
Forschung · Wissenschaft Recherche · Science

Editor-in-chief
Chefredaktor
Rédacteur en chef
Jürg Meyer, Basel

Editors
Redaktoren
Rédacteurs
Urs Belser, Genève
Peter Hotz, Bern
Heinz Lüthy, Zürich

Assistant Editor
Redaktions-Assistent
Rédacteur assistant
Tuomas Waltimo, Basel

Advisory board / Gutachtergremium / Comité de lecture

P. Baehni, Genève
J.-P. Bernard, Genève
C.E. Besimo, Basel
S. Bouillaguet, Genève
U. Brägger, Bern
D. Buser, Bern
M. Cattani, Genève
B. Ciucchi, Genève
K. Dula, Bern
A. Filippi, Basel
J. Fischer, Bern
L.M. Gallo, Zürich
R. Glauser, Zürich
R. Gmür, Zürich
W. Gnoinski, Zürich
K.W. Grätz, Zürich
Ch. Hämmerle, Zürich
N. Hardt, Luzern
T. Imfeld, Zürich

K.H. Jäger, Basel
J.-P. Joho, Genève
R. Jung, Zürich
S. Kiliaridis, Genève
I. Krejci, Genève
J.Th. Lambrecht, Basel
N.P. Lang, Bern
T. Lombardi, Genève
H.U. Luder, Zürich
A. Lussi, Bern
P. Magne, Genève
C. Marinello, Basel
G. Menghini, Zürich
R. Mericske-Stern, Bern
J.-M. Meyer, Genève
A. Mombelli, Genève
W. Mörmann, Zürich
G. Pajrola, Zürich
S. Palla, Zürich

S. Paul, Zürich
M. Perrier, Lausanne
B. Pjetursson, Bern
C. Ramseier, Bern
M. Richter, Genève
S. Ruf, Bern
H.F. Sailer, Zürich
J. Samson, Genève
U.P. Saxer, Zürich
J.-P. Schatz, Genève
S. Scherrer, Genève
P. Schüpbach, Horgen
H. van Waes, Zürich
P. Velvart, Zürich
T. von Arx, Bern
F. Weber, Zürich
R. Weiger, Basel
A. Wichelhaus, Basel
A. Wiskott, Genève

Publisher
Herausgeber
Editeur
Schweizerische Zahnärzte-Gesellschaft SSO
Société Suisse d'Odonto-Stomatologie
CH-3000 Bern 7

Adresse der wissenschaftlichen Redaktion
Prof. Jürg Meyer
Zentrum für Zahnmedizin
Institut für Präventivzahnmedizin und Orale Mikrobiologie
Hebelstr. 3
4056 Basel

Die Versorgung von Klasse-V-Kavitäten mit dem Ormocer®-basierenden Füllungssystem Admira®*

* Herrn Prof. Dr. med. H. Wolfgang Klimm zum 60. Geburtstag gewidmet

Zusammenfassung

Ziel dieser Studie war es, die Wirksamkeit eines Ormocer®-basierenden Füllungssystems zur Versorgung von kariösen und nichtkariösen Klasse-V-Mischkavitäten zu beurteilen.

Bei einer Probandengruppe (Gruppe 1) wurden 70 Füllungen mit der stopfbaren Materialvariante Admira® gelegt. In einer weiteren Untersuchungsgruppe (Gruppe 2) erfolgte die Versorgung von 25 Kavitäten mit dem fließfähigen Material Admira® Flow allein oder mit beiden Materialien Admira® Flow/Admira® in CBF-Technik. Die klinische Auswertung wurde anhand eines von BÖHM et al. (1991) nach LUTZ et al. (1977) und RYGE (1980) modifizierten Prüfschemas vorgenommen. Die Füllungen der Gruppe 1 haben den Zweijahres-, die der Gruppe 2 den Einjahresstand erreicht.

Sowohl mit der stopfbaren als auch mit der fließfähigen Materialvariante wurden trotz geringfügiger Mängel in den einzelnen Prüfkriterien gute Ergebnisse erzielt. Lediglich die Retentionsrate war für das fließfähige Komposit nach sechs und zwölf Monaten mit jeweils 100% dem stopfbaren Material gegenüber (98,5% bzw. 93,9%) überlegen. Nach zwei Jahren Liegedauer zeichneten sich in Gruppe 1 signifikante Unterschiede gegenüber der Ausgangssituation bezüglich des Volumenverhaltens und der Oberflächentextur ab. Keine Signifikanz hingegen war bei der Bewertung des Farbverhaltens, der Bindungszonenmorphologie und der klinischen Akzeptanz festzustellen. Eine Evaluation von Repliken im Rasterelektronenmikroskop bestätigte die klinischen Untersuchungsergebnisse, deckte aber auch gleichzeitig klinisch nicht sichtbare Bindungszonenmängel auf.

A. CHRISTIANE HENNIG¹, E. BARBARA HELBIG¹,
EVA HAUFE², GERT RICHTER³ und H. WOLFGANG
KLIMM¹

- 1 Poliklinik für Zahnerhaltung des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde des Universitätsklinikums Carl Gustav Carus der Technischen Universität Dresden
- 2 Institut für Arbeits- und Sozialmedizin der Medizinischen Fakultät Carl Gustav Carus an der Technischen Universität Dresden
- 3 Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde des Universitätsklinikums Carl Gustav Carus der Technischen Universität Dresden

Schweiz Monatsschr Zahnmed 114: 104–114 (2004)

Schlüsselwörter: Ormocer, klinische Studie, Replika-Technik, Klasse V

Zur Veröffentlichung angenommen: 22. Oktober 2003

Korrespondenzadresse:

ZÄ A. Christiane Hennig
Poliklinik für Zahnerhaltung des Zentrums für Zahn-,
Mund- und Kieferheilkunde des Universitätsklinikums
Carl Gustav Carus der Technischen Universität Dresden,
Fetscherstrasse 74, D-01307 Dresden
Tel. +49351/458 27 13, Fax +49351/458 53 81
E-Mail: klimm@rcs.urz.tu-dresden.de

Einleitung

Zahnfarbene adhäsive Kompositmaterialien dominieren derzeit die restaurative Zahnmedizin und haben allgemein einen hohen Qualitätsstandard erreicht. Eine Materialalternative zu den bewährten Hybridkompositen stellten die 1998 erstmals auf dem zahnärztlichen Markt vertriebenen Ormocere® dar. Das Akronym Ormocer steht für die angloamerikanische Bezeichnung «Organically modified ceramics». Vor allem eine Reduktion der Polymerisationsschrumpfung und eine hohe Biokompatibi-

lität sollen die neue Werkstoffgruppe auszeichnen (HICKEL et al. 1998). Bislang gehen aus dem Schrifttum zu Ormoceren® nur wenige klinische bzw. experimentelle Untersuchungen hervor (MANHART et al. 1999, HALLER & SCHUSTER 2000). Obwohl nachgewiesen werden konnte, dass Ormocere® auf Grund ihrer chemischen Struktur das Potenzial zur Senkung der Polymerisationsschrumpfung besitzen (WOLTER et al. 1994), lassen die verfügbaren Studienergebnisse eine Überlegenheit in Bezug auf die physikalischen Eigenschaften im Vergleich zu Hybridkompositen nicht erkennen (SOLTÉSZ 1999, HICKEL et al. 1998, HALLER & SCHUSTER 2000, ERNST & WILLERSHAUSEN 2003). Dennoch verdienen die Ormocere® in Anbetracht ihrer anorganischen Matrixstruktur und der darauf basierenden höheren Bioverträglichkeit Beachtung (WATAHA et al. 1999).

Ziel dieser Studie war es, das klinische Verhalten des Ormocere®-basierenden Füllungskomposits Admira® (VOCO, Cuxhaven, Deutschland) in kariösen und nichtkariösen Klasse-V-Mischkavitäten über einen Verlaufszeitraum von einem bzw. zwei Jahren zu beurteilen. Die Auswertung erfolgte anhand modifizierter Ryge-Prüfkriterien. Mit Hilfe der Rasterelektronenmikroskopie von Repliken sollten morphologische Phänomene aufgedeckt werden.

Materialien und Methodik

Bei Admira® handelt es sich um ein lichthärtendes Füllungsmaterial auf Ormocere®-Basis, dessen Matrix aus überwiegend dreidimensional vernetzten Verbundpolymeren und einem Anteil aus Bis-GMA, UDMA und TEGDMA besteht (zusammen 21,2 Gew.-%). Als anorganische Füllstoffe dienen Erdalkalisilikatglas mit einer mittleren Partikelgröße von 0,7 µm und Mikrofüllern aus pyrogenem Siliziumdioxid von ca. 0,04 µm (zusammen 78 Gew.-%). Die Füllpartikel sind wie üblich silanisiert. Mit 0,8 Gew.-% sind Pigmente, Campherchinon und Stabilisatoren beigelegt. Das Einkomponenten-Dentin-Schmelzbond Admira® Bond enthält neben dreidimensional vernetzten Verbundpolymeren mit Calcium-komplexierenden Carboxylatgruppen Phosphorsäure-, Carbonsäure- und OH-funktionalisierte Methacrylate, Bis-GMA, eine organische Fluoridkomponente und Aceton (HALLER & SCHUSTER 2000, MANHART 2001). Das fließfähige lichthärtende Material Admira® Flow (VOCO, Cuxhaven, Deutschland) verfügt über thixotrope Eigenschaften und entspricht grundsätzlich in seinem Strukturaufbau dem stopfbaren Material auf Ormocere®-Basis. Laut Herstellerangaben enthält Admira® Flow 63 Gew.-% anorganische Füllstoffe mit einer mittleren Partikelgröße von 0,7 µm und hochdisperses Siliziumdioxid.

Gruppe 1

25 Patienten gaben nach Aufklärung durch den behandelnden Zahnarzt ihr Einverständnis zur Versorgung von Zahnhalsdefekten mit dem Ormocere®-basierenden Füllungssystem Admira®. Eine Genehmigung der Ethikkommission war nicht erforderlich, da es sich bei dem verwendeten Material um ein CE-zertifiziertes und in Deutschland zugelassenes Produkt handelte. Von 70 Füllungen entfielen drei auf Erosionsabrasionen, 19 Füllungen auf zu ersetzende Restaurationen, 38 Füllungen auf keilförmige Defekte und zehn Füllungen auf kariöse Läsionen. Die Dentinegrenze erstreckte sich bei 55 der Mischkavitäten gingival, in fünf Fällen infra- und in zehn supragingival. Da im Studienverlauf während der Applikation des Füllungsmaterials hin und wieder beobachtet werden konnte, dass sich das Füllungsmaterial bei einem freien Schichten aus der Kavität herauszog

(13 Fälle von 70), war es ein Anliegen zu prüfen, ob bei Verwendung eines fließfähigen Materials eine potenzielle Verbesserung der internen Adaptation an die Kavitätenwände zu erzielen ist. Dafür wurde eine zweite Untersuchungsgruppe gebildet.

Gruppe 2

Acht Patienten, die zum Teil auch schon der Gruppe 1 angehörten, erklärten sich zur Versorgung mit insgesamt 24 Füllungen der Kavitätenklasse V mit Admira® Flow und Admira® im Sinne einer CBF-Technik («Composite-bonded-to-flowable») (FRANKENBERGER et al. 1999) bzw. bei kleineren Defekten mit dem fließfähigen Komposit allein einverstanden. Die Defekte verteilten sich wie folgt: vier Kavitäten mit Primärkaries, eine mit Sekundärkaries, zehn keilförmige Defekte und neun insuffiziente Füllungen. Die zervikalen Ränder lagen in 18 Fällen gingival, in fünf Fällen infragingival und bei einer Kavität supragingival.

Die Primärpräparation von Erosionsabrasionen und keilförmigen Defekten beschränkte sich auf eine kurze Randabschrägung im Schmelzbereich, nachdem eine Reinigung mit einer fluoridfreien Reinigungspaste (Klinter, VOCO, Cuxhaven, Deutschland) und zusätzlich mit 0,5%iger alkoholischer Chlorhexidindigluconatlösung erfolgte. Kariöse Läsionen, kariesfreie Zweitversorgungen nach Füllungstherapie und Fälle von Sekundärkaries wurden nach einer zahnhartsubstanzschonenden defektbezogenen Kavitätenpräparation ebenfalls mit einer kurzen Schmelzrandabschrägung versehen. Auf eine zusätzliche Präparation von Unterschnitten wurde verzichtet. In tiefen Kavitäten wurde zum Schutz der Pulpa punktförmig das kalziumhydroxidhaltige Präparat Calcimol® (VOCO, Cuxhaven, Deutschland) appliziert und in Einzelfällen bei einer größeren Kavitätenausdehnung unter Freilassung des zervikalen Dentinrandes der Glasionomerzement Ketac-Bond (3M Espe, Seefeld, Deutschland) verwendet. Die Gingiva infragingival lokalisierter Kavitätenränder wurde zunächst mit Retraktionsfäden (Retracto, Roeko, Langenau, Deutschland) verdrängt. Unter relativer Trockenlegung kam bei den nichtkariösen Hartsubstanzdefekten die Total-Ätz-Technik mit dem 35%igen Phosphorsäure-Gel Vococid® (VOCO, Cuxhaven, Deutschland) zur Anwendung. Bei den mit einem Pulpaschutz versehenen mechanisch präparierten Defekten wurde der komplette Rand in gleicher Weise geätzt. Die Ätzung vollzog sich vom Schmelzrand beginnend ca. 20 bis 30 s im Schmelz und maximal 15 s im Dentin. Anschliessend wurde das Ätzgel abgesaugt und die Kavität gründlich ca. 20 s mit dem Luft-Wasser-Spray gespült. Überschüssige Feuchtigkeit wurde mit dem Luftbläser (gently blow-drying) entfernt, sodass das Dentin ein leicht feuchtes und der Schmelz ein kreidigweisses Aussehen (Moist Bonding) aufwies (FRANKENBERGER 1997, TAY et al. 1995). Nach dem Auftragen einer gleichmässigen Schicht des Adhäsivs auf alle präparierten Schmelz- und Dentinflächen mit einem Applikator (Micro Tim, VOCO, Cuxhaven, Deutschland) und einer Einwirkzeit von 30 s wurde das Adhäsiv mit einem schwachen Luftstrom verblasen. Mit reduzierter Lichtintensität während der gesamten Belichtungszeit (Elipar Trilight, 3M Espe, Seefeld, Deutschland) erfolgte die Polymerisation für 20 s. In Gruppe 2 wurde im Falle einer CBF-Technik zunächst eine dünne Schicht des fließfähigen Komposits Admira® Flow mit einer Applikationskanüle in die Kavität eingebracht und für 40 s mit Softstartpolymerisation ausgehärtet. Je nach Kavitätentiefe erfolgte die schichtweise Applikation des Füllungsmaterials Admira® mittels Füllspatel und Kugelstopfer. Kleine Kavitäten der Gruppe 2 wurden vollständig mit dem Flowable aufgefüllt. Im Anschluss daran erfolgte die Aushärtung des Materials für 40 s mit kontinuierlich innerhalb von 15 s

bis zur vollen Höhe (800 mW/cm²) ansteigenden Lichtintensität. In Fällen, in denen es die Kavitätenausdehnung erlaubte, wurden transparente Zervikalmatrizen (Hawe Neos, Bioggio, Schweiz) als Formhilfen verwendet. Die abschliessende Oberflächenbearbeitung zunächst mit Konturier- und Finierdiamantschleifern (Busch, Engelskirchen, Deutschland), aluminiumoxidbeschichteten Konturier- und Polierscheiben (3M Sof-Lex™, 3M Dental Products, St. Paul, MN, USA), Silikonpolierern (EVE, Pforzheim, Deutschland) sowie die Hochglanzpolitur mit Gummikelch

(Hawe Prophy Cup Snap on, Hawe Neos, Bioggio, Schweiz) und Paste (Super Polish, Hawe Neos, Bioggio, Schweiz) schlossen die restaurative Therapie ab.

Direkt nach Füllungsapplikation und nachfolgend im Abstand von sechs, zwölf und 24 Monaten wurden die Restaurationen entsprechend eines nach LUTZ et al. (1977) und RYGE (1980) modifizierten Prüfschemas (BÖHM et al. 1991) unter Verwendung einer Lupenbrille (4fach) mit Spiegel und Sonde nachuntersucht (Tab. I). Mit Hilfe von Luftbläser und Sonde bzw. durch

Tab. I Prüfkriterien für Komposite (BÖHM et al. 1991).

Farbverhalten	Bindungszonenmorphologie	Volumenverhalten	Oberflächentextur	Schmerzsymptomatik	Klinische Akzeptanz
A Farbe stimmt mit dem umgebenden Hartgewebe überein	A perfekter fugenloser Übergang; keine Randverfärbung	A anatomische Form entspricht den geforderten Bedingungen (fugenloser Übergang, Kontaktpunkt, Randwulst, Oberflächenrelief)	A schmelzähnliche, glatte, glänzende Oberfläche der kompletten Füllung	A keine Beschwerden	A akzeptabel
B Oberflächenverfärbung	B Randverfärbung – klinisch diagnostizierbares Microleakage	B ₁ zentrale Abrasion	B schmelzähnliche, glänzende Oberfläche, bei Sondierung rau	B Hypersensibilität auf thermische oder hyperosmolare Reize	B tolerierbar
C ₁ Füllungskörperverfärbung (dunkler als Hartgewebe)	C sondierbare und/oder sichtbare Randfrakturen im Füllungs- und/oder Schmelzrandbereich und/oder Dentinrandbereich	B ₂ negative Stufe	C ₁ schmelzähnliche, glatte, glänzende Oberfläche zentraler Füllungsbereiche und Rauigkeiten im Füllungsrandbereich	C Hypersensibilität auf mechanische Berührung	C nicht akzeptabel
C ₂ Füllungskörperverfärbung (heller als Hartgewebe)	D sondierbare und/oder sichtbare Randeinsenkungen	B ₃ Überschüsse im instrumentell zugänglichen Bereich	C ₂ schmelzähnliche, glatte, glänzende Oberfläche in nicht kaufunktionell belasteten, der Zahnbürstenabrasion zugänglichen Bereichen bei gleichzeitiger Rauigkeit des kaufunktionell belasteten Füllungsanteils	D Spontanschmerz ohne Perkussionsempfindlichkeit	
	E Füllungsteildefekte im Randbereich bis zum Dentin und/oder der Unterfüllung reichend	B ₄ Überschüsse im instrumentell unzugänglichen Bereich	C ₃ gleichmässige, sichtbar und sondierbar raue Oberfläche der gesamten Füllung	E Spontanschmerz mit Perkussionsempfindlichkeit	
		C Kontaktpunktschwäche	C ₄ ungleichmässige, sichtbar und sondierbar raue Oberfläche der gesamten Füllung		
		D Randwulsteinbruch (z.B. Chips)	D unregelmässige, grobe Oberflächenrauigkeiten bei gleichzeitig rauer Gesamtoberfläche		
		E Füllungsteilverlust (Unterfüllung oder Dentin liegt frei)			
		F Füllungsverlust komplett			

zusätzliches Befragen des Patienten wurde die Schmerzsymptomatik nichtkariöser zervikaler Zahnhartsubstanzgewebe sowohl präoperativ als auch zu den einzelnen Kontrollterminen ermittelt. Eine statistische Auswertung wurde unter Benutzung von Kontingenztafeln anhand des Chi-Quadrat-Tests vorgenommen. In Einzelfällen erfolgte eine Fotodokumentation. Von zufällig ausgewählten Füllungen aus den Gruppen 1 und 2 wurden zu den jeweiligen Kontrollzeitpunkten Repliken (Abformmaterial: Aquasil™ Monophase, Dentsply De Trey, Konstanz, Deutschland, Modellmaterial: Epon®, Serva, Heidelberg, Deutschland) angefertigt. Im Hochvakuum-Modus eines ESEM (Environmental Scanning Electron Microscope, Philips XL 30, Eindhoven, Niederlande) wurden Füllungsrandbereiche und -oberflächen einer qualitativen Bewertung unterzogen. Eine statistische Auswertung erfolgte nicht. Morphologische Phänomene wurden lediglich verbal beurteilt.

Resultate

Klinische Untersuchungsergebnisse der Gruppe 1

Von ursprünglich 25 Patienten mit 70 Füllungen zum Basiszeitpunkt konnten zum vierten Recalltermin nach zwei Jahren noch 20 Patienten mit 52 Füllungen nachuntersucht werden. Zur Halbjahreskontrolle liessen sich 69 Füllungen (ein Füllungsverlust) und nach einem Jahr noch 62 Füllungen (drei Füllungsverluste, Entfernung von zwei Füllungen auf Grund andauernder Schmerzsymptomatik, zwei Drop-outs auf Grund eines Wohnortwechsels) nachuntersuchen. Nach zwei Jahren waren noch 52 Füllungen (sechs Füllungsverluste, zwei Füllungsteildefekte, zwei Drop-outs auf Grund eines Wohnortwechsels) einer Reevaluation zugänglich. Die Ergebnisse zum Basiszeitpunkt sowie nach sechs, zwölf und 24 Monaten sind in Tab. II und Abb. 1 dargestellt.

Das *Farbverhalten* von Füllung und Zahn blieb während des gesamten Untersuchungszeitraums relativ konstant. Verfärbungen der Oberfläche traten nicht auf. Einzelne Restaurationen erhielten jedoch schon zum Termin der Basiskontrolle das Kriterium C1 oder C2 für die Farbe der Füllung, da diese entweder etwas zu dunkel (5 von 70) oder zu hell (4 von 70) ausfielen (Tab. II). Insgesamt 22 Füllungen erwiesen sich als etwas zu transparent, was sich jedoch bei der Beurteilung des Farbverhaltens nicht immer als ein Qualitätsmangel niederschlug. Davon schimmerte in neun Fällen in Abhängigkeit von der Füllungsschichtdicke, jedoch unabhängig von der Farbe, die Unterfüllung bzw. der Pulpaschutz durch das Material hindurch. Die statistische Auswertung ergab für $\alpha = 5\%$ mit einem Chi²-Wert von 0,10 keine Signifikanz (Tafelwert 12,59).

Bindungszonenmängel traten erstmals nach sechs Monaten auf. Dabei handelte es sich um eine Randverfärbung und eine Füllungsrandfraktur im Dentinrandbereich (Tab. II). Nach einem Jahr war ein leichter Anstieg an Randverfärbungen (3 von 62) zu beobachten. Zudem konnte an zwei Füllungen eine Randfraktur dokumentiert werden. Diesbezüglich traten nach 24 Monaten zwei weitere Fälle hinzu (Tab. II). Der Chi-Test ergab für $\alpha = 5\%$ einen Wert von 11,46 (Tafelwert 12,59) und erwies sich somit als nicht signifikant.

Im Hinblick auf das *Volumenverhalten* fanden sich zum Basiszeitpunkt in zwei Fällen Überschüsse in instrumentell schwer zugänglichen Bereichen und in einem Fall eine negative Stufe (Tab. II). Nach sechs Monaten war ein erster Füllungsverlust aufgetreten. Zur Einjahreskontrolle wurde ein signifikanter Anstieg von Füllungsteilverlusten sowie nach zwei Jahren von Füllungsverlusten und instrumentell zugänglichen Überschüssen eruiert (Tab. II). Der Chi²-Test ergab für $\alpha = 5\%$ einen Wert von

Tab. II Absolute Häufigkeiten der Prüfkriterien für Admira®-Restaurationen der Gruppe 1 zu den einzelnen Kontrollzeitpunkten.

Prüfkriterien		Basis	6 Monate	1 Jahr	2 Jahre
Farbverhalten	A	61	60	54	45
	B	0	0	0	0
	C1	5	5	4	4
	C2	4	4	4	3
Bindungszonenmorphologie	A	70	67	57	46
	B	0	1	3	2
	C	0	1	2	4
	D	0	0	0	0
	E	0	0	0	0
Volumenverhalten	A	67	66	55	42
	B1	0	0	0	0
	B2	1	1	1	1
	B3	0	1	3	6
	B4	2	1	1	0
	C	0	0	0	0
	D	0	0	0	0
	E	0	0	2	3
Oberflächentextur	A	67	65	54	36
	B	0	0	0	0
	C1	3	4	8	16
	C2	0	0	0	0
	C3	0	0	0	0
	C4	0	0	0	0
	D	0	0	0	0
Schmerzsymptomatik	A	11	33	30	27
	B	30	3	4	1
	C	0	4	2	1
	D	0	0	0	0
	E	0	0	0	0
Klinische Akzeptanz	A	70	67	60	49
	B	0	0	0	0
	C	0	2	2	3
Füllungsanzahl		70	69	62	52

31,29 (Tafelwert 25,01). Bei allen Patienten mit Füllungsverlusten lag eine Lückengebissituation vor. Bei einer Patientin traten zudem klinische Anzeichen einer parafunktionellen Abrasion auf. Eine Patientin wies eine progene Verzahnung und eine weitere Patientin Zeichen einer Parafunktion auf. Die Retentionsrate von Admira® lag nach sechs Monaten bei 98,6%, nach zwölf bei 93,9% und nach 24 Monaten bei 83,9%.

Bezüglich der *Oberflächentextur* waren bereits zum Basiszeitpunkt Rauigkeiten im Füllungsrandbereich zu verzeichnen (Tab. II). Nach zwei Jahren konnte ein deutlicher Anstieg des Kriteriums C1 beobachtet werden (Tab. II) und der Chi²-Testwert von 23,41 lag somit über dem kritischen Tafelwert von 7,82 ($\alpha = 5\%$). Die Änderung des Oberflächenverhaltens erwies sich somit als signifikant.

Sekundärkaries trat im Untersuchungszeitraum nicht auf.

Gegenüber den Ausgangsbefunden war mit der Applikation von Admira® Bond/Admira® ein deutlicher Rückgang der *Hypersensibilität* auf thermische, hyperosmolare und/oder mechanische Reize feststellbar. Nach einem halben Jahr reagierten noch vier Zähne hypersensibel auf mechanische Berührung (Tab. II). Davon zeigte ein Zahn auch nach zwei Jahren keine vollständige Symptomlosigkeit und ein Zahn erlitt zum Einjahreskontrollzeitpunkt einen totalen Füllungsverlust. Zwei Füllungen wurden

angesichts der für die Patienten nicht zu tolerierenden Beschwerden beim Zähneputzen als klinisch nicht akzeptabel eingestuft, neu füllungstherapeutisch versorgt und somit von der weiteren Bewertung ausgeschlossen. An zwei weiteren Zähnen konnte nach vorübergehender Schmerzfreiheit nach sechs Monaten ein Wiederaufflammen der Hypersensibilität nach einem Jahr beobachtet werden (Tab. II). Der Chi²-Testwert lag mit 68,52 über dem kritischen Tafelwert (12,59) für $\alpha = 5\%$ und damit konnte die Änderung der Schmerzsymptomatik im Sinne einer Reizkupierung als signifikant eingestuft werden.

Keiner der gefüllten Zähne wies über den gesamten Untersuchungszeitraum einen *Sensibilitätsverlust* auf.

Aus der Beurteilung der *klinische Akzeptanz* ging hervor, dass zum Basiskontrollzeitpunkt alle 70 nachuntersuchten Füllungen als klinisch akzeptabel bewertet werden konnten (Tab. II). Nach einem halben Jahr wurden zwei von 69 zu bewertenden Füllungen auf Grund andauernder Hypersensibilität bei der Zahnpflege als klinisch nicht akzeptabel eingestuft. Nach einem Jahr wurden zwei weitere von insgesamt 62 zu bewertenden Füllungen infolge von Füllungsteilverlusten als klinisch nicht akzeptabel bewertet. Von 53 bewerteten Füllungen zum Zweijahreskontrollzeitpunkt zeigten sich 50 als klinisch akzeptabel und drei Füllungen als klinisch nicht akzeptabel (Tab. II). Die statistische Auswertung ergab einen Chi²-Testwert von 3,79 bei einem Tafelwert von 7,82 ($\alpha = 5\%$). Auch in diesem Prüfkriterium konnten keine Signifikanzen konstatiert werden.

Klinische Untersuchungsergebnisse der Gruppe 2

Acht Patienten wurden in eine Vergleichsgruppe einbezogen, bei der Klasse-V-Mischkavitäten teils allein mit dem fließfähigen Material Admira[®] Flow (vier Füllungen), teils in der Materialkombination Admira[®] Flow/Admira[®] (20 Füllungen) versorgt wurden. Die Nachuntersuchung erfolgte lediglich über einen Zeitraum von einem Jahr. Von den 24 applizierten Füllungen konnten nach sechs Monaten sämtliche und nach zwölf Monaten 23 Restaurationen nachuntersucht werden. Eine Füllung fiel wegen der Überkronung des betreffenden Zahnes zum Einjahreskontrollzeitpunkt aus der Wertung, Tab. III und Abb. 2 zeigen die Ergebnisse der Bewertung zu den einzelnen Kontrollzeitpunkten.

Auch für Gruppe 2 konnte über den gesamten Untersuchungszeitraum ein konstantes *Farbverhalten* dokumentiert werden. Vier Restaurationen wurden hinsichtlich der Farbauswahl als zu dunkel empfunden (Tab. III). Zehn Füllungen zeigten Transparenzen, wobei in sieben Fällen wiederum die Unterfüllung bzw. der Pulpaschutz durch das Restaurationsmaterial hindurchschimmerte. Diese Qualitätsmängel führten jedoch wiederum nicht immer zu einer Veränderung des Farbverhaltens. Bezüglich der *Bindungszonenmorphologie* zeigten zum Basiszeitpunkt sämtliche 24 nachuntersuchten Füllungen perfekte fugenlose Übergänge (Tab. III). Nach sechs Monaten waren zwei Restaurationen mit Randfrakturen im Dentinrandbereich zu verzeichnen. Zum Einjahreskontrolltermin wiesen zwei weitere Restaurationen Randverfärbungen im Schmelzbereich auf (Tab. III). Die statistische Auswertung ergab einen Chi²-Testwert von 6,61, der aber im betrachteten Vertrauensbereich von $\alpha = 5\%$ noch unter dem Tafelwert (9,49) lag und sich somit als nicht signifikant erwies.

Das *Volumenverhalten* entsprach zum Termin der Basiskontrolle für zwei Restaurationen (B4) nicht den geforderten Bedingungen (Tab. III). Die Zahl der Füllungen mit Überschüssen im instrumentell zugänglichen Bereich war nach einem Jahr (vier von 23) angestiegen (Tab. III). Der Chi²-Test erwies sich mit 4,88 bei

Tab. III Absolute Häufigkeiten der Prüfkriterien für Admira[®]-Restaurationen der Gruppe 2 zu den einzelnen Kontrollzeitpunkten.

Prüfkriterien		Basis	6 Monate	1 Jahr
Farbverhalten	A	20	20	19
	B	0	0	0
	C1	4	4	4
	C2	0	0	0
Bindungszonenmorphologie	A	24	22	19
	B	0	0	2
	C	0	2	2
	D	0	0	0
	E	0	0	0
Volumenverhalten	A	22	19	18
	B1	0	0	0
	B2	0	0	0
	B3	0	4	4
	B4	2	1	1
	C	0	0	0
	D	0	0	0
	E	0	0	0
Oberflächentextur	A	23	20	19
	B	0	0	0
	C1	1	3	4
	C2	0	0	0
	C3	0	0	0
	C4	0	0	0
	D	0	0	0
Schmerzsymptomatik	A	3	8	9
	B	6	0	0
	C	1	2	1
	D	0	0	0
	E	0	0	0
Klinische Akzeptanz	A	24	24	23
	B	0	0	0
	C	0	0	0
Füllungsanzahl		24	24	23

$\alpha = 5\%$ als nicht signifikant (Tafelwert 15,51). Zu keinem Nachuntersuchungszeitpunkt konnte ein Füllungsverlust festgestellt werden. Das entspricht einer Retentionsrate von 100%.

Bei der Beurteilung der Oberflächentextur konnte ein Anstieg von Rauigkeiten im Füllungsrandbereich eruiert werden (Tab. III). Für den Chi²-Test, der mit 2,12 unter dem Tafelwert (9,49) lag, bestanden jedoch in den Prüfkriterien keine signifikanten Unterschiede zwischen den Untersuchungszeitpunkten (bei $\alpha = 5\%$).

An keiner Füllung trat während des einjährigen Beobachtungszeitraums eine *Sekundärkaries* auf.

Bezüglich der *Schmerzsymptomatik* konnte auch in Gruppe 2 ein deutlicher Rückgang nach Versorgung der Kavitäten mit Admira[®] beobachtet werden (Tab. III). Der Chi²-Testwert lag mit 15,6 deutlich über dem kritischen Tafelwert (9,49) für $\alpha = 5\%$. Die Veränderungen im Prüfkriterium Schmerzsymptomatik zwischen den einzelnen Untersuchungszeitpunkten konnten damit als signifikant eingestuft werden, d.h. primäre Hypersensibilitäten wurden durch die Füllungstherapie kupiert.

Sämtliche auf *Sensibilität* nachuntersuchten Zähne, die mit Admira[®] versorgt wurden, erwiesen sich beim Kältetest als thermisch sensibel.

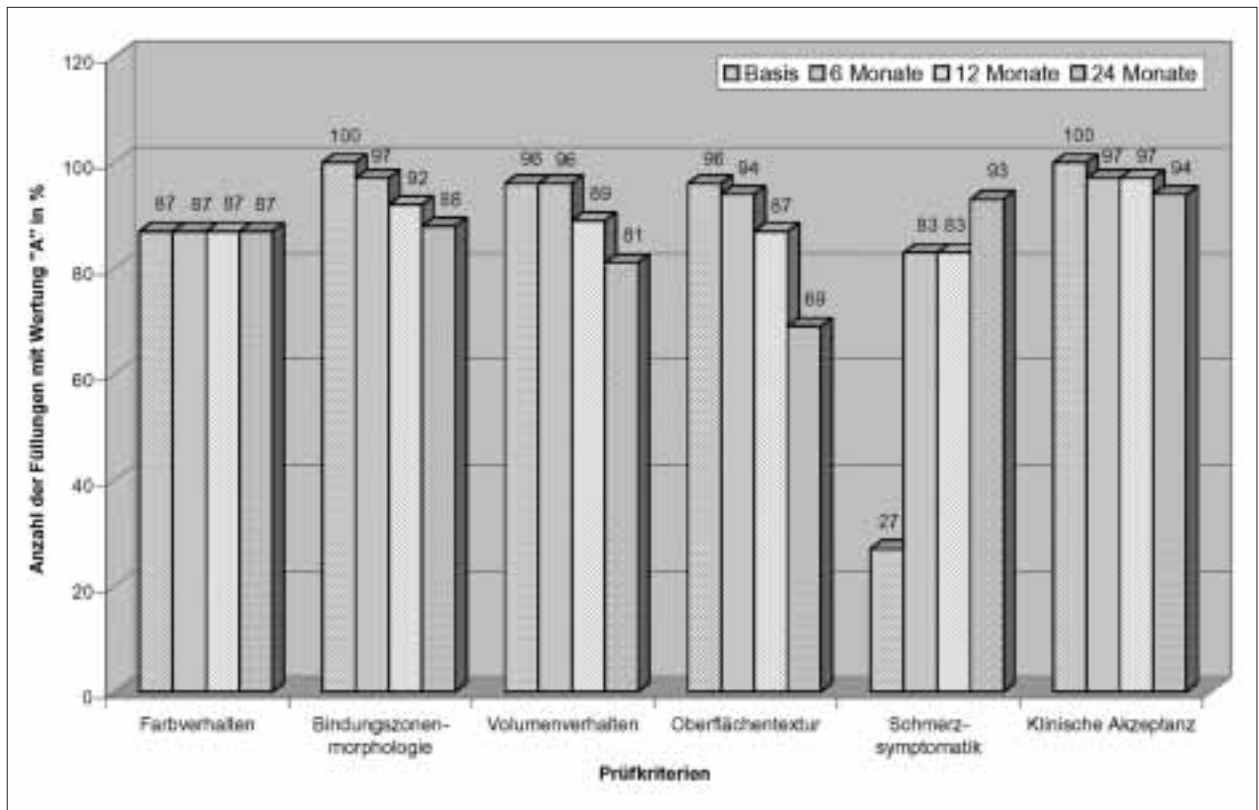


Abb. 1 Prozentuale Anzahl der Füllungen mit der Wertung «A» für die einzelnen Prüfkriterien über die Zeit (Gruppe 1).

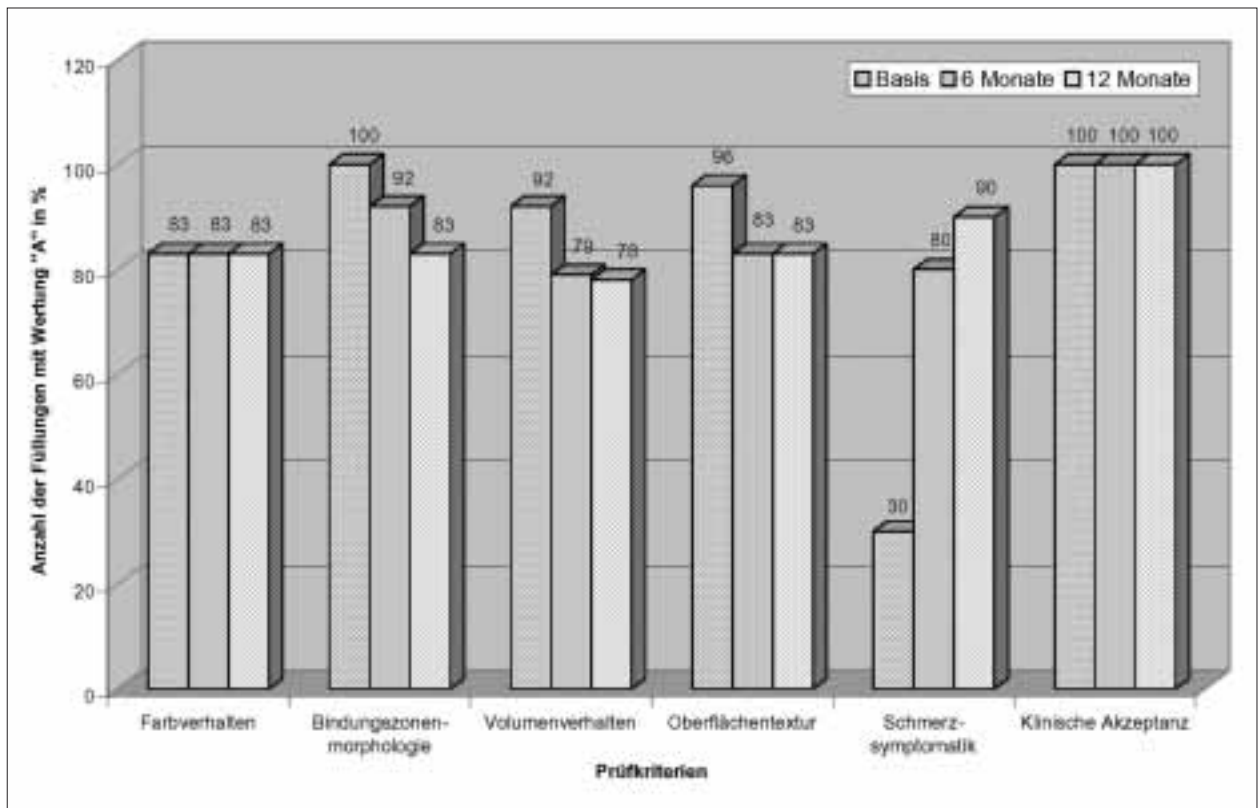


Abb. 2 Prozentuale Anzahl der Füllungen mit der Wertung «A» für die einzelnen Prüfkriterien über die Zeit (Gruppe 2).

Im Hinblick auf die *klinische Akzeptanz* konnten keine Unterschiede zwischen der Basisuntersuchung und der Einjahreskontrolle festgestellt werden. Alle Füllungen wurden als klinisch akzeptabel (A) beurteilt (Tab. III).

Rasterelektronenmikroskopie

21 Füllungen der Gruppe 1 und zehn Füllungen der Gruppe 2 (nur Materialkombination Admira Flow®/Admira®) wurden im Rasterelektronenmikroskop (REM) nachuntersucht. Die Grenzflächen zum Schmelzbereich wiesen in Gruppe 1 neben fugenlosen Übergängen, vielfach charakterisiert durch haftvermittlerbedingte Relaxationszonen (elf Fälle) (Abb. 3a), vereinzelt Überschüsse (vier Fälle), negative Stufen (fünf Fälle), Haarrisse bzw. kleine Spalten (vier Fälle) und Randfrakturen (acht Fälle) auf. Das Phänomen der Riss- und Spaltbildung konnte bei der klinischen Untersuchung nicht nachgewiesen werden. Die Oberfläche zentraler Füllungsbereiche erwies sich unter klinischen Bedingungen schmelzähnlich glatt, glänzend, im REM stellte sie sich jedoch bei 1000facher Vergrößerung strukturiert dar (Abb. 3c). Stellenweise wurden Mikroporositäten gefunden. Die Bindungszone zum Dentin liess sich nur in Fällen einer supra- bzw. gingivalen Lage der Füllungsänder darstellen. Dabei konnten einerseits Materialüberschüsse (acht Fälle) aber auch

Hybridzonen zu den Kollagenfasern des Wurzelzements (drei Fälle) beobachtet werden (Abb. 3d). Die qualitative REM-Analyse zweier Zähne der Gruppe 1, die bei der klinischen Untersuchung hypersensibel auf mechanische Reize bei ansonsten unauffälligen Befunden reagierten, ergab neben Randfrakturen vereinzelt Rissbildungen im Füllungsmaterial an der Grenze zum Schmelz. In Gruppe 2 traten am Übergang zum Schmelz ebenfalls sporadisch Randfrakturen (drei Fälle) und Randeinsenkungen (ein Fall) auf. Daneben waren sowohl haftvermittlerbedingte Relaxationszonen (fünf Fälle) (Abb. 3b), negative Stufen im Schmelzrandbereich (sechs Fälle) und Haarrisse (zwei Fälle) als auch Überschüsse im Dentinrandbereich (zwei Fälle) zu registrieren. In einem Fall gelang es wiederum, an der Bindungszone zum Dentin eine Hybridzone, deren Ausbildung auf das Zusammenwirken von Komposit, Haftvermittler und kollagenen Fasern zurückgeht, abzubilden.

Diskussion

Für die Beurteilung von zahnärztlichen Restaurationen ist es unerlässlich, ein klinisches Bewertungssystem anzuwenden, welches so objektiv wie möglich und sehr empfindlich sein sollte. In der vorliegenden Studie wurde ein von BÖHM et al. (1991)

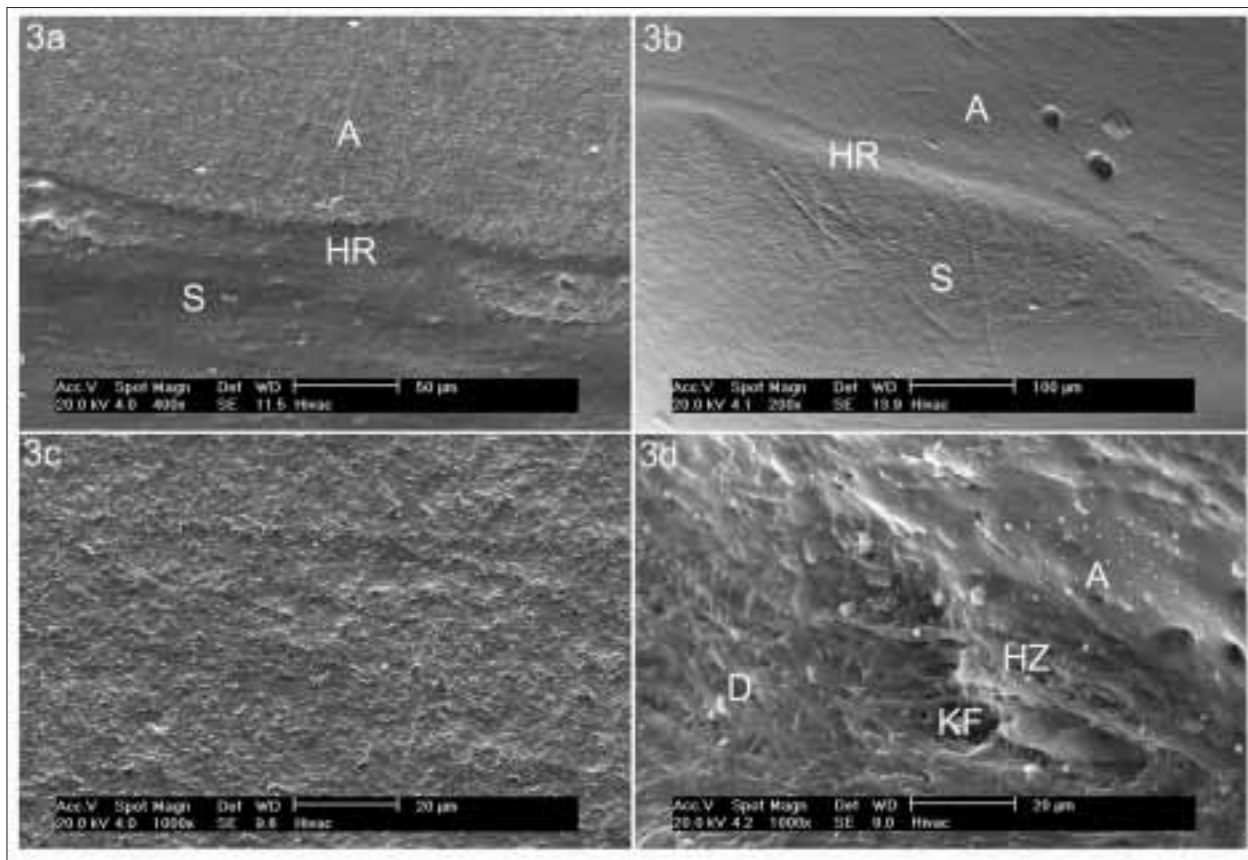


Abb. 3 REM-Aufnahme einer zwölf Monate alten a) Admira® Bond/Admira®-Füllung: Fugenloser Übergang der Füllung (A) zum Schmelz (S) mit Haftvermittler-Relaxationszone (HR), Epon-Replik, goldbesputtert, Originalvergrößerung 400fach; b) Admira® Bond/Admira® Flow/Admira®-Füllung: Haftvermittler-Relaxationszone am Übergang zwischen Füllung und Schmelz, Epon-Replik, goldbesputtert, Originalvergrößerung 200fach; c) Admira® Bond/Admira®-Füllung: Füllungsoberfläche, Epon-Replik, goldbesputtert, Originalvergrößerung 1000fach; d) Admira® Bond/Admira®-Füllung: Ausschnitt einer Hybridzone (HZ) zwischen der Füllung (F) und den haftvermittlerimprägnierten Kollagenfasern (KF) des Wurzelzements (D), Epon-Replik, goldbesputtert, Originalvergrößerung 1000fach.

nach LUTZ et al. (1977) und RYGE (1980) modifiziertes Prüfschema benutzt. Dieses zeichnet sich durch seine Subtilität in den einzelnen Prüfkriterien aus. Als Vorteil kann gesehen werden, dass sämtliche Füllungen von ein und demselben Zahnarzt appliziert und kontrolliert wurden. Dadurch bleibt der subjektive Fehler der gleiche (HELBIG et al. 1998).

In Bezug auf die Farbe der Füllungen verhielt sich Admira® in beiden Materialvarianten stabil. Bei einem werkstoffkundlichen Vergleich anhand von vier modernen Hybridkompositen und einemOrmocer® wurde in vitro die exogene Verfärbungsneigung getestet. Trotz nur geringfügiger Differenzen zwischen den Kompositmaterialien verfärbten sich die Materialien mit der geringsten Wasseraufnahme, das Hybridkomposit Pertac II™ (3M™ ESPE™, Seefeld, Deutschland) und das Ormocer® Definite® (Degussa, Hanau, Deutschland) am wenigsten (RZANNY et al. 1999). Abweichungen im Farbverhalten, die sich schon zu Beginn der Untersuchung feststellen liessen, basierten einerseits auf einer ungenügenden Farbauswahl, andererseits auch auf der hohen Transparenz des Füllungsmaterials, die im Ergebnis zu dunkler erscheinenden Füllungen führte (fünf von 70 in Gruppe 1, vier von 24 in Gruppe 2). In Abhängigkeit von der Schichtstärke schimmerte in einzelnen Fällen (neun von 70 in Gruppe 1, sieben von 24 in Gruppe 2) der Pulpaschutz bzw. die Unterfüllung durch. Inzwischen wurde die Farbpalette von Admira® um drei Farben mit höherer Opazität (Farbe OA2, OA3,5 und OB2) erweitert. Positiv zu bewerten ist, dass der Admira®-Farbring aus echtem Komposit hergestellt ist. Die Farbabweichung der Füllungen (C1 oder C2) von der umgebenden Zahnhartsubstanz in neun Fällen wurde von keinem der acht Patienten zu einem der Kontrollzeitpunkte beanstandet.

Im Verlauf der Nachuntersuchungen hatte sich die *Bindungszone* sowohl in Gruppe 1 als auch in Gruppe 2 geringfügig verschlechtert. Randverfärbungen im Schmelz und Wurzelzement sind Ausdruck für das Zusammenbrechen des Haftverbundes. Sie können einerseits auf eine Randspaltbildung (Microleakage), andererseits auch auf Randinkongruenzen infolge von Materialüberschüssen, die frakturierten, oder Materialunterschüssen zurückzuführen sein. Randfrakturen deuten auf den Zusammenbruch der Komposit-Struktur oder des Hartschubstanzrandes hin. Ursächlich für die Ausbildung einer Randfraktur in der Gruppe 1 nach einem halben Jahr im Dentinrandbereich war ein dünn auslaufender Rand der Restauration nach Füllungsapplikation. Füllungsteildefekte im Randbereich der Gruppe 1 nach einem und zwei Jahren können auf hohe Biegebelastungen im Lückengebiss und/oder auf zusätzliche Parafunktion zurückzuführen sein. Bereits bestehende Spaltbildungen an Klasse-V-Kavitäten schwächen den Gesamtverbund und führen zu einer Destabilisierung des Zahnes. Durch weitere Beanspruchungen des Zahnes wird dieser auch stärker verformt. Das belastet den Restverbund und leistet einer weiteren Spaltbildung Vorschub (LANG et al. 1996).

In Gruppe 2 wurde für grössere Defekte die CBF-Technik angewendet, kleine Kavitäten wurden mit dem fließfähigen Material allein versorgt. Eine In-vitro-Studie an Klasse-V-Kavitäten mit unterschiedlichen Materialkombinationen (1. Syntac® Classic mit Tetric® Ceram allein, mit Tetric® Flow allein und mit beiden Materialien als CBF; 2. OptiBond® FL mit Prodigy allein, mit Revolution® allein und ebenfalls als CBF) ergab, dass mit der CBF-Technik eine signifikant bessere Randdichtigkeit (innerhalb der Syntac® Classic-Gruppen) erzielt werden konnte, diese allerdings bei Verwendung eines gefüllten Adhäsivs (OptiBond® FL) überflüssig erscheint (FRANKENBERGER et al. 1999). MAZER und RUSSELL (AADR Abstr. 202, J Dent Res 77: 131, 1998)

hingegen fanden beim Vergleich eines Flowable-Komposits mit einem Hybridkomposit im Farbstoffpenetrationstest keine Unterschiede bezüglich der Randdichtigkeit.

Mit der Materialkombination Admira Flow®/Admira® liess sich klinisch eine tendenziell bessere Randdichtigkeit als mit der höher gefüllten Materialvariante allein erzielen. Allgemeingültige Schlussfolgerungen können jedoch erst bei grösseren Füllungsanzahlen und einem längeren Beobachtungszeitraum getroffen werden.

Eine quantitative und qualitative Randanalyse von Ormocer®- und Kompositfüllungen in Klasse-II-Kavitäten nach künstlicher Alterung ergab, dass in schmelzbegrenzten Kavitätenabschnitten ein experimentelles Ormocer® in Kombination mit blend-a-lux universal bond mit 86,4% perfektem Rand und nur 6,7% Randspalt am besten abschnitt. In dentinbegrenzten Arealen wies ein zweites experimentelles Ormocer® in Kombination mit blend-a-lux universal bond mit 67,6% perfektem Rand und 22% Randspalt das signifikant beste Ergebnis auf (MANHART et al. 1999). In einer In-vitro-Studie mit Admira®/Admira® Bond an Klasse-II-Kavitäten konnten die Autoren im Rasterelektronenmikroskop bei allseitig schmelzbegrenzten Füllungen an den lateralen Rändern vor und nach Thermocycling zu 100% und an den zervikalen Rändern zu knapp 99% einen kontinuierlichen Übergang feststellen (HALLER & SCHUSTER 2000). Die Autoren führen das vergleichsweise bessere Ergebnis im Randverhalten vor allem auf die chemische Konformität der Matrix von Füllungsmaterial und Haftvermittler zurück.

Von 21 Füllungen der Gruppe 1 und zehn Füllungen der Gruppe 2 vorliegender Arbeit wurden im REM die marginalen Ränder qualitativ analysiert. Diese lagen in der Mehrzahl der Fälle gingival bzw. infragingival. Vereinzelt führten Fehler (Blasen in der Abformung, Lufteinschlüsse im Modellmaterial) bei der Herstellung der Repliken zu Artefakten, sodass die Füllungs-ränder nicht immer in ihrer gesamten Zirkumferenz bei Vergrösserungen zwischen 100fach und 2000fach nachuntersucht werden konnten. Haarrisse und kleinere Spalten im Füllungsmaterial am Übergang zum Schmelz, die bei der qualitativen Randanalyse im REM beobachtet wurden, können Folge einer frühzeitig ausgelösten Vernetzungsreaktion der Monomermoleküle durch die Lichteinwirkung der Operationsleuchte auf das Behandlungsfeld sein.

Die punktuelle Abdeckung pulpanaher Dentinanteile und die darüber applizierte Unterfüllung hat keinen Einfluss auf die Randqualität, wie DIETRICH et al. (1999) bei der Versorgung von Klasse-II-Kavitäten (mit zervikaler Dentinrandbegrenzung) unter Anwendung einer Unterfüllung im Vergleich zur «Total-Bond»-Technik feststellen konnten.

Der klinisch sichtbare ausarbeitungsbedingte Unterschuss einer Füllung der Gruppe 1 an der Dentin-Kompositgrenze zum Basiszeitpunkt zeigte auch nach zwei Jahren keine Veränderung. Bei der Beurteilung des *Volumenverhaltens* sind Füllungsunterschüsse prinzipiell kritischer als Überschüsse zu bewerten, da sie nicht ohne einen weiteren Hartschubstanzverlust korrigiert werden können (LOHER et al. 1997). Beim Ausarbeiten der Füllung erschwert die Farbanpassung des Ormocers® und die Ansträgung des Kavitätenrandes das Erkennen von Überschüssen. Überschüsse im instrumentell unzugänglichen Dentinbereich zum Zeitpunkt der Füllungslegung weisen auf Grenzen in der Nachbearbeitung hin und können durch ein Überpressen von Material bei der Verwendung transparenter Zervikalmatrizen verursacht worden sein. Ein Sinken der Anzahl der Füllungen der Gruppe 1, die dieses Charakteristikum aufwiesen, beruht einerseits auf einem Füllungsverlust und anderer-

seits auf einer Gingivaretraktion, die den Überschuss in den instrumentell zugänglichen Bereich treten liess. Die Zahl der Überschüsse im instrumentell zugänglichen Bereich war innerhalb des zweijährigen Nachuntersuchungszeitraums angestiegen. Füllungsüberschüsse können neben einer unzureichenden Ausarbeitung nach der Applikation des Restaurationsmaterials ihre Ursache in einem Aufbiegen der Füllungsänder bei nicht geätzten Kavitätenrändern infolge eines lockereren Verbundes des Haftvermittlers mit der Zahnhartsubstanz haben. Überschüsse traten auch in der Gruppe 2 nach sechs bzw. zwölf Monaten auf.

Nach 24 Monaten hatte die Zahl der Füllungsteilverluste in der Gruppe 1 zugenommen. Daneben war ein leichter Anstieg der Verlustrate (83,9%) zu verzeichnen. Mit der Materialkombination Admira® Bond/Admira®/Admira® Flow konnte hingegen nach einem Jahr eine Retentionsrate von 100% festgestellt werden.

Nur zwei Füllungsverluste konnte VAN DIJKEN (2000) nach einem Jahr für EBS/Pertac Hybrid, jedoch 24 Füllungsverluste in Kombination mit dem Einflaschenadhäsiv One-Step bei der Versorgung von nichtkariösen Klasse-V-Kavitäten verzeichnen. HELBIG et al. (2000) stellten für Scotchbond Multipurpose™/Z100™ eine Halbjahresretentionsrate von 92% und eine Zweijahresretentionsrate von 88% für nichtkariöse zervikale Hartsubstanzdefekte fest. BURGESS et al. (IADR Abstr. 0427, J Dent Res 81 [Spec Iss A] A-79, 2002) erzielte bei der Behandlung von Erosionen mit Synergy eine Zweijahresretentionsrate von 96% und mit Pertac von 83%. Bei einer vergleichenden In-vivo-Untersuchung zwischen einem Hybridkomposit und einem fließfähigen Komposit verzeichneten GAGLIANI et al. (IADR Abstr. 0428, J Dent Res 81 [Spec Iss A] A-79, 2002) für One-Step/Aelite Fil lediglich eine Zweijahresretentionsrate von 75% und für One-Step/Aelite Flow von 61%. Aus diesen Ergebnissen lässt sich schliessen, dass die mit Admira® Bond/Admira® erzielten klinischen Resultate mit denen anderer moderner Kompositkonstruktionen vergleichbar bzw. tendenziell besser sind.

Eine mögliche Ursache für den Verlust von Restaurationen ist in der hohen Viskosität des Materials zu suchen. Der Trend zu stopfbaren Kompositen mit höherer Standfestigkeit für ein besseres Modellieren der Kauflächen bringt Nachteile, wie die einer geringeren Biegefestigkeit als vergleichbare Feinpartikelhybridkomposite und einer schlechteren Benetzungsfähigkeit der gebondeten Zahnhartsubstanz mit sich (FRANKENBERGER et al. 1999). Zudem kann ein Verkleben des Füllungsmaterials mit dem Spatel zu einem unbemerkten Wiederabblösen des Inkrements von der Kavitätenwand führen. Möglicherweise wird auch die Haftung des ersten Inkrements des Füllungskunststoffes durch die Sauerstoffinhibition des Bondingmaterials erschwert, da durch sie eine schmierige Kavitätenoberfläche erzeugt wird (VANKERCKHOVEN et al. 1982). Einen Ausweg aus dieser Situation soll die Verwendung eines fließfähigen Komposits im Sinne der CBF-Technik schaffen. Einerseits bewirkt das gute Anfließverhalten von fließfähigen Kompositen eine ausgezeichnete Benetzung der Zahnhartsubstanz. Andererseits entstehen auch auf Grund des niedrigeren Elastizitätsmoduls im Vergleich zu hochviskosen Kompositen weniger Spannungen bei der Polymerisation. Ein zusätzliches Nachfließen während der Kontraktion wird ermöglicht (BOER 1999). Überzeugend war für diejenigen Füllungen der Gruppe 2, die mit der CBF-Technik appliziert wurden, die verbesserte Adaptation des stopfbaren Materials und das gute Anfließverhalten des fließfähigen Komposits. In kleinen Kavitäten liess sich die Rekonstruktion mit dem fließfähigen Material wesentlich einfacher

erzielen, als es in Gruppe 1 die stopfbare Materialvariante erlaubte. Für das bessere Adaptationsvermögen dürfte auch die Einjahresretentionsrate von 100% sprechen.

Pulpennahe Kavitäten wurden unter Freilassung des zervikalen Dentinrandes zum Schutz der Pulpa mit einer Unterfüllung (Ca(OH)₂ bzw. GLZ) versorgt. Ein wesentlicher Retentionsverlust ist dadurch jedoch nicht zu erwarten. Als Hauptmechanismus für die Dentinhaftung werden die mikromechanische Retention im Bereich des intertubulären Dentins und die Ausbildung der Hybridschicht angenommen. Pulpanah nimmt jedoch der relative Flächenanteil der Dentinkanälchen zu (KUNZELMANN & HICKEL 2001). So tragen in tiefen Dentinschichten vor allem die Kunststoff-Zotten (tags) entscheidend zur Verbundfestigkeit bei, wohingegen die Hybridschicht nur geringfügige Auswirkungen auf die Haftung hat (PASHLEY et al. 1995).

Bei Admira® Bond handelt es sich um ein Primer-Adhäsiv auf Acetonbasis, das lediglich in einer Schicht appliziert wird. Aceton verfügt über sehr gute wasserverdrängende Eigenschaften, indem es eine hohe Flüchtigkeit besitzt und die Oberflächenspannung des Wassers ändert. Solche Bondingsysteme reagieren allerdings besonders empfindlich auf eine Austrocknung des konditionierten Dentins (BLUNCK & HALLER 1999, HALLER & FRITZENSCHAFT 1999). Aus diesem Grund wurde eine Moist-Bonding-Technik in Form eines gently blow drying angewendet. Da experimentell nachgewiesen werden konnte, dass mit einer Wet-Bonding-Technik bis zu 30% höhere Verbundfestigkeitswerte zum Dentin erzielt werden konnten (DENTAL ADHESIVES 2001, WALLS et al. 2001), erachten es die Autoren der vorliegenden Studie für empfehlenswert, die hier angewendete Moist-Bonding-Technik durch eine zusätzliche Benetzung des Dentins mit einem leicht angefeuchteten Microbrush zu ergänzen (HALLER & BLUNCK 2003).

Mit Admira® bzw. Admira® Flow liessen sich schmelzähnlich glatte, glänzende Füllungsflächen erzielen. Das Material zeichnet sich durch eine hervorragende Polierfähigkeit, bedingt durch die geringe Füllkörpergrösse (0,7 µm entspricht Feinstpartikel-Hybridkomposit), aus. Rasterelektronenmikroskopisch visualisierte Mikroporositäten der Füllungsflächen, können auf Luftporenschlüssen, die bei der Applikation des Füllungsmaterials auftreten, beruhen. Mit der Füllungsstandzeit war in beiden Untersuchungsgruppen eine sichtbare Zunahme an Randrauigkeiten zu verzeichnen. Dünn auslaufende Kavitätenränder im Dentin wie sie bei Erosionen und keilförmigen Defekten vorgefunden werden, haften nicht immer dauerhaft und neigen dazu, sich aufzubiegen (HICKEL 1994). Sie treten dann als Rauigkeiten bei der Sondierung in Erscheinung.

Innerhalb des Untersuchungszeitraumes zeigte keine der Füllungen aus Gruppe 1 oder 2 Anzeichen einer Sekundärkaries. Lediglich in drei Fällen der Gruppe 1 konnte nach einem Jahr und in einem Fall nach zwei Jahren jeweils eine Primärkaries an einer anderen Fläche des Zahnes festgestellt werden. Zu vergleichbaren Ergebnissen kommen andere Studien mit Hybridkompositen, in denen keine oder nur eine geringe Sekundärkariesrate auftrat (LINGSTRÖM & BIRKHED 1996, MILLAR et al. 1997, HELBIG et al. 1998, HELBIG et al. 2000). Dieses gute Resultat dürfte darauf zurückzuführen sein, dass es sich in allen Fällen um Recall-Patienten handelte.

Das Ausmass der Hypersensibilität korreliert mit der vorliegenden Dentinstruktur. Bei hypersensiblen Zahnhälsen liegen die Dentintubuli frei. Nach dem Verschluss der Dentintubuli werden Flüssigkeitsbewegungen eingeschränkt und die Hypersensibilität reduziert (PASHLEY 1986). 75% der nichtkariösen zervikalen Hartsubstanzdefekte der Gruppe 1 und 70% der

Gruppe 2 wiesen vor der Versorgung mit Admira® Bond/Admira® Schmerzsymptome auf. Nach einem halben Jahr war die Zahnhalsempfindlichkeit der Gruppe 1 um 77% und der Gruppe 2 um 41,4% gesunken. Nach zwei Jahren bzw. einem Jahr bestand für beide Gruppen nahezu Schmerzfremheit. Postoperative Beschwerden ohne vorangegangene Schmerzsymptomatik können anlässlich von Randspalten oder auf Grund einer bakteriellen Kontamination der Pulpa während der Behandlung durch Blut, Sulkusfluid oder Speichel auftreten. Auch eine fehlerhafte Überschussentfernung, die zusätzliches Wurzelzement freilegt, kann in einer postoperativen Überempfindlichkeit resultieren (KULTERMANN & RAMIL 2001). Durch das Polieren der Füllungen könnten möglicherweise bereits sklerosierte Dentinkanälchen wieder eröffnet, aber auch offene Dentinkanälchen durch vorübergehenden Polierdebris verschlossen worden sein (SYNDIKUS 1992). Dies würde den Wechsel zwischen Symptomlosigkeit und einem Wiederaufflammen der Schmerzsymptomatik in Einzelfällen innerhalb des jeweiligen Untersuchungszeitraumes begründen. Hauptsächlich mechanisch provozierbare Hypersensibilitäten können Folge von Randundichtigkeiten sein. Andere Gründe sind einerseits in Fraktur- und Rissbildungen der Restauration oder andererseits in Materialspannungen innerhalb der Füllung infolge der Polymerisations schrumpfung bzw. hygroskopischen Expansion zu suchen (KEMP-SCHOLTE & DAVIDSON 1989).

Von den nach zwei Jahren in Bezug auf die Farbe, die Bindungszonenmorphologie, das Volumenverhalten, die Oberflächentextur, Karies, Schmerzsymptomatik und Sensibilität beurteilten 52 Füllungen der Gruppe 1 wurden 49 als klinisch akzeptabel und drei als klinisch nicht akzeptabel eingestuft. Trotz einiger Mängel in den herangezogenen Prüfkriterien konnte die Mehrzahl der Füllungen aus klinischer Sicht mit Zufriedenheit betrachtet werden. Nicht akzeptabel waren Füllungen, die Teildefekte vorwiesen oder Zähne die in ihrer Schmerzsymptomatik so für den Patienten nicht zu tolerieren waren. Sämtliche nach einem halben und nach einem Jahr nachuntersuchten Füllungen der Gruppe 2 wurden bezüglich der genannten Prüfkriterien als klinisch akzeptabel eingeordnet.

Schlussfolgerungen

Die mit Admira® erzielte Zweijahresretentionsrate ist als akzeptabel einzustufen. Mit der Materialkombination Admira® Flow/Admira® in grösseren zervikalen Mischkavitäten bzw. Admira® Flow allein in kleineren Zahnalsdefekten konnte eine perfekte Retention erzielt werden. Die exzellente Polierbarkeit und Beständigkeit der polierten Oberfläche zeichnete das Material auch im Hinblick auf eine verringerte Plaqueanlagerung bei der visuellen Kontrolle mittels Sonde aus. Bei der Farbgestaltung sollten für den Dentinkern eine opake Farbe, z.B. UO, und für den Schmelzmantel entsprechend eine Schmelzfarbe gewählt werden. Der alleinige Einsatz einer Schmelzfarbe führt, besonders wenn eine Unterfüllung oder ein Pulpaschutz appliziert wurde, auf Grund der hohen Transluzenz häufig zu unbefriedigenden Resultaten. Alternativ können die vom Hersteller neuerdings angebotenen opaken Schmelzfarben verwendet werden.

Das Auffinden von Hybridzonen im REM sowohl nach der Versorgung von kariösen als auch nichtkariösen zervikalen Hartsubstanzdefekten spricht für das erfolgreiche Zustandekommen einer durchmischten Schicht aus Kunststoff und Kollagen und gleichzeitig für die Möglichkeit eines dichten Verbunds zum sklerosierten Dentin. REM-evaluierte Relaxationszonen im

Schmelz und Dentin sind ein Zeichen für die stressabsorbierende Funktion des Dentinhaftvermittlers.

Es bedarf weiterer klinischer Studien zur Leistungsfähigkeit von Ormoceren®, da hierzu in der Literatur im Gegensatz zu Hybridkompositen nur eine spärliche Anzahl an Daten vorliegt.

Verdankung

Für die Unterstützung unserer Forschungsarbeit und die freundliche Überlassung des Ormocer®-Komposits möchten wir uns bei der VOCO GmbH, Cuxhaven, Deutschland bedanken.

Summary

HENNIG A C, HELBIG E B, HAUFE E, RICHTER G, KLIMM H W: **Restoration of class V cavities using an Ormocer®** (in German). Schweiz Monatsschr Zahnmed, Vol 114: 104–114

The aim of this study was to evaluate the clinical effectiveness of an Ormocer®-based restorative system for treatment of mixed carious and non-carious class V cavities. 70 restorations in 25 patients were placed with the condensable material Admira® (group 1). In a second group of eight patients, the treatment of 25 cavities took place with the flowable material Admira® Flow in combination with composite-bonded-to-flowable technique or with the flowable material alone. The clinical evaluation was carried out using a modified clinical criteria system (BÖHM et al. 1991) after LUTZ et al. (1977) and RYGE (1980). Restorations of group 1 reached the two-year-level, those of group 2 the one-year-level.

Good results were obtained with both condensable material and flowable material despite the small number of failures in the various clinical criteria. The retention rate of the flowable composite was 100% after six and twelve months and was the only parameter superior to those of the condensable material (98.6% resp. 93.9%). After two years, group 1 showed significant differences to base line with respect to volume behaviour and surface texture. No significant differences were determined with respect to of colour match, bond zone morphology and clinical acceptance. A SEM evaluation of replicas confirmed clinical results but also revealed clinically invisible failures of bond zone morphology.

Résumé

Le but de cette étude était d'apprécier l'efficacité d'un système d'obturation à base d'Ormocer® pour le traitement de cavités complexes de classe V cariées ou non cariées. Sur un groupe de 25 patients volontaires, 70 obturations ont été pratiquées avec la variante du matériau condensable Admira® (groupe 1). Sur un autre groupe-test (groupe 2) composé de huit patients, le traitement a été effectué sur 25 cavités avec le matériau «fluide» Admira® Flow/Admira® en technique CBF ou avec le composé fluide seul. L'évaluation clinique a été effectuée à partir d'un schéma d'examen selon LUTZ et al. (1977) et RYGE (1980), modifié par BÖHM et al. (1991). Les obturations du groupe 1 ont atteint le stade de deux ans, ceux du groupe 2 le stade d'un an. Aussi bien avec le matériau fluide qu'avec le matériau condensable, il a été possible d'obtenir de résultats malgré certains manquements dans les critères d'examen. Au bout de six et de douze mois, seul le taux de rétention du composé fluide (100%) était supérieur à celui du composé condensable (98,5% et 93,9% respectivement). Au bout de deux ans, des différences signifi-

tives sont apparues par rapport à la situation de départ dans le groupe 1 en ce qui concerne le volume et la texture de surface. Par contre, aucune différence significative n'a été constatée à propos de l'évaluation des variations de couleur, de la morphologie des zones de liaison et de l'acceptation clinique. Une analyse des répliques au microscope électronique à balayage de surface a confirmé les résultats d'examen clinique, mais en même temps a fait apparaître des zones de défauts de liaison non visibles à l'examen clinique.

Literaturverzeichnis

- BLUNCK U, Haller B: Klassifikation von Bondingsystemen. *Quintessenz* 50: 1021–1033 (1999)
- BOER W-M: Moderne Konzepte für die adhäsive Füllungstherapie. *Phillip J* 16: 252–259 (1999)
- BÖHM B E, SCHÜTZE E R, KLIMM W H, HERBERT J, EDELMANN J K A F, KOCH R: Symptomatische Therapie zervikaler Hartschubstanzdefekte mit Dentinadhäsiv-Komposit-Systemen. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 101: 1549–1558 (1991)
- DENTAL ADHESIVES: Reality Publishing Co. Vol. 13. pp. 182–211, Section 1 – The Ratings (2001)
- DIETRICH T, LOSCHE A C, LOSCHE G M, ROULET J F: Marginal adaptation of direct composite and sandwich restorations in class II cavities with cervical margins in dentin. *J Dent*: 463–464 (1999)
- ERNST C-P, WILLERSHAUSEN B: Eine aktuelle Standortbestimmung zahnärztlicher Füllungskomposite. *Zahnärztl Mitt* 93: 790–800 (2003)
- FRANKENBERGER R: «Total Etching» und «Total Bonding». *ZMK* 12: 25–28 (1997)
- FRANKENBERGER R, SCHMIDT G, KRÄMER N, PETSCHERT A: Fliessfähige Komposite (Flowables). *Quintessenz* 50: 1145–1154 (1999)
- HALLER B, BLUNCK U: Übersicht und Wertung der aktuellen Bondingsysteme. *Zahnärztl Mitt* 93: 808–818 (2003)
- HALLER B, FRITZENSCHAFT A: Dentinhaftung von Ein- und Mehrkomponenten-Haftvermittlern bei Dry und Moist Bonding in vitro. *Dtsch Zahnärztl Z* 54: 225–230 (1999)
- HALLER B, SCHUSTER P: Randqualität eines Ormocers (Admira) und eines Feinhybridkomposits (Arabesk Top) in Klasse-II-Kavitäten. *Dtsch Zahnärztl Z* 55: 331–335 (2000)
- HELBIG E B, HAUPE E, RICHTER G, KLIMM H W, LUDER H-U: Fünfjahresergebnisse zur Füllungstherapie nichtkariöser zervikaler Hartschubstanzdefekte mit einem Dentinadhäsiv-Mikrohybrid-System. *Dtsch Zahnärztl Z* 55: 534–539 (2000)
- HELBIG E B, KLIMM H W, HAUPE E, RICHTER G: Klinische Fünfjahresstudie zum Feinpartikelhybrid P-50 in Kombination mit Scotchbond 2. *Acta Med Dent Helv* 3: 171–177 (1998)
- HICKEL R: Die zervikale Füllung. *Dtsch Zahnärztl Z* 49: 13–19 (1994)
- HICKEL R, DASCH W, JANDA R, TYAS M, ANUSAVICE K: New direct restorative materials. *Int Dent J* 48: 3–16 (1998)
- KEMP-SCHOLTE C M, DAVIDSON C L: Overhang of class V composite resin restoration from hygroscopic expansion. *Quintessenz Int* 20: 551–553 (1989)
- KUNZELMANN K-H, HICKEL R: Klinische Aspekte der Adhäsivtechnik mit plastischen Werkstoffen. In: 3M ESPE AG. Die Adhäsivtechnologie. Ein Leitfaden für Theorie und Praxis. (2001)
- KULTERMANN G, RAMIL M: Klinisches Vorgehen; Teamarbeit Schritt für Schritt. Postoperative Hypersensibilität in der Praxis. In: 3M ESPE AG. Die Adhäsivtechnologie. Ein Leitfaden für Theorie und Praxis. (2001)
- LANG H, SCHWAN R, NOLDEN R: Das Verhalten von Klasse-V-Restaurationen unter Belastung. *Dtsch Zahnärztl Z* 51: 613–616 (1996)
- LINGSTRÖM P, BIRKHED D: Klinische Beurteilung eines neuen lichthärtenden Hybridkomposits in Klasse-III- und -V-Restaurationen über einen Zeitraum von 3 Jahren. *Quintessenz* 47: 467–477 (1996)
- LOHER C, KUNZELMANN K-H, HICKEL R: Klinische Studie mit Hybridglasionomerzement-, Kompomer- und Kompositfüllungen in Klasse-V-Kavitäten. *Dtsch Zahnärztl Z* 52: 525–529 (1997)
- LUTZ F, OCHSENBEIN H, LÜSCHER B: Nachkontrolle von 1½-jährigen Adhäsivfüllungen. *Schweiz Monatsschr Zahnheilkd* 87: 126–136 (1977)
- MANHART J: Seitenzahnrestauration mit einem Ormocer. *ZMK* 17: 524–529 (2001)
- MANHART J, HOLLWICH B, MEHL A, KUNZELMANN K-H, HICKEL R: Randqualität von Ormocer- und Kompositfüllungen in Klasse-II-Kavitäten nach künstlicher Alterung. *Dtsch Zahnärztl Z* 54: 89–95 (1999)
- MILLAR B J, ROBINSON P B, INGLIS A T: Clinical evaluation of an anterior hybrid composite resin over 8 years. *Br Dent J* 182: 26–30 (1997)
- PASHLEY D H: Dentin permeability, dentin sensitivity and treatment through tubule occlusion. *J Endodont* 12: 465–474 (1986)
- PASHLEY D H, CIUCCHI B, SANO H, CARVALHO R M, RUSSELL C M: Bond strength versus dentine structure: A modelling approach. *Archs Oral Biol* 12: 1109–1118 (1995)
- RYGE G: Clinical criteria. *Int Dent J* 30: 347–358 (1980)
- RZANNY A, GÖBEL R, WELKER D: Werkstoffkundlicher Vergleich zahnfarbener Füllungsmaterialien. *Phillip J* 16: 68–71 (1999)
- SOLTÉSZ U: Polymerisations schrumpfung von «Definite» – Korrekturwerte. *Zahnärztl Mitt* 89: 798–799 (1999)
- Syndikus S: Klinische Untersuchung von Füllungsmaterialien zur Versorgung von Klasse V Kavitäten. *Med Diss Regensburg* (1992)
- TAY F R, GWINNETT A J, PANG K M, WEI S H Y: Variability in mikroleakage observed in a total-etch wet-bonding technique under different handling conditions. *J Dent Res* 74: 1168–1178 (1995)
- VAN DIJEN J W V: Clinical evaluation of three adhesive systems in class V non-cariou lesions. *Dent Mater* 16: 285–291 (2000)
- VANKERCKHOVEN H, LAMBRECHTS P, VAN BEYLEN M, DAVIDSON C L, VANHERLE G: Unreacted methacrylate groups on the surfaces of composite resins. *J Dent Res* 61: 791–795 (1982)
- WALLS A W, LEE J, MC CABE J F: The bonding of composite resin to moist enamel. *Br Dent J* 191: 148–150 (2001)
- WATAHA J C, RUEGGEBERG F A, LAPP C A, LEWIS J B, LOCKWOOD P E, ERGLE J W, METTENBURG D J: In vitro cytotoxicity of resin-containing restorative materials after aging in artificial saliva. *Clinical Oral Investigations* 3 (Spec Iss): 144–149 (1999)
- WOLTER H, STORCH W, OTT H: New inorganic/organic copolymers (Ormocer®s) for dental applications. *Mat Res Soc Symp Proc* 346: 143–149 (1994)