

Clara Muscholl, Diana Wolff

Die zweiphasige direkte Kompositrestauration (R2-Restauration) – ein aktueller Überblick*

Warum Sie diesen Beitrag lesen sollten

Der Behandlungsansatz der R2-Restauration umfasst ein strukturiertes Vorgehen zur Herstellung schwieriger, direkter subgingivaler Kompositrestaurationen. Der Beitrag erläutert den aktuellen wissenschaftlichen Stand und das detaillierte klinische Vorgehen.

Einführung: Die Versorgung subgingivaler Kavitäten mit direkten kompositbasierten Restaurationen ist eine Herausforderung im zahnmedizinischen Alltag. Im Zuge des Herstellungsprozesses müssen viele Schwierigkeiten bewältigt werden. Dazu gehören unter anderem Blutungs- und Gewebemanagement, fehlerfreie Adhäsivtechnik, stufen- und randspaltfreie Applikation des Restaurationswerkstoffs sowie anatomisch korrekte Formgebung und Kontaktbereichsgestaltung. Die Prozessqualität jedes einzelnen Schritts ist dabei ausschlaggebend für den langfristigen klinischen Erfolg der Restauration.

Behandlungsmethode: Mithilfe der R2-Restauration wird dieser komplexe Prozess in zwei Phasen aufgeteilt. In der ersten Restaurationsphase wird lediglich der tief subgingivale Kavitätenanteil versorgt und der Kavitätenboden auf ein para- oder leicht supragingivales Niveau angehoben. In der zweiten Restaurationsphase erfolgen anschließend die Rekonstruktion der Zahnkrone und die Ausgestaltung des Kontaktbereichs zum Nachbarzahn. In den Restaurationsphasen ist die Anwendung verschiedener Hilfsmittel und Techniken erforderlich.

Ergebnis: Durch die gegliederte, schrittweise Bearbeitung wird der gesamte Prozess überschaubarer und ist leichter durchzuführen.

Schlussfolgerung: Bei Anwendung der R2-Restauration im Rahmen der Versorgung tief subgingivaler Kavitäten können Zähne mit großem Zahnhartsubstanzenverlust sicher, planbar und mit guter Prognose versorgt werden. Essentiell für den Langzeiterfolg ist eine strukturierte Nachsorge, die vor allem eine suffiziente Reinigung des Approximalbereichs in den Mittelpunkt stellt.

Schlüsselwörter: Kastenelevation; R2-Restauration; subgingivale Kompositrestauration; tief subgingivale Kavität; zweiphasige direkte Kompositrestauration

Universitätsklinikum Heidelberg, Poliklinik für Zahnerhaltungskunde: Clara Muscholl, Prof. Dr. med. dent. Diana Wolff

* Deutsche Version der englischen Erstveröffentlichung Muscholl C, Wolff D: The two-step direct composite restoration (R2 restoration) – a current review.

Dtsch Zahnärztl Z Int 2022; 4: 125–133

Zitierweise: Muscholl C, Wolff D: Die zweiphasige direkte Kompositrestauration (R2-Restauration) – ein aktueller Überblick. Dtsch Zahnärztl Z 2022; 77: 245–254

Peer-reviewed article: eingereicht: 18.08.2021, revidierte Fassung akzeptiert: 13.10.2021

DOI.org/10.53180/dzz.2022.0020

The two-step direct composite restoration (R2 restoration) – a current review

Introduction: The treatment of subgingival cavities with direct composite restorations is a challenge in everyday dental practice. Many difficulties must be overcome in the course of treatment, including bleeding and tissue management, a flawless adhesive technique, step-free and margin-free application of the restorative material as well as anatomically correct crown shaping and contact area design. Each individual treatment step in the course of the restorative process is crucial for the long-term clinical success of the restoration.

Treatment methods: The R2 restorations divide this complex restorative process into two steps. In the first restorative step, only the deep subgingival portion of the cavity is restored, and the cavity floor is elevated to a paragingival or slightly supragingival level. In the second restorative step, the tooth's crown is reconstructed, and the contact area facing the neighboring tooth is designed. The two restorative steps require the use of various tools and techniques.

Result: The methodical, step-by-step approach makes the entire treatment process more manageable and easier to perform.

Conclusion: Teeth with extensive tooth substance loss as a result of deep subgingival cavities can be restored safely, predictably and with a good prognosis by means of the R2 restorations. Structured follow-up care which focuses on sufficient cleaning of the proximal area is essential for long-term success.

Keywords: adhesives; contamination; MMPs; resin composites; technique sensitivity

1. Einführung

Die klinische Anwendung der zweiphasigen direkten Kompositrestauration (R2-Restauration) wurde 2014 erstmals vorgestellt [12, 14, 32] und wird seither kritisch diskutiert und weiterentwickelt. Der Ansatz der R2-Restauration unterscheidet sich von der Proximal Box Elevation (PBE) [11, 18, 29], der Cervical Margin Relocation (CMR) oder der Deep Margin Elevation (DME) [6], der Margin Elevation Technique [36] oder der Sandwichtechnik [5, 8] darin, dass durchgehend mit direkten Kompositen ohne Verwendung laborgefertigter Restaurationen gearbeitet wird. Dass die Versorgung subgingivaler Kavitäten im täglichen klinisch-zahnmedizinischen Alltag bewältigt und suffizient gelöst werden muss, steht mitt-

lerweile außer Frage. Dafür werden seitens der Patient*innen zunehmend zahnerhaltende Maßnahmen nachgefragt, die Dank der Weiterentwicklung von Methoden und Materialien und der zunehmenden Kompetenz auf diesem Gebiet auch angeboten werden können. Restaurative Versorgungen in diesen kritischen Bereichen stehen jedoch im Spannungsfeld zwischen werkstoffkundlichen und verarbeitungstechnischen Anforderungen von Adhäsivsystemen und Dentalmaterialien und den Erfordernissen der umgebenden Weichgewebe [28], beispielsweise im Hinblick auf reizfreie Restaurationsränder und Biokompatibilität der Materialien. Durch Verwendung der R2-Restauration eröffnet sich ein strukturierter Behandlungsweg, auf dem die vielen

Schwierigkeiten der Restaurationsanfertigung sukzessive bewältigt werden können. Dabei wird die komplexe Anforderung der Gesamtrekonstruktion des umfassenden und tief subgingivalen Defekts in überschaubare Schritte untergliedert.

1.1 R2-Restauration und biologische Breite

Ein besonderes Augenmerk bei der Restauration tief subgingivaler Defekte liegt auf der sogenannten „biologischen Breite“, einem Mindestabstand zwischen marginalem Restaurationsrand und Knochen. Im Regelfall gilt es diese nicht zu unterschreiten, um Irritationen oder Entzündungszustände des Parodonts zu vermeiden. Der Begriff der biologischen Breite fußt auf den Beobachtungen von Gargiulo et al. aus dem Jahr 1961, bei denen ein durchschnittliches Ausmaß des gingivalen Sulkus von 0,69 mm, des epithelialen Attachments von 0,97 mm und des supraalveolären Faserapparats von 1,07 mm festgestellt wurden [15]. Diese Erkenntnisse gelten als Grundlage der Annahme, dass am gesunden Zahn eine physiologische Distanz von 3 mm zwischen Limbus alveolaris und Schmelz-Zement-Grenze vorliegt [26]. Das Ausmaß der biologischen Breite kann sich allerdings je nach Position des Zahns sowie der Zahnfläche und je nach Biotyp der Gingiva und des Alveolarknochens unterscheiden [28, 33]. Außerdem scheinen die Dimensionen des dentogingivalen Komplexes nicht konstant [30]. Dennoch gibt es nach wie vor die generelle Forderung nach einem Abstand von 3 mm zwischen Restaurationsrand und Limbus alveolaris, um entzündlichen Reaktionen des Parodonts vorzubeugen [16, 19, 24]. Bei Unterschreitung der biologischen Breite im Zuge einer restaurativen Versorgung wird eine chirurgische Kronenverlängerung oder eine kieferorthopädische Extrusion des Zahns empfohlen [3, 9, 25]. Tief subgingivale Restaurationen tangieren unweigerlich den Bereich der biologischen Breite. Nach Vorstellung der R2-Restauration und ihrer Einordnung in den Kontext der biologischen Breite [14] gab und gibt es dazu kontroverse Ansichten. Klinisch lässt sich feststellen, dass nach Ein-

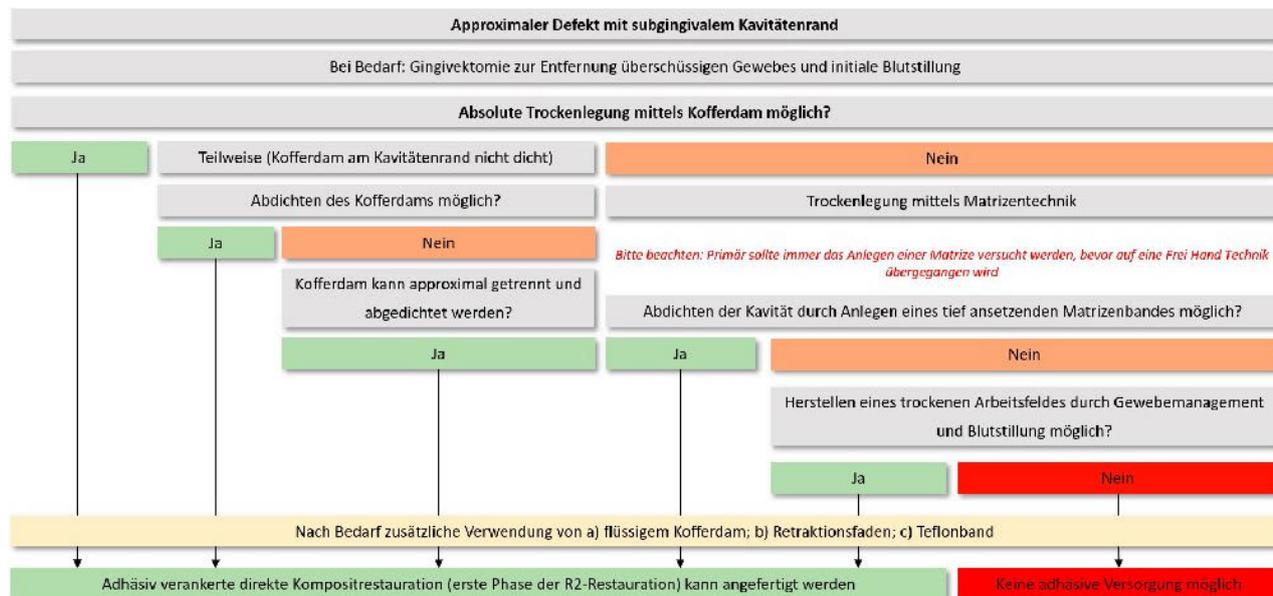


Abbildung 1 Flussdiagramm bei approximal-subgingivalem Defekt

bringen einer die biologische Breite verletzenden Kompositrestauration entzündungsfreie parodontale Zustände beobachtet werden können [13]. Dabei ist anzunehmen, dass ein glatter und überschussfreier Kompositrestaurationsrand im subgingivalen Bereich vom Parodont reizfrei toleriert werden kann. Die genaueren Zusammenhänge sind derzeit noch nicht umfassend geklärt und unterlie-

gen weiteren wissenschaftlichen Untersuchungen.

1.2 Einordnung der R2-Restauration anhand aktueller Literatur

Bei den zuletzt veröffentlichten Studien zu tiefen, die Schmelz-Zement-Grenze überschreitenden Restaurationen handelt es sich zum Großteil um In-vitro-Studien, die sich vorwiegend mit dem Vergleich der marginalen Adaptation zwischen indirekten Res-

taurationen mit und ohne Kastenelevation befassen [11, 23, 29, 31, 36]. In diesen Studien wird mehrheitlich ausgeführt, dass es keine Unterschiede in der Randqualität zwischen nach subgingival reichenden, zementierten indirekten Restaurationen und Restaurationen mit einer vorherigen Kastenelevation gibt. Weiterhin wurde gezeigt, dass Kompositmaterial (fließfähig oder viskös) in mehreren Schichten [11, 29] oder in einer Schicht [36] für die Kastenelevation angewendet werden kann.

Klinische Studien sind bislang nur wenige verfügbar. Neben einem systematischen Review aus dem Jahr 2015 [18] und einem Literaturreview aus 2018 [17] finden sich drei weitere klinische Studien: 2018 publizierten Ferrari et al. ihre Ergebnisse aus einer 12-monatigen, kontrollierten Studie zum Einfluss der Cervical Margin Relocation (CMR) auf die parodontale Gesundheit [10]. Darin verglichen sie 35 Proband*innen, die entweder eine Keramikteilkrone mit (Test) oder ohne CMR (Kontrolle) erhalten hatten. Die Restaurationsränder der CMR oder der Keramikteilkrone tangierten den Bereich der biologischen Breite. Die Proband*innen erhielten initial eine einmalige Mundhygieneinstruktion und Prophylaxe. Zu Beginn der Studie und nach 12 Monaten wurden die klinischen Entzündungsparame-



Abbildung 2 Tief subgingivale Kavität an Zahn 26 mit angelegtem Matrizenband (Slick Bands Margin Elevation Matrizenbänder, Garrison Dental Solutions) und eingebrachtem Teflonband zur Abdichtung mesial und distobukkal



Abbildung 3 Erste Phase der R2-Restauration unter Verwendung der Freihandtechnik

(a) Ausgangssituation an Zahn 14 mit distal subgingivaler Kavität, daneben wurde eine endodontische Therapie eingeleitet; (b) nach erfolgter Blutstillung mit einem Eisensulfatpräparat stellt sich das Arbeitsfeld trocken dar; (c) nach Phosphorsäureätzung, Spülen und Trocknen erfolgen das Auftragen eines Adhäsivsystems, Verpusten und die Lichthärtung; (d) Einbringen einer kleinen Menge fließfähigen Kompositmaterials auf den Kavitätenboden distal OHNE Lichthärtung; (e) Applikation von viskösem Restaurationkomposit auf das fließfähige Material; (f) Modellierung des fließfähigen sowie des viskösen Kompositmaterials gemeinsam und grobe Überschussentfernung; (g) nach Lichtpolymerisation erfolgt eine sorgfältige proximale Ausarbeitung, bei der eine erneute Blutung induziert wurde.

ter (gingivaler Blutungsindex, Blutung auf Sondieren, Sondierungstiefen) gemessen. Die Studie lieferte keine Information über die Allokation der Proband*innen in die jeweiligen Gruppen, sie berichtete lediglich von null initialen Gingiva-, Plaquescores und Bluten auf Sondieren bei allen Probanden zu Beginn der Studie. Nach 12 Monaten zeigte die Testgruppe (Keramikteilkrone mit CMR) signifikant mehr Bluten nach Sondieren ($p=0,010$), wohingegen die Gingiva- und Plaquescores zwar tendenziell etwas höher in der Test- als in der Kontrollgruppe waren, aber diese Werte nicht signifikant unterschiedlich waren. Die Autor*innen schlussfolgern daraus, dass das Vorgehen als eher techniksensitiv einzustufen ist.

In eine zweite klinische Studie zur Reaktion des parodontalen Gewebes auf subgingivale Kompositrestaurationen schlossen Bertoldi et al. 29 Proband*innen mit subgingivalen kariösen Defekten ein, die einer restaurativ-endodontischen Therapie zugeführt wurden und für eine nachfolgende Kronenversorgung vorgesehen waren. Es wurden CMRs an den Zähnen durchgeführt, wobei nur Fälle eingeschlossen wurden, die einen Abstand von mindestens 3 mm zum Alveolarknochen aufwiesen und somit den Bereich der biologischen Breite nicht tangierten. Über einen 3-monatigen Beobachtungszeitraum mit einem stringenten Unterstützende-Parodontistherapie-Programm (UPT-Programm) verzeichnete man eine signifikante Abnahme von Plaqueindex, Bluten auf Sondieren und Sondierungstiefen. Die nach 3 Monaten

entnommenen histologischen Präparate gaben keinen Hinweis auf entzündliche Prozesse im Bereich der CMR im Vergleich zu den Kontrollstellen an der gesunden Seite der Zähne [1]. In ihrer Schlussfolgerung führen die Autor*innen aus, dass subgingivale Kompositrestaurationen im Sinne der CMR mit gingivaler Gesundheit kompatibel sind, wenn die biologische Breite nicht verletzt und eine stringente UPT angesetzt wird.

Die beiden vorgestellten Studien unterscheiden sich maßgeblich in der Frequenz und Umsetzung eines strukturierten UPT-Programms. Bei Ferrari et al. wurden lediglich initial einmal eine Mundhygieneaufklärung und die Prophylaxe durchgeführt; in der Folge war in beiden Gruppen eine sehr deutliche Zunahme der Plaque- und Gingivaindizes und des Blutens auf Sondieren zu beobachten, wobei die Effekte in der Testgruppe mit CMR deutlicher ausgeprägt waren. Das weist darauf hin, dass subgingival eingebrachte Kompositrestaurationen einer suffizienten Reinigung bedürfen, die im Rahmen der präoperativen Aufklärung und postoperativen Betreuung und strukturierten Nachsorge adressiert sein muss.

Eine weitere klinische Studie berichtet von der Untersuchung von 197 partiell-indirekten Restaurationen mit Deep Margin Elevation (DME) aus Komposit bei 120 Proband*innen. Die durchschnittliche Nachbeobachtungszeit betrug 57,7 Monate. In der Kohorte wurden 8 Versagen beobachtet, wovon 5 auf Sekundärkaries zurückzuführen waren. Die Gesamtüberlebensrate der

Restaurationen betrug 95,5 % (Standardabweichung 2,9 %) nach 10 Jahren oder länger. In der Studie wurden keine Parodontalparameter aufgenommen, jedoch wurden die Qualitätskriterien (USPHS Kriterien) der Baseline-Untersuchung und beim letzten Recall dargestellt. Dabei zeigte sich eine Verschlechterung in allen Kategorien, die die Autor*innen der Studie als „normales Phänomen“ der Alterung werteten, da sie in den älteren Restaurationen deutlichere Ausprägungen sahen als in den jüngeren. Sie wiesen in diesem Kontext darauf hin, dass sich die parodontale Gesundheit (als Kriterium der USPHS-Analyse) als Folge der Verletzung der biologischen Breite hätte verschlechtern können. Dies war jedoch nicht ausgeprägt der Fall. Sie schlussfolgerten, dass indirekte Restaurationen mit DME gute Überlebensraten im beobachteten Zeitraum von bis zu 12 Jahren zeigen [2].

Bislang unveröffentlichte Daten aus der Arbeitsgruppe der Autor*innen der vorliegenden Arbeit zeigen vielversprechende Ergebnisse hinsichtlich der klinischen Qualität von R2-Restaurationen. Plaqueindex, gingivaler Blutungsindex und Bluten auf Sondieren waren nach durchschnittlich 2,7 Jahren (min. 0,0 – max. 9,3 Jahre) an 63 tiefen, die biologische Breite tangierenden R2-Restaurationen im Vergleich zu Kontrollzähnen nicht signifikant erhöht. In Abgrenzung zu den zuvor genannten Studien wurden Proband*innen mit vorausgegangener Parodontitis in dieser Studie nicht ausgeschlossen. Das Parodont in diesem Patientenkol-

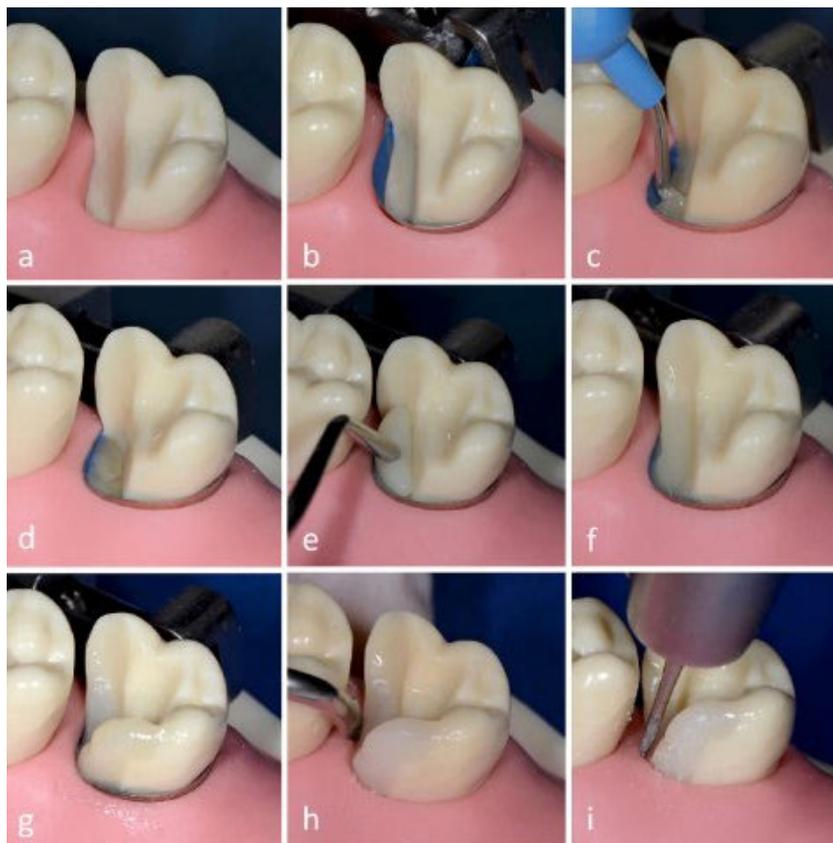


Abbildung 4 Schrittweises Vorgehen zur Herstellung der 1. Phase einer R2-Restauration am Modellzahn 27

(a) Ausgangssituation einer 2–3 mm nach subgingival reichenden Kavität; (b) Anlegen eines Subgingival-Matrizenbandes (Slick Bands Margin Elevation Matrizenbänder, Garrison Dental Solutions); (c) Einbringen von fließfähigem Komposit nach Konditionierung der Kavität mit Phosphorsäure und einem Adhäsivsystem; (d) nach Applikation von fließfähigem Komposit OHNE Lichthärtung, (e) Platzierung einer Portion Restauraionskomposit auf dem ungehärteten fließfähigen Material; (f) mit Komposit angehobene approximale Stufe; (g) Freihandaufbau der fehlenden palatinal-mesialen Schmelzwand mit Restauraions-Komposit; (h) Glätten der Restauraionsränder mit einseitig diamantierten Schallspitzen (Sonicflex Stripping, Shaping Nr. 73, 74, 75, 76, KaVo); (i) Überschussentfernung mit flammenförmigem Diamanten (Nr. 8889415 010, Komet)

ektiv zeigte an den R2-Restaurationen klinisch keine Anzeichen für entzündliche Prozesse. Die Proband*innen wurden in einer unterstützenden Nachsorge betreut. Es konnte zudem evaluiert werden, dass die regelmäßige Nutzung von Interdentalraumbürsten bei der häuslichen Mundhygiene zu einer signifikant verringerten Blutungsneigung der Gingiva führt.

2. Die Behandlung mit einer R2-Restauration

2.1 Behandlungsplanung

Tatsächlich gestaltet sich bei Vorliegen eines subgingivalen ausgedehnten Defekts die Entscheidungsfin-

dung und Behandlungsplanung nicht einfach. Anhand des klinischen Befunds und des Röntgenbildes lässt sich im Vorfeld der Behandlungsverlauf abschätzen [22, 34]. Aufgrund der häufig vorliegenden Komplexität ist allerdings auch mit Anpassungen der Behandlungsstrategie oder der verwendeten Techniken und Materialien während der Behandlung zu rechnen. Insofern ist es klug, den Patient*innen einen „Best-Case“- und einen „Worst-Case“-Behandlungsverlauf zu skizzieren. Ersterer orientiert sich an der Abschätzung, ob es je nach Restbestand der Zahnhartsubstanz gelingt, einen Kofferdam, eine partielle Trockenlegung, etc. durchzuführen und damit die adhäsive Ver-

sorgung zu ermöglichen. Das „Worst-Case“-Szenario sollte darauf verweisen, dass der Behandlungsversuch auch scheitern könnte und weiterführende Maßnahmen, wie beispielsweise chirurgische Kronenverlängerung, kieferorthopädische Extrusion oder die Exzision notwendig werden könnten. Die Patientenaufklärung muss zudem den Fokus darauf legen, den Patient*innen zu verdeutlichen, dass es sich um eine äußerst komplexe und schwierige Versorgung handelt, deren Ausgang von zahlreichen Faktoren abhängt, die im Vorfeld nicht (immer) umfassend abschätzbar sind.

2.2 Blutstillung und Gewebemanagement

Anhand des vorgestellten Flussdiagramms bei approximal-subgingivalem Defekt kann der Ablauf geplant und die Behandlung vorbereitet werden (Abb. 1). Initial sollte der Defekt in Gänze dargestellt sein. Dazu gehören eine Reinigung des Zahns und der Nachbarzähne, die Entfernung von gegebenenfalls störendem Weichgewebe durch Gingivektomie und daraus folgend gegebenenfalls eine erste Blutstillung. Es findet sich häufig entzündetes Gewebe im Grenzbereich zur Kavität. Insofern ist eine Blutstillung mit effektiven Blutstillungsmitteln erforderlich. Dafür eignen sich Präparate auf der Basis von Aluminiumchlorid, Eisensulfat oder Eisensulfat. Äußerst wichtig ist, dass die Präparate aktiv in die Oberfläche der Weichgewebe eingearbeitet werden. Um eine Blutung ausreichend zu stillen und die Blutgefäße über die Phase der Adhäsivtechnik verschlossen zu halten, müssen diese gut abgedichtet werden. Die Blutstillung wird durch aktives Einreiben oder Einmassieren von Gel oder Lösung in die blutende Gingiva-Oberfläche weitergeführt. Gleichzeitig werden Überschüsse abgesaugt. Bilden sich ab einem bestimmten Zeitpunkt keine bräunlichen Präzipitate/Koagel mehr, so ist davon auszugehen, dass die Blutung gestoppt ist. Der dafür erforderliche Zeitraum kann durchaus variieren (1–3 Min.). Danach wird der Bereich kräftig mit Luft-Wasser-Spray abgespült. Dies ist zugleich der Test, ob die Blutstillung

erfolgreich war oder nicht. Tritt eine erneute Blutung auf, so muss die Blutstillung wiederholt werden. Häufig in handelsüblichen Blutstillungsmitteln enthaltene Wirkstoffe sind Aluminiumchlorid und Eisensulfat. Neben der blutstillenden Wirkung an den Weichgeweben bewirken diese auch Veränderungen an den Oberflächen der Zahnhartsubstanzen, die damit in Kontakt kommen. Die Rückstände, Präzipitate und Oberflächenveränderungen können einen nachgewiesenen Effekt auf die nachfolgende Adhäsivtechnik haben. Es darf an dieser Stelle auf eine aktuelle Übersicht zu diesem Thema verwiesen werden [4]. Die Studienlage ist nicht eindeutig, und das Ausmaß der Beeinflussung der Haftkräfte variiert je nach Art des Adhäsivs und Wirkstoffs. Um jedoch eine sichere Adhäsivtechnik nach der Anwendung von Blutstillungsagenzien zu gewährleisten, wird nach aktuellem Kenntnisstand die Anwendung eines Etch-and-Rinse-Adhäsivsystems empfohlen, da mittels der Phosphorsäureätzung eine Reinigungswirkung an Dentin und Schmelz erzielt und somit eine Beeinflussung der Haftkräfte und/oder Randqualitäten vermindert werden kann.

2.3 Trockenlegung mit/ohne Matrize

Eine absolute Trockenlegung mittels Kofferdams sollte versucht werden. Mithilfe von subgingival angreifenden Kofferdamklammern (z.B. RDCM14 #14 Molar, RDCM1A #1A Prämolare, HuFriedy, Tuttlingen, Deutschland) oder Spezialkofferdamklammern (z.B. neue Haller Klammern, Kentzler-Kaschner Dental GmbH, Ellwangen, Deutschland) gelingt dies zum Teil und sichert damit auch die Möglichkeit einer adhäsiven Versorgung. Lässt sich der Kofferdam an einer tief subgingivalen Stelle nicht adaptieren oder abdichten, so kann er dort aufgetrennt werden (Abb. 1 und 6c). Anschließend wird mit zusätzlichen Hilfsmitteln wie flüssigem Kofferdam, Teflonband (Abb. 6e und 6f) oder Retraktionsfaden (Abb. 6d) abgedichtet. Ist keine Applikation von Kofferdam mehr möglich, dann kann die Trockenlegung der Kavität über das Anlegen ei-

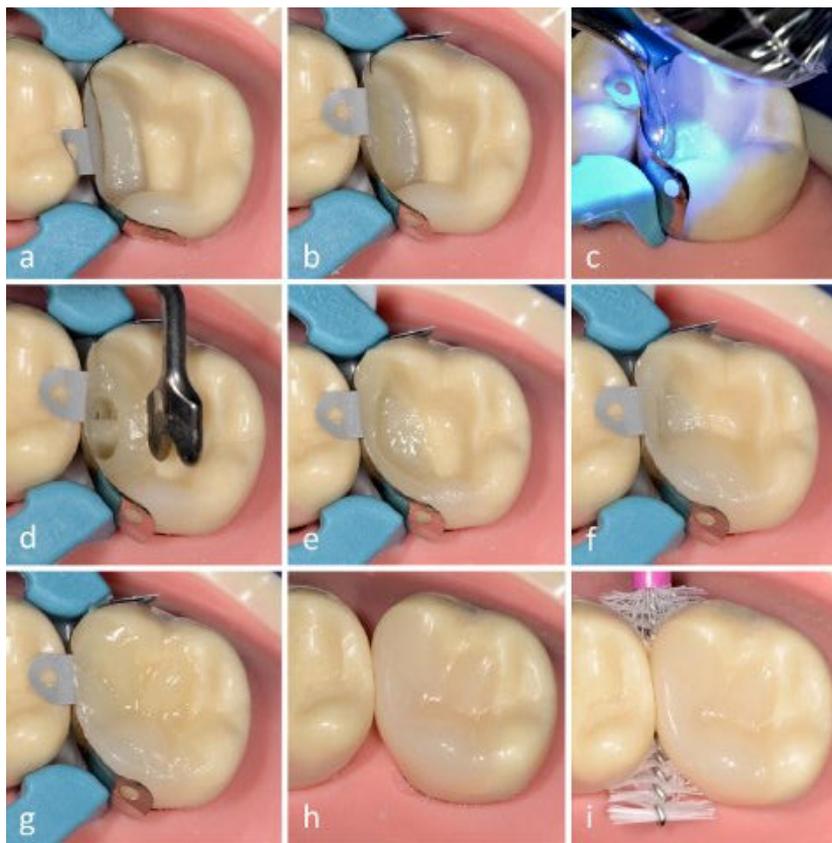


Abbildung 5 Schrittweises Vorgehen zur Herstellung der 2. Phase einer R2-Restauration am Modellzahn 27

(a) Anlegen einer anatomisch vorkonturierten Matrize mit Keil und Separationsring (Palodent V3 Teilmatrizensystem, Dentsply Sirona); (b) nach Phosphorsäureätzung und Applikation eines Adhäsivsystems erfolgt das Einbringen von fließfähigem Komposit OHNE Lichthärtung und anschließende Applikation von Restaurationskomposit; (c) Andrücken der Matrize an den Nachbarzahn mit einem Approximalkontaktformer (Easy Contact Point Handinstrumente für Molaren, Zepf Dental) und Lichthärtung; (d) das auspolymerisierte Komposit adaptiert die Matrize über einen Steg auf Höhe des Kontaktpunktes an den Nachbarzahn; (e) Aufbau der approximalen Schmelzwand mit Restaurationskomposit; (f) Fertigstellung der Restauration mit Restaurations-Komposit unter Anwendung einer schrägen Schichtung; (g) Modellation eines anatomischen Fissurenreliefs; (h) ausgearbeitete und polierte Kompositrestauration, (i) Anpassen einer Interdentalraumbürste zur Sicherstellung der Hygienefähigkeit

ner Matrize erfolgen. Als sehr hilfreich erweisen sich dafür Matrizenbänder speziell für die Anhebung des approximalen Kastens oder der Stufe (z.B. Slick Bands™ Margin Elevation Matrizenbänder, Garrison Dental Solutions, Uebach-Palenberg, Deutschland) (Abb. 4b). Das Band wird straff um den Zahnhals angelegt und am Kavitätenrand entlang in die Tiefe gedrückt. Als Führungsinstrument kann man an der Innenseite des Bandes einen Heidemannspatel vertikal in den Sulkus stellen. Durch seine spezielle Form zieht sich das Band am Zahnhals nach apikal und schafft es damit, auch sehr tiefe Defekte ab-

zudichten. Der koronale Rand des Matrizenbandes kommt dabei nicht selten gerade einmal auf Gingivaneiveau oder leicht darüber zum Liegen. Das Anheben des Kastenbodens sollte derart erfolgen, dass im späteren Verlauf für das Anlegen einer Teilmatrize im Rahmen der zweiten Phase der R2-Restauration ein Widerlager für den Separationskeil gegeben ist. Zeigt das Matrizenband Undichtigkeiten, beispielsweise infolge schwieriger Wurzelmorphologien mit Furkationen, kann eine Abdichtung über ein Stück Teflonband erreicht werden (Abb. 2). Dieses wird mittels eines Heidemannspatels oder Faden-

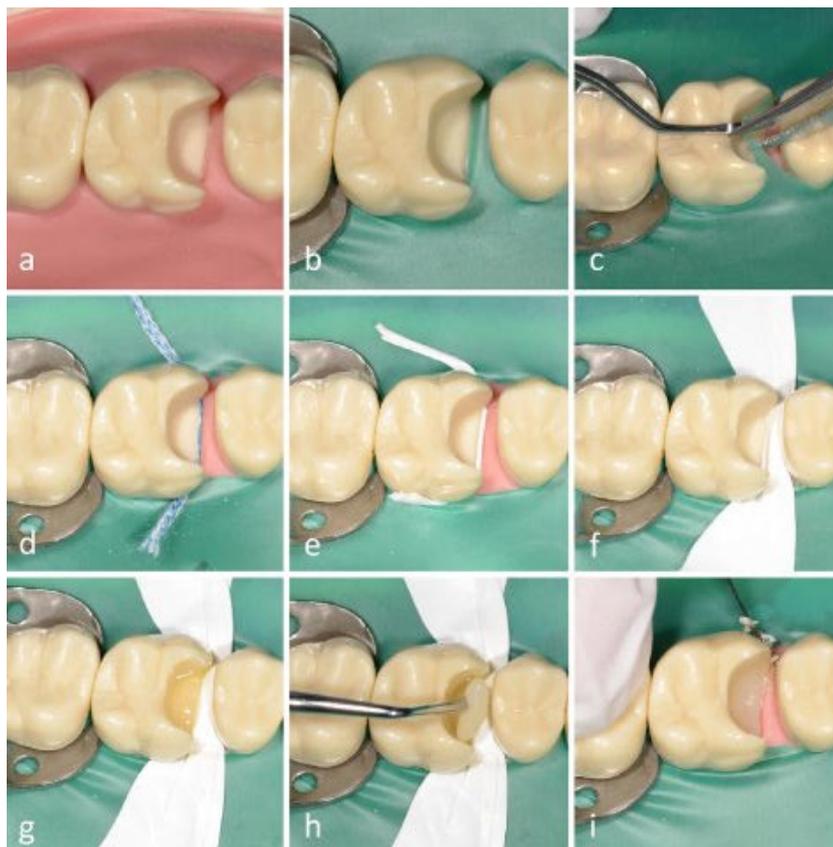


Abbildung 6 Schrittweises Vorgehen zur Herstellung der 1. Phase einer R2-Restauration am Modellzahn 16

(a) Ausgangssituation einer 2–3 mm subgingival reichenden Kavität an Zahn 16; (b) beim Versuch des Anlegens eines Kofferdams zeigt sich eine insuffiziente Abdichtung mesial; (c) Trennung des ungenügend abdichtenden Septums des Kofferdams mittels Schere; (d–f) verschiedene Möglichkeiten der sekundären Abdichtung des Kofferdams mesial: Insertion eines Retraktionsfadens, eines aufgerollten Stücks Teflonbands oder flächiges Aufbringen von Teflonband zur Umscheidung der Papille; das Band wird zudem in den Sulkus eingedrückt und adaptiert; (g) nach Phosphorsäureätzung und Applikation eines Adhäsivsystems erfolgt das Einbringen von fließfähigem Komposit OHNE anschließende Lichthärtung; (h) Inserieren von Restauraionskomposit auf das noch weiche fließfähige Material und gemeinsame Modellierung im Bereich der Stufe, grobe Überschüsse werden vorsichtig mit einem vertikal am Zahnhals entlanggeführten Heidemannspatel entfernt, dann erfolgt die Lichtpolymerisation; (i) Überschussentfernung mit Skalpell

legers an der Außenseite der Matrize in den Parodontalspalt gepluggert, damit es als Widerlager das Matrizenband an den Zahn andrückt. Der Vorteil des Teflonbands ist unter anderem seine rückstandlose Entfernbarkeit nach der Restaurierung des Kastens [21]. Ist das Anlegen einer Matrize nicht mehr möglich, muss eine Freihandtechnik in Erwägung gezogen werden [14, 32] (Abb. 6). Dafür muss die weiter oben beschriebene, gründliche Blutstillung wiederholt werden. Zudem ist das Einbringen eines Retraktionsfadens zu erwägen, um aufsteigende Sulkusflüssig-

keit aufzunehmen. Allerdings sollte der Retraktionsfaden so positioniert werden können, dass er nicht während der Adhäsivtechnik und Kompositapplikation einpolymerisiert wird (Abb. 6d). Alternativ kann Teflonband (Abb. 6e und 6f) oder flüssiger Kofferdam zum Einsatz kommen. Während der Adhäsivtechnik und Kompositapplikation sollte ein Mikrosauger griffbereit sein (z.B. Surgitip-endo, Roeko, Coltène, Langenau, Deutschland). Dieser kann bei auftretender geringfügiger Blutung an geeigneter Stelle platziert werden und während der Phase der Adhäsiv- und

Kompositapplikation für ein trockenes Arbeitsfeld sorgen.

In den Abbildungen 4 bis 7 sind beispielhaft zwei Vorgehensweisen zur Rekonstruktion ausgedehnter und tief subgingivaler Defekte dargestellt. Im 1. Fall wird die 1. Phase der R2-Restauration mithilfe eines subgingivalen Matrizenbandes hergestellt, im 2. Fall wird die Freihandtechnik zum Anheben des approximalen Kastenbodens angewendet.

2.4 Erste Phase der R2-Restauration

Nachdem die Adhäsivtechnik mit einem Etch-and-Rinse-Adhäsivsystem durchgeführt wurde (Abb. 3a–c), wird die 1. Phase der Restauration eingebracht. Dem Vorgehen mit einem Matrizenband (Abb. 4 und 5) ist dabei immer der Vorrang zu geben, da die Freihandtechnik (Abb. 6 und 7) als deutlich anspruchsvoller zu werten ist.

In beiden Fällen kommt im Rahmen der Materialinsertion die Schneepflugtechnik zum Einsatz [27] (VIDEO LINK). Dabei wird fließfähiges Kompositmaterial in einer moderaten Menge auf den Kavitätenboden aufgebracht und verteilt (Abb. 3d); anschließend wird visköses Restauraionskomposit auf das nicht ausgehärtete, fließfähige Material aufgebracht (Abb. 3e) und beide Materialien werden miteinander modelliert. Dabei schiebt das festere Material das flüssigere in alle Bereiche des Kavitätenbodens und bis an den Kavitätenrand. Man erreicht durch die Kombination beider Materialien eine bessere Homogenität und Randständigkeit auch in schwierigen Kavitätenkonfigurationen. Bei der Freihandtechnik ist ein Überstopfen und Fließen des Materials über die Kavitätenränder hinaus Richtung Sulkus nicht zu vermeiden. Grobe Überschüsse sollten vor der Lichthärtung zum Beispiel mittels eines großen Heidemannspatels entfernt werden, der vorsichtig vertikal am Kavitätenrand entlanggeführt wird (Abb. 3f). Anschließend erfolgt eine ausreichende Lichtpolymerisation, bei der beachtet werden muss, dass je nach Polymerisationslampe und Tiefe der Kavität die Polymerisationszeit auf mindestens 40 Sekunden verlängert werden

sollte [7]. Kleinere Überschüsse können später im Rahmen der Ausarbeitung geglättet werden (Abb. 3g). Die Ausarbeitung erfolgt im schwer zugänglichen approximalen Bereich mittels Skalpellklinge (Nr. 12) [35], approximaler Feilen (z.B. Sonicflex Stripping, Shaping Nr. 73, 74, 75, 76, KaVo, Biberach, Deutschland) (Abb. 4h) und einer feingekörnten diamantierten Flamme (z.B. Nr. 8889314 010, Komet, Gebr. Braseler, Lemgo, Deutschland) (Abb. 4i) (VIDEO LINK). Zur Kontrolle, ob die Restauration dicht ist und keine Überhänge aufweist, kann nach Fertigstellung ein Röntgenkontrollbild angefertigt werden. Die weitere Versorgung des Zahns erfolgt entweder in der gleichen oder in einer darauffolgenden Sitzung.

2.5 Zweite Phase der R2-Restauration

Die 2. Phase der Restauration erfolgt ebenfalls in direkter Technik. Da nach der Ausarbeitung des subgingivalen Restaurationsrandes wiederum eine deutliche Blutung ausgelöst werden kann, wird optimalerweise zunächst ein Kofferdam angelegt. Anschließend wird ein Matrizen-system angelegt. Dafür eignet sich ein anatomisch vorgeformtes Teilmatrizenband mit Keil und Ring (z.B. Palodent V3 Teilmatrizen-system, Dentsply Sirona, Bensheim, Deutschland) (Abb. 5a und 7b). Das Matrizenband muss dabei in der Tiefe durch den Keil sicher und dicht an den ersten Teil der Restauration adaptiert werden. Möglicherweise öffnet sich beim Ausformen der Matrize in Richtung Approximalfläche des Nachbarzahns (sog. Bombieren) ein sich in die Tiefe verjüngender Spalt zwischen der Innenseite der Matrize und der approximalen Wand der schon vorhandenen Restauration. Es ist sicherzustellen, dass der Keil die Matrize in der Tiefe abdichtet, damit es beim Einbringen des Kompositmaterials nicht zu einer Überstopfung kommt. Das Ausfüllen dieses Bereichs ist erforderlich, damit die Restauration im approximalen Bereich ein anatomisch korrektes Emergenzprofil bekommt. Die Kavität wird vollständig mit Phosphorsäure angeätzt. Dabei hat die Phosphorsäure keinen direkten

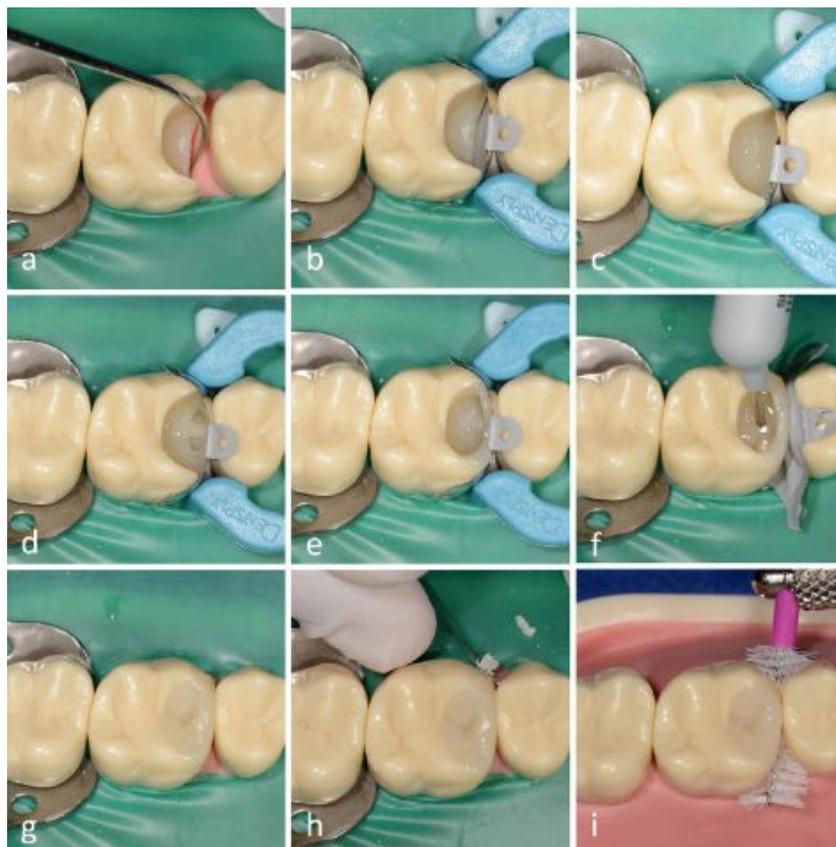


Abbildung 7 Schrittweises Vorgehen zur Herstellung der 2. Phase einer R2-Restauration am Modellzahn 16

(a) Überprüfung des glatten, stufenfreien Restaurationsrandes mithilfe einer Sonde, bei Unsicherheit bezüglich der Qualität des Restaurationsrandes kann an dieser Stelle eine Röntgenaufnahme angefertigt werden; (b) Anlegen einer anatomisch vorkonturierten Matrize mit Keil und Separationsring (Palodent V3 Teilmatrizen-system, Dentsply Sirona); (c) Einbringen von fließfähigem Komposit OHNE Lichthärtung und anschließende Applikation von Restaurationskomposit; (d) Zustand nach Entnahme des Approximalkontaktformers; der ausgehärtete Steg aus Komposit drückt die Matrize auf Höhe des Kontaktpunktes an den Nachbarzahn; (e) Aufbau der approximalen Schmelzwand mit Restaurationskomposit; (f) Entnahme von Keil und Separationsring zum übersichtlicheren Arbeiten (Die Teilmatrize wurde weggeklappt, jedoch noch im Approximalraum belassen, falls zum späteren Zeitpunkt erneut eine Isolierung erforderlich gewesen wäre, beispielsweise bei Korrekturen im Bereich der Approximalfläche.) und Auffüllen der Kavität mit Bulkfill-Komposit (SDR Flow+, Dentsply Sirona) für ein effizientes Arbeiten; (g) nach okklusaler Modellation mit Restaurationskomposit; (h) Überschussentfernung mit Skalpellklinge Nr. 12, (i) Anpassen einer Interdentalraumbürste an der fertig ausgearbeiteten und polierten Kompositrestauration

oberflächenverändernden Effekt auf das Komposit, sondern sie bewirkt lediglich eine Reinigung von auflagernden Blut- und Speichelbestandteilen oder sonstigen Kontaminationen [20]. Es folgen die Applikation des Adhäsivsystems und Lichthärtung. Anschließend wird mithilfe der oben beschriebenen Schneeflugtechnik fließfähiges und visköses Kompositmaterial in den Bereich zwischen Matrize und Kavitätenrand eingebracht und in die Tiefe gepluggert (Abb. 5b und 7c). In das noch weiche Material

wird ein approximaler Kontaktpunkt-former (z.B. Easy Contact Point Handinstrumente für Molaren/Prämolaren, Zepf Dental, Seitingen-Oberflacht, Deutschland) eingestellt und Richtung Nachbarzahn geneigt (Abb. 5c). Dann erfolgt die Lichtpolymerisation (VIDEO LINK). Nach Entnahme des Kontaktpunktformers sollte die Matrize auf Höhe des Kontaktpunktes mit einem Kompositsteg fixiert sein (Abb. 5d und 7d). Danach wird die approximale Wand aufgebaut (Abb. 5e und 7e) und die Ka-

vität gefüllt. Dabei kann die Systematik des schrägen Schichtens angewendet werden (Abb. 5f). Handelt es sich um eine sehr tiefe Kavität, beispielsweise nach endodontischer Therapie, kann ein Bulkfill-Komposit eingebracht werden (Abb. 7f). Der Aufwand für die Schichttechnik wird damit reduziert. Fließfähiges Bulkfill-Komposit kann vorab alternativ zum fließfähigen Komposit im Rahmen der Schneepflugtechnik eingesetzt werden. Somit ist eine effiziente Nutzung und Kombination der Materialien möglich. Ausarbeitung, Formgebung und Hochglanzpolitur erfolgen auf herkömmliche Art und Weise mittels Skalpell (Nr. 12) (Abb. 7h), Feinkorndiamanten (z.B. Nr. 8889415 010, Nr. 8830L314 012, Komet Gebr. Brasseler, Lemgo, Deutschland), Polierscheibchen (z.B. Sof-Lex Polierscheiben, 3M Deutschland GmbH, Neuss) und eines Mehrschritt-Poliersystems (z.B. Astropol Polierer, Ivoclar Vivadent, Schaan, Lichtenstein).

3. Zusammenfassung

Die Versorgung tiefer knochenaher Defekte stellt die/den Behandler*in vor technisch-operative Herausforderungen. Die Durchführung der R2-Restauration anhand des vorgestellten standardisierten zweiphasigen Verfahrens ermöglicht eine sichere Behandlungsplanung und -durchführung, bei der je nach Schwierigkeitsgrad der klinischen Situation auf flexible Lösungen zurückgegriffen werden kann. Klinische Erfahrung und initiale klinische Evidenz aus bislang noch wenigen Studien führen zu der Annahme, dass glatte und irritationsfreie Komposit-Restaurationen an tiefen knochenahen Defekten trotz Missachtung der biologischen Breite vom Parodont toleriert werden können, wenn auf eine suffiziente Hygienisierung mit Interdentaltraubürstchen und eine strukturierte langfristige Nachsorge geachtet wird.

Interessenkonflikte

Clara Muscholl erklärt, dass keine Interessenkonflikte im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors bestehen.

Prof. Wolff erhielt in den letzten 5 Jahren Vortragshonorare von der Firma Dentsply Sirona und ist in deren „Restorative Advisory Board“ tätig. Daher besteht hinsichtlich der in diesem Artikel genannten Produkte von Dentsply Sirona ein Interessenkonflikt.

Hinweis

Zu einzelnen Behandlungsschritten, die in diesem Beitrag mit (VIDEO LINK) gekennzeichnet sind, finden Sie unter online-dzz.de die entsprechenden Videosequenzen.

Literatur

- Bertoldi C, Monari E, Cortellini P, et al.: Clinical and histological reaction of periodontal tissues to subgingival resin composite restorations. *Clin Oral Investig* 2020; 24: 1001–1011
- Bresser RA, Gerdolle D, van den Heijkant IA, Sluiter-Pouwels LMA, Cune MS, Gresnigt MMM: Up to 12 years clinical evaluation of 197 partial indirect restorations with deep margin elevation in the posterior region. *J Dent* 2019; 103227
- Dibart S, Capri D, Kachouh I, Van Dyke T, Nunn ME. Crown lengthening in mandibular molars: a 5-year retrospective radiographic analysis. *J Periodontol* 2003; 74: 815–821
- Dieckmann P, Attin T, Tauböck T. Blutstillungsmittel – Fluch oder Segen für die Adhäsivtechnik? *Quintessenz* 2018;69: 742–748
- Dietrich T, Kraemer M, Losche GM, Roulet J: Marginal integrity of large compomer Class II restorations with cervical margins in dentine. *J Dent* 2000;28: 399–405
- Dietschi D, Spreafico R: Evidence-based concepts and procedures for bonded inlays and onlays. Part I. Historical perspectives and clinical rationale for a bio-substitutive approach. *Int J Esthet Dent* 2015; 10: 210–227
- Ernst CP, Meyer GR, Müller J, Stender E, Ahlers MO, Willershausern B: Depth of cure of LED vs QTH light-curing devices at a distance of 7 mm. *J Adhes Dent* 2004; 6: 141–150
- Fabianelli A, Sgarra A, Goracci C, Cantoro A, Pollington S, Ferrari M: Microleakage in class II restorations: open vs closed centripetal build-up technique. *Oper Dent* 2010; 35: 308–313

9. Felipe LA, Monteiro Junior S, Vieira LC, Araujo E: Reestablishing biologic width with forced eruption. *Quintessence Int* 2003; 34: 733–738

10. Ferrari M, Koken S, Grandini S, Ferrari Cagidiaco E, Joda T, Discepoli N: Influence of cervical margin relocation (CMR) on periodontal health: 12-month results of a controlled trial. *J Dent* 2018; 69: 70–76

11. Frankenberger R, Hehn J, Hajtó J, et al.: Effect of proximal box elevation with resin composite on marginal quality of ceramic inlays in vitro. *Clin Oral Investig* 2013; 17: 177–183

12. Frese C, Wolff D, Jörg SH: Die R2-Technik: zweiphasige direkte Kompositrestauration. *Zahnärztliche Mitteilungen* 2014; 104: 50–59

13. Frese C, Wolff D, Staehle HJ: Die R2-Technik: zweiphasige direkte Kompositrestauration. *Zahnärztl Mitt* 2014; 104 (05): 50–59

14. Frese C, Wolff D, Staehle HJ: Proximal box elevation with resin composite and the dogma of biological width: clinical R2-technique and critical review. *Oper Dent* 2014; 39: 22–31

15. Gargiulo AW, Wentz FM, Orban B: Dimensions and Relations of the Dentogingival Junction in Humans. *The Journal of Periodontology* 1961; 32: 261–267

16. Gunay H, Seeger A, Tschernitschek H, Geurtsen W: Placement of the preparation line and periodontal health – a prospective 2-year clinical study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000; 20: 171–181

17. Juloski J, Köken S, Ferrari M: Cervical margin relocation in indirect adhesive restorations: A literature review. *J Prosthodont Res* 2018; 62: 273–280

18. Kielbassa AM, Philipp F: Restoring proximal cavities of molars using the proximal box elevation technique: Systematic review and report of a case. *Quintessence Int* 2015; 46: 751–764

19. Lanning SK, Waldrop TC, Gunsolley JC, Maynard JG: Surgical crown lengthening: evaluation of the biological width. *J Periodontol* 2003; 74: 468–474

20. Loomans BA, Cardoso MV, Opdam NJ, et al.: Surface roughness of etched composite resin in light of composite repair. *J Dent* 2011; 39: 499–505

21. Lührs A-K: Nicht nur für Installateure! – Der Einsatz des Teflonbandes in der Zahnheilkunde. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift* 2017; 72: 116–132

22. Lührs A-K: Subgingival = suboptimal? Die Proximal Box Elevation zur Therapie tiefer Defekte. *Zahnmedizin up2date* 2020; 14: 127–143

23. Müller V, Friedl KH, Friedl K, Hahnel S, Handel G, Lang R: Influence of pro-

ximal box elevation technique on marginal integrity of adhesively luted Cerec inlays. Clin Oral Investig 2017; 21: 607–612

24. Nevins M, Skurow HM: The intracrevicular restorative margin, the biologic width, and the maintenance of the gingival margin. Int J Periodontics Restorative Dent 1984; 4: 30–49.

25. Nugala B, Kumar BS, Sahitya S, Krishna PM: Biologic width and its importance in periodontal and restorative dentistry. J Conserv Dent 2012; 15: 12–17

26. Oh SL: Biologic width and crown lengthening: case reports and review. Gen Dent 2010; 58: e200–205

27. Opdam NJ, Roeters JJ, de Boer T, Pesschier D, Bronkhorst E: Voids and porosities in class I micropreparations filled with various resin composites. Oper Dent 2003; 28: 9–14

28. Padbury A, Jr., Eber R, Wang HL: Interactions between the gingiva and the margin of restorations. J Clin Periodontol 2003; 30: 379–385

29. Roggendorf MJ, Krämer N, Dippold C, et al.: Effect of proximal box elevation with resin composite on marginal quality of resin composite inlays in vitro. J Dent 2012; 40: 1068–1073

30. Schmidt JC, Sahrman P, Weiger R, Schmidlin PR, Walter C: Biologic width

dimensions – a systematic review. J Clin Periodontol 2013; 40:493–504

31. Spreafico R, Marchesi G, Turco G, et al.: Evaluation of the In Vitro Effects of Cervical Marginal Relocation Using Composite Resins on the Marginal Quality of CAD/CAM Crowns. J Adhes Dent 2016; 18: 355–362

32. Staehle HJ, Frese C, Wolff D: Die zweiphasige direkte Kompositrestauration (R2-Technik). Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift 2014; 69: 182–191

33. Tristao GC, Barboza CA, Jr., Rodrigues DM, Barboza EP: Supracrestal gingival tissue measurement in normal periodontium: a human histometric study. Int J Periodontics Restorative Dent 2014; 34: 97–102

34. Veneziani M: Adhesive restorations in the posterior area with subgingival cervical margins: new classification and differentiated treatment approach. Eur J Esthet Dent 2010; 5: 50–76.

35. Wolff D, Schick S, Staehle HJ, Frese C: Novel Microscalpels for Removing Proximal Composite Resin Overhangs on Class II Restorations. Oper Dent 2017; 42: 297–307

36. Zaruba M, Gohring TN, Wegehaupt FJ, Attin T: Influence of a proximal margin elevation technique on marginal adaptation of ceramic inlays. Acta Odontol Scand 2013; 71: 317–324



Foto: Universitätsklinikum Heidelberg

CLARA MUSCHOLL
Poliklinik für Zahnerhaltungskunde,
Universitätsklinikum Heidelberg
Im Neuenheimer Feld 400,
69120 Heidelberg
clara.muscholl@med.uni-heidelberg.de



Foto: Universitätsklinikum Heidelberg

**PROF. DR. MED. DENT.
DIANA WOLFF**
Poliklinik für Zahnerhaltungskunde,
Universitätsklinikum Heidelberg
Im Neuenheimer Feld 400
69120 Heidelberg
diana.wolff@med.uni-heidelberg.de

Autorinnen und Autoren für wissenschaftliche Beiträge gesucht

- Beschäftigen Sie sich mit einem zahnärztlichen Thema besonders intensiv?
- Möchten Sie andere an Ihrem Wissen und Ihren Erfahrungen teilhaben lassen?
- Dann schreiben Sie eine Originalarbeit, einen Übersichtsartikel oder einen Fallbericht für die DZZ – gerne in deutscher Sprache.

Nähere Informationen zum Aufbau eines wissenschaftlichen Beitrags finden Sie unter:

<https://www.online-dzz.de/autorengutachter/>

Wir beraten Sie gern! Wenn Sie eine Idee für einen wissenschaftlichen Beitrag haben, melden Sie sich gerne bei der DZZ-Schriftleitung. Unsere Kontaktdaten finden Sie auf unserer Webseite unter

<https://www.online-dzz.de/redaktion/>