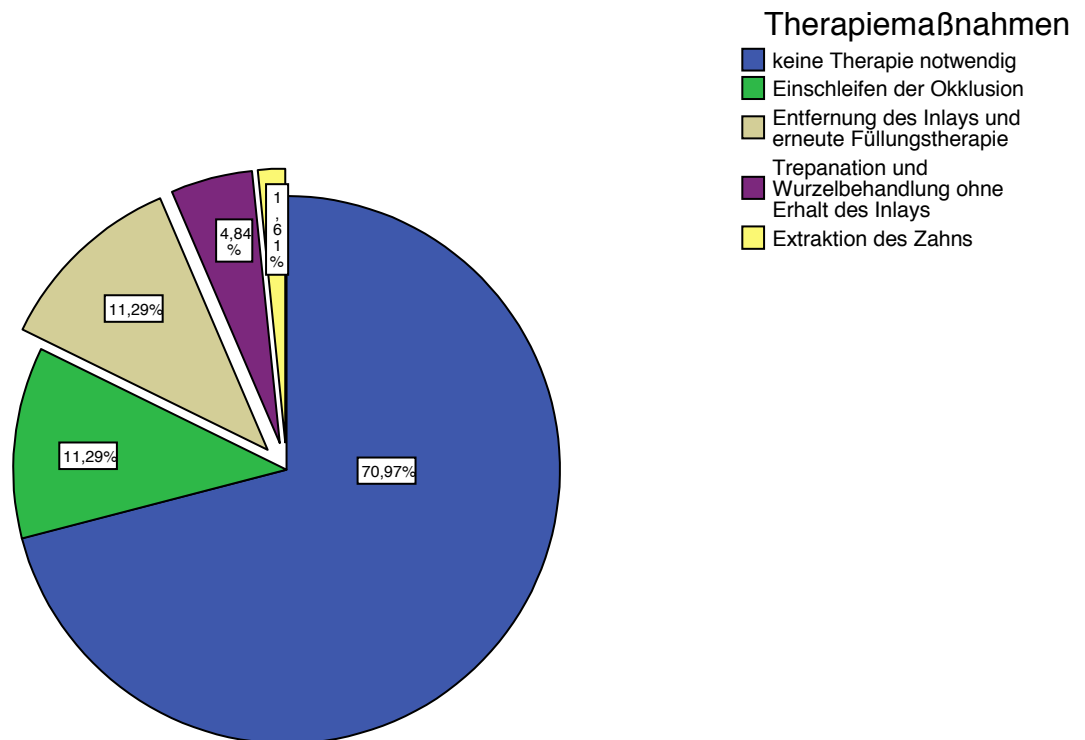


Abb. 52: Korrelation zwischen Liegedauer und Schäden an den Restaurationen

### 4.6.3.3 Therapiemaßnahmen

Die Therapiemaßnahmen lassen zusammen mit der Beschwerdeanamnese den Grad der Anfälligkeit der Versorgungsart erkennen:



Die ausgestellten Kreissegmente stellen die Prozentwerte der Maßnahmen dar, die zum Verlust des Inlays führten.

Abb. 53: Durchgeführte Therapiemaßnahmen

Eine Zahnfleischbehandlung war in keinem Fall nötig. Eine notwendige Wurzelbehandlung führte in allen Fällen zum Verlust des Inlays, die Zähne wurden nach der Wurzelbehandlung meist mit Kronen versorgt.

Bei 71,0% der Inlays war keine Therapie notwendig; in 80,0% der Fälle mit kurzer Überempfindlichkeit sowie in 12,5% der Fälle mit längeren Schmerzen, wurde keine Therapiemaßnahme ergriffen; die Zähne waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung schmerzfrei.

In 35% der Fälle, in denen der Zahn pulpitische Reaktionen zeigte, konnte die Pulpenreaktion durch ein Einschleifen der Okklusion behoben werden. Sogar nach mehr als einen Monat andauernden Schmerzen war in 50,0% der Fälle diese Maßnahme erfolgreich.

Gründe für die Entfernung von Inlays mit erneuter Füllungstherapie waren in 57,1% der Fälle längere Überempfindlichkeit; 42,9% der entfernten Inlays wiesen Materialschäden auf. Ob bei den entfernten Inlays Sekundärkaries vorgelegen hatte, konnte nicht eruiert werden (siehe auch Anhang S. 146-147).

Beschwerdeanamnese \* Therapiemaßnahmen \* Zeit Inlay in Situ Kreuztabelle

| Anzahl                      |                     |   | Therapiemaßnahmen        |                            |  |   |                      | Gesamt |
|-----------------------------|---------------------|---|--------------------------|----------------------------|--|---|----------------------|--------|
|                             |                     |   | keine Therapie notwendig | Einschleifen der Okklusion | Entfernung des Inlays und erneute Füllungstherapie | Wurzelbehandlung ohne Erhalt des Inlays | Extraktion des Zahns |        |
| Zeit Inlay in Situ          | Beschwerde anamnese | keine Beschwerden                             | 22                       | 0                          |  |   |                      | 22     |
| mehr als 120 Monate in Situ |                     | Zahn kürzere Zeit überempfindlich             | 3                        | 0                          |  |   |                      | 3      |
|                             |                     | Zahn längere Zeit überempfindlich (> 1 Monat) | 0                        | 2                          |  |   |                      | 2      |
|                             |                     | Zahn längere Zeit schmerzhaft (> 1 Monat)     | 1                        | 1                          |  |   |                      | 2      |
|                             | Gesamt              |   | 26                       | 3                          |  |   |                      | 29     |
| 114 - 120 Monate in Situ    | Beschwerde anamnese | keine Beschwerden                             | 15                       | 0                          | 0  |   |                      | 15     |
|                             |                     | Zahn kürzere Zeit überempfindlich             | 1                        | 1                          | 0  |   |                      | 2      |
|                             |                     | Zahn längere Zeit schmerzhaft (> 1 Monat)     | 0                        | 3                          | 0  |   |                      | 3      |
|                             |                     | Inlay nicht mehr randdicht                    | 0                        | 0                          | 2  |   |                      | 2      |
|                             | Gesamt              |   | 16                       | 4                          | 2  |   |                      | 22     |
| 8 - 9,5 Jahre in Situ       | Beschwerde anamnese | keine Beschwerden                             | 2                        |                            |  |   | 0                    | 2      |
|                             |                     | Zahn längere Zeit schmerzhaft (> 1 Monat)     | 0                        |                            |  |   | 1                    | 1      |
|                             | Gesamt              |   | 2                        |                            |  |   | 1                    | 3      |
| 5 - 8 Jahre in Situ         | Beschwerde anamnese | Inlay gebrochen                               |                          |                            | 1  |   |                      | 1      |
|                             | Gesamt              |   |                          |                            | 1  |   |                      | 1      |
| 2 - 5 Jahre in Situ         | Beschwerde anamnese | Zahn längere Zeit überempfindlich (> 1 Monat) |                          |                            | 3  |   | 1                    | 4      |
|                             |                     | Zahn längere Zeit schmerzhaft (> 1 Monat)     |                          |                            | 0  |   | 2                    | 2      |
|                             | Gesamt              |   |                          |                            | 3  |   | 3                    | 6      |
| weniger als 2 Jahre in Situ | Beschwerde anamnese | Zahn längere Zeit überempfindlich (> 1 Monat) |                          |                            | 1  |   |                      | 1      |
|                             | Gesamt              |   |                          |                            | 1  |   |                      | 1      |

Abb. 54: Korrelation zwischen Beschwerdeanamnese, Therapiemaßnahmen und Liegedauer

Zeitlich ließen sich die Beschwerden und Therapiemaßnahmen folgendermaßen aufschlüsseln:

Die Gründe für den Verlust eines Inlays nach weniger als *fünf Jahren* waren auf pulpale Reaktionen zurückzuführen, zur Therapie musste in 42,8% der Fälle eine Wurzelbehandlung durchgeführt werden, in 57,2% legten sich die Beschwerden beim Austausch der Restauration. Hierbei wurden drei Kavitäten mit Goldrestaurationen versorgt, eine erneut mit Keramik. Ein Inlay war nach einer Liegezeit von *sechs Jahren* gebrochen und wurde deshalb ausgetauscht. Ein versorgter Zahn zeigte nach *acht Jahren* und längerer Schmerzanamnese eine ausgedehnte apikale Ostitis und musste extrahiert werden. Die weiteren nicht mehr in situ befindlichen Inlays (2 von 62 = 3,2%) wurden erst nach einer Liegezeit von *114-120 Monaten* aufgrund von Randundichtigkeiten entfernt; ob hierbei auch Sekundärkaries vorlag, konnte nicht eruiert werden.

Zusammenfassung der **Gründe für das vorzeitige Scheitern der Restauration:**

- *pulpitische Beschwerden* (7 von 11 = 63,6% ) bei Entfernung nach einer *Liegedauer von weniger als fünf Jahren*
- *pulpitische Beschwerden* sowie *Fraktur* des Inlays (1 von 11 = 9,1% bzw. 1 von 11 = 9,1%) bei Entfernung nach einer *Liegedauer von zwischen acht und 9,5 Jahren*
- *Randesintegrität* (2 von 11 = 18,2%) bei Entfernung nach einer *Liegedauer von mehr als 114 Monaten (9,5 Jahren)*

#### **4.6.3.4 Einfluss von Lokalisation, Ausdehnung und Abrasion auf die klinische Anamnese**

Untersuchte man den Einfluss von Lage, Größe und Abrasion auf die angegebenen Beschwerden, ließen Kreuzdiagramme und Graphiken folgende Korrelationen erkennen:

##### **Einfluss der Lokalisation in Ober – oder Unterkiefer auf die Anamnese**

Eine hochsignifikante Korrelation ( $p = 0,004$ , siehe Anhang S.147-148) ergab sich zwischen der *Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer* und der *Anamnese pulpitischer Beschwerden*.

Alle Zähne, die kurze Zeit überempfindlich, längere Zeit überempfindlich und 87,5% der Zähne, die längere Zeit schmerzhaft waren, lagen im Oberkiefer. 55,8% der versorgten Oberkieferzähne zeigten keine Beschwerden, während im Unterkiefer 94,7% der Zähne nie überempfindlich oder schmerzhaft waren.

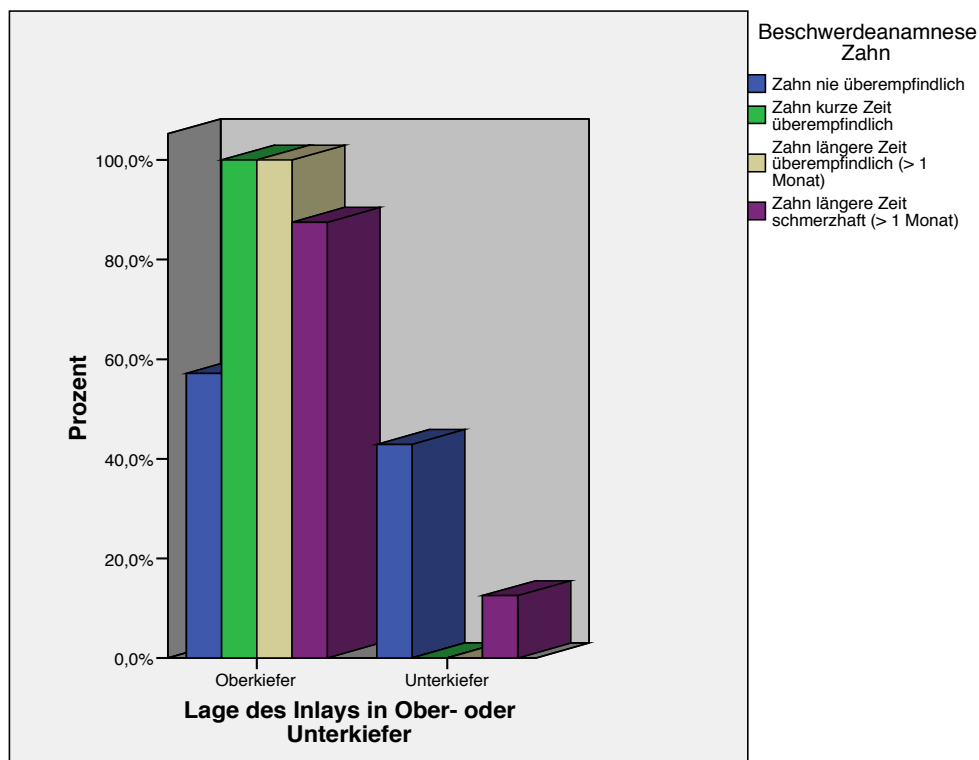


Abb. 55: Korrelation zwischen der Lage der Inlays in Ober- oder Unterkiefer und pulpitischen Beschwerden

Eine signifikante Korrelation zwischen der *Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer* und *Schäden am Inlay* konnte nicht nachgewiesen werden ( $p = 0,280$ , siehe Anhang S.148), auch wenn 89,5% der Inlays im Unterkiefer im Gegensatz zu 66,0% der Inlays im Oberkiefer klinisch intakt waren und insgesamt 23,3% der Oberkieferinlays Schäden aufwiesen, während es bei den Unterkieferinlays nur 10,5% waren.

### **Einfluss der Lokalisation im Prämolaren- oder Molarenbereich auf die Anamnese**

Ein signifikanter Einfluss der Lokalisation des Inlays im Prämolaren- oder Molarenbereich auf das Auftreten pulpitischer Beschwerden war nicht nachzuweisen ( $p = 0,101$ , siehe Anhang S.149). Etwas mehr Molaren- als Prämolareninlays verursachten längerdauernde Beschwerden (20% : 8,1%), und mehr Prämolareninlays blieben ganz ohne Beschwerden: 75,7% der Prämolaren : 56% der Molareninlays.

Die Untersuchung auf Schäden am Inlay ergab 83,8% klinisch intakte Prämolareninlays und 76,0% intakte Molareninlays. Prämolareninlays wiesen etwas häufiger Randspalten auf, Inlays im Molarenbereich waren dagegen häufiger gebrochen. Auch zwischen der *Lage der Inlays* und *Schäden am Inlay* gab es keine signifikante Korrelation ( $p = 0,151$ , siehe Anhang S. 150).

### **Einfluss der Ausdehnung des Inlays auf die Beschwerdeanamnese**

Die Ausdehnung der Inlays hatte keinen signifikanten Einfluss auf pulpitische Beschwerden ( $p = 0,152$ , siehe Anhang S.150), es ließ sich lediglich erkennen, dass zweiflächige Inlays leicht weniger pulpale Reaktionen aufwiesen, als dreiflächige.

Schäden am Inlay standen in keinem signifikanten Zusammenhang mit der Präparationsausdehnung ( $p = 0,646$ , siehe Anhang S.151).

### **4.6.3.5 Einfluss von Okklusion und Abrasion auf materialbedingte Schäden**

Die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der *Lage der Statikkontakte* und materialbedingten Problemen ergab keine signifikante Korrelation ( $p = 0,955$ , siehe Anhang S.151).

Eine Tendenz ließ sich jedoch bei der Betrachtung des Einflusses von *Abrasion* auf die Materialermüdung erkennen:

Inlays ohne sichtbare Abrasion wiesen in 100% der Fälle auch keine Materialschäden auf. (siehe Anhang S.151-152)

## **4.7 Vergleich des Einflusses des jeweiligen Befestigungskomposits auf klinische und anamnestiche Parameter**

Jedem Probanden war je ein Inlay mit dem niedriggefüllten Befestigungskomposit *Variolink (Ivoclar Vivadent)* und ein Inlay mit dem hochviskösen Befestigungskomposit *Sono-Cem (Espe)* eingesetzt worden. In einem Fall wurden beide Inlays mit Sono-Cem eingesetzt. Insgesamt wurden 30 Inlays mit Variolink und 32 mit Sono-Cem befestigt.

Mit Variolink wurden mehr Prämolareninlays (70% aller Variolink-Inlays) als Molareninlays eingesetzt, Sono-Cem wurde für gleich viele Prämolaren- wie Molareninlays verwendet.

Insgesamt wurden mehr Molareninlays mit Sono-Cem eingesetzt (64,0%), als mit Variolink (36,0%), bei den Prämolareninlays unterscheidet sich die Anzahl nur geringfügig (56,8% Variolink : 43,2% Sono-Cem).



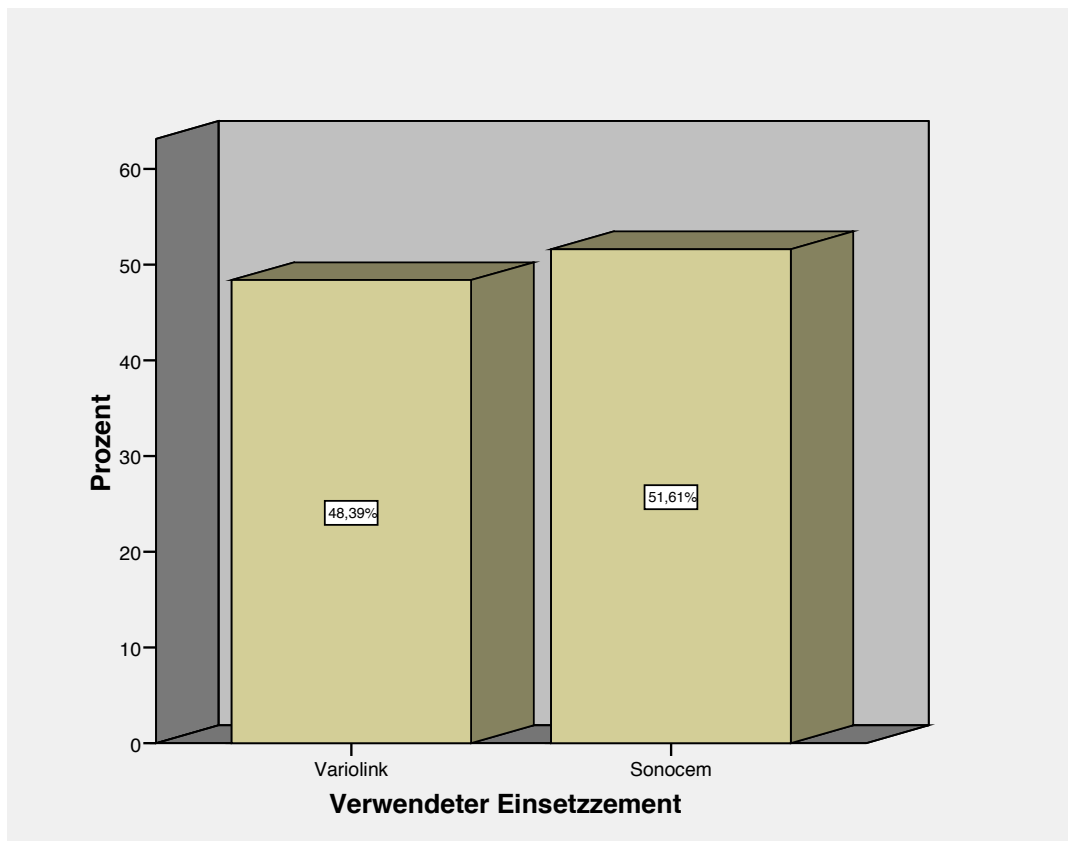


Abb. 56: Aufteilung der verwendeten Befestigungskomposite auf die Anzahl der Restaurationen

Lage des Inlays \* Verwendeter Einsetzzement Kreuztabelle

|                 |                                 |                                 | Verwendeter Einsetzzement |         | Gesamt |
|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------|--------|
|                 |                                 |                                 | Variolink                 | Sonocem |        |
| Lage des Inlays | Prämolar                        | Anzahl                          | 21                        | 16      | 37     |
|                 |                                 | % von Lage des Inlays           | 56,8%                     | 43,2%   | 100,0% |
|                 |                                 | % von Verwendeter Einsetzzement | 70,0%                     | 50,0%   | 59,7%  |
|                 |                                 | % der Gesamtzahl                | 33,9%                     | 25,8%   | 59,7%  |
|                 | Molar                           | Anzahl                          | 9                         | 16      | 25     |
|                 |                                 | % von Lage des Inlays           | 36,0%                     | 64,0%   | 100,0% |
|                 |                                 | % von Verwendeter Einsetzzement | 30,0%                     | 50,0%   | 40,3%  |
|                 |                                 | % der Gesamtzahl                | 14,5%                     | 25,8%   | 40,3%  |
| Gesamt          | Anzahl                          | 30                              | 32                        | 62      |        |
|                 | % von Lage des Inlays           | 48,4%                           | 51,6%                     | 100,0%  |        |
|                 | % von Verwendeter Einsetzzement | 100,0%                          | 100,0%                    | 100,0%  |        |
|                 | % der Gesamtzahl                | 48,4%                           | 51,6%                     | 100,0%  |        |

Abb. 57: Aufteilung der verwendeten Befestigungskomposite auf Prämolaren- oder Molareninlays

#### 4.7.1 Einfluss des Befestigungskomposits auf Randqualität und Sekundärkariesbildung

Es konnte in dieser Studie kein signifikanter Einfluss der *Wahl des Befestigungskomposits* auf die *Randqualität* ( $p = 0,199$ ), auf das Auftreten von *Verfärbungen* ( $p = 0,534$ ) und die Entstehung von *Sekundärkaries* ( $p = 0,252$ ) festgestellt werden (siehe Anhang S.152-154).

Der Einsetzzement Variolink zeigte in Bezug auf Randqualität und Sekundärkaries eine leichte Tendenz zu besseren Werten. So waren nur 3,7% der mit Variolink eingesetzten und 16,7% der mit Sono-Cem eingesetzten Inlays gebrochen; einen nicht sondierbaren Rand wiesen 18,5% der mit Variolink eingesetzten und 12,5% der mit Sono-Cem eingesetzten Inlays auf.

Beim Auftreten von Verfärbungen zeigte Sono-Cem die besseren Werte: von den mit Sono-Cem eingesetzten Inlays blieben 47,8% frei von Verfärbungen, 37,0% der mit Variolink befestigten Inlays wiesen nach 10 Jahren keine Verfärbung am Inlayrand auf.

Sekundärkaries war bei 3,7% der mit Variolink eingesetzten Inlays und bei 12,5% der mit Sono-Cem befestigten Inlays feststellbar.

#### 4.7.2 Einfluss des Befestigungskomposits auf Überlebensrate und Liegedauer

Die Werte für die Überlebensrate von mit Variolink befestigten Inlays waren etwas besser als die der mit Sono-Cem eingesetzten Restaurationen, der Unterschied war aber nicht signifikant ( $p = 0,126$ , siehe Anhang S.154):

So beträgt die 10 Jahres-Überlebensrate der Inlays mit Variolink als Befestigungskomposit 90,0%, für Sono-Cem 75%.

Von allen Inlays, die nach 10 Jahren noch in situ waren, wurden 52,9% mit Variolink und 47,1% mit Sono-Cem eingesetzt.

Bei der Untersuchung des Einflusses auf die *Liegedauer*, fiel auf, dass von sieben Inlays, die weniger als fünf Jahre in situ waren, fünf mit Sono-Cem eingesetzte Restaurationen waren (71,4%). 86,7% (26 von 30) der Inlays mit Variolink als Befestigungszement und 78,1% (25 von 32) der mit Sono-Cem eingesetzten Inlays waren 9,5 Jahre und länger in situ. Auch hier ergab sich jedoch keine signifikante Korrelation ( $p = 0,455$ , siehe Anhang S. 154-155).

Wie im vorigen Abschnitt dargelegt, machte die Verwendung von Variolink oder Sono-Cem auf die Haltbarkeit des Inlays keinen signifikanten Unterschied ( $p = 0,133$ , Log Rank-Test, siehe Anhang S.155). Eine Tendenz ließ sich jedoch auch anhand der Grafik erkennen: Die 5-Jahres Überlebensrate von mit Variolink eingesetzten Inlays beträgt 93,3 %, die 10-Jahres

Überlebensrate 90,0%. Die 5-Jahres Überlebensrate von mit Sono-Cem eingesetzten Inlays lag bei 84,4%, die 10-Jahres Überlebensrate bei 74,5% (siehe auch Anhang S.155-156).

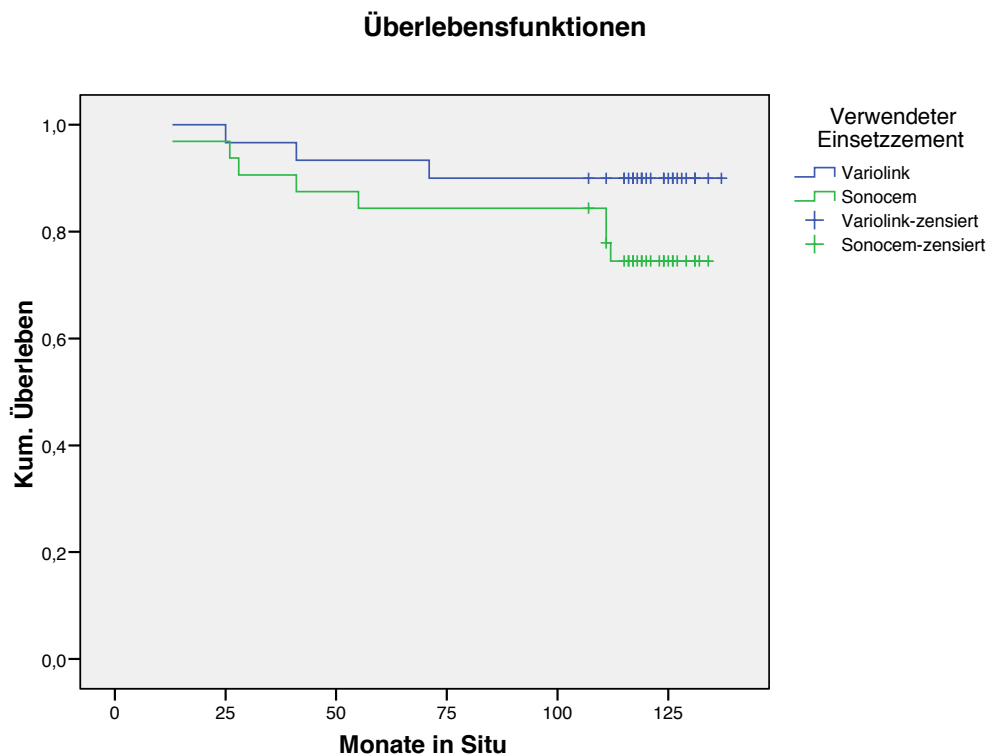


Abb. 58: Überlebensfunktion nach Kaplan-Meier für die mit Variolink und Sono-Cem befestigten Inlays

#### 4.7.3 Einfluss des Befestigungskomposits auf die Beschwerdeanamnese

Eine signifikante Korrelation zwischen dem *Einsetzzement* und *pulpalen Beschwerden* ergab sich nicht ( $p = 0,097$ , siehe Anhang S.157), mit Variolink eingesetzte Inlays zeigten tendenziell etwas weniger häufig pulpale Beschwerden.

13 von 20 Inlays mit pulpatischen Beschwerden (65%) waren mit Sono-Cem befestigt worden. 76,7% aller mit Variolink und 59,4% aller mit Sono-Cem eingesetzten Restaurationen verursachten keine Beschwerden.

*Schäden am Inlay* durch Frakturen oder Randdesintegrität unterlagen nachweisbar signifikant dem Einfluss des Einsetzzements ( $p = 0,048$ , siehe Anhang S.158).

Schäden am Inlay fanden sich häufiger bei Inlays, die mit Sono-Cem eingesetzt wurden:

Alle Inlays mit undichtem Rand wurden mit Sono-Cem eingesetzt, 66,7% der frakturierten Inlays waren ebenfalls mit Sono-Cem befestigt worden.

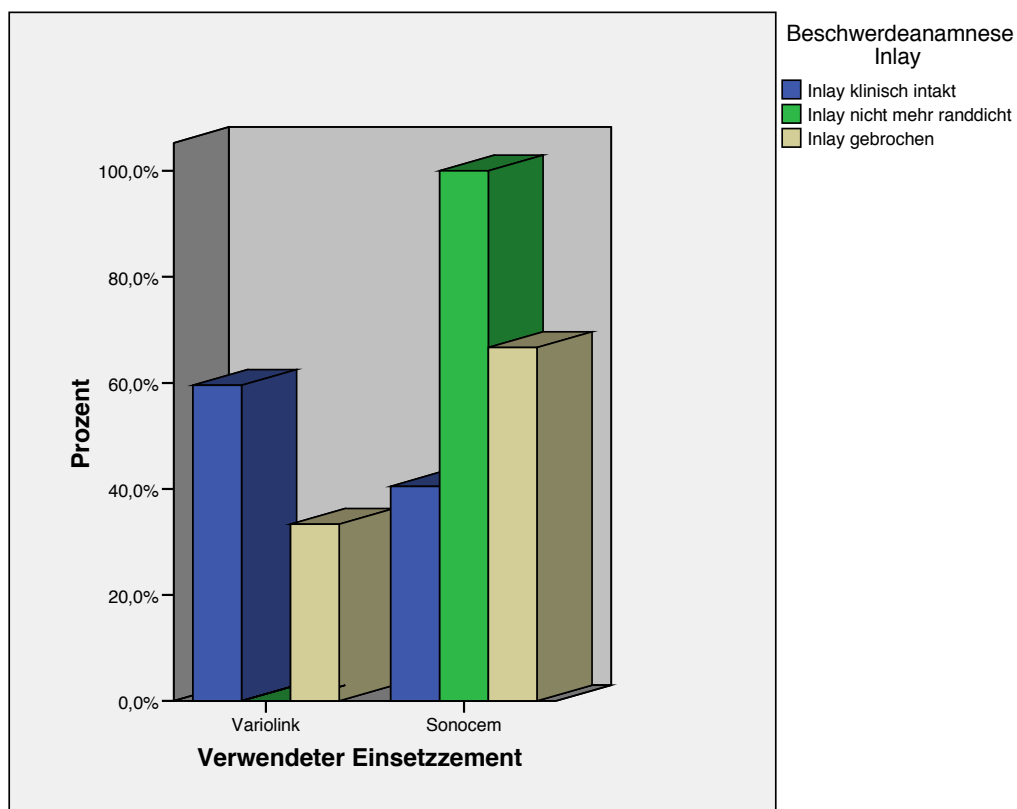


Abb. 59: Korrelation zwischen dem jeweils verwendeten Befestigungskomposit und Schäden an den Inlays

## **5 Diskussion**

### **5.1 Material und Methode**

#### **5.1.1 Patientenklientel**

Es handelt sich bei dieser Studie um eine prospektive Studie, d. h. den Patienten wurden gezielt unter kontrollierten klinischen Bedingungen ebenfalls unter kontrollierten Bedingungen hergestellte IPS Empress Inlays eingesetzt.

Es kann daher davon ausgegangen werden, dass die Präparations-, Herstellungs- und Befestigungsrichtlinien genauestens befolgt wurden, es sich hier also um einen Idealfall handelt, der in der Praxis wohl nicht immer dieses Niveau erreicht. Zudem kommen viele der Probanden selbst aus dem zahnmedizinischen Umfeld, da bei der Patientenrekrutierung vor allem Studenten und Beschäftigte der Münchener Zahnklinik mit vergleichsweise sehr jungem Durchschnittsalter zur Verfügung standen. Das könnte die Ergebnisse in mehreren Bereichen beeinflusst haben: zum Einen ist eine bessere Mundhygiene als bei durchschnittlicher Patientenklientel anzunehmen, zum Zweiten ist eine leicht erhöhte Austauschrate von Inlays mit Randundichtigkeiten bei zahnmedizinisch vorgebildeter Klientel, die regelmäßig Kontrolluntersuchungen wahrnimmt, möglich. Die Ergebnisse lassen sich also nicht ohne Vorbehalt auf die Gesamtbevölkerung übertragen, sondern geben vielmehr das Verhalten von Keramikinlays unter nahezu idealen Bedingungen wieder.

Von den ursprünglich 81 Patienten mit insgesamt 162 eingesetzten IPS Empress Inlays waren nach 10 Jahren 31 Patienten mit insgesamt 62 Inlays bereit, an der Nachuntersuchung teilzunehmen, das entspricht einer Recallrate nach 10 Jahren von 38,3%. Ein Großteil der ursprünglichen Probanden konnte unter damaligem Namen und Adresse nicht mehr ermittelt werden, anderen war es aus diversen Gründen nicht möglich, an einer Befragung oder Untersuchung teilzunehmen. Fünf ermittelte Patienten gaben telefonisch an, dass ihre Zähne noch mit den ursprünglichen Inlays versorgt seien, konnten aber die Inlays nicht nachuntersuchen lassen. Diese weiteren 10 Inlays wurden deshalb nicht in die Studie mit einbezogen, das Überlebensrate der Keramikinlays hätte sich jedoch dadurch geringfügig auf 84,7% verbessert.

### **5.1.2 Auswahl von Keramik und Befestigungskomposit**

Die Kriterien für die Auswahl der IPS Empress I Keramik als Inlaykeramik für diese Studie waren unter anderem die hohe erreichbare Ästhetik aufgrund der zahnähnlichen Transluzenz und die in der Literatur beschriebenen guten Haltbarkeitsergebnisse für dieses Inlaysystem [40, 92]. Die Befestigungskomposite Variolink und Sono-Cem wurden ausgewählt, um das klinische Verhalten von Inlays, die mit einem klinisch bewährten niedrig gefüllten Befestigungskomposit (Variolink) und Inlays, die mit einem hochgefüllten Zement (Sonocem mit Füllkörperanteil von 77,3%) eingesetzt wurden, zu vergleichen.

### **5.1.3 Klinische Untersuchung**

Die klinische Untersuchung der Inlays wurde abwechselnd von zwei kollaborierenden Behandlern durchgeführt, um größere Objektivität bei der Beurteilung der Kriterien und Vergabe der Wertungen zu erreichen. Beide Behandler waren nicht an der Herstellung der Inlays beteiligt.

Bei der Beurteilung der Sekundärkaries wurde lediglich als Sekundärkaries verbucht, was durch die taktile und visuelle Untersuchung und röntgenologische Untersuchung als eindeutig manifeste Sekundärkaries an den Restaurationsrändern feststellbar war, um ergebnisverfälschenden, behandlerabhängigen Fehldiagnosen vorzubeugen [147].

Die Beurteilung von Abrasion am Antagonisten wurde in dieser Studie bei der klinischen Untersuchung und mittels visueller Analyse des Gegenkiefergipsmodells durchgeführt. Die genaue Untersuchung der Antagonistenabrasion ist gesonderten Studien mit genaueren Methoden vorbehalten.

### **5.1.4 Auswahl der Untersuchungskriterien und Wertungsvergabe**

Die Untersuchungskriterien wurden durch den für die Inlaystudie Sono-Cem von Espe, (Seefeld), heute 3M Espe (Seefeld), und der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik erstellten Bogen vorgegeben, der sich an den United States Public Health Service (USPHS) -Kriterien orientiert. Die vorgegebenen Wertungsstufen entsprechen ebenfalls modifizierten USPHS-Wertungen A-E, die für die einzelnen Kriterien spezifiziert wurden. Diese Kriterien wurden gemäß den zur Beurteilung der Langzeitstabilität einer Restauration nötigen Parametern entwickelt.

Bei der Eruiierung von Beschwerden und vorgenommenen Therapiemaßnahmen mussten sich die Untersucher zum großen Teil auf die Angaben der Patienten verlassen, was Ungenauig-

keiten durch fehlerhafte Angaben zur Folge haben kann. Nur in wenigen Fällen befanden sich Patienten länger zur Behandlung in der Zahnklinik München, wodurch sich die Angaben mittels der Patientenkarteen verifizieren lassen konnten. Grundsätzlich ist bei Beurteilungen nicht außer Acht zu lassen, dass die Wertungsvergabe immer der Genauigkeit des Untersuchers und der subjektiven Einschätzung des Bewertenden unterliegt.

### **5.1.5 Auswertung**

Das SPSS-Programm in der Version 15.0 bietet neben der Erstellung von Diagrammen und Tabellen die Möglichkeit statistischer Auswertung in Form von Korrelationsberechnung und Überlebensstatistik und wird deshalb vielfach für die Auswertung statistischer Studien verwendet [183].

Kreuztabellen und -diagramme eröffnen die Möglichkeit, Zusammenhänge zwischen Untersuchungskriterien anschaulich tabellarisch und graphisch darzustellen.

Für vergleichende Aussagen eignen sich hierzu besonders Prozentangaben, weshalb diese bei der Ergebnisdarstellung der vorliegenden Studie größtenteils verwendet wurden.

Zur Einarbeitung in statistische Zusammenhänge, die für den Umgang mit dem SPSS-Programm notwendig waren, wurde auf entsprechende Literatur zurückgegriffen [15].

## **5.2 Ergebnisse**

Die Ergebnisse dieser Studie unterliegen wie die aller Langzeitstudien in Bezug auf die klinische Untersuchung der Limitation subjektiver Bewertungen und lassen sich deshalb nur unter Vorbehalt mit den Ergebnissen anderer Studien vergleichen.

### **5.2.1 Gesamteindruck: Ästhetik**

Der ästhetische Eindruck des Inlays setzt sich vor allem aus der Beurteilung der Komponenten *sichtbare Randverfärbungen und Randausbrüche*, sowie *anatomisch korrekte Form und Farbunterschiede zum umgebenden Zahn* zusammen. Letztere können schon beim Einsetzen nicht optimal gestaltet sein, für IPS Empress Inlays können jedoch hohe ästhetische Ergebnisse in Bezug auf Zahnähnlichkeit erreicht werden. In dieser Studie konnte nur der Zustand der Inlays nach einer Liegezeit von ca. 10 Jahren beurteilt werden, der Ausgangszustand ist nicht bekannt. *Molin M.K., Karlsson S.L.* [120] wiesen einen Anstieg der Farbungleichheit zwischen ein und vier Jahren von 15% auf 50% bei allen getesteten

Keramiksystemen (Cerec, Mirage, Empress) nach. 21,4% als *ästhetisch exzellent* und 74,5% *ästhetisch akzeptabel* eingestufte Inlays in der vorliegenden 10-Jahres Nachuntersuchung sprechen jedoch für die gute Farb- und Morphologiestabilität von Keramik, wie sie in weiteren Studien bestätigt wird [128]. So erhielten *Fasbinder D.J. et al.* [39] für Keramik (in diesem Fall Vita Mark2) signifikant bessere Ergebnisse für die Farbstabilität als für Komposit. Beim Vergleich zweier Keramiksysteme schnitt IPS Empress in einer Studie von *Coelho Santos M.J. et al.* [22] in Bezug auf die Farbstabilität besser ab als die Vergleichskeramik. *Thordrup M. et al.* [168] erhielten deutlich schlechtere Werte für die Morphologie von direkten Kompositinlays als für die indirekter Keramikinlays nach fünf Jahren.

### **5.2.2 Sekundärkariesanfälligkeit:**

Die Sekundärkariesrate wird für laborgefertigte Keramikinlays im allgemeinen als gering angegeben [40, 95, 168] und gehört im Gegensatz zur Sekundärkariesanfälligkeit bei direkten und indirekten Kompositrestaurationen [9, 24, 107] nicht zu den Hauptrevisionsgründen. Das wird durch die in dieser Studie klinisch festgestellte Sekundärkariesrate von 7,8% nach 10 Jahren, mit keinem Fall eines Austauschs aufgrund von Sekundärkaries nach einer Liegezeit von weniger als 114 Monaten (9,5 Jahren) bestätigt.

#### **5.2.2.1 Patientenabhängig: Mundhygiene**

Die Mundhygiene der für diese Studie nachuntersuchten Patienten erwies sich als im Durchschnitt gut mit einem mittleren API von 23,7% und PBI von 4,3%; die Forderung nach dauerhaft guter Mundhygiene als Indikationsbedingung für Keramikinlays, wie sie auch in der Stellungnahme der DGZMK zu Keramikrestaurationen festgehalten ist [153], war somit erfüllt. Eine höhere Sekundärkariesrate könnte man bei Patienten mit weniger guter Mundhygiene erwarten, da das Sekundärkariesrisiko vor allem Plaque abhängig ist [78, 147]. In der vorliegenden Studie ergab sich jedoch kein signifikanter Zusammenhang zwischen Sekundärkariesbildung und Plaqueanlagerung, wohl aber ein Hinweis auf den Zusammenhang zwischen Randqualität und Sekundärkariesbildung, da Zähne mit Sekundärkaries auch vermehrt Plaque im Bereich der Randfuge aufwiesen.



### **5.2.2.2 Behandler- bzw. materialabhängig: Plaqueanfälligkeit, Randspaltverhalten**

Obwohl Präparation, Herstellung und Einsetzvorgang bei der Inlayversorgung der Probanden dieser Studie unter kontrollierten, klinischen Bedingungen stattfanden, können auch hier behandler- sowie fertigungsspezifische Fehler aufgetreten sein, die die Qualität der Restaurationen unterschiedlich beeinflusst haben. Bei in der freien Praxis gefertigten Restaurationen kann hierbei noch von größeren Qualitätsschwankungen ausgegangen werden. Gerade auf materialabhängige Parameter wie erreichbare Oberflächengüte und Randgestaltung hat der Behandler entscheidenden Einfluss [153].

#### **Plaqueanlagerung, Oberflächenqualität**

Eine hochglanzpolierbare Oberfläche erhöht zum einen die ästhetische Wirkung des Materials und verhindert andererseits effektiver die Auflagerung von Belägen [2, 36, 184].

Eine signifikante Korrelation zwischen Oberflächenqualität und Plaqueanlagerung ließ sich in der vorliegenden Studie nicht nachweisen, was in etwa den Ergebnissen anderer Studien entspricht, die keine Korrelation zwischen der Oberflächenrauigkeit und der Adhäsion von Bakterien feststellen konnten [16, 115].

90,2% der in der vorliegenden Studie untersuchten Inlayflächen erschienen rau, was durch den mechanischen Abrieb durch Mastikation und Zähneputzen erklärbar wäre. Der Hinweis auf eine raue Oberfläche bei den meisten untersuchten Keramikrestaurationen nach längerer Liegedauer fand sich auch in anderen Studien [22].

Eine vermehrte Plaqueakkumulation an keramischen Oberflächen, wie sie zumindest in Bezug auf die initiale Plaquebesiedelung von *Hahn R. et al.* [61] und *Ilie N. et al.* [78] gefunden wurde, ließ sich in der vorliegenden Studie nicht verifizieren, was den Ergebnissen von *Kawai K.* und *Urano M.* [84] entspricht. Hier wies Keramik (darunter auch IPS Empress) unabhängig von der Oberflächenrauigkeit die geringste Plaqueanlagerung im Vergleich zu Amalgam, Gold und Komposit auf.

#### **Randintegrität und Sekundärkaries**

Die Randqualität einer Restauration hat einen signifikanten Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit [66]. Auch in dieser Studie waren 18,2% der Misserfolge auf Randdesintegrität zurückzuführen.

Beim Großteil der klinisch nachuntersuchten Keramikinlays fand sich ein zwar sondierbarer, aber intakter Rand (70,6%). Die Sondierbarkeit kann sowohl durch schnellere Abrasion des Befestigungsmaterials [128], kleine Randausbrüche z.B. durch präparationsbedingte Schäden an der Keramik [162], oder „Heraustreten des Inlays“ durch verstärkte Abrasion der

umgebenden Zahnflächen [68] entstehen, als auch durch Ablösen des adhäsiven Verbunds von der Keramik- oder Zahnklebefläche verursacht sein:

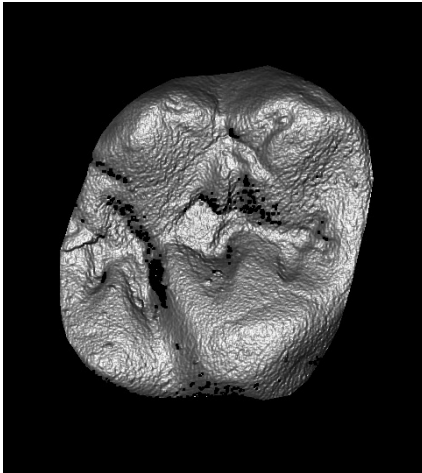


Abb. 60: Kaum erkennbarer Randübergang des mod-Inlays Zahn 16 direkt nach dem Einsetzen

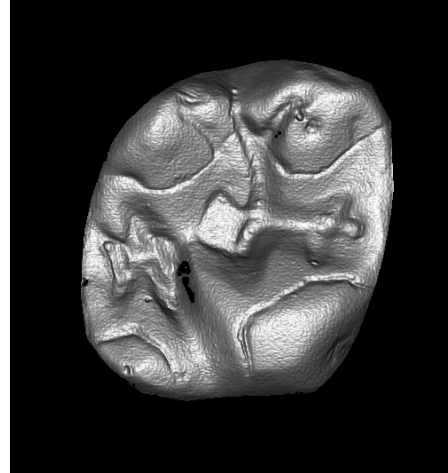


Abb. 61: Deutlich sichtbare Randfuge nach 120 Monaten

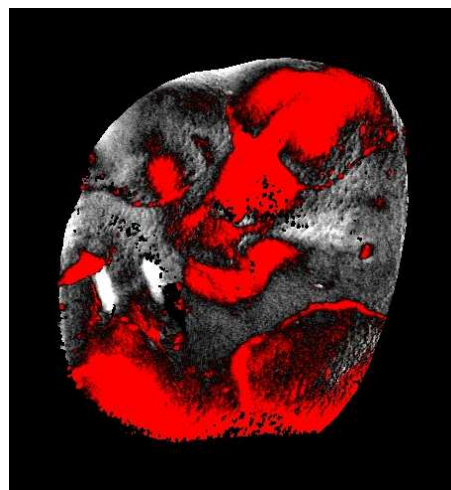


Abb. 62: Darstellung der abradiertere Bereiche (rot) nach 120 Monaten, gleicher Zahn (Fotos: M. Heel)

In der Langzeitstudie von *Felden A. et al.* [40] wiesen 59,2% der Keramikinlays nach sieben Jahren eine exzellente Randqualität auf. Das ist in etwa mit dem Ergebnis dieser Studie zu vergleichen, wenn man berücksichtigt, dass sich das Randverhalten erst nach 114 Monaten erheblich verschlechtert hat. Nach 120 Monaten wiesen jedoch nur noch 15,7% der Inlays in der vorliegenden Studie einen exzellenten Rand auf.

*Krämer N. et al.* [92], bzw. *Frankenberger R. et al.* [43], die die approximalen Restaurations-

ränder der Keramikinlays unterhalb der Schmelz-Zement-Grenze ansiedelten, fanden schon nach 4 bzw. 6 Jahren eine vom Befestigungsmaterial unabhängige signifikante Verschlechterung der marginalen Integrität: hier wiesen 79% bzw. 95% der Restaurationen Randmängel auf. Das im Vergleich sehr gute Ergebnis von insgesamt 86,3% intaktem Rand nach 10 Jahren in der vorliegenden Studie könnte auf der - zumindest für damalige Adhäsivsysteme geltenden - deutlich besseren Haftung des Befestigungskomposits an schmelzbegrenzten Kavitätenrändern hinweisen, wie sie auch von *Thonemann B. et al.* [167], *Lang H. et al.* [101], *Bitter K. et al.* [11] und *Kunzelmann K.-H. et al.* [100] proklamiert wurde. *Glockner K. et al.* [55] fanden dagegen keine signifikante Beeinflussung der Randadaptation von unterhalb der Schmelz-Zement-Grenze gelegenen Rändern.

Die primäre Randadaptation von Empress Inlays wird im Allgemeinen als im Vergleich zu CEREC Inlays und Kompositfüllungen sehr gut im Bereich von 50-100µm, (für CEREC 110-130µm [5]) angegeben [124].

In der vorliegenden Studie lag die durchschnittliche Randfuge nach vier Jahren im Bereich von 130µm [10], was zumindest bei einigen Inlays eine noch größere Randfuge vermuten lässt. *Beuer F.* [10] zeigte, dass bei einer Zementierfuge von mehr als 140µm signifikant häufiger Randspalten auftraten, als bei passgenaueren Inlays.

Andererseits scheint eine große Fuge durch das Einsetzkomposit zumindest teilweise kompensiert werden zu können, weshalb für Inlays mit schlechterer initialer Passgenauigkeit hochvisköser Befestigungskomposit empfohlen wird [149].

Die nach 10 Jahren im Durchschnitt noch gute Randqualität der Inlays der vorliegenden Studie scheint die Ergebnisse anderer Studien zu bestätigen, wonach bei adhäsiv eingesetzten Restaurationen die Passgenauigkeit nicht mehr in dem Maß ausschlaggebend für die Langzeitstabilität ist, wie früher angenommen [46, 59, 98].

In der vorliegenden Studie konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen Randqualität und Verfärbungen nachgewiesen werden, was die logische These unterstützt, dass schlechte Randqualität auch die Anlagerung von Plaque und damit Bakterien begünstigt und so das Sekundärkariesrisiko erhöht. Zwar konnte keine signifikante Korrelation zwischen Randqualität und Plaqueanlagerung aufgezeigt werden. Das Auftreten von Verfärbungen an nicht intakten Rändern zeigt jedoch die längerfristig mögliche Besiedelung mit Bakterien und Ablagerungen auf. So wurde auch ein signifikanter Zusammenhang zwischen Randqualität und Sekundärkaries nachgewiesen ( $p < 0,05$ ). Das entspricht den Ergebnissen von *Totiam P. et al.* [169].

Auch *Sarrett D.C.* [147] führte die Korrelation zwischen Sekundärkaries und Randqualität an, die für ihn aber zusätzlich dadurch bedingt ist, dass eine schlechte Randqualität nicht immer mit manifester Sekundärkaries einhergehe, wohl aber den Behandler schneller die Diagnose „mögliche Sekundärkaries“ stellen lasse. Da auch bei der vorliegenden Studie nicht bekannt ist, inwieweit die wegen Randdesintegrität ausgetauschten Inlays tatsächlich von Sekundärkaries betroffen waren, wurden bei der Beschreibung der Fälle mit Sekundärkaries nur die mittels der klinischen Untersuchung diagnostizierten Sekundärkariesfälle berücksichtigt. Alle weiteren Fälle wurden unter der Rubrik „aufgrund von Randundichtigkeit ausgetauscht“ zusammengefasst.

### 5.2.3 Einfluss auf Gingiva und Pulpa

Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen die These, dass der Werkstoff Keramik an sich keine negativen Einflüsse auf Gingiva und Pulpa ausübt, da er chemisch inert, das heißt korrosions- und säurestabil ist [87, 136].

So konnte kein vermehrter Attachmentverlust oder erhöhter Entzündungsgrad der Gingiva im Vergleich zu den unrestaurierten Zähnen nachgewiesen werden. Dagegen wurde ein erhöhter gingivaler Entzündungsgrad in mehreren Untersuchungen bei Komposit- oder Amalgamrestaurationen festgestellt und war insbesondere bei Kompositrestaurationen nicht nur auf Irritationen durch unexakte Restaurationsränder zurückzuführen [91, 151].

Pulpale Reaktionen traten in 32,3% der Fälle auf und führten in acht Fällen zum Austausch der Restauration. *Otto T.* und *De Nisco S.* [128] machen in ihrer Studie eine ähnliche Beobachtung: Ein relativ hoher Anteil von Patienten (27%) beschrieb postoperative Beschwerden, die nach dem Abklingen nicht wieder auftraten, 7% der Misserfolge waren hier auf endodontische Beschwerden zurückzuführen, in der vorliegenden Studie kam auf endodontische Probleme ein Mißerfolgsanteil von 27,4%

Die pulpischen Beschwerden können sowohl auf herstellungsbedingte Reizung der Pulpa (Präparationsstress, bakterielle Kontamination während der Provisorienphase, thermische Reize, Austrocknung beim Einsetzen, Okklusionsstörung etc.) zurückzuführen sein, oder durch die Einwirkung des Adhäsivs und Befestigungskomposits verursacht sein. So wird den Bestandteilen von Kompositen ein erhöhtes Reizpotential auf Gewebe zugeschrieben [23, 32, 51]. Diskutiert werden ebenfalls Druck- und Flüssigkeitsverschiebungen in den Dentinkanälchen bei fehlerhafter Anwendung der Adhäsivkomponenten, die eine Reizung der Pulpa hervorrufen [63, 151]. Hypersensibilitäten bis hin zur irreversiblen Pulpitis können bei

jeder Art von Restauration entstehen [163: *in 29,6% der Fälle endodontische Probleme bei Goldrestaurationen innerhalb von 10 Jahren*], sind aber vor allem von Adhäsivversorgungen bekannt [49, 63].

Im Vergleich zu anderen Studien über Empress Inlays [45, 95] zeigt sich in der hier vorliegenden Nachuntersuchung eine ähnliche, aber leicht höhere Rate an Misserfolgen durch pulpitischer Beschwerden. Der Grund für das vermehrte Auftreten pulpitischer Beschwerden bei der vorliegenden Studie in direktem Vergleich zu anderen Keramikinlay-Langzeitstudien, kann nicht wie bei *Otto T., De Nisco S.* [128] und *Reiss B.* [142] an einer fehlenden Dentinkonditionierung liegen, da beide Einsetzvarianten mit Dentinkonditionierung arbeiteten, die eine mit Total Etch-Technik, die anderen mit Dentinkonditionierung über das Bondingsystem mit Einbeziehung der smear-layer. Smear-Layer erhaltende Bondingsysteme, wie das verwendete Pertac Bond zeigten jedoch in Haftfestigkeitsmessungen deutlich geringere Verbundfestigkeiten zum Dentin, als Systeme, die die smear-layer durch Säure (z.B. Total Etch-Technik) entfernen [111]. Spalten zwischen der Restauration und dem Dentin durch Versagen der Dentinhaftung sind laut *Haller B.* [63] ein Grund für das Auftreten postoperativer Hypersensibilitäten. Das kann die in dieser Studie tendenziell häufiger beobachteten Beschwerden bei den mit Sono-Cem und Pertac Bond eingesetzten Inlays erklären.

Auch das Legen einer Unterfüllung (in der vorliegenden Studie mittels lichthärtendem oder konventionellem Glasionomerzement) zusätzlich zur Behandlung mit Dentinadhäsiven kann zu verstärkten postoperativen Sensibilitäten führen [92] und so die erhöhte Anzahl an pulpitischer Beschwerden erklären.

Die Rate der pulpitischer Beschwerden nach dem Einsetzen von CAD/CAM gefertigten Keramikinlays liegt im Vergleich zu den Studienergebnissen von laborgefertigten Inlays etwas niedriger [128, 130]. *Reiss B.* [142] begründet das gute Abschneiden der CAD/CAM gefertigten Inlays mit der beim Cerec-System fehlenden Provisorienphase mit Infektionsrisiko für die Pulpa.

#### **5.2.4 Materialermüdung und Verschleiß**

In fast allen Studien über sowohl laborgefertigte, als auch CAD/CAM gefertigte Inlays wird die Fraktur der Restauration als Hauptmisserfolgsgrund angegeben [4, 20, 35, 120, 128, 158, 164].

In der vorliegenden Studie musste nur in einem Fall das Inlay wegen Bruchs nach ca. sieben

Jahren ausgewechselt werden, ein weiteren Fall von Inlaybruch wurde schon zwei Wochen nach dem Einsetzen verzeichnet, das Inlay wurde erneut angefertigt und war bis zur Vier-Jahres-Nachuntersuchung intakt, bei der 10- Jahresuntersuchung jedoch war es wiederum im Isthmusbereich frakturiert. Dieses Inlay könnte aufgrund der unausgeglichenen Belastung durch die nicht regelgerechte Okklusion des Patienten aufgrund der vorliegenden extremen Kreuzbiss-Situation gebrochen sein:



*Abb. 63: Zahn 47 mit frakturiertem mod-Inlay*



*Abb. 64: Habituelle Interkuspitation der betreffenden Patientin*

Dieser Fall unterstreicht die Wichtigkeit der geforderten strengen Indikationsstellung für Keramikinlays [99, 142], die durch die werkstoffkundlichen Eigenschaften der Keramik wie die starke Sprödigkeit bedingt ist.

Insgesamt war eine mit anderen Studien vergleichbare Anzahl von neun Inlays (14,5%) innerhalb ihrer Liegedauer gebrochen, alle Frakturen wurden in der klinischen Nachuntersuchung nach einer Liegedauer der Restaurationen von über fünf Jahren, acht davon im Zeitraum von 114 bis über 120 Monaten diagnostiziert, wobei bei fünf dieser Restaurationen nicht mehr eruierbar war, zu welchem Zeitpunkt die Fraktur der jeweiligen Restauration wirklich erstmals aufgetreten war. Es ergibt sich jedoch eine längere Zeit bis zum Auftreten von Ermüdungsfrakturen im Vergleich zur Studie von *Frankenberger R.* [45], der dieses Phänomen im Liegezeitraum zwischen drei und fünf Jahren beobachtet hatte. Nachdem die Studie von Frankenberger eine Acht- Jahresuntersuchung ist, könnte man vermuten, dass bei Keramikinlays eine zweite Phase für das Auftreten von Belastungs- und Ermüdungsbrüchen nach einer Liegedauer von ca. neun Jahren auftreten kann.

Zudem kann die Verwendung einer Unterfüllung (in der vorliegenden Studie aus lighthärtendem oder konventionellem Glasionomerzement) durch die entstehende Schichtstärkenverringering der Keramik für eine erhöhte Frakturrate verantwortlich sein [128].

Ein naheliegender signifikanter Zusammenhang zwischen starken Einschleifmaßnahmen [45] oder Bruxismus und Inlayfrakturen [46, 128] konnte in der vorliegenden Studie jedoch nicht nachgewiesen werden, auch wenn sich feststellen ließ, dass Inlayzähne ohne Abrasionsspuren auch keine Materialschäden aufwiesen.

Auch eine signifikante Korrelation zwischen der Randqualität und Okklusionskontakten auf der Klebefuge, die die Wahrscheinlichkeit von Randausbrüchen stark erhöhen können [100, 162], konnte nicht eindeutig bewiesen werden, da frühere Okklusionsbeziehungen an jetzt fehlerhaften Rändern nicht rekonstruiert werden konnten.

Langzeitstudien über CAD/CAM gefertigte Inlays geben meist eine geringere Frakturrate an [4, 120, 137, 142]. Das könnte darauf zurückzuführen sein, dass CAD/CAM-Keramiken im Vergleich zur IPS Empress I Keramik aufgrund ihres herstellungstechnisch komplexeren Gefüges eine größere Festigkeit aufweisen [4] (- hier allerdings keine Empress Keramik zum Vergleich). Zudem kann bei CAD/CAM-Systemen die okklusale Dicke der Inlays am Bildschirm vor dem Schleifprozess gemessen und gegebenenfalls nachkorrigiert werden [128].

Die Abrasion des Antagonisten wurde in der vorliegenden Studie nur anhand von klinischer Untersuchung und Befundung am Gipsmodell untersucht. Die verstärkte Abrasion von antagonistischen Zähnen und Restaurationen durch die Keramik [31, 126] konnte hier - mit

der Limitation der vorliegenden Studie - nicht bestätigt werden: In nur 8,33% der Fälle war eine direkt mit der Keramikfläche korrespondierende Abrasion am Antagonisten feststellbar. Hierzu sollten jedoch weitere genauere Studien vorgenommen werden, um die Frage nach der Indikation für Keramikrestaurationen bei Knirschern auch in Bezug auf die Schonung des Antagonisten weiter zu untersuchen.

### **5.2.5 Einfluss von Lokalisation und Restaurationsausdehnung auf klinisches Erscheinungsbild und Langzeitanamnese**

Die Ergebnisse der erstellten Studie zeigen eine signifikante Korrelation ( $p < 0,02$ ) zwischen der Lage der Inlays im Prämolaren- oder Molarenbereich und der Randqualität mit deutlich schlechterer Randqualität bei Molareninlays.

Verantwortlich hierfür könnte zum Einen der schlechtere Zugang zum Behandlungsgebiet im Molarenbereich, zum Anderen die schlechtere Erreichbarkeit der Molaren bei der Zahnpflege sein [142]. Gleichzeitig muss eine wesentliche physikalische Komponente berücksichtigt werden: Molaren stehen in der am stärksten der Kaukraft ausgesetzten Region des Gebisses [123] und müssen zudem die Kraft breitflächiger aufnehmen als Prämolaren. Die okklusale Kraft kann marginale Desintegration beschleunigen [67]. So lagen vier von fünf gebrochenen Inlays im Molarengebiet. Ein noch eindeutigeres Ergebnis erhalten *Sjögren G. et al.* [158] bei ihrer Langzeituntersuchung von CEREC Inlays, hier lagen alle gebrochenen Restaurationen im Molarenbereich.

Ein Zusammenhang zwischen der Randqualität, Sekundärkariesbildung und der Größe der Inlays (zwei- oder dreiflächig) konnte in der vorliegenden Studie nicht nachgewiesen werden, die Tendenz zum leicht schlechteren Abschneiden von dreiflächigen Restaurationen könnte hier auch der Tatsache zuzuschreiben zu sein, dass eine größere Anzahl von Molaren (68%) dreiflächig versorgt wurden als Prämolaren (49%).

Dass die Lage der Inlays im Prämolaren- oder Molarenbereich die Überlebenswahrscheinlichkeit von Keramikinlays signifikant beeinflusst ( $p < 0,02$  in der vorliegenden Studie), konnte auch in anderen Langzeitstudien bewiesen werden [129, 142, 158]. *Coelho Santos M.J. et al.* [22] und *Arnetzl G.* [4] fanden dagegen keinen signifikanten Unterschied zwischen der Überlebenszeit von Prämolaren- oder Molareninlays.

Die Größe des Inlays hatte einen signifikanten Einfluss auf die Liegedauer der Restauration ( $p < 0,02$ ), nicht aber auf die allgemeine Überlebenswahrscheinlichkeit ( $p = 0,059$ ). Dreiflächige Inlays schnitten jedoch auch mit einer mittleren Überlebenszeit von 111 Monaten deutlich



schlechter ab als zweiflächige mit einem mittleren Überleben von 133 Monaten. Mehrere Studien zeigen für die Größe von keramischen Inlays eine signifikante Korrelation mit der Überlebenswahrscheinlichkeit [128, 137], während bei *Walther W. et al.* [174] und *Reiss B.* [142] nur ein tendenziell schlechteres Ergebnis für das Überleben dreiflächiger Inlays gefunden wurde, was den Ergebnissen der vorliegenden Studie entspricht.

Die in dieser Studie festgestellte hochsignifikante Korrelation zwischen pulpitischen Beschwerden und der Lage der Inlays in Ober- oder Unterkiefer, die ein verstärktes Auftreten der Hypersensibilitäten bei Restaurationen im Oberkiefer aufzeigt, wurde in anderen Studien nicht untersucht und ist nicht ausreichend schlüssig erklärbar.

### **5.2.6 Einfluss der Befestigungsmaterialien auf klinisches Erscheinungsbild und Langzeitanamnese**

Das Befestigungsmaterial und die Randfuge stellen einen nicht zu vernachlässigenden Faktor für die Langzeitstabilität indirekter Restaurationen dar [149, 169]. *Beuer F.* [10] zeigte, dass mit niedrigviskösem Befestigungskomposit bei sehr passgenauen Inlays und mit hochviskösem Befestigungskomposit bei passungengenauen Keramikinlays zumindest nach vier Jahren die besten Ergebnisse erreichbar sind.

In der vorliegenden Studie konnte der Unterschied zwischen dem Einfluss eines niedriggefüllten (Variolink I) und eines hochgefüllten (Sono-Cem) Befestigungskomposits, die nach Auslösung, ohne Berücksichtigung der initialen Passgenauigkeit des Inlays, zum Einsetzen verwendet wurden, auf das klinische Erscheinungsbild und die Langzeitanamnese untersucht werden. Hierbei fand sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Befestigungskompositen in Bezug auf die Randqualität und Sekundärkariesbildung, tendenziell zeigte jedoch Variolink bessere Ergebnisse.

Auch *Frankenberger R. et al.* [43] konnten bei ihrer Sechs-Jahresuntersuchung keinen signifikanten Einfluss der vier verwendeten Befestigungskomposite auf die Randqualität nachweisen, ähnlich *Krämer N. et al.* [95], die Variolink und Compolute als Befestigungsmaterialien verwendet hatten.

Für den Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit ergab sich nur ein geringfügig schlechteres Ergebnis für den hochgefüllten Zement Sono-Cem, das jedoch weit unter dem Signifikanzniveau blieb. Das entspricht der 10 Jahresnachuntersuchung von *Stoll R. et al.* [164], die ebenfalls keinen Unterschied bezüglich des Überlebens von IPS Empress Restaura-

tionen fanden, die mit niedriggefülltem oder hochgefülltem Befestigungskomposit eingesetzt waren.

Ein signifikantes Ergebnis ließ sich nur für die Korrelation zwischen Schäden am Inlay und dem Befestigungskomposit nachweisen ( $p < 0,05$ ): deutlich mehr der mit Sono-Cem eingesetzten Inlays wiesen Randdesintegration und Frakturen auf. Mit dem Einsetzkomposit Sono-Cem wurde das Bondingsystem Pertac Bond verwendet. Dieses weist in Haftfestigkeitsmessungen eine geringere Verbundfestigkeit zum Dentin auf, als Systeme wie das mit dem Einsetzkomposit Variolink verwendete Bondingsystem Syntac Classic in Verbindung mit Total Etching [111]. Der durch suboptimalen Verbund entstehende Stabilitätsverlust kann ursächlich für vermehrt auftretende Frakturen und Randdesintegritäten sein.

Festzustellen ist aber auch, dass die mit Sono-Cem eingesetzten Inlays vor allem Molareninlays waren, für die die schlechtere Randqualität im Vergleich zu Prämolareninlays bereits mit höherer Signifikanz und schlüssig begründbar festgestellt wurde (siehe Punkt 4.5.2).

### 5.2.7 Ergebnisse der Langzeitstatistik

Wie schon *El-Mowafy O., Brochu J.F.* [35] und *Frankenberger R.* [45] bemängelten, finden sich immer noch nur relativ wenige Langzeitstudien für Laborkeramiken, die über einen Zeitraum von fünf Jahren hinausgehen [33]:

| Jahr | Erstautor     | Beobachtungszeit | Keramik  | Anzahl der Restaurationen* | Überlebensrate nach Kaplan-Meier |
|------|---------------|------------------|--|----------------------------|----------------------------------|
| 1998 | Felden        | 7 Jahre          | Dicor, Empress I, Cerec-Vita-Mark 1, Duceram etc | 287                        | 94,2%                            |
| 1998 | Lehner        | 6 Jahre          | Empress I  | 138                        | 94,9%                            |
| 2000 | Frankenberger | 6 Jahre          | Empress I  | 96                         | 93%                              |
| 2000 | Felden        | 7 Jahre          | Empress I  | 42                         | 81%                              |
| 2002 | El-Mowafy     | 7 Jahre          | Empress I  | Literatur-zusammenfassung  | 91%%                             |
| 2006 | Arnetzl       | 15 Jahre         | Dicor, Hi-Ceram, Optec, Duceram/LFC              | Nicht bekannt              | 68%                              |
| 2006 | Frankenberger | 8 Jahre          | Empress I  | 96                         | 92%                              |
| 2007 | Stoll         | 10 Jahre         | Empress I  | 1624                       | 82%                              |
| 2008 | Krämer        | 8 Jahre          | Empress I  | 69                         | 90%                              |
| 2009 | Forster       | 10 Jahre         | Empress I  | 62                         | 82,3%                            |

\*Die Anzahl der Restaurationen bezeichnet- soweit bekannt – die Zahl der in der jeweiligen Studie zum Nachuntersuchungszeitpunkt in die Statistik einfließenden Restaurationen

Abb. 65: Überblick über bestehende Langzeitstudien zu laborgefertigten Keramikinlays

Als jüngste 10-Jahres-Studie ist die hier vorliegende in die Tabelle integriert; das Langzeitergebnis entspricht dem der 10-Jahres-Studie von *Stoll R. et al.* [164]. Die Fünf-Jahres- Überlebensrate von 88,7% der vorliegenden Nachuntersuchung liegt unter der der anderen Studien, wobei berücksichtigt werden muss, dass die Fünf-Jahres-Überlebensrate mit

der Anzahl der zum Zeitpunkt der 10-Jahres-Untersuchung eruierbaren Inlays berechnet wurde und somit nicht ein direkt vergleichbares Ergebnis darstellt. (Bei der 10 Jahre – Untersuchung waren nur 38% der ursprünglichen Restaurationen vorhanden).

Pulpitische Beschwerden waren innerhalb der ersten fünf Jahre der Hauptauslöser für den Misserfolg einer Restauration (63,3% der Misserfolge), spätere Misserfolge sind fast ausschließlich auf Materialschäden zurückzuführen und traten großteils erst nach einer Liegedauer von über 9,5 Jahren auf. Die in der Tabelle aufgeführten Studien für den Zeitraum von sechs bis acht Jahren (siehe oben) berichten über eine im Vergleich größere Anzahl von Frakturen innerhalb dieser Liegedauer und geringere Anzahl an postoperativen Sensibilitäten mit den entsprechenden Folgen. Zu den möglichen Ursachen für diese Unterschiede in Bezug auf die Beschwerdeanamnese siehe Punkt 5.2.3 und 5.2.4.

Über Keramische Inlays, die mittels CAD/CAM Verfahren angefertigt und in einer Sitzung eingegliedert wurden, gibt es sehr viel mehr Langzeitstudien, die über den Zeitraum von über acht Jahren hinausgehen. Sie beschreiben fast ausnahmslos bessere Überlebenszeiten als vergleichbare Studien mit laborgefertigten Inlays [49].

| <b>Jahr</b> | <b>Erstautor</b> | <b>Beobachtungszeit</b> | <b>Keramik</b>          | <b>Anzahl der Restaurationen*</b> | <b>Überlebensrate nach Kaplan-Meier</b> |
|-------------|------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|---|
| 2000        | Pallesen         | 8 Jahre                 | Vita-Mark II, Dicor MGC | 32                                | 90,6%                                   |
| 2002        | Otto             | 10 Jahre                | Vita-Mark 1             | 187                               | 90,4%                                   |
| 2004        | Posselt          | 9 Jahre                 |                         | 2328                              | 95,5%                                   |
| 2004        | Sjögren          | 10 Jahre                |                         | 61                                | 89%                                     |
| 2006        | Arnetzl          | 15 Jahre                | Vita-Mark 1             | Nicht bekannt                     | 93%                                     |
| 2006        | Fasbinder        | 10 Jahre                |                         | Literatur-zusammenfassung         | 90%                                     |
| 2006        | Reiss            | 18 Jahre                | Vita-Mark, Dicor        | 1011                              | 89%                                     |
| 2008        | Otto             | 17 Jahre                | Vita-Mark I             | 187                               | 88,7%                                   |
| 2008        | Zimmer           | 10 Jahre                | Vita-Mark II, Dicor     | 226                               | 85,7%                                   |

\*Die Anzahl der Restaurationen bezeichnet- soweit bekannt – die Zahl der in der jeweiligen Studie zum Nachuntersuchungszeitpunkt in die Statistik einfließenden Restaurationen

*Abb. 66: Überblick über bestehende Langzeitstudien zu CAD/CAM gefertigten Keramikinlays*

Als ein Grund für die bessere Langzeitstatistik von CAD/CAM Restaurationen wird vor allem der Vorteil des einzeitigen Einsetzens gesehen, bei dem eine zusätzlich mögliche Kontamination der Dentinoberfläche mit Bakterien durch die fehlende Provisorienphase entfällt [153], die eine erhöhte Beschwerderate nach dem Einsetzen des Inlays nach sich ziehen würde. Zudem kann durch das unmittelbare Eingliedern der Restauration eine Schwächung der Zahnschubstanz in der instabilen Provisorienphase vermieden werden [46]. Ein weiterer Vorteil besteht in der Möglichkeit, bei CAD/CAM-Systemen, die okklusale Dicke der Inlays vor dem Schleifprozess am Bildschirm zu messen und so Keramikfrakturen zu vermeiden [128].

Mit der Limitation einer unter kontrollierten klinischen Bedingungen an einem zahnmedizinisch vorgebildeten Patientenklientel durchgeführten Studie, die deshalb nicht ohne weiteres auf den Praxisalltag übertragen werden kann, sind die klinischen Langzeitergebnisse für IPS-Empress-Inlays in der vorliegenden Nachuntersuchung als gut zu bezeichnen. Als Nachteil im Vergleich zu CAD/CAM-gefertigten Inlays kann jedoch sowohl die niedrigere Überlebensrate laborgefertigter Keramikinlays gesehen werden, wie sie zumindest aus den vorliegenden Studien hervorgeht, als auch der geringere Komfort für den Patienten durch nötige Abformung und Provisorienphase. Im Praxisalltag nicht unerheblich sind zudem die im Vergleich höheren Kosten [4, 49, 128].

Die ästhetisch anspruchvollste Restauration einer Klasse II Kavität mittels laborgefertigter Keramikinlays mit gutem Langzeitverhalten wird deshalb immer mehr vor den verbesserten CAD/CAM-Systemen in den Hintergrund geraten.

### **5.3 Schlussfolgerungen für die Praxis**

Hochästhetische Keramikinlays aus IPS Empress I Keramik weisen ein gutes Langzeitverhalten auf und sind als Alternative gegenüber nicht zahnfarbenen Restaurationen für Klasse II Kavitäten und als zwar teurere aber auch haltbarere Variante gerade bei großen Kavitäten zu Kompositrekonstruktionen zu sehen. Vor allem für den Prämolarenbereich, wo eine Versorgung mit nicht zahnfarbenem Material in der Regel sichtbar und somit von Patienten häufig abgelehnt wird, erwiesen sich laborgefertigte IPS Empress Inlays als sehr langzeitstabil und ästhetisch exzellent. Molareninlays größerer Ausdehnung zeigten höhere Risiken, hier sollte die Indikation hinsichtlich Mundhygiene- und Okklusionsverhältnissen (Bruxismus) gut überprüft werden um eine lange Haltbarkeit gewährleisten zu können. Mit Hypersensibilitäten nach dem Präparieren und Eingliedern von laborgefertigten Keramik-

inlays ist zu rechnen, die Ergebnisse dieser Studie zeigen aber ebenfalls, dass meist nur von reversiblen Nervreizungen ausgegangen werden muss und so bei entsprechender Patientencompliance auch ein zunächst überempfindlicher Zahn vital gehalten werden kann. Keramikinlays weisen eine ausgezeichnete Biokompatibilität auf und sind daher auch für Allergiker und Patienten, die eine möglichst bioverträgliche Restaurationsart wünschen, zu empfehlen.

Trotz der guten Ergebnisse für laborgefertigte Keramik ist anzunehmen, dass sich langfristig die für den Patienten kostengünstigeren, zeitsparenderen und zudem sehr langzeitstabilen CAD-CAM gefertigten Keramikinlays für ästhetische Rekonstruktionen durchsetzen werden. Wo nicht die zahnfarbene Ästhetik im Mittelpunkt steht, gilt noch das Goldinlay als Optimum der Inlaytechnik [159]. Eine Ablösung des „Goldstandards“ durch keramische Inlaysysteme ist jedoch, auch aufgrund der guten Langzeitergebnisse, durchaus prognostizierbar [79].

## 6 Zusammenfassung

In der vorliegenden prospektiven klinischen Studie zum Langzeitverhalten von IPS Empress I Keramikinlays konnten von den ursprünglich 81 Patienten mit 162 Inlays in vitalen Zähnen nach einer Liegedauer von 10 Jahren noch 62 Rekonstruktionen in die Beurteilung miteinbezogen werden; 51 davon waren noch in situ.

Die Inlays waren mit den dualhärtenden Befestigungskompositen (niedrigviskös: Variolink + Syntac classic, hochviskös: Sono-Cem + Pertac-Bond) eingesetzt worden, wobei die Auswahl des jeweiligen Befestigungskomposits im Losverfahren erfolgt war.

Die 10-Jahres-Untersuchung umfasste die klinischen Parameter *Ästhetik, Oberflächenqualität, Randqualität, Randverfärbung, Sekundärkaries, Mundhygieneparameter, Attachmentverlust, Vitalität, Okklusionsstellung* und *Abrasion*. Weitere Fragen bezogen sich auf die *Beschwerdeanamnese, Therapiemaßnahmen* und *Mißerfolgsgründe*. Die Auswertung erfolgte mittels der SPSS 15.0- Family Software.

Die Überlebensrate nach Kaplan-Meier für 10 Jahre betrug 82,3%, die mittlere Überlebenszeit lag bei 122,9 Monaten.

Die Misserfolgsgründe waren pulpitische Beschwerden (8 von 11 = 72,7%) sowie Randdesintegration und Fraktur (3 von 11 = 27,3%).

Von den noch in situ befindlichen Inlays wiesen weitere fünf (Rand-)frakturen auf; an vier Zähnen wurde Sekundärkaries im Randbereich diagnostiziert.

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen *Randqualität* und *Randverfärbung*, sowie *Randqualität* und *Sekundärkariesbildung* konnte nachgewiesen werden.

Inlays im Prämolarenbereich wiesen signifikant bessere Randqualität und Überlebensraten auf. Die *Lage der Inlays in Ober- oder Unterkiefer* und der *Befestigungskomposit* hatten keinen signifikanten Einfluss auf die *Überlebenszeit*. Zweiflächige Inlays schnitten tendenziell besser ab als dreiflächige.

Die gute Biokompatibilität der Keramik konnte bestätigt werden.

Aufgrund der Ergebnisse dieser Studie können laborgefertigte Keramikinlays als ästhetische, biokompatible und langfristige Versorgung von Klasse II Kavitäten empfohlen werden.

**7 Literaturverzeichnis**

- 1 Ahlers M.O.:** *Komposite: Indikationen, Materialien und Trends*  
*Dtsch Zahnärztl Z* 63 (2008), 786-790
- 2 Aksoy G., Polat H., Polat M., Coskun G.:** *Effect of various treatment and glazing (coating) techniques on the roughness and wettability of ceramic dental restorative surfaces*  
*Colloids Surf B Biointerfaces* 53 (2006), 254-259
- 3 Al-Hiyasat A.S., Saunders W.P., Sharkey S.W., Smith G.M., Gilmour W.H.:** *Investigation of human enamel wear against four dental ceramics and gold*  
*J Dent* 26 (1998), 487-495
- 4 Arnetzl G.:** *Keramiktechnologien, 20 Jahre klinischer Langzeitvergleich*  
*Technik Studie* 3 (2006), 54-57 bzw. in Mörmann WH (ed.) *State of the Art of CAD/CAM Restorations, 20 Years of CEREC*, Berlin: Quintessence (2006), 65-72
- 5 Audenino G., Besciano M.E., Bassi F., Carossa S.:** *In vitro evaluation of fit of adhesively luted ceramic inlays*  
*Int J Prosthodont* 12 (1999), 342-347
- 6 Bauer C.M., Kunzelmann K.-H., Hickel R.:** *Silikophosphat- und Glasionomerzemente – eine Amalgamalternative?*  
*Dtsch Zahnärztl Z* 51 (1996), 339-341
- 7 Beazoglou T., Eklund S., Heffley D., Meiers J., Brown L.J., Bailit H.:** *Economic impact of regulating the use of amalgam restorations*  
*Public Health Rep* 122 (2007), 657-663
- 8 Behr M.:** *Adhäsiv oder konventionell zementieren?*  
*Zahnärztl Mitt* 97, Nr 10, (2007) 40-44
- 9 Bernardo M., Luis H., Martin M.D., Leroux B.G., Rue T., Leitão J., DeRouen T.A.:** *Survival and reasons for failure of amalgam versus composite posterior restorations placed in a randomized clinical trial*  
*J Am Dent Assoc* 138 (2007), 775-83
- 10 Beuer F.:** *Zum Randverhalten keramischer Inlays in Bezug auf die Klebefugenbreite bei Zementen mit unterschiedlichem Füllergehalt- Ergebnisse nach 4 Jahren-*  
*Med Diss, LMU München, 2002*
- 11 Bitter K., Reister J.-P., Kielbassa A.M.:** *Vollkeramische Restaurationen im Seitenzahnbereich - ein aktueller Überblick*  
*Cosmetic dentistry Fachbeitrag* 4 (2004), 6-10
- 12 Boer W.-M.:** *Überblick über die Möglichkeiten der ästhetischen Zahnheilkunde mit direkten Kompositfüllungen*  
*Die Quintessenz* 09 (1998), 871-881



- 13 **Bohlsen F., Bartsch M., Kern M.:** *Kopiergeschliffene Einlagefüllungen aus autologer natürlicher Zahnhartsubstanz mit dem Celay-System*  
*Quintessenz* 55 (2004), 299-304
- 14 **Bowen M.L. et al. 1986:** *Moderne Füllungstherapie mit keramischen Werkstoffen – Keramikinserts, - inlays und – teilkronen*  
zitiert in *ZBay Online Fortbildung* 3 (1999)
- 15 **Bühl A., Zöfel P.:** *SPSS 12, Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows, 9. Aufl.* 2005, Pearson Studium Deutschland.
- 16 **Buergers R., Rosentritt M., Handel G.:** *Bacterial adhesion of streptococcus mutans to provisional fixed prosthodontic material*  
*J Prosthet Dent* 98 (2007), 461-469
- 17 **Bundesgesundheitsamt:** *Amalgame in der zahnärztlichen Praxis. Information des BGA, Berlin* (1992)
- 18 **Camacho G.B., Gonçalves M., Nonaka T., Osório A.B.:**  
*Fracture strength of restored premolars*  
*Am J Dent* 20 (2007), 121-4
- 19 **Clelland N.L., Ramirez A., Katsube N., Seghi R.R.:** *Influence of bond quality on failure load of leucite- and lithia disilicate-based ceramics*  
*J Prosthet Dent* 97 (2007), 18-24
- 20 **Chadwick B.:** *Good short-term survival of IPS-Empress crowns- How long do IPS-Empress ceramic restorations last?*  
*Evidence-Based Dentistry* 5 (2004), 73
- 21 **Christensen G.J.:** *Longevity of posterior tooth dental restorations*  
*J Am Dent Assoc* 136 (2005), 201-205
- 22 **Coelho Santos M.J., Mondelli R.F., Lauris J.R., Navarro M.F.:** *Clinical evaluation of ceramic inlays and onlays fabricated with two systems: two-year clinical follow up*  
*Oper Dent* 29 (2004), 123-130
- 23 **Dammaschke T., Stratmann U., Mokrys K., Kaup M., Ott K.H.R.:**  
*Histozytologische Untersuchung zur Kurzzeit-Reaktion der Pulpa auf drei verschiedene Dentinhaftvermittler*  
*Dtsch Zahnärztl Z* 58 (2003), 32-37
- 24 **Deligeorgi V., Mjör I.A., Wilson N.H.:**  
*An overview of reasons for the placement and replacement of restorations*  
*Prim Dent Care* 8 (2001), 5-11
- 25 **Dörfer C., Staehle J., Steinhausen H.J.:** *Messung approximaler Kontaktstärken von Komposit- und Amalgamfüllungen im Seitenzahnbereich in vitro*  
*Dtsch Zahnärztl Z* 51 (1996), 335-338

- 26 **Donovan T., Chee W.W.:** *Conservative indirect restorations for posterior teeth. Cast gold versus bonded ceramic*  
*Dent Clin North Am* 37 (1993), 433-443
- 27 **Donovan T., Simonsen R.J., Guertin G., Tucker R.V.:** *Retrospective clinical evaluation of 1314 cast gold restorations in service from 1 to 52 years:*  
*J Esthet Restor Dent* 16 (2004), 194-204
- 28 **Dummond J.L.:** *Degradation, fatigue and failure of resin dental composite materials*  
*J Dent Res* (2008)
- 29 **Eberhard J., Dörfer C., Staehle H.J.:** *Einfluss der Inserttechnik auf approximale Kontaktstärken bei Kompositrestaurationen in vitro*  
*Dtsch Zahnärztl Z* 51 (1996), 184-186
- 30 **Ebert J., Kunzelmann K.-H., Krämer N., Pelka M.:**  
*Schadensanalyse bei Adhäsivinlays am Beispiel visio-Gem®*  
*Dtsch Zahnärztl Z* 49 (1994), 932-936
- 31 **Emaria A, Goldstein G, Vijayaraqhavan T, Legeros RZ, Hittelman EL:**  
*An evaluation of wear when enamel is opposed by various ceramic materials and gold*  
*Prosthet Dent.* 96(5) (2006), 345-53
- 32 **Emmler J., Seiss M., Kreppel H., Reichl F.X., Hickel R., Kehe K.:**  
*Cytotoxicity of the dental composite component TEGDMA and selected metabolic by-products in human pulmonary cells*  
*Dent Mater* 24 (2008), 1670-1675. Epub (2008) May 16
- 33 **Effective Health Care (the University of York):**  
*Dental restoration: what type of filling?*  
*NHS Centre for Reviews and dissemination* 5 (1999)
- 34 **Eichner K., Kappert H.F. (Hrsg):** *Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung*  
*Bd 1, 6. Aufl (1996), Hüthig GmbH, Heidelberg*
- 35 **El-Mowafy O., Brochu J.F.:** *Longevity and clinical performance of IPS-Empress ceramic restorations - a literature review*  
*J Can Dent Assoc* 68 (2002), 233-237
- 36 **Ernst C.-P., Willershausen B.:**  
*Eine aktuelle Standortbestimmung zahnärztlicher Füllungskomposite*  
*Zahnärztl Mitt* 7 (2003) 30-40
- 37 **Ernst CP, Fiedler T, Brandenbusch M, Willershausen B:** *In-vitro-Untersuchung zum Randschluss selbstkonditionierender Adhäsive in Klasse-II-Kavitäten*  
*Dtsch Zahnärztl Z* 60 (2005) 193-199
- 38 **Espe:** *Produktinformation Sono-Cem*  
*Espe GmbH (1992)*

- 39 **Fasbinder D.J., Dennison J.B., Heys D.R., Lampe K.:**  
*The clinical performance of CAD/CAM-generated composite inlays*  
*J Am Dent Assoc* 136 (2005), 1714-1723
- 40 **Felden A., Schmalz G., Federlin M., Hiller K.A.:** *Retrospective clinical investigation and survival analysis on ceramic inlays and partial ceramic crowns: results up to 7 years*  
*Clin Oral Investig* 2 (1998), 161-167
- 41 **Frankenberger R., Sindel J., Krämer N., Oberschachtsiek H., Petschelt A.:**  
*Die Langzeitstabilität des Komposit-Dentinverbunds nach Total Etching*  
*Dtsch Zahnärztl Z* 53 (1998), 697-700
- 42 **Frankenberger R., Krämer N., Graf A., Petschelt A.:**  
*Zyklische Ermüdung von Glasionomerzementen und Kompomeren*  
*Dtsch Zahnärztl Z* 54 (1999), 269-71
- 43 **Frankenberger R., Petschelt A., Krämer N.:**  
*Leucite-reinforced glass ceramic inlays and onlays after six years: clinical behaviour*  
*Oper Dent* 25 (2000), 459-465
- 44 **Frankenberger R.:** *Zur Dauerhaftigkeit des Dentinverbunds*  
*Dtsch Zahnärztl Z* 57 (2002), 154-171
- 45 **Frankenberger R.:** *Keramikinlays – das weiße Gold?*  
*Dtsch F Z* 10 (2006), 49-50
- 46 **Frankenberger R.:** *Hat der Randspalt ausgespielt- Zur Widerstandsfähigkeit der Klebefuge von Cerec- Inlays*  
*ZWR-Das deutsche Zahnärzteblatt* 116 (2007), (1+2)
- 47 **Friedl K.H., Hiller K.A., Schmalz G.:**  
*Placement and replacement of amalgam restorations in Germany*  
*Oper Dent* 19 (1994) 228-232
- 48 **Fritz U., Fischbach H., Harke I.:** *Langzeitverweildauer von Goldgußfüllungen*  
*Dtsch Zahnärztl Z* 47 (1992), 714-716
- 49 **Gandjour A., Kerschbaum T., Reis A., Lauterbach K.W.:** *Technology assessment in dentistry: a comparison of the longevity and cost-effectiveness of inlays*  
*Int J Technol Assess Health Care* 21 (2005), 319-325
- 50 **Gaengler P., Hoyer I., Montag R.:**  
*Clinical evaluation of posterior composite restorations: the 10- year report*  
*J Adhes Dent* 3 (2001), 185-194
- 51 **Gängler P.:** *Die Kontroverse: Füllungstechniken – nur noch adhäsiv?*  
*Dtsch Zahnärztl Z* 60 (2005), 11-14

- 52 **Gehre G.:** *Keramische Werkstoffe*  
*In Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung, Hrsg: Eichner K., Kappert H.F.,*  
*Bd 1, Kap.11 S. 326-66, 6. Aufl (1996), Hüthig GmbH, Heidelberg*
- 53 **Geurtsen W.:** *Kunststofffüllung*  
*In Praxis der Zahnheilkunde Bd. 2 Kariologie und Füllungstherapie, 4. Aufl (1999),*  
*Urban&Schwarzenberg, München S 179-217*
- 54 **Giordano R.:** *Materials for chairside CAD/CAM-produced restorations*  
*J Am Dent Assoc 137 (2006) Suppl: 14S-21S*
- 55 **Glockner K., Reich M.E., Kos S., Keil C., Ebeleseder K., Städtler P.:**  
*Randadaptation von verschiedenen zahnfarbenen Klasse-II-Restaurationen. Eine In-*  
*vitro-Studie mit 10 verschiedenen Materialien*  
*Dtsch Zahnärztl Z 53 (1998), 775-780*
- 56 **Graf K., Rammelsberg P., Mehl A., Kunzelmann K.-H.:** *In-Vitro-Untersuchungen*  
*zur Drei-Medien-Abrasion von Zahnhartsubstanz und Metalllegierungen*  
*Dtsch Zahnärztl Z 56 (2001), 495-500*
- 57 **Graf K., Müller F.X., Rammelsberg P.:** *In-Vitro-Untersuchungen zur Drei-Medien-*  
*Abrasion von Zahnhartsubstanz und dentalen Keramiken*  
*Dtsch Zahnärztl Z 57 (2002), 599-601*
- 58 **Graser G.N.:** *Preliminary clinical evaluation of cast ceramic fixed partial dentures*  
*J Dent Res 64 (1985), 362-365*
- 59 **Haas M., Arnetz G., Wegschneider W.A., König K., Bratschko R.O.:**  
*Klinische und werkstoffkundliche Erfahrungen mit Komposit-, Keramik- und*  
*Goldinlays*  
*Dtsch Zahnärztl Z 47 (1992), 18-21*
- 60 **Hahn P., Attin T., Gröfke M., Hellwig E.:**  
*Influence of resin cement viscosity on microleakage of ceramic inlays*  
*Dent Mater 17 (2001), 191-196*
- 61 **Hahn R., Netuschil L., Löst C.:**  
*Initiale Plaquebesiedelung keramischer Restaurationsmaterialien*  
*Dtsch Zahnärztl Z 47 (1992), 330-334*
- 62 **Hahn R.:** *Zahnfarbene Inlays,*  
*In Praxis der Zahnheilkunde Bd. 2 Kariologie und Füllungstherapie, 4. Aufl (1999),*  
*Urban&Schwarzenberg, München 220-53*
- 63 **Haller B.:** *Die postoperative Hypersensibilität- ein vermeidbares Problem?*  
*Zahnärztl Mitt 99/6 (2009), 44-51*
- 64 **Hanning M., Niziak P., Albers K.-H.:** *Das Randschlußverhalten metallkeramischer*  
*Inlays nach Thermowechsel-und okklusalen Druckbelastungen*  
*Dtsch Zahnärztl Z 49 (1994), 925-929*

- 65 **Hanning M.:** *Das Randschlußverhalten von Kompositinlays aus SR-Isosit. In-vivo-Resultate nach sieben Jahren;*  
*Dtsch Zahnärztl Z 51 (1996), 595-597*
- 66 **Hayashi M., Wilson N.H.:**  
*Marginal deterioration as a predictor of failure of a posterior composite*  
*Eur J Oral Sci 111 (2003), 155-162*
- 67 **Hayashi M., Tsubakimoto Y., Takeshige F., Ebisu S.:**  
*Quantitative measurement of marginal disintegration of ceramic inlays*  
*Oper Dent 29 (2004), 3-8*
- 68 **Heel M:** *Klinischer Verschleiß von Keramikinlays im Vergleich zur umgebenden Zahnhartsubstanz nach zehn Jahren*  
*Med Diss, LMU München, (2009)*
- 69 **Heidemann D., Hellwig E., Hickel R., Klaiber B., Staehle H.-J.:**  
*Direkte Kompositrestaurationen – erweiterte Anwendung im Front- und Seitenzahnggebiet (Stellungnahme der DGZMK, der DGZ und der Hochschullehrer für Zahnerhaltung)*  
*Zahnärztl Mitt 14 (2003), 38-39*
- 70 **Heinrich A., Bernhardt O., Splieth C., Meyer G.:**  
*Anaerobic microflora under class I and class II composite and amalgam fillings*  
*Int Poster J Dent Oral Med 2 (2000), Poster 48*
- 71 **Hellwig E., Klimek J., Attin Th.:** *Grundlagen der invasiven Therapie*  
*In Einführung in die Zahnerhaltung, 2. Aufl. 1999, Kap 5, S. 104-105,*  
*Urban&Fischer Verlag, München – Jena*
- 72 **Hellwig E., Klimek J., Attin Th.:**  
*Restaurationen mit plastischen Füllungsmaterialien*  
*In Einführung in die Zahnerhaltung, 2. Aufl. 1999, Kap 6.1, S. 122-132,*  
*Urban&Fischer Verlag, München – Jena*
- 73 **Hellwig E., Klimek J., Attin Th.:**  
*Restaurationen mit zahnfarbenen Einlagefüllungen*  
*In Einführung in die Zahnerhaltung, 2. Aufl. 1999, Kap 7.3, S. 202-213,*  
*Urban&Fischer Verlag, München – Jena*
- 74 **Hickel R., Klaiber B.:** *Alternativen zum Amalgam*  
*Dtsch Zahnärztl Z 47 (1992), 144-148*
- 75 **Hickel R., Manhart J.:**  
*Longevity of restorations in posterior teeth and reasons for failure:*  
*J Adhes Dent 3 (2001), 45-64*

- 76 **Hickel R., Ernst C.-P., Haller B., Hugo B., Kunzelmann K.-H., Merte K., Ott K., Schmalz G., Staehle H.:** Direkte Kompositrestaurationen im Seitenzahnbereich – Indikation und Lebensdauer (Stellungnahme der DGZ und der DGZMK)  
*Dtsch Zahnärztl Z* 10 (2005) bzw. *Zahnärztl Mitt* 95 (2005), 74-76
- 77 **Hugo B., Otto A., Stassinakis A., Hofmann N., Klaiber B.:** Retrospektive in – vivo-Untersuchung von SonicSys-approx- Füllungen;  
*Schweiz Monatsschr Zahnmed* 111 (2001), 152-158
- 78 **Ilie N., Kunzelmann K.-H., Felten K., Hickel R.:** Oberflächeneigenschaften von Dentalrestaurationsmaterialien in Abhängigkeit von der Pellikelbildung  
*Dtsch Zahnärztl Z* 58 (2003), 38-41
- 79 **Jahn K.-R.:** Ist die Goldgussrestauration noch der Goldstandard?  
*Zahnärzteblatt Sachsen* 9 (2008), 27-30
- 80 **Jamous I., Sidhu S., Walls A.:** An evaluation of the performance of cast gold bonded restorations in clinical practice, a retrospective study  
*J Dent* 35 (2007), 130-136
- 81 **Kamann W.- K:** Flicker oder gleich ganz neu?  
*Zahnärztl Mitt* 8 (2002), 36-42
- 82 **Kappert H.F.:** Zur Festigkeit von Dentalkeramiken  
*Zahnärztl Mitt* 7 (2003) 42-48
- 83 **Kappert H.F.:** Keramik als zahnärztlicher Werkstoff  
*In Curriculum Prothetik, Band II, 3. Aufl* (2005), Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin; 607-639
- 84 **Kawai K., Urano M.:**  
*Adherence of plaque components to different restorative materials*  
*Oper Dent* 26 (2001), 396-400
- 85 **Kern M., Thompson V.P.:** Beständigkeit des Kunststoff-Keramik-Verbundes  
*Dtsch Zahnärztl Z* 49 (1994), 177-180
- 86 **Kern M.** zitiert Prof. Dr. Bart van Meerbeek, Universität Leuven. Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde e.v.  
*DZ #4* (2003) 068 umschau, Kennziffer 0691
- 87 **Kern M., Pröbster L.:** Ist die Technik schneller als unsere Lernfähigkeit?  
*ZWL* 03 (2004), 38-44
- 88 **Kern M.:** Keramik oder Komposit- welches Material eignet sich besser zur Versorgung von Defekten mit geschwächten Höckern?  
*ZWR* 114 (2005), Nr 11

- 89 **Kerschbaum T.:** *A comparison of the longevity and cost-effectiveness of three inlay types.* In: Mörmann WH (ed.) *State of the Art of Cad/Cam Restorations, 20 Years of CEREC*, Berlin, Quintessence (2006), 73-82
- 90 **Klaiber B., Hugo B.:** *Metallinlay und Teilkrone*  
*In Praxis der Zahnheilkunde Bd. 2 Kariologie und Füllungstherapie, 4. Aufl (1999), Urban&Schwarzenberg, München 257-277*
- 91 **Köttgen Ch., Ernst C.-P., Willershausen B.:**  
*So wirken Zahnfüllungsmaterialien auf das Zahnfleisch*  
*Zahnärztl Mitt 7 (2001), 34-41*
- 92 **Krämer N., Frankenberger R., Pelka M., Petschelt A.:**  
*IPS Empress inlays and onlays after four years- a clinical study*  
*J Dent 27 (1999), 325-331*
- 93 **Krämer N., Frankenberger R.:**  
*Leucite-reinforced glass ceramic inlays after six years: wear of luting composites*  
*Oper Dent 25 (2000), 466-472.*
- 94 **Krämer N., Kunzelmann K.H., Taschner M., Mehl A., Garcia-Godoy F., Frankenberger R.:** *Antagonist enamel wears more than ceramic inlays.*  
*J Dent Res 85 (2006), 1097-1100*
- 95 **Krämer N., Taschner M., Lohbauer U., Petschelt A., Frankenberger R.:**  
*Totally bonded ceramic inlays and onlays after eight years:*  
*J Adhes Dent 10 (2008), 307-314*
- 96 **Krejci I., Poretti F., Lutz F.:** *Randadaptation von Adhäsiv-Inlays nach Entfernung unpolymerisierten Kompositzements*  
*Dtsch Zahnärztl Z 47 (1992), 26-28*
- 97 **Krejci I., Lutz F., Reimer M., Heinzmann J.L.:**  
*Wear of ceramic inlays, their enamel antagonists, and luting cements*  
*J Prosthet Dent 69 (1993), 425-430*
- 98 **Kunzelmann K.-H., Deigner M., Hickel R.:**  
*Dreimedienabrasion von Befestigungskompositen adhäsiver Inlaysysteme*  
*Dtsch Zahnärztl Z 48 (1993), 109-111.*
- 99 **Kunzelmann K.-H.:** *www.dent.med.uni-muenchen.de, (2005)*
- 100 **Kunzelmann K.-H., Pospiech P., Kern M.:**  
*Hat sich Vollkeramik bewährt? Eine Positionspeilung in der Kons und Prothetik;*  
*dentalfresh #2, (2007)*
- 101 **Lang H., Schüler N., Nolden R.:**  
*Keramikinlay oder Keramikteilkrone? Klinische Beobachtungen über 4 Jahre*  
*Dtsch Zahnärztl Z 53 (1998), 53-6*

- 102 Lange D.E.:** *Parodontologie in der täglichen Praxis Quintessenz, Berlin (1990)*
- 103 Lösche G.M., Neuerburg C.M., Roulet J.-F.:** *Die adhäsive Versorgung konservativer Klasse-II-Kavitäten Dtsch Zahnärztl Z 48 (1993), 26-30*
- 104 Lutz F., Phillips R.W., Roulet J.F., Imfeld T.:** *Komposits – Klassifikation und Wertung Schweiz Monatsschr Zahnheilk 93 (1983), 914-929*
- 105 Lutz F., Cochau M.A., Mörmann W.:** *Adhäsive Restaurationen – Flop oder Hit? Schweiz Monatsschr Zahnmed 94 (1984), 1124-1134,*
- 106 Mackert J.R. Jr., Berglund A.:** *Mercury exposure from dental amalgam fillings, absorbed dose and the potential for adverse health effects Crit Rev Oral Bio Med 8 (1997), 410-436*
- 107 Manhart J., García-Godoy F., Hickel R.:** *Direct posterior restorations: clinical results and new developments Dent Clin North Am 46 (2002), 303-339*
- 108 Manhart J.:** *Charakterisierung direkter zahnärztlicher Füllungsmaterialien für den Seitenzahnbereich- Alternativen zum Amalgam? Quintessenz 57(2006), 465-481*
- 109 Matschek W.:** *Tucker-Goldrestaurationen Dtsch F Z 9 (2004)*
- 110 Marxkors R., Meiners H.:** *Taschenbuch der zahnärztlichen Werkstoffkunde, 5. Aufl. (2001) Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV-Hanser Köln München*
- 111 May R.:** *..mein Name ist Bond Das Espenblatt 15 (1996), 4-6*
- 112 Mehl A., Godescha P., Kunzelmann K.-H., Hickel R.:** *Randspaltverhalten von Komposit- und Keramikinlays bei ausgedehnten Kavitäten Dtsch Zahnärztl Z 51 (1996), 701-704*
- 113 Mehl A., Kremers A., Pfeiffer L., Hickel R.:** *Randständigkeit von Cerec-II-Inlayrestaurationen bei ausgedehnten Kavitäten mit stark geschwächten Höckern Dtsch Zahnärztl Z 53 (1998), 57-60*
- 114 Mehl A., Kunzelmann K.-H., Folwaczny M., Hickel R.:** *Stabilization effects of CAD/CAM ceramic restorations in extended MOD-cavities J Adhes Dent 6 (2004), 639-645*
- 115 Meier R., Hauser-Gerspach I., Lüthy H., Meyer J.:** *Adhesion of oral streptococci to all-ceramics dental restorative materials in vitro J Mater Sci Mater Med 19 (2008), 3249-53*



- 116 **Mitchell C.A., Douglas W.H., Cheng Y.S.:** *Fracture toughness of conventional, resin-modified glassionomer and composite luting cements*  
*Dent Mater* 15 (1999), 7-13
- 117 **Mjör I.A., Qvist V.:** *Marginal failures of amalgam and composite restorations*  
*J Dent* 25 (1997), 25-30
- 118 **Mörig G.:** *Langzeiterfahrungen mit adhäsiv befestigten Keramikrestorationen,*  
*Die Quintessenz* 9(2000), 891-900
- 119 **Mörmann W.H.:** *20 Jahre keramische Cerec CAD/CAM Restaurationen. Technischer Stand und klinische Bewährung*  
*Zahnärztl Mitt* 96/11 (2006), 58-65
- 120 **Molin M.K., Karlsson S.L.:**  
*A randomized 5-year clinical evaluation of 3 ceramic inlay systems*  
*Int J Prosthodont* 13 (2000), 194-200
- 121 **Moskovich H., Creugers N.:**  
*The novel use of extracted teeth as a dental restorative material - the `Natural Inlay`*  
*J Dent* 26, 21-24 in **Bohlson F. et al.** (2004)
- 122 **Motsch A.:** *Goldhämmerfüllung*  
*In Praxis der Zahnheilkunde Bd. 2 Kariologie und Füllungstherapie, 4.Aufl (1999),*  
*Urban&Schwarzenberg, München, 315-319*
- 123 **Müller W.:** *Klinische Untersuchung und Randspaltanalyse eines Hybridkomposites und einesOrmoceres in Seitenzahnkavitäten. Ergebnisse nach einem Jahr*  
*Med Diss, LMU München, (2006)*
- 124 **Noack M.J.:** *Die Paßgenauigkeit von Komposit-, Glaskeramik- und Keramikinlays*  
*Dtsch Zahnärztl Z* 49 (1994), 873-878
- 125 **Olivera A.B., Matson E., Marques M.M.:**  
*The effect of glazed and polished ceramics on human enamel wear*  
*Int J Prosthodont* 19 (2006), 547-548
- 126 **Olivera A.B., Marques M.M.:**  
*Esthetic restorative materials and opposing enamel wear*  
*Oper Dent* 33 (2008), 332-337
- 127 **Opdam N.J., Bronkhorst E.M., Roeters J.M., Loomans B.A.:** *A retrospective clinical study on longevity of posterior composit and amalgam restorations*  
*Dent Mater* 23 (2007), 2-8
- 128 **Otto T., De Nisco S.:**  
*Eine prospektive, klinische 10-Jahres-Studie von Cerec CAD-CAM-Inlays und Onlays*  
*Int J Prosthodont* 15 (2002), 122-128 (*Schweiz Monatsschr Zahnmed* 113 (2003))

- 129 Otto T., Schneider D.:** *Long-term clinical results of chairside Cerec CAD-CAM inlays and onlays: a case series*  
*Int J Prosthodont* 21 (2008), 53-59
- 130 Pallesen U., van Dijken J.W.V.:** *An 8-Year evaluation of sintered ceramic and glass ceramic inlays processed by the Cerec CAD/CAM system*  
*Eur J Oral Sci* 108 (2000), 239-246
- 131 Paradella T.C., Koga-Ito C.Y., Jorge A.O.:** *Ability of different restorative materials to prevent in situ secondary caries: analysis by polarized light-microscopy and energy-dispersive X-Ray*  
*Eur J Oral Sci* 116 (2008), 375-380
- 132 Pelka M., Schmidt G., Petschelt A.:** *Klinische Qualitätsbeurteilung von gegossenen Metallinlays und –onlays*  
*Dtsch Zahnärztl Z* 51 (1996), 268-272
- 133 Pioch T.:** *Das Phänomen der „Nano-leakage“ am Komposit-Dentin –Übergang bei Anwendung von Adhäsiven*  
*Dtsch Zahnärztl Z* 55 (2000), 387-393
- 134 Pospiech P. et al.:** *Keramik-Vollkeramik, ein Kompendium für die keramikgerechte Anwendung vollkeramischer Systeme in der Zahnmedizin*  
*3M Espe Fachzeitschrift* (2004)
- 135 Pospiech P.:** *All-ceramic crowns – bonding or cementing?*  
*Clin Oral Invest* 6 (2002), 189-197 in **Behr M.** (2007)
- 136 Pospiech P.:** *Biokompatibilität keramischer Systeme*  
*Quintessenz Zahntech* 31 (2005), 1337-1343
- 137 Posselt A.:** *Langzeitverhalten von CAD/CAM-gefertigten Keramikrestorationen*  
*ZWR* 113 (2004)
- 138 Ramp M.H., Suzuki S., Co C.F., Lacefield W.R., Koth D.L.:** *Evaluation of wear: enamel opposing three ceramic materials and a gold alloy*  
*J Prosthet Dent* 77 (1997), 523-530
- 139 Rechmann P.:** *Nachweis metallischer Restaurationsmaterialien in klinisch unauffälliger Gingiva*  
*Dtsch Zahnärztl Z* 48 (1993), 270-275
- 140 Reich E., Schmalz G., Federlin M.:** *Marginal fit of ceramic and composite inlays in vitro* *Dtsch Zahnärztl Z* 45 (1990), 656-660
- 141 Reichl F.-X.:** *Toxikologie zahnärztlicher Restaurationsmaterialien*  
*Zahnärztl Mitt* 7 (2003), 74-83

- 142 Reiss B.:** *Die 18-Jahres Studie,*  
*Zahnärztl Mitt 97/2 (2007), 34-38*  
**(Reiss B.:** *Clinical results of Cerec inlays in a dental practice over a period of 18 years*  
*Int J Comput Dent 9 (2006), 11-22)*
- 143 Roulet J.F.:** *A materials scientist's view: assessment of wear and marginal integrity.*  
*Quintessence Int 18 (1987), 543-552*
- 144 Roulet J.-F.:** *Zahnfarbene Restaurationen als Amalgam-Alternativen*  
*Dtsch Zahnärztl Z 49 (1994), 859-866*
- 145 Roulet J.-F., Söderholm K.J.M., Longmate J.:**  
*Effects of treatment and storage conditions on ceramic/composite bond strength*  
*J Dent Res 74 (1995), 381-387*
- 146 Rykke M.:** *Dental materials for posterior restorations*  
*Endod Dent Traumatol 8 (1992), 139-348*
- 147 Sarrett D.C.:** *Prediction of clinical outcomes of a restoration based on in vivo marginal quality evaluation*  
*J Adhes Dent 9 (2007), 546*
- 148 Schattenberg A., Meyer G.R., Gräber H., Willershausen B., Röhring B., Ernst C.P.:**  
*Spannungsoptische Messungen zur Polymerisations schrumpfkraft schrumpfreduzierter experimenteller Komposite*  
*Dtsch Zahnärztl Z 62 (2007), 518-524*
- 149 Schmalz G., Federlin M., Reich E.:** *Effect of dimension of luting space and luting composite on marginal adaptation of a class II ceramic inlay*  
*J Prosthet Dent 73 (1995), 392-399*
- 150 Schmalz G., Thonemann B.:** *Amalgamfüllung*  
*in: Praxis der Zahnheilkunde Bd. 2 Kariologie und Füllungstherapie, 4. Aufl (1999), Urban&Schwarzenberg, München, 281-309*
- 151 Schmalz G., Geurtsen W., Arenholt-Bindslev D.:**  
*Die Biokompatibilität von Komposit-Kunststoffen*  
*Zahnärztl Mitt 96/3 (2006), 34-42 ursprünglich aus Dtsch Zahnärztl Z 9 (2005)*
- 152 Schmalz G., Garhammer P.:**  
*Wenn der Werkstoff zum Risiko wird- Diagnostik und Wechselwirkungen*  
*Quintessenz 58 (2007), 1163-1168*
- 153 Schmalz G., Geurtsen W., Haller B., Federlin M.:** *zahnfarbene Restaurationen aus Keramik: Inlay, Teilkronen und Veneers (Stellungnahme der DGZ und der DGZMK)*  
*Zahnärztl Mitt 97/17 (2007), 70-73*
- 154 Schmalz G.:** *EU- Gutachten zu Amalgam - Vom Aufreger weit entfernt*  
*Zahnärztl Mitt 98/12 (2008), 102-106*

- 155 **Schulze K.A., Tinschert J., Marshall S.J., Marshall G.W.:** Der Einfluss der Alterung auf die Farbbeständigkeit und Oberflächenbeschaffenheit von Kompositen  
*Dtsch Zahnärztl Z* 58 (2003), 266-272
- 156 **Sirona – The Dental Company**  
CAD/CAM-Systeme, klinische Fakten zu Cerec  
Homepage [sirona-dental.com](http://sirona-dental.com), zuletzt aktualisiert 09.01.08
- 157 **Sirona Cerec News Biogenerik:** Interview mit Prof. Albert Mehl, dem Entwickler des biogenerischen Verfahrens  
[www.cerec-connect.de](http://www.cerec-connect.de), 2010
- 158 **Sjögren G., Molin M., van Dijken J.W.:** A 10-year prospective evaluation for CAD/CAM- manufactured (CEREC) ceramic inlays cemented with a chemically cured or dual-cured resin composite.  
*Int J Prosthodont* 17 (2004), 241-246
- 159 **Small B.W.:**  
Material choice for restorative dentistry: inlays, onlays, crowns and bridges  
*Gen Dent* 54 (2006) 310-312
- 160 **Soltész U., Leupolz M.:** Abriebverhalten von Glasionomerzementen  
*Dtsch Zahnärztl Z* 48 (1993), 379-382
- 161 **Soltész U., Koplín Ch.:** Polymerisations-schrumpfung neuer Komposit Füllungswerkstoffe  
*Zahnärztl Mitt* 8 (2004), 54-58
- 162 **Stappert C.F., Abe P., Kurths V., Gerds T., Strub J.R.:**  
Masticatory fatigue resistance and marginal discrepancy of ceramic partial crowns with and without coverage of compromised cusps  
*J Adhes Dent* 10 (2008), 41-48
- 163 **Stoll R., Sieweke M., Pieper K., Stachniss V., Schulte A.:** Longevity of cast gold inlays and partial crowns – a retrospective study at a dental school clinic  
*Clin Oral Investig* 3 (1999), 100-104
- 164 **Stoll R., Cappel I., Jablonski-Momeni A., Pieper K., Stachniss V.:**  
Survival of inlays and partial crowns made of IPS Empress after a 10-year observation period and in relation to various treatment parameters  
*Oper Dent* 32 (2007), 556-563
- 165 **Studer S.P., Wettstein F., Lehner C., Zullo T.G., Schärer P.:** Long-term survival estimates of cast gold inlays and onlays with their analysis of failures  
*J of Oral Rehabilitation* 27 (2000), 461-472,
- 166 **Thomas R.Z., van der Mei H.C., van der Veen M.H., de Soet J.J., Huysmans M.C.:**  
Bacterial composition and red fluorescence of plaque in relation to primary and secondary caries next to composite: an in situ study  
*Oral Microbiol Immunol* 23 (2008), 7-13

- 167 **Thonemann B., Federlin M., Schmelz G., Hiller K.-A.:**  
*Kunststoffausquellung bei Kavitätenrändern im Dentin*  
*Dtsch Zahnärztl Z 50 (1995), 847-50*
- 168 **Thordrup M., Isidor F., Hörsted-Bindslev P.:**  
*A 5-year clinical study of indirect and direct resin composite and ceramic inlays*  
*Quintessence Int 32 (2001), 199-205*
- 169 **Totiam P., González-Cabezas C., Fontana M.R., Zero D.T.:**  
*A new in vitro model to study the relationship of gap size and secondary caries:*  
*Caries Res 41 (2007), 467-473 Epub 2007 Sep 7*
- 170 **Tschernitschek H., Scheller H., Freistedt M.:**  
*Allergien auf Dentallegierungen – Entwicklungen seit 1982*  
*Dtsch Zahnärztl Z 50 (1995), 733-745*
- 171 **Van Dijken J.W.:** *Direct resin composit inlays/onlays: an 11 year follow-up*  
*J Dent 28 (2000), 299-306*
- 172 **Vivadent:** *Technisches Datenblatt Variolink*  
*Vivadent Dental GmbH (1992)*
- 173 **Vivadent:** *Wissenschaftliche Dokumentation Variolink II*  
*Vivadent Dental GmbH (1997)*
- 174 **Walther W., Reiß B., Toutenburg H.:**  
*Longitudinale Ereignisanalyse von CEREC-Einlagefüllungen*  
*Dtsch Zahnärztl Z 49 (1994), 914-917*
- 175 **Wassell R.W., Walls A.W., McCabe J.F.:**  
*Direct composite inlays versus conventional composite restorations 5-year follow-up*  
*J Dent 28 (2000), 375-382*
- 176 **Wataha J.C., Schmalz G., Lockwood P.E., Bouillaguet S., Hoddaido M.N.:**  
*Konzepte zur Biokompatibilität*  
*Zahnärztl Mitt 16 (2001), 34-39*
- 177 **Weber A., Rudolph H., Quaas S., Thöne A., Luthardt R.:**  
*Eine aktuelle Standortbestimmung aus Sicht der Zahnärzte*  
*Zahnärztl Mitt 96/24 (2006), 52-55*
- 178 **Willershäusen B., Ernst C.P., Heine G.:** *Bewertung der gegenwärtigen Füllungstherapie aus der Sicht niedergelassener Zahnärzte eines Bundeslandes*  
*Dtsch Zahnärztl Z 56 (2001), 726-731*
- 179 **Wirz J.:** *Auswirkungen restaurativer Werkstoffe auf die Mundschleimhaut*  
*Zahnärztl Mitt 22 (2002), 64-69*
- 180 **World Health Organization:** *Inorganic Mercury. Environmental Health Criteria 118*. Geneva, World Health Organization (1991)

- 181** **World Health Organization:** *Exposure to mercury: A major public health concern*  
[www.who.int/phe/news/Mercury-flyer.pdf](http://www.who.int/phe/news/Mercury-flyer.pdf), Geneve (2007)
- 182** **Zahnwissen.de:** *Amalgam*  
[www.zahnwissen.de](http://www.zahnwissen.de)
- 183** **Zimmer S., Göhlich O., Rüttermann S., Lang H., Raab W.H., Barthel C.R.:**  
*Long-term survival of Cerec restorations: a 10-year study*  
*Oper Dent* 33 (2008), 484-487
- 184** **Zissis A.J., Polyzois G.L., Yannikakis S.Y., Harrison A.:**  
*Roughness of denture materials: a comparative study*  
*Int J Prosthodont* 13 (2000), 136-140

8 Anhang

zu Punkt 3.2.1. Nachuntersuchungsbogen

**Poliklinik für zahnärztliche Prothetik der LMU München**



Dental-Medizin GmbH & Co. KG  
Am Griesberg 2  
D-82229 Seefeld

**Inlaystudie Sono-Cem**

Pat.-Nr.: \_\_\_\_\_

**Nachuntersuchung nach \_\_\_\_\_ Monaten**

ZA-Nr.: \_\_\_\_\_

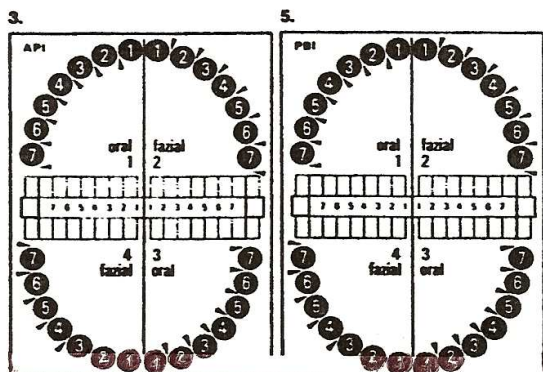
Inlayzähne: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

**Klinische Beurteilung Zahnarzt**

1. **Ästhetik:**  
Inlay ist ohne Spiegel und Trocknung nicht erkennbar (exzellent) wenn ja: A  
wenn nein: \_\_\_\_\_
- Inlay ist gut erkennbar (akzeptabel) wenn ja: B  
wenn nein: \_\_\_\_\_
- Inlay ist ästhetisch unbefriedigend wenn ja: C  
wenn nein: \_\_\_\_\_
2. **Oberflächenqualität:**  
Oberfläche ist glatt wenn ja: A  
wenn nein: \_\_\_\_\_
- Oberfläche ist rau und polierbedürftig wenn ja: B  
wenn nein: \_\_\_\_\_
3. **Erstellung Plaqueindex (API)**
4. **Plaque an Inlayzähnen:**  
Befindet sich am Zahn Plaque? wenn nein: A  
wenn ja: \_\_\_\_\_
- Vermehrt am natürlichen Schmelz? wenn ja: B  
wenn nein: \_\_\_\_\_
- Vermehrt an der Keramik? wenn ja: C  
wenn nein: \_\_\_\_\_
- Größtenteils im Bereich der Fuge? wenn ja: D  
wenn nein: \_\_\_\_\_
5. **Erstellung des PBI**
6. **Blutung bei Sondierung an Inlayzähnen:**  
Blutet die Gingiva bei Sondierung? wenn nein: A  
wenn ja: \_\_\_\_\_
- Vermehrt im Bereich des Inlays? wenn nein: B  
wenn ja: C
7. **Taschentiefen an Inlayzähnen:**  
Taschentiefe < 2 mm A
- Taschentiefe 2-5 mm B
- Taschentiefe > 5 mm C
8. **Taschentiefen/Attachmentverlust:**

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|
| A |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |
| T |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |
|   | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |  |  |  |  |
| T |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |
| A |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |



9. **Rand:**  
Ist der Rand sondierbar? wenn nein: A  
wenn ja: \_\_\_\_\_
- Liegt Dentin oder Unterfüllung frei? wenn nein: B  
wenn ja: \_\_\_\_\_
- Ist das Inlay gebrochen, beweglich oder fehlt ein Stück? wenn nein: C  
wenn ja: D
10. **Verfärbung:**  
Ist der Rand irgendwo verfärbt? wenn nein: A  
wenn ja: \_\_\_\_\_
- Ist die Verfärbung tief in pulpaler Richtung? wenn nein: B  
wenn ja: C
11. **Karies:**  
Ist Sekundärkaries am Inlayrand? wenn nein: A  
wenn ja: B
12. **Vitalität:**  
(Testung mit Kohlen säureschnee [-27°C]):  
Reagiert der Zahn pulpavital? wenn ja: A  
wenn nein: B
13. **Abrasion:**  
Sind Abrasionen am restaurierten Zahn? wenn nein: A  
wenn ja: \_\_\_\_\_
- Abrasionen nur im Schmelz? wenn ja: B  
wenn nein: \_\_\_\_\_
- Abrasionen nur an der Keramik? wenn ja: C  
wenn nein: \_\_\_\_\_
- Abrasionen an Schmelz und Keramik? wenn ja: D  
wenn nein: \_\_\_\_\_
- Abrasionen auch im Bereich der Fuge? wenn ja: E  
wenn nein: \_\_\_\_\_
14. **Abrasion am Antagonisten:**  
Sind Abrasionen vorhanden? wenn nein: A  
wenn ja: \_\_\_\_\_
- Korrespondieren diese nur mit Keramik? wenn nein: B  
wenn ja: C
15. **Okklusion:**  
Anfärbung der zentrischen Okklusion in Schwarz, der exzentrischen Okklusion in Rot  
Fotodokumentation  
Zentrische Kontakte nur im Schmelz? wenn ja: A  
wenn nein: \_\_\_\_\_
- Zentrische Kontakte nur auf Keramik? wenn ja: B  
wenn nein: \_\_\_\_\_
- Zentrische Kontakte auf Schmelz und Keramik? wenn ja: C  
wenn nein: \_\_\_\_\_
- Zentrische Kontakte auf Schmelz/Keramik-Grenze? wenn ja: D  
wenn nein: \_\_\_\_\_
16. **Shimstocktest:**  
Shimstockfolie hält wenn ja: A  
wenn nein: B
17. **OK-/UK-Permagumebildung**
18. **Abformung für Replikas**
19. **Röntgenbilder**

## zu Punkt 3.2.2 Fragebögen

Formblatt 12

**Keramikstudie "SONOCEM"**  
**Nachuntersuchung nach \_\_\_\_\_ Monaten**  
**Patientenfragebogen**

Pat-Nr.: \_\_\_\_\_ ZA - Nr.: \_\_\_\_\_ Inlayzähne \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

Derzeitiger Befund:

1: Sind die versorgten Zähne im Augenblick überempfindlich oder schmerzhaft?

Zahn \_\_\_\_\_: J O N O

Zahn \_\_\_\_\_: J O N O

Wenn nein (N) fahren Sie bei Frage 6 fort.

2. Reagiert der Zahn zur Zeit empfindlich auf:

|                    | Zahn _____ | _____   |
|--------------------|------------|---------|
| Hitze?-----        | J O N O    | J O N O |
| Kälte?-----        | J O N O    | J O N O |
| Luft?-----         | J O N O    | J O N O |
| Kauen?-----        | J O N O    | J O N O |
| Zähnebürsten?----- | J O N O    | J O N O |
| Sonstiges? _____   |            |         |

3. Wann begann diese Überempfindlichkeit?

Zahn \_\_\_\_: Datum \_\_\_\_\_ Zahn \_\_\_\_: Datum \_\_\_\_\_

4. Schmerzt der Zahn plötzlich aus keinem erkennbaren Grund?

Zahn \_\_\_\_: J O N O

Zahn \_\_\_\_: J O N O

5. Hält der Schmerz länger an?

Zahn \_\_\_\_: J O N O

Zahn \_\_\_\_: J O N O

**Schmerzanamnese**

6. War der Zahn irgendwann seit der letzten Nachuntersuchung der Inlays überempfindlich, aber nicht im Augenblick?

Zahn \_\_\_\_: J O N O

Zahn \_\_\_\_: J O N O



Formblatt:11

**Keramikstudie "SONOCEM"**  
**Nachuntersuchung nach \_\_\_\_\_ Monaten**  
**Zahnarztfragebogen**

Pat-Nr.: \_\_\_\_\_ ZA - Nr.: \_\_\_\_\_ Inlayzähne \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

1. Mußte zwischen ZEMENTIERUNG und heutiger Sitzung eine Behandlung an den Zähnen durchgeführt werden?

Zahn \_\_\_\_\_: J O N O

Zahn \_\_\_\_\_: J O N O

Falls JA, kreuzen Sie bitte Ursachen und Behandlungsmaßnahmen an.

Mehrere Antworten sind möglich.

| A: Ursache         | Zahn _____, _____ | B: Behandlung        | Zahn _____, _____ |
|--------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| 01 Okkl. zu hoch   | 0 0               | 01 Okkl. eingeschl.  | 0 0               |
| 02 Überempfindl.   | 0 0               | 02 Heilanästhesie    | 0 0               |
| 03 Schmerz/Pulpa   | 0 0               | 03 Inlay entfernt    | 0 0               |
| 04 Gingivitis      | 0 0               | 04 Extirpation/Pulpa | 0 0               |
|                    |                   | 05 Salbe             | 0 0               |
| 88 Sonstiges _____ |                   | 06 Kürettage         | 0 0               |
| 88 Sonstiges _____ |                   | 88 Sonstiges _____   |                   |
|                    |                   | 88 Sonstiges _____   |                   |

2. Checkliste

- Silikon-Abformung OK/UK (z. B. Permagum)
- Okklusionskontrolle/Foto

\_\_\_\_\_  
 Unterschrift ZA

### zu Punkt 4.2.2.1 Plaqueanlagerung und Oberflächenqualität

#### Korrelation zwischen Plaqueanlagerung und Oberflächenqualität:

##### Symmetrische Maße

|                               |                           | Wert  | Asymptotischer Standardfehler <sup>a</sup> | Näherungsweise T <sup>b</sup> | Näherungsweise Signifikanz |
|-------------------------------|---------------------------|-------|--|-------------------------------|----------------------------|
| Intervall- bzgl. Intervallmaß | Pearson-R                 | ,034  | ,077                                       | ,241                          | ,811 <sup>c</sup>          |
| Ordinal- bzgl. Ordinalmaß     | Korrelation nach Spearman | -,055 | ,121                                       | -,389                         | ,699 <sup>c</sup>          |
| Anzahl der gültigen Fälle     |                           | 51    |  |                               |                            |

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

c. Basierend auf normaler Näherung

##### Plaque am Inlayzahn \* Oberflächenqualität des Inlays Kreuztabelle

|                                 |                        |                  | Oberflächenqualität des Inlays |                         | Gesamt |
|---------------------------------|------------------------|------------------|--------------------------------|-------------------------|--------|
|                                 |                        |                  | glatt                          | rau und polierbedürftig |        |
| Plaque am Inlayzahn             | keine Plaque           | Anzahl           | 2                              | 27                      | 29     |
|                                 |                        | % der Gesamtzahl | 3,9%                           | 52,9%                   | 56,9%  |
|                                 | v.a. am Schmelz Plaque | Anzahl           | 3                              | 12                      | 15     |
|                                 |                        | % der Gesamtzahl | 5,9%                           | 23,5%                   | 29,4%  |
| v.a. im Bereich der Fuge Plaque | Anzahl                 | 0                | 7                              | 7                       |        |
|                                 | % der Gesamtzahl       | ,0%              | 13,7%                          | 13,7%                   |        |
| Gesamt                          |                        | Anzahl           | 5                              | 46                      | 51     |
|                                 |                        | % der Gesamtzahl | 9,8%                           | 90,2%                   | 100,0% |

### zu Punkt 4.2.2.2 Randintegrität

#### Korrelation zwischen Randqualität und Plaqueanlagerung

##### Korrelationen

|              |                          |                         | Plaque am Inlayzahn | Qualität des Inlayrandes |
|--------------|--------------------------|-------------------------|---------------------|--------------------------|
| Spearman-Rho | Plaque am Inlayzahn      | Korrelationskoeffizient | 1,000               | -,112                    |
|              |                          | Sig. (2-seitig)         | .                   | ,435                     |
|              |                          | N                       | 51                  | 51                       |
|              | Qualität des Inlayrandes | Korrelationskoeffizient | -,112               | 1,000                    |
|              |                          | Sig. (2-seitig)         | ,435                | .                        |
|              |                          | N                       | 51                  | 51                       |

Qualität des Inlayrandes \* Plaque am Inlayzahn Kreuztabelle

|   |                                      |                                | Plaque am Inlayzahn |                        |                                 | Gesamt |
|---|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------|------------------------|---------------------------------|--------|
|   |                                      |                                | keine Plaque        | v.a. am Schmelz Plaque | v.a. im Bereich der Fuge Plaque |        |
| Qualität des Inlayrandes                        | Rand nicht sondierbar                | Anzahl                         | 1                   | 7                      | 0                               | 8      |
|   |                                      | % von Qualität des Inlayrandes | 12,5%               | 87,5%                  | ,0%                             | 100,0% |
|   |                                      | % von Plaque am Inlayzahn      | 3,4%                | 46,7%                  | ,0%                             | 15,7%  |
|   |                                      | % der Gesamtzahl               | 2,0%                | 13,7%                  | ,0%                             | 15,7%  |
|   | Rand sondierbar                      | Anzahl                         | 24                  | 8                      | 4                               | 36     |
|   |                                      | % von Qualität des Inlayrandes | 66,7%               | 22,2%                  | 11,1%                           | 100,0% |
|   |                                      | % von Plaque am Inlayzahn      | 82,8%               | 53,3%                  | 57,1%                           | 70,6%  |
|   |                                      | % der Gesamtzahl               | 47,1%               | 15,7%                  | 7,8%                            | 70,6%  |
|   | Dentin oder Unterfüllung freiliegend | Anzahl                         | 2                   | 0                      | 0                               | 2      |
|   |                                      | % von Qualität des Inlayrandes | 100,0%              | ,0%                    | ,0%                             | 100,0% |
|   |                                      | % von Plaque am Inlayzahn      | 6,9%                | ,0%                    | ,0%                             | 3,9%   |
|   |                                      | % der Gesamtzahl               | 3,9%                | ,0%                    | ,0%                             | 3,9%   |
| Inlay gebrochen, beweglich oder ein Stück fehlt | Anzahl                               | 2                              | 0                   | 3                      | 5                               |        |
|   | % von Qualität des Inlayrandes       | 40,0%                          | ,0%                 | 60,0%                  | 100,0%                          |        |
|   | % von Plaque am Inlayzahn            | 6,9%                           | ,0%                 | 42,9%                  | 9,8%                            |        |
|   | % der Gesamtzahl                     | 3,9%                           | ,0%                 | 5,9%                   | 9,8%                            |        |
| Gesamt  | Anzahl                               | 29                             | 15                  | 7                      | 51                              |        |
|   | % von Qualität des Inlayrandes       | 56,9%                          | 29,4%               | 13,7%                  | 100,0%                          |        |
|   | % von Plaque am Inlayzahn            | 100,0%                         | 100,0%              | 100,0%                 | 100,0%                          |        |
|   | % der Gesamtzahl                     | 56,9%                          | 29,4%               | 13,7%                  | 100,0%                          |        |

### Korrelation zwischen Verfärbung und Randdesintegrität

#### Korrelationen

|              |                            |                         | Qualität des Inlayrandes | Verfärbung des Inlayrandes |
|--------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Spearman-Rho | Qualität des Inlayrandes   | Korrelationskoeffizient | 1,000                    | ,410**                     |
|              |                            | Sig. (2-seitig)         | .                        | ,003                       |
|              |                            | N                       | 51                       | 51                         |
|              | Verfärbung des Inlayrandes | Korrelationskoeffizient | ,410**                   | 1,000                      |
|              |                            | Sig. (2-seitig)         | ,003                     | .                          |
|              |                            | N                       | 51                       | 51                         |

\*\* - Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

Verfärbung des Inlayrandes \* Qualität des Inlayrandes Kreuztabelle

|                                      |   |   | Qualität des Inlayrandes     |                        |  |   | Gesamt |
|--------------------------------------|---|---|------------------------------|------------------------|--|---|--------|
|                                      |   |   | Rand nicht<br>sondier<br>bar | Rand<br>sondier<br>bar | Dentin oder<br>Unterfüllung<br>freiliegend | Inlay<br>gebrochen,<br>beweglich<br>oder ein<br>Stück fehlt |        |
| Verfärbung des<br>Inlayrandes        | keine Verfärbung                          | Anzahl                                    | 6                            | 15                     | 0  | 0   | 21     |
|                                      |   | % von<br>Verfärbung<br>des<br>Inlayrandes | 28,6%                        | 71,4%                  | ,0%  | ,0%   | 100,0% |
|                                      |   | % von<br>Qualität des<br>Inlayrandes      | 75,0%                        | 41,7%                  | ,0%  | ,0%   | 41,2%  |
|                                      |   | % der<br>Gesamtzahl                       | 11,8%                        | 29,4%                  | ,0%  | ,0%   | 41,2%  |
|                                      | Verfärbung                                | Anzahl                                    | 2                            | 21                     | 2  | 5   | 30     |
|                                      |   | % von<br>Verfärbung<br>des<br>Inlayrandes | 6,7%                         | 70,0%                  | 6,7%                                       | 16,7%   | 100,0% |
| % von<br>Qualität des<br>Inlayrandes |   | 25,0%                                     | 58,3%                        | 100,0%                 | 100,0%                                     | 58,8%   |        |
|                                      | % der<br>Gesamtzahl                       | 3,9%                                      | 41,2%                        | 3,9%                   | 9,8%                                       | 58,8%   |        |
| Gesamt                               | Anzahl                                    | 8   | 36                           | 2                      | 5  | 51  |        |
|                                      | % von<br>Verfärbung<br>des<br>Inlayrandes | 15,7%                                     | 70,6%                        | 3,9%                   | 9,8%                                       | 100,0%  |        |
|                                      | % von<br>Qualität des<br>Inlayrandes      | 100,0%                                    | 100,0%                       | 100,0%                 | 100,0%                                     | 100,0%  |        |
|                                      | % der<br>Gesamtzahl                       | 15,7%                                     | 70,6%                        | 3,9%                   | 9,8%                                       | 100,0%  |        |

Korrelation zwischen Verfärbung des Inlayrandes und vermehrter Plaqueanlagerung:

Verfärbung des Inlayrandes \* Plaque am Inlayzahn Kreuztabelle

|                               |                                     |                                     | Plaque am Inlayzahn |                              |   | Gesamt |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|------------------------------|---|--------|
|                               |                                     |                                     | keine<br>Plaque     | v.a. am<br>Schmelz<br>Plaque | v.a. im<br>Bereich<br>der<br>Fuge<br>Plaque |        |
| Verfärbung des<br>Inlayrandes | keine Verfärbung                    | Anzahl                              | 11                  | 8                            | 2   | 21     |
|                               |                                     | % von Verfärbung<br>des Inlayrandes | 52,4%               | 38,1%                        | 9,5%  | 100,0% |
|                               |                                     | % von Plaque am<br>Inlayzahn        | 37,9%               | 53,3%                        | 28,6%                                       | 41,2%  |
|                               |                                     | % der<br>Gesamtzahl                 | 21,6%               | 15,7%                        | 3,9%  | 41,2%  |
|                               | Verfärbung                          | Anzahl                              | 18                  | 7                            | 5   | 30     |
|                               |                                     | % von Verfärbung<br>des Inlayrandes | 60,0%               | 23,3%                        | 16,7%                                       | 100,0% |
| % von Plaque am<br>Inlayzahn  |                                     | 62,1%                               | 46,7%               | 71,4%                        | 58,8%                                       |        |
|                               | % der<br>Gesamtzahl                 | 35,3%                               | 13,7%               | 9,8%                         | 58,8%                                       |        |
| Gesamt                        | Anzahl                              | 29                                  | 15                  | 7                            | 51  |        |
|                               | % von Verfärbung<br>des Inlayrandes | 56,9%                               | 29,4%               | 13,7%                        | 100,0%                                      |        |
|                               | % von Plaque am<br>Inlayzahn        | 100,0%                              | 100,0%              | 100,0%                       | 100,0%                                      |        |
|                               | % der<br>Gesamtzahl                 | 56,9%                               | 29,4%               | 13,7%                        | 100,0%                                      |        |

**Korrelationen**

|              |                               |                         | Plaques am<br>Inlayzahn | Verfärbung<br>des<br>Inlayrandes |
|--------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Spearman-Rho | Plaques am Inlayzahn          | Korrelationskoeffizient | 1,000                   | -,034                            |
|              |                               | Sig. (2-seitig)         | .                       | ,815                             |
|              |                               | N                       | 51                      | 51                               |
|              | Verfärbung des<br>Inlayrandes | Korrelationskoeffizient | -,034                   | 1,000                            |
|              |                               | Sig. (2-seitig)         | ,815                    | .                                |
|              |                               | N                       | 51                      | 51                               |

**Korrelation zwischen Verfärbung des Inlayrandes und Mundhygiene des Patienten****Korrelationen**

|              |  |                         | Mundhygiene<br>des Patienten<br>anhand des<br>Papillenblutun-<br>gsindex in % | Verfärbung<br>des<br>Inlayrandes |
|--------------|--|-------------------------|---|----------------------------------|
| Spearman-Rho | Mundhygiene des<br>Patienten anhand des<br>Papillenblutungsindex<br>in % | Korrelationskoeffizient | 1,000   | ,216                             |
|              |  | Sig. (2-seitig)         | .   | ,280                             |
|              |  | N                       | 27  | 27                               |
|              | Verfärbung des<br>Inlayrandes  | Korrelationskoeffizient | ,216  | 1,000                            |
|              |  | Sig. (2-seitig)         | ,280  | .                                |
|              |  | N                       | 27  | 51                               |

**Korrelationen**

|              |  |                         | Mundhygiene<br>des Patienten<br>anhand des<br>Plaquesindex<br>in % | Verfärbung<br>des<br>Inlayrandes |
|--------------|--|-------------------------|--|----------------------------------|
| Spearman-Rho | Mundhygiene des<br>Patienten anhand des<br>Plaquesindex in % | Korrelationskoeffizient | 1,000  | ,208                             |
|              |  | Sig. (2-seitig)         | .  | ,299                             |
|              |  | N                       | 27   | 27                               |
|              | Verfärbung des<br>Inlayrandes                                | Korrelationskoeffizient | ,208   | 1,000                            |
|              |  | Sig. (2-seitig)         | ,299   | .                                |
|              |  | N                       | 27   | 51                               |

**zu Punkt 4.2.2.3 Sekundärkaries****Korrelation zwischen Sekundärkariesbildung und Mundhygieneindex****Symmetrische Maße**

|                                  |                              | Wert  | Asymptoti-<br>scher<br>Standardf-<br>ehler <sup>a</sup> | Näherung-<br>sweises T <sup>b</sup> | Näherung-<br>sweisse<br>Signifikanz <sup>c</sup> |
|----------------------------------|------------------------------|-------|---|-------------------------------------|--|
| Intervall- bzgl.<br>Intervallmaß | Pearson-R                    | -,039 | ,116  | -,197                               | ,846 <sup>c</sup>                                |
| Ordinal- bzgl.<br>Ordinalmaß     | Korrelation nach<br>Spearman | ,032  | ,162  | ,162                                | ,873 <sup>c</sup>                                |
| Anzahl der gültigen Fälle        |                              | 27    |   |                                     |  |

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

c. Basierend auf normaler Näherung

**Sekundärkaries am Inlayrand \* Mundhygiene des Patienten anhand des Papillenblutungsindex in % Kreuztabelle**

|   |    | Sekundärkaries am Inlayrand       |                  |                |                  | Gesamt |                  |
|---|----|-----------------------------------|------------------|----------------|------------------|--------|------------------|
|   |    | keine Sekundärkaries am Inlayrand |                  | Sekundärkaries |                  |        |                  |
|   |    | Anzahl                            | % der Gesamtzahl | Anzahl         | % der Gesamtzahl | Anzahl | % der Gesamtzahl |
| Mundhygiene des Patienten anhand des Papillenblutungsindex in % | 0  | 12                                | 44,4%            | 1              | 3,7%             | 13     | 48,1%            |
|   | 4  | 4                                 | 14,8%            | 1              | 3,7%             | 5      | 18,5%            |
|   | 7  | 4                                 | 14,8%            | 1              | 3,7%             | 5      | 18,5%            |
|   | 11 | 1                                 | 3,7%             | 0              | ,0%              | 1      | 3,7%             |
|   | 15 | 2                                 | 7,4%             | 0              | ,0%              | 2      | 7,4%             |
| Gesamt  | 19 | 1                                 | 3,7%             | 0              | ,0%              | 1      | 3,7%             |
|   |    | 24                                | 88,9%            | 3              | 11,1%            | 27     | 100,0%           |

Korrelation zwischen Sekundärkariesbildung und Plaque am Inlayzahn:

**Symmetrische Maße**

|                               |                           | Wert | Asymptotischer Standardfehler <sup>a</sup> | Näherungsweise T <sup>b</sup> | Näherungsweise Signifikanz |
|-------------------------------|---------------------------|------|--|-------------------------------|----------------------------|
| Intervall- bzgl. Intervallmaß | Pearson-R                 | ,228 | ,201                                       | 1,640                         | ,107 <sup>c</sup>          |
| Ordinal- bzgl. Ordinalmaß     | Korrelation nach Spearman | ,123 | ,176                                       | ,866                          | ,391 <sup>c</sup>          |
| Anzahl der gültigen Fälle     |                           | 51   |  |                               |                            |

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

c. Basierend auf normaler Näherung

**Sekundärkaries am Inlayrand \* Plaque am Inlayzahn Kreuztabelle**

|                             |                                   |                                   | Plaque am Inlayzahn |                        |                                 | Gesamt |
|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|------------------------|---------------------------------|--------|
|                             |                                   |                                   | keine Plaque        | v.a. am Schmelz Plaque | v.a. im Bereich der Fuge Plaque |        |
| Sekundärkaries am Inlayrand | keine Sekundärkaries am Inlayrand | Anzahl                            | 27                  | 15                     | 5                               | 47     |
|                             |                                   | % von Sekundärkaries am Inlayrand | 57,4%               | 31,9%                  | 10,6%                           | 100,0% |
|                             |                                   | % von Plaque am Inlayzahn         | 93,1%               | 100,0%                 | 71,4%                           | 92,2%  |
|                             | % der Gesamtzahl                  | 52,9%                             | 29,4%               | 9,8%                   | 92,2%                           |        |
| Sekundärkaries              | Sekundärkaries                    | Anzahl                            | 2                   | 0                      | 2                               | 4      |
|                             |                                   | % von Sekundärkaries am Inlayrand | 50,0%               | ,0%                    | 50,0%                           | 100,0% |
|                             |                                   | % von Plaque am Inlayzahn         | 6,9%                | ,0%                    | 28,6%                           | 7,8%   |
|                             | % der Gesamtzahl                  | 3,9%                              | ,0%                 | 3,9%                   | 7,8%                            |        |
| Gesamt                      |                                   | Anzahl                            | 29                  | 15                     | 7                               | 51     |
|                             |                                   | % von Sekundärkaries am Inlayrand | 56,9%               | 29,4%                  | 13,7%                           | 100,0% |
|                             |                                   | % von Plaque am Inlayzahn         | 100,0%              | 100,0%                 | 100,0%                          | 100,0% |
|                             |                                   | % der Gesamtzahl                  | 56,9%               | 29,4%                  | 13,7%                           | 100,0% |

### Korrelation zwischen Sekundärkaries am Inlayrand, Verfärbung und Qualität des Inlayrandes

#### Korrelationen

|              |                             |                         | Qualität des Inlayrandes | Verfärbung des Inlayrandes | Sekundärkaries am Inlayrand |
|--------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Spearman-Rho | Qualität des Inlayrandes    | Korrelationskoeffizient | 1,000                    | ,410**                     | ,290*                       |
|              |                             | Sig. (2-seitig)         | .                        | ,003                       | ,039                        |
|              |                             | N                       | 51                       | 51                         | 51                          |
|              | Verfärbung des Inlayrandes  | Korrelationskoeffizient | ,410**                   | 1,000                      | ,096                        |
|              |                             | Sig. (2-seitig)         | ,003                     | .                          | ,503                        |
|              |                             | N                       | 51                       | 51                         | 51                          |
|              | Sekundärkaries am Inlayrand | Korrelationskoeffizient | ,290*                    | ,096                       | 1,000                       |
|              |                             | Sig. (2-seitig)         | ,039                     | ,503                       | .                           |
|              |                             | N                       | 51                       | 51                         | 51                          |

\*\* . Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

\* . Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig).

#### Sekundärkaries am Inlayrand \* Qualität des Inlayrandes Kreuztabelle

|                             |                                   | Qualität des Inlayrandes          |                 |                                      |   | Gesamt |        |
|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------|--------------------------------------|---|--------|--------|
|                             |                                   | Rand nicht sondierbar             | Rand sondierbar | Dentin oder Unterfüllung freiliegend | Inlay gebrochen, beweglich oder ein Stück fehlt |        |        |
| Sekundärkaries am Inlayrand | keine Sekundärkaries am Inlayrand | Anzahl                            | 8               | 34                                   | 2   | 3      | 47     |
|                             |                                   | % von Sekundärkaries am Inlayrand | 17,0%           | 72,3%                                | 4,3%  | 6,4%   | 100,0% |
|                             |                                   | % von Qualität des Inlayrandes    | 100,0%          | 94,4%                                | 100,0%  | 60,0%  | 92,2%  |
|                             |                                   | % der Gesamtzahl                  | 15,7%           | 66,7%                                | 3,9%  | 5,9%   | 92,2%  |
|                             | Sekundärkaries                    | Anzahl                            | 0               | 2                                    | 0   | 2      | 4      |
|                             |                                   | % von Sekundärkaries am Inlayrand | ,0%             | 50,0%                                | ,0%   | 50,0%  | 100,0% |
|                             |                                   | % von Qualität des Inlayrandes    | ,0%             | 5,6%                                 | ,0%   | 40,0%  | 7,8%   |
|                             |                                   | % der Gesamtzahl                  | ,0%             | 3,9%                                 | ,0%   | 3,9%   | 7,8%   |
| Gesamt                      |                                   | Anzahl                            | 8               | 36                                   | 2   | 5      | 51     |
|                             |                                   | % von Sekundärkaries am Inlayrand | 15,7%           | 70,6%                                | 3,9%  | 9,8%   | 100,0% |
|                             |                                   | % von Qualität des Inlayrandes    | 100,0%          | 100,0%                               | 100,0%  | 100,0% | 100,0% |
|                             |                                   | % der Gesamtzahl                  | 15,7%           | 70,6%                                | 3,9%  | 9,8%   | 100,0% |

## Korrelation zwischen Okklusionskontakten und Qualität des Inlayrandes

### Korrelationen

|              |  |                         | Qualität des Inlayrandes | Lage der zentrischen Okklusionskontakte am Inlayzahn |
|--------------|--|-------------------------|--------------------------|--|
| Spearman-Rho | Qualität des Inlayrandes                             | Korrelationskoeffizient | 1,000                    | ,239   |
|              |  | Sig. (2-seitig)         | .                        | ,091   |
|              |  | N                       | 51                       | 51   |
|              | Lage der zentrischen Okklusionskontakte am Inlayzahn | Korrelationskoeffizient | ,239                     | 1,000  |
|              |  | Sig. (2-seitig)         | ,091                     | .  |
|              |  | N                       | 51                       | 51   |

### Lage der zentrischen Okklusionskontakte am Inlayzahn \* Qualität des Inlayrandes Kreuztabelle

|  |   |                            | Qualität des Inlayrandes |                 |                                      |   | Gesamt      |
|--|---|----------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------------------------|---|-------------|
|  |   |                            | Rand nicht sondierbar    | Rand sondierbar | Dentin oder Unterfüllung freiliegend | Inlay gebrochen, beweglich oder ein Stück fehlt |             |
| Lage der zentrischen Okklusionskontakte am Inlayzahn | nur auf Schmelz zentrische Kontakte                     | Anzahl<br>% der Gesamtzahl | 3<br>5,9%                | 2<br>3,9%       | 1<br>2,0%                            | 0<br>,0%  | 6<br>11,8%  |
|  | nur auf Keramik zentrische Kontakte                     | Anzahl<br>% der Gesamtzahl | 2<br>3,9%                | 8<br>15,7%      | 0<br>,0%                             | 0<br>,0%  | 10<br>19,6% |
|  | auf Schmelz und Keramik zentrische Kontakte             | Anzahl<br>% der Gesamtzahl | 3<br>5,9%                | 9<br>17,6%      | 1<br>2,0%                            | 4<br>7,8%                                       | 17<br>33,3% |
|  | auch auf der Schmelz/Keramik-Grenze zentrische Kontakte | Anzahl<br>% der Gesamtzahl | 0<br>,0%                 | 17<br>33,3%     | 0<br>,0%                             | 1<br>2,0%                                       | 18<br>35,3% |
| Gesamt   | Anzahl<br>% der Gesamtzahl                              | 8<br>15,7%                 | 36<br>70,6%              | 2<br>3,9%       | 5<br>9,8%                            | 51<br>100,0%                                    |             |

## zu Punkt 4.4.2 Abrasion am Inlayzahn und ihr Einfluss auf die Randintegrität

### Korrelation zwischen Abrasion am Inlayzahn und Qualität des Inlayrandes:

#### Symmetrische Maße

|                               |                           | Wert | Asymptotischer Standardfehler <sup>a</sup> | Näherungsweise T <sup>b</sup> | Näherungsweise Signifikanz |
|-------------------------------|---------------------------|------|--|-------------------------------|----------------------------|
| Intervall- bzgl. Intervallmaß | Pearson-R                 | ,151 | ,167                                       | 1,058                         | ,295 <sup>c</sup>          |
| Ordinal- bzgl. Ordinalmaß     | Korrelation nach Spearman | ,119 | ,167                                       | ,831                          | ,410 <sup>c</sup>          |
| Anzahl der gültigen Fälle     |                           | 50   |  |                               |                            |

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

c. Basierend auf normaler Näherung



Abrasion am Inlayzahn \* Qualität des Inlayrandes Kreuztabelle

|                                 |                                |                                | Qualität des Inlayrandes |                |                                      |   | Gesamt |
|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------|----------------|--------------------------------------|---|--------|
|                                 |                                |                                | Rand nicht sonderbar     | Rand sonderbar | Dentin oder Unterfüllung freiliegend | Inlay gebrochen, beweglich oder ein Stück fehlt |        |
| Abrasion am Inlayzahn           | keine Abrasion                 | Anzahl                         | 2                        | 6              | 0                                    | 0   | 8      |
|                                 |                                | % von Abrasion am Inlayzahn    | 25,0%                    | 75,0%          | ,0%                                  | ,0%   | 100,0% |
|                                 |                                | % von Qualität des Inlayrandes | 25,0%                    | 17,1%          | ,0%                                  | ,0%   | 16,0%  |
|                                 |                                | % der Gesamtzahl               | 4,0%                     | 12,0%          | ,0%                                  | ,0%   | 16,0%  |
|                                 | nur im Schmelz Abrasion        | Anzahl                         | 3                        | 25             | 1                                    | 3   | 32     |
|                                 |                                | % von Abrasion am Inlayzahn    | 9,4%                     | 78,1%          | 3,1%                                 | 9,4%  | 100,0% |
|                                 |                                | % von Qualität des Inlayrandes | 37,5%                    | 71,4%          | 50,0%                                | 60,0%   | 64,0%  |
|                                 |                                | % der Gesamtzahl               | 6,0%                     | 50,0%          | 2,0%                                 | 6,0%  | 64,0%  |
|                                 | nur an der Keramik Abrasion    | Anzahl                         | 1                        | 0              | 1                                    | 0   | 2      |
|                                 |                                | % von Abrasion am Inlayzahn    | 50,0%                    | ,0%            | 50,0%                                | ,0%   | 100,0% |
|                                 |                                | % von Qualität des Inlayrandes | 12,5%                    | ,0%            | 50,0%                                | ,0%   | 4,0%   |
|                                 |                                | % der Gesamtzahl               | 2,0%                     | ,0%            | 2,0%                                 | ,0%   | 4,0%   |
| an Schmelz und Keramik Abrasion | Anzahl                         | 2                              | 4                        | 0              | 2                                    | 8   |        |
|                                 | % von Abrasion am Inlayzahn    | 25,0%                          | 50,0%                    | ,0%            | 25,0%                                | 100,0%  |        |
|                                 | % von Qualität des Inlayrandes | 25,0%                          | 11,4%                    | ,0%            | 40,0%                                | 16,0%   |        |
|                                 | % der Gesamtzahl               | 4,0%                           | 8,0%                     | ,0%            | 4,0%                                 | 16,0%   |        |
| Gesamt                          | Anzahl                         | 8                              | 35                       | 2              | 5                                    | 50  |        |
|                                 | % von Abrasion am Inlayzahn    | 16,0%                          | 70,0%                    | 4,0%           | 10,0%                                | 100,0%  |        |
|                                 | % von Qualität des Inlayrandes | 100,0%                         | 100,0%                   | 100,0%         | 100,0%                               | 100,0%  |        |
|                                 | % der Gesamtzahl               | 16,0%                          | 70,0%                    | 4,0%           | 10,0%                                | 100,0%  |        |

### zu Punkt 4.5.1 Einfluss von Lage und Restaurationsausdehnung auf das klinische Erscheinungsbild – Lage in Ober- oder Unterkiefer

#### Korrelation zwischen Lage in Ober- oder Unterkiefer und Ästhetik

##### Korrelationen

|              |   |                         | Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | Ästhetik des Inlays |
|--------------|---|-------------------------|---|---------------------|
| Spearman-Rho | Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | Korrelationskoeffizient | 1,000                                     | -,006               |
|              |   | Sig. (2-seitig)         | .   | ,969                |
|              |   | N                       | 62  | 51                  |
|              | Ästhetik des Inlays                       | Korrelationskoeffizient | -,006                                     | 1,000               |
|              |   | Sig. (2-seitig)         | ,969                                      | .                   |
|              |   | N                       | 51  | 51                  |

## Korrelation zwischen Lage in Ober-/Unterkiefer und Oberflächenqualität

### Korrelationen

|              |   |                         | Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | Oberflächenqualität des Inlays |
|--------------|---|-------------------------|---|--------------------------------|
| Spearman-Rho | Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | Korrelationskoeffizient | 1,000                                     | -,032                          |
|              |   | Sig. (2-seitig)         | .   | ,821                           |
|              |   | N                       | 62  | 51                             |
|              | Oberflächenqualität des Inlays            | Korrelationskoeffizient | -,032                                     | 1,000                          |
|              |   | Sig. (2-seitig)         | ,821                                      | .                              |
|              |   | N                       | 51  | 51                             |

## Korrelation zwischen Lage in Ober-/Unterkiefer und Qualität des Inlayrandes:

### Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer \* Qualität des Inlayrandes Kreuztabelle

|   |                                |   | Qualität des Inlayrandes |                |                                      |   | Gesamt |
|---|--------------------------------|---|--------------------------|----------------|--------------------------------------|---|--------|
|   |                                |   | Rand nicht sonderbar     | Rand sonderbar | Dentin oder Unterfüllung freiliegend | Inlay gebrochen, beweglich oder ein Stück fehlt |        |
| Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | Oberkiefer                     | Anzahl  | 5                        | 23             | 2                                    | 3   | 33     |
|   |                                | % von Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | 15,2%                    | 69,7%          | 6,1%                                 | 9,1%  | 100,0% |
|   | % von Qualität des Inlayrandes | % der Gesamtzahl                                | 62,5%                    | 63,9%          | 100,0%                               | 60,0%   | 64,7%  |
|   |                                | % der Gesamtzahl                                | 9,8%                     | 45,1%          | 3,9%                                 | 5,9%  | 64,7%  |
| Unterkiefer                               | Anzahl                         | % von Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | 3                        | 13             | 0                                    | 2   | 18     |
|   |                                | % von Qualität des Inlayrandes                  | 16,7%                    | 72,2%          | ,0%                                  | 11,1%   | 100,0% |
|   | % von Qualität des Inlayrandes | % der Gesamtzahl                                | 37,5%                    | 36,1%          | ,0%                                  | 40,0%   | 35,3%  |
|   |                                | % der Gesamtzahl                                | 5,9%                     | 25,5%          | ,0%                                  | 3,9%  | 35,3%  |
| Gesamt                                    | Anzahl                         | % von Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | 8                        | 36             | 2                                    | 5   | 51     |
|   |                                | % von Qualität des Inlayrandes                  | 15,7%                    | 70,6%          | 3,9%                                 | 9,8%  | 100,0% |
|   | % von Qualität des Inlayrandes | % der Gesamtzahl                                | 100,0%                   | 100,0%         | 100,0%                               | 100,0%  | 100,0% |
|   |                                | % der Gesamtzahl                                | 15,7%                    | 70,6%          | 3,9%                                 | 9,8%  | 100,0% |

### Symmetrische Maße

|                               |                           | Wert  | Asymptotischer Standardfehler <sup>a</sup> | Näherungsweise T <sup>b</sup> | Näherungsweise Signifikanz |
|-------------------------------|---------------------------|-------|--|-------------------------------|----------------------------|
| Intervall- bzgl. Intervallmaß | Pearson-R                 | -,022 | ,142                                       | -,155                         | ,877 <sup>c</sup>          |
| Ordinal- bzgl. Ordinalmaß     | Korrelation nach Spearman | -,042 | ,139                                       | -,292                         | ,771 <sup>c</sup>          |
| Anzahl der gültigen Fälle     |                           | 51    |  |                               |                            |

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

c. Basierend auf normaler Näherung

### Korrelation zwischen Lage in Ober-/Unterkiefer und Randverfärbung:

**Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer \* Verfärbung des Inlayrandes Kreuztabelle**

|   |   |   | Verfärbung des Inlayrandes |            | Gesamt |
|---|---|---|----------------------------|------------|--------|
|   |   |   | keine Verfärbung           | Verfärbung |        |
| Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | Oberkiefer                                      | Anzahl  | 12                         | 21         | 33     |
|   |   | % von Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | 36,4%                      | 63,6%      | 100,0% |
|   |   | % von Verfärbung des Inlayrandes                | 57,1%                      | 70,0%      | 64,7%  |
|   |   | % der Gesamtzahl                                | 23,5%                      | 41,2%      | 64,7%  |
|   | Unterkiefer                                     | Anzahl  | 9                          | 9          | 18     |
|   |   | % von Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | 50,0%                      | 50,0%      | 100,0% |
|   |   | % von Verfärbung des Inlayrandes                | 42,9%                      | 30,0%      | 35,3%  |
|   |   | % der Gesamtzahl                                | 17,6%                      | 17,6%      | 35,3%  |
| Gesamt                                    | Anzahl  | 21  | 30                         | 51         |        |
|   | % von Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | 41,2%   | 58,8%                      | 100,0%     |        |
|   | % von Verfärbung des Inlayrandes                | 100,0%  | 100,0%                     | 100,0%     |        |
|   | % der Gesamtzahl                                | 41,2%   | 58,8%                      | 100,0%     |        |

#### **Symmetrische Maße**

|                               |                           | Wert  | Asymptotischer Standardfehler <sup>a</sup> | Näherungsweise T <sup>b</sup> | Näherungsweise Signifikanz |
|-------------------------------|---------------------------|-------|--|-------------------------------|----------------------------|
| Intervall- bzgl. Intervallmaß | Pearson-R                 | -,132 | ,140                                       | -,935                         | ,354 <sup>c</sup>          |
| Ordinal- bzgl. Ordinalmaß     | Korrelation nach Spearman | -,132 | ,140                                       | -,935                         | ,354 <sup>c</sup>          |
| Anzahl der gültigen Fälle     |                           | 51    |  |                               |                            |

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

c. Basierend auf normaler Näherung

### **zu Punkt 4.5.2 Einfluss von Lage und Restaurationsausdehnung auf das klinische Erscheinungsbild – Lokalisation im Prämolaren- oder Molarenbereich**

### Korrelation zwischen Lokalisation im Prämolaren-/Molarengbiet und Ästhetik:

**Lage des Inlays \* Ästhetik des Inlays Kreuztabelle**

|                 |                           |                           | Ästhetik des Inlays         |                            |                | Gesamt |
|-----------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------|--------|
|                 |                           |                           | exzellent = nicht erkennbar | akzeptabel = gut erkennbar | unbefriedigend |        |
| Lage des Inlays | Prämolar                  | Anzahl                    | 8                           | 26                         | 0              | 34     |
|                 |                           | % von Lage des Inlays     | 23,5%                       | 76,5%                      | ,0%            | 100,0% |
|                 |                           | % von Ästhetik des Inlays | 72,7%                       | 68,4%                      | ,0%            | 66,7%  |
|                 |                           | % der Gesamtzahl          | 15,7%                       | 51,0%                      | ,0%            | 66,7%  |
|                 | Molar                     | Anzahl                    | 3                           | 12                         | 2              | 17     |
|                 |                           | % von Lage des Inlays     | 17,6%                       | 70,6%                      | 11,8%          | 100,0% |
|                 |                           | % von Ästhetik des Inlays | 27,3%                       | 31,6%                      | 100,0%         | 33,3%  |
|                 |                           | % der Gesamtzahl          | 5,9%                        | 23,5%                      | 3,9%           | 33,3%  |
| Gesamt          | Anzahl                    | 11                        | 38                          | 2                          | 51             |        |
|                 | % von Lage des Inlays     | 21,6%                     | 74,5%                       | 3,9%                       | 100,0%         |        |
|                 | % von Ästhetik des Inlays | 100,0%                    | 100,0%                      | 100,0%                     | 100,0%         |        |
|                 | % der Gesamtzahl          | 21,6%                     | 74,5%                       | 3,9%                       | 100,0%         |        |

## Symmetrische Maße

|                               |                           | Wert | Asymptotischer Standardfehler <sup>a</sup> | Näherungsweise T <sup>b</sup> | Näherungsweise Signifikanz |
|-------------------------------|---------------------------|------|--|-------------------------------|----------------------------|
| Intervall- bzgl. Intervallmaß | Pearson-R                 | ,176 | ,141                                       | 1,251                         | ,217 <sup>c</sup>          |
| Ordinal- bzgl. Ordinalmaß     | Korrelation nach Spearman | ,160 | ,142                                       | 1,135                         | ,262 <sup>c</sup>          |
| Anzahl der gültigen Fälle     |                           | 51   |  |                               |                            |

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

c. Basierend auf normaler Näherung

### Korrelation zwischen Lokalisation im Prämolaren-/Molarengbiet und Qualität des Inlayrandes:

## Korrelationen

|              |                          |                         | Lage des Inlays | Qualität des Inlayrandes |
|--------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|--------------------------|
| Spearman-Rho | Lage des Inlays          | Korrelationskoeffizient | 1,000           | ,336*                    |
|              |                          | Sig. (2-seitig)         | .               | ,016                     |
|              |                          | N                       | 62              | 51                       |
|              | Qualität des Inlayrandes | Korrelationskoeffizient | ,336*           | 1,000                    |
|              |                          | Sig. (2-seitig)         | ,016            | .                        |
|              |                          | N                       | 51              | 51                       |

\*. Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig).

## Lage des Inlays \* Qualität des Inlayrandes Kreuztabelle

|                 |          |                                | Qualität des Inlayrandes |                 |                                      |   | Gesamt |
|-----------------|----------|--------------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------------------------|---|--------|
|                 |          |                                | Rand nicht sondierbar    | Rand sondierbar | Dentin oder Unterfüllung freiliegend | Inlay gebrochen, beweglich oder ein Stück fehlt |        |
| Lage des Inlays | Prämolar | Anzahl                         | 7                        | 25              | 1                                    | 1   | 34     |
|                 |          | % von Lage des Inlays          | 20,6%                    | 73,5%           | 2,9%                                 | 2,9%  | 100,0% |
|                 |          | % von Qualität des Inlayrandes | 87,5%                    | 69,4%           | 50,0%                                | 20,0%   | 66,7%  |
|                 |          | % der Gesamtzahl               | 13,7%                    | 49,0%           | 2,0%                                 | 2,0%  | 66,7%  |
|                 | Molar    | Anzahl                         | 1                        | 11              | 1                                    | 4   | 17     |
|                 |          | % von Lage des Inlays          | 5,9%                     | 64,7%           | 5,9%                                 | 23,5%   | 100,0% |
|                 |          | % von Qualität des Inlayrandes | 12,5%                    | 30,6%           | 50,0%                                | 80,0%   | 33,3%  |
|                 |          | % der Gesamtzahl               | 2,0%                     | 21,6%           | 2,0%                                 | 7,8%  | 33,3%  |
| Gesamt          |          | Anzahl                         | 8                        | 36              | 2                                    | 5   | 51     |
|                 |          | % von Lage des Inlays          | 15,7%                    | 70,6%           | 3,9%                                 | 9,8%  | 100,0% |
|                 |          | % von Qualität des Inlayrandes | 100,0%                   | 100,0%          | 100,0%                               | 100,0%  | 100,0% |
|                 |          | % der Gesamtzahl               | 15,7%                    | 70,6%           | 3,9%                                 | 9,8%  | 100,0% |

### Korrelation zwischen Lokalisation im Prämolaren-/Molarengbiet und Randverfärbung:

**Lage des Inlays \* Verfärbung des Inlayrandes Kreuztabelle**

|                                  |                                  |                                  | Verfärbung des Inlayrandes |            | Gesamt |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------|------------|--------|
|                                  |                                  |                                  | keine Verfärbung           | Verfärbung |        |
| Lage des Inlays                  | Prämolar                         | Anzahl                           | 14                         | 20         | 34     |
|                                  |                                  | % von Lage des Inlays            | 41,2%                      | 58,8%      | 100,0% |
|                                  |                                  | % von Verfärbung des Inlayrandes | 66,7%                      | 66,7%      | 66,7%  |
|                                  |                                  | % der Gesamtzahl                 | 27,5%                      | 39,2%      | 66,7%  |
|                                  | Molar                            | Anzahl                           | 7                          | 10         | 17     |
|                                  |                                  | % von Lage des Inlays            | 41,2%                      | 58,8%      | 100,0% |
| % von Verfärbung des Inlayrandes |                                  | 33,3%                            | 33,3%                      | 33,3%      |        |
| Gesamt                           | Anzahl                           | 21                               | 30                         | 51         |        |
|                                  | % von Lage des Inlays            | 41,2%                            | 58,8%                      | 100,0%     |        |
|                                  | % von Verfärbung des Inlayrandes | 100,0%                           | 100,0%                     | 100,0%     |        |
|                                  | % der Gesamtzahl                 | 41,2%                            | 58,8%                      | 100,0%     |        |

**Symmetrische Maße**

|                               |                           | Wert | Asymptotischer Standardfehler <sup>a</sup> | Näherungsweise T <sup>b</sup> | Näherungsweise Signifikanz |
|-------------------------------|---------------------------|------|--|-------------------------------|----------------------------|
| Intervall- bzgl. Intervallmaß | Pearson-R                 | ,000 | ,140                                       | ,000                          | 1,000 <sup>c</sup>         |
| Ordinal- bzgl. Ordinalmaß     | Korrelation nach Spearman | ,000 | ,140                                       | ,000                          | 1,000 <sup>c</sup>         |
| Anzahl der gültigen Fälle     |                           | 51   |  |                               |                            |

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

c. Basierend auf normaler Näherung

### Korrelation zwischen Lage im Prämolaren-/Molarengbiet und Sekundärkariesbildung

**Korrelationen**

|              |                             |                         | Sekundärkaries am Inlayrand | Lage des Inlays |
|--------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------|
| Spearman-Rho | Sekundärkaries am Inlayrand | Korrelationskoeffizient | 1,000                       | ,258            |
|              |                             | Sig. (2-seitig)         | .                           | ,068            |
|              |                             | N                       | 51                          | 51              |
|              | Lage des Inlays             | Korrelationskoeffizient | ,258                        | 1,000           |
|              |                             | Sig. (2-seitig)         | ,068                        | .               |
|              |                             | N                       | 51                          | 62              |

Lage des Inlays \* Sekundärkaries am Inlayrand Kreuztabelle

|                 |                                   |                                   | Sekundärkaries am Inlayrand       |                | Gesamt |
|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------|--------|
|                 |                                   |                                   | keine Sekundärkaries am Inlayrand | Sekundärkaries |        |
| Lage des Inlays | Prämolar                          | Anzahl                            | 33                                | 1              | 34     |
|                 |                                   | % von Lage des Inlays             | 97,1%                             | 2,9%           | 100,0% |
|                 |                                   | % von Sekundärkaries am Inlayrand | 70,2%                             | 25,0%          | 66,7%  |
|                 |                                   | % der Gesamtzahl                  | 64,7%                             | 2,0%           | 66,7%  |
|                 | Molar                             | Anzahl                            | 14                                | 3              | 17     |
|                 |                                   | % von Lage des Inlays             | 82,4%                             | 17,6%          | 100,0% |
|                 |                                   | % von Sekundärkaries am Inlayrand | 29,8%                             | 75,0%          | 33,3%  |
| Gesamt          | Anzahl                            | 47                                | 4                                 | 51             |        |
|                 | % von Lage des Inlays             | 92,2%                             | 7,8%                              | 100,0%         |        |
|                 | % von Sekundärkaries am Inlayrand | 100,0%                            | 100,0%                            | 100,0%         |        |
|                 | % der Gesamtzahl                  | 92,2%                             | 7,8%                              | 100,0%         |        |

### zu Punkt 4.5.3 Einfluss von Lage und Restaurationsausdehnung auf das klinische Erscheinungsbild – Ausdehnung zwei- oder dreiflächig

#### Korrelation zwischen Ausdehnung zwei-/dreiflächig und Ästhetik:

Flächen des Inlays \* Ästhetik des Inlays Kreuztabelle

|                    |                           |                           | Ästhetik des Inlays         |                            |                | Gesamt |
|--------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------|--------|
|                    |                           |                           | exzellent = nicht erkennbar | akzeptabel = gut erkennbar | unbefriedigend |        |
| Flächen des Inlays | 2-flächig                 | Anzahl                    | 6                           | 17                         | 2              | 25     |
|                    |                           | % von Flächen des Inlays  | 24,0%                       | 68,0%                      | 8,0%           | 100,0% |
|                    |                           | % von Ästhetik des Inlays | 54,5%                       | 44,7%                      | 100,0%         | 49,0%  |
|                    |                           | % der Gesamtzahl          | 11,8%                       | 33,3%                      | 3,9%           | 49,0%  |
|                    | 3-flächig                 | Anzahl                    | 5                           | 21                         | 0              | 26     |
|                    |                           | % von Flächen des Inlays  | 19,2%                       | 80,8%                      | ,0%            | 100,0% |
|                    |                           | % von Ästhetik des Inlays | 45,5%                       | 55,3%                      | ,0%            | 51,0%  |
| Gesamt             | Anzahl                    | 11                        | 38                          | 2                          | 51             |        |
|                    | % von Flächen des Inlays  | 21,6%                     | 74,5%                       | 3,9%                       | 100,0%         |        |
|                    | % von Ästhetik des Inlays | 100,0%                    | 100,0%                      | 100,0%                     | 100,0%         |        |
|                    | % der Gesamtzahl          | 21,6%                     | 74,5%                       | 3,9%                       | 100,0%         |        |

Symmetrische Maße

|                               |                           | Wert  | Asymptotischer Standardfehler <sup>a</sup> | Näherungsweise T <sup>b</sup> | Näherungsweise Signifikanz |
|-------------------------------|---------------------------|-------|--|-------------------------------|----------------------------|
| Intervall- bzgl. Intervallmaß | Pearson-R                 | -,034 | ,140                                       | -,239                         | ,812 <sup>c</sup>          |
| Ordinal- bzgl. Ordinalmaß     | Korrelation nach Spearman | -,019 | ,142                                       | -,135                         | ,893 <sup>c</sup>          |
| Anzahl der gültigen Fälle     |                           | 51    |  |                               |                            |

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

c. Basierend auf normaler Näherung

### Korrelation zwischen Ausdehnung zwei-/dreiflächig und Qualität des Inlayrandes:

#### Symmetrische Maße

|                               |                           | Wert | Asymptotischer Standardfehler <sup>a</sup> | Näherungsweise T <sup>b</sup> | Näherungsweise Signifikanz |
|-------------------------------|---------------------------|------|--|-------------------------------|----------------------------|
| Intervall- bzgl. Intervallmaß | Pearson-R                 | ,101 | ,142                                       | ,709                          | ,482 <sup>c</sup>          |
| Ordinal- bzgl. Ordinalmaß     | Korrelation nach Spearman | ,173 | ,137                                       | 1,227                         | ,226 <sup>c</sup>          |
| Anzahl der gültigen Fälle     |                           | 51   |  |                               |                            |

a. Die Null-Hyphothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hyphothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

c. Basierend auf normaler Näherung

#### Flächen des Inlays \* Qualität des Inlayrandes Kreuztabelle

|                    |                                |                                | Qualität des Inlayrandes |                |                                      |   | Gesamt |
|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------|----------------|--------------------------------------|---|--------|
|                    |                                |                                | Rand nicht sonderbar     | Rand sonderbar | Dentin oder Unterfüllung freiliegend | Inlay gebrochen, beweglich oder ein Stück fehlt |        |
| Flächen des Inlays | 2-flächig                      | Anzahl                         | 6                        | 16             | 0                                    | 3   | 25     |
|                    |                                | % von Flächen des Inlays       | 24,0%                    | 64,0%          | ,0%                                  | 12,0%   | 100,0% |
|                    |                                | % von Qualität des Inlayrandes | 75,0%                    | 44,4%          | ,0%                                  | 60,0%   | 49,0%  |
|                    |                                | % der Gesamtzahl               | 11,8%                    | 31,4%          | ,0%                                  | 5,9%  | 49,0%  |
|                    | 3-flächig                      | Anzahl                         | 2                        | 20             | 2                                    | 2   | 26     |
|                    |                                | % von Flächen des Inlays       | 7,7%                     | 76,9%          | 7,7%                                 | 7,7%  | 100,0% |
|                    |                                | % von Qualität des Inlayrandes | 25,0%                    | 55,6%          | 100,0%                               | 40,0%   | 51,0%  |
| % der Gesamtzahl   |                                | 3,9%                           | 39,2%                    | 3,9%           | 3,9%                                 | 51,0%   |        |
| Gesamt             | Anzahl                         | 8                              | 36                       | 2              | 5                                    | 51  |        |
|                    | % von Flächen des Inlays       | 15,7%                          | 70,6%                    | 3,9%           | 9,8%                                 | 100,0%  |        |
|                    | % von Qualität des Inlayrandes | 100,0%                         | 100,0%                   | 100,0%         | 100,0%                               | 100,0%  |        |
|                    | % der Gesamtzahl               | 15,7%                          | 70,6%                    | 3,9%           | 9,8%                                 | 100,0%  |        |

#### Flächen des Inlays \* Qualität des Inlayrandes \* Lage des Inlays Kreuztabelle

Anzahl

|                 |          |                    | Qualität des Inlayrandes |                |                                      |   | Gesamt |
|-----------------|----------|--------------------|--------------------------|----------------|--------------------------------------|---|--------|
|                 |          |                    | Rand nicht sonderbar     | Rand sonderbar | Dentin oder Unterfüllung freiliegend | Inlay gebrochen, beweglich oder ein Stück fehlt |        |
| Lage des Inlays | Prämolar | Flächen des Inlays | 5                        | 12             | 0                                    | 1   | 18     |
|                 |          | 2-flächig          | 2                        | 13             | 1                                    | 0   | 16     |
|                 |          | 3-flächig          | 7                        | 25             | 1                                    | 1   | 34     |
| Lage des Inlays | Molar    | Flächen des Inlays | 1                        | 4              | 0                                    | 2   | 7      |
|                 |          | 2-flächig          | 0                        | 7              | 1                                    | 2   | 10     |
|                 |          | 3-flächig          | 1                        | 11             | 1                                    | 4   | 17     |

### Korrelation zwischen Ausdehnung zwei-/dreiflächig und Verfärbung am Inlayrand:

**Flächen des Inlays \* Verfärbung des Inlayrandes Kreuztabelle**

|                    |                                  |                                  | Verfärbung des Inlayrandes |            | Gesamt |
|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------|------------|--------|
|                    |                                  |                                  | keine Verfärbung           | Verfärbung |        |
| Flächen des Inlays | 2-flächig                        | Anzahl                           | 11                         | 14         | 25     |
|                    |                                  | % von Flächen des Inlays         | 44,0%                      | 56,0%      | 100,0% |
|                    |                                  | % von Verfärbung des Inlayrandes | 52,4%                      | 46,7%      | 49,0%  |
|                    | 3-flächig                        | Anzahl                           | 10                         | 16         | 26     |
|                    |                                  | % von Flächen des Inlays         | 38,5%                      | 61,5%      | 100,0% |
|                    |                                  | % von Verfärbung des Inlayrandes | 47,6%                      | 53,3%      | 51,0%  |
| Gesamt             | Anzahl                           |                                  | 21                         | 30         | 51     |
|                    | % von Flächen des Inlays         |                                  | 41,2%                      | 58,8%      | 100,0% |
|                    | % von Verfärbung des Inlayrandes |                                  | 100,0%                     | 100,0%     | 100,0% |
|                    | % der Gesamtzahl                 |                                  | 41,2%                      | 58,8%      | 100,0% |

**Symmetrische Maße**

|                               |                           | Wert | Asymptotischer Standardfehler <sup>a</sup> | Näherungsweise T <sup>b</sup> | Näherungsweise Signifikanz |
|-------------------------------|---------------------------|------|--|-------------------------------|----------------------------|
| Intervall- bzgl. Intervallmaß | Pearson-R                 | ,056 | ,140                                       | ,394                          | ,695 <sup>c</sup>          |
| Ordinal- bzgl. Ordinalmaß     | Korrelation nach Spearman | ,056 | ,140                                       | ,394                          | ,695 <sup>c</sup>          |
| Anzahl der gültigen Fälle     |                           | 51   |  |                               |                            |

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

c. Basierend auf normaler Näherung

### Korrelation zwischen Ausdehnung zwei-/dreiflächig und Sekundärkariesbildung:

**Flächen des Inlays \* Sekundärkaries am Inlayrand Kreuztabelle**

|                    |                                   |                                   | Sekundärkaries am Inlayrand       |                | Gesamt |
|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------|--------|
|                    |                                   |                                   | keine Sekundärkaries am Inlayrand | Sekundärkaries |        |
| Flächen des Inlays | 2-flächig                         | Anzahl                            | 24                                | 1              | 25     |
|                    |                                   | % von Flächen des Inlays          | 96,0%                             | 4,0%           | 100,0% |
|                    |                                   | % von Sekundärkaries am Inlayrand | 51,1%                             | 25,0%          | 49,0%  |
|                    | 3-flächig                         | Anzahl                            | 23                                | 3              | 26     |
|                    |                                   | % von Flächen des Inlays          | 88,5%                             | 11,5%          | 100,0% |
|                    |                                   | % von Sekundärkaries am Inlayrand | 48,9%                             | 75,0%          | 51,0%  |
| Gesamt             | Anzahl                            |                                   | 47                                | 4              | 51     |
|                    | % von Flächen des Inlays          |                                   | 92,2%                             | 7,8%           | 100,0% |
|                    | % von Sekundärkaries am Inlayrand |                                   | 100,0%                            | 100,0%         | 100,0% |
|                    | % der Gesamtzahl                  |                                   | 92,2%                             | 7,8%           | 100,0% |



## Symmetrische Maße

|                               |                           | Wert | Asymptotischer Standardfehler <sup>a</sup> | Näherungsweise T <sup>b</sup> | Näherungsweise Signifikanz |
|-------------------------------|---------------------------|------|--|-------------------------------|----------------------------|
| Intervall- bzgl. Intervallmaß | Pearson-R                 | ,140 | ,127                                       | ,991                          | ,327 <sup>c</sup>          |
| Ordinal- bzgl. Ordinalmaß     | Korrelation nach Spearman | ,140 | ,127                                       | ,991                          | ,327 <sup>c</sup>          |
| Anzahl der gültigen Fälle     |                           | 51   |  |                               |                            |

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

c. Basierend auf normaler Näherung

## zu Punkt 4.6.1 Überlebenszeit

## Zusammenfassung der Fallverarbeitung

| Gesamtzahl | Anzahl der Ereignisse | Zensiert |         |
|------------|-----------------------|----------|---------|
|            |                       | N        | Prozent |
| 62         | 11                    | 51       | 82,3%   |

## Mittelwerte und Mediane für die Überlebenszeit

| Mittelwert <sup>a</sup> |                |                        |              | Median   |                |                        |              |
|-------------------------|----------------|------------------------|--------------|----------|----------------|------------------------|--------------|
| Schätzer                | Standardfehler | 95%-Konfidenzintervall |              | Schätzer | Standardfehler | 95%-Konfidenzintervall |              |
|                         |                | Untere Grenze          | Obere Grenze |          |                | Untere Grenze          | Obere Grenze |
| 122,854                 | 4,310          | 114,406                | 131,30       | .        | .              | .                      | .            |

a. Die Schätzung ist auf die längste Überlebenszeit begrenzt, wenn sie zensiert ist.

Überlebenstabelle

|    | Zeit    | Status             | Kumulierter Anteil Überlebender zum Zeitpunkt |                 | Anzahl der kumulativen Ereignisse | Anzahl der verbliebenen Fälle |
|----|---------|--------------------|---|-----------------|-----------------------------------|-------------------------------|
|    |         |                    | Schätzer                                      | Standard fehler |                                   |                               |
| 1  | 13,000  | nicht mehr in Situ | ,984  | ,016            | 1                                 | 61                            |
| 2  | 25,000  | nicht mehr in Situ | ,968  | ,022            | 2                                 | 60                            |
| 3  | 26,000  | nicht mehr in Situ | ,952  | ,027            | 3                                 | 59                            |
| 4  | 28,000  | nicht mehr in Situ | ,935  | ,031            | 4                                 | 58                            |
| 5  | 41,000  | nicht mehr in Situ | .   | .               | 5                                 | 57                            |
| 6  | 41,000  | nicht mehr in Situ | ,903  | ,038            | 6                                 | 56                            |
| 7  | 55,000  | nicht mehr in Situ | ,887  | ,040            | 7                                 | 55                            |
| 8  | 71,000  | nicht mehr in Situ | ,871  | ,043            | 8                                 | 54                            |
| 9  | 107,000 | in Situ            | .   | .               | 8                                 | 53                            |
| 10 | 107,000 | in Situ            | .   | .               | 8                                 | 52                            |
| 11 | 111,000 | nicht mehr in Situ | .   | .               | 9                                 | 51                            |
| 12 | 111,000 | nicht mehr in Situ | ,837  | ,047            | 10                                | 50                            |
| 13 | 111,000 | in Situ            | .   | .               | 10                                | 49                            |
| 14 | 111,000 | in Situ            | .   | .               | 10                                | 48                            |
| 15 | 112,000 | nicht mehr in Situ | ,820  | ,049            | 11                                | 47                            |
| 16 | 115,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 46                            |
| 17 | 115,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 45                            |
| 18 | 115,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 44                            |
| 19 | 116,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 43                            |
| 20 | 116,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 42                            |
| 21 | 116,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 41                            |
| 22 | 117,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 40                            |
| 23 | 117,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 39                            |
| 24 | 117,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 38                            |
| 25 | 117,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 37                            |
| 26 | 117,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 36                            |
| 27 | 118,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 35                            |
| 28 | 118,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 34                            |
| 29 | 119,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 33                            |
| 30 | 119,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 32                            |
| 31 | 119,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 31                            |
| 32 | 119,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 30                            |
| 33 | 119,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 29                            |
| 34 | 120,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 28                            |
| 35 | 120,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 27                            |
| 36 | 121,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 26                            |
| 37 | 121,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 25                            |
| 38 | 123,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 24                            |
| 39 | 124,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 23                            |
| 40 | 124,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 22                            |
| 41 | 124,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 21                            |
| 42 | 124,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 20                            |
| 43 | 125,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 19                            |
| 44 | 125,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 18                            |
| 45 | 126,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 17                            |
| 46 | 126,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 16                            |
| 47 | 126,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 15                            |
| 48 | 126,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 14                            |
| 49 | 127,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 13                            |
| 50 | 127,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 12                            |
| 51 | 128,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 11                            |
| 52 | 129,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 10                            |
| 53 | 129,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 9                             |
| 54 | 131,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 8                             |
| 55 | 131,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 7                             |
| 56 | 131,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 6                             |
| 57 | 131,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 5                             |
| 58 | 131,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 4                             |
| 59 | 132,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 3                             |
| 60 | 134,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 2                             |
| 61 | 134,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 1                             |
| 62 | 137,000 | in Situ            | .   | .               | 11                                | 0                             |

## zu Punkt 4.6.1.1 Einfluss von Lokalisation und Ausdehnung auf die Überlebenszeit

### Einfluss der Lage in Ober-/Unterkiefer auf die Überlebenszeit

Status des Inlays bei Befundaufnahme \* Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer Kreuztabelle

|                                      |   |   | Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer |             | Gesamt |
|--------------------------------------|---|---|---|-------------|--------|
|                                      |   |   | Oberkiefer                                | Unterkiefer |        |
| Status des Inlays bei Befundaufnahme | in Situ   | Anzahl  | 33  | 18          | 51     |
|                                      |   | % von Status des Inlays bei Befundaufnahme      | 64,7%                                     | 35,3%       | 100,0% |
|                                      |   | % von Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | 76,7%                                     | 94,7%       | 82,3%  |
|                                      |   | % der Gesamtzahl                                | 53,2%                                     | 29,0%       | 82,3%  |
|                                      | nicht mehr in Situ                              | Anzahl  | 10  | 1           | 11     |
|                                      |   | % von Status des Inlays bei Befundaufnahme      | 90,9%                                     | 9,1%        | 100,0% |
|                                      |   | % von Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | 23,3%                                     | 5,3%        | 17,7%  |
| Gesamt                               | Anzahl  | 43  | 19  | 62          |        |
|                                      | % von Status des Inlays bei Befundaufnahme      | 69,4%   | 30,6%                                     | 100,0%      |        |
|                                      | % von Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | 100,0%  | 100,0%                                    | 100,0%      |        |
|                                      | % der Gesamtzahl                                | 69,4%   | 30,6%                                     | 100,0%      |        |

#### Symmetrische Maße

|                               |                           | Wert  | Asymptotischer Standardfehler <sup>a</sup> | Näherungsweise T <sup>b</sup> | Näherungsweise Signifikanz |
|-------------------------------|---------------------------|-------|--|-------------------------------|----------------------------|
| Intervall- bzgl. Intervallmaß | Pearson-R                 | -,217 | ,091                                       | -1,723                        | ,090 <sup>c</sup>          |
| Ordinal- bzgl. Ordinalmaß     | Korrelation nach Spearman | -,217 | ,091                                       | -1,723                        | ,090 <sup>c</sup>          |
| Anzahl der gültigen Fälle     |                           | 62    |  |                               |                            |

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

c. Basierend auf normaler Näherung

### Einfluss der Lokalisation im Prämolaren-/Molarenbereich auf die Überlebenszeit

Lage des Inlays \* Status des Inlays bei Befundaufnahme Kreuztabelle

|                 |  |  | Status des Inlays bei Befundaufnahme |                    | Gesamt |
|-----------------|--|--|--------------------------------------|--------------------|--------|
|                 |  |  | in Situ                              | nicht mehr in Situ |        |
| Lage des Inlays | Prämolar                                   | Anzahl                                     | 34                                   | 3                  | 37     |
|                 |  | % von Lage des Inlays                      | 91,9%                                | 8,1%               | 100,0% |
|                 |  | % von Status des Inlays bei Befundaufnahme | 66,7%                                | 27,3%              | 59,7%  |
|                 |  | % der Gesamtzahl                           | 54,8%                                | 4,8%               | 59,7%  |
|                 | Molar                                      | Anzahl                                     | 17                                   | 8                  | 25     |
|                 |  | % von Lage des Inlays                      | 68,0%                                | 32,0%              | 100,0% |
|                 |  | % von Status des Inlays bei Befundaufnahme | 33,3%                                | 72,7%              | 40,3%  |
| Gesamt          | Anzahl                                     | 51   | 11                                   | 62                 |        |
|                 | % von Lage des Inlays                      | 82,3%                                      | 17,7%                                | 100,0%             |        |
|                 | % von Status des Inlays bei Befundaufnahme | 100,0%                                     | 100,0%                               | 100,0%             |        |
|                 | % der Gesamtzahl                           | 82,3%                                      | 17,7%                                | 100,0%             |        |

## Symmetrische Maße

|                               |                           | Wert | Asymptotischer Standardfehler <sup>a</sup> | Näherungsweise T <sup>b</sup> | Näherungsweise Signifikanz |
|-------------------------------|---------------------------|------|--|-------------------------------|----------------------------|
| Intervall- bzgl. Intervallmaß | Pearson-R                 | ,307 | ,121                                       | 2,497                         | ,015 <sup>c</sup>          |
| Ordinal- bzgl. Ordinalmaß     | Korrelation nach Spearman | ,307 | ,121                                       | 2,497                         | ,015 <sup>c</sup>          |
| Anzahl der gültigen Fälle     |                           | 62   |  |                               |                            |

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

c. Basierend auf normaler Näherung

Zusammenhang zwischen Lokalisation und Liegedauer

## Lage des Inlays \* Zeit Inlay in Situ Kreuztabelle

|                 |                          |                          | Zeit Inlay in Situ          |                          |                       |                     |                     |                             | Gesamt |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|--------|
|                 |                          |                          | mehr als 120 Monate in Situ | 114 - 120 Monate in Situ | 8 - 9,5 Jahre in Situ | 5 - 8 Jahre in Situ | 2 - 5 Jahre in Situ | weniger als 2 Jahre in Situ |        |
| Lage des Inlays | Prämolar                 | Anzahl                   | 21                          | 13                       | 2                     | 0                   | 1                   | 0                           | 37     |
|                 |                          | % von Lage des Inlays    | 56,8%                       | 35,1%                    | 5,4%                  | ,0%                 | 2,7%                | ,0%                         | 100,0% |
|                 |                          | % von Zeit Inlay in Situ | 72,4%                       | 59,1%                    | 66,7%                 | ,0%                 | 16,7%               | ,0%                         | 59,7%  |
|                 |                          | % der Gesamtzahl         | 33,9%                       | 21,0%                    | 3,2%                  | ,0%                 | 1,6%                | ,0%                         | 59,7%  |
|                 | Molar                    | Anzahl                   | 8                           | 9                        | 1                     | 1                   | 5                   | 1                           | 25     |
|                 |                          | % von Lage des Inlays    | 32,0%                       | 36,0%                    | 4,0%                  | 4,0%                | 20,0%               | 4,0%                        | 100,0% |
|                 |                          | % von Zeit Inlay in Situ | 27,6%                       | 40,9%                    | 33,3%                 | 100,0%              | 83,3%               | 100,0%                      | 40,3%  |
|                 |                          | % der Gesamtzahl         | 12,9%                       | 14,5%                    | 1,6%                  | 1,6%                | 8,1%                | 1,6%                        | 40,3%  |
| Gesamt          | Anzahl                   | 29                       | 22                          | 3                        | 1                     | 6                   | 1                   | 62                          |        |
|                 | % von Lage des Inlays    | 46,8%                    | 35,5%                       | 4,8%                     | 1,6%                  | 9,7%                | 1,6%                | 100,0%                      |        |
|                 | % von Zeit Inlay in Situ | 100,0%                   | 100,0%                      | 100,0%                   | 100,0%                | 100%                | 100,0%              | 100,0%                      |        |
|                 | % der Gesamtzahl         | 46,8%                    | 35,5%                       | 4,8%                     | 1,6%                  | 9,7%                | 1,6%                | 100,0%                      |        |

## Symmetrische Maße

|                               |                           | Wert | Asymptotischer Standardfehler <sup>a</sup> | Näherungsweise T <sup>b</sup> | Näherungsweise Signifikanz |
|-------------------------------|---------------------------|------|--|-------------------------------|----------------------------|
| Intervall- bzgl. Intervallmaß | Pearson-R                 | ,372 | ,107                                       | 3,109                         | ,003 <sup>c</sup>          |
| Ordinal- bzgl. Ordinalmaß     | Korrelation nach Spearman | ,317 | ,120                                       | 2,593                         | ,012 <sup>c</sup>          |
| Anzahl der gültigen Fälle     |                           | 62   |  |                               |                            |

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

c. Basierend auf normaler Näherung

## Zusammenfassung der Fallverarbeitung

| Lage des Inlays | Gesamtzahl | Anzahl der Ereignisse | Zensiert |         |
|-----------------|------------|-----------------------|----------|---------|
|                 |            |                       | N        | Prozent |
| Prämolar        | 37         | 3                     | 34       | 91,9%   |
| Molar           | 25         | 8                     | 17       | 68,0%   |
| Gesamt          | 62         | 11                    | 51       | 82,3%   |

## Mittelwerte und Mediane für die Überlebenszeit

| Lage des Inlays | Mittelwert <sup>a</sup> |                 |                        |              | Median   |                 |                        |              |
|-----------------|-------------------------|-----------------|------------------------|--------------|----------|-----------------|------------------------|--------------|
|                 | Schätzer                | Standard fehler | 95%-Konfidenzintervall |              | Schätzer | Standard fehler | 95%-Konfidenzintervall |              |
|                 |                         |                 | Untere Grenze          | Obere Grenze |          |                 | Untere Grenze          | Obere Grenze |
| Prämolar        | 132,485                 | 3,117           | 126,376                | 138,59       | .        | .               | .                      | .            |
| Molar           | 104,560                 | 8,392           | 88,111                 | 121,01       | .        | .               | .                      | .            |
| Gesamt          | 122,854                 | 4,310           | 114,406                | 131,30       | .        | .               | .                      | .            |

a. Die Schätzung ist auf die längste Überlebenszeit begrenzt, wenn sie zensiert ist.

Überlebenstabelle

| Lage des Inlays | Zeit | Status             | Kumulierter Anteil Überlebender zum Zeitpunkt |                | Anzahl der kumulativen Ereignisse | Anzahl der verbliebenen Fälle |    |
|-----------------|------|--------------------|---|----------------|-----------------------------------|-------------------------------|----|
|                 |      |                    | Schätzer                                      | Standardfehler |                                   |                               |    |
| Prämolar        | 1    | nicht mehr in Situ | ,973  | ,027           | 1                                 | 36                            |    |
|                 | 2    | 107,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 1                             | 35 |
|                 | 3    | 107,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 1                             | 34 |
|                 | 4    | 111,000            | nicht mehr in Situ                            | .              | .                                 | 2                             | 33 |
|                 | 5    | 111,000            | nicht mehr in Situ                            | ,916           | ,047                              | 3                             | 32 |
|                 | 6    | 111,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 31 |
|                 | 7    | 111,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 30 |
|                 | 8    | 115,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 29 |
|                 | 9    | 116,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 28 |
|                 | 10   | 116,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 27 |
|                 | 11   | 116,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 26 |
|                 | 12   | 117,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 25 |
|                 | 13   | 117,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 24 |
|                 | 14   | 117,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 23 |
|                 | 15   | 119,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 22 |
|                 | 16   | 119,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 21 |
|                 | 17   | 121,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 20 |
|                 | 18   | 121,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 19 |
|                 | 19   | 124,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 18 |
|                 | 20   | 124,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 17 |
|                 | 21   | 124,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 16 |
|                 | 22   | 124,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 15 |
|                 | 23   | 125,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 14 |
|                 | 24   | 125,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 13 |
|                 | 25   | 126,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 12 |
|                 | 26   | 126,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 11 |
|                 | 27   | 126,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 10 |
|                 | 28   | 127,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 9  |
|                 | 29   | 127,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 8  |
|                 | 30   | 131,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 7  |
|                 | 31   | 131,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 6  |
|                 | 32   | 131,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 5  |
|                 | 33   | 131,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 4  |
|                 | 34   | 132,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 3  |
|                 | 35   | 134,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 2  |
|                 | 36   | 134,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 1  |
|                 | 37   | 137,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 3                             | 0  |
| Molar           | 1    | nicht mehr in Situ | ,960  | ,039           | 1                                 | 24                            |    |
|                 | 2    | 26,000             | nicht mehr in Situ                            | ,920           | ,054                              | 2                             | 23 |
|                 | 3    | 28,000             | nicht mehr in Situ                            | ,880           | ,065                              | 3                             | 22 |
|                 | 4    | 41,000             | nicht mehr in Situ                            | .              | .                                 | 4                             | 21 |
|                 | 5    | 41,000             | nicht mehr in Situ                            | ,800           | ,080                              | 5                             | 20 |
|                 | 6    | 55,000             | nicht mehr in Situ                            | ,760           | ,085                              | 6                             | 19 |
|                 | 7    | 71,000             | nicht mehr in Situ                            | ,720           | ,090                              | 7                             | 18 |
|                 | 8    | 112,000            | nicht mehr in Situ                            | ,680           | ,093                              | 8                             | 17 |
|                 | 9    | 115,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 8                             | 16 |
|                 | 10   | 115,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 8                             | 15 |
|                 | 11   | 117,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 8                             | 14 |
|                 | 12   | 117,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 8                             | 13 |
|                 | 13   | 118,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 8                             | 12 |
|                 | 14   | 118,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 8                             | 11 |
|                 | 15   | 119,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 8                             | 10 |
|                 | 16   | 119,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 8                             | 9  |
|                 | 17   | 119,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 8                             | 8  |
|                 | 18   | 120,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 8                             | 7  |
|                 | 19   | 120,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 8                             | 6  |
|                 | 20   | 123,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 8                             | 5  |
|                 | 21   | 126,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 8                             | 4  |
|                 | 22   | 128,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 8                             | 3  |
|                 | 23   | 129,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 8                             | 2  |
|                 | 24   | 129,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 8                             | 1  |
|                 | 25   | 131,000            | in Situ                                       | .              | .                                 | 8                             | 0  |

## Einfluss der Ausdehnung auf die Überlebensrate

**Flächen des Inlays \* Status des Inlays bei Befundaufnahme Kreuztabelle**

|                    |  |  | Status des Inlays bei Befundaufnahme |                    | Gesamt |
|--------------------|--|--|--------------------------------------|--------------------|--------|
|                    |  |  | in Situ                              | nicht mehr in Situ |        |
| Flächen des Inlays | 2-flächig                                  | Anzahl                                     | 25                                   | 2                  | 27     |
|                    |  | % von Flächen des Inlays                   | 92,6%                                | 7,4%               | 100,0% |
|                    |  | % von Status des Inlays bei Befundaufnahme | 49,0%                                | 18,2%              | 43,5%  |
|                    | 3-flächig                                  | Anzahl                                     | 26                                   | 9                  | 35     |
|                    |  | % von Flächen des Inlays                   | 74,3%                                | 25,7%              | 100,0% |
|                    |  | % von Status des Inlays bei Befundaufnahme | 51,0%                                | 81,8%              | 56,5%  |
| Gesamt             | Anzahl                                     |  | 51                                   | 11                 | 62     |
|                    | % von Flächen des Inlays                   |  | 82,3%                                | 17,7%              | 100,0% |
|                    | % von Status des Inlays bei Befundaufnahme |  | 100,0%                               | 100,0%             | 100,0% |
|                    | % der Gesamtzahl                           |  | 82,3%                                | 17,7%              | 100,0% |

**Symmetrische Maße**

|                               |                           | Wert | Asymptotischer Standardfehler <sup>a</sup> | Näherungsweise T <sup>b</sup> | Näherungsweise Signifikanz |
|-------------------------------|---------------------------|------|--|-------------------------------|----------------------------|
| Intervall- bzgl. Intervallmaß | Pearson-R                 | ,238 | ,107                                       | 1,895                         | ,063 <sup>c</sup>          |
| Ordinal- bzgl. Ordinalmaß     | Korrelation nach Spearman | ,238 | ,107                                       | 1,895                         | ,063 <sup>c</sup>          |
| Anzahl der gültigen Fälle     |                           | 62   |  |                               |                            |

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

c. Basierend auf normaler Näherung

## Einfluss der Ausdehnung des Inlays auf die Liegedauer

**Flächen des Inlays \* Zeit Inlay in Situ Kreuztabelle**

|                    |                          |                          | Zeit Inlay in Situ          |                          |                       |                     |                     |                             | Gesamt |
|--------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|--------|
|                    |                          |                          | mehr als 120 Monate in Situ | 114 - 120 Monate in Situ | 8 - 9,5 Jahre in Situ | 5 - 8 Jahre in Situ | 2 - 5 Jahre in Situ | weniger als 2 Jahre in Situ |        |
| Flächen des Inlays | 2-flächig                | Anzahl                   | 17                          | 8                        | 1                     | 0                   | 1                   | 0                           | 27     |
|                    |                          | % von Flächen des Inlays | 63,0%                       | 29,6%                    | 3,7%                  | ,0%                 | 3,7%                | ,0%                         | 100,0% |
|                    |                          | % von Zeit Inlay in Situ | 58,6%                       | 36,4%                    | 33,3%                 | ,0%                 | 16,7%               | ,0%                         | 43,5%  |
|                    | 3-flächig                | Anzahl                   | 12                          | 14                       | 2                     | 1                   | 5                   | 1                           | 35     |
|                    |                          | % von Flächen des Inlays | 34,3%                       | 40,0%                    | 5,7%                  | 2,9%                | 14,3%               | 2,9%                        | 100,0% |
|                    |                          | % von Zeit Inlay in Situ | 41,4%                       | 63,6%                    | 66,7%                 | 100%                | 83,3%               | 100,0%                      | 56,5%  |
| Gesamt             | Anzahl                   |                          | 29                          | 22                       | 3                     | 1                   | 6                   | 1                           | 62     |
|                    | % von Flächen des Inlays |                          | 46,8%                       | 35,5%                    | 4,8%                  | 1,6%                | 9,7%                | 1,6%                        | 100,0% |
|                    | % von Zeit Inlay in Situ |                          | 100,0%                      | 100,0%                   | 100%                  | 100%                | 100,0%              | 100,0%                      | 100,0% |
|                    | % der Gesamtzahl         |                          | 46,8%                       | 35,5%                    | 4,8%                  | 1,6%                | 9,7%                | 1,6%                        | 100,0% |

## Symmetrische Maße

|                               |                           | Wert | Asymptotischer Standardfehler <sup>a</sup> | Näherungsweise T <sup>b</sup> | Näherungsweise Signifikanz |
|-------------------------------|---------------------------|------|--|-------------------------------|----------------------------|
| Intervall- bzgl. Intervallmaß | Pearson-R                 | ,302 | ,100                                       | 2,452                         | ,017 <sup>c</sup>          |
| Ordinal- bzgl. Ordinalmaß     | Korrelation nach Spearman | ,315 | ,115                                       | 2,571                         | ,013 <sup>c</sup>          |
| Anzahl der gültigen Fälle     |                           | 62   |  |                               |                            |

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

c. Basierend auf normaler Näherung

## Mittelwerte und Mediane für die Überlebenszeit

| Flächen des Inlays | Mittelwert <sup>a</sup> |                |                        |              | Median   |                |                        |              |
|--------------------|-------------------------|----------------|------------------------|--------------|----------|----------------|------------------------|--------------|
|                    | Schätzer                | Standardfehler | 95%-Konfidenzintervall |              | Schätzer | Standardfehler | 95%-Konfidenzintervall |              |
|                    |                         |                | Untere Grenze          | Obere Grenze |          |                | Untere Grenze          | Obere Grenze |
| 2-flächig          | 132,961                 | 3,102          | 126,882                | 139,041      | .        | .              | .                      | .            |
| 3-flächig          | 110,622                 | 6,572          | 97,741                 | 123,503      | .        | .              | .                      | .            |
| Gesamt             | 122,854                 | 4,310          | 114,406                | 131,302      | .        | .              | .                      | .            |

a. Die Schätzung ist auf die längste Überlebenszeit begrenzt, wenn sie zensiert ist.



## zu Punkt 4.6.3.2 Beschwerdeanamnese und Therapiemaßnahmen innerhalb der Liegedauer – Schäden an der Restauration

### zeitliches Auftreten der Schäden am Inlay

Zeit Inlay in Situ \* Beschwerdeanamnese Inlay Kreuztabelle

|                             |                             |                                | Beschwerdeanamnese Inlay |                            |                 | Gesamt |
|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------|--------|
|                             |                             |                                | Inlay klinisch intakt    | Inlay nicht mehr randdicht | Inlay gebrochen |        |
| Zeit Inlay in Situ          | mehr als 120 Monate in Situ | Anzahl                         | 23                       | 1                          | 5               | 29     |
|                             |                             | % von Zeit Inlay in Situ       | 79,3%                    | 3,4%                       | 17,2%           | 100,0% |
|                             |                             | % von Beschwerdeanamnese Inlay | 46,0%                    | 33,3%                      | 55,6%           | 46,8%  |
|                             |                             | % der Gesamtzahl               | 37,1%                    | 1,6%                       | 8,1%            | 46,8%  |
| 114 - 120 Monate in Situ    | 114 - 120 Monate in Situ    | Anzahl                         | 17                       | 2                          | 3               | 22     |
|                             |                             | % von Zeit Inlay in Situ       | 77,3%                    | 9,1%                       | 13,6%           | 100,0% |
|                             |                             | % von Beschwerdeanamnese Inlay | 34,0%                    | 66,7%                      | 33,3%           | 35,5%  |
|                             |                             | % der Gesamtzahl               | 27,4%                    | 3,2%                       | 4,8%            | 35,5%  |
| 8 - 9,5 Jahre in Situ       | 8 - 9,5 Jahre in Situ       | Anzahl                         | 3                        | 0                          | 0               | 3      |
|                             |                             | % von Zeit Inlay in Situ       | 100,0%                   | ,0%                        | ,0%             | 100,0% |
|                             |                             | % von Beschwerdeanamnese Inlay | 6,0%                     | ,0%                        | ,0%             | 4,8%   |
|                             |                             | % der Gesamtzahl               | 4,8%                     | ,0%                        | ,0%             | 4,8%   |
| 5 - 8 Jahre in Situ         | 5 - 8 Jahre in Situ         | Anzahl                         | 0                        | 0                          | 1               | 1      |
|                             |                             | % von Zeit Inlay in Situ       | ,0%                      | ,0%                        | 100,0%          | 100,0% |
|                             |                             | % von Beschwerdeanamnese Inlay | ,0%                      | ,0%                        | 11,1%           | 1,6%   |
|                             |                             | % der Gesamtzahl               | ,0%                      | ,0%                        | 1,6%            | 1,6%   |
| 2 - 5 Jahre in Situ         | 2 - 5 Jahre in Situ         | Anzahl                         | 6                        | 0                          | 0               | 6      |
|                             |                             | % von Zeit Inlay in Situ       | 100,0%                   | ,0%                        | ,0%             | 100,0% |
|                             |                             | % von Beschwerdeanamnese Inlay | 12,0%                    | ,0%                        | ,0%             | 9,7%   |
|                             |                             | % der Gesamtzahl               | 9,7%                     | ,0%                        | ,0%             | 9,7%   |
| weniger als 2 Jahre in Situ | weniger als 2 Jahre in Situ | Anzahl                         | 1                        | 0                          | 0               | 1      |
|                             |                             | % von Zeit Inlay in Situ       | 100,0%                   | ,0%                        | ,0%             | 100,0% |
|                             |                             | % von Beschwerdeanamnese Inlay | 2,0%                     | ,0%                        | ,0%             | 1,6%   |
|                             |                             | % der Gesamtzahl               | 1,6%                     | ,0%                        | ,0%             | 1,6%   |
| Gesamt                      | Gesamt                      | Anzahl                         | 50                       | 3                          | 9               | 62     |
|                             |                             | % von Zeit Inlay in Situ       | 80,6%                    | 4,8%                       | 14,5%           | 100,0% |
|                             |                             | % von Beschwerdeanamnese Inlay | 100,0%                   | 100,0%                     | 100,0%          | 100,0% |
|                             |                             | % der Gesamtzahl               | 80,6%                    | 4,8%                       | 14,5%           | 100,0% |

## zu Punkt 6.3.3.3. Therapiemaßnahmen

Zeit Inlay in Situ \* Therapiemaßnahmen Kreuztabelle

|                             |                             |                          | Therapiemaßnahmen        |                            |  |   |                      | Gesamt |
|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|--|---|----------------------|--------|
|                             |                             |                          | keine Therapie notwendig | Einschleifen der Okklusion | Entfernung des Inlays und erneute Füllungstherapie | Trepanation und Wurzelbehandlung ohne Erhalt des Inlays | Extraktion des Zahns |        |
| Zeit Inlay in Situ          | mehr als 120 Monate in Situ | Anzahl                   | 26                       | 3                          | 0  | 0   | 0                    | 29     |
|                             |                             | % von Zeit Inlay in Situ | 89,7%                    | 10,3%                      | ,0%  | ,0%   | ,0%                  | 100,0% |
|                             |                             | % von Therapiemaßnahmen  | 59,1%                    | 42,9%                      | ,0%  | ,0%   | ,0%                  | 46,8%  |
|                             |                             | % der Gesamtzahl         | 41,9%                    | 4,8%                       | ,0%  | ,0%   | ,0%                  | 46,8%  |
| 114 - 120 Monate in Situ    |                             | Anzahl                   | 16                       | 4                          | 2  | 0   | 0                    | 22     |
|                             |                             | % von Zeit Inlay in Situ | 72,7%                    | 18,2%                      | 9,1%   | ,0%   | ,0%                  | 100,0% |
|                             |                             | % von Therapiemaßnahmen  | 36,4%                    | 57,1%                      | 28,6%  | ,0%   | ,0%                  | 35,5%  |
|                             |                             | % der Gesamtzahl         | 25,8%                    | 6,5%                       | 3,2%   | ,0%   | ,0%                  | 35,5%  |
| 8 - 9,5 Jahre in Situ       |                             | Anzahl                   | 2                        | 0                          | 0  | 0   | 1                    | 3      |
|                             |                             | % von Zeit Inlay in Situ | 66,7%                    | ,0%                        | ,0%  | ,0%   | 33,3%                | 100,0% |
|                             |                             | % von Therapiemaßnahmen  | 4,5%                     | ,0%                        | ,0%  | ,0%   | 100,0%               | 4,8%   |
|                             |                             | % der Gesamtzahl         | 3,2%                     | ,0%                        | ,0%  | ,0%   | 1,6%                 | 4,8%   |
| 5 - 8 Jahre in Situ         |                             | Anzahl                   | 0                        | 0                          | 1  | 0   | 0                    | 1      |
|                             |                             | % von Zeit Inlay in Situ | ,0%                      | ,0%                        | 100,0%   | ,0%   | ,0%                  | 100,0% |
|                             |                             | % von Therapiemaßnahmen  | ,0%                      | ,0%                        | 14,3%  | ,0%   | ,0%                  | 1,6%   |
|                             |                             | % der Gesamtzahl         | ,0%                      | ,0%                        | 1,6%   | ,0%   | ,0%                  | 1,6%   |
| 2 - 5 Jahre in Situ         |                             | Anzahl                   | 0                        | 0                          | 3  | 3   | 0                    | 6      |
|                             |                             | % von Zeit Inlay in Situ | ,0%                      | ,0%                        | 50,0%  | 50,0%   | ,0%                  | 100,0% |
|                             |                             | % von Therapiemaßnahmen  | ,0%                      | ,0%                        | 42,9%  | 100,0%  | ,0%                  | 9,7%   |
|                             |                             | % der Gesamtzahl         | ,0%                      | ,0%                        | 4,8%   | 4,8%  | ,0%                  | 9,7%   |
| weniger als 2 Jahre in Situ |                             | Anzahl                   | 0                        | 0                          | 1  | 0   | 0                    | 1      |
|                             |                             | % von Zeit Inlay in Situ | ,0%                      | ,0%                        | 100,0%   | ,0%   | ,0%                  | 100,0% |
|                             |                             | % von Therapiemaßnahmen  | ,0%                      | ,0%                        | 14,3%  | ,0%   | ,0%                  | 1,6%   |
|                             |                             | % der Gesamtzahl         | ,0%                      | ,0%                        | 1,6%   | ,0%   | ,0%                  | 1,6%   |
| Gesamt                      |                             | Anzahl                   | 44                       | 7                          | 7  | 3   | 1                    | 62     |
|                             |                             | % von Zeit Inlay in Situ | 71,0%                    | 11,3%                      | 11,3%  | 4,8%  | 1,6%                 | 100,0% |
|                             |                             | % von Therapiemaßnahmen  | 100,0%                   | 100,0%                     | 100,0%   | 100,0%  | 100,0%               | 100,0% |
|                             |                             | % der Gesamtzahl         | 71,0%                    | 11,3%                      | 11,3%  | 4,8%  | 1,6%                 | 100,0% |

## Korrelationen

|              |                    |                         | Zeit Inlay in Situ | Therapiemaßnahmen | Beschwerdeanamnese |
|--------------|--------------------|-------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| Spearman-Rho | Zeit Inlay in Situ | Korrelationskoeffizient | 1,000              | ,581**            | ,407**             |
|              |                    | Sig. (2-seitig)         | .                  | ,000              | ,001               |
|              |                    | N                       | 62                 | 62                | 62                 |
|              | Therapiemaßnahmen  | Korrelationskoeffizient | ,581**             | 1,000             | ,870**             |
|              |                    | Sig. (2-seitig)         | ,000               | .                 | ,000               |
|              |                    | N                       | 62                 | 62                | 62                 |
|              | Beschwerdeanamnese | Korrelationskoeffizient | ,407**             | ,870**            | 1,000              |
|              |                    | Sig. (2-seitig)         | ,001               | ,000              | .                  |
|              |                    | N                       | 62                 | 62                | 62                 |

\*\* . Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

Beschwerdeanamnese \* Therapiemaßnahmen Kreuztabelle

|                    |   |   | Therapiemaßnahmen        |                            |  |   |                      | Gesamt |
|--------------------|---|---|--------------------------|----------------------------|--|---|----------------------|--------|
|                    |   |   | keine Therapie notwendig | Einschleifen der Okklusion | Entfernung des Inlays und erneute Füllungstherapie | Trepanation und Wurzelbehandlung ohne Erhalt des Inlays | Extraktion des Zahns |        |
| Beschwerdeanamnese | keine Beschwerden                             | Anzahl                                      | 39                       | 0                          | 0  | 0   | 0                    | 39     |
|                    |   | % von Beschwerdeanamnese                    | 100,0%                   | ,0%                        | ,0%  | ,0%   | ,0%                  | 100,0% |
|                    |   | % von Therapiemaßnahmen<br>% der Gesamtzahl | 88,6%                    | ,0%                        | ,0%  | ,0%   | ,0%                  | 62,9%  |
|                    | Zahn kürzere Zeit überempfindlich             | Anzahl                                      | 4                        | 1                          | 0  | 0   | 0                    | 5      |
|                    |   | % von Beschwerdeanamnese                    | 80,0%                    | 20,0%                      | ,0%  | ,0%   | ,0%                  | 100,0% |
|                    |   | % von Therapiemaßnahmen<br>% der Gesamtzahl | 9,1%                     | 14,3%                      | ,0%  | ,0%   | ,0%                  | 8,1%   |
|                    | Zahn längere Zeit überempfindlich (> 1 Monat) | Anzahl                                      | 0                        | 2                          | 4  | 1   | 0                    | 7      |
|                    |   | % von Beschwerdeanamnese                    | ,0%                      | 28,6%                      | 57,1%  | 14,3%   | ,0%                  | 100,0% |
|                    |   | % von Therapiemaßnahmen<br>% der Gesamtzahl | ,0%                      | 28,6%                      | 57,1%  | 33,3%   | ,0%                  | 11,3%  |
|                    | Zahn längere Zeit schmerzhaft (> 1 Monat)     | Anzahl                                      | 1                        | 4                          | 0  | 2   | 1                    | 8      |
|                    |   | % von Beschwerdeanamnese                    | 12,5%                    | 50,0%                      | ,0%  | 25,0%   | 12,5%                | 100,0% |
|                    |   | % von Therapiemaßnahmen<br>% der Gesamtzahl | 2,3%                     | 57,1%                      | ,0%  | 66,7%   | 100,0%               | 12,9%  |
|                    | Inlay nicht mehr randdicht                    | Anzahl                                      | 0                        | 0                          | 2  | 0   | 0                    | 2      |
|                    |   | % von Beschwerdeanamnese                    | ,0%                      | ,0%                        | 100,0%   | ,0%   | ,0%                  | 100,0% |
|                    |   | % von Therapiemaßnahmen<br>% der Gesamtzahl | ,0%                      | ,0%                        | 28,6%  | ,0%   | ,0%                  | 3,2%   |
|                    | Inlay gebrochen                               | Anzahl                                      | 0                        | 0                          | 1  | 0   | 0                    | 1      |
|                    |   | % von Beschwerdeanamnese                    | ,0%                      | ,0%                        | 100,0%   | ,0%   | ,0%                  | 100,0% |
|                    |   | % von Therapiemaßnahmen<br>% der Gesamtzahl | ,0%                      | ,0%                        | 14,3%  | ,0%   | ,0%                  | 1,6%   |
| Gesamt             | Anzahl  | 44  | 7                        | 7                          | 3  | 1   | 62                   |        |
|                    | % von Beschwerdeanamnese                      | 71,0%                                       | 11,3%                    | 11,3%                      | 4,8%   | 1,6%  | 100,0%               |        |
|                    | % von Therapiemaßnahmen                       | 100,0%                                      | 100,0%                   | 100,0%                     | 100,0%   | 100,0%  | 100,0%               |        |
|                    | % der Gesamtzahl                              | 71,0%                                       | 11,3%                    | 11,3%                      | 4,8%   | 1,6%  | 100,0%               |        |

### zu Punkt 4.6.3.4 Einfluss von Lokalisation und Ausdehnung auf die Beschwerdeanamnese

Korrelation zwischen Beschwerden durch pulpale Reaktionen und Lage in Ober-/Unterkiefer:

Korrelationen

|              |   |                         | Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | Beschwerdeanamnese Zahn |
|--------------|---|-------------------------|---|-------------------------|
| Spearman-Rho | Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | Korrelationskoeffizient | 1,000                                     | -,361**                 |
|              |   | Sig. (2-seitig)         | .   | ,004                    |
|              |   | N                       | 62  | 62                      |
|              | Beschwerdeanamnese Zahn                   | Korrelationskoeffizient | -,361**                                   | 1,000                   |
|              |   | Sig. (2-seitig)         | ,004                                      | .                       |
|              |   | N                       | 62  | 62                      |

\*\* . Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer \* Beschwerdeanamnese Zahn Kreuztabelle

|   |   |   | Beschwerdeanamnese Zahn  |                                 |   |   | Gesamt |
|---|---|---|--------------------------|---------------------------------|---|---|--------|
|   |   |   | Zahn nie überempfindlich | Zahn kurze Zeit überempfindlich | Zahn längere Zeit überempfindlich (> 1 Monat) | Zahn längere Zeit schmerzhaft (> 1 Monat) |        |
| Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | Oberkiefer                                      | Anzahl  | 24                       | 4                               | 8   | 7   | 43     |
|   |   | % von Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | 55,8%                    | 9,3%                            | 18,6%   | 16,3%                                     | 100,0% |
|   |   | % von Beschwerdeanamnese Zahn                   | 57,1%                    | 100,0%                          | 100,0%  | 87,5%                                     | 69,4%  |
|   |   | % der Gesamtzahl                                | 38,7%                    | 6,5%                            | 12,9%   | 11,3%                                     | 69,4%  |
|   | Unterkiefer                                     | Anzahl  | 18                       | 0                               | 0   | 1   | 19     |
|   |   | % von Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | 94,7%                    | ,0%                             | ,0%   | 5,3%                                      | 100,0% |
| % von Beschwerdeanamnese Zahn             |   | 42,9%   | ,0%                      | ,0%                             | 12,5%   | 30,6%                                     |        |
|   | % der Gesamtzahl                                | 29,0%   | ,0%                      | ,0%                             | 1,6%  | 30,6%                                     |        |
| Gesamt                                    | Anzahl  | 42  | 4                        | 8                               | 8   | 62  |        |
|   | % von Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | 67,7%   | 6,5%                     | 12,9%                           | 12,9%   | 100,0%                                    |        |
|   | % von Beschwerdeanamnese Zahn                   | 100,0%  | 100,0%                   | 100,0%                          | 100,0%  | 100,0%                                    |        |
|   | % der Gesamtzahl                                | 67,7%   | 6,5%                     | 12,9%                           | 12,9%   | 100,0%                                    |        |

### Korrelation zwischen Schäden am Inlay und Lage in Ober-/Unterkiefer

Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer \* Beschwerdeanamnese Inlay Kreuztabelle

|   |   |   | Beschwerdeanamnese Inlay |                            |                 | Gesamt |
|---|---|---|--------------------------|----------------------------|-----------------|--------|
|   |   |   | Inlay klinisch intakt    | Inlay nicht mehr randdicht | Inlay gebrochen |        |
| Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | Oberkiefer                                      | Anzahl  | 33                       | 3                          | 7               | 43     |
|   |   | % von Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | 76,7%                    | 7,0%                       | 16,3%           | 100,0% |
|   |   | % von Beschwerdeanamnese Inlay                  | 66,0%                    | 100,0%                     | 77,8%           | 69,4%  |
|   |   | % der Gesamtzahl                                | 53,2%                    | 4,8%                       | 11,3%           | 69,4%  |
|   | Unterkiefer                                     | Anzahl  | 17                       | 0                          | 2               | 19     |
|   |   | % von Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | 89,5%                    | ,0%                        | 10,5%           | 100,0% |
| % von Beschwerdeanamnese Inlay            |   | 34,0%   | ,0%                      | 22,2%                      | 30,6%           |        |
|   | % der Gesamtzahl                                | 27,4%   | ,0%                      | 3,2%                       | 30,6%           |        |
| Gesamt                                    | Anzahl  | 50  | 3                        | 9                          | 62              |        |
|   | % von Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | 80,6%   | 4,8%                     | 14,5%                      | 100,0%          |        |
|   | % von Beschwerdeanamnese Inlay                  | 100,0%  | 100,0%                   | 100,0%                     | 100,0%          |        |
|   | % der Gesamtzahl                                | 80,6%   | 4,8%                     | 14,5%                      | 100,0%          |        |

## Korrelationen

|              |   |   | Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | Beschwerdeanamnese Inlay |
|--------------|---|---|---|--------------------------|
| Spearman-Rho | Lage des Inlays in Ober- oder Unterkiefer | Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) | 1,000                                     | -,139                    |
|              |   | N                                       | 62  | 62                       |
|              | Beschwerdeanamnese Inlay                  | Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) | -,139                                     | 1,000                    |
|              |   | N                                       | 62  | 62                       |

Korrelation zwischen Beschwerden durch pulpale Reaktionen und Lokalisation im Prämolaren-/Molarenbereich:

## Beschwerdeanamnese Zahn \* Lage des Inlays Kreuztabelle

|                         |   |                               | Lage des Inlays |        | Gesamt |
|-------------------------|---|-------------------------------|-----------------|--------|--------|
|                         |   |                               | Prämolar        | Molar  |        |
| Beschwerdeanamnese Zahn | Zahn nie überempfindlich                      | Anzahl                        | 28              | 14     | 42     |
|                         |   | % von Beschwerdeanamnese Zahn | 66,7%           | 33,3%  | 100,0% |
|                         |   | % von Lage des Inlays         | 75,7%           | 56,0%  | 67,7%  |
|                         |   | % der Gesamtzahl              | 45,2%           | 22,6%  | 67,7%  |
|                         | Zahn kurze Zeit überempfindlich               | Anzahl                        | 3               | 1      | 4      |
|                         |   | % von Beschwerdeanamnese Zahn | 75,0%           | 25,0%  | 100,0% |
|                         |   | % von Lage des Inlays         | 8,1%            | 4,0%   | 6,5%   |
|                         |   | % der Gesamtzahl              | 4,8%            | 1,6%   | 6,5%   |
|                         | Zahn längere Zeit überempfindlich (> 1 Monat) | Anzahl                        | 3               | 5      | 8      |
|                         |   | % von Beschwerdeanamnese Zahn | 37,5%           | 62,5%  | 100,0% |
|                         |   | % von Lage des Inlays         | 8,1%            | 20,0%  | 12,9%  |
|                         |   | % der Gesamtzahl              | 4,8%            | 8,1%   | 12,9%  |
|                         | Zahn längere Zeit schmerzhaft (> 1 Monat)     | Anzahl                        | 3               | 5      | 8      |
|                         |   | % von Beschwerdeanamnese Zahn | 37,5%           | 62,5%  | 100,0% |
|                         |   | % von Lage des Inlays         | 8,1%            | 20,0%  | 12,9%  |
|                         |   | % der Gesamtzahl              | 4,8%            | 8,1%   | 12,9%  |
| Gesamt                  |   | Anzahl                        | 37              | 25     | 62     |
|                         |   | % von Beschwerdeanamnese Zahn | 59,7%           | 40,3%  | 100,0% |
|                         |   | % von Lage des Inlays         | 100,0%          | 100,0% | 100,0% |
|                         |   | % der Gesamtzahl              | 59,7%           | 40,3%  | 100,0% |

## Symmetrische Maße

|                               |                           | Wert | Asymptotischer Standardfehler <sup>a</sup> | Näherungsweise T <sup>b</sup> | Näherungsweise Signifikanz <sup>c</sup> |
|-------------------------------|---------------------------|------|--|-------------------------------|---|
| Intervall- bzgl. Intervallmaß | Pearson-R                 | ,221 | ,129                                       | 1,710                         | ,093 <sup>c</sup>                       |
| Ordinal- bzgl. Ordinalmaß     | Korrelation nach Spearman | ,216 | ,130                                       | 1,668                         | ,101 <sup>c</sup>                       |
| Anzahl der gültigen Fälle     |                           | 59   |  |                               |   |

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

c. Basierend auf normaler Näherung

## Korrelation zwischen Schäden am Inlay und der Lage im Prämolaren- /Molarengbiet

Beschwerdeanamnese Inlay \* Lage des Inlays Kreuztabelle

|                             |                            |                  | Lage des Inlays |        | Gesamt |
|-----------------------------|----------------------------|------------------|-----------------|--------|--------|
|                             |                            |                  | Prämolar        | Molar  |        |
| Beschwerdeanamnese<br>Inlay | Inlay klinisch intakt      | Anzahl           | 30              | 12     | 42     |
|                             |                            | % der Gesamtzahl | 55,6%           | 22,2%  | 77,8%  |
|                             | Inlay nicht mehr randdicht | Anzahl           | 2               | 1      | 3      |
|                             |                            | % der Gesamtzahl | 3,7%            | 1,9%   | 5,6%   |
|                             | Inlay gebrochen            | Anzahl           | 4               | 5      | 9      |
|                             |                            | % der Gesamtzahl | 7,4%            | 9,3%   | 16,7%  |
| Gesamt                      | Anzahl                     | 36               | 18              | 54     |        |
|                             | % der Gesamtzahl           | 66,7%            | 33,3%           | 100,0% |        |

Symmetrische Maße

|                               |                           | Wert | Asymptotischer Standardfehler <sup>a</sup> | Näherungsweise T <sup>b</sup> | Näherungsweise Signifikanz |
|-------------------------------|---------------------------|------|--|-------------------------------|----------------------------|
| Intervall- bzgl. Intervallmaß | Pearson-R                 | ,208 | ,142                                       | 1,533                         | ,131 <sup>c</sup>          |
| Ordinal- bzgl. Ordinalmaß     | Korrelation nach Spearman | ,198 | ,142                                       | 1,459                         | ,151 <sup>c</sup>          |
| Anzahl der gültigen Fälle     |                           | 54   |  |                               |                            |

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

c. Basierend auf normaler Näherung

## Korrelation zwischen Beschwerden durch pulpale Reaktionen und Ausdehnung zwei-/dreiflächig.

Beschwerdeanamnese Zahn \* Flächen des Inlays Kreuztabelle

|                            |   |                  | Flächen des Inlays |           | Gesamt |
|----------------------------|---|------------------|--------------------|-----------|--------|
|                            |   |                  | 2-flächig          | 3-flächig |        |
| Beschwerdeanamnese<br>Zahn | Zahn nie überempfindlich                  | Anzahl           | 21                 | 20        | 41     |
|                            |   | % der Gesamtzahl | 35,6%              | 33,9%     | 69,5%  |
|                            | Zahn kurze Zeit überempfindlich           | Anzahl           | 0                  | 3         | 3      |
|                            |   | % der Gesamtzahl | ,0%                | 5,1%      | 5,1%   |
|                            | Zahn längere Zeit überempfindlich (> 1)   | Anzahl           | 2                  | 5         | 7      |
|                            |   | % der Gesamtzahl | 3,4%               | 8,5%      | 11,9%  |
|                            | Zahn längere Zeit schmerzhaft (> 1 Monat) | Anzahl           | 3                  | 5         | 8      |
|                            |   | % der Gesamtzahl | 5,1%               | 8,5%      | 13,6%  |
| Gesamt                     | Anzahl                                    | 26               | 33                 | 59        |        |
|                            | % der Gesamtzahl                          | 44,1%            | 55,9%              | 100,0%    |        |

Symmetrische Maße

|                               |                           | Wert | Asymptotischer Standardfehler <sup>a</sup> | Näherungsweise T <sup>b</sup> | Näherungsweise Signifikanz |
|-------------------------------|---------------------------|------|--|-------------------------------|----------------------------|
| Intervall- bzgl. Intervallmaß | Pearson-R                 | ,135 | ,127                                       | 1,027                         | ,309 <sup>c</sup>          |
| Ordinal- bzgl. Ordinalmaß     | Korrelation nach Spearman | ,189 | ,125                                       | 1,451                         | ,152 <sup>c</sup>          |
| Anzahl der gültigen Fälle     |                           | 59   |  |                               |                            |

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

c. Basierend auf normaler Näherung

### Korrelation zwischen Schäden an der Restauration und Ausdehnung zwei-/dreiflächig :

**Beschwerdeanamnese Inlay \* Flächen des Inlays Kreuztabelle**

|                             |                            |                  | Flächen des Inlays |           | Gesamt |
|-----------------------------|----------------------------|------------------|--------------------|-----------|--------|
|                             |                            |                  | 2-flächig          | 3-flächig |        |
| Beschwerdeanamnese<br>Inlay | Inlay klinisch intakt      | Anzahl           | 21                 | 21        | 42     |
|                             |                            | % der Gesamtzahl | 38,9%              | 38,9%     | 77,8%  |
|                             | Inlay nicht mehr randdicht | Anzahl           | 1                  | 2         | 3      |
|                             |                            | % der Gesamtzahl | 1,9%               | 3,7%      | 5,6%   |
|                             | Inlay gebrochen            | Anzahl           | 4                  | 5         | 9      |
|                             |                            | % der Gesamtzahl | 7,4%               | 9,3%      | 16,7%  |
| Gesamt                      | Anzahl                     | 26               | 28                 | 54        |        |
|                             | % der Gesamtzahl           | 48,1%            | 51,9%              | 100,0%    |        |

**Symmetrische Maße**

|                               |                           | Wert | Asymptotischer Standardfehler <sup>a</sup> | Näherungsweise T <sup>b</sup> | Näherungsweise Signifikanz |
|-------------------------------|---------------------------|------|--|-------------------------------|----------------------------|
| Intervall- bzgl. Intervallmaß | Pearson-R                 | ,054 | ,135                                       | ,394                          | ,696 <sup>c</sup>          |
| Ordinal- bzgl. Ordinalmaß     | Korrelation nach Spearman | ,064 | ,135                                       | ,462                          | ,646 <sup>c</sup>          |
| Anzahl der gültigen Fälle     |                           | 54   |  |                               |                            |

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

c. Basierend auf normaler Näherung

### **zu Punkt 4.6.3.5 Einfluss von Okklusion und Abrasion**

### Korrelation zwischen Statikkontakten und Schäden am Inlay

**Symmetrische Maße**

|                               |                           | Wert | Asymptotischer Standardfehler <sup>a</sup> | Näherungsweise T <sup>b</sup> | Näherungsweise Signifikanz |
|-------------------------------|---------------------------|------|--|-------------------------------|----------------------------|
| Intervall- bzgl. Intervallmaß | Pearson-R                 | ,005 | ,127                                       | ,036                          | ,971 <sup>c</sup>          |
| Ordinal- bzgl. Ordinalmaß     | Korrelation nach Spearman | ,008 | ,122                                       | ,056                          | ,955 <sup>c</sup>          |
| Anzahl der gültigen Fälle     |                           | 51   |  |                               |                            |

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

c. Basierend auf normaler Näherung

## Korrelation zwischen Abrasion und Schäden am Inlay

Abrasion am Inlayzahn \* Beschwerdeanamnese Inlay Kreuztabelle

|                                 |                                |                                | Beschwerdeanamnese Inlay |                            |                 | Gesamt |
|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------|--------|
|                                 |                                |                                | Inlay klinisch intakt    | Inlay nicht mehr randdicht | Inlay gebrochen |        |
| Abrasion am Inlayzahn           | keine Abrasion                 | Anzahl                         | 9                        | 0                          | 0               | 9      |
|                                 |                                | % von Abrasion am Inlayzahn    | 100,0%                   | ,0%                        | ,0%             | 100,0% |
|                                 |                                | % von Beschwerdeanamnese Inlay | 21,4%                    | ,0%                        | ,0%             | 17,6%  |
|                                 |                                | % der Gesamtzahl               | 17,6%                    | ,0%                        | ,0%             | 17,6%  |
|                                 | nur im Schmelz Abrasion        | Anzahl                         | 26                       | 3                          | 3               | 32     |
|                                 |                                | % von Abrasion am Inlayzahn    | 81,3%                    | 9,4%                       | 9,4%            | 100,0% |
|                                 |                                | % von Beschwerdeanamnese Inlay | 61,9%                    | 100,0%                     | 50,0%           | 62,7%  |
|                                 |                                | % der Gesamtzahl               | 51,0%                    | 5,9%                       | 5,9%            | 62,7%  |
|                                 | nur an der Keramik Abrasion    | Anzahl                         | 1                        | 0                          | 1               | 2      |
|                                 |                                | % von Abrasion am Inlayzahn    | 50,0%                    | ,0%                        | 50,0%           | 100,0% |
|                                 |                                | % von Beschwerdeanamnese Inlay | 2,4%                     | ,0%                        | 16,7%           | 3,9%   |
|                                 |                                | % der Gesamtzahl               | 2,0%                     | ,0%                        | 2,0%            | 3,9%   |
| an Schmelz und Keramik Abrasion | Anzahl                         | 6                              | 0                        | 2                          | 8               |        |
|                                 | % von Abrasion am Inlayzahn    | 75,0%                          | ,0%                      | 25,0%                      | 100,0%          |        |
|                                 | % von Beschwerdeanamnese Inlay | 14,3%                          | ,0%                      | 33,3%                      | 15,7%           |        |
|                                 | % der Gesamtzahl               | 11,8%                          | ,0%                      | 3,9%                       | 15,7%           |        |
| Gesamt                          |                                | Anzahl                         | 42                       | 3                          | 6               | 51     |
|                                 |                                | % von Abrasion am Inlayzahn    | 82,4%                    | 5,9%                       | 11,8%           | 100,0% |
|                                 |                                | % von Beschwerdeanamnese Inlay | 100,0%                   | 100,0%                     | 100,0%          | 100,0% |
|                                 |                                | % der Gesamtzahl               | 82,4%                    | 5,9%                       | 11,8%           | 100,0% |

## zu Punkt 4.7.1 Einfluss des Befestigungskomposits auf Randqualität und Sekundärkariesbildung

### Korrelation zwischen Einsetzkomposit und Qualität des Inlayrandes:

Symmetrische Maße

|                               |                           | Wert | Asymptotischer Standardfehler <sup>a</sup> | Näherungsweise T <sup>b</sup> | Näherungsweise Signifikanz |
|-------------------------------|---------------------------|------|--|-------------------------------|----------------------------|
| Intervall- bzgl. Intervallmaß | Pearson-R                 | ,212 | ,129                                       | 1,519                         | ,135 <sup>c</sup>          |
| Ordinal- bzgl. Ordinalmaß     | Korrelation nach Spearman | ,183 | ,135                                       | 1,303                         | ,199 <sup>c</sup>          |
| Anzahl der gültigen Fälle     |                           | 51   |  |                               |                            |

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

c. Basierend auf normaler Näherung



Qualität des Inlayrandes \* Verwendeter Einsetzzement Kreuztabelle

|                          |   |                            | Verwendeter Einsetzzement |             | Gesamt       |
|--------------------------|---|----------------------------|---------------------------|-------------|--------------|
|                          |   |                            | Variolink                 | Sonocem     |              |
| Qualität des Inlayrandes | Rand nicht sondierbar                           | Anzahl<br>% der Gesamtzahl | 5<br>9,8%                 | 3<br>5,9%   | 8<br>15,7%   |
|                          | Rand sondierbar                                 | Anzahl<br>% der Gesamtzahl | 20<br>39,2%               | 16<br>31,4% | 36<br>70,6%  |
|                          | Dentin oder Unterfüllung freiliegend            | Anzahl<br>% der Gesamtzahl | 1<br>2,0%                 | 1<br>2,0%   | 2<br>3,9%    |
|                          | Inlay gebrochen, beweglich oder ein Stück fehlt | Anzahl<br>% der Gesamtzahl | 1<br>2,0%                 | 4<br>7,8%   | 5<br>9,8%    |
| Gesamt                   |   | Anzahl<br>% der Gesamtzahl | 27<br>52,9%               | 24<br>47,1% | 51<br>100,0% |

Korrelation zwischen Einsetzkomposit und Verfärbung am Inlayrand:

## Symmetrische Maße

|                               |                           | Wert  | Asymptotischer Standardfehler <sup>a</sup> | Näherungsweise T <sup>b</sup> | Näherungsweise Signifikanz |
|-------------------------------|---------------------------|-------|--|-------------------------------|----------------------------|
| Intervall- bzgl. Intervallmaß | Pearson-R                 | -,089 | ,140                                       | -,627                         | ,534 <sup>c</sup>          |
| Ordinal- bzgl. Ordinalmaß     | Korrelation nach Spearman | -,089 | ,140                                       | -,627                         | ,534 <sup>c</sup>          |
| Anzahl der gültigen Fälle     |                           | 51    |  |                               |                            |

a. Die Null-Hyphothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hyphothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

c. Basierend auf normaler Näherung

Verfärbung des Inlayrandes \* Verwendeter Einsetzzement Kreuztabelle

|                            |                  |                            | Verwendeter Einsetzzement |             | Gesamt       |
|----------------------------|------------------|----------------------------|---------------------------|-------------|--------------|
|                            |                  |                            | Variolink                 | Sonocem     |              |
| Verfärbung des Inlayrandes | keine Verfärbung | Anzahl<br>% der Gesamtzahl | 10<br>19,6%               | 11<br>21,6% | 21<br>41,2%  |
|                            | Verfärbung       | Anzahl<br>% der Gesamtzahl | 17<br>33,3%               | 13<br>25,5% | 30<br>58,8%  |
| Gesamt                     |                  | Anzahl<br>% der Gesamtzahl | 27<br>52,9%               | 24<br>47,1% | 51<br>100,0% |

Korrelation zwischen Einsetzkomposit und Sekundärkaries am Inlayrand:

## Symmetrische Maße

|                               |                           | Wert | Asymptotischer Standardfehler <sup>a</sup> | Näherungsweise T <sup>b</sup> | Näherungsweise Signifikanz |
|-------------------------------|---------------------------|------|--|-------------------------------|----------------------------|
| Intervall- bzgl. Intervallmaß | Pearson-R                 | ,163 | ,128                                       | 1,159                         | ,252 <sup>c</sup>          |
| Ordinal- bzgl. Ordinalmaß     | Korrelation nach Spearman | ,163 | ,128                                       | 1,159                         | ,252 <sup>c</sup>          |
| Anzahl der gültigen Fälle     |                           | 51   |  |                               |                            |

a. Die Null-Hyphothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hyphothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

c. Basierend auf normaler Näherung

**Verwendeter Einsetzzement \* Sekundärkaries am Inlayrand Kreuztabelle**

|                           |                  |                  | Sekundärkaries am Inlayrand       |                | Gesamt |
|---------------------------|------------------|------------------|-----------------------------------|----------------|--------|
|                           |                  |                  | keine Sekundärkaries am Inlayrand | Sekundärkaries |        |
| Verwendeter Einsetzzement | Variolink        | Anzahl           | 26                                | 1              | 27     |
|                           |                  | % der Gesamtzahl | 51,0%                             | 2,0%           | 52,9%  |
|                           | Sonocem          | Anzahl           | 21                                | 3              | 24     |
|                           |                  | % der Gesamtzahl | 41,2%                             | 5,9%           | 47,1%  |
| Gesamt                    | Anzahl           |                  | 47                                | 4              | 51     |
|                           | % der Gesamtzahl |                  | 92,2%                             | 7,8%           | 100,0% |

## zu Punkt 4.7.2 Einfluss des Befestigungskomposits auf Überlebensrate und Liegedauer

### Korrelation zwischen Einsetzkomposit und Momentanstatus:

**Status des Inlays bei Befundaufnahme \* Verwendeter Einsetzzement Kreuztabelle**

|                                      |                    |                  | Verwendeter Einsetzzement |         | Gesamt |
|--------------------------------------|--------------------|------------------|---------------------------|---------|--------|
|                                      |                    |                  | Variolink                 | Sonocem |        |
| Status des Inlays bei Befundaufnahme | in Situ            | Anzahl           | 27                        | 24      | 51     |
|                                      |                    | % der Gesamtzahl | 43,5%                     | 38,7%   | 82,3%  |
|                                      | nicht mehr in Situ | Anzahl           | 3                         | 8       | 11     |
|                                      |                    | % der Gesamtzahl | 4,8%                      | 12,9%   | 17,7%  |
| Gesamt                               | Anzahl             |                  | 30                        | 32      | 62     |
|                                      | % der Gesamtzahl   |                  | 48,4%                     | 51,6%   | 100,0% |

**Symmetrische Maße**

|                               |                           | Wert | Asymptotischer Standardfehler <sup>a</sup> | Näherungsweise T <sup>b</sup> | Näherungsweise Signifikanz |
|-------------------------------|---------------------------|------|--|-------------------------------|----------------------------|
| Intervall- bzgl. Intervallmaß | Pearson-R                 | ,196 | ,118                                       | 1,550                         | ,126 <sup>c</sup>          |
| Ordinal- bzgl. Ordinalmaß     | Korrelation nach Spearman | ,196 | ,118                                       | 1,550                         | ,126 <sup>c</sup>          |
| Anzahl der gültigen Fälle     |                           | 62   |  |                               |                            |

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

c. Basierend auf normaler Näherung

### Korrelation zwischen Einsetzkomposit und Liegedauer:

**Symmetrische Maße**

|                               |                           | Wert | Asymptotischer Standardfehler <sup>a</sup> | Näherungsweise T <sup>b</sup> | Näherungsweise Signifikanz |
|-------------------------------|---------------------------|------|--|-------------------------------|----------------------------|
| Intervall- bzgl. Intervallmaß | Pearson-R                 | ,124 | ,120                                       | ,970                          | ,336 <sup>c</sup>          |
| Ordinal- bzgl. Ordinalmaß     | Korrelation nach Spearman | ,097 | ,126                                       | ,753                          | ,455 <sup>c</sup>          |
| Anzahl der gültigen Fälle     |                           | 62   |  |                               |                            |

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

c. Basierend auf normaler Näherung

Zeit Inlay in Situ \* Verwendeter Einsetzzement Kreuztabelle

|                    |                             |                  | Verwendeter Einsetzzement |         | Gesamt |
|--------------------|-----------------------------|------------------|---------------------------|---------|--------|
|                    |                             |                  | Variolink                 | Sonocem |        |
| Zeit Inlay in Situ | mehr als 120 Monate in Situ | Anzahl           | 15                        | 14      | 29     |
|                    |                             | % der Gesamtzahl | 24,2%                     | 22,6%   | 46,8%  |
|                    | 114 - 120 Monate in Situ    | Anzahl           | 11                        | 11      | 22     |
|                    |                             | % der Gesamtzahl | 17,7%                     | 17,7%   | 35,5%  |
|                    | 8 - 9,5 Jahre in Situ       | Anzahl           | 1                         | 2       | 3      |
|                    |                             | % der Gesamtzahl | 1,6%                      | 3,2%    | 4,8%   |
|                    | 5 - 8 Jahre in Situ         | Anzahl           | 1                         | 0       | 1      |
|                    |                             | % der Gesamtzahl | 1,6%                      | ,0%     | 1,6%   |
|                    | 2 - 5 Jahre in Situ         | Anzahl           | 2                         | 4       | 6      |
|                    |                             | % der Gesamtzahl | 3,2%                      | 6,5%    | 9,7%   |
|                    | weniger als 2 Jahre in Situ | Anzahl           | 0                         | 1       | 1      |
|                    |                             | % der Gesamtzahl | ,0%                       | 1,6%    | 1,6%   |
| Gesamt             |                             | Anzahl           | 30                        | 32      | 62     |
|                    |                             | % der Gesamtzahl | 48,4%                     | 51,6%   | 100,0% |

### Korrelation zwischen Einsetzkomposit und Überlebenszeit:

Zusammenfassung der Fallverarbeitung

| Verwendeter Einsetzzement | Gesamtzahl | Anzahl der Ereignisse | Zensiert |         |
|---------------------------|------------|-----------------------|----------|---------|
|                           |            |                       | N        | Prozent |
| Variolink                 | 30         | 3                     | 27       | 90,0%   |
| Sonocem                   | 32         | 8                     | 24       | 75,0%   |
| Gesamt                    | 62         | 11                    | 51       | 82,3%   |

Mittelwerte und Mediane für die Überlebenszeit

| Verwendeter Einsetzzement | Mittelwert <sup>a</sup> |                 |                        |              | Median   |                 |                        |              |
|---------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------|--------------|----------|-----------------|------------------------|--------------|
|                           | Schätzer                | Standard fehler | 95%-Konfidenzintervall |              | Schätzer | Standard fehler | 95%-Konfidenzintervall |              |
|                           |                         |                 | Untere Grenze          | Obere Grenze |          |                 | Untere Grenze          | Obere Grenze |
| Variolink                 | 127,867                 | 5,122           | 117,827                | 137,91       | .        | .               | .                      | .            |
| Sonocem                   | 115,918                 | 6,530           | 103,119                | 128,72       | .        | .               | .                      | .            |
| Gesamt                    | 122,854                 | 4,310           | 114,406                | 131,30       | .        | .               | .                      | .            |

a. Die Schätzung ist auf die längste Überlebenszeit begrenzt, wenn sie zensiert ist.

Gesamtvergleiche

|                                | Chi-Quadrat | Freiheitsgrade | Sig. |
|--------------------------------|-------------|----------------|------|
| Log Rank (Mantel-Cox)          | 2,254       | 1              | ,133 |
| Breslow (Generalized Wilcoxon) | 2,082       | 1              | ,149 |
| Tarone-Ware                    | 2,168       | 1              | ,141 |

Test auf Gleichheit der Überlebensverteilungen für die verschiedenen Stufen von Verwendeter Einsetzzement.

Überlebenstabelle

| Verwendeter<br>Einsetzzement | Zeit | Status                   | Kumulierter Anteil<br>Überlebender zum<br>Zeitpunkt |                    | Anzahl der<br>kumulativen<br>Ereignisse | Anzahl der<br>verbliebenen<br>Fälle |
|------------------------------|------|--------------------------|---|--------------------|---|-------------------------------------|
|                              |      |                          | Schätzer  | Standard<br>fehler |   |                                     |
| Vandlink                     | 1    | nicht<br>mehr in<br>Situ | ,967  | ,033               | 1                                       | 29                                  |
|                              | 2    | nicht<br>mehr in<br>Situ | ,933  | ,046               | 2                                       | 28                                  |
|                              | 3    | nicht<br>mehr in<br>Situ | ,900  | ,055               | 3                                       | 27                                  |
|                              | 4    | in Situ                  | .   | .                  | 3                                       | 26                                  |
|                              | 5    | in Situ                  | .   | .                  | 3                                       | 25                                  |
|                              | 6    | in Situ                  | .   | .                  | 3                                       | 24                                  |
|                              | 7    | in Situ                  | .   | .                  | 3                                       | 23                                  |
|                              | 8    | in Situ                  | .   | .                  | 3                                       | 22                                  |
|                              | 9    | in Situ                  | .   | .                  | 3                                       | 21                                  |
|                              | 10   | in Situ                  | .   | .                  | 3                                       | 20                                  |
|                              | 11   | in Situ                  | .   | .                  | 3                                       | 19                                  |
|                              | 12   | in Situ                  | .   | .                  | 3                                       | 18                                  |
|                              | 13   | in Situ                  | .   | .                  | 3                                       | 17                                  |
|                              | 14   | in Situ                  | .   | .                  | 3                                       | 16                                  |
|                              | 15   | in Situ                  | .   | .                  | 3                                       | 15                                  |
|                              | 16   | in Situ                  | .   | .                  | 3                                       | 14                                  |
|                              | 17   | in Situ                  | .   | .                  | 3                                       | 13                                  |
|                              | 18   | in Situ                  | .   | .                  | 3                                       | 12                                  |
|                              | 19   | in Situ                  | .   | .                  | 3                                       | 11                                  |
|                              | 20   | in Situ                  | .   | .                  | 3                                       | 10                                  |
|                              | 21   | in Situ                  | .   | .                  | 3                                       | 9                                   |
|                              | 22   | in Situ                  | .   | .                  | 3                                       | 8                                   |
|                              | 23   | in Situ                  | .   | .                  | 3                                       | 7                                   |
|                              | 24   | in Situ                  | .   | .                  | 3                                       | 6                                   |
|                              | 25   | in Situ                  | .   | .                  | 3                                       | 5                                   |
|                              | 26   | in Situ                  | .   | .                  | 3                                       | 4                                   |
|                              | 27   | in Situ                  | .   | .                  | 3                                       | 3                                   |
|                              | 28   | in Situ                  | .   | .                  | 3                                       | 2                                   |
|                              | 29   | in Situ                  | .   | .                  | 3                                       | 1                                   |
|                              | 30   | in Situ                  | .   | .                  | 3                                       | 0                                   |
| Sonocem                      | 1    | nicht<br>mehr in<br>Situ | ,969  | ,031               | 1                                       | 31                                  |
|                              | 2    | nicht<br>mehr in<br>Situ | ,938  | ,043               | 2                                       | 30                                  |
|                              | 3    | nicht<br>mehr in<br>Situ | ,906  | ,052               | 3                                       | 29                                  |
|                              | 4    | nicht<br>mehr in<br>Situ | ,875  | ,058               | 4                                       | 28                                  |
|                              | 5    | nicht<br>mehr in<br>Situ | ,844  | ,064               | 5                                       | 27                                  |
|                              | 6    | in Situ                  | .   | .                  | 5                                       | 26                                  |
|                              | 7    | nicht<br>mehr in<br>Situ | .   | .                  | 6                                       | 25                                  |
|                              | 8    | nicht<br>mehr in<br>Situ | ,779  | ,074               | 7                                       | 24                                  |
|                              | 9    | in Situ                  | .   | .                  | 7                                       | 23                                  |
|                              | 10   | nicht<br>mehr in<br>Situ | ,745  | ,078               | 8                                       | 22                                  |
|                              | 11   | in Situ                  | .   | .                  | 8                                       | 21                                  |
|                              | 12   | in Situ                  | .   | .                  | 8                                       | 20                                  |
|                              | 13   | in Situ                  | .   | .                  | 8                                       | 19                                  |
|                              | 14   | in Situ                  | .   | .                  | 8                                       | 18                                  |
|                              | 15   | in Situ                  | .   | .                  | 8                                       | 17                                  |
|                              | 16   | in Situ                  | .   | .                  | 8                                       | 16                                  |
|                              | 17   | in Situ                  | .   | .                  | 8                                       | 15                                  |
|                              | 18   | in Situ                  | .   | .                  | 8                                       | 14                                  |
|                              | 19   | in Situ                  | .   | .                  | 8                                       | 13                                  |
|                              | 20   | in Situ                  | .   | .                  | 8                                       | 12                                  |
|                              | 21   | in Situ                  | .   | .                  | 8                                       | 11                                  |
|                              | 22   | in Situ                  | .   | .                  | 8                                       | 10                                  |
|                              | 23   | in Situ                  | .   | .                  | 8                                       | 9                                   |
|                              | 24   | in Situ                  | .   | .                  | 8                                       | 8                                   |
|                              | 25   | in Situ                  | .   | .                  | 8                                       | 7                                   |
|                              | 26   | in Situ                  | .   | .                  | 8                                       | 6                                   |
|                              | 27   | in Situ                  | .   | .                  | 8                                       | 5                                   |
|                              | 28   | in Situ                  | .   | .                  | 8                                       | 4                                   |
|                              | 29   | in Situ                  | .   | .                  | 8                                       | 3                                   |
|                              | 30   | in Situ                  | .   | .                  | 8                                       | 2                                   |
|                              | 31   | in Situ                  | .   | .                  | 8                                       | 1                                   |
|                              | 32   | in Situ                  | .   | .                  | 8                                       | 0                                   |

### zu Punkt 4.7.3 Einfluss des Befestigungskomposits auf die Beschwerdeanamnese

#### Korrelation zwischen Einsetzkomposit und Beschwerden durch pulpale Reaktionen:

Verwendeter Einsetzzement \* Beschwerdeanamnese Zahn Kreuztabelle

|                           |                                 |                                 | Beschwerdeanamnese Zahn  |                                 |   |   | Gesamt |
|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------------|---|---|--------|
|                           |                                 |                                 | Zahn nie überempfindlich | Zahn kurze Zeit überempfindlich | Zahn längere Zeit überempfindlich (> 1 Monat) | Zahn längere Zeit schmerzhaft (> 1 Monat) |        |
| Verwendeter Einsetzzement | Variolink                       | Anzahl                          | 23                       | 1                               | 3   | 2   | 29     |
|                           |                                 | % von Verwendeter Einsetzzement | 79,3%                    | 3,4%                            | 10,3%   | 6,9%                                      | 100,0% |
|                           |                                 | % von Beschwerdeanamnese Zahn   | 56,1%                    | 33,3%                           | 42,9%   | 25,0%                                     | 49,2%  |
|                           | Sonocem                         | Anzahl                          | 18                       | 2                               | 4   | 6   | 30     |
|                           |                                 | % von Verwendeter Einsetzzement | 60,0%                    | 6,7%                            | 13,3%   | 20,0%                                     | 100,0% |
|                           |                                 | % von Beschwerdeanamnese Zahn   | 43,9%                    | 66,7%                           | 57,1%   | 75,0%                                     | 50,8%  |
| Gesamt                    | Anzahl                          | 41                              | 3                        | 7                               | 8   | 59  |        |
|                           | % von Verwendeter Einsetzzement | 69,5%                           | 5,1%                     | 11,9%                           | 13,6%   | 100,0%                                    |        |
|                           | % von Beschwerdeanamnese Zahn   | 100,0%                          | 100,0%                   | 100,0%                          | 100,0%  | 100,0%                                    |        |
|                           |                                 | % der Gesamtzahl                | 39,0%                    | 1,7%                            | 5,1%  | 3,4%                                      | 49,2%  |
|                           |                                 | % der Gesamtzahl                | 30,5%                    | 3,4%                            | 6,8%  | 10,2%                                     | 50,8%  |
|                           |                                 | % der Gesamtzahl                | 69,5%                    | 5,1%                            | 11,9%   | 13,6%                                     | 100,0% |

#### Symmetrische Maße

|                               |                           | Wert | Asymptotischer Standardfehler <sup>a</sup> | Näherungsweise T <sup>b</sup> | Näherungsweise Signifikanz |
|-------------------------------|---------------------------|------|--|-------------------------------|----------------------------|
| Intervall- bzgl. Intervallmaß | Pearson-R                 | ,218 | ,120                                       | 1,682                         | ,098 <sup>c</sup>          |
| Ordinal- bzgl. Ordinalmaß     | Korrelation nach Spearman | ,218 | ,124                                       | 1,687                         | ,097 <sup>c</sup>          |
| Anzahl der gültigen Fälle     |                           | 59   |  |                               |                            |

a. Die Null-Hypothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hypothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

c. Basierend auf normaler Näherung

### Korrelation zwischen Einsetzkomposit und Schäden an der Restauration:

#### Korrelationen

|              |                              |                             | Beschwerde<br>anamnese<br>Inlay | Verwendeter<br>Einsetzzement |
|--------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Spearman-Rho | Beschwerdeanamnese<br>Inlay  | Korrelations<br>koeffizient | 1,000                           | ,271*                        |
|              |                              | Sig.<br>(2-seitig)          | .                               | ,048                         |
|              |                              | N                           | 54                              | 54                           |
|              | Verwendeter<br>Einsetzzement | Korrelations<br>koeffizient | ,271*                           | 1,000                        |
|              |                              | Sig.<br>(2-seitig)          | ,048                            | .                            |
|              |                              | N                           | 54                              | 62                           |

\*. Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig).

#### Verwendeter Einsetzzement \* Beschwerdeanamnese Inlay Kreuztabelle

|                                       |                  |                                       | Beschwerdeanamnese Inlay |                                  |                    | Gesamt |
|---------------------------------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------|--------|
|                                       |                  |                                       | Inlay klinisch<br>intakt | Inlay nicht<br>mehr<br>randdicht | Inlay<br>gebrochen |        |
| Verwendeter<br>Einsetzzement          | Variolink        | Anzahl                                | 25                       | 0                                | 3                  | 28     |
|                                       |                  | % von Verwendeter<br>Einsetzzement    | 89,3%                    | ,0%                              | 10,7%              | 100,0% |
|                                       |                  | % von<br>Beschwerdeanam<br>nese Inlay | 59,5%                    | ,0%                              | 33,3%              | 51,9%  |
|                                       |                  | % der Gesamtzahl                      | 46,3%                    | ,0%                              | 5,6%               | 51,9%  |
|                                       | Sonocem          | Anzahl                                | 17                       | 3                                | 6                  | 26     |
|                                       |                  | % von Verwendeter<br>Einsetzzement    | 65,4%                    | 11,5%                            | 23,1%              | 100,0% |
| % von<br>Beschwerdeanam<br>nese Inlay |                  | 40,5%                                 | 100,0%                   | 66,7%                            | 48,1%              |        |
|                                       | % der Gesamtzahl | 31,5%                                 | 5,6%                     | 11,1%                            | 48,1%              |        |
| Gesamt                                |                  | Anzahl                                | 42                       | 3                                | 9                  | 54     |
|                                       |                  | % von Verwendeter<br>Einsetzzement    | 77,8%                    | 5,6%                             | 16,7%              | 100,0% |
|                                       |                  | % von<br>Beschwerdeanam<br>nese Inlay | 100,0%                   | 100,0%                           | 100,0%             | 100,0% |
|                                       |                  | % der Gesamtzahl                      | 77,8%                    | 5,6%                             | 16,7%              | 100,0% |

## 9 Materialliste

### Zur Inlayherstellung verwendete Materialien:

- 1) *Cavishape*, Präparierfeilen, Intensiv Swiss Dental Products, Viganello, Schweiz
- 2) *Cerinlay-Prepset*, Präparierdiamanten, Intensiv Swiss Dental Products, Viganello, Schweiz
- 3) *Cleanpolish*, Polierpaste, Hawe Neos Dental SA, Bioggio, Schweiz
- 4) *Composhape*, Finierdiamanten, Intensiv Swiss Dental Products, Viganello, Schweiz
- 5) *Elipar II*, Halogenlichtgerät, Espe, Seefeld
- 6) *Empress*, Ivoclar, Schaan, Liechtenstein
- 7) *Freegenol*, provisorischer Befestigungszement, GC Corporation, Tokio, Japan
- 8) *Heliobond*, Bonding, Vivadent, Schaan, Liechtenstein
- 9) *Impregum*, mittelvisköse Polyäthergummimasse, Espe, Seefeld
- 10) *Monobond S*, Silan, Vivadent, Schaan, Liechtenstein
- 11) *Permadyne*, niedervisköse Polyäthergummimasse, Espe, Seefeld
- 12) *Pertac Bond*, Bonding, Espe, Seefeld
- 13) *Protemp II*, Provisorienmaterial, Espe, Seefeld
- 14) *Proxoshape*, Präparierfeilen, Intensiv Swiss Dental Products, Viganello, Schweiz
- 15) *SoFlex-Scheiben* und *-Streifen*, Poliermittel, 3M Medica, Borken
- 16) *Sono-Cem*, hochvisköses Befestigungskomposit, Espe, Seefeld
- 17) *Structure*, Provisorienmaterial, Voco,
- 18) *Syntac Primer/Adhesive*, Haftvermittlersystem, Vivadent, Schaan, Liechtenstein
- 19) *Variolink*, niedervisköses Befestigungskomposit, Vivadent, Ellwangen
- 20) *Xantopren*, Polivinylsiloxan, Bayer, Leverkusen

### Zur Nachuntersuchung verwendete Materialien

- 1) *Blueprint Cremix*, Alginat, Dentsply De Trey, Konstanz, Deutschland
- 2) *Canon EOS 350d*, digitale Spiegelreflexkamera, Canon, Tokio, Japan
- 3) *Erythrosin*, Plaquefärbemittel, Alfa Aesar, Karlsruhe, Deutschland
- 4) *Hawe Prophy-Brush*, Prophylaxebürstchen, Kerr, Deutschland
- 5) *Rimlock Abformlöffel* unperforiert
- 6) *Superstone natur*, Superhartgips Klasse 4, Picodent, Wipperfürth, Deutschland
- 7) *SPSS 15.0*, Software zur Datenanalyse für Windows, SPSS, München, Deutschland
- 8) *Zircate Prophy Paste*, Polierpaste, Dentsply De Trey, Konstanz, Deutschland

## 10 Danksagung

Mein Dank gilt zunächst Herrn Priv. Doz. Dr. Florian Beuer, der die Durchführung dieser Studie ermöglichte, für die Aufgabenstellung und die stets herzliche und kompetente Betreuung.

Herzlich bedanken möchte ich mich auch bei allen Probanden, die an der Nachuntersuchung teilgenommen haben, für ihr Interesse und ihre Unterstützung.

Meinem Kollegen Dr. Martin Heel danke ich für die gute und entspannte Zusammenarbeit bei der Nachuntersuchung und für die zur Verfügung gestellten Fotos aus den Auswertungen für seine Dissertation.

Für die Hilfestellung beim Umgang mit der SPSS Software bedanke ich mich herzlich bei Herrn Benjamin Frost.

Mein besonderer Dank gilt meinen Eltern, die mich während des Studiums ideell und finanziell unterstützt und mich immer wieder zur Fertigstellung dieser Dissertation motiviert haben, sei es tatkräftig durch Korrekturlesen oder moralisch durch ihr Interesse und ständigen Ansporn. Hierfür danke ich auch besonders meiner Tante Ute Reimann und meinen Schwiegereltern Anita und Alexander Forster.

Zuletzt möchte ich mich bei meinem Ehemann, Dr. Konrad Forster, bedanken für die ständige wertvolle Unterstützung, Motivation und Geduld während des Schreibens und der Fertigstellung dieser Arbeit.