



Prof. Dr. Falk Schwendicke ist Leiter der Abteilung für Orale Diagnostik, Digitale Zahnheilkunde und Versorgungsforschung am größten Universitätsklinikum Europas, der Charité in Berlin. Derzeit ist Prof. Schwendicke Mitherausgeber des Journal of Dental Research, Präsident der Deutschen Gesellschaft für KI in der Zahnmedizin, Themenverantwortlicher für den Dentalbereich in der ITU-/WHO-Gruppe „AI in Health“ und Vizepräsident der Deutschen Gesellschaft für Orale Epidemiologie und Versorgungsforschung. Er hat an der Charité – Universitätsmedizin Berlin promoviert und an der University of Manchester (UK) den Abschluss Master of Dental Public Health (MDPH) gemacht. Prof. Schwendicke wurde bereits mit zahlreichen Auszeichnungen geehrt, darunter dem IADR Leader Award, dem IADR Basil Bibby, dem IADR Lion Award und dem David Sackett Award for Evidence-Based Medicine.

Gehört Amalgam der Vergangenheit an?

Prof. Dr. Falk Schwendicke, Deutschland

Rund 100 Jahre lang war Amalgam das Standard-Restaurationsmaterial für Kariesläsionen im Seitenzahnbereich. Aufgrund seiner einfachen Anwendung und insbesondere seiner Feuchtigkeits-toleranz, aber auch aufgrund seiner relativ guten Beständigkeit gegenüber Kaudruckbelastungen und Sekundärkaries gilt Amalgam bis heute bei den meisten Kostenerstattern als Standardversorgungs-material. In der öffentlichen Debatte wurden immer wieder Bedenken hinsichtlich der Biokompatibilität des quecksilberhaltigen Materials und der allgemeinen Auswirkungen auf die Gesundheit laut. Allerdings gelang es in einer Reihe von Studien, diese Annahmen zu widerlegen und die generelle Sicherheit von Amalgam bei korrekter Anwendung nachzuweisen.

Dass die Nutzung von Amalgam in den kommenden Jahren in zahlreichen Ländern trotzdem eingeschränkt oder eingestellt werden wird, ist hingegen auf das Minamata-Abkommen zurückzuführen. Namensgeber des Abkommens ist die japanische Stadt Minamata, in der Quecksilber während einer industriellen Verarbeitung in größeren Mengen in die Umwelt freigesetzt wurde, was weitreichende gesundheitliche Folgen für die Bevölkerung hatte. Die Unterzeichnerstaaten des Minamata-Abkommens haben sich dazu verpflichtet, die Verwendung von Quecksilber in allen industriellen Prozessen mittelfristig zu stoppen – wobei einzig für die Zahnmedizin eine Ausnahme gemacht wurde, denn für unseren Bereich sieht das Übereinkommen keine vollständige Einstellung der Quecksilbernutzung („Phase Out“), sondern lediglich eine Reduzierung vor („Phase Down“). Mit dem Phase Down gilt hingegen u.a. die Verpflichtung, mittels entsprechender Maßnahmen die Nutzung von Amalgam in der Zahnmedizin zu reduzieren, unter anderem durch umfassendere Kariesprävention und die Entwicklung und Einführung alternativer, restaurativer Strategien. In den meisten Staaten wurden für bestimmte Personengruppen, z. B. bei Schwangeren und Stillenden, zudem bereits eine weitgehende Nutzungseinschränkung von Dentalamalgam umgesetzt. Mittelfristig ist auch das Phase Out dieses, für die Zahnmedizin über 100 Jahre so bedeutsam gewesenen, Materials nicht unwahrscheinlich. Damit steht jede Zahnärztin und jeder Zahnarzt vor einer wichtigen Frage: Welches Material kann ich alternativ verwenden?

Amalgamalternativen

In den vergangenen 60 Jahren wurden eine ganze Reihe von Alternativen zu Amalgam eingeführt, die sich grob in drei Kategorien unterteilen lassen:

1. Komposit-Materialien, die traditionell schichtweise appliziert werden, um die Polymerisationsschrumpfung auszugleichen und für eine sichere Polymerisation zu sorgen;
2. Glasfüllstoffbasierte Materialien, also Glasionomere und Glas-Hybride;
3. Zementbasierte oder Kombinationsmaterialien aus Kunststoffen und glasbasierten Materialien.

Vor allem Komposite werden schon lange als Amalgamalternative verwendet, insbesondere für kaudruckbelastete Seitenzahnrestorationen, die auch die Approximalflächen umfassen. Mikro- und Nano-Hybrid-Komposite verfügen nachgewiesenermaßen über hervorragende physikalische Eigenschaften, z. B. eine hohe Abrasions- und Erosionsbeständigkeit, eine hohe Biegefestigkeit, gute Polierbarkeit und eine hohe Ästhetik. Zudem können diese Materialien adhäsiv eingebracht werden, ohne dass eine makroretentive Kavitätenpräparation notwendig ist. Das Legen von Kompositrestorationen ist allerdings an bestimmte Voraussetzungen, z. B. entsprechende Trockenlegung, die Ausformung des Approximalkontakts, die Konditionierung der Kavitäten (u. a. mit Säureätztechnik und Adhäsivsystemen) und das inkrementelle Einbringen des Kunststoffes verknüpft. In den letzten Jahren haben sich die Hersteller zunehmend auf die Vereinfachung dieser Verfahrensschritte konzentriert. So wurden beispielsweise das Ätzen und die Applikation des Adhäsives miteinander kombiniert oder durch „Bulk-Fill“-Komposite das schrittweise Einbringen

des Materials weitgehend reduziert. Dennoch ist die Platzierung von Kompositen technisch anspruchsvoll, insbesondere bei äquigingivalen oder subgingivalen Restaurationen. Außerdem ist das Material im Vergleich zu Amalgam verhältnismäßig teuer. Somit können Komposite derzeit zwar sehr wohl als Alternative zu Amalgam betrachtet werden, sind jedoch nicht in jeder Situation ein echter „Amalgamersatz“.

Glasionomere und Glas-Hybride

Glasionomere wurden jahrzehntelang nur als temporäres Restaurationmaterial betrachtet. Dies lag insbesondere an ihrer geringeren Abrasions- und Erosionsbeständigkeit, sowie der eingeschränkten Biegefestigkeit. Der Einsatz dieser Materialien in okklusal-approximalen Seitenzahnkavitäten war demnach nur eingeschränkt möglich (die Überlebensraten in rein okklusalen Kavitäten sind hingegen bereits seit Jahrzehnten relativ hoch). Neuere Weiterentwicklungen der Glasionomer-Technologie fokussieren genau auf diese Schwächen, also Abrasions- und Erosionsbeständigkeit sowie Biegefestigkeit. Mit Einführung der Glas-Hybrid-Technologie und den sogenannten Glas-Hybriden konnten die Abrasions- und Erosionsbeständigkeit signifikant erhöht werden und auch die Biegefestigkeit wurde deutlich verbessert. Erreicht wurden diese Fortschritte durch Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung des Materials – im Wesentlichen durch den Einsatz zusätzlicher kleinerer, hochreaktiver Glaspartikel und längerer Akrylsäureketten. Hierdurch wird eine höhere Vernetzung der verschiedenen Materialphasen und somit eine größere Härte und Biegefestigkeit erreicht. Zudem wird ein Coating auf die zugänglichen Flächen (also z.B. Kau- oder Vestibulärflächen) aufgetragen. Der nanogefüllte, selbstadhäsive, licht-

härtende Lack wird auf die rauere Glasoberfläche aufgetragen und schützt dadurch den porösen Glaskörper vor Säure und Abrasion. Zudem hat sich herausgestellt, dass das Coating die Ästhetik des zuvor schlecht polierbaren Materials deutlich verbessert. Wie auch Glasionomere lassen sich Glas-Hybride als Bulk platzieren; sie verfügen zudem über eine ebenso hohe Bioaktivität (insbesondere die bekannte Fluoridfreisetzung)¹. Die genannten Verbesserungen sind vor allem in Laborstudien nachgewiesen worden. Diese sind zur Vorhersage des tatsächlichen klinischen Verhaltens nur bedingt geeignet. Nur in klinischen Studien lassen sich die tatsächlichen Effekte von Veränderungen des Materials und die potenzielle Eignung als Alternative zu Amalgam nachweisen.

Glas-Hybride: Klinische Daten

Wie bei den meisten wissenschaftlichen Fortschritten war die Entwicklung der Glas-Hybride keine Revolution, sondern eine Evolution. In einer Reihe von klinischen Studien wurden die direkten Vorgänger der Glas-Hybride untersucht. Dabei konnte bestätigt werden, dass auch diese Vorgängermaterialien bereits eine hohe Langlebigkeit aufweisen⁽²⁻⁴⁾. Die aktuelle Generation der Glas-Hybride wurde in verschiedenen klinischen Studien bewertet, die in den folgenden Abschnitten vorgestellt werden. In diesen Studien wurden unterschiedliche klinische Indikationen betrachtet und ein robustes klinisches Studiendesign angewendet. So nutzten die Wissenschaftler üblicherweise randomisiert-kontrollierte Studien, um das Glas-Hybrid-Material mit einem anerkannten Versorgungsstandard, wie zum Beispiel einem Komposit, zu vergleichen. Im Wesentlichen wurden zwei Anwendungsbereiche betrachtet: einerseits zervikale (oftmals nicht-kariöse) Läsionen und andererseits



Abb. 1. A: Multiple, zervikale, nicht-kariöse Läsionen vor der Behandlung **B:** Zervikale Läsionen, die mit dem Glas-Hybrid EQUIA Forte (GC, Tokyo, Japan) versorgt wurden **C:** Glas-Hybrid-Restaurationen bei der Nachuntersuchung nach 6,5 Jahren (mit freundlicher Genehmigung von Prof. Matteo Basso, Italien)

kaudruckbelastete (kariös verursachte) Läsionen an Seitenzähnen.

Zervikale Läsionen (Abb. 1)

Der Einsatz von Glasionomeren, vor allem von kunststoffverstärkten Glasionomeren, zur Restauration (nicht- kariöser) zervikaler Defekte hat eine lange Tradition und stützt sich auf eine Vielzahl klinischer Studien, in denen die Eignung des Materials für diesen Zweck nachgewiesen wird. Kunststoffverstärkte Glasionomere führten in Bezug auf die Überlebensrate und den Erfolg zervikaler Restauration regelmäßig zu besseren Ergebnissen als alternative Materialien⁽⁵⁾. In Bezug auf Glas-Hybride können zwei randomisierte Studien herangezogen werden, in denen die Anwendung dieses Materials im Vergleich mit einem Komposit untersucht wird. Die erste Studie⁽⁶⁾ umfasste eine kleine Probandengruppe von 25 Bruxismus-Patienten mit nicht-kariösen zervikalen Läsionen, also einer sehr speziellen Patientengruppe. Bei den (eher jüngeren) Patienten wurden insgesamt 148 Läsionen versorgt (was auf eine extrem hohe Zahl an Läsionen pro Patient hindeutet), und zwar nach dem Zufallsprinzip entweder mit einem Glas-Hybrid (EQUIA Forte, GC, Tokyo, Japan) oder einem Komposit (CeramX One Universal, Dentsply, Konstanz, Deutschland). In den Nachuntersuchungen nach 6,

12 und 24 Monaten wurden die Restaurationen anhand der angepassten USPHS-Kriterien beurteilt. Bei der Bewertung der 126 betrachteten Restaurationen (bei 22 Patienten) im Rahmen der Nachuntersuchung nach 24 Monaten wurde deutlich, dass die beiden Materialien zu ähnlichen Ergebnissen geführt hatten. Lediglich bei der Randanpassung ließ sich ein signifikanter Unterschied feststellen, wobei die Glas-Hybride eine geringere Anpassung aufwiesen. Bei keiner der Restaurationen wurde eine Sekundärkaries festgestellt. In einer anderen Studie⁽⁷⁾ mit einer Nachbeobachtungszeit von 36 Monaten wurden die Überlebensrate, Qualität und Kosten von Glas-Hybrid (EQUIA Forte, GC) und Komposit (Filtek Supreme XTE, 3M, St. Paul, USA) für die Versorgung zervikaler sklerotische, nicht-kariöser Läsionen betrachtet. Bei 88 Patienten (im Alter von 50 bis 70 Jahren) mit insgesamt 175 Läsionen wurden die Restaurationen direkt, ohne mechanische Präparation, platziert (was letztlich zu hohen Verlustraten in beiden Gruppen führte, siehe unten). Die Qualität der Restaurationen wurde nach einem Monat, nach 18 Monaten und nach 36 Monaten anhand der FDI-Kriterien bewertet. Die Kosten wurden nach dem sogenannten Micro-Costing-Ansatz (bei dem die Zeit für die Platzierung des Materials berücksichtigt wird)

ermittelt. Für Kosten während der Nachbeobachtungsphase wurden die Gebührensätze der Gesetzlichen Krankenversicherung in Deutschland zugrunde gelegt. Von den 88 Patienten wurden 43 mit Glas-Hybrid-Materialien versorgt (83 Restaurationen) und 45 mit Komposit (92 Restaurationen). Die Zuordnung erfolgt per Cluster-Randomisierung, d.h. jeder Patient erhielt nur ein Füllungsmaterial unabhängig – auch, wenn er mehrere Füllungen benötigte. Nach 36 Monaten zeigte sich bei 17 Glas-Hybrid- und 19 Komposite-Restaurationen ein vollständiger Retentionsverlust; 5 Glas-Hybrid-Restaurationen hatten teilweise versagt. Hinsichtlich des Versagensrisikos wurde kein signifikanter Unterschied zwischen den Materialien detektiert. Bei der Bewertung der Restaurationsqualität anhand der FDI-Kriterien zeigten sich ebenfalls keine signifikanten Unterschiede außer beim Oberflächenglanz; hier schnitt das Komposit-Material besser ab als das Glas-Hybridmaterial. Bei den Glas-Hybriden waren die Kosten wesentlich niedriger, und zwar sowohl bei der Erstversorgung (Glas-Hybride: 32,57; Standardabweichung SD 16,36 € gegenüber Komposite: 44,25; SD 21,40 €) als auch über den gesamten Beobachtungszeitraum (Glas-Hybride: 41,72; SD 25,08 €, Komposite: 51,60; SD 26,17 €). Zusammenfassend lässt sich sagen,

dass beide Studien, die randomisiert und mit einem robusten Studiendesign durchgeführt wurden, die Eignung von Glas-Hybriden für die Restauration zervikaler Läsionen demonstrieren. Darüber hinaus geht aus den Studien hervor, dass das Material nicht nur eine ähnliche Überlebensrate aufweist, sondern auch besonders kosteneffektiv ist. Ausgehend von der zweiten Studie sollte berücksichtigt werden, dass eine vorsichtige Aufrauung sklerotischer Oberflächen unabhängig vom verwendeten Restaurationsmaterial vermutlich vorteilhaft ist.

Okklusal-approximale Läsionen (Abb. 2 und 3)

Anders als bei den zervikalen Läsionen wurden Glasionomere in der Vergangenheit nicht für die Restauration von kaudruckbelasteten mehrflächigen Kavitäten im Seitenzahnbereich in

Betracht gezogen, u.a. weil die begrenzte Biegefestigkeit und geringe Abrasions-/Erosionsbeständigkeit der Glasionomere die Langlebigkeit der Materialien in dieser Indikation einschränkte. Mittlerweile haben verschiedene klinische Studien diese Annahme für Glas-Hybrid-Materialien widerlegt. Besonders erwähnenswert sind hier zwei neuere randomisierte Studien. Für die erste Studie⁽⁸⁾ wurden ein Glas-Hybrid (EQUIA Forte, GC), ein Bulk-Fill-Komposit (Filtek Bulk Fill Posterior Restorative, 3M) und ein schichtweise appliziertes Mikro-Hybrid-Komposit (Charisma Smart, Heraeus Kulzer, Hanau, Germany) miteinander verglichen. Dabei wurden 109 Zähne von 54 relativ jungen Patienten (31 Frauen, 23 Männer, Durchschnittsalter 22 Jahre) mit zweiflächigen Kavitäten (mesial-okklusal, okklusal-distal) in bleibenden Zähnen restauriert; die Wahl des Restaurationsmaterials

erfolgte nach dem Zufallsprinzip. Die Restaurationen umfassten nicht die Höcker und im zervikalen Randbereich befand sich gesunder Schmelz (die Kavitätenränder lagen nicht subgingival). Nach Kariesentfernung und minimalinvasiver Präparation wurden die Materialien appliziert. Nach rund 24 Monaten wurden 84 Restaurationen anhand der angepassten USPHS-Kriterien bewertet. Die Komposit-Restaurationen schnitten im Vergleich mit den Glas-Hybrid-Restaurationen besser in Bezug auf anatomische Form, Kontaktpunkt, Farbanpassung, Oberflächentextur und Gesamtüberlebensrate ab. In einer anderen multinationalen, randomisiert-kontrollierten Split-Mouth-Studie^(9,10) in vier Universitätskliniken (Kroatien, Serbien, Italien, Türkei) wurde ein Glas-Hybrid (EQUIA Forte, GC) mit einem Nano-Hybrid-Komposit (TetricEvoCeram, IvoclarVivadent,



Abb. 2 A: Klasse-I-Kompositrestauration an Zahn 47 mit Randverfärbung und Sekundärkaries vor der Behandlung **2B:** Klasse-I-Glas-Hybrid-Restauration mit EQUIA Forte direkt nach der Behandlung **2C:** Glas-Hybrid-Restauration bei der Nachuntersuchung 3 Jahre nach der Behandlung (mit freundlicher Genehmigung von Prof. Matteo Basso, Italien)



Abb. 3A: Insuffiziente Klasse-II-Restauration an Zahn 26 **3B:** Klasse-II-Glas-Hybrid-Restauration mit EQUIA Forte an Zahn 26 direkt nach der Behandlung **3C:** Klasse-II-Glas-Hybrid-Restauration 5 Jahre nach der Behandlung (mit freundlicher Genehmigung von Prof. Matteo Basso, Italien)

Schaan, Liechtenstein) verglichen, wobei okklusal-approximale zweiflächige Restaurationen im Molarenbereich bei Erwachsenen im bleibenden Gebiss platziert wurden. Für das Split-Mouth-Studiendesign mussten bei jedem Studienteilnehmer zwei ähnliche Kavitäten in vitalen (positive Reaktion auf Ethylchlorid) Molaren vorliegen, und zwar jeweils beide im Oberkiefer oder beide im Unterkiefer. Je ein Zahn wurde dann mit Glas-Hybrid und der andere mit Komposit versorgt. Insgesamt wurden 360 Restaurationen (bei 180 Patienten) platziert. Bei der Behandlung kamen vorgeformte Teilmatrizen (Palodent Plus, Dentsply) zum Einsatz und die Kavitäten wurden vor dem Platzieren des Materials nach Herstelleranleitung konditioniert. In den Fällen des Komposits wurde ein selbststänzendes Zwei-Schritt-Adhäsiv (AdheSE, IvoclarVivadent) genutzt. Die Nachuntersuchungen, bei denen die Restaurationen nach FDI-2-Kriterien bewertet wurden, fanden nach einer Woche, einem Jahr, 2 Jahren und 3 Jahren statt⁽⁹⁾. Darüber hinaus wurden die Kosten für jede Versorgung aus Sicht des Patienten oder Kostenerstatters in US-Dollar (USD) berechnet. Für die Bewertung der Kostenwirksamkeit wurde das inkrementelle Kosten-Wirksamkeits-Verhältnis herangezogen, das den Kostenunterschied in Abhängigkeit vom Zuwachs oder Verlust an Wirksamkeit (Langlebigkeit der Restauration) darstellt. Die in Italien behandelten Patienten waren im Durchschnitt älter als jene in den anderen Ländern. Insgesamt nahmen mehr Frauen als Männer teil. Während der dreijährigen Studiendauer schieden 32 Patienten aus der Studie aus und bei 21 Patienten (27 Restaurationen) musste die Restauration erneuert werden. Die durchschnittliche Überlebensrate der Restaurationen war in allen Kliniken hoch und es gab keine signifikanten Unterschiede in der Langlebigkeit zwischen den beiden

Parameter	Kroatien	Italien	Serbien	Türkei
Alter (Jahre)	26,5 (7,4)	44,6 (15,8)	31,7 (11,4)	30,6 (11,2)
Geschlecht (weiblich/männlich)	44/16	16/16	16/12	40/20
Kosten für Glas-Hybrid (USD)	92,70 (7,40)	146,10 (12,90)	44,00 (3,30)	66,20 (11,90)
Kosten Komposit (USD)	126,42 (16,30)	146,20 (19,30)	61,00 (3,50)	128,60 (3,80)
Überleben Glas-Hybrid (Monate)	35,1 (3,4)	35,3 (2,3)	34,1 (6,2)	35,0 (3,0)
Überleben Komposit (Monate)	34,3 (5,1)	35,0 (4,0)	34,9 (4,6)	35,8 (1,0)

Tabelle 1: Kosten und Überleben von Glas-Hybrid- und Kompositrestaurationen in verschiedenen Ländern (Durchschnitt, Standardabweichung SD)

Materialien (Tabelle 1). In drei der vier Länder waren die Kosten für das Komposit höher, und zwar sowohl bei der Erstversorgung (also beim Legen) als auch langfristig (über den 3-jährigen Beobachtungszeitraum und unter Berücksichtigung von Komplikationen). Betrachtet man die Kostenwirksamkeit (US-Dollar pro Überlebenszeit in Monaten), so war das Komposit in drei der vier Länder teurer als das Glas-Hybrid und hatte keinen relevanten Überlebensvorteil (pro zusätzlichem Überlebensmonat fielen Kosten von 268,50 USD an).

Aus den dargelegten Untersuchungen geht hervor, dass Glas-Hybride auch für die Versorgung mehrflächiger Kavitäten in Seitenzähnen eine vielversprechende Option sein können. Zwar stimmen die Ergebnisse der beiden Studien in Bezug auf die Überlebensrate der Glas-Hybride im Vergleich mit den Kompositen nicht vollständig überein, doch insbesondere die große multinationale Studie lässt eine positive

Schlussfolgerung zu: In vier voneinander unabhängigen Kliniken wurden kongruente Ergebnisse erzielt, die nahelegen, dass sowohl Komposite als auch Glas-Hybride über den Beobachtungszeitraum von drei Jahren eine geeignete Versorgung für kaudruckbelastete Kavitäten bieten. Gerade unter Berücksichtigung der hohen Kostenwirksamkeit sind Glas-Hybride demnach eine geeignete Alternative zu Amalgam. Mithilfe eines Extrapolationsmodells (10) wurde in einer weiteren Studie zudem demonstriert, dass die Kostenwirksamkeit dieses Materials wahrscheinlich auch langfristig (also über die 3 Jahre Beobachtungszeitraum hinaus) höher ist als jene von Komposit.

Glasionomere als „Essential Medicine“ laut WHO

In Anbetracht der Vorteile von Glasionomeren und Glas-Hybriden deklarierte die WHO Glasionomere in 2021 zu „Essential Medicines“, also



Abb. 4A: Klasse-I-Kavität vor der Behandlung **B:** Glas-Hybrid-Restauration mit EQUIA Forte HT (GC) (mit freundlicher Genehmigung von Dr. Zeynep Bilge Kütük, Türkei)

Unverzichtbaren Medizinprodukten⁽¹²⁾. Unverzichtbare Medizinprodukte sind in der Regel die wirksamsten, sichersten und kostengünstigsten Materialien zur Behandlung einer bestimmten Erkrankung (in diesem Fall Zahnkaries). Die Auswahl der Glasionomere in die Liste der Unverzichtbaren Medizinprodukten wurde u.a. mit der kontinuierlichen Aufnahme und Freisetzung von Fluoridionen, die für eine Remineralisierung von kariösem Zahngewebe sorgen, sowie den kariesprotektiven Eigenschaften der Glasionomere begründet. Durch die einfache Applikation sind Glasionomere zudem auch für die medizinische Grundversorgung und in schwierigeren Situationen, u.a. für Menschen mit besonderen Bedürfnissen, geeignet⁽¹³⁾. In 2019 wurden Glas-Hybride von der FDI als Restaurationsmaterial für bleibende Zähne anerkannt, die für einflächige Restaurationen und Klasse-II-Restaurationen geeignet sind^(14,15).

Fazit

Die Amalgamära in der Zahnmedizin geht langsam zu Ende. Ausgehend von den dargelegten Vor- und Nachteilen der diversen Amalgamalternativen gibt es nicht ein einzelnes Amalgamersatzmaterial – stattdessen steht eine ganze Reihe von Materia-

lien mit unterschiedlichen Eigenschaften zur Verfügung, die passend für die jeweilige Indikation ausgewählt werden sollten. Glasionomere und Glas-Hybride zählen zu diesen Amalgamalternativen – und eine zunehmende Zahl von Studien unterstützt die Verwendung von Glas-Hybriden sowohl für zervikale Läsionen als auch für kaudruckbelastete Seitenzahnrestaurationen. Schon heute sind Glasionomere und Glas-Hybride laut WHO „Unverzichtbare Medizinprodukte“.

Literatur

1. Shimada Y, Hokii Y, Yamamoto K, et al. Evaluation of hardness increase of GIC restorative surface in saliva. *Clin Oral Invest* (2015) 19:1701–1754.
2. Gurgan S, Kutuk ZB, Ergin E, Oztas SS, Cakir FY. Clinical performance of a glass ionomer restorative system: a 6-year evaluation. *Clin Oral Investig*. 2017;21(7):2335–43.
3. Klinker T, Daboul A, Turek A, Frankenberger R, Hickel R, Biffar R. Clinical performance during 48 months of two current glass ionomer restorative systems with coatings: a randomized clinical trial in the field. *Trials*. 2016;17(1):239.
4. Friedl K, Hiller KA, Friedl KH. Clinical performance of a new glass ionomer based restoration system: a retrospective cohort study. *Dent Mater*. 2011;27(10):1031–7.
5. Schwendicke F, Gostemeyer G, Blunck U, Paris S, Hsu LY, Tu YK. Directly Placed Restorative Materials: Review and Network Meta-analysis. *J Dent Res*. 2016;95(6):613–22.
6. Koc Vural U, Meral E, Ergin E, Gurgan S. Twenty-four-month clinical performance of a glass hybrid restorative in non-carious cervical lesions of patients with bruxism: a split-mouth, randomized clinical trial. *Clin Oral Investig*. 2020;24(3):1229–1238.
7. Schwendicke F, Müller A, Seifert T, Jeggle-Engbert LM, Paris S, Gostemeyer G.

- Glass hybrid versus composite for non-carious cervical lesions: Survival, restoration quality and costs in randomized controlled trial after 3 years. *J Dent*. 2021; 110:103689.
8. Balkaya H, Arslan S. A Two-year Clinical Comparison of Three Different Restorative Materials in Class II Cavities. *Oper Dent*. 2020;45(1):e32–e42.
9. Schwendicke F, Rossi JG, Krois J, Basso M, Peric T, Turkun LS, et al. Cost-effectiveness of glass hybrid versus composite in a multi-country randomized trial. *J Dent*. 2021;107:103614.
10. Miletić I, Baraba A, Basso M, Pulcini MG, Marković D, Perić T, et al. Clinical Performance of a Glass-Hybrid System Compared with a Resin Composite in the Posterior Region: Results of a 2-year Multicenter Study. *J Adhes Dent*. 2020;22(3):235–47.
11. Schwendicke F, Basso M, Markovic D, Turkun LS, Miletić I. Long-term cost-effectiveness of glass hybrid versus composite in permanent molars. *J Dent*. 2021;112:103751.
12. Expert Committee on Selection and Use of Essential Medicines. Glass ionomer cement – dental caries https://cdn.who.int/media/docs/default-source/essential-medicines/2021-eml-expert-committee/expert-reviews/a16_gic_rev1.pdf?sfvrsn=660f8835_82021 (Accessed Sept 16, 2022).
13. WHO. Expert Committee on Selection and Use of Essential Medicines <https://www.who.int/groups/expert-committee-on-selection-and-use-of-essential-medicines> (Accessed Sept 16, 2022)
14. FDI World Dental Federation. 2019; Carious Lesions and First Restorative Treatment. <https://www.fdiworld-dental.org/> <http://www.fdiworld-dental.org/carious-lesions-and-first-restorative-treatment>. (Accessed Sept 14, 2022).
15. FDI World Dental Federation. Carious lesions and first restorative treatment: Adopted by the General Assembly: September 2019, San Francisco, United States of America. *Int Dent J*. 2020; 70: 5–6.