

CEREC – die wichtigsten klinischen Studien

Wissen schafft Sicherheit.

Vorwort und Danksagung 03

1 | Langzeitverhalten von CEREC Restaurationen 04

1.1 Inlays/Onlays 04
 1.1.1 Langzeitstudie mit 2.328 chairside
 gefertigten Inlays/Onlays 04
 1.1.2 Langzeitstudie mit 1.011 Inlays/Onlays
 über 18 Jahre 05
 1.2 Veneers 06
 1.3 Kronen 07
 1.4 Vergleich mit anderen Restaurationsarten 08
 1.4.1 Klinischer Vergleich 08
 1.4.2 Langlebigkeit und Kosteneffektivität 09

2 | Präzision 10

2.1 Aufnahmegenauigkeit 10
 2.1.1 Einzelzahn 10
 2.1.2 Quadrant 10
 2.2 Schleifgenauigkeit 11
 2.2.1 Kamera/Schleifeinheit 11
 2.2.2 Randgenauigkeit von Restaurationen 11

3 | Der Randspalt 12

3.1 Fügebereich 12
 3.1.1 Materialien 12
 3.1.2 Randsdichtigkeit 13
 3.1.3 Fugenabnutzung 13
 3.2 Vergleich mit anderen Restaurationsarten 14
 3.2.1 Schmelzintegrität 14
 3.2.2 Randqualität 14

4 | Okklusalgestaltung 15

4.1 Software 15

5 | Ästhetik 16

5.1 Seitenzahn 16
 5.2 Frontzahn 17
 5.2.1 Veneers 17

6 | Keramiken 18

6.1 Festigkeit/Frakturverhalten 19
 6.2 Abrasionsverhalten 20

CEREC Literatur 21

Quod est est – Was ist, das ist.
 Unterm Strich zählen nur Fakten und Beweise – und genau das soll diese Schrift leisten. Sie fasst die aktuellen klinischen Studien über CEREC zusammen, sodass Sie in der Lage sind, die wissenschaftlichen Resultate zu interpretieren und zu bewerten.
 Denn CEREC gehört mittlerweile zu den am besten untersuchten Methoden in der Zahnheilkunde – mit einer Vielzahl klinischer Studien und einer kaum noch zu überschauenden Fülle fundierter Publikationen.
 Universitäten und wissenschaftlich arbeitende Praxen verfolgen zum Beispiel in verschiedenen Langzeitstudien die Überlebensraten von mit CEREC hergestellten und in der gleichen Sitzung eingesetzten Inlays, Onlays, Kronen und Veneers. Die sich daraus ergebenden Langzeitprognosen reichen bis 84,4 % nach 18 Jahren. Das be-

Viele Wissenschaftler haben in den vergangenen 20 Jahren intensiv an der Weiterentwicklung Professor Mörmanns Idee der hochwertigen, vollkeramischen Versorgung in einer Sitzung gearbeitet. Das gilt zum einen für die Mitarbeiter in den Forschungsteams der Unternehmen Siemens, Sirona, Vita Zahnfabrik, Ivoclar Vivadent, Merz, Zeiss und vielen mittelständischen und kleineren Firmen. Zum anderen haben sich weltweit mehr als 200 Universitäten mit diesem Thema sorgfältig auseinandergesetzt, Detail für Detail erforscht und in ungezählten kleinen und größeren Schritten CEREC Jahr für Jahr vorangebracht. Nicht nur viele CEREC-Anwender und -Erprober, sondern auch die Internationale Gesellschaft für computergestützte Zahnheilkunde mit allen ihren Tochtergesellschaften

deutet, dass Sie mit CEREC Restaurationsqualitäten erreichen können, die denen von Goldrestaurationen mindestens ebenbürtig und anderen Laborrestaurationen und Komposit-Füllungen deutlich überlegen sind.
 Moderne Zahnheilkunde ist sicher geworden – und verlässlich. Die Randspalten haben Laborniveau erreicht, die Gestaltung der approximalen Kontaktpunkte ist zuverlässig, die Kauflächen der Zahndatenbanken wurden von Universitäten und namhaften Zahntechnikern gestaltet und CEREC berücksichtigt Artikulation und Antagonisten.
 Was es noch braucht? Einen guten Zahnarzt – so wie Sie.

Ihr CEREC-Team

und alle CEREC-Trainer haben einen nicht unerheblichen Anteil daran, dass CEREC heute integraler Bestandteil moderner Zahnheilkunde geworden ist. Allen ihnen möchten wir unseren besonderen Dank aussprechen.
 Danken möchten wir ebenfalls der Deutschen Gesellschaft für computergestützte Zahnheilkunde, die uns darüber hinaus auch bei der Erstellung dieses Compendiums zur Seite gestanden hat und uns mit ihrem wissenschaftlichen Sachverstand bei der Auswahl und der Interpretation der verfügbaren Studien behilflich war.

Bart Doedens

1 | Langzeitverhalten von CEREC Restaurationen

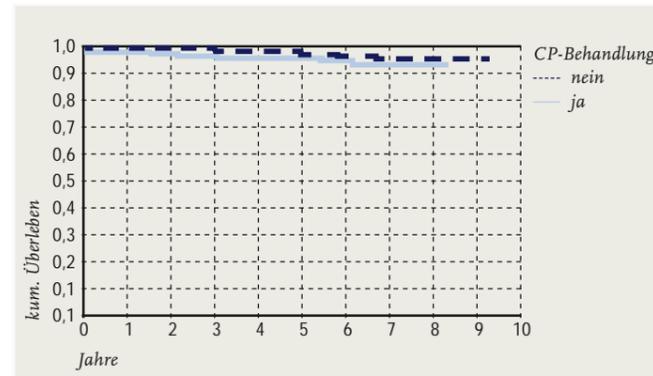
1.1 Inlays/Onlays

1.1.1 Langzeitstudie mit 2.328 chairside gefertigten Inlays/Onlays

Eine umfangreiche Langzeitstudie wurde von 2.328 chairside gefertigten CEREC Inlays und Onlays erstellt, die bei 794 Patienten eingegliedert waren. Alle CEREC Restaurationen wurden in einer Zahnarztpraxis eingegliedert. Im Zeitraum 1990 bis 1997 wurde mit dem CEREC 1 gearbeitet, von 1997 bis 1999 überwiegend mit CEREC 2. 44 zufällig ausgewählte Zähne wurden quantitativ mit dem Raster-elektronenmikroskop vermessen. Die mittlere Fugenbreite betrug $236 \mu\text{m} \pm 96,8 \mu\text{m}$. Die Erfolgsrate nach 9 Jahren betrug 95,5%. Nur 35 Restaurationen gingen verloren, die meisten wegen der Extraktion des restaurationstragenden Zahnes. Eine Korrelation der Misserfolge zur Größe der Restauration oder zur Lokalisation war nicht erkennbar.

Fazit:

Obwohl mit CEREC 1 und CEREC 2 die heutige Präzision klinisch nicht erreicht wurde und die Fugebereichsqualität wegen der damals makrogefüllten Einsetzmaterialien nicht den heutigen Standard erreichen konnte, sind die Langzeitergebnisse mit 95,5% nach 9 Jahren hervorragend.



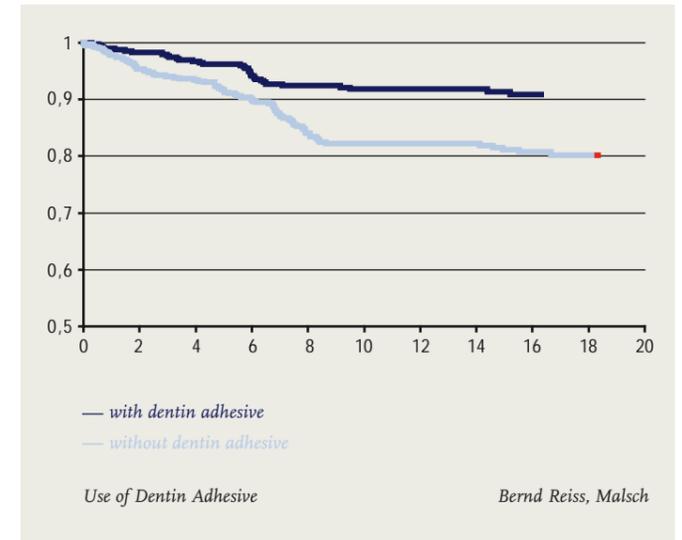
Survivalkurve in Bezug auf die CP-Behandlung

1.1.2 Langzeitstudie mit 1.011 Inlays/Onlays über 18 Jahre

Es wurden 1.011 CEREC Inlays/Onlays untersucht, die in den Jahren 1987 bis 1990 für 299 Patienten mit CEREC 1 hergestellt wurden. Die überwiegende Zahl der Restaurationen wurde aus VITA MK I Keramik hergestellt, nur wenige (22) aus Dicor MGC. Seit 1989 wurde neben der Schmelzätzung mit Phosphorsäure statt Unterfüllung mit Glasionomermertement das Dentinadhäsiv Gluma verwendet. Pulpennahe Bereiche wurden mit einem CaOH₂ Liner abgedeckt. Die Nachuntersuchung umfasste die Randqualität, Vitalitätsänderung, Zahnanatomie, Komplikationen und Verlust. Die Ergebnisse wurden nach Restaurationsgröße und -lokalisierung, nach Initialvitalität und der Verwendung von Dentinadhäsiv gruppiert. Während der 18-jährigen Beobachtungszeit gingen 86 von 1.011 Inlays verloren. Hauptursache (38%) waren Keramikfrakturen. Die Erfolgswahrscheinlichkeit aller Restaurationen nach Kaplan-Meier ist mit 84,4% nach 18 Jahren extrem hoch. Prämolaren schneiden etwas besser ab als Molaren, 2- und 3-flächige Inlays besser als 1-flächige. Einen deutlichen Unterschied zeigen avitale Zähne (50%) gegenüber vitalen Zähnen (88%). Die Anwendung eines funktionierenden Dentinadhäsivs konnte die Erfolgsrate um 10% auf 90% verbessern.

Fazit:

Auch große CEREC Restaurationen zeigen ein exzellentes Langzeitverhalten – durch defektorientierte Restaurierung und sorgfältig angewandte Adhäsivtechnik lassen sich viele Vollkronen vermeiden.



Kaplan-Meier estimator: Use of dentin adhesive, n = 1.011

Quellen: Posselt A, Kerschbaum T, Longevity of 2328 chairside CEREC inlays and onlays, Int J Comput Dent; 6: 231–248

Quelle: Reiss B, Eighteen-Year Clinical Study in a Dental Practice. In Mörmann WH (ed.) State of the Art of CAD/CAM Restorations, 20 Years of CEREC, Berlin: Quintessence, 2006: 57–64

1 | Langzeitverhalten von CEREC Restaurationen

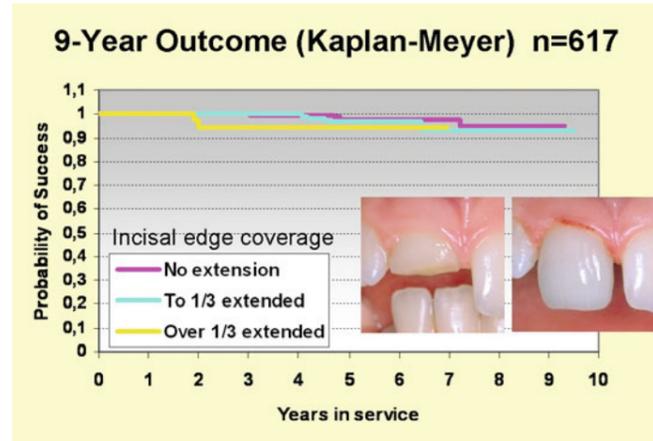
1.2 Veneers

Die Dauerhaftigkeit von laborgefertigten Keramikveneers ist heute gut belegt. Mit CEREC 1 und CEREC 2 aus VITA Mark II (überwiegend) und Ivoclar ProCad hergestellte Veneers und Frontzahn-teilkronen wurden über einen Zeitraum von 9,5 Jahren nach-untersucht. Es wurden 509 Veneers bei natürlichen Zähnen und 108 zur Reparatur oder zum Ersatz einer VMK oder Gold-Kunststoff-verbundung hergestellt.

Die Erfolgsrate auf prothetischen Elementen betrug 91 %, auf natürlichen Zähnen 94 % nach 9,5 Jahren.

Fazit:

Keramikveneers mit CEREC oder laborgefertigt unter-scheiden sich nicht in ihrem Langzeitverhalten.



Ceramic build-ups comprising up to 2/3 of the veneer length do not far worse

Quelle: Wiedhahn K, CEREC Veneers: Esthetics and Longevity. In Mörmann WH (ed.) State of the Art of CAD/CAM Restorations, 20 Years of CEREC, Berlin: Quintessence, 2006: 101–112

1.3 Kronen

Mit CEREC 2 entstand die Möglichkeit, neben Inlays und Veneers auch Vollkronen herzustellen.

Es wurden 208 CEREC Kronen aus VITA Mark II bei 136 Patienten adhäsiv eingesetzt. Davon wurden 70 Kronen mit konventioneller Präparation, auf Zähne mit reduzierten Stumpfpräparationen (geringe Makroretention) 52 Kronen und 86 Kronen auf endo-dontisch behandelte Zähne eingesetzt, wobei das Pulpenkavum zur besseren Retention mit einem Zapfen ausgefüllt wurde, der zusammen mit der CEREC Krone aus einem Block geschliffen wurde (Endkrone).

Die Hauptursache für Misserfolge waren Frakturen, vermutlich wegen ungenügender Adhäsion am Dentin.

Die „klassische“ Krone schnitt mit 97,0 % am besten ab, gefolgt von der „reduzierten“ Krone mit 92,9 %. Bei den Endokronen schnitten die Molaren mit 87,1 % noch relativ gut ab, während die Prämolaren mit 68,8 % das schlechteste Ergebnis zeigten.

Fazit:

CEREC Kronen aus VITA Mark II oder Ivoclar ProCad haben ähnliche Erfolgsraten wie VMK Kronen.

Auch die in einer Zahnarztpraxis nachuntersuchten CEREC Kronen zeigten gute Ergebnisse. Es wurden 65 aus VITA Mark II hergestellte Vollkronen nachuntersucht, die nach dem Ausschleifen manuell poliert und mit dualhärtendem Komposit eingesetzt wurden. Nach bis zu vier Jahren ergaben sich 3 Misserfolge (2 Keramik-frakturen, ein De-Bonding). Die Erfolgsrate nach Kaplan-Meier betrug 95,4 %.

Quellen: Bindl A, Survival of Ceramic Computer-aided Design/Manu-facturing Crowns Bonded to Preparations with Reduced Macroreten-tion Geometry. Int J Prsthodont; 18, 2005: 219–224
Otto T, Computer-Aided Direct All-Ceramic Crowns: 4 Year Results. In Mörmann WH (ed.) State of the Art of CAD/CAM Restorations, 20 Years of CEREC, Berlin: Quintessence, 2006: Poster

1 | Langzeitverhalten von CEREC Restaurationen

1.4 Vergleich mit anderen Restaurationsarten

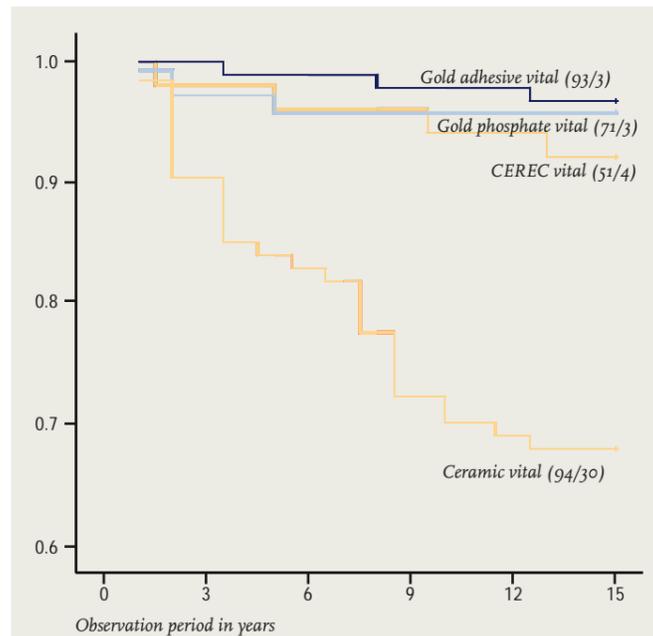
1.4.1 Klinischer Vergleich

Langzeitvergleich von CEREC, Laborkeramik und Goldinlays über 15 Jahre.

An der Universität Graz/Österreich sind seit 15 Jahren 358 zwei- und dreiflächige Inlays unter Beobachtung. Es wurden in vitale Zähne eingesetzt: Goldinlays mit Zinkphosphatzement (93) (Kontrollgruppe), Goldinlays adhäsiv (71), Laborkeramikinlays (Dicor, Optec, Duceram, Hi-Ceram) (94) und CEREC Inlays aus VITA Mark I (51). Es wurden avitale Zähne versorgt: Gold/Zement (5), Gold/adhäsiv (14), Laborkeramik (22) und CEREC (8).

Die Restaurationen wurden unter folgenden Kriterien beurteilt: Verlust oder Totalfraktur, Teilfraktur der Restauration des Zahnes oder der Befestigung, Karies, Vitalitätsverlust. Es wurden Kaplan-Meier-Überlebenswahrscheinlichkeiten für alle Inlaygruppen berechnet. Inlays auf avitalen Zähnen schnitten in allen Gruppen deutlich schlechter ab als auf vitalen Zähnen.

Ursprünglich befand sich noch eine Gruppe von indirekten Kompositinlays in der Beobachtung, die jedoch wegen ihrer sehr schlechten Ergebnisse vorzeitig ausschied.



Probability of failure in the four subgroups

Die Goldinlaygruppen und CEREC Inlays zeigten keinen statistisch signifikanten Unterschied (ca. 93 % Erfolgsrate nach 15 Jahren). Die untersuchten laborgefertigten Keramikinlays fielen dagegen mit 68 % deutlich ab.

Fazit:
CEREC Inlays sind in ihrem Langzeitverhalten den Goldrestaurationen ebenbürtig, während die untersuchten Laborkeramiken schlechter abschneiden.

Es stehen für die Versorgung von Seitenzahnkavitäten im bleibenden Gebiss folgende plastische Füllungsmaterialien zur Verfügung: Amalgam, Glasionomer u. Derivate und Komposite. Als indirekte Verfahren stehen Goldinlays/-onlays, Kompositinlays/-onlays, laborgefertigte Keramikinlays/-onlays und CEREC Inlays/Onlays zur Auswahl. Für jede Gruppe liegen zahlreiche Langzeitstudien vor. Beim Vergleich zeigen sich deutliche Unterschiede in der Dauerhaftigkeit. Die jährliche Verlustrate wird für jede Restaurationsart ermittelt. In der Reihenfolge von schlecht nach gut werden die Verlustraten wie folgt angegeben:

7. Glasionomer und Derivate (7,7 %)
6. Amalgam (3,3 %)
5. Kompositfüllungen (2,2 %)
4. Kompositinlays/-onlays (2,0 %)
3. Keramikinlays/-onlays (1,6 %)
2. Goldinlays/-onlays (1,2 %)
1. CEREC Inlays/Onlays (1,1 %)

Fazit:
Die Erfolgsraten von CEREC Restaurationen sind etwas besser als die von Goldinlays/-onlays.

Quellen: Arnetzl G, *Different Ceramic Technologies in a Clinical Long-term Comparison*. In Mörmann WH (ed.) *State of the Art of CAD/CAM Restorations, 20 Years of CEREC*, Berlin: Quintessence, 2006: 65–72

Hickel R, Manhart J, *Longevity of Restorations in Posterior Teeth and Reasons for Failure*. *J Adhesive Dent* 2001; 3: 45–64

1.4.2 Langlebigkeit und Kosteneffektivität

In Zeiten knapper werdenden Geldes macht es Sinn, nicht nur auf die Dauerhaftigkeit oder die Kosten einer Restaurationsart zu schauen, sondern diese beiden Parameter ins Verhältnis zu setzen, um dem Patienten eine kosteneffektive Versorgung anzubieten. Aus den Rechnungsdaten von Goldinlays (62), laborgefertigten Keramikinlays (87) und CEREC Inlays (91), die von einem großen deutschen Versicherer zur Verfügung gestellt wurden, konnten Durchschnittswerte für Honorar und Laborkosten ermittelt werden. Eine Meta-Analyse aus 10 geeigneten Langzeitstudien der Jahre 1994 bis 2003 ergab die Basis für die statistische Dauerhaftigkeit der verschiedenen Inlayarten.

1.4.3 Dauerhaftigkeit und Herstellungskosten

Es zeigt sich, dass laborgefertigte Keramikinlays aufgrund ihrer höheren Herstellungskosten und ihrer etwas geringeren Erfolgswahrscheinlichkeit am wenigsten kosteneffektiv sind. Goldinlays und CEREC Inlays zeigen ähnliche Erfolgsraten. Aufgrund der höheren Laborkosten von Goldinlays gehen CEREC Inlays aus dieser Studie als die kosteneffektivste Inlayart hervor.

Fazit:
Unter medizin-ökonomischen Gesichtspunkten sind CEREC Inlays jeder anderen Inlayversorgung vorzuziehen.

Quelle: Kerschbaum T, *A Comparison of the Longevity and Cost-effectiveness of Three Inlay-types*. In Mörmann WH (ed.) *State of the Art of CAD/CAM Restorations, 20 Years of CEREC*, Berlin: Quintessence, 2006: 73–82

2 | Präzision

2.1 Aufnahmegenaugigkeit

Entscheidend für die Genauigkeit der ausgeschliffenen CEREC-Restaurationen ist nicht zuletzt die exakte Datenermittlung bei der optischen Abdrucknahme. Mit der intraoralen Kamera CEREC Bluecam kommt dabei ein innovatives Optikkonzept mit kurzwelligem blauem Licht zum Einsatz.

2.1.1 Einzelzahn

Die Genauigkeit der CEREC Bluecam kommt mit ca. 19 µm an den Genauigkeitsbereich des Referenzscanners* heran und kann damit als sehr hoch beurteilt werden. Wiederholgenauigkeiten liegen bei ca. 10 µm und der Benutzereinfluss liegt bei unter 12 µm. Abhängigkeiten von der Präparationsart konnten nicht festgestellt werden.

2.1.2 Quadrant

Die Aufnahmen mit der CEREC Bluecam wurden im „Auto Capture“ durchgeführt, insgesamt 4–6 Aufnahmen pro Quadrant. Dabei löst die Software automatisch den optischen Abdruck aus, sobald die 3D-Kamera verwacklungsfrei über dem Zahn positioniert ist. Die CEREC Bluecam weist bei der Aufnahme von Quadranten im Ver-

gleich zur CEREC 3D-Kamera eine signifikant höhere Genauigkeit (34 µm gegenüber 42 µm) auf. Die geringen Werte von ca. 13 µm bei der Wiederholungsgenauigkeit zeigen, dass eine hohe Präzision der neuen CEREC Bluecam vorliegt. Auch der Behandlerinfluss auf die Messgenauigkeit erweist sich als sehr gering (ca. 15 µm).

Fazit:

Die CEREC Bluecam garantiert bei der optischen Abbildung eine bisher unerreichte Präzision in der intraoralen Zahnvermessung.

Quelle: Mehl A, Genauigkeitsuntersuchung zur optischen Vermessung mit einer neuen intraoralen Kamera. Unveröffentl. Studie an der Station für computergestützte restaurative Zahnmedizin, Universität Zürich.

2.2 Schleifgenauigkeit

2.2.1 Kamera/Schleifeinheit

Die Systemgenauigkeit wird vom Auflösungsvermögen der CEREC-Kamera* (25 µm) und von der Reproduzierbarkeit der Schleifeinheit bestimmt ($\pm 30 \mu\text{m}$). Ohne die behandlerinduzierten Einflüsse wie Präparation, Mattierung und Aufnahmetechnik zu berücksichtigen, liegt die Systemgenauigkeit von CEREC 3D bei $\pm 55 \mu\text{m}$.

2.2.2 Randgenauigkeit von Restaurationen

Die Randgenauigkeit von ausgeschliffenen CEREC-Restaurationen hat sich von CEREC 1 über CEREC 2 bis hin zur aktuellen Version der CEREC 3D-Software kontinuierlich verbessert. Ein wesentlicher Schritt auf der Hardwareseite war die Einführung eines Stufenschleifers, der an der Spitze einen Durchmesser von nur 1 mm hat. In dieser Multicenterstudie (7 Universitäten) wurde die Rand- und Innenpassung von CEREC-Vollkronen gemessen und mit laborgefertigten Presskeramikkronen verglichen. CEREC-trainierte Zahnärzte und eine Gruppe von nicht speziell trainierten Zahnarzt-helferinnen haben auf Standardmodellen jeweils 10 Molarenkronen konstruiert und ausgeschliffen. Die Kronen aus VITA Mark II bzw. Ivoclar ProCad wurden mit Variolink eingesetzt. Ebenso die Empress-Kronen eines anerkannten Dentallabors.

* Diese Studie wurde mit der CEREC-Kamera durchgeführt. Die verbesserte Aufnahmegenaugigkeit der CEREC Bluecam ist daher noch nicht berücksichtigt.

Die Randgenauigkeit zeigte keine Unterschiede zwischen Zahnarzt-kronen ($61,6 \pm 27,9 \mu\text{m}$) und Helferinnenkronen ($60,8 \pm 20,5 \mu\text{m}$). Die Ränder der laborgefertigten Kronen waren etwas weiter ($69,1 \pm 26,9 \mu\text{m}$), was allerdings statistisch nicht signifikant ist. Bei den Werten für die axiale Wandadaptation schnitten die CEREC-Kronen deutlich besser ab, bei der okklusalen Wandadaptation die Labor-kronen.

Fazit:

Die Randgenauigkeit von CEREC-Kronen ist eher besser als die von laborgefertigten Keramikkronen.

Operator	Margin	Axial Wall
Dentist	61.8 ± 27.9 a	86.6 ± 20.9 b
Assistant	60.8 ± 20.5 a	88.2 ± 19.1 b
Lab Tech	69.1 ± 26.9 a	125.4 ± 29.9 a

Mean values in microns ± standard deviation. Groups that are significantly different are indicated by letters $P < 0.05$.

Quelle: Fasbinder DJ, Multi-Center Trial: Margin Fit and Internal Adaptation of CEREC Crowns. In: Mörmann WH (ed.), State of the Art of CAD/CAM Restorations, 20 Years of CEREC, Berlin: Quintessence, 2006: Poster

* Laserscan 3D Pro (Willytec, München).

3 | Der Randspalt

3.1 Fügebereich

Entscheidend für den klinischen Erfolg jeder Vollkeramikrestauration ist das Verhalten der Einsetzmaterialien und der verwendeten Technik.

3.1.1 Materialien

Im Gegensatz zu metallgestützten Restaurationen, deren Befestigung wesentlich auf der Makroretention beruht, wird ätzbare Vollkeramik (Silikat-/Disilikatkeramik) mit Hilfe der Adhäsivtechnik –also der Mikroretention – fest mit der Zahnschubstanz verbunden. Das Befestigen von CEREC Restaurationen (VITA Mark II, Ivoclar Empress CAD) unterscheidet sich nicht von laborgefertigten Inlays, Onlays, Veneers aus vergleichbaren Materialien und ist seit der Einführung von Dentinadhäsiven im Jahr 1991 im Grundsatz unverändert und bewährt.

Die Oberflächenvorbereitung von Schmelz, Dentin und Keramik erfolgt immer in den Schritten KONDITIONIEREN (z. B. Anätzen) mit dem Ziel, eine saubere und mikrorauere Oberfläche zu erzeugen. Darauf folgt die Anwendung von PRIMER, dessen Aufgabe es ist, die saubere Oberfläche benetzbar für das hydrophobe Bondingmaterial zu machen. Der dritte logische Schritt ist das BONDING, also der Auftrag eines ungefüllten Bonding Resins. Das auf die Zahnschubstanz und auf die Keramikoberfläche aufgetragene Bonding ist die Verbindungsschicht zwischen Zahnoberfläche, Einsetzkomposit und Keramik.

Die älteren Adhäsivsysteme arbeiten mit je einem Material für jeden funktionellen Schritt, neuere Systeme versuchen die Anzahl der Fläschchen zu reduzieren.

Die hochfesten Oxidkeramiken wie inCeram, Aluminiumoxid, Zirkonoxid lassen sich nicht anätzen und können konventionell zementiert werden. Hier kommen inzwischen auch selbstadhäsive Einsetzmaterialien zum Einsatz.

Fazit:

Das adhäsive Einsetzen von Silikatkeramiken ist seit Jahren erprobt. Die verwendeten Materialien müssen aufeinander abgestimmt sein.

	Enamel	Dentin	Etchable Ceramic	Non-Etchable Ceramic	Composite
1. Conditioner	35 to 37% H ₃ PO ₄	Self-conditioning Primer	5% HF	Coe Jet/ Al ₂ O ₃ powder	Al ₂ O ₃ powder
2. Primer	Hydrophobic Bond	Self-conditioning Primer	Organic Silane		
3. Layer-forming Component	Hydrophobic Bond	Pre-cured Amphiphilic Bond	Hydrophobic Bond		
4. Luting Material	Luting Composite				

Zementierungskomposite können nach ihrem Aktivierungsverfahren in chemisch härtende, lighthärtende und dualhärtende Materialien unterschieden werden.

In dieser 10-Jahresstudie wurden CEREC 2 Inlays verglichen, die entweder mit chemisch härtenden oder mit dualhärtenden Kompositen eingesetzt wurden.

Die Erfolgsrate nach 10 Jahren betrug 77 % bei den Inlays mit dualhärtendem Komposit und 100 % bei den Inlays mit chemisch härtendem Komposit.

Fazit:

Dualhärtende Komposite sollten nur in Situationen verwendet werden, wo chemisch oder lighthärtende Komposite ungeeignet sind.

Quellen: Krejci I, Bonding of Ceramic Restorations – State of the Art. In Mörmann WH (ed.) State of the Art of CAD/CAM Restorations, 20 Years of CEREC, Berlin: Quintessence, 2006: 39–45
Sjögren G, Molin M, A 10-year prospective evaluation of CAD/CAM – manufactured (CEREC) ceramic inlays cemented with a chemically cured or dual-cured resin composite. Int J Prosthodont 2004; 17: 241–246

3.1.2 Randdichtigkeit

In der Anfangszeit von CEREC lagen naturgemäß keine Langzeituntersuchungen vor und es war daher erforderlich herauszufinden, ob die Fugebereichsbreite, also die Dicke der Zementierungsschicht, einen Einfluss auf die Randdichtigkeit hat.

Es zeigte sich in allen Untersuchungen, dass es vorteilhaft ist, wenn der Restaurationsrand im Schmelz liegt. Diese In-vitro-Untersuchung ergab auch, dass die Dicke der Zementierungsschicht bei Farbpenetrationstests keinen Einfluss auf die Randdichtigkeit hat. Die später beschriebenen Langzeitstudien von CEREC 1 und CEREC 2 Restaurationen bestätigen diese Ergebnisse.

Fazit:

Die Dicke der Zementierungsfuge hat keinen Einfluss auf die Randdichtigkeit.

Bei tiefen Kavitäten stellt sich die Frage, ob eine Unterfüllung vorteilhaft für den Pulpenschutz sein könnte.

Einer Untersuchung von N. Krämer/Erlangen zufolge verdoppelt sich die Anzahl initialer Hypersensibilitäten, wenn zusätzlich zum Dentinadhäsiv eine Unterfüllung gelegt wird. Die Verlustrate von keramischen Inlays (hier Empress) verdreifacht sich sogar, wenn mit Unterfüllung gearbeitet wurde.

Fazit:

Unterfüllungen unter Keramikinlays/Onlays sind kontraindiziert.

3.1.3 Fugenabnutzung

Die Abnutzung des Komposits in kaubelasteten Bereichen der Klebefuge wurde bei Empress-Inlays gemessen, die entweder mit Variolink low (niedrigviskös) oder mit Tetric (hochviskös) eingesetzt wurden.

Die anfängliche durchschnittliche Fugenbreite von 176 µm vergrößerte sich im Mittel auf 207 µm nach 8 Jahren. Im Abnutzungsverhalten konnte kein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Fazit:

Zum Einsetzen von CEREC Inlays/Onlays eignen sich low und high viscosity Komposits gleichermaßen.

Quellen: Magne P, An in Vitro Evaluation of the Marginal and Internal Seals of CEREC Overlays. In Mörmann WH (ed.) International Symposium on Computer Restorations, Berlin: Quintessence, 1991: 425–440
Schmelz/Dentinhaftung
Krämer N, Frankenberger R, IPS Empress inlay and onlays after 4 years – a clinical study. Journal of Dentistry 1999; 27: 325–331
Krämer N, Frankenberger R, Leucite-reinforced glass ceramic inlays after six years: wear of luting composites. Oper-Dent. 2000; 25: 466–472

3 | Der Randspalt

3.2 Vergleich mit anderen Restaurationsarten

Provisorien und Befestigungsarten von labside und chairside hergestellten Keramikinlays haben entscheidenden Einfluss auf Schmelzdefekte und Randqualität.

3.2.1 Schmelzintegrität

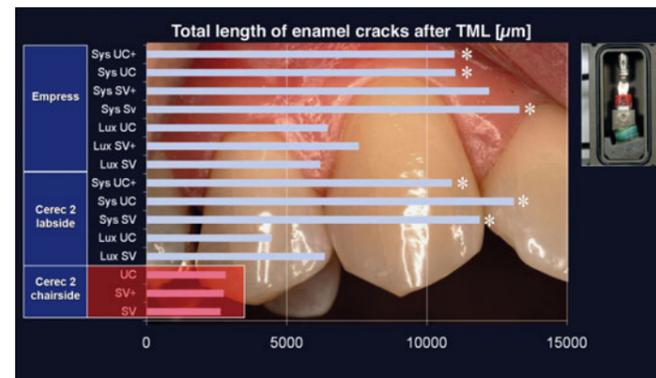
Mit Provisorien versorgte Inlaykavitäten wiesen nach der simulierten Provisorien-Tragezeit im Kausimulator eine verschlechterte Schmelzintegrität auf. Besonders bei Oral- und Vestibularflächen traten Schmelzrisse auf. Bei sofort versorgten Kavitäten mit chairside gefertigten CAD/CAM-Keramikinlays blieben dagegen Schmelzdefekte aus.

Fazit:

Chairside hergestellte CEREC-Inlays bieten dem zu versorgenden Zahn durch den Wegfall der Provisorientragezeit ein vermindertes Risiko für Schmelzsprünge.

3.2.2 Randqualität

Die Untersuchung der Befestigungssysteme zeigte, dass die konventionelle Adhäsivtechnik den selbstadhäsiven Systemen immer noch überlegen ist. Die selektive Schmelzätzung, wie sie auch bei CEREC-Inlays angewandt wird, erhöht den Verbund zur Zahnhartsubstanz und die Randqualität im Schmelz. Im Gegensatz zu bisherigen Annahmen führen breitere Klebefugen nicht zu einer schlechteren Randqualität.



Messergebnisse zu den Schmelzkantenschäden (mit oder ohne Provisorium). Chairside keramisch versorgte Kavitäten zeigen die geringsten Schmelzrisse (unten).

Fazit:

Provisorienfreie Sofortversorgung besitzt eine festigende Wirkung für den Restzahn. Die erzielbare adhäsive Füge-technik wiegt dabei die Konsequenzen breiterer Klebefugen auf.

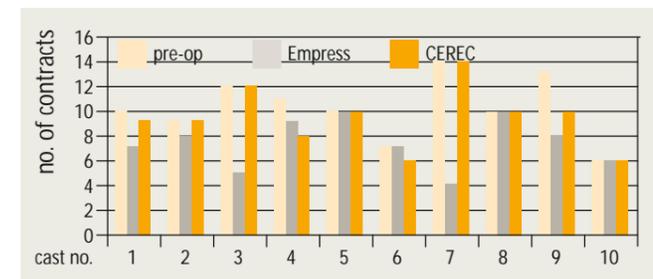
Quelle: Frankenberger R, Chairside und labside gefertigte Keramikinlays – Einfluss von Provisorien und Adhäsivtechnik auf die Schmelzintegrität und Randqualität. Unveröffentl. Studie. Publikation in Vorbereitung.

4 | Okklusalgestaltung

4.1 Software

CEREC 3D stellt in seiner aktuellen Version verschiedene effektive Konstruktionsverfahren zur Verfügung, die es ermöglichen, die statischen und funktionellen Okklusions- und Artikulationsverhältnisse beim Patienten abzubilden und zur automatisierten Kauflächen-gestaltung zu verwenden.

- ZAHNDATENBANK enthält verschiedene Zahndatenbanken, die jeweils situationsbezogen ausgewählt werden.
- Das Programm CORRELATION erstellt eine adjustierbare exakte Kopie der vorhandenen Zahnsituation.
- REPLIKATION ermöglicht die Aufnahme einer beliebigen Kaufläche (kontralateral beim Patienten oder vom separaten Modell) und deren manuelle Positionierung über der Präparation.
- ANTAGONIST bildet die Gegenbezahnung in statische Okklusion ab.
- ARTIKULATION erfasst die Oberfläche eines Funktions-registrates (FGP).



Number of occlusal contacts of the casts before and after placement of the different crowns (contacts of the restorations excluded!).

Durch Kombination von ZAHNDATENBANK, CORRELATION oder REPLIKATION mit den Okklusionsprogrammen ANTAGONIST und ARTIKULATION lassen sich am Bildschirm funktionelle Kauflächen entweder manuell, halbautomatisch oder automatisch erstellen, die nur noch sehr geringe Nachbearbeitung erfordern.

Der manuelle Nachbearbeitungsbedarf kann so von ca. 400 µm (ZAHNDATENBANK) auf ca. 5 µm (CORRELATION mit ANTAGONIST) reduziert werden.

Durch geeignete Voreinstellung in den Geräteparametern kann auf manuelle Korrekturen vollständig verzichtet werden.

Um die Exaktheit der virtuellen okklusalen Kontaktpunktgestaltung auf CEREC Kronen mit laborgefertigten Empress-Kronen zu vergleichen, wurde auf Modellen natürlicher Zähne die Okklusalkontakte vor der Präparation und nach Eingliederung der Kronen ermittelt. Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen CEREC- und Empress-Kronen.

Fazit:

Bereits am Bildschirm kann eine okkusal korrekte Kaufläche konstruiert werden, die praktisch nicht mehr im Mund eingeschliffen werden muss.

Quellen: Fasbinder D J, Predictable CEREC Occlusal Relationships. In Mörmann WH (ed.) State of the Art of CAD/CAM Restorations, 20 Years of CEREC, Berlin: Quintessence, 2006: 93–100
Reich S, Static occlusal precision of two all-ceramic systems. In Mörmann WH (ed.) State of the Art of CAD/CAM Restorations, 20 Years of CEREC, Berlin: Quintessence, 2006: Poster

5.1 Seitenzahn

CEREC Inlays oder Onlays lassen sich farblich mit Keramikmalfarbe charakterisieren und glasieren und werden dann wie laborgefertigte Keramikrestorationen eingesetzt.

Die besonderen Qualitäten der CEREC Keramiken hinsichtlich ihrer chamäleonartigen Farbanpassung und die recht große Farbauswahl nach Helligkeit, Transluzenz und Farbe machen ein Bemalen in den meisten Situationen unnötig.

Die gute Polierbarkeit führt zu einem Oberflächenglanz, der einer Glasur in nichts nachsteht.

Verschiedene Studien belegen die gute Farbadaptation nach den Kriterien der CDA (California Dental Association) mit 87 % exzellenter Farbanpassung oder nach USPHS wo Oberflächenbeschaffenheit und Farbanpassung sämtlicher Restorationen als exzellent oder klinisch gut eingestuft wurden.

Fazit:

Mit der richtigen Keramikauswahl und einem guten Poliermanagement sind labortechnisches Bemalen und Glasieren in den meisten Fällen unnötig.

5.2 Frontzahn

CEREC Frontzahnkronen können nach dem Ausschleifen entweder bemalt und glasiert werden oder inzisal zurückgeschliffen und mit keramischen Transparentmassen aufgeschichtet werden, wenn eine besonders transluzente Schneidekante dies erfordert.

Als Basismaterial für Frontzahnkronen bieten sich Mehrfarbblöcke (VITA Triluxe oder Empress CAD Multi) an, die mit ihrer Intensitätsschichtung den natürlichen Zahn leichter nachahmen lassen.

Mal Farben in Pastenform (VITA Shading Paste, Ivoclar Shade and Stains Kit) oder als anmischbare Pulver (VITA Akzent) erlauben eine schnelle und sichere Charakterisierung von Frontzahnkronen. In einfachen Situationen können Farb- und Glasurbrand kombiniert vorgenommen werden. Mehrere Farbbrände sind möglich.

Das Programm CORRELATION ermöglicht eine einfache Formsimulation im Mund des Patienten mit anschließendem Ausschleifen. Häufig werden Frontzahnkronen chairside in einer Sitzung hergestellt.

Die aufwendigeren Schichttechniken sind möglich, erfordern jedoch in der Regel ein indirektes Vorgehen über Abdruck und Modell. Hiermit können auch schwierigste Individualisierungen vorgenommen werden.

Fazit:

Frontzahnkronen sind eine Herausforderung, die mit Mehrfarbblöcken und verschiedenen Charakterisierungstechniken auch in einer Sitzung gemeistert werden kann.

5.2.1 Veneers

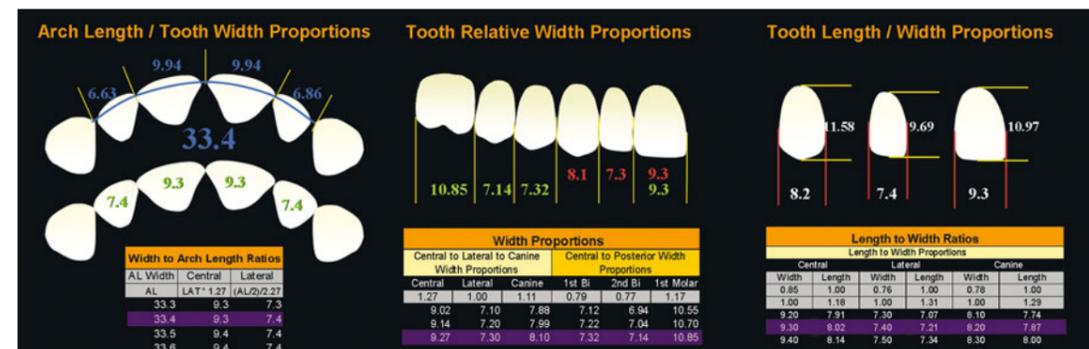
Veneers mit CEREC gehören immer häufiger zum Repertoire des CEREC Anwenders. Die Frontzahnteilkrone, die Keramikverblendschale, das Keramikveneer sind immer häufiger die substanzschonende Alternative zur Frontzahnkrone.

Zusätzlich zu den bei der Frontzahnkrone beschriebenen Charakterisierungstechniken mit Keramikmal Farben und Transparentmassen kann in den meisten Situationen mit einer Art „Hinterglasmalerei“ eine schnelle und natürlich wirkende Farbindividualisierung erreicht werden. Vor dem Einsetzen werden auf die Rückseite der ausgeschliffenen Verblendschalen Kompositmal Farben aufgebracht, die nach dem Einsetzen durch die dünne Keramik hindurchscheinen und einen Farbeffekt „von innen“ erzeugen.

Die Feingestaltung, Konturierung und Texturierung sowie die Hochglanzpolitur erfolgen nach dem Zementieren. Der Zeitaufwand für ein Veneer entspricht dem eines CEREC Inlays.

Fazit:

CEREC Veneers sind eine substanz- und zeitsparende Alternative zu Frontzahnkronen.



Mathematical Proportion Guides

Quelle: Sjögren G, Molin M, A 10-year prospective evaluation of CAD/CAM – manufactured (CEREC) ceramic inlays cemented with a chemically cured or dual-cured resin composite. *Int J Prosthodont* 2004; 17: 241–246

Quellen: Masek R, *Ultimate CEREC Creations – Comprehensive Single Visit Esthetic Dentistry*. In Mörmann WH (ed.) *State of the Art of CAD/CAM Restorations, 20 Years of CEREC*, Berlin: Quintessence, 2006: 131–138

Reich S, *The effect of multicoloured machinable ceramics on the esthetics of all-ceramic crowns*. *J Prosthodont* 2002; 88: 44–49

Tsotsos S, *Single-appointment, all-ceramic anterior restorations*. *Int J Comput Dent* 2001; 4: 263–272

Wiedhahn K, *CEREC Veneers: Esthetics and Longevity*. In Mörmann WH (ed.) *State of the Art of CAD/CAM Restorations, 20 Years of CEREC*, Berlin: Quintessence, 2006: 101–112

6 | Keramiken

Die am längsten verwendete CEREC Keramik ist die VITA Mark II Keramik, eine Feldspatkeramik, die als monochromatische Blöckchen in vielen 3D-Master-Farben hergestellt wird. Außerdem stellt VITA aus demselben Material die mehrschichtigen VITA Triluxe Blöcke her, deren Schichten unterschiedlich intensiv eingefärbt sind.

Die von Sirona erhältlichen CEREC Blocs (monochromatisch) bzw. CEREC Blocs PC (polychromatisch) sind ebenfalls aus Feldspatkeramik und werden in den gängigsten Classical und 3D-Master Farben angeboten.

Die Ivoclar Empress CAD Blöcke (vormals ProCad) bestehen aus leuzit-verstärkter Glaskeramik und sind in den A-D-Farben in jeweils zwei Transluzenzstufen verfügbar. Auch Ivoclar bietet polychromatische Blöcke (Multi) an.

Die Lithium-Disilikat-Glaskeramik Blöcke (e.max CAD LT) sind auch konventionell zementierbar.

6.1 Festigkeit/Frakturverhalten

Keramiken, die in der Zahnheilkunde Verwendung finden, lassen sich aufgrund ihrer Mikrostruktur in zwei Gruppen einteilen:

1. Optisch schmelzähnliche, ästhetische Keramiken, die einen Glasanteil von mehr als 50 % aufweisen. Durch Beigabe verschiedener Füller werden die physikalischen Eigenschaften wie Festigkeit, Härte, Abrasionsverhalten, Opazität und Farbe modifiziert.
2. Strukturkeramiken für Gerüste, sogenannte polykristalline Keramiken, die aus Partikeln identischer Kristallstruktur bestehen. Diese relativ opaken Keramiken sind deutlich fester als Glaskeramik.

Fast alle Materialvarianten sind als konventionell verwendbare Laborkeramiken und als schleifbare CEREC Keramiken verfügbar. Polykristalline Zirkonoxid- bzw. Aluminiumoxidkeramiken lassen sich nur mit der CAD-CAM-Technik bearbeiten.

Ästhetische Keramiken	CEREC/inLab
Feldspat	CEREC Blocs, Mark II
Glas/Leuzit	Empress CAD, Paradigm C
Lithium-Disilikat	e.max CAD LT, HT
Glaskeramiken	
Lithium-Disilikat	e.max CAD MO
MgAl ₂ O ₄ /Lanthan	inCeram Spinell
Al ₂ O ₃ /Lanthan	inCeram Alumina
Al ₂ O ₃ /ZrO ₂ /Lanthan	inCeram Zirconia
Al ₂ O ₃ (polykristallin)	inCoris AI, AL-Cubes
ZrO ₂ Ytt	inCoris ZI, YZ-Cubes, e.max ZirCAD

Fazit:
CEREC/inLab kann alle relevanten Materialklassen von Dentalkeramiken bearbeiten und ist damit zukunftssicher und universell einsetzbar.

6.2 Abrasionsverhalten

Insbesondere Verblendkeramiken standen in dem Ruf, die Gegenbeziehung zu abradieren und selbst abrasionsresistenter zu sein als der Zahnschmelz.

Krejci hat bereits 1991 gezeigt, dass VITA Mark II dasselbe Abrasionsverhalten zeigt wie natürlicher Zahnschmelz.

Die Oberflächen von CEREC Restaurationen müssen entweder poliert oder glasiert werden. Auf die Abrasivität gegenüber Schmelz ergibt sich kein Unterschied.

Im Vergleich mit Gold zeigt VITA Mark II keinen signifikanten Unterschied in der Abrasivität und wird auch selbst vergleichbar zu Gold abradiert.

Fazit:
CEREC Keramiken schonen den Antagonisten und zeigen ein goldähnliches Abnutzungsverhalten.

Quellen: Kelly R, Machinable Ceramics. In Mörmann WH (ed.) *State of the Art of CAD/CAM Restorations, 20 Years of CEREC*, Berlin: Quintessence, 2006: 29–38
Krejci I, Wear of CEREC and Other Restorative Materials. In Mörmann WH (ed.) *International Symposium on Computer Restorations*, Berlin: Quintessence, 1991: 245–251
Al-Hiiyasat AS, Saunders WP, The abrasive effect of glazed, unglazed, and polished porcelain on the wear of human enamel, and the influence of carbonated soft drinks on the rate of wear. *Int J Prosthodont* 1997; 10: 269–282

Das Verzeichnis bezieht sich auf das CEREC Verfahren sowie Materialien und Methoden, die dazu in Beziehung stehen im Bereich von Inlays, Teilkronen (Onlays, Overlays), Kronen und Veneers ohne Einbezug der inEOS/inLab Brückentechnik.

1 | Adhäsiv-Technik

- 1982 MÖRMANN WH: Kompositinlay: Forschungsmodell mit Praxispotential? *Quintessenz* 1982; 33: 1891–1900.
MÖRMANN WH, AMEYE C, LUTZ F: Komposit-Inlays: Marginale Adaptation, Randdichtigkeit, Porosität und okklusaler Verschleiss. *Dtsch Zahnärztl Z* 1982; 37: 438–441.
- 1985 MÖRMANN WH: Keramikinlay – Die Seitenzahnfüllung der Zukunft Vortrag am 30. 3. 1985, Karlsruhe, „25 Jahre Akademie für Zahnärztliche Fortbildung, Karlsruhe“. 4. Internationales Quintessenz-Symposium 1985.
MÖRMANN WH, BRANDESTINI M, FERRU A, LUTZ F, KREJCI I: Marginale Adaptation von adhäsiven Porzellaninlays in vitro. *Schweiz Mschr Zahnmed* 1985; 95: 1118–1129.
- 1988 MÖRMANN WH: Innovationen bei ästhetischen Restaurationen im Seitenzahngebiet (Keramik): Computer-gestützte Systeme. *Dtsch Zahnärztl Z* 1988; 43: 900–903.
- 1989 MÖRMANN WH, BRANDESTINI M, LUTZ F, BARBAKOW F: Chairside computer-aided direkt ceramic inlays. *Quintessence Int* 1989; 20: 329–339.
MÖRMANN WH, BRANDESTINI M: Die CEREC Computer Reconstruction Inlays, Onlays und Veneers. *Quintessenz Berlin* 1989.
- 1991 BRONWASSER P J, MÖRMANN W H, KREJCI I, LUTZ F: Marginale Adaptation von CEREC-Dicor-MGC-Restaurationen mit Dentinadhäsiven. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1991; 101162–169.
FETT H, MÖRMANN W H, KREJCI I, LUTZ F: The effects of short bevels and silanization on marginal adaptation of computer machined mesio-occlusodistal inlays. *Quintessence Int* 1991; 22: 823–829.
MAGNE P, An in Vitro Evaluation of the Marginal and Internal Seals of CEREC Overlays. In Mörmann WH (ed.) *International Symposium on Computer Restorations*, Berlin: Quintessence, 1991: 425–440
Schmelz/Dentinhaftung.
- 1993 KÜMIN P, LÜTHY H, MÖRMANN W H. Festigkeit von Keramik und Polymer nach CAD/CIM-Bearbeitung und im Verbund mit Dentin. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1993; 103: 1261–1268.
NOACK MJ, LOCKE LS, ROULET JF: Das Randverhalten adhäsiv befestigter und mittels Ultraschall eingesetzter Porzellaninlays in vivo. *Dtsch Zahnärztl Z* 1993; 48: 720–723.
- 1994 PEUTZFELDT A: Effect of the ultrasonic insertion technique on the seating of composite inlays. *Acta Odontol Scand* 1994; 52: 51–54.
SCHERRER S S, DE RIJK W G, BELSER U C, MEYER J-M: Effect of cement film thickness on the fracture resistance of a machinable glass-ceramic. *Dent Mater* 1994; 10: 172–177.
- 1995 BESEK M, MÖRMANN W H, PERSI C: Die Aushärtung von Komposit unter zahnfarbenen Inlays. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1995; 105: 1123–1128.
EL-BADRAWY W A, EL-MOWAFY O M: Chemical versus dual curing of resin inlay cements. *J Prosthet Dent* 1995; 73: 515–524.
SORENSEN JA, MUNKSGAARD EC: Ceramic inlay movement during polymerisation of resin luting cements. *Eur J Oral Sci* 1995; 103: 186–189.
- 1996 LOPRESTI JT, DAVID S, CALAMIA JR: Microleakage of CAD-CAM porcelain restorations. *Am J Dent* 1996; 9: 37–39.
LUTZ F: State of the art of tooth-colored restoratives. *Oper Dent* 1996; 21: 237–248.
MCCOMB D: Adhesive luting cements – classes, criteria, and usage. *Comp* 1996; 17: 759–774.
MEHL A, GODESCHA P, KUNZELMANN KH, HICKEL R: Randspaltverhalten von Komposit- und Keramik-inlays bei ausgedehnten Kavitäten. *Dtsch Zahnärztl Z* 1996; 51: 701–704

- 1996 MOLIN M K, KARLSSON ST L, KRISTIANSEN M S: Influence of film thickness on joint bend strength of a ceramic/resin composite joint. *Dent Mater* 1996; 12: 245–249.
MUNACK J, GEURTSSEN W: Marginal adaptation and fit of Cerec I/II and Empress overlays. In: Mörmann WH (ed) *CAD/CIM in aesthetic dentistry: Cerec 10 Year Anniversary Symposium*. Chicago: Quintessence 1996; 571–579.
PERDIGAO J, LAMBRECHTS P, VAN MEERBEEK B, BRAEM M, VANHERLE G: Ultramorphological interactions between tooth structure and modern dentin adhesive systems. *Academy of Dental Materials, Transactions*. 1996; 9: 130–150.
1997 GEMALMAZ D, ÖZCAN M, YORUC, ALKUMRU H N: Marginal adaptation of a sintered ceramic inlay system before and after cementation. *J Oral Rehabil* 1997; 24: 646–651.
PASHLEY D H, CARVALHO R M: Dentine permeability and dentine adhesion. *J Dent* 1997; 25: 355–372.
SCHÜPBACH P, KREJCI I, LUTZ F: Dentin bonding: effect of tubule orientation on hybrid-layer formation. *Eur J Oral Sci* 1997; 105: 1–9.
ZELLWEGER U: Der Einfluss der Sauerstoff-Inhibitionsschicht von Dentin-adhäsiven auf die Polymerisation verschiedener Abformmaterialien. *Zahnmed Diss, Zürich* 1997.
- 1998 COX CH F, HAFEZ A A, AKIMOTO N, OTSUKU M, SUZUKI S, TARIM B: Biocompatibility of primer, adhesive and resin composite systems on non-exposed and exposed pulps of non-human primate teeth. *Am J Dent* 1998; 10: 55–63.
MEHL A, PFEIFFER A, KREMERS L, HICKEL R: Randständigkeit von Cerec-II-Inlay-Restaurationen bei ausgedehnten Kavitäten mit stark geschwächten Höckern. *Dtsch Zahnärztl Z* 1998; 53: 57–60.
MÖRMANN W H, BINDL A, LÜTHY H, RATHKE A: Effects of preparation and luting system on all-ceramic computer-generated crowns. *Int J Prosthodont* 1998; 11: 333–339.
PAMEIJER C H, STANLEY H R: The disastrous effects of the „total etch“ technique in vital pulp capping in primates. *Am J Dent* 1998; 11: 45–54.
ROSENSTIEL ST F, LAND M F, CRISPIN B J: Dental luting agents: a review of the current literature. *J Prosthet Dent* 1998; 80: 280–301.
SHORTALL A C, HARRINGTON E: Temperature rise during polymerization of light-activated resin composites. *J Oral Rehabil* 1998; 25: 908–913.
- 1999 FRANKENBERGER R, SINDEL J, KRÄMER N, PETSCHL A: Dentin bond strength and marginal adaptation: direct composite resin vs ceramic inlays. *Oper Dent* 1999; 24: 147–155.
MITCHELL CA, DOUGLAS WH, CHENG Y-S: Fracture toughness of conventional, resin-modified glass-ionomer and composite luting cements. *Dent Mater* 1999a; 15: 7–13.
MITCHELL CA, PINTADO MR, GEARY L, DOUGLAS WH: Retention of adhesive cement on the tooth surface after crown cementation. *J Prosthet Dent* 1999b; 81: 668–677.
PLATT J A: Resin cements: into the 21st century. *Comp* 1999; 20: 1173–1182.
- 2000 KNOBLOCH LA, KERBY RE, SEGHI R, BERLIN JS, LEE JS: Fracture toughness of resin-based luting cements. *J Prosthet Dent* 2000; 83: 204–209.
LANG H: Lichthärtung von Kompositen mit „Plasmalampen“. *Dtsch Zahnärztl Z* 2000; 55: 154–155
- 2001 SCHMID C, SCEP S, HEIDEMANN D: Shear strength of composite bonded to porcelain: the influence of a silicone disclosing medium. *Int J Comput Dent* 2001; 4: 107–116.
- 2002 MJÖR IA, FERRARI M: Pulp-dentin biology in restorative dentistry. Part 6: Reactions to restorative materials, tooth-restoration interfaces, and adhesive techniques. *Quintessence Int* 2002; 33: 35–63.
- 2003 FRANKENBERGER R, KERN M: Dentin Adhesives create a positive bond to dental hard tissue. *Int J Comput Dent* 2003; 6: 151–162.
VAN MEERBEEK B, DE MUNCK J, YOSHIDA Y, INOUE S, VARGAS M, VIJAY P, VAN LANDUYT K, LAMBRECHTS P, VANHERLE G: Adhesion to Enamel and Dentin: Current Status and Future Challenges. *Oper Dent* 2003; 28: 215–235.

2005 KOSHIRO K, INOUE S, SANO H, DE MUNK J, VAN MEERBEEK B. In vivo degradation of resin-dentin bonds produced by a self-etch and an etch-and-rinse adhesive. *Eur J Oral Sci* 2005; 113: 341–348.

2006 KREJCI I, Bonding of Ceramic Restorations – State of the Art. In Mörmann WH (ed.) *State of the Art of CAD/CAM Restorations, 20 Years of CEREC*, Berlin: Quintessence, 2006: 39–45.

2 | Feldspatkeramik und Glaskeramik

1986 SCHWICKERATH H: Dauerfestigkeit von Keramik. *Dtsch Zahnärztl Z* 1986; 41: 241–266.

1990 SEHGI R R, SORENSEN J A, ENGLEMANN M J, ROUMANAS E, TORREES T J: Flexural strength of new ceramic materials. *J Dent Res* 1990; 69: 299, Abstr 1521.

1991 KELLY J R, LÜTHY H, GOUGOULAKIS A, POBER R L, MÖRMANN W H: Machining effects on feldspathic and glass ceramic: fractographic analysis. In: Mörmann W H (ed): *state of the art of Cerec-method*. Chicago: Quintessence 1991: 253–273.

LUDWIG K: Untersuchungen zur Bruchfestigkeit von Vollkeramikronen. *Dentallabor* 1991; 5: 647–651.

1992 ANUSAVICE KJ: Degradability of dental ceramics. *Adv Dent Res* 1992; 6: 82–89.

HÖLSCH W, KAPPERT H F: Festigkeitsprüfung von vollkeramischem Einzelzahnersatz für den Front- und Seitenzahnbereich. *Dtsch Zahnärztl Z* 1992; 47: 621–623.

SCHMID M, FISCHER J, SALK M, STRUB J: Mikrogefüge leucit-verstärkter Glaskeramiken. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1992; 102: 1046–1053.

SCHWICKERATH H: Festigkeitsverhalten von Cerec. *Quintessenz* 1992; 43: 669–677.

1993 BERNAL G, JONES R M, BROWN D T, GOODACRE C J: The effect of finish line form and luting agent on the breaking strength of Dicor crowns. *Int J Prosthodont* 1993; 6: 286–290.

KÜMIN P, LÜTHY H, MÖRMANN W H: Festigkeit von Keramik und Polymer nach CAD/CIM-Bearbeitung und im Verbund mit Dentin. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1993; 103: 1261–1268.

LÜTHY H, DONG J K, WOHLWEND A, SCHÄRER P: Effects of veneering and glazing on the strength of heat-pressed ceramics. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1993; 103: 1257–1260.

1994 BIENIEK K W, MARX R: Die mechanische Belastbarkeit neuer vollkeramischer Kronen- und Brückenmaterialien. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1994; 104: 284–289.

KERN M, FECHTIG T, STRUB J R: Influence of water storage and thermal cycling on the fracture strength of all-porcelain, resin-bonded fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 1994; 71: 251–256.

1995 GIORDANO R A, PELLETTIER L, CAMPELL S, POBER S: Flexural strength of an infused ceramic, glass ceramic and feldspathic porcelain. *J Prosthet Dent* 1995; 73: 411–418.

KELLY J R: Perspectives of strength. *Dent Mater* 1995; 11: 103–110.

MEIER M, FISCHER H, RICHTER E J, MAIER H R, SPIEKERMANN H: Untersuchungen über den Einfluss unterschiedlicher Präparationsgeometrien auf die Bruchfestigkeit vollkeramischer Einzelzahn-Restaurationen. *Dtsch Zahnärztl Z* 1995; 4: 295–299.

1996 CHAN C, WEBER H: Plaque retention on teeth restored with full-ceramic crowns: a comparative study. *J Prosthet Dent* 1996; 56: 666–671.

DATZMANN G: Cerec Vitablocs Mark II machinable ceramic. In: Mörmann W H (ed): *10 Year Cerec Anniversary Symposium*. Chicago: Quintessence 1996: 205–216.

DENRY I: Recent advances in ceramics for dentistry. *Crit Rev Oral Biol Med* 1996; 7: 134–143.

HORNBERGER H, MARQUIS P M, CHRISTIANSEN S, STRUNK H P: Microstructure of a high strength alumina glass composite. *J Mater Res* 1996; 11: 855–858.

KELLY J R, NISHIMURA J, CAMPBELL S D: Ceramics in dentistry: Historical roots and current perspectives. *J Prosthet Dent* 1996; 75: 18–32.

LÜTHY H: Strength and Toughness of dental ceramics. In: Mörmann W H (ed): *10 Year Cerec Anniversary Symposium*. Chicago: Quintessence 1996: 229–239.

VAN GOGSWAARDT D C, KOPPITSCH V, MARX R, LAMPERT F: Belastbarkeit von keramischen Einlage-füllungen bei verschiedenen Adhäsiv-schichtbreiten. *Stomatologie* 1996; 93: 293–296.

1997 HICKEL R: Moderne Füllungswerkstoffe. *Dtsch Zahnärztl Z* 1997; 52: 572–585.

KELLY JR. Ceramics in restorative and prosthetic dentistry. *Annu Rev Mater Sci* 1997; 27: 443–468.

LAMPE K, LÜTHY H, MÖRMANN W H, LUTZ F: Bruchlast vollkeramischer Computerkronen. *Acta Med Dent Helv* 1997; 2: 28–35.

ROSENBLUM M A: A review of all-ceramic restorations. *J Am Dent Assoc* 1997; 128: 297–307.

1998 CHEN J-H, MATSUMURA H, ATSUTA M. Effect of different etching periods on the bond strength of a composites resin to a machinable porcelain. *J Dent* 1998; 26: 53–58.

HÖLAND W, SCHWEIGER M, FRANK M, RHEINBERGER V. A comparison of the microstructure and properties of the IPS Empress 2 and the IPS Empress glass-ceramics. *J Biomed Mater Res* 2000; 53: 297–303.

1999 FISCHER H, MARX R: Mechanische Eigenschaften von Empress 2. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1999; 4: 141–145.

KELLY JR. Clinically relevant approach to failure testing of all-ceramic restorations. *J Prosthet Dent* 1999; 81: 652–661.

2000 TINSCHERT J, ZWEZ D, MARX R, ANUSAVICE KJ. Structural reliability of alumina-, feldspar-, leucite-, mica- and zirconia based ceramics. *J Dent* 2000; 28: 529–535.

2002 REICH S, HORNBERGER H. The effect of multicoloured machinable ceramics on the esthetics of all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent*. 2002; 88: 44–49.

2004 GUAZZATO M, ALBAKRY M, SWAIN MV. Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of all-ceramic materials. Part I. Pressable and alumina glass-infiltrated ceramics. *Dent Mater* 2004a; 20: 441–448.

GUAZZATO M, ALBAKRY M, RINGER SP, SWAIN MV. Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of all-ceramic materials. Part II. Zirconia-based dental ceramics. *Dent Mater* 2004b; 20: 441–448.

2006 KELLY R, Machinable Ceramics. In Mörmann WH (ed.) *State of the Art of CAD/CAM Restorations, 20 Years of CEREC*, Berlin: Quintessence, 2006: 29–38.

3 | Okklusion, Abrasion, Radio-Opazität

1991 KREJCI I, LUTZ F, SEBER B, JENSS J: Röntgenopazität von zahnfarbenen Inlaymaterialien und Kompositzementen. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1991; 101: 299–304.

1995 PELKA M, REINELT C, KRÄMER N, FASSBENDER U, PETSCHERT A: In-vivo-Abrasion bei IPS Empress-Inlays. *Dtsch Zahnärztl Z* 1995; 50: 917–919.

1996 HAAK R, NOACK M J: Möglichkeiten der Röntgendiagnostik bei Amalgamsatzmaterialien. *Quintessenz* 1996; 47: 1551–1559.

1997 AL-HIYASAT A S, SAUNDERS W P, SHARKEY S W, SMITH G MCR, GILMOUR W H: The abrasive effect of glazed, un-glazed, and polished porcelain on the wear of human enamel, and the influence of carbonated soft drinks on the rate of wear. *Int J Prosthodont* 1997; 10: 269–282.

INOKOSHI S: Posterior restorations: ceramics or composites? *Transactions: Third International Congress on Dental Materials* 1997: 99–108.

1998 AL-HIYASAT A S, SAUNDERS W P, SHARKEY S W, SMITH G MCR, GILMOUR W H: Investigation of humanenamel wear against four dental ceramics and gold. *J Dent* 1998; 26: 487–495.

1999 FROSCH M: In-vitro-Verschleissuntersuchung moderner Fein-Hybrid-Komposits gegen Antagonisten aus Schmelz, Gold und Keramik. *Zahnmed Diss Zürich* 1999.

KREJCI I, ALBERT P, LUTZ F: The influence of antagonist standardization on wear. *J Dent Res* 1999; 78: 713–719

MURCHISON D F, CHARLTON D G, MOORE W S: Comparative radio opacity of flowable resin composites. *Quintessence Int* 1999; 30: 179–184.

2001 KUNZELMANN KH, JELEN B, MEHL A, HICKEL R: Wear evaluation of MZ 100 compared to ceramic CAD/CAM materials. *Int J Comput Dent* 2001; 4: 171–184.

SCHULTZ CHB. Passgenauigkeit, marginale Adaptation und okklusale Abrasion von CEREC Inlays. *Med Diss Zürich* 2001.

2003 R. POLANSKI, M. LORENZONI, M. HAAS, G. WIMMER, G. ARNETZL. Functional quality of molar crown occlusal surfaces in the different design modes of Cerec 2. *Int J Comput Dent* 2003; 6: 95–101.

2004 REICH S. Generation of functional Cerec 3D occlusal surfaces: a comparison of two production methods relevant in practice. *Int J Comput Dent* 2004; 7: 229–238.

2005 MEHL A, BLANZ V. New procedure for fully automatic occlusal surface reconstruction by means of a biogeneric tooth model. *J Comput Dent* 2005; 8: 13–25.

2005 MEHL A, BLANZ V, HICKEL R. Biogeneric tooth: a new mathematical representation for tooth morphology in lower first molars. *Eur J Oral Sci* 2005; 113: 333–340.

2006 FASBINDER D J, Predictable CEREC Occlusal Relationships. In Mörmann WH (ed.) *State of the Art of CAD/CAM Restorations, 20 Years of CEREC*, Berlin: Quintessence, 2006: 93–100.

KREJCI I, Wear of CEREC and Other Restorative Materials. In Mörmann WH (ed.) *International Symposium on Computer Restorations*, Berlin: Quintessence, 1991: 245–251.

REICH S, Static occlusal precision of two all-ceramic systems. In Mörmann WH (ed.) *State of the Art of CAD/CAM Restorations, 20 Years of CEREC*, Berlin: Quintessence, 2006: Poster.

4 | Klinische und experimentelle Erfahrung

1991 ISENBERG B P, ESSIG M E, LEINFELDER K F, MÜNINGHOFF L A: Clinical evaluation of marginal integrity: two year results. In: Mörmann W H (ed): *International symposium on computer restorations*. Chicago: Quintessence 1991: 163–172.

1992 HAAS M, ARNETZL G, WEGSCHEIDER W A, KÖNIG K, BRATSCSKO R: Klinische und werkstoffkundliche Erfahrungen mit Komposit-, Keramik- und Goldinlays. *Dtsch Zahnärztl Z* 1992; 47: 18–22.

HÖGLUND C, VAN DIJKEN J, OLOFSSON A L: A clinical evaluation of adhesively luted ceramic inlays. *Swed Dent J* 1992; 16: 169–171.

MÖRMANN W H, KREJCI I: Computer-designed inlays after 5 years in situ: clinical performance and scanning electron microscopic evaluation. *Quintessence Int* 1992; 23: 109–115.

1994 KREJCI I, FÜLLEMANN J, LUTZ F: Klinische und rasterelektronenmikroskopische Langzeituntersuchung von Kompositinlays. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1994; 104: 1351–1356.

1995 BRODBECK U, STUDER S, LEHNER C: Sechs Jahre Erfahrung mit einem vollkeramischem Restaurationssystem. *Dentallabor* 1995 11: 1793–1802.

FLEMMING I, BRONDUM K: A clinical evaluation of porcelain inlays. *J Prosthet Dent* 1995; 74: 140–144.

GLADYS S, VAN MEERBEEK B, INOKOSHI S, WILLEMS G, BRAEM M, LAMBRECHTS P: Clinical and semiquantitative marginal analysis of four tooth-coloured inlay systems at 3 years. *J Dent* 1995; 23: 329–338.

ISIDOR F, BRONDUM K: A clinical evaluation of porcelain inlays. *J Prosthet Dent* 1995; 74: 140–144.

SCHMALZ G, FEDERLIN M, REICH E. Effect of dimension of luting space and luting composite on marginal adaptation of a class II ceramic inlay. *J Prosthet Dent* 1995; 73: 392–399.

1996 BINDL A, MÖRMANN W H: Klinische und technische Aspekte der Cerec-In-Ceram Krone. *Quintessenz* 1996; 47: 775–792.

BRAUNER A W, BIENIEK K W: Seven years of clinical experience with the Cerec inlay system. In: Mörmann W H (ed): *10 Year Cerec Anniversary Symposium*. Chicago: Quintessence 1996: 217–228 .

HEYMANN HO, BAYNE SC, STURDEVANT JR, WILDER AD, ROBERSON TM: The clinical performance of CAD-CAM-generated ceramic inlays – a four year study. *J Am Dent Assoc* 1996; 127: 1171–1180.

MÖRIG G: Aesthetic all ceramic restoration: a philosophic and clinical review. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1996; 8: 741–749.

VAN DIJKEN J W V, HÖRSTEDT P: Marginal breakdown of 5-year-old direct composite inlays. *J Dent* 1996; 24: 389–394.

1997 BERG NG, DÉRAND T: A 5-year evaluation of ceramic inlays (Cerec). *Swed Dent J* 1997; 21: 121–127.

BINDL A, MÖRMANN W H: Chairside-Computer-Kronen – Verfahrenszeit und klinische Qualität. *Acta Med Dent Helv* 1997; 2: 293–300.

FRADEANI M, AQUILANO A, BASSEIN L: Longitudinal study of pressed glass-ceramic inlays for four and a half years. *J Prosthet Dent* 1997; 78: 346–353.

FRIEDL K-H, HILLER K-A, SCHMALZ G, BEY B: Clinical and quantitative marginal analysis of feldspathic ceramic inlays at 4 years. *Clin Oral Invest* 1997; 1: 63–168.

HALLER B, POSORSKY A, KLAIBER B: Höckerstabilisierung mit zahnfarbenen Adhäsiv-inlays in vitro – Einfluss von Inlaymaterial und Total Bonding. *Dtsch Zahnärztl Z* 1997; 52: 515–519.

ROULET J-F: Longevity of glass ceramic inlays and amalgam – results up to 6 years. *Clin Oral Invest* 1997; 1: 40–46.

1997 THONEMANN B, FEDERLIN M, SCHMALZ G, SCHAMS A: Clinical evaluation of heat-pressed glass-ceramic inlays in vivo: 2-year results. *Clin Oral Invest* 1997; 1: 27–34.

1998 FELDEN A, SCHMALZ G, FEDERLIN M, HILLER K-A: Retrospective clinical investigation and survival analysis on ceramic inlays and partial ceramic crowns: results up to 7 years. *Clin Oral Invest* 1998; 2: 161–167.

HAYASHI M, TSUCHITANI Y, MIURA M, TAKESHIGE F, EBISU S: 6-year clinical evaluation of fired ceramicinlays. *Oper Dent* 1998; 23: 318–326.

HOFER E: In-vivo-Langzeitverhalten von zahnfarbenen Restaurationen im Seitenzahnbereich. *Zahnmed Diss, Zürich* 1998.

JACKSON R D: Ästhetische Inlays und Onlays: eine restaurative Alternative. *Phillip J* 1998; 15: 169–173.

KERSCHBAUM T: Langzeit-Erfolgsaussichten von festsitzendem Zahnersatz. *Zahnärztl Mitt* 1998; 88: 64–69.

KREJCI I, LUTZ F, MÖRMANN WH: Zahnfarbene Adhäsive Restaurationen im Seitenzahnbereich Eigenverlag PPK, Zürich 1998.

LEHNER CH, STUDER ST, BRODBECK U, SCHÄRER P: Six-year clinical results of leucite-reinforced glass ceramic inlays and onlays. *Acta Med Dent Helv* 1998; 3: 137–146.

MÖRMANN WH, BINDL A: Die CEREC-Computerkrone – erste klinische und wissenschaftliche Erfahrungen. *Dental Magazin* 1998; 16: 82–91.

SCHEIBENBOGEN A, MANHART J, KUNZELMANN K-H, HICKEL R: One-year clinical evaluation of composite and ceramic inlays in posterior teeth. *J Prosthet Dent* 1998; 80: 410–416.

SJÖGREN G, MOLIN M, VAN DIJKEN JWV. A 5-year clinical evaluation of ceramic inlays (Cerec) cemented with a dual-cured or chemically cured resin composite luting agent. *Acta Odontol Scand* 1998; 56: 263–267.

1999 BINDL A, MÖRMANN W H: Clinical evaluation of adhesively placed Cerec Endo-Crowns after 2 years – Preliminary results. *J Adhesive Dent* 1999; 1: 255–265.

DONLY K J, JENSEN M E, TRIOLO P, CHAN D: A clinical comparison of resin composite inlay and onlay posterior restorations and cast gold restorations at 7 years. *Quintessence Int* 1999; 30: 163–168.

FEHER A, SCHÄRER P: Zahnmedizin 2000 – Ein klinisches Kompendium. Eigenverlag KBM, Zürich 1999.

FUZZI M, RAPELLI G: Ceramic inlays: clinical assessment and survival rate. *J Adhesive Dent* 1999; 1: 71–79.

KRÄMER N, FRANKENBERGER R, PELKA M, PETSCHERT A: IPS Empress inlays and onlays after four years – a clinical study. *J Dent* 1999; 27: 325–331.

MALAMENT K A, SOCRANSKY S S: Survival of Dicor glass-ceramic dental restorations over 14 years. Part I: survival of Dicor complete coverage restorations and effect of internal surface acid etching, tooth position, gender and age. *J Prosthet Dent* 1999; 81: 23–32.

MALAMENT K A, SOCRANSKY S S: Survival of Dicor glass-ceramic dental restorations over 14 years. Part II: effect of thickness of Dicor material and design of tooth preparation. *J Prosthet Dent* 1999; 81: 662–667.

MARTIN N, JEDYNAKIEWICZ NM: Clinical performance of CEREC ceramic inlays: a systematic review. *Dent Mater* 1999; 15: 54–61.

SCHEIBENBOGEN-FUCHSBRUNNER A, MANHART J, KREMERS L, KUNZELMANN K-H, HICKEL R: two-year clinical evaluation of direct and indirect restorations inlays in posterior teeth. *J Prosthet Dent* 1999; 82: 391–397.

2000 KRÄMER N, FRANKENBERGER R, Leucite-reinforced glass ceramic inlays after six years: wear of luting composites. *Oper-Dent*. 2000; 25: 466–472.

REISS B, WALTHER W: Clinical long-term results and 10-year Kaplan-Meier Analysis of Cerec Restorations. *Int J Comput Dent* 2000; 3: 9–23.

2001 HICKEL R, MANHART J. Longevity of Restorations in Posterior Teeth and Reasons for Failure. *J Adhes Dent*. 2001; 3: 45–64.

VAN DIJKEN JWV, HASSELROT L, ÖRMIN A, OLOFSSON A-L. Restorations with extensive dentin/enamel-bonded ceramic coverage. A five year follow-up. *Eur J Oral Sci* 2001; 109: 222–229.

2002 MÖRMANN WH, BINDL A: All-ceramic, chair-side computer-aided design/ computer-aided machined restorations. *Dent Clin N Am* 2002; 46: 405–426 .

2003 BINDL A, MÖRMANN WH: Clinical and SEM evaluation of all-ceramic chair-side CAD/CAM-generated partial crowns. *Eur J Oral Sci* 2003; 111: 163–169.

POSSELT A, KERSCHBAUM T. Longevity of 2328 chairside Cerec inlays and onlays. *Int J Comput Dent* 2003; 6: 231–248.

- 2004 SJÖGREN G, MOLIN M, A 10-year prospective evaluation of CAD/CAM – manufactured (CEREC) ceramic inlays cemented with a chemically cured or dual-cured resin composite. *Int J Prosthodont* 2004; 17: 241–246.
- 2005 BINDL A, Survival of Ceramic Computer-aided Design/Manufacturing Crowns Bonded to Preparations with Reduced Macroretention Geometry. *Int J Prsthodont*; 18, 2005: 219–224.
- 2006 ARNETZL G, Different Ceramic Technologies in a Clinical Longterm Comparison. In Mörmann WH (ed.) *State of the Art of CAD/CAM Restorations, 20 Years of CEREC*, Berlin: Quintessence, 2006: 65–72.
- KERSCHBAUM T, A Comparison of the Longevity and Cost-effectiveness of Three Inlay-types. In Mörmann WH (ed.) *State of the Art of CAD/CAM Restorations, 20 Years of CEREC*, Berlin: Quintessence, 2006: 73–82.
- OTTO T, Computer-Aided Direct All-Ceramic Crowns: 4 Year Results. In Mörmann WH (ed.) *State of the Art of CAD/CAM Restorations, 20 Years of CEREC*, Berlin: Quintessence, 2006: Poster.
- REISS B, Eighteen-Year Clinical Study in a Dental Practice. In Mörmann WH (ed.) *State of the Art of CAD/CAM Restorations, 20 Years of CEREC*, Berlin: Quintessence, 2006: 57–64.
- WIEDHAHN K, CEREC Veneers: Esthetics and Longevity. In Mörmann WH (ed.) *State of the Art of CAD/CAM Restorations, 20 Years of CEREC*, Berlin: Quintessence, 2006: 101–112.
- 2008 OTTO T, SCHNEIDER D: Long-Term Clinical Results of Chairside Cerec CAD/CAM Inlays and Onlays: A Case Series. *Int J Prosthodont* 2008; 21: 53–59.
- 2009 FRANKENBERGER R, Chairside und labside gefertigte Keramikinlays – Einfluss von Provisorien und Adhäsivtechnik auf die Schmelzintegrität und Randqualität. Unveröffentl. Studie. Publikation in Vorbereitung.
- 5 | Restaurative Technologie**
- 1978 LUTZ F, LEUTHARD P: Verschleissfeste MOD-Kompositfüllungen durch Eimpolymerisation von zentralischen Stöps aus Keramik – 4-Jahres-Resultate. *Schweiz Monatsschr Zahnheilk* 1978; 88: 739–752.
- 1982 MÖRMANN W H: Kompositinlay: Forschungsmodell mit Praxispotential? *Quintessenz* 1982; 33: 1891–1900.
- 1985 LUTZ F, MÖRMANN W, KREJCI I: Seitenzahnkomposite – Ja, Nein oder Jein? *Dtsch Zahnärztl Z* 1985; 40: 892–896.
- 1987 JENSEN ME, REDFORD DA, WILLIAMS BT, GARDNER F: Posterior Etched-Porcelain Restorations: An in Vitro Study. *Compend Contin Educ Dent* 1987; 7: 615–622.
- LUTZ F, KREJCI I, MÖRMANN W: Die zahnfarbene Seitenzahnrestauration. *Phillip J* 1987; 3: 127–137.
- MÖRMANN W H, BRANDESTITNI M, LUTZ F: Das Cerec-System: Computergestützte Herstellung direkter Keramikinlays in einer Sitzung. *Quintessenz* 1987; 38: 457–470.
- 1988 DURET F, BLOUIN JL, DURET M. CAD/CAM in dentistry. *J Am Dent Assoc.* 1988; 117: 715–720.
- MÖRMANN W H: Innovationen bei ästhetischen Restaurationen im Seitenzahngebiet (Keramik): Computer-unterstützte Systeme. *Dtsch Zahnärztl Z* 1988; 43 900–903.
- 1989 MÖRMANN W H, BRANDESTINI M: Die CEREC Computer Rekonstruktion – Inlays, Onlays und Veneers. *Quintessenz*, Berlin 1989.
- 1990 HÜRZELER M, ZIMMERMANN E, MÖRMANN WH: Marginale Adaptation von maschinell hergestellten Onlays in vitro. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1990; 100: 715–719.
- JÄGER K, HENZ B, WIRZ J, GRABER G: Marginale Passgenauigkeit befestigter adhäsiver Keramikinlays. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1990; 100: 1304–1309.
- KAPPERT H F, KNODE H: In-Ceram auf dem Prüfstand. *Quintessenz Zahntech* 1990; 8: 980–1002.
- LEVY H, DANIEL X: Working with the In-Ceram porcelain system. *Prothèse Dentaire* 1990; 44–45: 1–11.
- WIEDHAHN A, SCHÄRER P: Die Empress-Technik, ein neues Verfahren zur Herstellung von vollkeramischen Kronen, Inlays und Facetten. *Quintessenz Zahntech* 1990; 8: 966–978.
- 1991 MÖRMANN WH (ed): *Proceedings of the international symposium on computer restorations*. Chicago: Quintessence 1991: 23–548.
- REKOW E D: Dental CAD-CAM systems: What is the state of the art? *J Am Dent Assoc* 1991; 122: 43–48.
- ROULET J F, NOACK M J: Tooth coloured conventional and Cerec restoration – claim and reality. In: Mörmann WH (ed): *International symposium on computer restorations*. Chicago: Quintessence 1991: 233–243.
- 1992 DONG J K, LÜTHY H, WOHLWEND A, SCHÄRER P: Heat-pressed ceramics: Technology and strength. *Int J Prosthodont* 1992; 5: 9–16.
- FUTTERKNECHT N, JINOIAN V: A renaissance of ceramic prosthetics? *Quintessence Dent Tech* 1992; 15: 65–78.
- PRÖBSTER L, DIEHL J: Slip-casting alumina ceramics for crown and bridge restorations. *Quintessence Int* 1992; 23: 25–31.
- SCHMID M, FISCHER J, SALK M, STRUB J: Mikrogefüge leucit-verstärkter Glaskeramiken. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1992; 102: 1046–1053.
- SIEBER C: Variationen der Lichtleitfähigkeit und Leuchtkraft. *Quintessenz Zahntech* 1992; 18: 1123–1133.
- 1993 FURRER O, MÖRMANN W H: Effizienz und Kantenqualität beim computer-technischen Formschleifen von Keramikinlays. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1993; 103: 851–859.
- GREY N F, PIDDOCK V, WILSON M A: In vitro comparison of conventional crowns and a new all ceramic system. *J Dent* 1993; 21: 47–51.
- 1994 EIDENBENZ S, LEHNER CH R, SCHÄRER P: Copy milling ceramic inlays from resin analogs: a practical approach with the Celay system. *Int J Prosthodont* 1994; 7 134–142.
- NATHANSON D, RIIS D N, CATALDO G L, ASHAYERI N: CAD-/CAM ceramic inlays and onlays: using an indirect technique. *J Am Dent Assoc* 1994; 125: 421–427.
- SIEBER C, THIEL N: Eine lichteoptische Möglichkeit – Spinell Luminaries. *Quintessenz Zahntech* 1994; 20: 1041–1051.
- STRUPOWSKY M: Das Precident-DCS-System, numerisch gesteuerte Zahntechnik. *Dental Labor* 1994; 42: 1809–1815.
- 1995 HEGENBARTH E A: Die Symbiose aus Computertechnologie und Kreativität. *Dental Labor* 1995; 43: 797–809.
- NASEDKIN J N: Ceramic inlays and onlays: update 1995. *J Can Dent Assoc* 1995; 61: 676–682.
- SEGHI R R, SORENSEN J A: Relative flexural strength of six new ceramic materials. *Int J Prosthodont* 1995; 8: 239–246.
- 1996 FUTTERKNECHT N: Renaissance in der Vollkeramik? (I). *Quintessenz Zahntech* 1996; 16: 1185–1197.
- LÜTHY H, PIETROBON N, SISERA M, WOHLWEND A, LOEFFEL O: White esthetics. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1996; 106: 897–904.
- MÖRMANN W H (ed): 10 Year Cerec Anniversary Symposium. Chicago: *Quintessence* 1996: 21–663.
- MÖRMANN W H, BRANDESTITNI M: The fundamental inventive principles of Cerec CAD/CIM and other CAD/CAM methods. In: Mörmann W H (ed): 10 Year Cerec Anniversary Symposium. Chicago: *Quintessence* 1996: 81–110.
- PFEIFFER J: The Character of Cerec 2. In: Mörmann WH (Hrsg.) *CAD/CIM in aesthetic dentistry: Cerec 10 Year Anniversary Symposium*. Chicago: *Quintessence* 1996: 255–265.
- SIEBERT G K, NEUKIRCHEN S: Full-ceramic restorations-A survey of different systems. In: Mörmann W H (ed): 10 Year Cerec Anniversary Symposium. Chicago: *Quintessence* 1996: 73–80.
- TOUATI B: The evolution of aesthetic restorative materials for inlays and onlays: a review. *Int Aesth Chron* 1996; 8: 657–666.
- VAN PELT A W J, DE KLOET H J, VAN DER KUY P: Keramische inlays en onlays. *Ned Tijdschr Tandheekd* 1996; 103: 472–476.
- 1997 FELBER, L., LEEMANN, TH., MÖRMANN, W. H. Computergestützte voll-automatische Konstruktion von Inlays. Eine qualitative Analyse. *Acta Med Dent Helv* 1997; 2: 217–225.
- HICKEL R., DASCH W, MEHL A, KREMERS L: CAD/CAM – fillings of the future? *Int Dent J* 1997; 47: 247–258.
- MÖRMANN W H, BINDL A: The new creativity in ceramic restorations: Dental CAD/CIM. *Quintessence Int* 1997; 27: 821–828.
- PRÖBSTER L: Zum heutigen Stand vollkeramischer Restaurationen. *Zahnärztl Mitt* 1997; 20: 44–50.
- SCHLODERER M: Cerec im Praxislabor. *Dental Magazin* 1997; 3: 42–44.
- 1998 HALIFOUX P R: Treatment considerations for posterior laboratory-fabricated composite resin restorations. *Pract Periodont Aesthet Dent* 1998; 10: 969–978.
- KREJCI I, DIETSCHI D, LUTZ F U: Principles of proximal cavity preparation and finishing with ultrasonic diamond tips. *Pract Periodont Aesthet Dent* 1998; 10: 295–298.
- KREJCI I, LUTZ F, MÖRMANN WH: Zahnfarbene adhäsive Restaurationen im Seitenzahnbereich. Eigenverlag PPK, Zürich 1998.
- LANG H, SCHÜLER N, NOLDEN R: Keramikinlay oder Teilkronen? *Dtsch Zahnärztl Z* 1998; 53: 53–56.
- 1998 MC KAREB E A: All-Ceramic alternatives to conventional metal-ceramic restorations. *Comp* 1998; 19: 307–325.
- SCHMIDT A, WALTER M, BÖNING K: CAD/CAM/CIM-Systeme in der restaurativen Zahnmedizin. *Quintessenz* 1998; 49: 1111–1122.
- 1999 BINDL A, WINDISCH S, MÖRMANN W H: Full-Ceramic CAD/CIM Anterior Crowns and Copings. *Int J Comp Dent* 1999; 2: 97–111.
- ESTEFAN D, DAVID A, DAVID S, CALAMIA J. A new approach to restorative dentistry: fabricating ceramic restorations using Cerec CAD/CAM. *Compend Contin Educ Dent* 1999; 20: 555–560.
- HUGO B: Oszillierende Verfahren in der Präparationstechnik (Teil I). *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1999; 109: 140–153.
- MAGNE P, DOUGLAS W H: Additive contour of porcelain veneers: a key element in enamel preservation, adhesion, and esthetics for aging dentition. *J Adhesive Dent* 1999; 1: 81–92.
- MAGNE P, DOUGLAS W H: Rationalization of esthetic restorative dentistry based on biomimetics. *J Esthet Dent* 1999; 11: 5–15.
- MAGNE P, DOUGLAS W H: Porcelain veneers: dentin bonding optimization and biometric recovery of the crown. *Int J Prosthodont* 1999; 12: 111–121.
- MEHL A, HICKEL R: Current state of development and perspectives of machine-based production methods for dental restorations. *Int J Comput Dent* 1999; 2: 9–35.
- MÖRMANN W H, BINDL A, RICHTER B, APHOLT W, TOTH RT: Cerec computer aided design, computer integrated manufacturing: full ceramic crowns. In: Mörmann W H (ed): *CAD-CIM Library*. SFCZ Publishing, Zurich 1999.
- PFEIFFER J: Dental CAD/CAM Technologies: The optical impression (II). *Int J Comput Dent* 1999; 2: 65–72.
- POLANSKY R, ARNETZL G, SMETAN M, HAAS M, LORENZONI M: The Production of Cerec restorations from a plaster cast. *Int J Comput Dent* 1999; 2: 37–44.
- VAN DER ZEL J M: Heutige CAD/CAM-Systeme im Vergleich. *Quintessenz Zahntech* 1999; 2: 193–204.
- ZITZMANN NU, MARINELLO CP, LÜTHY H: The Procera Allceram all-ceramic system. The clinical and technical laboratory aspects in the use of a new all-ceramic system. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1999; 109: 820–834.
- 2000 MAGNE P, DOUGLAS W H: Cumulative effects of successive restorative procedures on anterior crown flexure: intact versus veneered incisors. *Quintessence Int* 2000; 31: 5–18.
- MÖRMANN W H, BINDL A: Cerec 3 – ein Quantensprung bei Computer-Restaurationen. Erste klinische Erfahrungen. *Quintessenz* 2000; 51: 157–171.
- 2001 APHOLT W, BINDL A, LÜTHY H, MÖRMANN W: Flexural strength of Cerec 2 machined and joined together InCeram-Alumina and InCeram-Zirconia bars. *Dent Mater* 2001; 17: 260–267.
- CHRISTENSEN GJ. Computerized restorative dentistry. *State of the art*. *J Am Dent Assoc* 2001; 132: 1301–1303.
- FILSER F, KOCHER P, WEIBEL F, LÜTHY H, SCHÄRER P, GAUCKLER LJ: Reliability and strength of all-ceramic dental restorations fabricated by direct ceramic machining (DCM). *Int J Comput Dent* 2001; 4: 89–106.
- HEHN S. The evolution of a chairside CAD/CAM system for dental restorations. *Compend Contin Educ Dent.* 2001; 22 (6 Suppl): 4–6.
- JEDYNAKIEWICZ NM, MARTIN N. Functionally generated pathway theory, application and development in Cerec restorations. *Int J Comput Dent* 2001; 4: 5–36.
- KURBAD A: Cerec goes inLab – the metamorphosis of the system. *Int J Comput Dent* 2001; 4: 125–143.
- PREVOST AP, BOUCHARD Y: Cerec: correlation, an accurate and practical method for occlusal reconstruction. *Jnt J Comp Dent* 2001; 4: 185–193.
- SUTTOR D, BUNKE K, HOESCHELER S, HAUPTMANN H, HERTLEIN G: LAVA – the system for all-ceramic ZrO₂ crown and bridge frameworks. *Int J Comput Dent* 2001; 4: 195–206.
- WIEDHAHN K: Function with registration: Simple, fast, and safe using a new registration material. *Int J Comp Dent* 2001; 4: 207–216.
- 2002 BISLER A, BOCKHOLT U, KORDASS B, SUCHAN M, VOSS G. Der virtuelle Artikulator. *Int J Comput Dent* 2002; 5: 101–106.
- CASTANO MC, ZAPATA U, PEDROZA A, JARAMILLO JD, ROLDAN S. Creation of a three-dimensional model of the mandible and the TMJ in vivo by means of the finite element method. *Int J Comput Dent* 2002; 5: 87–99.
- EDELHOFF D, SORENSEN JA. Tooth structure removal associated with various preparation designs for posterior teeth. *Int J Periodont Rest* 2002; 22: 241–249.
- 2002 HIKITA K, UCHIYAMA Y, OTSUKI M, IYAMA K, DURET F. Function and clinical application of dental CAD/CAM “GN-1”. *Int J Comput Dent* 2002; 5: 11–23.
- 2003 GÄRTNER C, KORDASS B. The virtual articulator: development and evaluation. *Int J Comput Dent* 2003; 6: 11–23.
- 2004 GLAUSER R, SAILER I, WOHLWEND A, STUDER S, SCHIBLI M, SCHÄRER P. Experimental zirconia abutments for implant-supported single-tooth restorations in esthetically demanding regions: 4-year results of a prospective clinical study. *Int J Prosthodont* 2004; 17: 285–290.
- MÖRMANN WH. The origin of the Cerec method: a personal review of the first 5 years. *Int J Comput Dent* 2004; 7: 11–24.
- TINSCHERT J, NATT G, HASSENPFUG S, SPIEKERMANN H. Status of current CAD/CAM technology in dental medicine. *Int J Comput Dent* 2004; 7: 25–45.
- 2009 MEHL A, Genauigkeitsuntersuchung zur optischen Vermessung mit einer neuen intraoralen Kamera. Unveröffentl. Studie an der Station für computergestützte restaurative Zahnmedizin, Universität Zürich.
- 6 | Passgenauigkeit**
- 1985 DEDMON HW: Ability to evaluate nonvisible margin with an explorer. *Oper Dent* 1985; 10: 6–11.
- 1990 JÄGER K, HENZ B, WIRZ J, GRABER G: Marginale Passgenauigkeit befestigter adhäsiver Keramikinlays. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1990; 100: 1304–1309.
- 1992 INOKOSHI S, VAN MEERBEK B, WILLEMS G, LAMBRECHTS P, BREAM M, VANHERLE: Marginal accuracy of CAD/ CAM inlays made with the original and the updated software. *J Dent* 1992; 20: 171–177.
- STEBER-SANDERA I: Fügeverhältnisse bei computergestützter Herstellung von Keramikinlays unter Anwendung von drei Gerätegenerationen. *Med Diss*, Zürich 1992.
- 1993 KREJCI I, LUTZ F, REIMER M: Marginal adaptation and fit of adhesive ceramic inlays. *J Dent* 1993; 21: 39–46.
- MOLIN M, KARLSSON S: The fit of gold inlays and three ceramic inlay systems – A clinical and in vitro study. *Acta Odontol Scand* 1993; 51: 201–206.
- 1994 KAWAI K, ISENBERG B P, LEINFELDER K F: Effect of gap dimension on composite resin cement wear *J Dent Res* 1994; 25: 53 – 58.
- SIERVO S, PAMPALONE A, SIERVO P, SIERVO R: Where is the gap? Machineable ceramic systems and conventional laboratory restorations at a glance. *Quintessence Int* 1994; 25: 773–779.
- 1995 RINKE S, HÜLS A, JAHN L. Marginal accuracy and fracture strength of conventional and copy-milled all-ceramic crowns. *Int J Prosthodont* 1995; 8: 303–310.
- SCHMALZ G, FEDERLIN M, REICH E: Effect of dimension of luting space and luting composite on marginal adaptation of a class II ceramic inlay. *J Prosthet Dent* 1995; 73: 392–399.
- SHINKAI K, SUZUKI S, LEINFELDER K F, KATOH Y: Effect of gap dimension on wear resistance of luting agents. *Am J Dent* 1995; 8: 149–151.
- SJÖGREN G: Marginal and internal fit of four different types of ceramic inlays after luting. An in vitro study. *Acta Odontol Scand* 1995; 53: 24–28.
- SORENSEN J A, MUNKSGAARD E CH: Interfacial gaps of resin cemented ceramic inlays. *Eur J Oral Sci* 1995; 103: 116–120.
- 1996 MUNACK J, GEURTSSEN W: Marginal adaptation and fit of Cerec I/II and Empress overlays. In: Mörmann WH (ed) *CAD/CIM in aesthetic dentistry: Cerec 10 Year Anniversary Symposium*. Chicago: *Quintessence* 1996: 571–579.
- VAN GOGSWAARDT D C, KOPPITSCH V, MARX R, LAMPERT F: Belastbarkeit von keramischen Einlage-füllungen bei verschiedenen Adhäsivschichtbreiten. *Stomatologie* 1996; 93: 293–296.
- 1997 GUZMAN A F, MOORE B K, ANDRES C J: Wear resistance of four luting agents as a function of marginal gap distance, cement type, and restorative material. *Int J Prosthodont* 1997; 10: 415–425.
- MÖRMANN W H, SCHUG J: Grinding precision and accuracy of fit of Cerec 2 CAD-CIM inlays. *J Amer Dent Assoc* 1997; 128: 47–53.
- SJÖGREN G, HEDLUND S-O: Filler content and gap width after luting of ceramic inlays, using the ultrasonic insertion technique and composite resin cements. *Acta Odontol Scand* 1997; 55: 403–407.
- SULAIMAN F, CHAI J, JAMESON L M, WOZNIAC W T. A comparison of the marginal fit of In-Ceram, IPS Empress and Procera crowns. *Int J Prosthodont* 1997; 10: 478–484.
- UNTERBRINK G L: Differenzierende Analyse der erforderlichen Genauigkeit bei laborgefertigten Restaurationen. *Phillip J* 1997; 11–12: 386–388.

- 1998 FISCHER J, GRÄBER H-G, LAMPERT F: Die Randschlussqualität von zahnfarbenen Klasse-II-Versorgungen. ZWR 1998; 107: 192–195.
MAY KB, RUSSEL MM, RAZZOOG ME, LANG BR. Precision of fit: the Procera AllCeram crown. J Prosthet Dent 1998; 80: 394–404.
- 2001 SCHULTZ CH. Passgenauigkeit, marginale Adaptation und okklusale Abrasion von Cerec Inlays. Med Diss, Zürich: 2001.
- 2004 LUTHARDT RG, BORNEMANN G, LEMELSON S, WALTER MH, HULS A. An innovative method for evaluation of the 3–D internal fit of CAD/CAM crowns fabricated after direct optical versus indirect laser scan digitizing. Int J Prosthodont 2004; 17: 680–685.
- 2006 FASBINDER DJ. Multi-Center Trial: Margin Fit and Internal Adaptation of CEREC Crowns. In: Mörmann WH (ed.), State of the Art of CAD/CAM Restorations, 20 Years of CEREC, Berlin: Quintessence, 2006: Poster.
- 2008 REICH S, GOZDOWSKI S, TRENTZSCH L, FRANKENBERGER R, LOHBAUER U: Marginal Fit of Heat-pressed vs CAD/CAM Processed All-ceramic Onlays Using a Milling Unit Prototype. Operative Dentistry 2008; 33-6: 644–650.

7 | Ausarbeiten, Politur, Reparatur

- 1991 SCHMID O, KREJCI I, LUTZ F: Ausarbeitung von adhäsiven zahnfarbenen Inlays aus Komposit und Keramik. Schweiz Monatsschr Zahnmed 1991; 101: 177–184.
- 1995 FEHER A, MÖRMANN W: Die Ausarbeitung von Keramik-Restaurationen mit superfeinen Diamantinstrumenten. Schweiz Monatsschr Zahnmed 1995; 105: 474–479.
KREJCI I, LUTZ F, KREJCI D: Schall- / ultraschallbetriebene diamantierte Instrumente zur Kavitätenpräparation zum Konturieren und zum Finieren. ZWR 1995; 104: 781–786.
MALONE W F P, TAYLOR TH D: Effects of ultrasonic scaling and periodontal curettage on surface roughness of porcelain. J Prosthet Dent 1995; 73: 227–232.
- 1996 KREJCI, I, LUTZ F, BAFELLI G, KILCHER B: Nondestruiktive Politur mit einem neuentwickelten rotierenden Bürstchen. ZWR 1996; 105: 304–308.
- 1997 BOLLEN CM, LAMBRECHTS P, QUIRYNEN M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. Dent Mater 1997; 13: 258–69.
- 1998 DENEHY G, BOUSCHLICHER M, VARGAS M: Intraoral repair of cosmetic restorations. Dent Clin North Am 1998; 42: 719–737.
- 2001 TSOTSOS S: An indirect/direct method for contouring and finishing Cerec restorations. Int J Comput Dent 2001; 4: 37–45.

8 | Cerec Kronen Technologie

- 1996 BINDL A, MÖRMANN WH. Clinical and technical aspects of the Cerec In-Ceram crown. In: Mörmann, W. H. (ed): CAD/CIM in Aesthetic Dentistry. Cerec 10 Year Anniversary Symposium. Chicago: Quintessence 1996: 441–462.
BINDL A, MÖRMANN WH. Klinische und technische Aspekte der CEREC In-Ceram Krone. Quintessenz 1996; 47, 775–792.
BITZ M, MÖRMANNWH. Documentation of CEREC crowns via electronic communication. In: Mörmann, W. H. (ed): CAD/CIM in Aesthetic Dentistry. Cerec 10 Year Anniversary Symposium. Chicago: Quintessence 1996: 495–516.
LAMPE K, LÜTHY H, MÖRMANN WH. Fracture load of all-ceramic computer crowns. In: Mörmann, W. H. (ed): CAD/CIM in Aesthetic Dentistry. Cerec 10 Year Anniversary Symposium. Chicago: Quintessence 1996: 463–482.
- 1997 BINDL A, MÖRMANN WH. Chairside Computer-Krone – Verfahrenszeit und klinische Qualität. Acta Med Dent Helv 2: 1997; 2: 293–300.
DEVIGUS A. Die Cerec-2–Frontzahnkrone. Dental Magazin 1997; 3: 38–41.
LAMPE K, LÜTHY H, MÖRMANN WH, LUTZ F. Bruchlast vollkeramischer Computerkronen. Acta Med Dent Helv 1997; 2: 76–83.
- 1998 MÖRMANN WH, RATHKE A. , LÜTHY H. Der Einfluss von Präparation und Befestigungsmethode auf die Bruchlast vollkeramischer Computerkronen. Acta Med Dent Helv 1998; 3: 29–35.
MÖRMANN WH, BINDL A. Die Cerec-Computerkrone – erste klinische und wissenschaftliche Erfahrungen. Dental Magazin 1998; 16: 82–91.
MÖRMANN WH, BINDL A. , LÜTHY H, RATHKE A. Effects of preparation and luting system on all-ceramic computer-generated crowns. Int J. Prosthodont 1998; 11: 333–339.
- 1999 BINDL A, WINDISCH S, MÖRMANN WH. Full-Ceramic CAD/CIM Anterior Crowns and Copings. Int J Comput Dent 1999; 2: 97–111.

- 1999 BINDL A, MÖRMANN WH. Clinical evaluation of adhesively placed Cerec Endo-Crowns after 2 years – Preliminary results. J Adhesive Dent 1999; 1, 255–265.
CHEN HY, HICKEL R, SETCOS JC, KUNZLEMANN KH. Effects of surface finish and fatigue testing on the fracture strength of CAD/CAM and pressed ceramic crowns. J Prostet Dent 1999; 82: 468–475.
MALAMENT KA, SOCRANSKY SS. Survival of Dicor glass-ceramic dental restorations over 14 years: Part I. Survival of Dicor complete coverage restorations and effect of internal surface acid etching, tooth position, gender and age. J Prosthet Dent 1999; 81: 23–32.
MÖRMANN WH, BINDL A, RICHTER B, APHOLT W, TOTH RT. Cerec Computer Aided Design, Computer Integrated Manufacturing: full-ceramic crowns. CAD/CIM Library, Vol 2 , Zurich: SFCZ Publishing 1999.
TOTH RT, MÖRMANN W. Cerec 2 vollkeramische CAD/CIM Computerkronen – Konstruktion im Front- und Seitenzahnbereich. CAD/CIM Bibliothek Band 1, SFCZ-Verlag Zürich 1999.
WINDISCH S, BINDL A, MÖRMANN WH. Passgenauigkeit von vollkeramischen Cerec CAD/CIM Frontzahnkronen und Frontzahnkronenkappen. Acta Med Dent Helv 1999; 3: 29–37.
- 2000 CHAI J, TAKAHASHI Y, SULAIMAN F, CHONG K, LAUTENSCHLAGER EP. Probability of fracture of all-ceramic crowns. Int J Prosthodont 2000; 13: 420–424.
MÖRMANN WH, BINDL A. The Cerec 3 – A quantum leap for computer-aided restorations: Initial clinical results. Quintessence Int 2000; 31: 699–712.
MÖRMANN WH, BINDL A, APHOLT W. Cerec 3 Computer-Restaurationen – erste klinische Erfahrungen. Zahnärztliche Mitteilungen 2000; 90: 2860–2869.
POLANSKY R, ARNETZL G, HAAS M, KEIL C, WIMMER G, LORENZONI M. Restentinstärke nach 1,2 mm-Stufenpräparation für Cerec-Kronen. Int J Comput Dent 2000; 3: 243–258.
- 2001 BESIMO CE, SPIELMANN H-P, ROHNER H-P. Computer-assisted generation of all-ceramic crowns and fixed partial dentures. Int J Comput Dent 2001; 4: 243–262.
TSOTSOS S. Single-appointment, all-ceramic anterior restorations. Int J Comput Dent. 2001; 4: 263–72.
- 2002 BINDL A, MÖRMANN WH. An up to 5-year Clinical Evaluation of Posterior In-Ceram CAD/CAM Core Crowns. Int J Prosthodont 2002; 15: 451–456.
MCLAREN EA, TERRY DA. CAD/CAM systems, materials, and clinical guidelines for all-ceramic crowns and fixed partial dentures. Compend Contin Educ Dent 2002; 23: 637–641.
LAWN BR, DENG Y, LLOYD IK, JANAL MN, REKOW D, THOMPSON VP. Materials design of ceramic-based layer structures for crowns. J Dent Res 2002; 81: 433–438.
REICH S, HORNBERGER H. The effect of multicolored machinable ceramics on the esthetics of all-ceramic crowns. J Prosthet Dent 2002; 88: 44–49.
- 2003 NAKAMURA T, DEI N, KOJIMA T, WAKABAYASHI K. Marginal and internal fit of Cerec 3 CAD/CAM all-ceramic crowns. Int J Prosthodont 2003; 16: 244–248.
ZHAO YF, WANG HR, LI Y. The effect of tooth preparation design on the CAD/CAM all-ceramic coping crown's fitness. Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi. 2003; 38: 330–332. Chinese
- 2004 ATTIA A, KERN M. Influence of cyclic loading and luting agents on the fracture load of two all-ceramic crown systems. J Prosthet Dent 2004; 92: 551–556.
BINDL A, MÖRMANN WH. Survival rate of mono-ceramic and ceramic-core CAD/CAM-generated anterior crowns over 2–5 years. Eur J Oral Sci 2004; 112: 197–204.
MÖRMANN WH, BINDL A. 3D-CAD/CAM für jedermann in Praxis und Labor Zahnärztliche Mitteilungen 2004; 94: 228–232.
OTTO T. Computer-aided direct all-ceramic crowns: preliminary 1-year results of a prospective clinical study. Int J Perio Rest Dent 2004; 24: 447–455.
REICH SM, WICHMANN M, RINNE H, SHORTALL A. Clinical performance of large, all-ceramic CAD/CAM-generated restorations after three years: a pilot study. J Am Dent Assoc 2004; 135: 605–612.
WANG HR, ZHAO YF, ZHANG FM. Study on the occlusal surface design methods of CAD/CAM all-ceramic coping crown. Sichuan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban. 2004; 35: 280–282. Chinese
- 2005 BINDL A, MÖRMANN WH. Marginal and internal fit of all-ceramic CAD/CAM crown-copings und chamfer preparations. J Oral Rehabil 2005; 32: 441–447.
BINDL A, RICHTER B, MÖRMANN WH. Survival of ceramic CAD/CAM crowns bonded to preparations with reduced macrorotation geometry. Int J Prosthodont 2005; 18: 219–224.

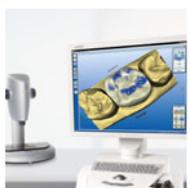
9 | Cerec 3D Applikation und Klinik

- 2000 HANSEN, S. Präparationen für CEREC 3: Gibt es noch Einschränkungen? Int J Comput Dent 2000; 3: 197–205.
- 2001 TSOTSOS S. Single-appointment, all-ceramic anterior restorations. Int J Comput Dent 2001; 4: 263–272.
- 2003 ENDER A. , WIEDHAHN K, MÖRMANN WH: Chairside multi-unit restoration of a quadrant using the new Cerec 3D-Software. Int J Comput Dent 2003; 6: 89–94.
FRITSCHKE G. Correlation and Function in Cerec 3D – what is new? Int J Comput Dent 2003; 6: 83–88.
KURBAD A, REICHEL K. All-ceramic primary telescopic crowns with Cerec inLab. Int J Comput Dent 2003; 6: 103–11.
MASEK R. Designing in 3D-a more visual approach to Cerec correlation. Int J Comput Dent 2003; 6: 75–82.
REISS B. Occlusal surface design with CEREC 3D. Int J Comput Dent 2003; 6: 333–342.
SCHENK O. Cerec Classic: The inlay with Cerec 3D step-by-step. Int J Comput Dent 2003; 6: 67–73.
SCHNEIDER O. Cerec veneers – Practical procedure and case presentation. Int J Comput Dent 2003; 6: 283–292.
SCHNEIDER W. Cerec 3D – a new dimension in treatment. Int J Comput Dent 2003; 6: 57–66.
WIEDHAHN K. The Cerec 3D veneer program – is bad news good news? Int J Comput Dent 2003; 6: 95–101.

- 2004 FRITZSCHE G. Treatment of a single-tooth gap with CEREC 3D crown on an implant: A case report; Int J Comput Dent 2004; 7: 199–206.
MACLEOD R. Chairside correlation in Cerec 3D software. Int J Comput Dent 2004; 7: 269–278.
MASEK R. Margin isolation for optical impressions and adhesion. Int J Comput Dent 2005; 8: 69–76.
MÖRMANN WH, BINDL A. 3D-CAD/CAM für jedermann in Praxis und Labor. Zahnärztliche Mitteilungen 2004; 94: 228–232.
SCHNEIDER W. In the name of the crown: the Cerec 3D crown upgrade. Int J Comput Dent 2005; 8: 41–45.
REICH S, WICHMANN M, BÜRCEL P. The self-adjusting crown (SAC). Int J Comput Dent 2005; 8: 47–58.
WIEDHAHN K. Cerec 3D veneers with R2005 – veneers à la carte. Int J Comput Dent 2005; 8: 59–68.
- 2007 MASEK R. Ultimate CEREC Creations – Comprehensive Single Visit Esthetic Dentistry. In Mörmann WH (ed.) State of the Art of CAD/CAM Restorations, 20 Years of CEREC, Berlin: Quintessence, 2006: 131–138.

10 | Cerec Qualitätsleitlinien

- 2001 PRÖBSTER L. Sind vollkeramische Kronen und Brücken wissenschaftlich anerkannt? Gemeinsame Stellungnahme von DGZMK und DGZPW. Dtsch Zahnärztl Z 2001; 56: 575–576.
- 2005 SCHWEIZERISCHE ZAHNÄRZTE GESELLSCHAFT SSO. Qualitätsleitlinien in der Zahnmedizin, Restaurative Zahnmedizin. Schweiz Monatsschr Zahnmed 2005; 115: 71–91.



Sirona – weltweit einmalige Systemkompetenz für dentale Ausrüstungsgüter

Sirona entwickelt und produziert CAD/CAM-Systeme für Praxis (CEREC) und Labor (inLab), Instrumente und Hygienesysteme, Behandlungseinheiten sowie bildgebende Systeme. Ziel von Sirona ist es dabei immer, Produkte zu liefern, die Ihnen ein Maximum an Wirtschaftlichkeit, Bedienfreundlichkeit und Innovation garantieren. Zum Nutzen Ihrer Praxis. Zum Wohle Ihrer Patienten. So können Sie mit jeder neuen Herausforderung, der Sie sich täglich stellen müssen, sicher sein: **Es wird ein guter Tag. Mit Sirona.**

Sirona Dental Systems · Fabrikstraße 31 · 64625 Bensheim
E-Mail: contact@sirona.de · www.sirona.de