

Computer-gefertigte, direkte keramische Restaurationen:

# Eine prospektive, klinische 10-Jahres-Studie von Cerec CAD-CAM-Inlays und -Onlays

Tobias Otto<sup>1</sup> und Sabatino De Nisco<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Privatpraxis, 5000 Aarau

<sup>2</sup> Privatpraxis, 8132 Egg

Schlüsselwörter:

Cerec, keramische Restaurationen, CAD/CAM

Korrespondenzadresse:

Dr. Tobias Otto

Bahnhofstrasse 10, 5000 Aarau

Tel. 0041 62 824 67 24, Fax 0041 62 824 67 26

E-Mail: toebu@bluewin.ch

Erstpublikation: Int J Prosthodont 2002; 15: 122–128

tischen Problemen (7%). Am häufigsten konnten Misserfolge bei 3-flächigen Cerec-Rekonstruktionen festgestellt werden. Mit der technischen Misserfolgsrate von 4,8% (gesamt 8%) respektive einer Überlebensrate von 95% (gesamt 90,4%) nach 10 Jahren können Cerec-Rekonstruktionen aus Vita-MK-I-Feldspat-Keramik für den Einsatz in der Privatpraxis als geeignet betrachtet werden.

Das Ziel dieser Follow-Up-Studie war es, das Verhalten von keramischen Cerec-Inlays und -Onlays bezüglich ihrer klinischen Qualität über eine Zeitspanne von 10 Jahren zu untersuchen. Von 200 Cerec-Inlays und -Onlays, welche von 1989 bis Anfang 1991 in einer Privatpraxis eingesetzt wurden, konnten 187 Restaurationen über einen Zeitraum von 10 Jahren klinisch verfolgt werden. Alle keramischen Inlays und Onlays wurden direkt am Patientenstuhl chairside mit der Cerec-1-Methode aus Vita-MK-I-Feldspat-Keramik hergestellt und adhäsiv mit Befestigungskomposit eingesetzt. 10 Jahre danach wurde die klinische Qualität der Inlays und Onlays anhand von modifizierten US-PHS-Kriterien klassifiziert. Die Erfolgswahrscheinlichkeit der Cerec-Inlays und -Onlays gemäss einer Kaplan-Meier-Analyse sank nach 10 Jahren bezogen auf technische Misserfolge auf 95% respektive auf 90,4% mit Berücksichtigung endodontischer Probleme, Sekundärkaries und neuer Karies. Insgesamt wurden 15 Misserfolge bei 11 Patienten eruiert, nämlich technische Misserfolge in Form von 8 Keramikfrakturen (53%) und drei Zahnfrakturen (20%) sowie drei Misserfolge wegen Karies (20%) und und einer wegen endodon-

(Texte français voir page 164)

## Einleitung

In den frühen 80er-Jahren wurde durch die rasante Verbreitung von digitaler Computertechnik auch auf dem Gebiet der Zahnmedizin nach Anwendungsmöglichkeiten geforscht. Das Ziel war, dem Zahnarzt in der Praxis die Möglichkeit zu geben, rationell und einfach individuelle zahntechnische Werkstücke selber zu konstruieren und auch selber herzustellen. Von den drei am meisten versprechenden Systemen, welche auf CAD-CAM-Techniken beruhen (MOERMANN et al. 1987, REKOW 1987, DURET 1988) setzte sich das Cerec-System (MOERMANN et al. 1989) durch und wurde ab 1986 von der Firma Siemens als einziges praxistaugliches System zur Marktreife gebracht. Das

Ober- und Unterkiefer zehn Jahre nach der Behandlung mit 12 Cerec-Inlays und -Onlays im Seitenzahnbereich.

Maxillaire supérieur et inférieur dix ans après la fin du traitement par 12 inlays et onlays Cerec dans les segments postérieurs.

Cerec-System beruht auf einem optischen Abdruck, der mit einer kleinen Videokamera genommen wird, welche diese Information auf einem Chip speichert. Die Information wird nun an ein Computersystem weitergegeben und kann vom Zahnarzt noch gezielt interaktiv bearbeitet werden (Computer Aided Design). Auf Grund dieser Daten wird dann ein industriell hergestellter Feldspat-Keramikkblock von einer dreiachsigen Schleifmaschine mit einer diamantierten Schleifscheibe bearbeitet (Computer Aided Manufacturing). 1987 wurden dann in ausgewählten Praxen Feldstudien durchgeführt (REISS & WALTHER 1991), und Ende 1988 kam es zur breiten Markteinführung des Cerec-1-Systems. Da zu diesem Zeitpunkt weder für die CAD-CAM-gefertigten Keramikrekonstruktionen noch für die adhäsive Befestigung dieser Werkstücke längere klinische Studien vorhanden waren, wurde entschieden, die in der Privatpraxis eingesetzten Cerec-Rekonstruktionen klinisch zu verfolgen und das Behandlungsergebnis periodisch nachzukontrollieren. 200 nacheinander in der Privatpraxis hergestellte Cerec-Inlays und -Onlays wurden nach zwei Jahren (OTTO 1991) respektive fünf Jahren (OTTO 1996) Tragzeit klinisch kontrolliert. Ziel dieser Studie war es, das klinische Behandlungsergebnis von Cerec-Inlays und -Onlays nach einer zehnjährigen Tragzeit zu untersuchen.

## Material und Methode

### Patientenauswahl, Indikation

Zwischen Mai 1989 und März 1991 wurden bei 108 Patienten insgesamt 200 Cerec-Inlays und -Onlays inseriert. Die Patienten rekrutierten sich aus dem Patientengut einer Privatpraxis. Das Durchschnittsalter der behandelten 62 (57,5%) Frauen und 46 (42,5%) Männer war 37,3 Jahre und reichte von 17 bis 75 Jahre. Alle Patienten hatten eine gute Mundhygiene und ein geringes Kariesrisiko. Ebenfalls waren sie in ein regelmässiges DH-Recall integriert. Die Patienten wünschten eine amalgamfreie Behandlungsmethode oder waren an einer zahnfarbenen, ästhetischen Versorgung ihrer Zähne interessiert. Die Möglichkeit, ein Inlay oder Onlay direkt in einer Sitzung anzufertigen ohne Abformung und Provisoriumsphase für den Patienten, sowie die geringeren Kosten gegenüber laborgefertigten Inlays und Onlays waren Gründe, die zu einem Entscheid für die Cerec Methode geführt haben.

Von den 200 eingesetzten Inlays und Onlays waren 85 (42,5%) 3-flächige, 67 (33,5%) 2-flächige, 23 (11,5%) 1-flächige Inlays, 14 (7%) mehrflächige Inlays mit bukkalen oder oralen Extensionen, 8 (4%) Onlays mit einem Höcker und 3 (1,5%) Onlays mit zwei zu ersetzenden Höckern. Diese mehrflächigen Inlays und Onlays wurden in einer Gruppe aus 25 (12,5%)  $\geq 4$ -flächigen Onlays zusammengefasst. Die Inlays und Onlays wurden in 54 Oberkiefer-Molaren (27%) und 68 Unterkiefer-Molaren (34%) sowie 55 Oberkiefer-Prämolaren (27,5%) und 22 Unterkiefer-Prämolaren (11%) eingesetzt. Ein Inlay wurde in einem Oberkiefer-Eckzahn rekonstruiert (Tab. I).

### Behandlungsablauf

Die Kavitäten wurden nach den Richtlinien des Cerec-Handbuches mit 80- $\mu$ m-Diamanten präpariert und mit 25- $\mu$ m-Diamanten (Intensiv Cerec-Prepset, Intensiv) finiert. Sämtliche Cerec-Inlay- und Onlay-Rekonstruktionen wurden von demselben Behandler ausgeführt. Es wurde darauf geachtet, die Präparationsgrenzen möglichst im Schmelz zu belassen. Alle Kavitäten wurden streng unter Kofferdam (Ivory, Heraeus Kulzer) bear-

Tab. I Verteilung der Cerec-Inlays und -Onlays

Restaurationstyp	Molaren		Prämolaren		Eckzähne	Total
	OK	UK	OK	UK	UK	
1-flächig	7	13	1	2	0	23
2-flächig	18	21	14	13	1	67
3-flächig	20	20	38	7	0	85
$\geq 4$ -flächig	9	14	2	0	0	25
Total	54	68	55	22	1	200

beitet, als Unterfüllung wurde ein Glasionomerzement (bei 77% Ketac-Bond, Espe; bei 23% Vitre-Bond, 3M) verwendet. Die pulpanahen Areale wurden vorgängig punktförmig mit einem Kalziumhydroxyd-Liner (Kerrlife, Kerr) abgedeckt. Sämtliche Inlays und Onlays wurden mit der Cerec 1 Hardware (Sirona) mit Hydroantrieb und der ersten Softwaregeneration COS 1 formgeschliffen. Es wurden ausschliesslich Vita-Cerec-Feldspat-Keramikkblocks (Vita Cerec MK I, Vita) verwendet. Die so hergestellten Keramikrekonstruktionen wurden mit 5%iger Flusssäure (Vita-Cerec-Etch, Vita) geätzt. 86% der Inlays und Onlays wurden vor dem Einsetzen silanisiert (Silicoup, Heraeus Kulzer). Die Schmelzätzung wurde mit 35%iger Phosphorsäure (Scotchgel, 3M) durchgeführt und von anfänglich 40 sek. Bei den ersten 17% der Inlays auf 20 sek. Dauer reduziert, um aufgetretene postoperative Sensibilitäten zu vermeiden. Die Kavitäten wurden mit einem Bonding Agent (Cerec-Bond, Heraeus Kulzer) ausgestrichen und die Inlays und Onlays mit einem chemisch- und lighthärtenden Befestigungskomposit (Cerec-Duo-Cement, Heraeus Kulzer) zementiert. Um interdental Überschüsse zu vermeiden, wurde eine transparente Matrize (Universal Conturing Strip, Dentsply/De-Trey, Hawe Lucifix, Hawe Neos) mit Holzkeilen (Hawe Neos) interdental verkeilt. Die Aushärtung des Befestigungskomposits erfolgte mit 3 bis 5-mal 20 Sekunden Polymerisationslicht (Elipar II, ESPE). Das Ausarbeiten und Modellieren der Okklusion wurde mit rotierenden 40- $\mu$ m- und 15- $\mu$ m-Diamanten (Composhape Set, Intensiv) durchgeführt. Die Approximalflächen wurden mit entsprechenden Evafeilen (Proxoshape Set, Intensiv) bearbeitet. Die Politur erfolgte mit flexiblen Discs in vier Stufen (Sof-Lex, 3M) und interdentalen Polierstrips (3M). Am Schluss wurden die behandelten Zähne noch lokal fluoridiert (Elemex-Fluid, Gaba).

### Klinische Evaluation

Sofort nach dem Einsetzen wurden die Inlays und Onlays einer kritischen Begutachtung unterzogen und nach den modifizierten United-States-Public-Health-Service-(USPHS)-Kriterien (LEINFELDER & LEMONS 1988) klassifiziert (Tab. II). Abweichungen in Farbe, Form und Kontur wurden in der Krankengeschichte festgehalten und im Zweifelsfall fotografisch dokumentiert. Alle Patienten wurden in den Jahren 1999 und 2000 während normalen Recall-Sitzungen nachuntersucht. Die Inlays und Onlays wurden nach 10 Jahren wieder visuell mit Spiegel und Sonde (S23, Deppeler) sowie gewachster Zahnseide (ACT Dentalfloss, Johnsen&Johnsen) klinisch nachkontrolliert und wieder nach den modifizierten UPHS-Kriterien klassifiziert (Tab. III). Die Patienten wurden auch mittels Fragebogen über ihre subjektive Zufriedenheit und mögliche postoperative Beschwerden befragt. Zusätzlich wurde die Sensibilität mittels CO<sub>2</sub>-Test geprüft und zwei Bite-Wing-Röntgenaufnahmen hergestellt. Inlays oder Onlays, welche schwierig zu klassifizieren

Tab. II Modifizierte USPHS-Kriterien zur Klassifikation der Inlays und Onlays

Qualität der Restaurationsränder (mit Mundspiegel und Sonde)	
Alfa:	Restaurationsränder sind nicht sondierbar. Falls doch, Überschüsse und Randspalte sind nicht sichtbar.
Bravo:	Sondierbare Restaurationsränder, Überschüsse und Randspalte sind sichtbar. Kein exponiertes Dentin oder Befestigungskomposit.
Charlie:	Sondierbare Restaurationsränder, Überschüsse und Randspalte sind sichtbar. Exponiertes Dentin oder Befestigungskomposit, Restaurationen zeigen aber keine Frakturlinien und sind unbeweglich.
Delta:	Frakturierte Restaurationen oder Restaurationen mit Retentionsverlust.
Kontur (mit Mundspiegel, Sonde und gewachster Zahnseide)	
Alfa:	Korrekte Oberflächenmorphologie, evtl. leicht überkonturiert, gute Approximalkontakte.
Bravo:	Nicht korrekte Oberflächenmorphologie, evtl. leicht unterkonturiert, schwache Approximalkontakte.
Charlie:	Beschädigte Restauration, exponiertes Dentin, offene Approximalkontakte.
Oberflächentextur (mit Mundspiegel und Sonde)	
Alfa:	Von Auge glatte Oberfläche, keine spürbare Rauheit.
Bravo:	Sichtbare und spürbare Oberflächenrauheit, keine Grübchen- und Kraterbildung, unpolierte Fissuren.
Charlie:	Oberfläche mit Grübchen und Kratern, generell ungenügende Politur.
Farbe (mit Mundspiegel)	
Alfa:	Keine sichtbare Veränderung der Farbe, glänzende Oberfläche.
Bravo:	Minimaler Verlust an Transluzenz, geringe Abweichung von der normalen Zahnfarbe ( $\leq 1$ Vita-Farbstufe daneben).
Charlie:	Glanzlose Oberfläche, deutliche Abweichung von der normalen Zahnfarbe ( $> 1$ Vita-Farbstufe daneben).

Tab. III USPHS-Bewertung der Restaurationen nach den Einsetzen (B) und nach 10 Jahren (10 y)

	USPHS-Kriterien	Molaren n = 109		Prämolaren n = 77		3-flächig n = 84		1- und 2-flächig n = 88		$\geq 4$ -flächig n = 15	
		B	10 y	B	10 y	B	10 y	B	10 y	B	10 y
Qualität der Restaurationsränder	Alfa	90	28	66	20	72	19	76	19	11	2
	Bravo	19	75	11	54	12	58	12	67	4	13
	Charlie	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
	Delta	0	5	0	3	0	6	0	2	0	0
Kontur	Alfa	68	51	45	38	51	39	54	45	8	6
	Bravo	41	54	32	38	33	43	34	41	7	8
	Charlie	0	4	0	1	0	2	0	2	0	1
Oberflächentextur	Alfa	80	40	54	30	61	32	65	34	11	5
	Bravo	29	68	23	47	23	51	23	54	4	10
	Charlie	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Farbe	Alfa	82	71	59	50	65	55	68	56	11	9
	Bravo	27	38	18	27	19	29	20	32	4	6
	Charlie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

waren, wurden zusätzlich fotografisch dokumentiert (Abb. 1a–c). Diejenigen Inlays und Onlays, welche sich klinisch unverändert zeigten und keine Nachbesserung nötig machten, wurden mit Alfa klassifiziert. Bei kleinen Defekten an Inlays und Onlays, wie moderate Über- oder Unterschüsse oder kleine Änderungen in Textur und Farbe, welche aber keinen Einfluss auf das klinische Resultat hatten, wurden als Bravo gewertet. Die Charlie- und Delta-Kriterien wurden bei Inlays und Onlays angewandt, bei welchen Reparaturen oder sogar Neuanfertigungen, wegen Frakturen oder grösseren Defekten, nötig waren (technische Misserfolge). Als klinisch nicht akzeptable Inlays und Onlays wurden ebenfalls diejenigen gewertet, welche Sensibilitätsprobleme oder persistierende Schmerzen, sowie Karies aufwiesen (biologische Misserfolge). Die klinischen Nachuntersuchungen wurden von den beiden Autoren durchgeführt. Um die Resultate aufeinander abzustimmen, wurden die ersten zehn Inlays und Onlays von beiden Examinatoren parallel durchgeführt. Im Weiteren wurde bei fraglichen Fällen anhand der Foto- und Röntgendokumentation entschieden.



Abb. 1a 3 Cerec-Restaurationen direkt nach dem Einsetzen (Baseline)

Fig. 1a 3 restaurations Cerec immédiatement après la mise en bouche (baseline)



Abb. 1b Klinische Nachkontrolle der 3 Cerec-Restaurationen nach 5 Jahren

Fig. 1b Aspect lors du contrôle de suivi clinique des 3 restaurations Cerec après 5 ans



Abb. 1c Nach 10-jähriger Funktionszeit zeigen die 3 Cerec-Restaurationen immer noch ein gutes klinisches Resultat.

Fig. 1c Après 10 ans de fonction en bouche, les 3 restaurations Cerec correspondent toujours à un bon résultat clinique.

Tab. IV Detaillierte Informationen über die 15 als Misserfolg gewerteten Restaurationen

	Funktionszeit Jahre (J)/Monate (M)	Gründe für die Misserfolge technisch (T)/ biologisch (B)		Konsequenzen aus den Misserfolgen
# 1	6J 9M	Keramikfraktur	T	Neues Cerec
# 2	7J 5M	Keramikfraktur	T	Reparatur mit Komposit
# 3	7J 6M	Keramikfraktur	T	Reparatur mit Komposit
# 4	7J 7M	Zahnfraktur	B	Krone
# 5	7J 8M	Keramikfraktur	T	Reparatur mit Komposit
# 6	8J 5M	Zahnfraktur	B	Krone
# 7	8J 8M	Zahnfraktur	B	Krone
		Endodontie 1J 5M		
# 8	8J 10M	Keramikfraktur	T	Neues Cerec
# 9	8J 10M	Neue Karies	B	Komposit Füllung
#10	8J 11M	Keramikfraktur	T	Neues Cerec
#11	9J	Keramikfraktur	T	Neues Cerec
#12	9J 2M	Keramikfraktur	T	Neues Cerec
#13	9J 8M	Sekundärkaries	T	Neues Cerec
#14	9J 9M	Neue Karies	B	Komposit Füllung
#15	10J 7M	Endodontie 2J 1M	B	Kleines Cerec in alter Restauration (weiter in Funktion)

## Statistische Auswertung

Diejenigen Inlays und Onlays, welche in allen Testkategorien, bei Fehlen von Karies und Sensibilitätsproblemen, eine Alfa- oder Bravo-Klassifizierung erreichten, wurden als Erfolg gewertet. Die Misserfolgsrate auf Grund dieser Erfolgskriterien wurden nach der Kaplan-Meier-Überlebensrate (KAPLAN & MEIER 1958) mit der Software Starter 6.0 gerechnet. Die Berechnung von Effekten auf die Misserfolgsrate wurde mit dem Cox-proportional-hazards-model (SELVIN 1996) ermittelt.

## Resultate

Von den ursprünglich 108 mit 200 Cerec-Inlays und -Onlays behandelten Patienten konnten 89 (82,4%) respektive 187 Inlays und Onlays (93,5%) nach 10 Jahren nachkontrolliert werden. Alle Patienten zeigten sich zufrieden oder sehr zufrieden mit den inserierten Cerec-Rekonstruktionen. Die bei 27% der Patienten nach dem Inkorporieren der Rekonstruktionen aufgetretenen postoperativen Beschwerden, vorwiegend Druckdolenzen, waren bei allen Patienten vollständig verschwunden

und im Laufe der Jahre nicht mehr aufgetreten. Von den 89 (100%) Patienten waren 48 (54%) Frauen und 41 (46%) Männer. Es wurden bei ihnen entsprechend 187 (100%) Inlays und Onlays nachkontrolliert. Diese Cerec-Inlays und -Onlays wurden in 48 (25,6%) OK-Molaren, 61 (32,6%) UK-Molaren, 55 (29,5%) OK-Prämolaren, 22 (11,8%) UK Prämolaren und in einem Oberkiefer-Eckzahn (0,5%) eingegliedert. Nach Rekonstruktionstyp aufgegliedert ergibt sich folgendes Bild: 84 (44,9%) 3-flächige-Inlays, 65 (34,8%) 2-flächige-Inlays, 23 (12,3%) 1-flächige Inlays und 15 (8%) Inlays und Onlays mit 4 oder mehr Flächen. Die durchschnittliche Funktionsdauer der Inlays und Onlays betrug 10 Jahre und 3 Monate mit einer Zeitspanne von 9 Jahren 2 Monaten bis 11 Jahren 5 Monaten. Von den 187 nachuntersuchten Inlays und Onlays wurden bei 11 Patienten insgesamt 15 Inlays und Onlays mit einer Wertung Charlie oder Delta eingestuft und wurden somit als Misserfolge qualifiziert (Tab. III). Die Misserfolge traten zwischen einer Funktionsdauer von 6 Jahren 9 Monaten bis 9 Jahren 9 Monaten auf, wobei 2 Zähne nach 1½ Jahren respektive 2 Jahren endodontisch behandelt werden mussten, die Inlays aber weiterhin in situ blieben (Tab. IV). Bei einem Patienten wurden gleich drei

Misserfolge festgestellt. Bei 2 Patienten traten je zwei Misserfolge auf und bei acht Patienten wurde nur je ein Inlay oder Onlay festgestellt, welches entsprechend beanstandet werden musste. Die Kaplan-Meier-Überlebensrate für alle Rekonstruktionen zeigt ein Absinken der Überlebenswahrscheinlichkeit auf 90,4% (95% Vertrauensintervall = 0,8462–0,9408) nach 10 Jahren (Abb. 2). Der Einfluss des Rekonstruktionstyps auf die Überlebensrate zeigte einen signifikanten Unterschied zu Ungunsten der 3-flächigen Inlays (hazard ratio 1:3,96; Abb.3). Bei den Zahntypen zeigte sich ein leicht geringeres Risiko für Prämolaren gegenüber Molaren, wobei dort der Unterkiefer besser abschneidet als der Oberkiefer. Für den Einfluss des Geschlechtes zeigte sich ein nicht signifikant erhöhtes Misserfolgsrisiko bei Männern als bei Frauen. Der häufigste Grund für die fünfzehn Misserfolge (100%) waren Keramikfrakturen von acht Inlays und Onlays (53%) und Frakturen von Zahnhöckern (20%) bei drei rekonstruierten Zähnen, wobei bei einem dieser Zähne vorgängig eine Wurzelbehandlung durchgeführt werden musste. In drei Fällen (20%) trat Karies auf, wobei in zwei Fällen eine noch nicht rekonstruierte Zahnfläche davon neu betroffen war und nur in einem Fall eine Randstelle eines Inlays Sekundärkaries zeigte. Ein weiterer Zahn (7%) musste während der Beobachtungsperiode endodontisch behandelt werden, wobei das Cerec-Inlay

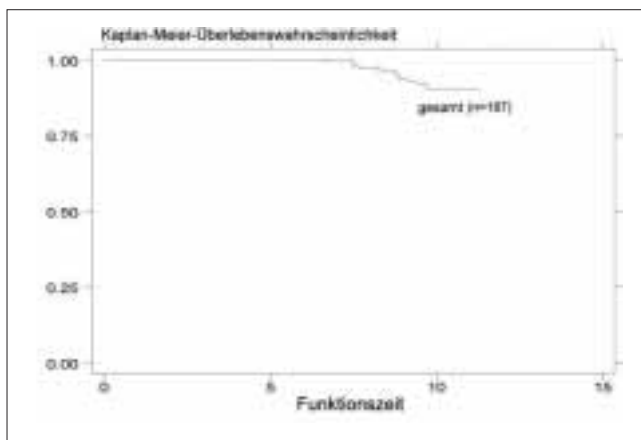


Abb. 2 Überlebenskurve nach Kaplan-Meier bezogen auf alle Restaurationen (n = 187; 15 Misserfolge)

Fig. 2 Courbe des probabilités de survie selon Kaplan-Meier relative à l'ensemble des restaurations (n = 187; 15 échecs)

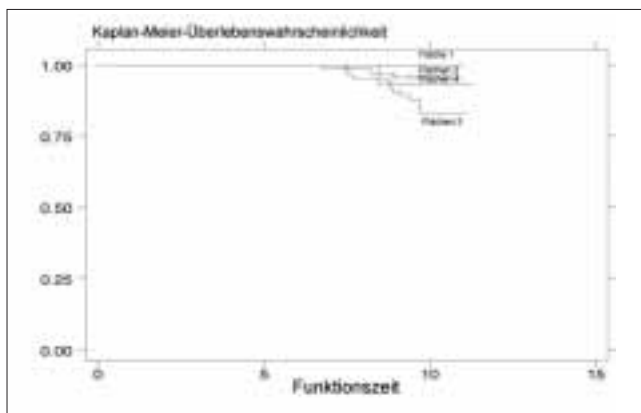


Abb. 3 Überlebenskurve nach Kaplan-Meier bezogen auf den Rekonstruktionstyp

Fig. 3 Courbe des probabilités de survie selon Kaplan-Meier relative au type de restauration



Abb. 4 Überlebenskurve nach Kaplan-Meier bezogen auf die 9 technischen Misserfolge

Fig. 4 Courbe des probabilités de survie selon Kaplan-Meier relative aux 9 échecs techniques

aber weiterhin in situ blieb. Für technische Misserfolge sank die Überlebenswahrscheinlichkeit auf 95% (95% Vertrauensintervall = 0,9059–0,9737) nach 10 Jahren (Abb.4). Auch bei den technischen Misserfolgen zeigte sich eine signifikant geringere Überlebensrate für 3-flächige-Inlays (hazard ratio 1:2,54). Zwei von drei Patienten mit mehrfachen Misserfolgen zeigten einen ausgeprägten Bruxismus. Die von Misserfolgen betroffenen Zähne wurden in sechs Fällen (40%) mit neuen Cerec-Rekonstruktionen neu versorgt und in drei Fällen (20%) wurden Reparaturen direkt mit Komposit durchgeführt. Die beiden Zähne (13,3%), wo neue Karies aufgetreten war, wurden mit zwei neuen Komposit-Füllungen versorgt. Bei zwei Zähnen (13,3%) wurden VMK-Kronen hergestellt und bei weiteren zwei Zähnen (13,3%) mussten Wurzelbehandlungen vorgenommen werden, wobei ein Zahn mit einem kleinen Cerec-Inlay in die bestehende Cerec-Rekonstruktion verschlossen wurde und ein weiterer Zahn später mit einer VMK-Krone rekonstruiert werden musste (Tab. IV). Bei den klinisch als befriedigend klassifizierten 172 Inlays und Onlays nahm der Anteil von denjenigen Restaurationen mit einer Randqualität, welche einem Grad Bravo entsprach, von 12,4% auf 73,8% zu. Bei der Beurteilung der Kontur nahm der Anteil von Grad Bravo klassifizierten Inlays und Onlays von 39,2% auf 50,6% , bei der Oberflächenstruktur von 26,7% auf 62,2% und beim Farbverhalten von 24,3% am Anfang auf 34,9% nach zehn Jahren zu (Tab. III).

## Diskussion

Über einen Zeitraum von zehn Jahren konnten 82,4% der Patienten respektive 93,5% der ursprünglich inkorporierten Inlays und Onlays nachkontrolliert werden. Die entsprechend geringe Ausfallquote begründet sich einerseits in der speziellen Situation der Privatpatienten in der Schweiz, welche zu einer geringen Mobilität bezüglich Zahnarztpraxiswechsel neigen und andererseits dadurch, dass sämtliche Patienten vom gleichen Behandler in der gleichen Privatpraxis behandelt wurden. Dieser Umstand überwiegt den Nachteil, dass der Behandler auch gleichzeitig einen Teil der Nachkontrollen durchführte. Alle Patienten gaben an, mit den Restaurationen sehr zufrieden oder zufrieden zu sein, obwohl bei einigen postoperativ Beschwerden aufgetreten waren (OTTO 1995) und auch Misserfolge. Da seit der Einführung der funktionellen Dentinadhäsive praktisch

keine postoperativen Beschwerden mehr auftreten, kann angenommen werden, dass die anfänglichen Komplikationen auf ein Fehlen einer solchen Dentinkonditionierung zurückzuführen sind. Die Kaplan-Meier-Überlebensrate von 187 Inlays und Onlays über zehn Jahre beträgt 90,4%. Auf die Patienten bezogen hatten 11 von 89 Patienten (12,4%) mindestens einen Misserfolg. Die spezifischen, auf die Cerec-Methode und das Material bezogenen technischen Misserfolge traten bei 9 (4,8%) der 187 untersuchten Inlays und Onlays auf. Dies bedeutet eine Überlebenswahrscheinlichkeit nach Kaplan-Meier von 95% nach 10 Jahren. Bei den 15 als Misserfolg gewerteten Inlays und Onlays war in 6 Fällen eine einfache Reparatur mit Komposit respektive Keramik möglich, was bedeutet, dass die ursprünglichen Cerec-Restaurationen in situ blieben. Es mussten dementsprechend 9 (4,8%) von 187 Restaurationen während der 10-jährigen Beobachtungsperiode ersetzt werden. Davon konnten 6 der betroffenen Zähne mit neuen Cerec-Restaurationen, also wieder sehr Zahnhartsubstanz schonend, rekonstruiert werden. Nur 3 (1,6%) der nachuntersuchten Zähne mussten mit einer invasiveren Behandlungsmethode, in diesen Fällen mit einer Überkronung, neu versorgt werden. Diese guten Resultate decken sich mit den Ergebnissen anderer Autoren (REISS & WALTHER 2000) welche auf 90% Erfolgswahrscheinlichkeit kommen. Ein direkter Vergleich mit anderen indirekten keramischen Rekonstruktionsmethoden sind nicht möglich, da für diese Zeitspanne keine Studien vorliegen. Vergleichstudien über fünf Jahre (MOLIN & KARLSSON 2000) zeigen aber für verschiedene keramische Rekonstruktionsmethoden ähnliche Resultate. Eine andere vergleichbare Studie mit Empress®-Inlays über 6 Jahre (LEHNER et al. 1998) zeigt, mit einer Überlebensrate von 94,7%, ebenfalls ähnliche Resultate für Labor-gefertigte keramische Inlays. Da Cerec-Inlays und -Onlays, als Amalgamalternativen verwendet wurden, drängt sich hier ein Vergleich der beiden Restaurationssysteme auf. Verschiedene Arbeiten, welche die Überlebensrate von Amalgamfüllungen und deren Langzeitergebnisse zum Thema haben (JOKSTAD & MJOER 1991, DAWSON & SMALES 1992), zeigen zum Teil deutlich schlechtere Resultate und geringere Überlebensraten von 61% und 67% nach 5 Jahren, als die Cerec-Inlays und -Onlays. Wobei zu bemerken ist, dass innerhalb der Amalgamfüllungen die spezifische Legierung einen grossen Einfluss auf das Langzeitverhalten der Füllung zu haben scheint (LETZEL et al. 1997). So wurden über einen Zeitraum von 13 Jahren Überlebensraten zwischen 25% und 85% je nach Legierung gefunden. Für das Langzeitverhalten von direkten Kompositfüllungen oder Kompositinlays gibt es auch nur sehr wenig und deutlich kürzere klinische Untersuchungen. Eine Studie über 6 Jahre zeigt für direkt am Patientenstuhl hergestellte Kompositinlays eine Misserfolgsrate von 12% und für direkte Kompositfüllungen eine von sogar 23,5% (VAN DIJKEN 1994). Eine andere Studie zeigt eine Misserfolgsrate für Kompositinlays von ebenfalls schon 8% nach 3 Jahren (WASELL et al. 1995). Bei den fünfzehn aufgetretenen Misserfolgen in dieser Studie handelt es sich in über 50% der Fälle um Frakturen der keramischen Werkstücke. Diese Resultate decken sich mit anderen Untersuchungen mit Cerec-Inlays (REISS & WALTHER 2000). Auch bei anderen indirekten keramischen Restaurationssystemen überwiegen bei den Gründen für die jeweiligen Misserfolge die Keramikfrakturen deutlich (LEHNER et al. 1998, MOLIN & KARLSSON 2000). 3-flächige Cerec-Inlays zeigten sowohl bei der Gruppe mit allen Misserfolgen als auch bei den technischen Misserfolgen statistisch die grösste Wahrscheinlichkeit einer möglichen Beanstandung. Ob hierfür technische Ursachen oder die spezifischen anatomischen Verhältnisse verantwortlich sind,

konnte aus den erhobenen Daten nicht abschliessend abgeklärt werden. POSSELT (2002) zeigt in einer retrospektiven Studie an über 2000 Cerec-Restaurationen eine verhältnismässig deutlich geringere Frakturnrate der keramischen Restaurationen. Die Inlays dort wurden nach den heute gültigen Empfehlungen (RICHTER & MOERMANN 2001) ohne Unterfüllung eingesetzt. Da in der vorliegenden Untersuchung die Fraktur in den meisten Fällen an den vermeintlich dünnsten Stellen der Inlays (Isthmus-Fraktur) auftrat, könnte dies ein Hinweis darauf sein, dass eine minimale Dicke der Keramik bei solchen Rekonstruktionen nicht unterschritten und auch nicht durch eine Unterfüllung noch zusätzlich kompromittiert werden sollte. Andererseits sollte auch bei der Okklusiongestaltung und dem allfälligen Einschleifen der Inlays sorgfältig vorgegangen werden. Nur in einem Fall wurde eine Sekundärkaries an einem Restaurationsrand festgestellt. Der im ersten Jahr nach der Zementierung generalisierte, selbstlimitierende Verlust von Befestigungskomposit aus der Zementierungsfuge (ISENBERG et al. 1991), welcher den Anstieg der klinischen Sondierbarkeit der Restaurationsränder von 12,4% nach Insertion auf 73,8% nach zehn Jahren erklärt, scheint ein Auftreten von Sekundärkaries nicht zu begünstigen. Die konsequente Anwendung der Adhäsivtechnik bei der Zementierung von keramischen Inlays und Overlays mit Befestigungskomposit, welche sich als deutlich vorteilhafteste Befestigungsart herausgestellt hat (HOEGLUND et al. 1994), erweist sich auch bei der Cerec-1-Methode, mit einer relativ grossen Zementierungsfuge von bis zu 150 µm (ISENBERG et al. 1991, FUELLEMANN et al. 1992) über zehn Jahre als klinisch durchaus suffizient. In zwei Fällen traten Höckerfrakturen der Zähne auf, und in einem Fall frakturierte ein Höcker, nachdem der Zahn wurzelbehandelt worden war. REISS & WALTHER (2000) zeigen eine signifikant schlechtere Überlebensrate auf Grund von Zahnfrakturen für Cerec-Inlays in devitalen Zähnen. Neue Karies an nicht rekonstruierten Approximalfächern von Zähnen mit 1- oder 2-flächigen Inlays trat in zwei Fällen auf. Diese geringe Anzahl rechtfertigt das nicht invasive Vorgehen bei der Cerec-Präparation, wo nur die unmittelbar betroffenen Zahnflächen in die Rekonstruktion mit einbezogen werden. Der Umstand, dass bei zwei der drei Patienten mit mehrfachen Misserfolgen Bruxismus diagnostiziert werden konnte, zeigt, dass diese spezielle Patienten-Gruppe, wie für jede Art von Rekonstruktionen, auch für Cerec-Rekonstruktionen als eine Risikogruppe betrachtet werden muss. Die relativen Farbveränderungen beziehungsweise Oberflächen- und Formveränderungen der Inlays und Onlays über zehn Jahre könnten durch eine Veränderung der Farbe und Transluzenz der Eigenbezahnung sowie okklusale Kontakte, mechanische Beanspruchung und chemische Degradation verursacht werden. Eine klinische Konsequenz daraus konnte jedoch nicht abgeleitet werden, da diese Veränderungen nicht mit den Misserfolgen korrelieren und auch von keinem Patienten bewusst wahrgenommen wurden und auch auf Sprechdistanz von aussen nicht sichtbar waren. Auf Grund dieser Resultate mit keramischen Inlays und Onlays mit der Cerec-1-Methode nach 10 Jahren ist der Weiterführung dieser Technik mit der Cerec-2- respektive Cerec-3-Technologie und damit einer Ausdehnung der Indikation auf Teilkronen und eventuell sogar vollkeramische Kronen ein vielversprechendes klinisches Potenzial vorauszusagen. Der Umstand, dass nun die okklusale Dicke der Inlays vor dem Schleifprozess am Bildschirm gemessen werden kann, sowie die verbesserten keramischen Block-Materialien (Vita MK II, Vita; ProCAD, Ivoclar/Vivadent) könnten das Auftreten von Frakturen verhindern helfen.

## Schlussfolgerungen

Die Resultate dieser Studie von Cerec-Inlays und -Onlays nach 10 Jahren Funktionsdauer kann wie folgt zusammengefasst werden:

1. Mit einer für die Cerec-Methode spezifischen Misserfolgsrate (technische Misserfolge) von 4,8% (gesamt 8%), respektive eine Überlebensrate von 95% (gesamt 90,4%) nach 10 Jahren können Cerec-Rekonstruktionen aus Vita-MK-I-Feldspat-Keramik für den Einsatz in der Privatpraxis als geeignet betrachtet werden.
2. Um Frakturen der Keramik zu verhindern, sollte eine minimale Dicke, besonders im Isthmusbereich oder bei den Randleisten, gewährleistet sein.
3. Bei ausgeprägtem Bruxismus könnten keramische Restaurationen nicht indiziert sein.
4. Die Zufriedenheit der Patienten und die Akzeptanz von am Patientenstuhl direkt CAD-CAM-angefertigten Restaurationen war sehr hoch.

## Verdankung

Die Autoren danken Dr. med. Brian Martin, Evillard, für die freundliche Unterstützung bei der statistischen Auswertung der Resultate.

## Literatur

- DAWSON A S, SMALES R J: Restoration longevity in an Australian defence force population. *Austr Dent J* 37: 196–203 (1992)
- DURET F: CAD/CAM in dentistry. *J Am Dent Assoc* 117: 715–720 (1988)
- FUELLEMANN J, KREJCI I, LUTZ F: Kompositinlays: Klinische und rasterelektronenmikroskopische Untersuchung nach einjähriger Funktionszeit. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 102: 292–298 (1992)
- HOEGLUND C H, VAN DIJKEN J W, OLOFSSON A L: Three-year comparison of fired ceramic inlays cemented with composite resin or glass ionomer cement. *Acta Odontol Scand* 52: 140–149 (1994)
- ISENBERG B P, ESSIG M E, LEINFELDER K F, MUENINGHOFF L A: Clinical evaluation of marginal integrity: Two year results. In: MÖRMANN W (ed.). *International Symposium on Computer Restorations*. Chicago: Quintessence 1991: 163–172 (1991)
- JOEKSTAD A, MJOER I A: Analysis of long term clinical behavior of class II amalgam restorations. *Acta Odontol Scand* 49: 47–52 (1991)
- KAPLAN E L, MEIER P: Nonparametric estimation from incomplete observation. *J Am Statist Ass* 53: 457–481 (1958)
- LEHNER C, STUDER S, BRODBECK U, SCHAERER P: Six-year clinical results of Leucite-reinforced glass ceramic inlays and onlays. *Acta Med Dent Helv* 3: 137–146 (1998)
- LEINFELDER K F, LEMONS J E: *Clinical restorative materials and techniques*. Philadelphia: Lea & Febiger 201–221 (1988)
- LETZEL H, VAN'T HOF M A, MARSHALL G W, MARSHALL S J: The influence of the amalgam alloy on the survival of amalgam restorations: A secondary analysis of multiple controlled clinical trials. *J Dent Res* 76: 1787–1789 (1997)
- MOERMANN W, BRANDESTINI M, LUTZ F: The Cerec system: computer-assisted preparation of direct ceramic inlays in 1 setting. *Quintessenz* 38: 457–470 (1987)
- MOERMANN W, BRANDESTINI M, LUTZ F, BARBAKOW F: Chairside computer-aided direct inlays. *Quintessence Int* 20: 329–339 (1989)
- MOLIN M K, KARLSSON L: A randomized 5-year clinical evaluation of 3 ceramic inlay systems. *Int J Prosthodont* 13: 194–200 (2000)
- OTTO T: Clinical evaluation and experience with the Cerec-method in a private practice after two years. In: MÖRMANN W (ed.). *International Symposium on Computer Restorations*. Chicago: Quintessence 347–353 (1991)
- OTTO T: Cerec-Restaurationen. Cerec-Inlays und -Onlays: Klinische Ergebnisse und Erfahrungen nach 6-jähriger Anwendung in der Privatpraxis. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 105: 1039–1044 (1995)
- OTTO T: Experience with Cerec in a Swiss practice. In: MÖRMANN W (ed.). *CAD/CIM in Aesthetic Dentistry*. Chicago: Quintessence 601–607 (1996)
- POSSELT A K: Langzeitverweildauer von 2328 «at chairside»-hergestellten Cerec-Inlays und -Onlays. *Med Diss, Köln* (2002)
- REISS B, WALTHER W: Überlebensanalyse und klinische Nachuntersuchung von zahnfärbaren Einlagefüllungen nach dem Cerec-Verfahren. *Verfahren Zahnärztl Welt* 100: 329–332 (1991)
- REISS B, WALTHER W: Clinical long-term results and 10-year Kaplan-Meier analysis of Cerec restorations. *Int J Comp Dent* 3: 9–23 (2000)
- REKOW E D: Computer-aided design and manufacturing in dentistry: A review of the state of the art. *J Prosthet Dent* 58: 512–516 (1987)
- RICHTER B, MOERMANN W H: Adhäsive Befestigung von Cerec Inlays. In: MÖRMANN W H (ed.). *Cerec 3 Vollkeramische CAD/CAM-Inlays und Teilkronen, Band 3, Konstruktion und Fertigung per Computer*. Zürich: Stiftung zur Förderung der Computerzahnmedizin 131–145 (2001)
- SELVIN S: *Statistical Analysis of Epidemiologic Data*. In: KELSEY J L, MARMOT M G, STOLLEY P D, VESSEY M P (eds.). *Monographs in Epidemiology and Biostatistics*. New York: Oxford University Press 391–423 (1996)
- VAN DIJKEN J W: A 6-year evaluation of a direct composite resin inlay/onlay system and glass ionomer cement-composite resin sandwich restorations. *Acta Odontol Scand* 52: 368–376 (1994)
- WASELL R W, WALLS A W, McCABE J F: Direct composite inlays versus conventional composite restorations: Three-year clinical results. *Br Dent J* 179: 343–349 (1995)