

# KLINISCHE, RÖNTGENOLOGISCHE UND RASTERELEKTRONEN-MIKROSKOPISCHE UNTERSUCHUNG VON MILCHZAHN-KOMPOMER-FÜLLUNGEN NACH ZWEIJÄHRIGER FUNKTIONSZEIT

IVO KREJCI, CHRISTIAN SEBASTIAN WIEDMER und FELIX LUTZ

Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Zürich, Klinik für Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariologie

## Zusammenfassung

In der vorliegenden Untersuchung wurden 22 Milchmolarenrestorationen aus Dyract nach einer durchschnittlichen Liegedauer von 2 Jahren nachuntersucht. Die klinische Inspektion ergab durchgehend positive Resultate. Sämtliche Restaurationen waren in situ. Sekundärkaries war weder klinisch noch röntgenologisch nachweisbar. Die quantitative rasterelektronenmikroskopische Randanalyse ergab beinahe 80% an «Kontinuierlichem Rand». Der okklusale Substanzverlust des Restaurationsmaterials im Randbereich lag in der Grössenordnung von 10 µm. Einzig die im Rasterelektronenmikroskop bei den meisten restaurierten Zähnen nachweisbaren radiären Schmelzmantelfrakturen trübten das ansonsten positive Bild.

Die Prognose für Dyract als Amalgamersatz in Milchzahnmolaren ist aufgrund der vorliegenden Zweijahresresultate günstig, wenn auch eine abschliessende Beurteilung bezüglich vollwertigem Amalgamersatz noch nicht möglich ist.

Acta Med Dent Helv 3: 48–53 (1998)

*Schlüsselwörter:* Milchzahnrestorationen, Kompomere

Zur Veröffentlichung angenommen: 1. Dezember 1997

### Korrespondenzadresse:

Priv. Doz. Dr. I. Krejci, Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Zürich, Klinik für Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariologie, Plattenstrasse 11, CH-8028 Zürich  
Tel: 01 257 32 71; Fax: 01 262 01 05  
E-Mail: krejci@zzmk.unizh.ch

## Einleitung

Im Rahmen einer prospektiven klinischen Studie wurden in den Milchzähnen von 7- bis 12jährigen Schülern der Schulzahnklinik Uster Kompomerrestorationen aus Dyract (DeTrey Dentsply, Konstanz, D) gelegt. Diese Restaurationen wurden nach sechs Monaten einer ersten Reevaluation unterzogen (KREJCI et al. 1994). Die damals ermittelten positiven Resultate legten die Vermutung nahe, dass Kompomere als Amalgamersatz für Milchzähne einsetzbar wären. Allerdings war die klinische Beobachtungsdauer zu kurz, um diese Vermutung zu untermauern. Das Ziel der vorliegenden Studie bestand deshalb darin, die mittlerweile zwei Jahre alten Milchzahnfüllungen einer erneuten, möglichst umfassenden klinischen, röntgenologischen und rasterelektronenoptischen Beurteilung zu unterziehen und aufgrund der Resultate eine Aussage darüber zu treffen, ob Kompomere routinemässig als Amalgamersatz für Milchzähne verwendbar sind.

## Material und Methoden

In der Schulzahnklinik Uster wurden nach Zufall 17 Schüler – 6 Mädchen und 11 Knaben – im Alter von 7 bis 12 Jahren mit insgesamt 29 Klasse-II-Milchmolarenläsionen ausgewählt und mit dem Kompomer Dyract ver-

**Tab. 1** Charakterisierung und Anzahl der Testkavitäten beim 2-Jahres-Recall

	Kavitätenart		Kavitätengrösse*
MO	5	A	2
OD	17	B	18
MOD	0	C	2
Total	22	Total	22

\* A < 1/3 der Interkuspidaldistanz B < 2/3 der Interkuspidaldistanz C > 2/3 der Interkuspidaldistanz

sorgt. Die genaue Restaurationstechnik kann einer früheren Arbeit entnommen werden (KREJCI et al. 1994). Im Rahmen des Zweijahresrecalls konnten 22 Restaurationen nachuntersucht werden (Tab. I). Fünf Restaurationen gingen durch physiologischen Zahnverlust im Wechselgebiss, zwei durch den Wegzug der Patienten verloren. Die klinische und makrophotographische Beurteilung der Restaurationen wurde durch zwei unabhängige Evaluatoren gemäss den Kriterien in der Tabelle II durchgeführt. Die Unterschiede zwischen den bereits vorliegenden 6-Monats- und den neu dazugekommenen 2-Jahres-Befunden wurden mit dem  $\chi^2$ -Test (Stat View 4.0, Abacus Concepts, Inc., Berkeley, CA, USA) auf einer Workstation (Power Macintosh 8500/180, Apple Computer Inc., Cupertino, CA, USA) auf Signifikanz geprüft. Für die röntgenologische Beurteilung wurden von jeder Restauration in Halbwinkeltechnik (Dent-o-mat, Gendex Dental Systeme, Hamburg, D; Einstellung: 65 kV, 7,5 mA, 0,50 s, Filmempfindlichkeit 1) Kleinröntgenbilder (Ultraspeed DS 42, Kodak Dental Produkte, Ostfildern, D) angefertigt. Neben der röntgenologischen Sichtbarkeit des Restaurationsmaterials wurden das Vorhandensein von Sekundärkaries sowie Imperfektionen in der Form von Über- bzw. Unterschüssen und Porositäten beurteilt.

Für die rasterelektronenoptische Analyse wurden mit einem additionsvernetzenden Silikonmaterial (President Light Body/Heavy Body, Coltène AG, Altstätten, CH) in konfektionierten Teillöffeln Abdrücke genommen. Die Replikas wurden mit Epoxidharz (Stycast 1266, Emerson & Cuming Europe, Westerlo-Oevel, B) ausgegossen. Die solcherart erstellten Positive wurden auf REM-Probeträger aufgeklebt und mit einer ca. 20 nm dicken Goldschicht im Sputter (Balzers SCD 030, Balzers Union AG, Balzers, FL) elektrisch leitend gemacht. Anschliessend wurden die Replikas mit Hilfe der computergestützten quantitativen Randanalyse im Rasterelektronenmikroskop (Amray 1810T, Amray Inc., Bedford, MA, USA) untersucht (KREJCI 1992). Folgende Qualitätskriterien gelangten zur Auswertung: Kontinuierlicher Rand, Randspalt, Schmelzrandfraktur, Restaurationsfraktur, Über- und Unterschuss (KREJCI 1992). Die Unterschiede zwischen den Initial-, 6-Monats- und 2-Jahres-Resultaten wurden mittels nichtparametrischen Tests (Stat View 4.0, Abacus Concepts, Inc., Berkeley, CA, USA) auf einer Workstation (Power Macintosh 8100/80AV, Apple Computer Inc, Cupertino, CA, USA) statistisch untersucht. Neben der Randqualität wurde auch die Oberflächenbeschaffenheit des Restaurationsmaterials im Rasterelektronenmikroskop beurteilt.

Nach abgeschlossener rasterelektronenmikroskopischer Analyse wurden an den Epoxid-Replikas mit einem computergesteuerten (Vectra 05/165, Hewlett Packard, Wieden, CH) Oberflächenabtastgerät (Form Talysurf-50, Rank Taylor Hobson, Leicester, GB) allfällige Stufenbildungen im Randbereich der Restaurationen quantifiziert (KREJCI 1992), welche den Substanzverlust in Relation zum umgebenden Schmelz charakterisierten.

## Resultate

Die Resultate der klinischen und makrophotographischen Evaluation sind in der Tabelle III aufgeführt. Zum Vergleich sind auch die 6-Monats-Ergebnisse aufgelistet (KREJCI et al. 1994). Der klinische Zustand der Füllungen nach zwei Jahren war im allgemeinen gut. Bei 50% der Restaurationen war eine leichte Verschleisszunahme feststellbar, was allerdings keine signifikante Änderung gegenüber dem 6-Monats-Recall bedeutete. Die Rand-

**Tab. II** *Klinische und makrophotographische Beurteilungskriterien (angelehnt an RYGE & CVAR 1971 und LEINFELDER & LEMONS 1988)*

Kriterium	Definition
Farbanpassung	A Die Restauration ist in bezug auf den Farbton und die Transluzenz von der benachbarten Zahnhartsubstanz nicht zu unterscheiden. B Die Restauration unterscheidet sich in bezug auf den Farbton oder die Transluzenz von der benachbarten Zahnhartsubstanz, der Unterschied liegt aber im Rahmen der natürlichen Zahnfarben. C Die Restauration unterscheidet sich in bezug auf den Farbton oder die Transluzenz von der benachbarten Zahnhartsubstanz. Der Unterschied liegt ausserhalb des Rahmens der natürlichen Zahnfarben.
Oberflächentextur	A Optisch und taktil: Kein Unterschied gegenüber poliertem Schmelz B Optisch und taktil: Rauher als polierter Schmelz
Postoperative	A Negativ
Sensibilität	B Positiv, unter Angabe der Dauer
CO <sub>2</sub>	A Positiv B Negativ
Fraktur	A Keine Fraktur B Fraktur(en) vorhanden
Restaurationsform (Verschleiss)	A Die Restauration geht kontinuierlich in die benachbarte Zahnstruktur über. Überkonturierung ist möglich. B Minimale Stufe im Randbereich C Generalisierter Substanzverlust mit deutlicher Stufe im Randbereich.
Randständigkeit	A Die Sonde bleibt im Randbereich nicht hängen, bzw. dort, wo sie hängen bleibt, kann klinisch optisch kein Randspalt diagnostiziert werden. B Die Sonde bleibt im Randbereich hängen, und ein Randspalt ist klinisch optisch diagnostizierbar. Die Restauration ist aber fest, und weder Dentin noch Unterfüllung sind entblösst. C Die Sonde kann in einen Randspalt eingeführt werden, welcher bis zur Schmelz-Dentin-Grenze reicht.
Randverfärbung	A Keine sichtbare Randverfärbung B Randverfärbung ist auf die Oberfläche der Restauration beschränkt. C Randverfärbung reicht in die Tiefe der Restauration in Richtung Schmelz-Dentin-Grenze.
Sekundärkaries	A Keine klinisch sichtbare Verfärbung in der Tiefe der Restauration. B Klinisch sichtbare Verfärbung in der Tiefe der Restauration oder in der benachbarten Zahnhartsubstanz

**Tab. III Zusammenstellung der klinischen und makrophotographischen Resultate (Anzahl der Restaurationen nach 6 Monaten n = 29 (aus KREJCI et al 1994), nach 24 Monaten n = 22; Qualitätskriterien in Prozent)**

Qualitätsstufe (vgl. Tabelle II)	A		B		C	
	6 Mte	24 Mte	6 Mte	24 Mte	6 Mte	24 Mte
Farbanpassung	82.8	86.4	17.2	13.6	0.0	0.0
Oberflächentextur	100.0	100.0	0.0	0.0	–	–
Sensibilität	100.0	100.0	0.0	0.0	–	–
CO <sub>2</sub>	82.8	n.g.	17.2	n.g.	–	–
Fraktur	100.0	100.0	0.0	0.0	–	–
Restaurationsform (Verschleiss)	44.8	50.0	55.2	50.0	0.0	0.0
Randständigkeit	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Randverfärbung	96.6	77.3	3.4	22.7	0.0	0.0
Sekundärkaries	100.0	100.0	0.0	0.0	–	–

n.g. = nicht gemessen

verfärbungen nahmen signifikant ( $p < 0,05$ ) von 3,4 auf 22,7% zu. Auf den CO<sub>2</sub>-Test musste beim zweiten Jahresrecall verzichtet werden, da die Wurzeln der meisten Milchzähne bereits stark resorbiert waren, weshalb keine zuverlässigen Angaben über die Pulpavitalität erhoben werden konnten.

Sämtliche Restaurationen waren im Röntgenbild gut beurteilbar. Es wurden weder Sekundärkaries noch Überschüsse, Unterschüsse oder Porositäten festgestellt.

Abbildung 1 zeigt die Ergebnisse der rasterelektronoptischen Randanalyse nach 2 Jahren. Zum Vergleich wurden die Initial- und 6-Monats-Resultate ebenfalls mit dargestellt (KREJCI et al. 1994). Der prozentuale Anteil an «perfektem Rand» war von den Initial- und 6-Monats-Werten statistisch nicht signifikant unterschiedlich. In den Abbildungen 2 bis 6 sind hierzu einige rasterelektronoptische Befunde festgehalten.

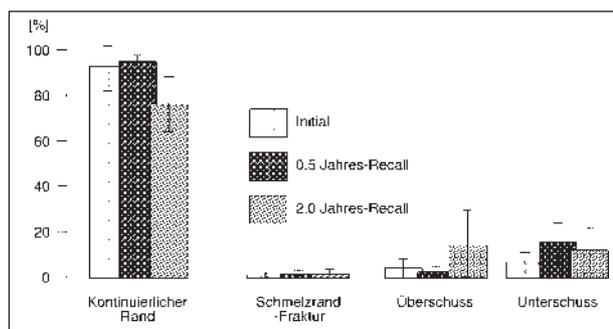
In der Abbildung 7 können die Ergebnisse der Verschleissmessung im Randbereich der Restaurationen nach 2 Jahren entnommen werden. Auch hier wurden die 6-Monats-Resultate zum Vergleich dargestellt (KREJCI et al. 1994), welche von den 2-Jahres-Resultaten statistisch nicht signifikant unterschiedlich waren.

Die Oberfläche des Kompomers erfuhr nach 2 Jahren im Vergleich zu den Initial- und 6-Monats-Befunden im rasterelektronischen Bild kaum Veränderungen (Abb. 8). Dagegen wurden im Schmelzrandbereich bei mehreren der 22 restaurierten Zähne senkrecht zum Randverlauf inserierende Schmelzrisse beobachtet (Abb. 2 und 3), welche in der klinischen und makrophotographischen Beurteilung nicht sichtbar waren.

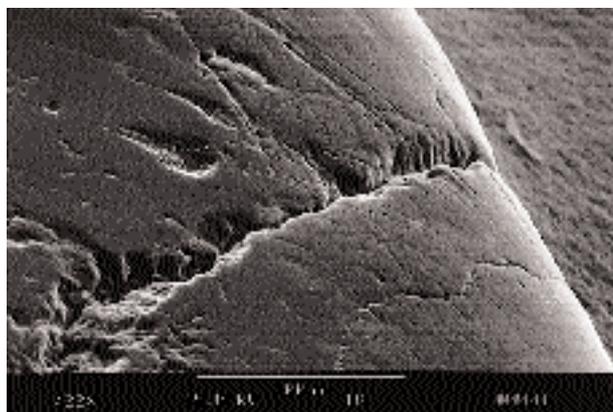
## Diskussion

In der vorliegenden Untersuchung wird das 2-Jahres-Recall mit dem ersten handelsüblichen Kompomer «Dyract» in Milchzahnkavitäten beschrieben. Die ermittelten Resultate machen deutlich, dass sich die Restaurationen während dieser Zeitspanne gut bewährt haben. Sämtliche Füllungen waren nach 2 Jahren frakturefrei in situ. Keine einzige Füllung wurde bezüglich klinischer Parameter als ungenügend eingestuft. Die meisten Patienten waren sich gar nicht mehr bewusst, dass sie eine Füllung am Testmilchzahn trugen. Die in etwa einem Achtel der Fälle suboptimale Farbanpassung war nicht durch eine Farbänderung des Materials, sondern durch die zu Beginn der Studie stark eingeschränkte Farbpalette bedingt. Die Hälfte der Restaurationen wies klinisch erkennbare Verschleiss Spuren auf, die aber weder ästhetisch noch funktionell von Belang waren. Im Randbereich konnte mit Hilfe des Rasterelektronenmikroskops eine leichte,

negative Stufe identifiziert werden, welche verschleissbedingt war. Ihre Tiefe wies eine relativ starke Streuung auf; im Durchschnitt betrug sie aber lediglich 10 µm. Vereinzelt Randverfärbungen kamen in etwa einem Fünftel der Fälle vor. Die rasterelektronoptische Auswertung der marginalen Adaptation stimmt mit dieser klinischen Beurteilung sehr gut überein. Auch hier waren etwa ein Fünftel der Ränder als «Randspalten» klassifiziert worden. Diese Grössenordnung lag für den Beobachtungszeitraum weit von einer klinisch kritischen Grenze, da weder klinisch noch im Röntgenbild Anzeichen von Sekundärkaries gefunden werden konnten. Obwohl in den meisten Fällen keine Unterfüllung gelegt worden war, kam es zu keiner einzigen Überempfindlichkeitsreaktion. Die Vitalität konnte allerdings nicht überprüft werden, da die Wurzeln der meisten Testzähne



**Abb. 1 Qualitätskriterien der marginalen Adaptation in Prozent (Durchschnittswerte ± SD)**



**Abb. 2 Schmelzriss radiär zur Kompomer-Restauration (REM, Originalvergrößerung 422×)**

bereits so stark resorbiert waren, dass keine zuverlässige Messung möglich war.

Der einzige gegenwärtig zur Zurückhaltung in der Anwendung von Dyract mahnende Effekt waren die im Rasterelektronenmikroskop beobachteten, radiären Schmelzmantelrisse. Sie könnten durch die relativ starke Wasseraufnahme des Materials bedingt sein (REINHARDT 1995). Klinisch waren diese Risse allerdings ohne Bedeutung, da die Patienten völlig beschwerdefrei waren.

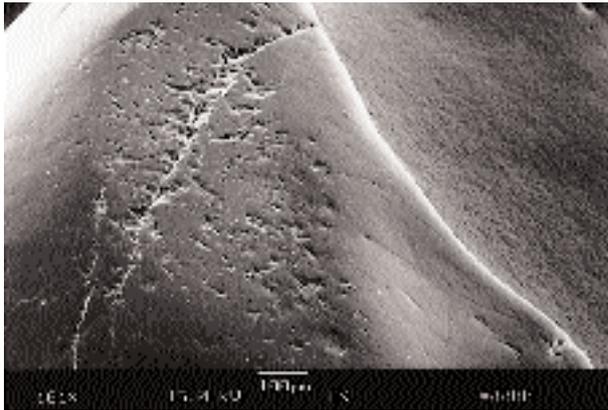


Abb. 3 Schmelzriss radiär zur Kompomer-Restoration, der direkt durch den okklusalen Kontaktpunkt führt (REM, Originalvergrößerung 101×)

Zudem waren sie in der klinischen Inspektion gar nicht wahrnehmbar, was darauf hindeuten könnte, dass ihre Tiefenausdehnung auf den Schmelzmantel beschränkt ist, ohne das darunterliegende Dentin zu tangieren. Ein solches Szenario ist denkbar, zumal Schmelz viel spröder ist als Dentin und damit allfällig auftretende Volumenschwankungen des Restaurationsmaterials schlechter kompensieren kann. Im weiteren ist zu berücksichtigen, dass expansionsbedingte Zahnhartsubstanzfrakturen be-

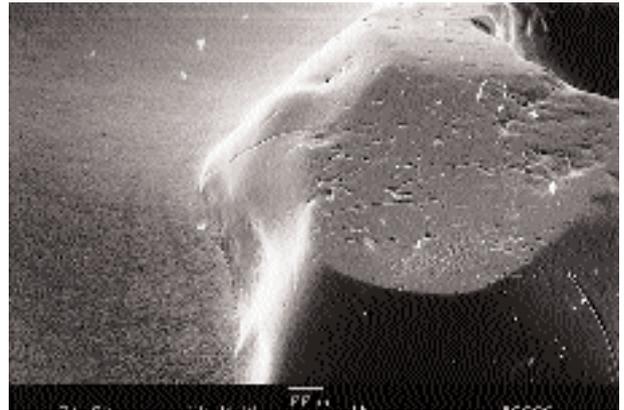


Abb. 4 Ausgewaschene Kompomer-Restoration nach 2 Jahren mit Verschleisspuren. Rechts ist der natürliche abraderte Milchzahnhöcker sichtbar (REM, Originalvergrößerung 71×).

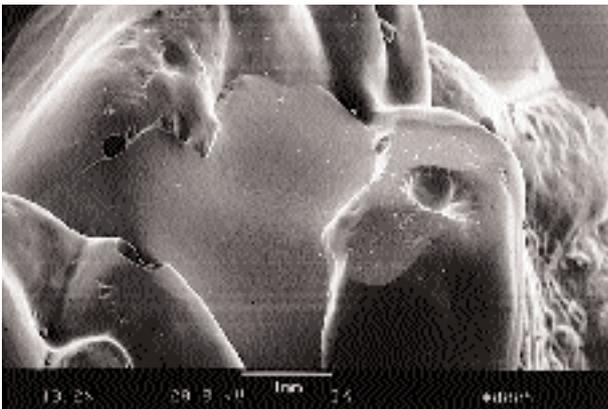


Abb. 5 Kompomer-Restoration mit Unterschüssen mesial und leichten Überschüssen distal (REM, Originalvergrößerung 18,2×)

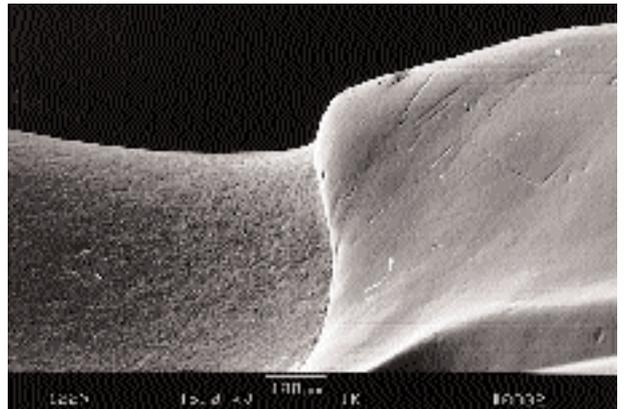


Abb. 6 Abradierte Kompomer-Randleiste mit spaltfreien Rändern (REM, Originalvergrößerung 122×)

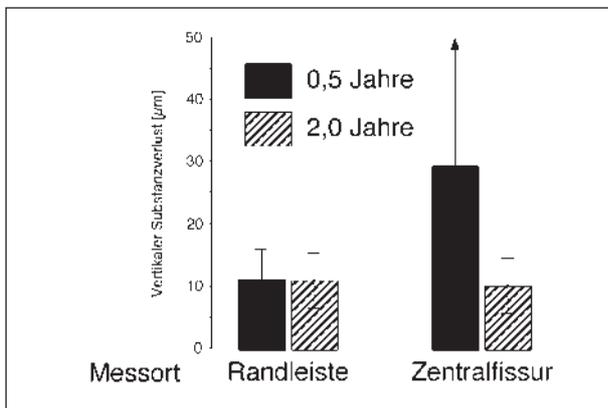


Abb. 7 Abrasion der okklusalen Restaurationsoberfläche im Randbereich in Mikrometern (Durchschnittswerte ± SD)

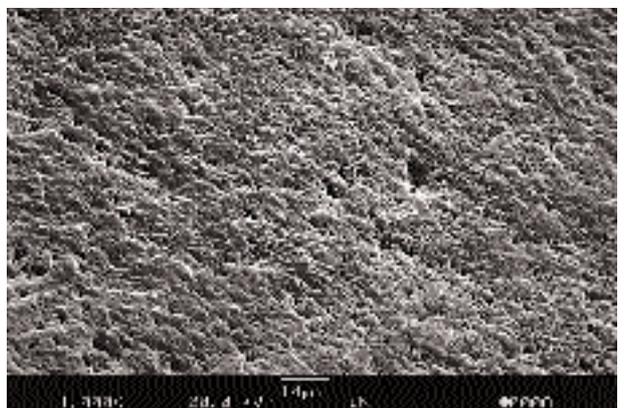


Abb. 8 Kompomeroberfläche nach 2 Jahren in situ. Die Mikrostruktur erinnert an die 6-Monats-Befunde (KREJCI et al. 1994) (REM, Originalvergrößerung 1000×).

reits seit Jahrzehnten in der restaurativen Zahnmedizin vorkommen. Es handelt sich dabei um die sogenannten «unvollständigen Molarenfrakturen», welche wahrscheinlich auf die merkuroskopische Expansion von Amalgam zurückzuführen sind (KREJCI et al. 1988). Nichtsdestotrotz deuten die Befunde darauf hin, dass bei der Entwicklung zukünftiger Kompomerformulierungen die Problematik der wasseraufnahmebedingten Expansion minuziös abzuklären ist.

Die in dieser Studie eingesetzte Untersuchungsmethode wird als eine optimale Synthese zwischen der Forderung nach praktischer Relevanz der Resultate und dem Wunsch nach wissenschaftlich möglichst exakter Beurteilung der Restaurationen angesehen. Aufgrund des Studiendesigns in der Form einer prospektiven klinischen Studie unter Routinebedingungen in einer Schulzahnklinik, verbunden mit dem Verzicht auf die optimalen Bedingungen eines universitären Klinikbetriebs, wurde eine maximale praktisch-klinische Relevanz erreicht. Das Testmaterial wurde in z.T. sehr grossen, mehrflächigen Milchmolarenkavitäten eingesetzt. Diese Restaurationsform ist bei Milchzähnen besonders kritisch (ENGELSMANN et al. 1988, LEVERING & MESSER 1988, VARPIO et al. 1990, ÖSTLUND et al. 1992) und stellt somit die strengste Versuchsanordnung für ein Milchzahnfüllungsmaterial dar. Mit Hilfe der Replika-Technik in Verbindung mit der rasterelektronenmikroskopischen Randanalyse bzw. der profilometrischen Verschleissquantifizierung wurde eine ausserordentlich genaue Quantifizierung dieser beiden bezüglich Lebensdauer von zahnfarbenen Restaurationen wichtigsten Parameter möglich (KREJCI 1992). Zusammen mit der gleichzeitig durchgeführten klinischen, makroskopischen und röntgenologischen Beurteilung konnte ein sehr genaues Bild der klinischen Leistungsfähigkeit des geprüften Materials unter Praxisbedingungen generiert werden.

Der Vergleich mit anderen Arbeiten ist schwierig, da bislang keine weiteren rasterelektronenmikroskopischen 2-Jahres-Daten zu Milchzahnrestaurationen aus Komposeren verfügbar sind. Im Vergleich zum 6-Monats-Recall (KREJCI et al. 1994) haben sich die Befunde nur minimal verschlechtert. Der einzige relevante Unterschied bestand in den radiären Schmelzmantelfrakturen, welche nach 6 Monaten nicht beobachtet wurden. Das positive Bild deckt sich aber mit klinischen Einjahresresultaten einer anderen Studie in Milchmolaren (PETERS et al. 1996) und erinnert an die guten Ergebnisse in der Klasse V (ELDERTON et al. 1996, JEDYNAKIEWICZ et al. 1996). Es ist interessant, dass diese Befunde in keiner Weise dem Verhalten von Dyract in der Klasse II in bleibenden Zähnen entsprechen. Hier präsentiert sich die marginale Adaptation unter Belastung nämlich als absolut ungenügend (KREJCI et al. in Vorbereitung). Somit ist eine streng selektive Indikationsstellung bei Kompomeren unumgänglich.

Aufgrund des durchwegs positiven Befundes stellt sich die Frage, ob Kompomerrestaurationen als routinemässige Milchzahnversorgungen zu empfehlen sind. Für eine solche Beurteilung ist die Lebensdauer der Milchmolaren entscheidend. Obere und untere erste Milchmolaren brechen in der Regel mit 14 bis 18 Monaten durch, obere und untere zweite Milchmolaren mit 24 bis 30 Monaten. Der Zahnwechsel erfolgt bei den ersten Milchmolaren zwischen dem 9. bis 10. Lebensjahr, die zweiten Milchmolaren werden mit 10 bis 12 Jahren durch bleibende Zähne ersetzt (HOTZ 1980). Auch im ungünstigsten Fall dürften die Milchmolaren kaum früher als 6 Monate nach dem Durchbruch restaurativ versorgt werden müssen. Daraus ergibt sich eine mit der Restau-

ration zu überbrückende Zeitspanne von maximal 8 bis 10 Jahren. Geht man davon aus, dass ein einmaliger Ersatz sowohl vom ökonomischen als auch vom zahnmedizinischen (cut back) (KREJCI 1995) Standpunkt aus vertretbar ist, muss bei Milchzahnfüllungen eine durchschnittliche Lebensdauer von 4 bis 5 Jahren gefordert werden. Damit lassen die vorliegenden Ergebnisse zwar eine sehr günstige Prognose, aber keine definitive Beurteilung zu.

Zudem ist zu berücksichtigen, dass sich die vorliegende Untersuchung auf ein einziges handelsübliches Kompomer material bezieht. Mittlerweile wurde in bislang nicht veröffentlichten eigenen Untersuchungen deutlich, dass in der Klasse der Kompomere qualitativ sehr unterschiedliche Formulierungen angeboten werden. Die Resultate sind deshalb nicht auf die ganze Kompomerklasse übertragbar.

## Summary

**KREJCI I, WIEDMER C S, LUTZ F: Clinical, radiographic and SEM evaluation of compomer restorations in deciduous teeth after 2 years** (in German). Acta Med Dent Helv 3: 48–52 (1998)

22 Dyract restorations in deciduous molars were evaluated after 2 years in vivo. The clinical and radiographic inspection revealed positive results. All restorations were in situ without any signs of recurrent caries. In the SEM, almost 80% of the margins were rated continuous. The occlusal wear at the margins was in the order of 10 µm. Only the radial enamel fractures observed in the SEM somehow spoiled the positive impression.

Although it is too early to make a final judgement, according to the present results, the prognosis for Dyract as an amalgam substitute for deciduous teeth is favorable.

## Résumé

Vingt-deux obturations en Dyract, placées dans des molaires de lait, ont été évaluées deux ans après leur mise en bouche. Les examens clinique et radiologique ont révélé des résultats favorables. La totalité des restaurations était encore en place sans signe de récurrence de carie. Au microscope électronique à balayage (MEB) presque 80% des marges ont été qualifiées comme étant continues. L'usure occlusale au niveau de ces marges était de l'ordre de 10 microns. Des fractures radiales de l'émail superficiel visibles au MEB dans la plupart des dents restaurées, étaient les seules images qui dérangeaient quelque peu une impression globale positive. Même s'il est trop tôt pour des conclusions définitives, les résultats de cette étude indiquent que le Dyract semble être un substitut d'amalgame favorable pour les dents de lait.

## Literatur

- ELDERTON R J, ABOUSH Y E Y, VOWLES R W, BELL C J, HILL A R M: Class V Restorations clinical trial, part III. Final Report, University of Bristol (1996)
- ENGELSMANN U, KOCHER T H, ALBERS H K: Vergleichende Langzeituntersuchung über die Füllungsmaterialien Ketac Fil und Amalgam an Milchzähnen. Dtsch Zahnärztl Z 43: 291–294 (1988)
- HOTZ R: Orthodontie in der täglichen Praxis. H. Huber Verlag, Wien (1980)
- JEDYNAKIEWICZ N M, MARTIN N, FLETSCHER J M, EDGAR W M: Three year report on a clinical investigation into the clinical investigation of the restorative material

- K71 for cervical lesions at the University of Liverpool. Research Report, University of Liverpool (1996)
- KREJCI I: Zahnfarbene Restaurationen. Hanser, München (1992)
- KREJCI I, KREJCI D, LUTZ F: Unvollständige Molarenfraktur. Schweiz Monatsschr Zahnmed 98: 260–262 (1988)
- KREJCI I, LIEBER C M, LUTZ F: Time required to remove totally bonded tooth-colored posterior restorations and related tooth substance loss. Dent Mater 11: 34–40 (1995)
- KREJCI I, KREJCI D, LUTZ F: Compomers in class II. In Vorbereitung
- KREJCI I, GEBRAUER L, HÄUSLER T, LUTZ F: Kompomere – Amalgamersatz für Milchzahnkavitäten? Schweiz Monatsschr Zahnmed 104: 724–730 (1994)
- LEINENFELDER K F, LEMONS J E: Clinical restorative materials and techniques. Lea & Febiger, Philadelphia, pp. 201–221 (1988)
- LEVERING N J, MESSER L B: The durability of primary molar restorations: I. Observations and predictions of success of amalgams. Pediatr Dent 10: 74–80 (1988)
- ÖSTLUND J, MÖLLER K, KOCH G: Amalgam, composite resin and glass ionomer cement in Class II restorations in primary molars – a three year clinical evaluation. Swed Dent J 16: 81–86 (1992)
- PETERS T C R B, ROETERS J J M, FRANKENMOLEN F W A: Clinical evaluation of Dyract in primary molars: 1-year results. Am J Dent 9: 83–87 (1996)
- REINHARDT K-J: Ein Compomer als Amalgamersatz? Philipp J 12: 395–399 (1995)
- RYGE G, CVAR J F: Criteria for the Clinical Evaluation of Dental Restorative Materials. US Public Health Service publication No. 790–244. Government Printing Office, San Francisco (1971)
- VARPIO M, WARFINGE J, NOREN J G: Proximo-occlusal composite restorations in primary molars: Marginal adaptation, bacterial penetration, and pulpal reactions. Acta Odontol Scand 48: 161–167 (1990)