

## Einfluss des Schmelzerhalts auf den Misserfolg von Keramikveneers



Galip Gürel, DDS, MSD<sup>1</sup>/Newton Sesma, DDS, MSD, PhD<sup>2</sup>  
 Marcelo A. Calamita, DDS, MSD, PhD<sup>3</sup>/Christian Coachman, DDS, CDT<sup>3</sup>  
 Susana Morimoto, DDS, MSD, PhD<sup>4</sup>

*In der vorliegenden retrospektiven Studie wurden über 12 Jahre die Misserfolgs-häufigkeit von Keramikveneers und der Einfluss klinischer Parameter auf den Misserfolg an 66 Patienten mit 580 Keramikveneers untersucht. Folgende Parameter wurden betrachtet: Art der Präparation (Tiefe und Rand), Kronenverlängerung, vorhandene Restaurationen, Diastema, Crowding, Verfärbungen, Abrasion und Attrition. Das Überleben wurde mit dem Kaplan-Meier-Verfahren analysiert. Mit einem Cox-Regressionsmodell wurde ermittelt, anhand welcher Faktoren sich ein Misserfolg von Keramikveneers vorhersagen lässt. Insgesamt schlugen 42 Veneers bei 23 Patienten (7,2 %) fehl. Die kumulative Gesamtüberlebensrate betrug 86 %. Es bestand ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Misserfolg und den Präparationsgrenzen auf der Zahnoberfläche (Präparationsrand und -tiefe). Am häufigsten kam es zur Fraktur (n = 20). Apikale Kronenverlängerung, Restaurationen, Diastema, Verfärbung, Abrasion und Attrition hatten keinen signifikanten Einfluss auf die Misserfolgsrate. Die Multivarianzanalyse (Cox-Regression) zeigte zudem, dass auf Dentin befestigte Keramikveneers und Veneers mit Präparationsrändern im Dentin etwa 10-mal häufiger versagten als Keramikveneers auf Schmelz. Auch eine koronale Kronenverlängerung erhöhte das Risiko des Misserfolgs um den Faktor 2,3. Bei Präparationsgrenzen im Schmelz lag die Überlebensrate der Veneers bei 99 % und bei nur im Randbereich vorhandenem Schmelz bei 94 %. Keramikveneers weisen bei einem Bonding auf Schmelz hohe Überlebensraten auf und sind eine sichere und zuverlässige Behandlungsoption, die zum Erhalt der Zahnschubstanz beiträgt. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2013;33:29–37.)*

- <sup>1</sup> Gastprofessor, New York University College of Dentistry, New York, New York, USA;  
<sup>2</sup> Gastprofessor, University of Marseille, Marseille, Frankreich; Privatpraxis, Istanbul, Türkei.  
<sup>3</sup> Assistenzprofessor, Department of Prosthodontics, School of Dentistry, University of São Paulo, São Paulo, Brasilien.  
<sup>4</sup> Privatpraxis, São Paulo, Brasilien.  
<sup>5</sup> Professorin des Graduate Program, School of Dentistry, Ibirapuera University, São Paulo, Brasilien.

Korrespondenz an: Dr. Galip Gürel, Tesvikiye Cad Bayer, Apt n.63, PO 34365 Nisantasi, Istanbul, Türkei. Fax: +90 212 231 2713. E-Mail: dentis@superonline.com

©2013 Quintessenz Verlags-GmbH

Die Vorteile einer APT-Technik (aesthetic pre-evaluative temporary) wurden bereits an anderer Stelle erörtert<sup>1,2</sup>; sie ermöglicht eine minimal-invasive Zahnpräparation. Mehrere Autoren sind auf die Bedeutung der Präparation<sup>3,4</sup>, der Materialauswahl<sup>3</sup> und der Befestigung<sup>5</sup> für eine erfolgreiche Behandlung mit Keramikveneers eingegangen.

Aus In-vitro-Studien ist bekannt, dass bei der Präparation für Keramikveneers signifikant weniger Zahnschubstanz entfernt werden muss als bei allen anderen indirekten Restaurationsverfahren<sup>6</sup>. Dies ist wichtig, weil die Literatur für Keramiken, die mit Kompositement auf Schmelz befestigt wurden, eine weitaus höhere Bruchfestigkeit angibt als für ihre Befestigung auf Dentin<sup>7,8</sup>. Außerdem wird die Bruchfestigkeit durch Thermocycling beeinträchtigt<sup>9</sup>.

Longitudinalstudien über 10 bis 12 Jahre haben hohe Überlebens<sup>10,11</sup> und niedrige Misserfolgsraten ermittelt, sofern die Veneers auf Schmelz befestigt waren<sup>12,13</sup>. Daraus wurden Empfehlungen für ein zuverlässiges und korrektes Vorgehen bei der Veneerpräparation erstellt<sup>1,14</sup>. Die Präparation mithilfe von intraoralen Mock-ups<sup>14–17</sup> vermeidet eine ungenaue und unnötige Reduktion der Zahnschubstanz.

Mehrere Veröffentlichungen zeigen, dass Keramikveneers eine effektive und zuverlässige Option zur



Abb. 1a und b Präoperativer klinischer Befund. Der Patient klagte über verfärbte und zu kleine obere Zähne.

konservativen Behandlung im Frontzahnbereich sind<sup>9,18-21</sup>. Das klinische Langzeitergebnis wird von der Okklusion, dem Präparationsdesign, dem Adhäsivsystem und dem Vorhandensein von Kompositrestaurationen beeinflusst<sup>19,22</sup>. Die häufigsten Ursachen für einen Misserfolg waren Randdefekte, Frakturen und Debonding<sup>10-12,19,21</sup>.

Andere klinische Faktoren, wie Zahnverfärbungen und Crowding, können eine Modifikation der Präparationstechnik erforderlich machen, sodass mehr Zahnschmelz entfernt wird. Auch bei Zähnen mit exponierten Wurzeloberflächen oder Zeichen von Abrasion und Attrition liegt der Präparationsrand oft im Dentin, was die Bruchfestigkeit des Keramikveneers auf dem Zahn reduziert. Nur in wenigen klinischen Studien<sup>10,11</sup> wurden diese Parameter direkt mit der Überlebensrate von Veneers korreliert.

In der vorliegenden Studie wurden retrospektiv über 12 Jahre die Misserfolgsrate von Keramikveneers und der Einfluss klinischer Parameter auf die Häufigkeit des Misserfolgs untersucht.

## Material und Methode

In die Studie aufgenommen wurden 66 Patienten im Alter von 23 bis 73 Jahren, die zwischen Mai 1997 und Mai 2009 in einer Privatpraxis von einem erfahrenen Zahnarzt insgesamt 580 Keramikveneers erhalten hatten. Die klinischen Aspekte, wie das Lächeln, zusätzliches Mock-up und eine Zahnpräparation nach dem APT-Verfahren, wurden bereits an anderer Stelle besprochen (Abb. 1 bis 3)<sup>2</sup>. Alle Veneers wurden nach Herstellerangaben angefertigt. 537 Veneers bestanden aus Presskeramik (IPS I, IPS II oder IPS Esthetic, Ivoclar Vivadent) und 43 aus Feldspatkeramik (Creation, Jensen Industries). Davon wurden 552 auf Zähnen befestigt, deren Präparationsrand im Schmelz lag, und 28 auf Zähnen mit einem Präparationsrand im Dentin. Insgesamt 467 Veneers wurden auf Zähne mit Präparationen im Schmelzbereich befestigt und 113 auf Zähne mit Dentinexposition. Für die adhäsive Befestigung der Veneers wurden folgende Systeme verwendet: Variolink II (Ivoclar Vivadent), 3M Opal (3M ESPE), Herculite (Heraeus Kulzer), Variolink Veneer (Ivoclar Vivadent) und Bisco Choice (Bisco Dental Products). Die

Lichthärtung erfolgte mit Optilux 501 (Kerr). Das Vorgehen bei der Befestigung richtete sich nach den Herstellerangaben.

Klinisch wurden folgende Daten ermittelt: Präparationstiefe (im Schmelz oder im Dentin), Präparationsrand (Schmelz oder Dentin), koronale Kronenverlängerung, apikale Kronenverlängerung, Crowding, Diastema, Verfärbung, Vorhandensein einer Restauration, Abrasion und Attrition.

Ein Veneermisserfolg wurde von drei unabhängigen, geblindeten Untersuchern festgestellt. Als Zeichen des Misserfolgs galten eine pathologische Gingivarezession, eine inakzeptable Verfärbung, Fraktur oder Absplittern der Keramik, Debonding, Mikrolecks, Sekundärkaries, Sensibilität, inakzeptable Randpassung und eine postoperative Wurzelkanalbehandlung, selbst wenn sie behandelbar waren. Das schlechteste Ergebnis war das Auftreten von zwei dieser Veränderungen am selben Zahn. Ein Überleben lag vor, wenn bei den Kontrolluntersuchungen keine Komplikationen festgestellt wurden.

Mit deskriptiven statistischen Verfahren wurde die Häufigkeitsverteilung der Keramikveneers in Bezug



**Abb. 2** Lächeln nach der adhäsiven Befestigung.



**Abb. 3** Postoperatives klinisches Bild nach 2 Jahren mit optimalem Weichgewebsverlauf am Restaurationsrand ohne Chipping und Debonding.

auf Veneermisserfolg, Art der Präparation (Tiefe und Rand), Kronenverlängerung, Diastema, Crowding, Verfärbung, Restaurationen, Abrasion und Attrition ermittelt.

Die Überlebenszeit war der Zeitraum zwischen der Befestigung der Restauration und dem Auftreten von klinischen Symptomen an den Veneers. Anhand von Kaplan-Meier-Überlebenskurven wurde der Misserfolg der Keramikveneers analysiert und mit dem Log-rank-Test Variablen identifiziert, die im Laufe der Zeit zum Misserfolg der Veneers führten<sup>23</sup>. Anhand einer Multivarianzanalyse nach dem Cox-Modell mit Backward-Stepwise-Selektion wurde überprüft, welche der vorgenannten Variablen die Vorhersagbarkeit eines Misserfolgs ermöglichte<sup>24</sup>. Das  $\alpha$ -Niveau für eine Widerlegung der Nullhypothese wurde für alle Tests auf 5 % festgelegt. Für die statistische Analyse wurde SPSS Software (Version 19.0, IBM) verwendet.

## Ergebnisse

Über einen Zeitraum von 12 Jahren wurden bei den 66 Patienten insgesamt 580 Keramikveneers einge-

gliedert. Die mittlere Nachbeobachtungszeit betrug bei fehlgeschlagenen Keramikveneers  $4,6 \pm 2,2$  Jahre, bei erfolgreichen  $6,1 \pm 2,7$  Jahre. Bei 23 Patienten (sieben Männer, 16 Frauen) schlugen 42 Veneers fehl (7,2 %). Dabei wurden folgende Probleme beobachtet: Frakturierung: 20 Veneers (48 %), Ablösung: 12 (28 %), Mikroleck: sieben (17 %), Sekundärkaries, Sensitivität oder Indikationen für eine Wurzelkanalbehandlung (Abb. 4 und 5): drei (7 %). Bei auf den Schmelz begrenzter Präparation (Präparationstiefe und -rand im Schmelz) wurden weder Debonding noch Mikrolecks beobachtet.

Es bestand ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem Misserfolg und den Präparationsrändern ( $P < 0,001$ ). Außerdem unterschieden sich die Misserfolgsraten zwischen auf den Schmelz begrenzten und dentinexponierten Veneers statistisch signifikant ( $P < 0,001$ ; Tabelle 1).

Die Kaplan-Meier-Kurve erbrachte ein kumulatives Gesamtüberleben von 92 % (Standardfehler [SE], 1 %) nach sechs Jahren und von 86 % (SE, 3 %) nach 12 Jahren (Abb. 6). Die kumulativen Überlebenskurven für Präparationsrand und -tiefe zeigten über einen Zeitraum von 12 Jahren eine

hohe Erfolgsrate, sofern beide auf den Schmelz begrenzt waren. Für Veneers mit auf den Schmelz begrenzter Präparation ergab sich eine Überlebensrate von 99 % (SE, 1 %) und für solche, die nur in den Randbereichen Schmelz aufwiesen, von 94 % (SE, 2 %) (Abb. 7a und 7b).

Die univariate Analyse (Log-rank-Test) ergab signifikante Unterschiede der Überlebenskurven von Präparationsrand (Schmelz oder Dentin;  $P < 0,001$ ) und Präparationstiefe (im Schmelz oder Dentinexposition;  $P < 0,001$ ) und eine marginale Differenz zwischen Zähnen mit und ohne Crowding ( $P = 0,03$ ).

Auch im Cox-Modell war die Präparation mit Dentinexposition und Rändern im Dentin ein signifikanter Vorhersagefaktor für einen Veneermisserfolg. Zudem ergab sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen Crowding und koronaler Kronenverlängerung, der das Risiko für einen Misserfolg der Keramikveneers um den Faktor 2,3 erhöhte (95 % Konfidenzintervall [CI], 1,2 bis 4,3;  $P = 0,009$ ). Somit war das Misserfolgsrisiko für Keramikveneers, die auf Dentin befestigt waren, 10,3-mal höher als für Veneers, die auf Schmelz befestigt waren (95 % CI, 3,9 bis 27;



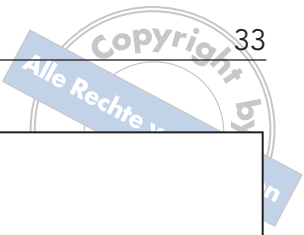
**Abb. 4** Veneermisserfolg. An der Inzisalkante des oberen linken zentralen Schneidezahns und des rechten Eckzahns fielen Absplitterungen auf. Am linken Eckzahn bestanden zervikale Absplitterungen und marginale Lecks. (Kleines Bild) Nach dem Entfernen des Veneers am linken Eckzahn zeigten sich eine Präparation mit exzessiver Reduktion des mittleren und zervikalen Drittels sowie Dentinexpositionen.



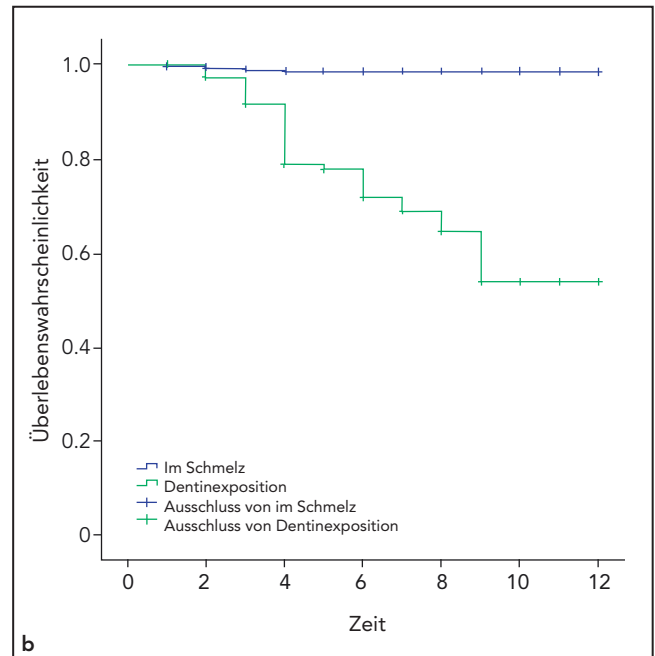
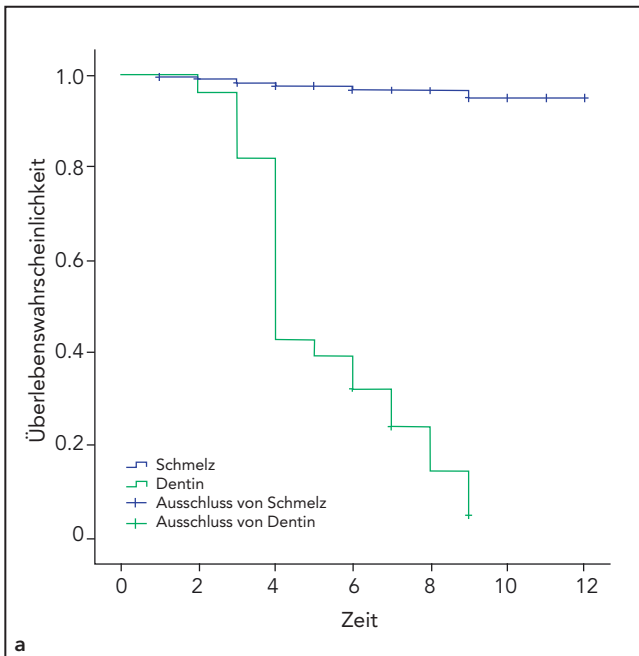
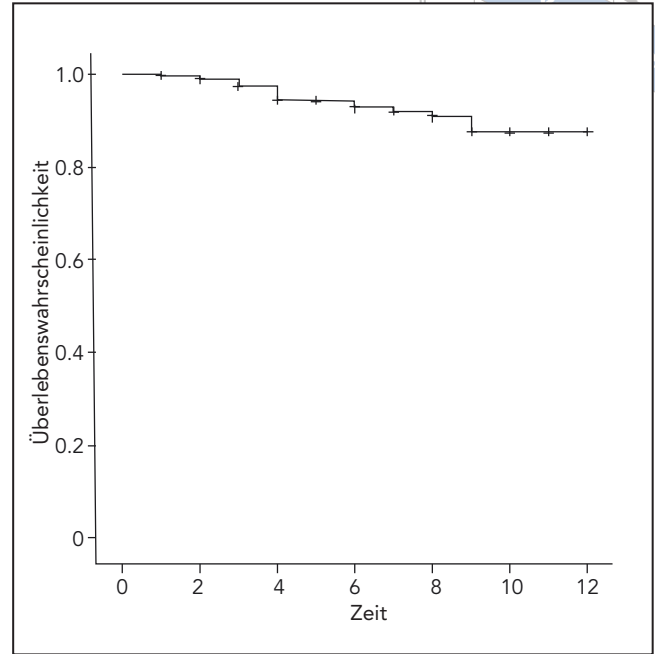
**Abb. 5** Veneermisserfolg. Vollständiges Debonding des Veneers am linken oberen lateralen Schneidezahn. Am linken zentralen Schneidezahn und den Eckzähnen bestand eine erhebliche Randfehlpassung. (Kleines Bild) Das gelöste Veneer mit einem Teil des Zements. Am präparierten lateralen Schneidezahn fiel eine erhebliche Dentinexposition auf.

	n	Misserfolg		p*
		n	%	
<b>Präparationsrand</b>				
Schmelz	552	17	3,1	< 0,001
Dentin	28	25	89,3	
<b>Präparationstiefe</b>				
Im Schmelz	467	6	1,3	< 0,001
Dentinexposition	113	36	31,9	
<b>Kronenverlängerung</b>				
Koronale Verlängerung	261	24	9,2	0,13
Keine Verlängerung	319	18	5,6	
Apikale Verlängerung	44	1	2,3	0,13
Keine Verlängerung	536	41	7,6	
<b>Präoperativer Befund</b>				
Verfärbung vorhanden	335	18	5,4	0,38
Nicht vorhanden	245	24	9,8	
Crowding vorhanden	61	8	13,1	0,03
Nicht vorhanden	519	34	6,6	
Abrasion vorhanden	292	23	7,9	0,57
Nicht vorhanden	288	19	6,6	
Restoration vorhanden	94	3	3,2	0,13
Nicht vorhanden	486	39	8,0	
Diastema vorhanden	63	6	9,5	0,69
Nicht vorhanden	517	36	7,0	
Attrition vorhanden	51	6	11,8	0,38
Nicht vorhanden	529	36	6,8	

\*Log-rank test.



**Abb. 6** Kumulative Kaplan-Meier-Überlebenskurve für die 580 Keramikveneers.



**Figs 7a and 7b** Kaplan-Meier cumulative survival curves for (a) preparation margin and (b) preparation depth.



**Tabelle 2** Cox-Regression des Veneermisserfolgs

	HR	95% CI		P
		Unterer Wert	Oberer Wert	
<b>Initiales Modell</b>				
Präparationsrand (Dentin)	10,97	5,06	23,78	< 0,001
Präparationstiefe (Dentinexposition)	12,56	4,68	33,69	0,642
Verfärbung	0,85	0,42	1,70	0,815
Crowding	1,12	0,44	2,85	0,461
Abrasion	1,36	0,60	3,08	0,230
Restauration	0,47	0,14	1,62	0,011
Diastema	3,80	1,36	10,64	0,040
Koronale Kronenverlängerung	2,04	1,03	4,01	0,132
Apikale Kronenverlängerung	0,19	0,02	1,64	0,831
Attrition	1,11	0,43	2,83	
<b>Endgültiges Modell</b>				
Präparationsrand (Dentin)	10,48	5,13	21,40	< 0,001
Präparationstiefe (Dentinexposition)	10,26	3,90	27,01	< 0,001
Koronale Kronenverlängerung	2,31	1,24	4,32	0,009

HR = Hazard ratio, CI = Konfidenzintervall.

P < 0,001). Auch Keramikveneers mit Präparationsrändern im Dentin versagten 10,5-mal häufiger als solche mit Präparationsrändern im Schmelz (95 % CI, 5,1 bis 21,4; P < 0,001; Tabelle 2).

## Diskussion

Seit der Einführung von Keramikveneers in den 1980er-Jahren wurden die physikalischen Eigenschaften der Materialien und Adhäsivsysteme stark verbessert. Damit stieg die Erfolgsrate dieser Behandlungsform stark an. Es gibt Studien darüber, warum es immer wieder zum Misserfolg von Keramikveneers kommt. Aktuell liegt der Fokus auf dem Frühversagen durch eine falsche Behandlungsplanung und auf dem ästhetischen Versagen durch Mikrolecks am Zahn-Keramikrand-Interface<sup>1</sup>.

In der vorliegenden Studie wurden am häufigsten Frakturen und Debon-

ding beobachtet, wie es schon aus früheren Studien bekannt ist<sup>10-12,21</sup>. Aufgrund der erheblichen Fortschritte bei den Materialien und Techniken ist daher davon auszugehen, dass andere klinische Faktoren zu einem Misserfolg beitragen. In der Literatur werden am häufigsten okklusale Faktoren und Aspekte der Kontaktfläche zwischen Zahn, Zement und Keramik genannt<sup>11-13,18,19,21,22</sup>.

Ein Adhäsiv- oder Kohäsivversagen kann zu Frakturen führen, bei denen ein Teil des Keramikveneers bricht, während die adhäsiv befestigten Anteile intakt bleiben. Eine Fraktur durch ein Adhäsivversagen tritt meist nach externen Reizen auf und führt dazu, dass ein Großteil der Restauration frakturiert, während das kleinere Stück am Zahn verbleibt. Bei Frakturen durch ein Kohäsivversagen wird hingegen ein kleines Stück des Keramikveneers abgesprengt, während der Rest überwiegend intakt bleibt<sup>1</sup>. In beiden Fällen entstehen

okkusale Komplikationen und Para-funktionen. Früher wurde auch der Bruxismus (Attrition) mit einer hohen Frakturnrate von Keramikveneers in Verbindung gebracht<sup>8,21,25</sup>, was sich in der vorliegenden Studie jedoch nicht bestätigte.

Es gibt mehrere Berichte darüber, dass Frakturen auftreten, wenn die Zahnoberfläche nicht ausreichend für die Aufnahme des Keramikveneers präpariert wurde<sup>1-4</sup>. Andererseits erhöhen tiefe Präparationen mit der Freilegung von Dentin das Risiko für Mikrolecks und Adhäsivfrakturen<sup>10,12,13</sup>. Es bestand ein signifikanter Zusammenhang zwischen einem Misserfolg und Präparationstiefe sowie -rand (P < 0,001).

In früheren Studien wurde berichtet, dass Debonding und Mikrolecks bei einer bis ins Dentin reichenden Präparation häufiger auftreten<sup>8,10,12,13</sup>. Auch in der vorliegenden Studie war bei 100 % der Keramikveneers, die Mikrolecks, Sekundärkaries, postope-

rative Sensitivität oder Debonding aufwies, eine Präparation bis zum Dentin erfolgt. Mikrolecks werden meistens auf eine Schrumpfung des Polymerisats des Adhäsivs und Unterschiede der thermalen Ausdehnungskoeffizienten von Zahn und Keramik zurückgeführt<sup>1,8,13,18</sup>.

Die Veneers wurden gründlich überprüft, und durch die APT-Technik wurde bei der Zahnpräparation möglichst wenig Schmelz entfernt. Es gibt allerdings klinische Situationen, in denen sich die Exposition von Dentin bei der Veneerpräparation nicht verhindern lässt, da eine stärkere Reduktion des Zahns erforderlich ist (bei verfärbten, bukkal liegenden oder engstehenden Zähnen) oder der Schmelz auf natürliche Weise abgetragen wurde (Abrasion und Attrition). In diesen Fällen wurde versucht, mit einem Bleaching oder kieferorthopädischen Zahnbewegungen die Präparation möglichst gering zu halten. Wenn diese Protokolle befolgt wurden, wirkten sich Verfärbungen und Abrasion/Attrition nicht signifikant auf die Misserfolgsraten von Keramikveneers aus.

Die kumulative Überlebensrate von 92 % nach sechs Jahren zeigt, dass Keramikveneers ein effektiver Ansatz zur konservativen und ästhetischen Behandlung sind, und die Überlebensrate von 86 % nach 12 Jahren passt gut zu den Ergebnissen anderer klinischer Studien<sup>10,11,21</sup>, die in Bezug auf Keramikveneers zu ähnlichen Ergebnissen kamen (Abb. 6).

In Laborstudien wurde die Abdeckung des Inzisalrands in Bezug zur Langlebigkeit und zum Misserfolg untersucht. Eine Präparation unter Aussparung der Inzisalkante (Fensterpräparation) erbrachte bessere Ergebnisse als das Einbeziehen der Inzisalkante<sup>26</sup>. Muss aus okklusalen oder ästhetischen Gründen die Inzisalkante einbezogen werden, ergaben In-vitro-Studien, dass eine palatinale Holzkohlpräparation die

Ermüdungsdefekte<sup>27</sup> und Fehlbelastungen<sup>28</sup> erhöht. In der Literatur besteht jedoch kein Konsens darüber, ob die Inzisalkante in die Präparation eingeschlossen werden sollte oder nicht<sup>29</sup>. Einerseits zeigte eine klinische Studie<sup>12</sup>, dass sich die Einbeziehung der Inzisalkante signifikant positiv auf die Überlebensrate auswirkt. Eine andere Studie hingegen<sup>30</sup> ermittelte keine signifikanten Unterschiede zwischen der Einbeziehung oder Aussparung der Inzisalkante bei der Veneerversorgung. In der vorliegenden Studie wirkte sich die Einbeziehung der Inzisalkante mit einer koronalen Kronenverlängerung im Lauf von 12 Jahren signifikant auf die Misserfolgsrate aus (Tabelle 2).

In früheren Studien<sup>19</sup> wurde über Frakturen von Veneers auf Zähnen mit großen Kompositrestaurationen berichtet. Vermutlich treten diese Misserfolge hauptsächlich wegen der geringeren Adhäsion am Komposit und der exponierten Dentinoberflächen auf. Daher schlussfolgerten die Autoren, dass sich Kompositrestaurationen zwar negativ auf den gesamten klinischen Verlauf auswirken, aber nicht häufiger zum Misserfolg führen. Diese Aussage wurde in der vorliegenden Studie widerlegt, da sich von 42 fehlgeschlagenen Veneers nur drei auf Kompositrestaurationen befanden und kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Misserfolg und dem Vorhandensein einer Restauration ermittelt werden konnte.

Auch der Zusammenhang zwischen Diastema und Misserfolg wurde untersucht. Mit am kritischsten bei einem Lückenschluss ist der proximogingivale Bereich, da die Präparation bis in den intrasulkulären Anteil erfolgen sollte. Tiefe und palatinale Ausdehnung des Bereichs bestimmen die Größe des Raums sowie die Lage und das Volumen der Papille<sup>1</sup>. Gelegentlich erfolgte eine apikale Kronenverlängerung, um für den Zahn selbst und beim Erschei-

nungsbild mit den anderen Zähnen ein ästhetisches Aussehen zu erreichen. Auch die Grundlagen der Beziehungen zwischen Knochen und Weichgewebe wurden sorgfältig berücksichtigt. Weiterhin wurde die Kommunikation zwischen dem Zahnarzt und dem Spezialisten optimiert, um die Wiederherstellung des Zenits an den neuen Keramikveneers sicherzustellen. Durch diese Vorsichtsmaßnahmen war die Erfolgsrate hoch und es fand sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Faktoren Misserfolg und Diastema oder Misserfolg und apikaler Kronenverlängerung.

Die aus der aktuellen Datenbank entnommenen Patientenmerkmale waren potenziell negative prognostische Faktoren, was für einige (Präparationstiefe und -rand) schon aus früheren Studien bekannt war<sup>10,12,13,20</sup>. Andere Eigenschaften, die zu Komplikationen hätten führen können (Attrition, Abrasion, Füllung, Verfärbung, Diastema und apikale Kronenverlängerung), zeigten jedoch keine signifikante Assoziation mit dem Versagen.

Da viele Faktoren auf die Zähne und die Restaurationen wirken, ist es klinisch nahezu unmöglich, den für den Misserfolg verantwortlichen Faktor auszumachen. Nur bei separater Betrachtung der einzelnen Faktoren wird deutlich, ob sie einen Beitrag geleistet haben oder nicht. Manche Faktoren wiesen einen numerischen kausalen Zusammenhang auf, der statistisch nicht bestätigt werden konnte. Daher lässt sich festhalten, dass die ursächlichen Faktoren klinisch schwer zu finden sind und zum Misserfolg führen, wenn sie übersehen werden. Oft entscheiden klinische Erfahrung und wissenschaftlicher Hintergrund in Kombination mit einem präzisen Vorgehen darüber, ob der Arzt die Auslöser erkennt und überwindet, die einen Misserfolg begünstigen.

Aus der Literatur ist bekannt, dass die klinische Erfahrung und eine geeignete Präparation mit einer höheren Überlebensrate von Veneers assoziiert sind<sup>31</sup>. Einige Veröffentlichungen geben als wesentlichen Teil der zahnärztlichen Tätigkeit die Restauration bereits restaurierter Zähne an. Für klinische Studien werden oft erfahrene Operateure ausgewählt, und in der Regel wird der Einfluss des Operateurs als sekundäre Variable betrachtet<sup>32</sup>.

Die Ergebnisse der vorliegenden und anderer Studien aus der Literatur belegen die Bedeutung der Planung und Präparationstechnik für den Erfolg von Keramikveneers. Um das Risiko für einen Misserfolg zu reduzieren, müssen eine sorgfältige individuelle Planung und eine geführte Präparation mit Schmelzerhalt erfolgen. Das APT-Verfahren ermöglicht vorhersagbare Ergebnisse und erlaubt eine bessere Kommunikation mit dem Labor und dem Patienten. Zukünftig werden eine noch konservativere Präparation, eine „mathematische“ Zahnreduktion bis zur gewünschten Farbe und Übereinstimmung mit der Keramik und die Planung maßgefertigter Keramikveneers nach einem visagistischen Konzept möglich werden.

## Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse dieser klinischen, retrospektiven Studie ergaben keinen Einfluss von apikaler Kronenverlängerung, Restauration, Diastema, Verfärbung, Abrasion und Attrition auf die Misserfolgsraten. Allerdings bestand ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Misserfolg und koronaler Kronenverlängerung sowie Zahnpräparation mit Dentinexposition und Rändern im Dentin. Die langfristigen Überlebensraten waren deutlich höher, wenn die Präparation auf den Schmelz begrenzt war.

## Interessenerklärung

Die Autoren geben bezogen auf diese Studie keine Interessenkonflikte an.

## Literatur

- Gürel G. *The Science and Art of Porcelain Laminate Veneers*. Chicago: Quintessenz, 2003.
- Gürel G, Morimoto S, Calamita MA, Coachman C, Sesma N. Clinical performance of porcelain laminate veneers: Outcomes of the aesthetic pre-evaluative temporary (APT) Technique. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2012; 32:625–635.
- Larson TD. 25 years of veneering: What have we learned? *Northwest Dent* 2003; 82(4):35–39.
- Calamia JR, Calamia CS. Porcelain laminate veneers: Reasons for 25 years of success. *Dent Clin North Am* 2007;51: 399–417.
- Hamlett K. The art of veneer cementation. *Alpha Omegan* 2009;102:128–132.
- Edelhoff D, Sorensen JA. Tooth structure removal associated with various preparation designs for anterior teeth. *J Prosthet Dent* 2002;87:503–509.
- Piemjai M, Arksornnukit M. Compressive fracture resistance of porcelain laminates bonded to enamel or dentin with four adhesive systems. *J Prosthodont* 2007; 16:457–464.
- Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. Porcelain veneers: A review of the literature. *J Dent* 2000; 28:163–177.
- Addison O, Fleming GJP, Marquis PM. The effect of thermocycling on the strength of porcelain laminate veneer (PLV) materials. *Dent Mater* 2003;19: 291–297.
- Dumfahrt H, Schäffer H. Porcelain laminate veneers. A retrospective evaluation after 1 to 10 years of service: Part II—Clinical results. *Int J Prosthodont* 2000; 13:9–18.
- Fradeani M, Redemagni M, Corrado M. Porcelain laminate veneers: 6-to 12-year clinical evaluation—A retrospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005;25:9–17.
- Çötert HS, Dündar M, Öztürk B. The effect of various preparation designs on the survival of porcelain laminate veneers. *J Adhes Dent* 2009;11:405–411.
- Sadowsky SJ. An overview of treatment considerations for esthetic restorations: A review of the literature. *J Prosthet Dent* 2006;96:433–442.
- Magne P, Belser UC. Novel porcelain laminate preparation approach driven by diagnostic mock-up. *J Esthet Restor Dent* 2004;16:7–18.
- Gürel G. Predictable, precise, and repeatable tooth preparation for porcelain laminate veneers. *Pract Proced Aesthet Dent* 2003;15:17–24.
- Gürel G. Porcelain laminate veneers: Minimal tooth preparation by design. *Dent Clin North Am* 2007;51:419–431.
- Reshad M, Cascione D, Magne P. Diagnostic mock-ups as an objective tool for predictable outcomes with porcelain laminate veneers in esthetically demanding patients: A clinical report. *J Prosthet Dent* 2008;99:333–339.
- Aristidis GA, Dimitra B. Five-year clinical performance of porcelain laminate veneers. *Quintessenz Int* 2002;33:185–189.
- Peumans M, De Munck J, Fieuw S, Lambrechts P, Vanherle G, Van Meerbeek B. A prospective ten-year clinical trial of porcelain veneers. *J Adhes Dent* 2004;6:65–76.
- Chen JH, Shi CX, Wang M, Zhao SJ, Wang H. Clinical evaluation of 546 tetracycline-stained teeth treated with porcelain laminate veneers. *J Dent* 2005; 33:3–8.
- Granell-Ruiz M, Fons-Font A, Labaig-Rueda C, Martínez-González A, Román-Rodríguez JL, Solá-Ruiz MF. A clinical longitudinal study 323 porcelain laminate veneers. Period of study from 3 to 11 years. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2010;15:e531–e537.
- Aykor A, Ozel E. Five-year clinical evaluation of 300 teeth restored with porcelain laminate veneers using total-etch and a modified self-etch adhesive system. *Oper Dent* 2009;34:516–523.
- Armitage P, Berry G. *Statistical Methods in Medical Research*, ed 3. Oxford: Blackwell Science, 1994.
- Cox DR, Oakes D. *Analysis of Survival Data*. London: Chapman and Hall, 1984.





25. Beier US, Kapferer I, Burtscher D, Dumfahrt H. Clinical performance of porcelain laminate veneers for up to 20 years. *Int J Prosthodont* 2012;25:79–85.
26. Hekimoglu C, Anil N, Yalçin E. A microleakage study of ceramic laminate veneers by autoradiography: Effect of incisal edge preparation. *J Oral Rehabil* 2004;31:265–269.
27. Chiayabutr Y, Phillips KM, Ma PS, Chitswe K. Comparison of load-fatigue testing of ceramic veneers with two different preparation designs. *Int J Prosthodont* 2009;22:573–575.
28. Schmidt KK, Chiayabutr Y, Phillips KM, Kois JC. Influence of preparation design and existing condition of tooth structure on load to failure of ceramic laminate veneers. *J Prosthet Dent* 2011;105:374–382.
29. Stappert CFJ, Ozden U, Gerds T, Strub JR. Longevity and failure load of ceramic veneers with different preparation designs after exposure to masticatory simulation. *J Prosthet Dent* 2005;94:132–139.
30. Smales RJ, Etemadi S. Long-term survival of porcelain laminate veneers using two preparation designs: A retrospective study. *Int J Prosthodont* 2004;17:323–326.
31. Swift EJ Jr, Friedman MJ. Critical appraisal. Porcelain veneer outcomes, part I. *J Esthet Restor Dent* 2006;18:54–57.
32. Jokstad A, Bayne S, Blunck U, Tyas M, Wilson N. Quality of dental restorations. FDI Commission Project 2-95. *Int Dent J* 2001;51:117–158.