



Die Goldhämmerfüllung – Indikation und Technik

Walter Karl Kamann

Abteilung für Konservierende Zahnheilkunde
(Leiter: Prof. Dr. P. Gängler)
Fakultät für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Witten/Herdecke

Schlüsselwörter: Goldhämmerfüllung, Füllungstherapie

Korrespondenzadresse:

OA Dr. Walter K. Kamann
Abteilung für Konservierende Zahnheilkunde
Fakultät für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Witten/Herdecke
Alfred-Herrhausen-Str. 50
58448 Witten

Durch die sich in den letzten Jahren abzeichnende Akzeptanz technisch sensitiver Materialien wie der Komposit-Werkstoffe gewinnt auch die Goldhämmerfüllung, insbesondere im Rahmen der Erstversorgung kariöser Läsionen, wieder an Aktualität für die zahnärztliche Praxis. Entsprechend dem Verteilungsmuster dieser Defekte beim Jugendlichen und jungen Erwachsenen überwiegt dabei die Indikation in den Kavitäten der Black-Klassen I und II. Auf Grund der hohen Funktionszeit konkurriert die Goldhämmerfüllung aber auch noch in ihrem klassischen Indikationsgebiet, den Kavitäten der Klasse V, mit den heute verbreiteten Füllungsmaterialien und -methoden.

(Texte français voir page 607)

Geschichte

Blattgold zum Ersatz von Zahnhartgewebe wurde im arabischen Raum schon im achten Jahrhundert benutzt. Erste schriftliche Hinweise im europäischen Raum auf Goldfolie als Füllungsmaterial für Zähne finden sich erst Mitte des 15. Jahrhunderts. Mit einer Goldhämmerfüllung in einem Molar der 1601 beigesetzten *Anna Ursula von Braunschweig und Lüneburg* ist die Verwendung von Goldfolie auch durch einen dieser Zeit zuzuordnenden Fund dokumentiert (RIETHE & CZARNETZKI 1983).

Ihre Blütezeit erlebte die Goldhämmerfüllung in den Vereinigten Staaten im 19. Jahrhundert. Wurden in der ersten Hälfte des

19. Jahrhunderts Goldfolienfüllungen hauptsächlich unter Ausnutzung der mechanischen Verkeilung als Funktionsprinzip («non-kohäsive Methode») gefertigt, so trat nach Entdeckung der Kaltverschweißung durch *Westcott* bzw. *Arthur* (1840/1855) und der Möglichkeit der absoluten Trockenlegung des Arbeitsfeldes nach der Beschreibung der Kofferdamntechnik durch *Barnum* (1864) die Verwendung kohäsiver Folie («kohäsive Methode») in den Vordergrund (KAMANN 1995). Das Funktionsprinzip der kohäsiven Methode, die Kaltverschweißung resp. Kaltverschweißung, beruht auf der Eigenschaft von Gold, in hochreinem Zustand an seiner Grenzfläche atomare Bindungen wirksam werden zu lassen (BUZZI 1968).

Praktische Schwierigkeiten der Goldhämmerfüllungstechnik versuchte man, durch Modifikationen in der Vorgehensweise zu umgehen, so beispielsweise mit der «Rotations-Methode» («Deutsche Methode») von *Herbst*, der «Goldfüllung mit Zementverdrängung» von *Schmidt* und der «Kombinationsfüllung» von *Sachs*. Seine Idee einer mehrschichtigen Füllung griffen 1956 *Koser* und *Ingraham* mit der von ihnen beschriebenen «Furniertechnik» wieder auf (KOSER & INGRAHAM 1956).



Fertige Restauration
Restauration terminée

Im Laufe des 20. Jahrhunderts verlor die Goldhämmerfüllung durch die Einführung von Materialien höherer Verarbeitungs-komfortabilität zunächst an Bedeutung. Sie wurde aber, vornehmlich in Nordamerika, von einer kleinen, sehr engagierten Schar von Hochschullehrern und Praktikern in der «American Academy of Gold Foil Operators» weiter vertreten.

Die sich in den Präparationsregeln für die Goldhämmerfüllung widerspiegelnde Betonung einer Schonung der Zahnhartsubstanz findet ihren Ursprung in der Entwicklung der Technik noch vor der Einführung rotierender Präparationsinstrumentariums. Somit verwundert es nicht, dass mit dem Trend zu mehr substanzschonenden Restaurationstechniken die Goldhämmerfüllung wieder zunehmend an Bedeutung gewinnt.

Indikation/Kontraindikation

Die Indikationsstellung für die Goldhämmerfüllung muss immer vor dem Hintergrund der technisch möglichen Alternativen der jeweiligen Zeit gesehen werden. Heute konkurriert die Goldhämmerfüllung mit verschiedensten Materialien wie Amalgam, vergossenen Goldlegierungen, Zement und Komposit-Materialien.

Aus heutiger Sicht gibt es für die Goldhämmerfüllung hauptsächlich vier Indikationsgebiete, als Füllung in Kavitäten der Black-Klassen I, II und V sowie zum Verschluss von Trepanationsöffnungen in hochgoldhaltigen Restaurationen (KAMANN 1997).

Kavitäten der Black-Klasse I

Die Goldhämmerfüllung hat bei der Versorgung der einflächigen Kavitäten der Klasse I mit Komposit, auch in der Verarbeitung als erweiterte Fissurenversiegelung, mit Amalgam und mit gegossenen Restaurationen zu konkurrieren. In die Entscheidung bei der Wahl des Füllungsmaterials gehen als Parameter die Kavitätenbreite, die Kavitärentiefe, die Verteilung der Karies im Fissurensystem und das Okklusionsmuster ein. Die Präparation für die Goldhämmerfüllung ergibt, da sie sich im Randbereich am Verlauf der Schmelzprismen orientiert, bei kleinen Läsionen unter 1,0 mm Kavitätenbreite nach okklusale konvergierende Kavitäten. Mit zunehmender Breite werden die Kavitätenwandungen wegen des sich ändernden Prismenverlaufs parallel bis divergierend. Dadurch nimmt die Retention der Füllung mit zunehmender Kavitätengrösse ab und lässt die Verwendung anderer Füllungsmaterialien günstiger erscheinen. Da die Mindestschichtdicke der Goldhämmerfüllung bei nur einem Millimeter liegt, ist sie insbesondere für flache Kavitäten geeignet.

Typische Beispiele für Goldhämmerfüllungen von Kavitäten der Klasse I sind palatinale Restaurationen an Oberkieferfrontzähnen, Restaurationen im Bereich des Tuberculum Carabelli und in der bukkalen Querfissur unterer Molaren sowie kleine okklusale Restaurationen an Seitenzähnen (Abb. 1) (KAMANN 1997).

Die Versorgung mehrflächiger Kavitäten der Klasse I, also im Falle der Einbeziehung vestibulärer oder oraler Fissurenausläufer, ist mittels Goldhämmerfüllung technisch schwierig und sollte nur nach sorgfältiger Abwägung der möglichen Alternativen erfolgen (KAMANN et al. 1997a).

Kavitäten der Black-Klasse II

Die Indikation für Goldhämmerfüllungen in Kavitäten der Klasse II findet sich hauptsächlich bei den Versorgungen von approximal-okklusalen Defekten der Prämolaren. Voraussetzung der Versorgung von Kavitäten der Klasse II mit Goldhämmerfüllungen ist ein möglichst kleiner approximaler Kavität-

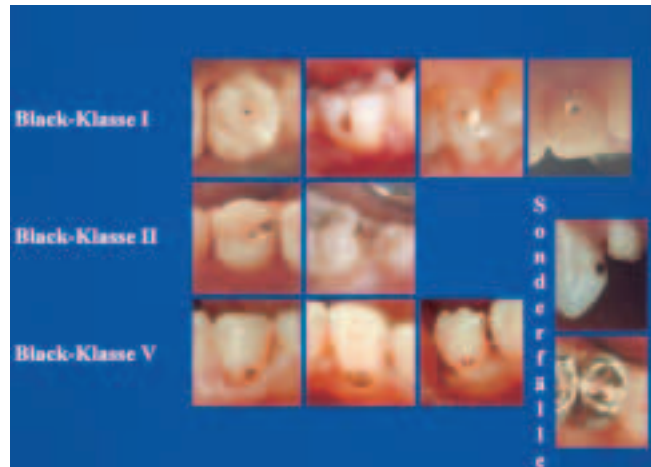


Abb. 1 Die Indikation der Goldhämmerfüllung
(1) in Kavitäten der Klasse I: okklusale Kavitäten; bukkale Kavitäten; Kavitäten im Bereich des Tuberculum Carabelli; Kavitäten in den Grübchen der Palatinalfläche oberer Frontzähne (obere Reihe)
(2) in Kavitäten der Klasse II: zweiflächige Kavitäten; einflächige approximale Kavitäten (mittlere Reihe)
(3) in Kavitäten der Klasse V: schmelzbegrenzte Kavitäten; koronal von Schmelz und zervikal von Dentin/Zement begrenzte Kavitäten; Kavitäten der Wurzeloberfläche (untere Reihe)
(4) in approximalen Kavitäten oberer Frontzähne und zum Verschluss von Trepanationsöffnungen in hochgoldhaltigen Restaurationen (rechte Reihe)

Fig. 1 L'indication de l'incrustation en or
(1) dans les cavités de la classe I: cavités occlusales, cavités buccales, cavités dans la zone du Tubercule Carabelli; cavités dans le cingulum de la face palatine des dents supérieures de devant (série supérieure)
(2) dans les cavités de la classe II: cavités à deux faces; cavités proximales à une face (série du milieu)
(3) dans les cavités de la classe V: cavités limitées à l'émail; cavités coronales limitées à l'émail et cervicales limitées à la dentine/au cément; cavités à la surface de la racine (série inférieure)
(4) dans les cavités proximales des dents de devant supérieures et pour la fermeture des cavités d'accès par trépanation dans des restaurations à haute teneur en or (série de droite)

tenöffnungswinkel. Bei Angle-Klasse-I-Verzahnung mit retraler Führung über die mesiale Randleiste des oberen ersten Prämolaren sind Goldhämmerfüllungen an dieser Fläche kontraindiziert (Abb. 1) (KAMANN 1997).

Als ein typisches Indikationsgebiet für die Goldhämmerfüllung in Kavitäten der Klasse II sind einflächige, auf die Approximalfäche begrenzte Kavitäten an Molaren und Prämolaren zu nennen. Während der zweiten Ersatzzahnungsphase kann nach Exfoliation des zweiten Milchmolaren eine Karies an der Mesialfläche des Sechsjahrmolaren unter Schonung der Randleiste versorgt werden (Abb. 12). Wegen der Nachteile alternativer Füllungsmaterialien wie Oberflächenrauigkeiten, geringe Resistenz gegen Attrition und Verfärbungen der Gingiva erscheint die Goldhämmerfüllung als optimale Versorgung dieser Kavitäten (JEFFREY 1959). Analoges gilt für die im Zuge von Präparationsmassnahmen an freigelegten Approximalfächen der Nachbarzähne festgestellten Läsionen.

Für mehr als zweiflächige Kavitäten der Klasse II sind Goldhämmerfüllungen auf Grund der geringen Zugfestigkeit kontraindiziert (KAMANN et al. 1997b).

Kavitäten der Black-Klasse V

Die Kavitäten der Klasse V stellen das klassische Indikationsgebiet der Goldhämmerfüllung dar (Abb. 13). Bei den zu Grunde



Abb. 12 Restauration der Black-Klasse II nach der Ausarbeitung
a: Situation nach Legen der Füllung
b: Situation nach Einstellung des zweiten Prämolaren: die subgingivale Füllung im Approximalraum ist kaum noch sichtbar

Fig. 12 Restauration d'une cavité de la classe II de Black après la finition
a: Situation après la pose du matériau d'obturation
b: Situation après l'adaptation de la deuxième prémolaire: l'obturation subgingivale dans l'espace proximal est à peine visible

liegenden Defekten sind rein schmelzbegrenzte Läsionen (Typ 1), koronal durch Schmelz und apikal durch Dentin/Zement-begrenzte Läsionen (Typ 2), Dentin/Zement-begrenzte Läsionen (Typ 3) und Läsionen, die sich bis in den approximalen Bereich



Abb. 13 Versorgung einer Kavität der Black-Klasse V in einem ersten unteren Prämolare

Fig. 13 Soins d'une cavité de la classe V de Black dans une première prémolaire inférieure

erstrecken (Typ 4) zu unterscheiden. Während bei Typ-1-Läsionen die über Säure-Ätz-Technik verankerten Komposit zu bevorzugen sind und bei Typ-4-Läsionen die Indikation für plastische Füllungsmaterialien zumeist überschritten ist, stellt die Goldhämmerfüllung auf Grund ihrer hohen Funktionszeit und ihres geringen Folgeschadens für Typ-2- und Typ-3-Läsionen eine Alternative zu den konventionellen Materialien dar (Abb. 1) (SCHNEPPER 1985, KAMANN 1997).

Verschluss von Trepanationsöffnungen

Aus werkstoffkundlicher und klinischer Sicht problematisch ist nach endodontischen Eingriffen der Verschluss der Trepanationsöffnungen in ansonsten intakten gegossenen, hochgoldhaltigen Restaurationen. Wegen materialimmanenter Imponderabilien alternativer Materialien erscheint die Goldhämmerfüllung als adäquate semipermanente resp. permanente Versorgungsmöglichkeit dieser Defekte. Gegen diese Indikation der Goldhämmerfüllung gibt es aber auch Bedenken grundsätzlicher Art, da bei falscher Technik die Zementschicht der Restauration desintegriert werden kann (Abb. 1) (JUNG & KOCKAPAN 1993, KAMANN et al. 1996b).

Durchgängig durch alle Kavitätenklassen ist die Goldhämmerfüllung auf kleine Kavitäten begrenzt. Obgleich die Technik selbst für Erwachsene bisweilen belastend erscheint, ist doch auch der Einsatz in der Kinderzahnheilkunde beschrieben (KRAMER 1960). In der Praxis wirken sich insbesondere die Compliance des Patienten und der Zugang zur Kavität limitierend auf die Goldhämmerfüllungstechnik aus.

Materialien zur Goldhämmerfüllung

In der Goldhämmerfüllungstechnik wird fast ausschließlich hochreines Gold verarbeitet. Ursprünglich wurden nur zu Schnüren, Zylindern oder Pellets gerollte Goldfolien verarbeitet. Seit Mitte des 19. Jahrhunderts wird auch Schwammgold verwendet.

Prinzipiell stehen heute fünf verschiedene Darreichungsformen zur Verfügung. Für die Routineanwendung wird man aber mit Goldfolie, Schwammgold (Mat Gold) und Mat Foil auskommen (Abb. 2) (PHILLIPS 1991, SCHNEPPER 1989). Darreichungsformen wie in Wachs eingeschmolzenes Goldpulver (Goldent, EZ-Gold u.a.) und durch die Zugabe von Kalzium dispersionsgehärtetes Gold (Electraloy R.V.) sind heute weniger gebräuchlich.

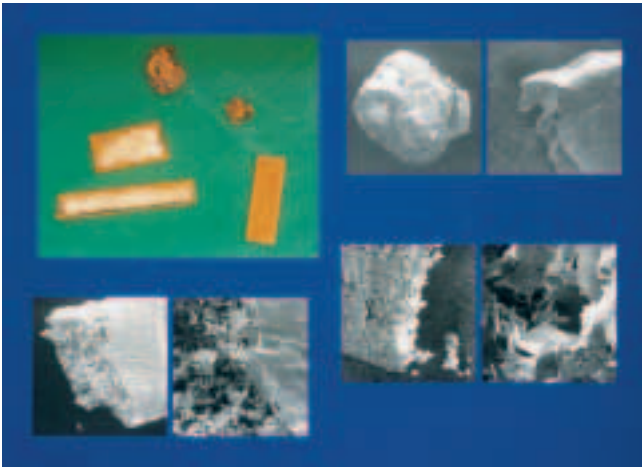


Abb. 2 Darreichungsformen von Gold für die Goldhämmerfüllung
Obere Reihe: Foliengold
Rechts unten: Mat Gold
Links unten: Mat Foil

Fig. 2 Présentations de l'or pour l'obturation
Série supérieure: feuilles d'or
Série inférieure de droite: «Mat gold»
Série inférieure de gauche: «Mat foil»

Foliengold wird hergestellt, indem in zwei aufeinanderfolgenden Arbeitsgängen ausgewalztes, 24-karätiges Gold zur Reduktion der Dicke ausgehämert und zu ca. 10×10 cm grossen quadratischen Blättern zurechtgeschnitten wird. Nach dem Gewicht eines Blattes in der amerikanischen Masseinheit «Grain» (0,259 g) wird die Folienstärke als Nummer angegeben (Nr. 2, 3, 4). Goldfolie kommt hauptsächlich im Bereich der Füllungsoberfläche zur Anwendung.

Die Herstellung von Mat Gold erfolgt in der Weise, dass in einem Elektrolytbad mit einer Goldstange als Anode die Spannung zwischen den Elektroden derart erhöht wird, dass die Ablagerung des Goldes an der Kathode in Form unregelmässiger Kristalle erfolgt. Mittels Ultraschall werden die von der Elektrode gelösten Kristalle fragmentiert und gesiebt. Die Kristallsuspension mit einer mittleren Partikelgrösse von 10 bis 20 µm wird dann in 3 bis 6 mm breite Streifen gesintert. Schwammgold wird für den Aufbau des Füllungskerns benutzt. Auf Grund seiner inneren Struktur gewährleistet es keine ausreichende Abdichtung der Kavität (HEMPHILL 1959).

«Mat Foil» wurde 1955 von R.V. Williams sen. entwickelt. Bei dieser Zubereitungsform ist Mat Gold wie bei einem Sandwich von Goldfolie ummantelt. Der Idee nach soll das Material in der Weise in die Kavität eingebracht werden, dass stets eine folienbedeckte Seite zur Oberfläche zu liegen kommt. Zweck dieser Zubereitung sollte sein, die Eigenschaften von Mat Gold und Folie zu kombinieren. Sowohl bei der Verwendung von Mat Foil als auch von Mat Gold sollte die Füllung der Kavität mit Foliengold abgeschlossen werden (WILLIAMS & INGERSOLL 1985).

Vorbereitung/Aufbewahrung

Um Goldfolie in eine Form zu überführen, in der sie leichter verarbeitet werden kann, wird sie zu kleinen Kügelchen gerollt. Beidseitig mit Pergamentpapier umgebene Goldfolie wird dazu aus dem Goldbuch herausgetrennt (Abb. 3) und immer weiter in Form von Quadraten oder Dreiecken halbiert, bis sich schliesslich Stücke von 1/32, 1/64 und 1/128 der ursprünglichen Foliengrösse ergeben. Die Folienstücke werden peripher einge-



Abb. 3 Aufgeschlagenes Goldbuch vor dem Heraustrennen einer Goldlage

Fig. 3 Livre de feuilles d'or ouvert avant le prélèvement d'une feuille

dehlt, zentral mit einer Pinzette gefasst und anschliessend zwischen Daumen, Zeige- und Mittelfinger unter Einschlagen der Ecken locker zu einem Kügelchen («Pellet») geformt (Abb. 4) (SMITH et al. 1985). Das Rollen der Pellets erfolgt praktischerweise schon vor der Behandlung. Es sind auch industriell vorgefertigte Pellets erhältlich.

Mat Gold bzw. Mat Foil wird nach Fertigstellung der Präparation entsprechend der Kontur der Kavität zurechtgeschnitten. Der Umriss des zurechtgeschnittenen Schwammgoldes sollte ein wenig grösser als der Umriss der Kavität sein.

Die Aufbewahrung des Goldes in einem möglichst sauberen Glasbehältnis wird als ausreichend angesehen (KAMANN et al. 1996a). Vorteilhaft ist die Verwendung kompartimentierter Behältnisse, in denen das Schwammgold und die Pellets nach unterschiedlicher Grösse geordnet bereitgestellt sind.

Vor der Überführung in die Kavität wird das Gold in einer Alkoholflamme ausgeglüht. Ziel dieses Arbeitsschrittes ist es, Verunreinigungen und Feuchtigkeit von der Oberfläche zu entfernen.



Abb. 4 Zerteilte Folie mit Pellet

Fig. 4 Feuille divisée avec pastille

Kavitätenpräparation

Die Präparation, die Kondensation und die Ausarbeitung der Goldhämmerfüllung erfolgt zweckmässigerweise unter Zuhilfenahme der Lupenbrille.

Retentionsform

Die Neigung der Wandungen okklusaler bzw. okklusal-approximaler Kavitäten orientiert sich an der Ausrichtung der Schmelzprismen im Randbereich der Kavität. Somit sind die Wandungen kleiner Kavitäten der Klasse I und II konvergierend, mittelgrosser Kavitäten parallelwandig und grösserer Kavitäten divergierend zur Oberfläche des Zahnes. Die Kavitätenform ausgedehnter okklusaler Kavitäten wird trichterförmig gestaltet. Dabei werden die im Dentin liegenden Anteile der Kavität parallelwandig und nur die oberflächlichen Anteile divergierend präpariert. Die Retention der Goldhämmerfüllung wird durch konvergierend oder parallelwandig zueinander ausgerichtete Wandungen gewährleistet.

Bei Kavitäten der *Black*-Klasse V sind die koronale und die zervikale Wandung parallel zueinander auszurichten, die mesiale und distale Wandung divergieren je nach Zahnmorphologie und Ausdehnung der Kavität.

Die Retention der Goldhämmerfüllung basiert auf einer sekundären Presspassung des bei der Kondensation plastisch und elastisch verformten Goldes. Dieser Retentionsmechanismus bedingt die der Goldhämmerfüllung spezifischen Präparationsregeln. Vom Prinzip der Retention her benötigen daher zur Zahnoberfläche hin konvergierende oder parallelwandige Kavitäten keine zusätzlichen präparatorischen Elemente, um den Halt der Füllung in der Kavität zu sichern. Nur zur Zahnoberfläche hin divergierende Kavitätenwandungen erfordern eine Präparation von Unterschnitten bzw. Retentionsmarken.

Umrissform

Im Verlauf der materialüberschüssigen Kondensation und Ausarbeitung kommt Gold auf den Kavitätenrändern zu liegen. Um die Ränder während der Ausarbeitung wieder darzustellen, werden die Überschüsse mit einem schneidenden Instrument entfernt. Dabei erleichtern klar definierte Präparationsgrenzen das Vorgehen. Somit sollte die Umrissform von Goldhämmerfüllungen scharf gezogene, gerade oder leicht geschwungene Linien aufweisen.

Bei der Umrissform sind sowohl anatomische Gegebenheiten wie der Verlauf von Fissuren als auch kosmetische Aspekte zu beachten. So sollte die koronale Präparationsgrenze von Klasse-V-Kavitäten gerade oder besser noch nach inzisal konkav gestaltet werden. Durch die zur Approximalfläche parallelen, nach koronal divergierenden mesialen und distalen Begrenzungen ergibt sich die typische trapezförmige Umrissform der Klasse-V-Kavitäten für Goldhämmerfüllungen. Damit liegen die Kavitätenränder in der «Glanzlinie» der Zahnoberfläche und fallen wegen der auftretenden Spiegelungseffekte weniger auf. Die Kavitätengestaltung orientiert sich hinsichtlich der Umrissform hauptsächlich an dem zu Grunde liegenden kariösen Defekt. Bei den Kavitäten der Klasse V wird die Präparation spitzwinkliger Übergänge, bei den Kavitäten der Klassen I und II abgerundeter Übergänge bevorzugt.

Widerstandsform

Die Kavitätenwandungen, die sich im Schmelz am Prismenverlauf orientieren, werden im Bereich der Wurzeloberfläche, also im Dentin/Zement im rechten Winkel zur Oberfläche ausge-

richtet. Bei okklusalen Kavitäten darf der Schmelz der approximalen Randleisten aus Stabilitätsgründen nicht seines Dentinunterbaus beraubt werden. Okklusale Kavitäten sind somit in mesio-distaler Richtung zur Zahnoberfläche hin divergierend.

Linien, Winkel, Unterschnitte, Retentionsmarken

Stossen zwei Flächen aufeinander, so bilden sie einen sog. Zweiflächenwinkel. Zweiflächenwinkel sollten aus Gründen der Retention und des Widerstandes gegen die bei der Kondensation einwirkenden Kräfte möglichst im rechten Winkel oder geringgradig spitzwinkelig aufeinander treffen. Sie können entweder mit rotierenden Instrumenten (Fissurenfräser/umgekehrter Kegelfräser) oder – zumeist effizienter – mit Handinstrumenten wie Meisseln und Hauen geschnitten werden. Stossen drei Flächen aufeinander, so bilden sie einen sog. Dreiflächenwinkel. Diese Strukturen werden als «Startpunkte» bei der Kondensation benutzt. Winkel können nicht mit rotierendem Instrumentarium, sondern nur mit speziellen Handinstrumenten schräger primärer Schneiden, den «Winkelformern», geschnitten werden (Abb. 8). Auf die Präparation von *Unterschnitten* und *Retentionsmarken*, d.h. mit Rosenfräsern angelegten punktförmige Vertiefungen geringen Durchmessers, sollte möglichst verzichtet werden.

Die Forderung nach scharfkantigen Übergängen der Kavitätenwandungen zur Verbesserung der Retention der Füllung wird heute auf Grund der Kenntnis einer erhöhten Frakturgefahr durch Kerbspannungen aber weniger dogmatisch als früher gestellt (KAMANN et al. 1998a).

Unterfüllung

Als Unterfüllungsmaterial der Wahl gilt auf Grund seiner Druckfestigkeit Phosphatzement. Die Druckfestigkeit gewährleistet die Integrität der Unterfüllung im Verlauf der Kondensation, bei der erhebliche Kräfte auf den Zement übertragen werden. Während der Applikation der Unterfüllung ist darauf zu achten, dass nicht versehentlich retentive Strukturen abgedeckt werden.

Kondensation

Die heutigen Techniken der Goldhämmerfüllung beruhen auf der kohäsiven Methode und zielen somit auf eine Kaltver-



Abb. 8 Verschiedene Handpräparationsinstrumente: Hauen, Winkelformer, Wedelstaedt-Meissel

Fig. 8 Instruments de préparation à main: martelage, façonneur d'angle, ciseau Wedelstaedt

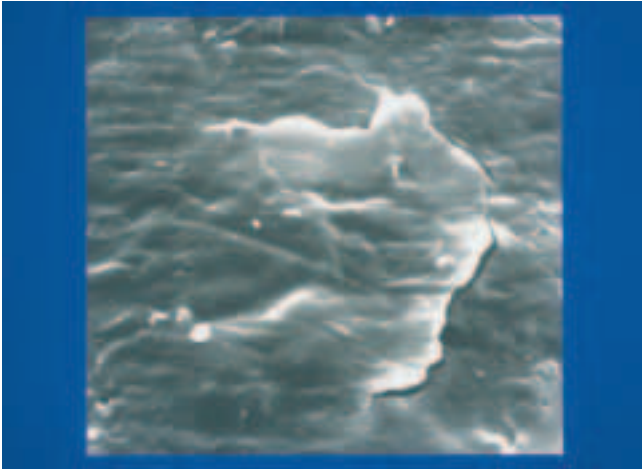


Abb. 5 Bereich kaltverschweißender Goldfolie

Fig. 5 Surface des feuilles à souder à froid

schweissung des verwendeten Goldes ab (Abb. 5). Bei der kohäsiven Methode wird die Kavität anders als bei der non-kohäsiven Methode vom Boden her zur Zahnoberfläche aufgebaut.

Während der Kondensation wird das Gold durch die absolute Trockenlegung mittels Kofferdam vor einer Feuchtigkeitskontamination geschützt.

Ziel der Kondensation ist es, die Goldlagen zum Zwecke der Kaltverschweissung in innigen Kontakt zueinander zu bringen. Des Weiteren soll durch die Kondensation das Füllungsmaterial der Kavitätenwandung möglichst fehlerstellenfrei adaptiert werden. Dazu wird das Gold in mehreren Lagen nacheinander in die Kavität eingebracht und sukzessive verdichtet (HODSON 1969).

Die Kondensation erfolgte per Hand mit und ohne Hammeranwendung, maschinell unter Anwendung mechanisch, elektrisch oder pneumatisch betriebener Hämmer oder kombiniert, manuell und maschinell. Die Wahl der Kondensationstechnik orientiert sich vorwiegend an dem verwendeten Material.

Der heute am häufigsten benutzte Hammer für die manuelle Kondensation ist der Handhammer nach *Gourley*. Er ist leicht exzentrisch balanciert und an den Arbeitsflächen des Stahlkopfes zur Dämpfung des Schlages mit Leder überzogen. Mit maschinellen Hämmern sind die Kondensationskräfte besser zu kontrollieren als beim Einsatz manueller Hämmer. Weit verbreitet war lange der elektrisch betriebene «*Electromallet*» (McShirley). Heute werden pneumatisch betriebene Hämmer wie die «*Oromatic*» (Dentamar) bzw. der «*Auromaster*» (I.G.M.A.) zur maschinellen Kondensation verwendet. Die Kondensation mittels Ultraschall hat sich nicht bewährt (EICKHOLZ et al. 1994; WILSTERMANN 1988).

Folientechnik

Bei der Folientechnik wird die ganze Füllung mit Foliengold aufgebaut. Diese Technik kommt nur bei sehr kleinen Kavitäten, wie einflächigen Kavitäten an der Palatinalfläche oberer Frontzähne, zur Anwendung. Sie gewährleistet eine bessere Übersicht während der Kondensation und bedingt eine höhere Dichte als bei der Verwendung von Schwammgold. Sie ist aber auch zeitintensiver und bedarf einer penibel eingehaltenen Arbeitssystematik. Die inneren Winkel der Kavität und die Oberfläche werden zur Vermeidung von Fehlstellen mit kleineren Pellets (1/128), der Füllungskörper aus Gründen der Zeitöko-

nomie mit grösseren Pellets (1/64 oder 1/32) aufgebaut (Abb. 6a-f).

Furniertechnik

Bei der von Koser und Ingraham 1956 beschriebenen, im deutschen Schrifttum auch als «*Furniertechnik*» bezeichneten Technik wird der Füllungskern zunächst aus Mat Gold oder Mat Foil aufgebaut (KOSER & INGRAHAM 1956; MOTSCH 1976). Je nach den zu erwartenden Belastungsverhältnissen wird für den Aufbau des äusseren Drittels oder Viertels der Füllung die zu Pellets gerollte Goldfolie eingebracht und mittels Hammerschlag kondensiert. Die Furniertechnik hat die reine Folientechnik verdrängt und gilt heute als Standard (Abb. 7a-d).

Mat-Foil-Technik

Bei der Mat-Foil-Technik wird zum Auffüllen der gesamten Kavität lediglich ein Material, die Mat Foil, verwendet. Bei korrekter Schichtung der Mat Foil sollte gewährleistet sein, dass die fertige Füllung von parallel zur Füllungsoberfläche verlaufenden Lagen Foliengoldes durchzogen wird und die Oberfläche der Füllung aus einer Lage Goldfolie besteht.

Instrumentarium zur Kondensation

Von ihrer Bauart her werden Kondensoren für die manuelle Kondensation mit oder ohne Hammer und Kondensoren für die maschinelle Kondensation unterschieden. Kondensoren werden nach der Beziehung des Schafts zum Handgriff klassifiziert. Bei den geraden und kontrawinkligen Ansätzen kommt es zu einer geradlinigen Kraftübertragung, bei den abgewinkelten Ansätzen liegt neben der geradlinigen Übertragung immer auch ein nach lateral wirkender Kraftvektor vor (Abb. 9). Die pyramidal-gezahnte Textur der Kondensorarbeitsfläche zielt durch die Verringerung der Kontaktfläche auf eine maximale Verdichtung ab (Abb. 11).

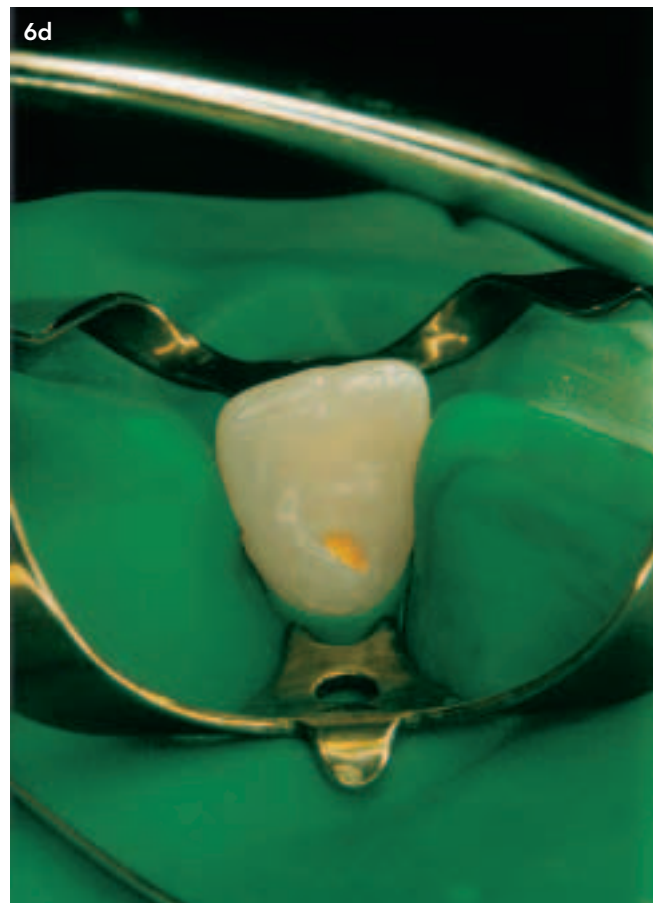
Für die Handkondensation von Mat Gold bzw. Mat Foil werden vorzugsweise füsschenförmige Kondensoren, rechteckige oder parallelogrammförmige Kondensoren benutzt. Für die Hammerkondensation werden runde Kondensoren mit geradem oder abgewinkeltem Schaft verwendet. Kondensoren sind als Verbrauchsmaterial anzusehen. Sobald ein Kondensor anfängt, auf der Füllungsoberfläche zu kleben und damit den Verlust der ursprünglichen Oberflächentextur der Arbeitsfläche anzeigt, sollte er unverzüglich ersetzt werden. Eine Möglichkeit des Aufschleifens für diese Instrumente gibt es nicht (KAMANN & SCHMITZ 1997).

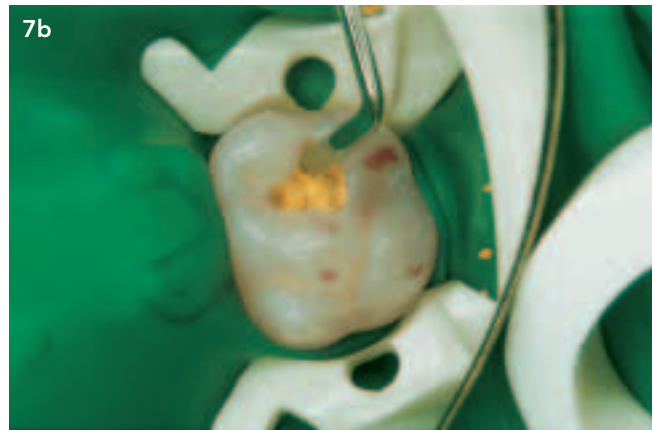
► Abb. 6a-f Beispiel für die Restauration mit einer Goldhämmerfüllung, Folientechnik

- a: Defekt vor Versorgung
- b: Situation nach Kofferdamisolierung und Präparation
- c: Unterfüllung
- d: Situation nach Kondensation der ersten Goldlagen
- e: Politur
- f: Fertige Restauration

Fig. 6a-f Exemple de restauration avec une incrustation en or, technique de la feuille

- a: Défaut avant les soins
- b: Situation après l'isolation à l'aide d'une bague et la préparation
- c: Scellement
- d: Situation après la condensation des premières couches d'or
- e: Polissage
- f: Restauration terminée





Ausarbeitung

Nach Abschluss der Kondensation wird die Füllungs Oberfläche alternierend geschnitzt und brüniert. Während des Schnitzens werden die Füllungsüberschüsse an den Kavitätenrändern entfernt und die Füllung erhält ihre endgültige Kontur in Form von Konvexitäten, Konkavitäten oder Fissuren. Das Schnitzen erfolgt mit einem Goldmesser oder einem Cleoid-/Discoid-Instrument (Abb. 10).

Durch das Brüniere wird die Dichte und die Härte der Füllungs Oberfläche erhöht. Des Weiteren kommt es beim Brüniere durch die hohe Duktilität des reinen Goldes zu einer Verminderung von Porositäten im Bereich der Füllungs Oberfläche und des Füllungsrandes. Oberflächeneigenschaften und Randschluss

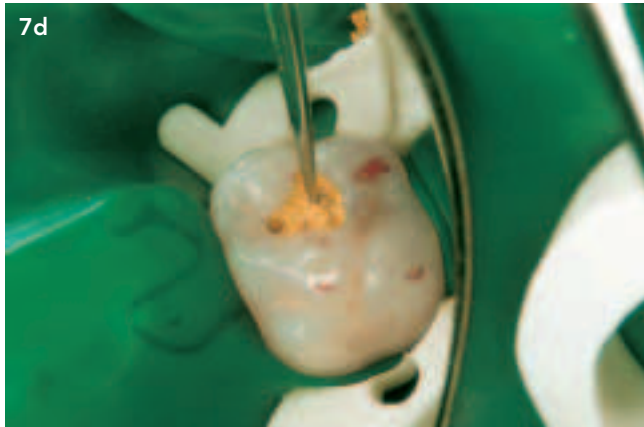


Abb. 7a–d Beispiel für die Restauration einer Black-Klasse I mit einer Goldhämmerfüllung, Furniertechnik
 a: Kavität der in einem ersten oberen Molaren
 b: Kondensation des Mat Golds mittels rechteckigem Kondensator
 c: Hammerkondensation der Folie mittels rundem Kondensator
 d: Fertige Restauration

Fig. 7a–d Exemple de restauration d’une cavité de la classe I de Black avec une incrustation en or, technique de placage
 a: Cavité dans une première molaire supérieure
 b: Condensation du «Mat gold» à l’aide d’un condenseur rectangulaire
 c: Condensation au marteau de la feuille à l’aide d’un condenseur rond
 d: Restauration terminée



Abb. 9 Verschiedene Kondensoren: bei dem linken Instrument handelt es sich um einen «Foot Condenser»

Fig. 9 Condenseurs: l’instrument de gauche est un «Foot Condenser»

sind somit in hohem Masse von der Güte des Brünier Vorganges abhängig (Abb. 14). Kugelbrünierer eignen sich für die grazilen Strukturen okklusaler Goldhämmerfüllungen. Die sog. Beaver-tail-Burnisher mit einer grossen Kontaktfläche sind besser für die Ausarbeitung planer Oberflächenanteile geeignet. Die Ausarbeitung wird durch die Politur abgeschlossen. Sie kann auf unterschiedlichste Weise erfolgen, sollte aber wegen der hohen thermischen Leitfähigkeit von Gold stets drucklos unter ausreichender Spraykühlung durchgeführt werden.

Zeitaufwand

Der durchschnittliche Zeitaufwand für die Goldhämmerfüllung von Kavitäten der Klasse I und II wird mit Werten zwischen 45 und

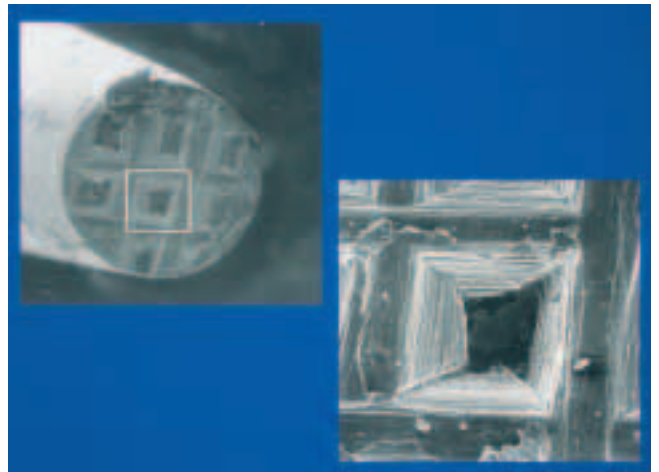


Abb. 11 Die Kondensorspitzen sind zur Verringerung der effektiven Arbeitsfläche pyramidal-gezahnt gestaltet

Fig. 11 Les pointes de condenseur en dents pyramidales sont conçues pour diminuer les surfaces de travail effectives



Abb. 10 Instrumentarium zur Ausarbeitung: Goldfeilen, Goldmesser, Cleoid-Instrument, Brünierer

Fig. 10 Instrument pour la finition: lime à or, ciseau à or, instrument cléotide, brunisseur

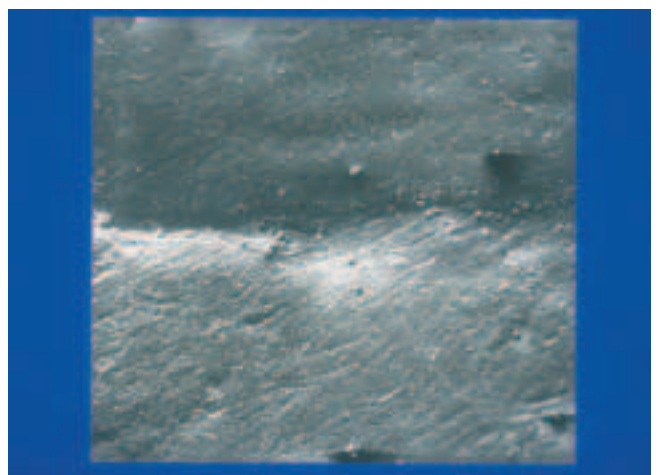


Abb. 14 Perfekte Randbeziehung zwischen Goldhämmerfüllung und Schmelz

Fig. 14 Parfait ajustement des bords entre l’incrustation en or et l’émail

60 Minuten angegeben. Der Zeitaufwand für Restaurationen der Klasse V liegt nach Angaben in der Literatur bei ca. 65 Minuten. Durch die Anwendung maschineller Systeme zum Kondensieren kann der Zeitaufwand herabgesetzt werden (CHRISTENSEN 1971). In einer nach ergonomischen Kriterien durchgeführten Studie war unter der Voraussetzung einer gleichsam optimalen Verarbeitung durch einen in allen drei Techniken geübten Zahnarzt der Zeitaufwand für Amalgamfüllungen, Kompositfüllungen und Goldhämmerfüllungen in Kavitäten der Klasse I und II annähernd gleich (KAMANN & GÄNGLER 1999).

Funktionszeit

Hauptsächlich auf der Grundlage von Fallberichten wurde der Goldhämmerfüllung, ohne dass systematische Untersuchungen vorlagen, eine hohe Funktionszeit zugeschrieben. Jüngere Untersuchungen zur Funktionszeit bestätigen diese Einschätzung. Über einen Zeitraum von sieben Jahren fand sich in Kavitäten der Klasse I eine Überlebensrate von 90%, in Kavitäten der Klasse II eine Überlebensrate von 76% und in Kavitäten der Klasse V eine Überlebensrate von 87% (KAMANN et al. 1998b).

Diskussion

Unter den Voraussetzungen einer sorgfältigen Indikationsstellung und Verarbeitung stellt die Goldhämmerfüllung trotz ihrer hohen technischen Sensitivität eine Restauration dar, die vor dem Hintergrund der langen Funktionszeit und der mit dieser Technik verbundenen Substanzschonung das therapeutische Spektrum einer Allgemeinpraxis wesentlich erweitert und eine defektorientierte Versorgung gerade bei der Erstversorgung kariöser Defekte sicherstellt. Vor diesem Hintergrund sollte Goldhämmerfüllung heute auch in der zahnärztlichen Praxis wieder einen grösseren Stellenwert einnehmen.

Literatur

- BUZZI RA: Über den heutigen Stand der kohäsiven Goldfüllung und ihre Eignung für die tägliche Praxis. *Schweiz Monatsschr Zahnheilk* 78: 352–374 (1968)
- CHRISTENSEN G: The practicability of compacted gold foils in a general practice – a survey. *J Am Acad Gold Foil Oper* 14: 57–65 (1971)
- EICKHOLZ P, SEINBRENNER H, WILSTERMANN G, STAEHLE H J: Schall/Ultraschall-Kondensation von Schwammgold. *Dtsch Zahnärztl Z* 49: 896–899 (1994)
- HEMPHILL W F: The use of Mat Gold. *J Am Acad Gold Foil Oper* 2: 75–78 (1959)
- HODSON J T: Compaction properties of various pure gold restorative materials. *J Am Acad Gold Foil Oper* 12: 52–55 (1969)
- JEFFREY A W: Proximal gold foil restoration of posterior teeth. *J Am Dent Ass* 59: 261–265 (1959)
- JUNG M, KOCKAPAN C: Der Verschluss trepanierter Metallrestaurationen mit Goldhämmerfüllungen in vivo. *Zahnärztl Welt Ref* 102: 712–717 (1993)
- KAMANN W K: Die Geschichte der Goldhämmerfüllung. *Phillip J* 12: 597–599 (1995)
- KAMANN W K, MORGNER H, HEINZ B, EBERHARD J, GRIMM W-D: Untersuchung zur Oberfläche von Stopfgoldfolie mittels elektronenspektroskopischer Methoden. *Dtsch Zahnärztl Z* 51: 462–464 (1996a)
- KAMANN W K, LUSEBRINK C, SCHMITZ I, MÜLLER K-M, GÄNGLER P: Der Kontakt von Goldhämmerfüllungen mit Goldguss- und Keramikrestaurationen. *Dtsch Zahnärztl Z* 41: 602–604 (1996b)
- KAMANN W K: Die Goldhämmerfüllung. Carl Hanser München Wien 1997
- KAMANN W K, SCHMITZ I: Standzeit von Handinstrumenten und Kondensoren bei der Goldhämmerfüllungstechnik. *Zahnärztl Welt Ref* 106: 106–113 (1997)
- KAMANN W K, GÄNGLER P, SCHMITZ I, MÜLLER K-M: Randschlussqualität von Goldhämmerfüllungen – Mikromorphologische Untersuchungen zu den differierenden Messergebnissen in der Literatur. *Phillip J* 14: 345–350 (1997)
- KAMANN W K, GÄNGLER P, SCHMITZ I, MÜLLER K-M: Klinische und mikromorphologische Nachuntersuchung von Goldhämmerfüllungen in Kavitäten der Klasse I. *Dtsch Zahnärztl Z* 52: 219–220 (1997a)
- KAMANN W K, GÄNGLER P, SCHMITZ I, MÜLLER K-M: Klinische und mikromorphologische Nachuntersuchung von Goldhämmerfüllungen in Kavitäten der Klasse II. *Dtsch Zahnärztl Z* 52: 813–815 (1997b)
- KAMANN W K, GÄNGLER P, SCHMITZ I, MÜLLER K-M: Mikromorphologische Untersuchungen von wurzelkanalbehandelten Zähnen nach Versorgung mit Goldhämmerfüllungen. *Zahnärztl Welt Ref* 107: 336–339 (1998a)
- KAMANN W K, SCHMITZ I, GAENGLER P, MUELLER K-M: Survival and qualitative analysis of direct gold restorations after seven years. *J Dent Res* 77: 956 (1998b)
- KAMANN W K, GAENGLER P: Treatment time analysis of amalgam, composite und direct gold restorations. *J Dent Res* 78: 144 (1999)
- KOSER J R, INGRAHAM R: Mat gold foil with a veneer cohesive gold foil surface for class V restorations. *J Am Dent Ass* 52: 714–729 (1956)
- KRAMER W S: Gold Foil in pedodontics. *J Am Acad Gold Foil Oper* 3: 58–72 (1960)
- MOTSCH A: Die Goldhämmerfüllung – heute! *Dtsch Zahnärztebl* 16: 613–614 (1976)
- PHILLIPS R W: Science of dental materials – Direct filling gold and its manipulation. Saunders, Philadelphia 1991
- RICHTER W A, CANTWELL K R: A study of cohesive gold. *J Prost Dent* 15: 726–739 (1965)
- RIETHE P, CZARNETZKI A: Amalgam-Goldfolienfüllung Anno Domini 1601. *Dtsch Zahnärztl Z* 38: 610–616 (1983)
- SCHNEPPER H E: Direct gold filling materials. In: O'BRIEN W J (Hrsg.): *Dental materials, properties and selection*. Quintessence, Chicago (1989)
- SCHNEPPER H E: Goldhämmerfüllung Klasse V. *Phillip J* 2: 96–99 (1985)
- SMITH G E, MEDINA J E, SCHMIDSEDER J: Die Verwendung von Blattgold für Goldhämmerfüllungen. In: SCHMIDSEDER J (Hrsg.): *Phillip's Restaurative Zahnmedizin*. Phil.lip Verlag, München 1985
- WILLIAMS J R, R V, INGERSOLL C E: Werkstoffkundliche Aspekte der Goldhämmerfüllung. In: SCHMIDSEDER J (Hrsg.): *Phillip's Restaurative Zahnmedizin*. Phil.lip Verlag, München 1985
- WILSTERMANN G: Die klassische und die neue Goldhämmerfüllungstechnik. *Phillip J* 5: 275–282 (1988)