

Kathinka Offer, Sabine Linsen, Philipp Kohorst

Retrospektive Studie glaskeramischer Einzelzahnrestaurationen nach bis zu 15 Jahren*

Warum Sie diesen Beitrag lesen sollten

Glaskeramische Restaurationen gehören zu den Standardversorgungen in einer Zahnarztpraxis.

Die Kenntnis über mögliche Komplikationen und präventive Maßnahmen ermöglicht die passende Materialauswahl.

Einführung: Glaskeramische Einzelzahnrestaurationen zählen heute aufgrund ihrer Ästhetik, Biokompatibilität und der guten Überlebensraten zu den Standardversorgungen in der zahnärztlichen Praxis. Das Ziel dieser Studie war es, anhand von Daten aus einer allgemein Zahnärztlichen Praxis das Auftreten verschiedener Komplikationen zu untersuchen.

Material und Methoden: Es wurden 1132 Einzelzahnrestaurationen im Seitenzahnbereich aus Empress 2 und IPS e.max von 251 Patienten retrospektiv analysiert. Die Restaurationen wurden in den Jahren von 2000–2015 von einem Behandler in einer privaten, allgemein Zahnärztlichen Praxis eingegliedert. Die Mindestbeobachtungszeit lag bei 2 Jahren. Die Patientenakten wurden hinsichtlich der untersuchten Komplikationen: Fraktur, Wurzelkanalbehandlung, parodontale Komplikationen, Einschleifmaßnahmen bei Okklusionsstörungen, postoperativen Überempfindlichkeiten, Sekundärkaries und Dezementierung ausgewertet. Es erfolgte eine statistische Auswertung in Abhängigkeit vom Material (Empress 2, IPS e.max) und der Restaurationsform (Inlay, Teilkrone, Krone).

Ergebnisse: Es frakturierten 12 der 769 Empress 2-Versorgungen und 3 der 363 IPS e.max-Restaurationen. Zwischen den Materialien ergab sich kein signifikanter Unterschied ($p = 0,411$). Kronen beider Materialien zeigten jedoch mit $p = 0,020$ und $p = 0,040$ eine signifikant höhere Wahrscheinlichkeit zu frakturieren als Inlays oder Teilkronen. Empress 2-Restaurationen zeigten mit 3,6 % im Verhältnis zu IPS e.max-Restaurationen mit 1,4 % signifikant häufiger korrekturbedürftige Vorkontakte ($p = 0,037$). Ein Zusammenhang zwischen okklusalen Einschleifmaßnahmen und der Fraktur einer Restauration bestand nicht ($p = 0,426$). Empress 2-Kronen zeigen mit $p < 0,001$ eine signifikant höhere Wahrscheinlichkeit zu dezementieren als Inlays oder Teilkronen. Zähne mit Restaurationen aus IPS e.max wiesen signifikant häufiger postoperative Überempfindlichkeiten ($p < 0,001$) und Wurzelkanalbehandlungen ($p = 0,041$) auf als Zähne mit Restaurationen aus Empress 2. Parodontale Komplikationen traten bei IPS e.max-Kronen signifikant häufiger auf als bei Inlays oder Teilkronen ($p = 0,005$). Das Auftreten sekundärkariöser Läsionen war weder im Vergleich der Materialien noch der Restaurationsformen signifikant erhöht.

Schlussfolgerung: Beide glaskeramischen Materialien sind im Praxisalltag gut geeignet. Sowohl Empress 2- als auch IPS e.max-Restaurationen erzielten in dieser Studie gute klinische Ergebnisse. Die häufigsten Komplikationen stellten postoperative Überempfindlichkeiten, Frakturen und parodontale Komplikationen dar. Die Anzahl der Komplikationen war bei Kronen höher als bei Teilkronen oder Inlays.

Schlüsselwörter: Glaskeramik; IPS e.max; Empress 2; Einzelzahnrestaurationen; Komplikationen; Langzeitverhalten; retrospektiv; Frakturverhalten

Zahnarztpraxis Dr. Michael Alte, Siegfeldstraße 10b, 53721 Siegburg; Kathinka Offer; Poliklinik für zahnärztliche Prothetik, Propädeutik und Werkstoffwissenschaften, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn; PD Dr. M.Sc Sabine Linsen; Privatpraxis für Zahnheilkunde: Prof. Dr. Philipp Kohorst, Lilienthaler Heerstraße 261, 28357 Bremen
*Deutsche Version der englischen Erstveröffentlichung Offer K, Linsen S, Kohorst P: Retrospective study of glass-ceramic single tooth restorations after up to 15 years. Dtsch Zahnärztl Z Int 2021; 3: 257–265

Zitierweise: Offer K, Linsen S, Kohorst P: Retrospektive Studie glaskeramischer Einzelzahnrestaurationen nach bis zu 15 Jahren. Dtsch Zahnärztl Z 2022; 77: 177–186

Peer-reviewed article: eingereicht: 28.07.2020, revidierte Fassung akzeptiert: 30.11.2020

DOI.org/10.53180/dzz.2022.0014

Retrospective study of glass-ceramic single tooth restorations after up to 15 years

Introduction: Glass-ceramic single tooth restorations count among the standard treatments in dental practice at present owing to their good esthetics, biocompatibility and survival rates. The aim of this study was to investigate the occurrence of various long-term complications based on data collected from a general dental practice.

Material and Methods: A retrospective analysis of 1132 posterior single tooth restorations made of Empress 2 and IPS e.max ceramic from 251 patients was performed. The restorations were placed between 2000 and 2015 by a single dental practitioner in a private general dental practice. The minimum observation period was 2 years. The patient records were examined for the following complications: fracture, root canal treatment, periodontal complications, occlusal adjustment procedures to correct occlusal interferences, postoperative hypersensitivity, secondary caries and decementation. The statistical analysis was based on the ceramic used (Empress 2 and IPS e.max) and the type of restoration (inlay, partial crown, or crown).

Results: Twelve of the 769 Empress 2 and 3 of the 363 IPS e.max restorations failed due to bulk fracture. There was no significant difference between the materials ($p = 0.411$). Crowns displayed a significantly higher fracture rate compared to inlays or partial crowns ($p = 0.02$ and $p = 0.04$), irrespective of material. Empress 2 restorations showed a significantly higher incidence (3.6 %) of premature occlusal contacts requiring adjustment compared to IPS e.max restorations (1.4 %) ($p = 0.037$). No correlation between occlusal adjustment procedures and fracture was observed ($p = 0.426$). Empress 2 crowns had a significantly higher probability of decementation ($p < 0.001$) compared to Empress 2 inlays or partial crowns. Teeth with IPS e.max restorations exhibited significantly more postoperative hypersensitivity ($p < 0.001$) and required root canal treatment significantly more frequently ($p = 0.041$) than teeth with Empress 2 restorations. Periodontal complications occurred significantly more often in teeth with IPS e.max crowns than in teeth with IPS e.max inlays or partial crowns ($p = 0.005$). The incidence of secondary carious lesions was not significantly higher neither with respect to material nor type of restoration.

Conclusion: Both glass-ceramic materials are suitable for everyday use in dentistry; IPS e.max and Empress 2 restorations demonstrated good long-term clinical results and an acceptable amount of complications. The most common complications were postoperative hypersensitivity, fractures and periodontal complications. The number of complications was higher for crowns than for inlays or partial crowns.

Keywords: glass-ceramic; IPS e.max; Empress 2; single tooth restorations; complications; long-term performance; retrospective; fracture rate

handlungsspektrums [2, 14, 21, 38, 41].

Die größte Problematik liegt in der mangelnden mechanischen Stabilität und Festigkeit, die insbesondere durch das ausgeprägte Spröbruchverhalten und die geringe Zugbelastbarkeit bestimmt wird [35]. Die daraus resultierenden Frakturen und Abplatzungen stellen eine große Herausforderung für die Praxis und Forschung dar. Dennoch wurden auf diesem Gebiet in den letzten Jahrzehnten große Fortschritte erzielt. Mit der Einführung der Leuzit-, und Lithiumdisilikatkeramiken Empress 1 und 2 Ende der 80er- und Anfang der 90er-Jahre konnte durch die Einlagerung mechanisch stabilerer Leuzit- bzw. Lithiumdisilikatkristalle das für Glaskeramiken besonders problematische langsame Risswachstum deutlich reduziert werden.

Während an den werkstoffkundlichen Eigenschaften glaskeramischer Materialien und den Einflussparametern von Befestigungsmaterial viel verbessert wurde, schließt eine große Zahl der Studien weitere Faktoren, die in den Versagensprozess und das Auftreten von Komplikationen eingeschlossen sind, nicht mit ein [12, 13, 31, 36]. So ist bekannt, dass neben materialimmanenten Einflüssen auch dentogene, patientenbezogene und zahnarztabhängige Faktoren die Überlebenswahrscheinlichkeit der Restaurationen beeinflussen [5, 22].

Ziel dieser retrospektiven Studie war es, eine praxisnahe Analyse der Komplikationen von glaskeramischen Inlays, Teilkronen und Kronen aus Empress 2 und IPS e.max Press zu erstellen. Daher wurde das Auftreten der Komplikationen Fraktur, Dezementierung, endodontische Behandlung, postoperative Überempfindlichkeit, parodontale Komplikationen, korrekturbedürftige Einschleifmaßnahmen und Sekundärkaries in Abhängigkeit von der Restaurationsform (Inlay, Teilkrone und Krone) und dem Material Empress 2 und IPS e.max untersucht. Die Nullhypothese war, dass das Auftreten der Komplikationen stochastisch unabhängig sowohl von der Restaurationsform (Inlay, Teilkrone, Krone) als auch von dem Material (Empress 2, IPS e.max) ist.

1. Einführung

Vollkeramische Einzelzahnrestaurationen sind heute wegen ihrer guten Ästhetik, Biokompatibilität und

der sehr guten Langzeitergebnisse im Hinblick auf die Überlebenswahrscheinlichkeit ein integraler Bestandteil des zahnärztlichen Be-

2. Material und Methoden

2.1 Studiendesign und Komplikationen

Es wurde ein Patientenkollektiv aus einer privaten allgemeinärztlichen Praxis ausgewählt. Alle glaskeramischen Einzelzahnrestaurationen aus Empress 2 oder IPS e.max, die zwischen dem 01.01.2000 und dem 31.12.2015 eingegliedert wurden, gingen in die Studie mit ein. Die Datenerhebung erfolgte retrospektiv über die jeweilige Abrechnungsposition. Die Einschlusskriterien waren: glaskeramische Einzelzahnrestaurationen im Seitenzahnbereich (1 Prämolare bis 3 Molare) aus den Materialien Empress 2 und IPS e.max von Ivoclar Vivadent, eine Mindestbeobachtungsdauer von 2 Jahren sowie ein Mindestalter des Patienten von 18 Jahren.

Die Komplikationen Fraktur, Dezentementierung, postoperative Überempfindlichkeit, Sekundärkaries, okklusale Vorkontakte, parodontale Komplikationen und Wurzelkanalbehandlung wurden im Sinne einer Ja-/Nein-Form ausgewertet. Neben den Komplikationen wurden ebenfalls das Material (IPS e.max und Empress 2) sowie die Restaurationsart (Inlay, Teilkrone und Krone) dokumentiert.

Die Komplikationen wurden wie folgt definiert: Als Fraktur wurden Keramikabplatzungen definiert, welche zum Versagen einer Restauration mit anschließender Neuanfertigung führten. Chipping, das zu keiner Erneuerung der Restauration führte, wurde nicht mit in die Studie aufgenommen.

Wurzelkanalbehandlungen nach Insertion der Versorgung wurden unabhängig von der Erneuerungsbedürftigkeit der Restauration dokumentiert. Als parodontale Komplikationen wurden alle die Situationen gewertet, bei denen der Patient nach Eingliederung der Restauration eine systematische PA-Therapie im Bereich des versorgten Zahns benötigte. Korrekturbedürftige Vorkontakte auf der Restauration und postoperative Überempfindlichkeiten wurden bis zu 4 Monate nach Insertion dokumentiert.

Eine Sekundärkaries wurde dann vermerkt, wenn diese zu einer Fül-

lungstherapie oder zur Erneuerung der Restauration führte.

Das Studienvorhaben wurde von der Ethikkommission der Universität Bonn unter der Nummer 274/20 registriert und am 16.06.2020 genehmigt.

2.2 Behandlungsablauf

Die Patienten stammten aus einer privaten allgemeinärztlichen Praxis und alle Behandlungen wurden von einem Zahnarzt durchgeführt. Die Herstellung der Restaurationen erfolgte im Praxislabor ebenfalls durch einen Zahntechniker.

Vor Behandlungsbeginn wurde bei jedem Patienten der Befund, sowie der Parodontalstatus aufgenommen und eine klinische Funktionsanalyse durchgeführt. In Abhängigkeit der Diagnose wurde eine Vorbehandlung im Sinne einer konservativen Behandlung, professionellen Zahnreinigung/Parodontaltherapie oder Funktionstherapie durchgeführt. Anschließend erfolgten die prothetischen Maßnahmen.

Die Präparation von Inlays und Teilkronen erfolgte defektorientiert mit abgerundeten Innenkanten. Die Präparation der Teilkronen wurde unter Einbeziehung der Höcker als abgerundete 1 mm breite Stufe präpariert. Die Randgestaltung der Kronen wurde ebenfalls als 1 mm breite zirkuläre Hohlkehlnpräparation mit abgerundeten Innenkanten durchgeführt. Der Substanzabtrag lag okklusal zwischen 1,5 und 2 mm und zirkulär bei 1,5 mm. Der okklusale Konvergenzwinkel betrug 6–10°. Die Lage der Präparationsgrenze wurde, abhängig von den klinischen Gegebenheiten, supra-, äqui- oder subgingival gelegt. Spezielles Augenmerk wurde auf die Präparation abgerundeter Kanten gelegt.

Die Präparation wurde mit Polyether (Impregum 3M ESPE) als Doppelmischabformung unter der Doppelfadentechnik abgeformt. Die Registrierung der Bisslage erfolgte entsprechend den Anforderungen der individuellen Situation in der maximalen Interkuspidation oder der zentrischen Kondylenposition. Die Restaurationen wurden in dem Pressofen Ivoclar EP 600 Combi nach Herstellerangaben gefertigt. Der Zahnschmelz wurde vor Eingliederung mit 30–40%iger

Phosphorsäure angeätzt und die Restauration 20 sec mit 5%iger Flusssäure konditioniert. Die Eingliederung erfolgte mit dem Adhäsivsystem Syntac Classic (Ivoclar Vivadent) und einem der folgenden dualhärtenden adhäsiven Befestigungsmaterialien: Variolink 2 (Ivoclar Vivadent), RelyX (3M Espe), G-Cem (GC), Panavia SA (Kuraray), Tetric Evo Flow (Ivoclar Vivadent), Filtek Supreme (3M Espe) oder PermaCem (DMG). Sofern es die Situation zuließ, erfolgte die Eingliederung der Restauration unter Kofferdamm. In Fällen, wo die Okklusion korrigiert werden musste, erfolgte dies – nach Eingliederung – mit einer diamantierten Kugel oder Knospe. Die Restaurationen wurden im Anschluss intraoral mit diamantkorn-durchsetzten Keramikpolierern von Komet (Deutschland) poliert.

2.3 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung und die grafischen Darstellungen erfolgten mit der Software SPSS für Windows, Version 24.0 (IBM, Armonk, NY, USA). Die Daten wurden deskriptiv ausgewertet und in prozentualen und absoluten Zahlen angegeben, um das Auftreten der Komplikationen vergleichsweise zwischen den Restaurationsformen (Inlay, Teilkrone, Krone), sowie zwischen den Materialien (Empress 2, IPS e.max) darzustellen. Zum Vergleich des Auftretens der Komplikationen unter den Restaurationsformen (Inlay, Teilkrone, Krone) und den Materialien (Empress 2, IPS e.max) wurde der Chi-Quadrat Test, und bei geringen Fallzahlen der exakte Test nach Fisher, angewendet. Der Einfluss von Einschleifmaßnahmen auf das Überleben glaskeramischer Einzelzahnrestaurationen wurde mithilfe von Kaplan-Meier-Analysen untersucht und die Signifikanz mithilfe des Log-Rank-Tests ermittelt. Unterschiede zwischen den Gruppen wurden bei $p < 0,05$ als signifikant angegeben.

3. Ergebnisse

Insgesamt wurden 1132 Restaurationen von 251 Patienten ausgewertet. Die durchschnittliche Beobachtungsdauer lag bei $6,5 \pm 3,3$ Jahren.

Es wurden 363 Restaurationen aus IPS e.max und 769 aus Empress 2 her-

	alle Restaurationen		Empress 2		IPS e.max		P
	n	%	n	%	n	%	
Anzahl d. Versorgung	1132	100	769	67,9	363	32,1	–
Frakturen							
gesamt	15	1,3	12	1,6	3	0,8	0,411
Kronen	10	0,9	7	3,3	3	2,6	–
Teilkronen	5	0,4	5	1,6	0	0	–
Inlay	0	0	0	0	0	0	–
Wurzelkanalbehandlung							
gesamt	18	1,6	8	0,7	10	0,9	0,041
Kronen	8	0,7	3	1,4	5	4,3	
Teilkronen	8	0,7	5	1,6	3	1,7	
Inlay	2	0,2	0	0	2	2,7	
Dezementierung							
gesamt	9	0,8	9	0,8	0	0	0,041
Kronen	9	1,2	9	4,2	0	0	
Teilkronen	0	0	0	0	0	0	
Inlay	0	0	0	0	0	0	
Parodontale Komplikationen							
gesamt	13	1,1	8	0,7	5	0,4	0,766
Kronen	6	0,5	1	0,5	5	4,3	
Teilkronen	0	0	5	1,6	0	0	
Inlay	0	0	2	0,8	0	0	
Sekundärkaries							
gesamt	8	0,7	8	0,7	0	0	0,061
Kronen	2	0,1	2	0,9	0	0	
Teilkronen	3	0,3	3	1	0	0	
Inlay	3	0,3	3	1,3	0	0	
okklusale Einschleifmaßnahmen							
gesamt	33	2,9	28	2,4	5	0,5	0,037
Kronen	13	1,1	8	3,7	4	3,6	
Teilkronen	16	1,4	15	4,8	1	0,6	
Inlay	5	0,4	5	2,1	0	0	
Postoperative Hypersensibilität							
gesamt	72	6,3	23	2	49	4,3	0,000
Kronen	39	3,4	7	3,3	32	27,6	
Teilkronen	24	2,1	10	3,2	14	8,1	
Inlay	9	0,8	6	2,5	3	4	

Tabelle 1 Die Komplikationen Fraktur, Wurzelkanalbehandlung, Dezementierung, parodontale Komplikationen, Sekundärkaries, Okklusionsstörung und postoperative Hypersensibilität bei Empress 2- und IPS e.max-Restaurationen

gestellt. Das durchschnittliche Alter lag bei den Patienten mit Empress 2-Restaurationen bei 46,6 ($\pm 10,31$) Jahren und bei Patienten mit IPS e.max Restaurationen bei 51,46 ($\pm 12,29$) Jahren. Es wurden 455 Restaurationen bei männlichen und 677 Restaurationen bei weiblichen Patienten eingegliedert. Von den 1132 Restaurationen waren 331 Kronen (Empress 2 n = 215, IPS e.max n = 116), 487 Teilkronen (Empress 2 n = 315, IPS e.max n = 172) und 314 Inlays (Empress 2 n = 239, IPS e.max n = 75). Von den 1132 Restaurationen waren 1065 Pfeilerzähne vor Behandlungsbeginn vital und 65 avital. Eine Auflistung der Daten findet sich in Tabellen 1 und 2.

3.1 Fraktur

Im Laufe des Beobachtungszeitraumes versagten 15 Restaurationen aufgrund einer Fraktur. Davon waren 12 (1,6 %) aus Empress 2 und 3 (0,8 %) aus IPS e.max. Mit $p = 0,411$ zeigt sich kein signifikanter Unterschied in dem Frakturverhalten von Empress 2- und IPS e.max-Restaurationen.

Bezogen auf die Versorgungsform frakturierten 10 Kronen (3 IPS e.max, 7 Empress 2) und 5 Teilkronen aus Empress 2. Kronen aus Empress 2 und IPS e.max frakturierten signifikant häufiger ($p < 0,04$ und $p < 0,02$) als Teilkronen und Inlays aus dem gleichen Material (s. Tab. 1 und 2).

Des Weiteren frakturierte ausschließlich eine von 33 Restaurationen, die aufgrund von korrekturbedürftigen Vorkontakten eingeschleift werden mussten. Dies entspricht einer Überlebenswahrscheinlichkeit von 97,0 % in der Gruppe mit Einschleifmaßnahmen, und 98,7 % in der Gruppe ohne Einschleifmaßnahmen. Mit $p = 0,426$ sind die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen nicht signifikant (Abb. 1).

3.2 Wurzelkanalbehandlung

Insgesamt wurden 18 (1,6 %) der 1132 Zähne nach Eingliederung der Restauration wurzelkanalbehandelt. Acht (0,7 %) Restaurationen waren aus IPS e.max und 10 (0,9%) aus Empress 2. Der Unterschied zwischen den Materialien ist mit $p = 0,041$ statistisch signifikant (s. Tab. 1 und 2).

Zwischen den verschiedenen Versorgungsformen zeigte sich weder bei Empress 2- noch bei IPS e.max-Restaurationen ein signifikanter Unterschied hinsichtlich einer erforderlichen Wurzelkanalbehandlung.

3.3 Dezementierung

Es lockerten sich 9 der 769 Empress 2-Restaurationen (1,2 %) und keine der 363 IPS e.max-Restaurationen. Bei einem Vergleich der Materialien zeigte sich kein statistisch signifikanter Unterschied (s. Tab. 1 und 2).

Bezogen auf die Restaurationsform lockerten sich von den Empress 2-Restaurationen ausschließlich Kronen ($p < 0,001$).

3.4 Parodontale Komplikationen

Es zeigten 8 von 769 Zähnen mit Empress 2-Restaurationen und 5 der 363 IPS e.max-Restaurationen nach Eingliederung eine parodontale Verschlechterung mit der Notwendigkeit einer systematischen Parodontaltherapie. Es besteht kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Material ($p = 0,766$) und einer parodontalen Verschlechterung.

Bei IPS e.max-Restaurationen zeigten Kronen signifikant häufiger ($p = 0,005$) parodontale Komplikationen als Teilkronen oder Inlays des gleichen Materials (s. Tab. 1 und 2).

3.5 Sekundärkaries

Acht der 769 Empress 2-Restaurationen und keine der 363 IPS e.max-Restaurationen entwickelten in dem Beobachtungszeitraum sekundär kariöse Läsionen.

Sowohl im Vergleich der Materialien als auch im Vergleich der Versorgungsform zeigten sich keine statistisch signifikanten Unterschiede ($p > 0,061$) (s. Tab. 1 und 2).

3.6 Korrekturbedürftige Vorkontakte

Empress 2-Restaurationen erforderten signifikant häufiger ($p = 0,037$) okklusale Korrekturen als Versorgungsformen mit IPS e.max (28 von 769 versus 5 von 363).

Die Form der Restauration hatte hingegen keinen signifikanten Ein-

fluss auf notwendige okklusale Korrekturen (s. Tab. 1 und 2).

3.7 Postoperative Überempfindlichkeit

Zähne mit IPS e.max-Restaurationen wiesen signifikant häufiger ($p = 0,001$) postoperative Überempfindlichkeiten auf als Zähne mit Empress 2-Restaurationen (49 von 363 Restaurationen versus 23 von 769 Restaurationen).

IPS e.max-Kronen weisen in dieser Studie ein höheres Risiko für postoperative Überempfindlichkeiten auf als Teilkronen und Inlays (s. Tab. 1 und 2).

4. Diskussion

Das Auftreten von Komplikationen wurde in Abhängigkeit des Materials und der Restaurationsform ausgewertet. Die Ergebnisse können für den Behandler als Entscheidungshilfe hinsichtlich der Materialauswahl und der Restaurationsform dienen.

4.1 Fraktur

Es ergaben sich in dieser Studie keine signifikanten Differenzen zwischen den Frakturaten von Empress 2 und IPS e.max. Jedoch zeigten sich bedeutende Unterschiede zwischen den Restaurationen im Hinblick auf die Restaurationsform ($p < 0,04$). Kronen beider Materialien zeigten eine deutlich höhere Wahrscheinlichkeit zu frakturieren als Inlays oder Teilkronen. Eine mögliche Ursache hierfür, kann in dem Anstieg der Fehler pro Fläche liegen. Mit zunehmender Größe steigen auch die für das Versagen verantwortlichen Mikrorisse und Poren in der Restauration [35].

Zusätzlich zeigen Teilkronpräparationen in In-vitro-Untersuchungen unter Belastung ein sehr günstiges Stressmuster [7]. Dies könnte, in Kombination mit der überwiegend schmelzbegrenzten Präparation [34], die signifikant besseren Frakturaten von Teilkronen und Inlays erklären.

Neben materialimmanenten Fehlern, einer ausreichenden Materialschichtstärke und dem adhäsiven Verbund hat auch die korrekte Präparation einen fundamentalen Einfluss auf den klinischen Erfolg glaskeramischer Restaurationen [11, 19, 33]. Aufgrund des retrospektiven Stu-

dienansatzes ist es nicht möglich, die Materialschichtstärken und materialgerechte Präparation nachzuvollziehen. Eine falsche, ggf. zu eckige, Präparation und/oder ein zu geringer Materialabtrag für die glaskeramischen Kronen könnten die erhöhten Frakturaten dieser gegenüber den Teilkronen und Inlays ebenfalls erklären.

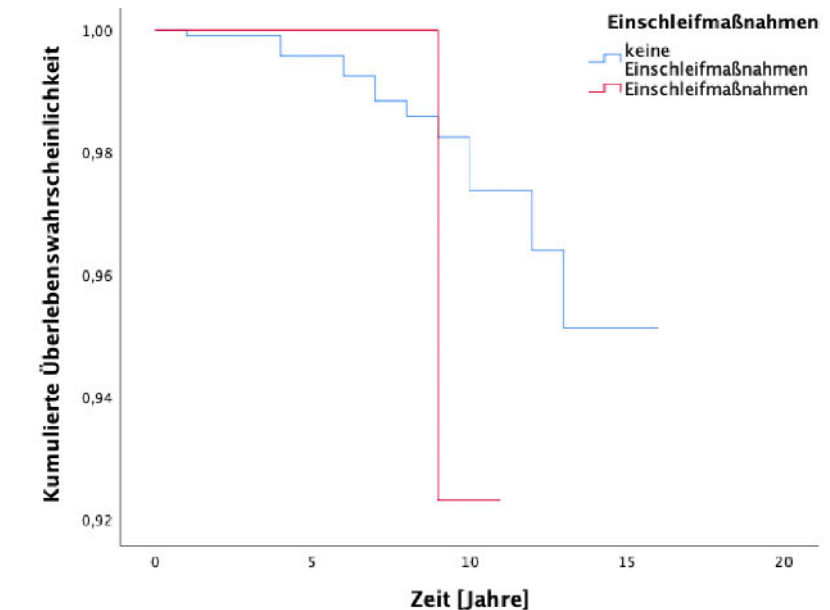
Die Ergebnisse in der Literatur zu den Frakturaten von IPS e.max-Restaurationen entsprechen den hier dargestellten [23], während die Ergebnisse der Frakturaten von Empress 2-Restaurationen in dieser Studie deutlich geringer sind als in der Literatur angegeben [12]. So ergab eine 10-Jahres-Studie zu der Überlebenswahrscheinlichkeit von IPS e.max-Restaurationen von Malament et al. [23] eine Frakturrate von 0,3 %. Hier wurden jedoch neben Einzelzahnrestaurationen auch dreigliedrige Brücken und einflügelige Adhäsivbrücken mit in die Studie aufgenommen. Bei den Frakturaten wurde nicht zwischen den verschiedenen Restaurationsformen differenziert.

Die Frakturrate von Empress 2-Restaurationen war in der vorliegenden Studie mit 0,8 % im Vergleich zur Literatur, die Werte zwischen 1 % und 15,6 % angibt, deutlich geringer [8, 10]. Es ist hier jedoch zu berücksichtigen, dass das Studiendesign mitunter stark variierte. So zeigte eine prospektive 12-Jahres-Studie von Frankenberger et al. [12] eine Frakturrate von 12,5 % für Empress 2-Inlays und -Onlays. In dieser Studie wurde jedoch, neben den Frakturaten, auch der Einfluss verschiedener Befestigungsmaterialien untersucht. Es zeigte sich, dass Restaurationen, die mit einem lichterhärtenden adhäsiven Befestigungsmaterial eingesetzt wurden, häufiger frakturierten als jene, die mit einem dualhärtenden Befestigungsmaterial eingegliedert wurden [12]. Die Frakturrate wurde jedoch unabhängig von dem Befestigungsmaterial bestimmt [12]. Da in der vorliegenden Studie ausschließlich dualhärtende Befestigungsmaterialien verwendet wurden, könnte dies eine mögliche Ursache für die besseren Ergebnisse sein. In einer retrospektiven 11-Jah-

res-Studie von Fradeani et al. [10] zur Frakturrate von leuzitverstärkten glaskeramischen Kronen wurde eine Frakturrate von 15,6 % für Seitenzahnrestaurationen über den Untersuchungszeitraum ermittelt. Es wurden in dieser Studie ausschließlich Kronen untersucht. Die in der vorliegenden Studie dargestellten Ergebnisse legen nahe, dass es signifikante Unterschiede zwischen den Überlebensraten verschiedener Einzelzahnrestaurationen (Inlays, Teilkronen und Kronen) gibt. Da Kronen in dieser Studie signifikant häufiger frakturierten als Teilkronen oder Inlays und Fradeani et al. [10] ausschließlich Kronen untersuchten, könnte dies die deutlich schlechteren Werte erklären.

Eine Metaanalyse von El-Mowafy et al. [8], welche die Überlebenswahrscheinlichkeiten und das klinische Langzeitverhalten von Empress 2-Restaurationen untersuchte, zeigte für Empress 2-Kronen etwas niedrigere Überlebensraten (zwischen 92 % und 99 % nach 3–3,5 Jahren) als für entsprechende Inlays und Teilkronen (von 91 % und 96 % nach 4,5–7 Jahren). Diese Ergebnisse entsprechen am ehesten den Ergebnissen der hier dargestellten Studie.

In der Literatur werden oft, neben der Degradation (bzw. Korrosion) silikatkeramischer Werkstoffe, Einschleifmaßnahmen und die damit verbundene Entstehung neuer Risse für das Versagen einer Restauration verantwortlich gemacht [19]. Allerdings ist die Literatur zu diesem Thema nicht einheitlich: In einer Studie von Ludovichetti et al. [20] zeigte sich auch nach mechanischer Alterung kein negativer Einfluss auf die Bruchfestigkeit von IPS e.max- und Lava Ultimate-(Vita Enamic-)Proben nach Schleif- und Politurmaßnahmen. Schmitter et al. wiesen hingegen [29] eine reduzierte Bruchfestigkeit ($560,6 \pm 233,3$ N vs. $535,5 \pm 128,0$ N) für Zirkoniumdioxidkronen im Frontzahnbereich nach inzisalen Einschleifmaßnahmen nach. In der vorliegenden Studie konnte dies nicht bestätigt werden. Die Überlebenswahrscheinlichkeit von den Restaurationen, die Einschleifmaßnahmen erhielten, beträgt 97,0 % im Verhältnis zu 98,7 % der



Tab. 1, 2, Abb. 1: K. Offer

Abbildung 1 Kaplan-Meier-Diagramm zur Überlebenswahrscheinlichkeit von Restaurationen, die aufgrund von korrekturbedürftigen Vorkontakten okklusal eingeschliffen wurden, und Restaurationen, die nicht eingeschliffen wurden.

Restaurationen ohne Einschleifmaßnahmen ($p = 0,426$). Weitere, insbesondere klinische, Studien zu diesem Thema sind notwendig, um endgültige Schlussfolgerungen zu ziehen.

Die Ergebnisse dieser Studie legen nahe, dass ein Zusammenhang zwischen dem Frakturverhalten und der Größe einer Restauration besteht. Da Kronen signifikant häufiger frakturierten als Inlays und Teilkronen, empfiehlt sich, hier vor der prothetischen Planung und Materialauswahl eine Risikoanalyse zu machen, um ggf. rechtzeitig die Weichen für eine langlebige Restauration stellen zu können. Da retrospektiv die Gründe für eine Fraktur nicht mehr in den Einzelheiten nachzuvollziehen sind, möchten wir an dieser Stelle nochmals auf die Wichtigkeit der Einhaltung der Materialstärke hinweisen.

4.2 Endodontische Behandlung

In dieser Studie wurden an Zähnen mit IPS e.max-Restaurationen signifikant häufiger ($p = 0,045$) endodontische Behandlungen durchgeführt als an Zähnen mit Empress 2-Restaurationen. Eine Unterscheidung zwischen den Restaurationsformen Inlay, Teilkrone und Krone ergab keinen signifikanten Unterschied.

Es gibt wenig Literatur zu endodontischen Komplikationen bei glaskeramischen Restaurationen. Die Versagensraten aufgrund endodontischer Komplikationen werden für IPS e.max zwischen 0,2 % und 2 % angegeben [17, 30] und liegen damit etwas niedriger als in dieser Studie.

Der Zerstörungsgrad der Zahnhartsubstanz vor der Restauration und die Nähe des Defekts zur Pulpa wurden in dieser Studie nicht dokumentiert. Da ein Zusammenhang mit dem Restaurationsmaterial eher unwahrscheinlich ist, erscheint es für zukünftige Untersuchungen sinnvoll, weitere Einflussfaktoren wie die Defektausdehnung, Indikationen für eine Restaurationsversorgung, das verwendete Ätz- und Adhäsivsystem bzw. das Befestigungsmaterial zu beachten.

Trotz signifikanter Unterschiede zwischen den Materialien, weisen sowohl Empress 2- als auch IPS e.max-Restaurationen ein geringes Risiko für eine sekundäre endodontische Therapie auf.

4.3 Dezementierung

In der vorliegenden Studie lösten sich 9 Empress 2-Kronen und keine der IPS e.max-Restaurationen. Der Unterschied zwischen den Restaurations-

formen war bei den Empress 2-Restaurationen statistisch signifikant ($p = 0,001$) während sich im Vergleich der Materialien kein signifikanter Unterschied ergab. Kronen aus Empress 2 lockerten sich signifikant häufiger als Teilkronen oder Inlays des gleichen Materials.

In der Literatur liegen bislang wenige vergleichbare Studien vor. In einer Studie von van den Breemer et al. [41] lockerten sich 2 der 73 (1,2 %) Lithiumdisilikatrestaurationen über einen Zeitraum von 15 Jahren. Damit war die Lockerung nach Fraktur und Sekundärkaries die dritthäufigste Versagensursache. Ebenfalls zeigten van den Breemer et al. [40] in einer systematischen Literaturübersicht, dass die Haftkraft glaskeramischer Restaurationen bei einem reinen Dentinverbund signifikant geringer ist als bei dem Verbund im Zahnschmelz. Da die Dentinwunde bei einer Kronenpräparation am größten ist und von der Teilkrone zum Inlay weiter absinkt, könnte dies eine mögliche Erklärung für die in dieser Studie ermittelten, höheren Dezementierungsraten von Empress 2-Kronen sein.

Die Dezementierung von Empress 2-Restaurationen wurde ebenfalls bislang in wenigen Studien diskutiert. Die lässt sich u.U. darauf zurückführen, dass die Lockerung einer Restauration – bei möglicher Rezeementierung – nicht als Versagen gewertet wurde und somit in einer Vielzahl der Studien unerwähnt bleibt.

Teichmann et al. [37] gaben in einer prospektiven Studie zu den Komplikations- und Überlebensraten von Lithiumdisilikatrestaurationen eine Dezementierungsrate von 6,9 % nach 10 Jahren an. Diese Ergebnisse liegen deutlich über den in dieser Studie ermittelten Werten von 1,1 % nach 15 Jahren. Teichmann et al. schlossen in ihre Studie sowohl konventionell als auch adhäsiv befestigte Restaurationen ein. In der vorliegenden Studie wurden die Restaurationen ausschließlich mit dualhärtenden adhäsiven Befestigungsmaterialien eingliedert. Dies könnte eine Ursache für die abweichenden Ergebnisse sein. In der Literatur wurde mehrfach nachgewiesen, dass Scher-, Zug- und Haftkraft adhäsiver Befestigungsmaterialien denen konventioneller Befesti-

gungszemente signifikant überlegen sind [3, 4, 24, 26, 40]. Da die Dezementierungsraten konventionell zementierter glaskeramischer Restaurationen signifikant von adhäsiv befestigten abweichen [25], kann dies die Unterschiede in den Ergebnissen erklären.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie legen nahe, dass neben den in der Literatur beschriebenen Einflüssen der Oberflächenkonditionierung, des verwendeten Befestigungsmaterialien und der restlichen Zahnhartsubstanz [25, 40] auch die Restaurationsform Einfluss auf eine Dezementierung der Restauration nehmen kann.

Da in dieser Studie die Lage des Kronenrandes (supra- oder subgingival) jedoch nicht dokumentiert wurde, dieser jedoch maßgeblich die Möglichkeit einer absoluten Trockenlegung und damit einhergehend mögliche Fehler bei der adhäsiven Befestigung beeinflusst, empfiehlt es sich, diesen in zukünftige Studien zu integrieren.

4.4 Parodontale Probleme

Fünf der mit 111 IPS e.max-Kronen versorgten Zähne zeigten parodontale Komplikationen. Zähne mit Teilkronen und Inlays aus dem gleichen Material waren nicht betroffen. Kronen wiesen damit signifikant häufiger ($p = 0,005$) parodontale Komplikationen auf als Inlays oder Teilkronen.

Zwischen den Materialien Empress 2 und IPS e.max zeigten sich keine signifikanten Unterschiede.

Diese Ergebnisse entsprechen der aktuellen Literatur. So wiesen Ababnaeh et al. [1] nach, dass Klasse-II-Restaurationen die höchsten Sondierungstiefen sowie den höchsten Plaqueindex aufwiesen, Klasse-V-Restaurationen den höchsten Attachmentverlust zeigten und Kronen den höchsten Gingivaindex im Bereich des Restaurationsrandes aufwiesen. All diese Restaurationen haben die nahe Lokalisation des Präpräandes zu der Schmelz-Zementgrenze, dem Zahnfleischsaum und dem subgingivalen Bereich gemeinsam.

In der vorliegenden Studie wurden weitere Einflussfaktoren wie das verwendete Befestigungsmaterial, das

Adhäsivsystem, die Lage und Integrität des Kronenrandes und der Plaqueindex, nicht mit einbezogen. Da es sich um einen retrospektiven Ansatz handelt, konnten diese Faktoren nicht in der notwendigen Einheit und Systematik, welche eine zweifelsfreie Beurteilung bedarf, aus den Patientenakten entnommen werden. In dieser Studie galt ausschließlich die Notwendigkeit einer systematischen PA-Therapie als Kriterium für parodontale Komplikationen. Weitere Informationen wie der PSI, der Plaqueindex, das Attachmentlevel oder die Lage und Integrität des Kronenrandes können hilfreich sein, um die multifaktoriellen Einflüsse, die zu einer Schädigung führen können, einzubeziehen und differenziert zu betrachten.

Zusammenfassend zeigen keramische Restaurationen jedoch eine hohe Biokompatibilität und werden als parodontal sehr gut verträglich beschrieben [1]. Dies spiegelt sich auch in dieser Studie wieder. Eine Parodontaltherapie musste daher auch nur bei 1 % aller Empress 2- und bei 1,4 % aller IPS e.max-Restaurationen durchgeführt werden.

4.5 Sekundärkaries

Eine Sekundärkaries erforderte bei 1 % aller Empress 2-Restaurationen und bei keiner der IPS e.max-Restaurationen eine Therapie. Damit stellt sie die seltenste Komplikation dar. Zwischen den Materialien Empress 2 und IPS e.max und im Vergleich der Restaurationsformen ergaben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede.

In verschiedenen Metaanalysen [8, 39] stellte sich Sekundärkaries als die häufigste Komplikation glaskeramischer Restaurationen dar.

Da bekannt ist, dass soziodemographische Faktoren Einfluss auf die Kariesprävalenz [6, 16] nehmen, ist es möglich, dass dies eine Ursache für die unterschiedlichen Ergebnisse der Literatur und dieser Studie ist. Das Patientenkollektiv dieser Studie stammte aus einer privaten zahnärztlichen Praxis, für weitere Studien wäre ein soziodemographisch ausgewogeneres Patientenkollektiv wünschenswert. Zusätzlich könnte die Erfassung des Plaqueindex und der Mundhygieneangewohnheiten des

	Krone		Teilkrone		Inlay		P
	n	%	n	%	n	%	
Fraktur gesamt	10	0,9	5	0,4	0	0,0	0,020 0,040
Empress 2	7	3,3	5	1,6	0	0,0	
IPS e.max	3	2,6	0	0,0	0	0,0	
Wurzelkanal- behandlung gesamt	8	0,7	8	0,7	2	0,2	0,158 0,042
Empress 2	3	1,4	5	1,6	0	0,0	
IPS e.max	5	4,3	3	1,7	2	2,7	
Dezementierung gesamt	9	0,8	0	0,0	0	0,0	0,000 –
Empress 2	9	4,2	0	0,0	0	0,0	
IPS e.max	0	0,0	0	0,0	0	0,0	
Parodontale Komplikationen gesamt	6	0,5	5	0,4	2	0,2	0,427 0,005
Empress 2	1	0,5	5	1,6	2	0,8	
IPS e.max	5	4,3	0	0,0	0	0,0	
Sekundärkaries gesamt	2	0,1	3	0,3	3	0,3	0,925 –
Empress 2	2	0,9	3	1,0	3	1,3	
IPS e.max	0	0,0	0	0,0	0	0,0	
Okklusale Ein- schleifmaßnahmen gesamt	13	1,1	16	1,4	5	0,4	0,251 0,064
Empress 2	8	3,7	15	4,8	5	2,1	
IPS e.max	4	3,6	1	0,6	0	0,0	
Postoperative Hypersensibilität gesamt	39	3,4	24	2,1	9	0,8	0,870 0,000
Empress 2	7	3,3	10	3,2	6	2,5	
IPS e.max	32	27,6	14	8,1	3	4,0	

Tabelle 2 Komplikationen nach den Restaurationsarten von Empress 2- und IPS e.max-Restaurationen getrennt

Patienten Aufschluss über patientenimplizierte Einflussfaktoren geben.

4.6 Okklusale Vorkontakte

Es ergab sich mit $p = 0,037$ ein signifikanter Unterschied im Hinblick auf die okklusale Vorkontakte zwischen Empress 2 (3,6 %) und IPS e.max (1,4 %). Hinsichtlich der Restaurationsform ergaben sich keine Unterschiede.

In der Literatur wird die okklusale Passung von IPS e.max-Restaurationen als sehr gut bewertet [9]. Zu den Empress 2-Restaurationen sind vergleichbare Studien in der Literatur nicht vorhanden.

Es ist zu berücksichtigen, dass die Anzahl eingegliedelter Restaurationen einen Einfluss auf die Notwendigkeit der einzuschleifenden okklusale Vorkontakte hat. Bei Patienten mit der Notwendigkeit ok-

klusaler Korrekturen wurden durchschnittlich 8,8 Restaurationen eingegliedert, bei Patienten ohne notwendige okklusale Korrekturen im Durchschnitt nur 4,5. Dies deutet darauf hin, dass neben dem Material auch die Anzahl der Restaurationen einen Einfluss auf okklusale Interferenzen haben kann.

Eine erhöhte Zahl an Restaurationen ist u.a. auch bei einer Bisslageveränderung indiziert. Die sagittale und vertikale Rehabilitation der Bisslage beinhaltet viele Zwischenschritte, die zu einer Kumulation der okklusale Fehler beitragen können. Alle Patienten, die in dieser Studie glaskeramische Restaurationen aufgrund von einer Bisslageveränderung erhielten, wurden mittels einer Schiene vortherapiert. Die Registrierung erfolgte in der zentrischen Kondylenposition.

Die Ursachen für eine Rekonstruktion der Bisslage und Zahnhartsubstanz können vielfältig sein, dennoch stellen parafunktionell bedingte Abrasionen und Erosionen ein weit verbreitetes Indikationsfeld dar. Dies sollte berücksichtigt werden, da Patienten, die bereits vor der Therapie Parafunktionen zeigten, auch danach sensibler auf Störungen in der Okklusion reagieren können.

In dieser Studie zeigten 3 von den 7 Patienten mit Okklusionsstörungen Zeichen eines ausgeprägten Bruxismus im Sinne einer Myopathie und von nicht altersgerechten Abrasionsfacetten, weitere 2 von 7 wiesen einen moderaten Bruxismus auf. Lediglich 2 Patienten zeigten keine Symptome, welche für diese Parafunktion sprechen würden. In weiteren Studien sollte daher auch der Zusammenhang zwischen der Indikation zur Rehabilitation, der Anzahl der Restaurationen sowie der Bruxismusaktivität mit dem Auftreten posttherapeutischer okklusale Interferenzen untersucht werden.

Wie unter dem Punkt 4.2. Fraktur bereits diskutiert, konnten in dieser Studie keine erhöhten Frakturraten, nach der Korrektur okklusale Störungen, ermittelt werden.

4.7 Postoperative Überempfindlichkeit

Postoperative Überempfindlichkeiten zeigten sich bei IPS e.max-Restaurationen, insbesondere bei Kronen, signifikant häufiger als bei Empress 2-Restaurationen.

In der Literatur zeigen sich für Empress 2-Restaurationen ähnliche Ergebnisse. Van Dijeken et al. [42] beschrieben 2010 für 3 % der Restaurationen eine 2–4 Wochen andauernde Überempfindlichkeit während bei Krämer et al. [18] 4 % der Empress 2-Inlays Überempfindlichkeiten bis zu 4 Jahren nach Eingliederung aufwiesen. In beiden Studien wurden die Restaurationen adhäsiv befestigt (Van Dijeken: Drei 3-Schritt Etch-and-Rinse-Systeme und zwei 2-Schritt-Etch-and-Rinse-Systeme, Krämer: EBS Multi/Compolute (3M Espe) und Syntac/Variolink II).

Für Lithiumdisilikatkeramiken fehlen vergleichbare Studien. Solá-Ruiz et al. [32] ermittelten in einer prospektiven 10-Jahres-Studie für dreispinnige

Brücken mit einem Gerüst aus Lithiumdisilikatkeramik einen Prozentsatz von 14,3 % für eine reversible postoperative Überempfindlichkeit. Dies würde mit dem in dieser Studie ermittelten Ergebnis übereinstimmen.

Auch wenn es für postoperative Überempfindlichkeiten verschiedene Ursachen gibt, wie eine erhöhte Wärmeleitfähigkeit des Restaurationsmaterials oder eine pulpanahe Präparation, wird sie heute in erster Linie mit adhäsiven Restaurationen oder adhäsiven Restaurationsmaterialien in Verbindung gebracht.

Die Ursache hierfür liegt – nach der hydrodynamischen Theorie von Brännström und Atström [15] – bei intratubulären Flüssigkeitsverschiebungen, welche durch kleine Spalt-räume zwischen Dentin und Komposit entstehen. Werden die Dentinkanäle nicht vollständig von dem applizierten Bondingsystem verschlossen, kann Dentinliquor austreten und bei okklusaler Belastung eine Reizung der A δ -Fasern verursachen.

Die Verwendung von dualhärten Adhäsiven und Phosphorsäure gilt als weiteres Risiko für das Auftreten einer postoperativen Hypersensibilität [15]. Da in dieser Studie für beide Restaurationsmaterialien sowohl Phosphorsäure als auch dualhärtende adhäsive Befestigungsmaterialien (Variolink II [Ivoclar Vivadent], G-Cem [GC], RelyX [3M Espe], Tetric EvoFlow [Ivoclar Vivadent], Panavia SA Cement [Kuraray], G-Cem [GC], Filtek Supreme [3M Espe], PermaCem [DMG]) zur Konditionierung der Zahnhartsubstanz und Befestigung der Restauration verwendet wurden, lassen sich die signifikanten Differenzen bezüglich der Überempfindlichkeit dadurch jedoch nicht erklären.

Ursächlich für die Unterschiede zwischen den Restaurationsformen könnte die Größe und Tiefe der Dentinwunde sein. Während für eine Kronenpräparation das Ausmaß der Dentinwunde am größten ist, sinkt diese von Teilkronen zum Inlay kontinuierlich ab. Dies spiegelt sich auch in den ermittelten Werten wider.

Dennoch ist hiermit nicht der Unterschied zwischen den Materialien erklärt, da sich bei Empress 2-Restaurationen mit 3,3 % der Kronen, 3,2 % der Teilkronen und

2,5 % der Inlays keine signifikanten Unterschiede zeigten.

Da sowohl Empress 2- als auch IPS e.max-Restaurationen in verschiedenen Studien sehr gute Ergebnisse hinsichtlich der Biokompatibilität, chemischen Beständigkeit, Zytotoxizität und des Sensibilisierungspotenzials [2, 27, 28] zeigten, erscheinen materialimmanente toxikologische Eigenschaften als Ursache für die postoperative Hypersensibilität unwahrscheinlich. Es zeigten sich zwischen Empress 2- und IPS e.max-Restaurationen keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Verteilung der Restaurationsform, des Patientenalters oder des Geschlechts, welche die erhöhte Überempfindlichkeit von IPS e.max-Restaurationen erklären könnten.

Aufgrund des retrospektiven Studienansatzes ist es nicht mehr möglich, Abweichungen hinsichtlich der verwendeten Ätz- und Adhäsivsysteme einwandfrei nachzuvollziehen, die ein möglicher Grund für die erhöhte Hypersensibilität von IPS e.max-Restaurationen sein könnten.

5. Schlussfolgerungen

Zusammenfassend zeigten im Praxisalltag sowohl Empress 2- als auch IPS e.max-Restaurationen gute klinische Ergebnisse und ein akzeptables Maß an Komplikationen. Okklusale Einschleifmaßnahmen scheinen die Frakturrate glaskeramischer Restaurationen nicht zu erhöhen. Mit Abnahme der Schmelzbegrenzung steigt jedoch das Risiko für Frakturen, Dezementierungen, parodontale Komplikationen und postoperativen Überempfindlichkeiten.

IPS e.max-Restaurationen zeigten in dieser Studie signifikant häufiger postoperative Überempfindlichkeiten, Wurzelkanalbehandlungen und parodontale Komplikationen als Empress 2-Restaurationen.

Wegen der nachgewiesenen sehr guten toxikologischen Eigenschaften beider Keramiken [2, 27, 28] legen die Ergebnisse dieser Studie nahe, weitere Studien bezüglich pulpanahe und subgingivaler glakeramischer Restaurationen speziell im Hinblick auf die in dieser Studie nicht untersuchten Ätz- und Adhäsivsysteme bzw. Befestigungsmaterialien durchzuführen.

Interessenkonflikt

Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

Literatur

1. Ababnaeh KT, Al-Omari M, Alawneh TN: The effect of dental restoration type and material on periodontal health. *Oral Health Prev Dent* 2011; 9: 395–403
2. Anusavice KJ: Degradability of dental ceramics. *Adv Dent Res* 1992; 6: 82–89
3. Behr M, Rosentritt M, Mangelkramer M, Handel G: The influence of different cements on the fracture resistance and marginal adaptation of all-ceramic and fiber-reinforced crowns. *Int J Prosthodont* 2003; 16: 538–542
4. Burke FJ: The effect of variations in bonding procedure on fracture resistance of dentin-bonded all-ceramic crowns. *Quintessence Int* 1995; 26: 293–300
5. Burke FJ, Lucarotti P: Ten-year outcome of crowns placed within the General Dental Services in England and Wales. *J Dent* 2009; 37:12–24
6. Dutra LDC, Barbos Neves ET, Morais de Lima LC et al.: Degree of family cohesion and social class are associated with the number of cavitated dental caries in adolescents. *Braz Oral Res* 2020; Apr 17;34:e037. doi: 10.1590/1807-3107bor-2020.vol34.0037. eCollection 2020.
7. Edelhoff D, Beuer F, Güth JF: Vollkeramische Präparation und Farbnahme. <https://www.zwp-online.info/fachgebiete/implantologie/grundlagen/vollkeramische-restauration-praeparation-und-farbnahme>, 2013 (letzter Zugriff am 26.07.2020)
8. El-Mowafy O; Brochu JF: Longevity and clinical performance of IPS-Empress ceramic restorations – a literature review. *J Can Dent Assoc* 2002; 68: 233–237
9. Esqivel-Upshaw J, William R, Oliveira E, Yang M, Clark AE, Anusavice K: Randomized, controlled clinical trial of bilayer ceramic and metal-ceramic crown performance. *J Prosthodont* 2012; 33: 166–173
10. Fradeani M, Redemagni M: An 11-year clinical evaluation of leucite-reinforced glass-ceramic crowns: a retrospective study. *Quintessence Int* 2002; 33: 503–510
11. Frankenberger R, Möring G, Blunck U, Hajtó J, Pröbster L, Ahlers O: Präparationsregeln für Keramikinlays und -teilkronen unter besonderer Berücksichtigung der CAD/CAM Technologie. *Bayrisches*

Zahnärzteblatt 2008; https://www.bzb-online.de/apr08/45_51.pdf (letzter Zugriff am 26.07.2020)

12. Frankenberger R, Taschner M, Garcia-Godoy F, Petschelt A, Krämer N: Leucite-reinforced glass ceramic inlays and onlays after 12 years. *J Adhes Dent* 2008; 10: 393–398

13. Gehrt M, Wolfart S, Rafai N, Reich S, Edelhoff D: Clinical results of lithium-disilicate crowns after up to 9 years of service. *Clin Oral Invest* 2013; 17: 275–284

14. Guess PC, Selz CF, Steinhart YN, Stampf S, Strub JR: Prospective clinical split-mouth study of pressed and CAD/CAM all-ceramic partial-coverage restorations: 7-year results. *Int J Prosthodont* 2013; 26: 21–25

15. Haller B: Die postoperative Hypersensibilität. *zm online* 2009; 6: 44–51

16. Krämer N, Lohbauer U, Frankenberger R: Adhesive luting of indirect restorations. *Am J Dent* 2000; 13: 60D–76D

17. Krämer N, Frankenberger R: Clinical performance of bonded leucite-reinforced glass ceramic inlays and onlays after eight years. *Dent Mater* 2005; 21: 262–271

18. Krämer N, Ebert J, Petschelt A, Frankenberger R: Ceramic inlays bonded with two adhesives after 4 years. *Dent Mater* 2006; 22: 13–21

19. Lohbauer U: Belastbarkeit von Keramiken – Ursachen für Frakturverluste. 2012; <https://www.zwp-online.info/fachgebiete/zahntechnik/werkstoffe/belastbarkeit-von-keramiken-ursachen-fuer-frakturverluste> (letzter Zugriff am 26.07.2020)

20. Ludovichetti FS, Trindade FZ, Abado GL, Pezzato L: Effect of grinding and polishing on the roughness and fracture resistance of cemented CAD-CAM monolithic materials submitted to mechanical aging. *J Prosthet Dent* 2019; 121: 866.e1–866.e8

21. Mackert JR: Side-effects of dental ceramics. *Adv Dent Res* 1992; 6: 90–93

22. Malament KA, Socaransky SS: Survival of Dicor glass-ceramic dental restorations over 20 years: Part IV. The effects of combinations of variables. *Int J Prosthodont* 2010; 23: 134–140

23. Malament K, Natto ZS, Thompson V, Rekow D, Eckert S, Weber HP: Ten-year survival of pressed, acid-etched e.max lithium disilicate monolithic and bilayered

complete-coverage restorations: Performance and outcomes as a function of tooth position an age. *J Prosthet Dent* 2019; 121: 782–790

24. Michellini FS, Belsler UC, Sherrer S, De Rijk WG: Tensile bond strength of gold and porcelain inlays to extracted teeth using three cements. *Int J Prosthodont* 1995; 8: 324–331

25. Mobilio N, Fasiol A, Mollica F, Catapano S: Effect of different luting agents on the retention of lithium disilicate ceramic crowns. *Materials (Basel, Switzerland)* 2015; 8: 1604–1611

26. Peutzfeld A, Sahafi A, Flury S: Bonding of restorative materials to dentin with various luting agents. *Oper Dent* 2011; 36: 266–273

27. Roulet JH: Seitenzahnversorgung mit adhäsiv befestigten Keramikinlays: Grundlagen, Herstellung und klinisches Vorgehen. Quintessenz Verlag, Berlin 1989

28. Schäfer R, Kappert HF: Die chemische Löslichkeit von Dentalkeramiken. *Dtsch Zahnärztl Z* 1993; 48: 625–628

29. Schmitter M, Lotze G, Bömicke W, Rues S: Influence of surface treatment on the in-vitro fracture resistance of zirconia-based all-ceramic anterior crowns. *Dent Mat* 2015; 31:1552–1560

30. Scientific Report IPS e.max, Ivoclar Vivadent 2013; 2: 9

31. Sjögren G, Lantto R, Granberg A, Sundström BO, Tillberg: A clinical examination of leucite-reinforced glass-ceramic crowns (Empress) in general practice: A retrospective study. *Int J Prosthodont* 1999; 12: 122–128

32. Solá-Ruiz MF et al.: Survival rates of a lithium disilicate-based core ceramic for three-unit esthetic fixed partial dentures: A 10-year prospective study. *Int J Prosthodont* 2013; 26: 175–180

33. Strub JRK, Türp JC, Witkowski S, Heydecke G, Wolfart S: Präparationstechnik – Werkstoffkundliche und konstruktionsbedingte Kriterien. *Curriculum Prothetik Band II*. Quintessenz Verlag, Berlin 2011; S. 452

34. Strub JRK, Türp JC, Witkowski S, Heydecke G, Wolfart S: Prinzipien bei Veneers und Teilkronen. *Curriculum Prothetik Band II*. Quintessenz Verlag Berlin 2011; S. 677

35. Strub JRK, Türp JC, Witkowski S, Heydecke G, Wolfart S: *Curriculum Prothetik Band II*. Quintessenz Verlag, Berlin 2011

36. Taskonak B, Sertgöz A: Two-year clinical evaluation of lithia-disilicate-based all-ceramic crowns and fixed partial dentures. *Dent Mat* 2006; 22: 1008–1013

37. Teichmann M, Göckler F, Weber V, Yildirim M, Wolfart S, Edelhoff D: Ten-year survival and complication rates of lithium-disilicate (Empress 2) tooth-supported crowns, implant-supported crowns, and fixed dental protheses. *J Dent* 2016; 56: 65–77

38. Valenti M, Valenti A: Retrospective survival analysis of 110 lithium disilicate crowns with feather-edge marginal preparation. *Int J Esthet Dent* 2015; 10: 246–257

39. Vagropoulou GI, Klifopoulou GL, Vlahou SG, Hirayama H, Michalakis K: Complications and survival rates of inlays and onlays vs. complete coverage restorations: A systematic review and analysis of studies. *J Oral Rehabil* 2018; 45: 903–920

40. Van den Breemer CR, Gresnight MM, Cune MS: Cementation of glass ceramic posterior restorations: A systematic review. *Biomed Res Int* 2015; 2015: 148954. doi: 10.1155/2015/148954

41. Van den Breemer CR, Vinkenborg C, van Pelt H, Edelhoff D, Cune MS: The clinical performance of monolithic lithium disilicate posterior restorations after 5, 10 and 15 years: A retrospective case series. *Int J Prosthodont* 2017; 30: 62–65

42. Van Dijken JW, Hasselrot L: A prospective 15-year evaluation of extensive dentin-enamel-bonded pressed ceramic coverages. *Dent Mat* 2010; 26: 929–939



Foto: Kathinka Offer

KATHINKA OFFER

Zahnarztpraxis Dr. Michael Alte
Siegfeldstraße 10b, 53721 Siegburg
kathinka@dr-offer.de