

S3-Leitlinie (Langfassung)

Direkte Kompositrestaurationen an bleibenden Zähnen im Front- und Seitenzahnbereich

AWMF-Registernummer: 083-028

Stand: Januar 2024

Gültig bis: Januar 2029

Federführende Fachgesellschaften:

Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ)

Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK)

Beteiligung weiterer AWMF-Fachgesellschaften:

Deutsche Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde (DGKiZ)

Deutsche Gesellschaft für Parodontologie (DG PARO)

Deutsche Gesellschaft für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien (DGPro)

Deutsches Netzwerk Evidenzbasierte Medizin e.V. (DNEbM)

Beteiligung weiterer Fachgesellschaften/ Organisationen:

Arbeitsgemeinschaft für Oral- und Kieferchirurgie der DGZMK (AGOKi)

Bundesverband der Kinderzahnärzte (BUKiZ)

Bundesverband der Zahnärztinnen und Zahnärzte im Öffentlichen Gesundheitsdienst (BZÖG)

Bundeszahnärztekammer (BZÄK)

Deutsche Gesellschaft für Umwelt-ZahnMedizin (DEGUZ)

Deutsche Gesellschaft für ästhetische Zahnmedizin (DGÄZ)

Deutsche Gesellschaft für Computergestützte Zahnheilkunde (DGCZ)

Deutsche Gesellschaft für Endodontologie und zahnärztliche Traumatologie (DGET)

Deutsche Gesellschaft für Laserzahnheilkunde (DGL)

Deutsche Gesellschaft für Orale Epidemiologie und Versorgungsforschung (DGoEV)

Deutsche Gesellschaft für Präventivzahnmedizin (DGPZM)

Deutsche Gesellschaft für Restaurative und Regenerative Zahnerhaltung (DGR²Z)

Freier Verband Deutscher Zahnärzte (FVDZ)

Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung (KZBV)

Verband Deutscher Zertifizierter Endodontologen (VDZE)

publiziert bei:



Koordination / Ko-Koordination:

Prof. Dr. Diana Wolff (DGZ) / PD Dr. Dietmar Weng (AGOKi)

Mandatsträger und Stellvertreter (Fachgesellschaften in alphabetischer Reihenfolge):

AGOKi, PD Dr. Dietmar Weng
BuKiz, drs Johanna Maria Kant
BuKiz, Dr. Monika Prinz-Kattinger (Stellvertreterin)
BZÄK, Prof. Dr. Christoph Benz
BZÖG, Dr. Uwe Niekusch
DEGUZ, ZA Lutz Höhne
DEGUZ, Dr. Stefan Dietsche (Stellvertreter)
DG Paro, Dr. Inga Harks
DG Paro, Prof. Dr. Bettina Dannewitz (Stellvertreterin)
DGÄZ, ZA Wolfgang Boer
DGCZ, Prof. Dr. Sven Reich
DGET, Prof. Dr. Gabriel Krastl
DGKiZ, Prof. Dr. Norbert Krämer
DGL, Prof. Dr. Andreas Braun
DGL, Prof. Dr. Felix Krause (Stellvertreter)
DGoEV, Prof. Dr. Falk Schwendicke,
DNEBM, Prof. Dr. Falk Schwendicke,
DGPro, PD Dr. Angelika Rauch
DGPZM, Prof. Dr. Cornelia Frese
DGR²Z, Prof. Dr. Rainer Haak,
DGZ, Prof. Dr. Diana Wolff
FVDZ, PD Dr. Thomas Wolf
KZBV, ZA Martin Hendges
KZBV, Dr. Jörg Beck (Stellvertreter)
KZBV, Dr. Rugzan Jameel Hussein (beratend)
VDZE, Dr. Martin Eggert
Geladener Experte, Prof. Dr. Roland Frankenberger

Co-Autoren der Arbeitsgruppe IV:

Dr. Julia Winter
Dr. Stefanie Amend

Methodik:

PD Dr. Caroline Sekundo (systematische Literatursuche und Evidenzbewertung)
Dr. Esra Kosan (Evidenzbewertung)
Dr. Eva Langowski (systematische Literatursuche)
Dr. Cathleen Muche-Borowski (zertifizierte Leitlinienberaterin (AWMF))
Dr. Anke Weber, M.Sc. (DGZMK, Leitlinienbeauftragte)
Dr. Birgit Marré (DGZMK, Leitlinienbeauftragte)

Jahr der Erstellung: Oktober 2016
vorliegende Aktualisierung/ Stand: 26.01.2024, **Version:** 2.0
gültig bis: 25.01.2029

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte/ Zahnärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollen aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte/ Zahnärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Leitlinien unterliegen einer ständigen Qualitätskontrolle, spätestens alle 5 Jahre ist ein Abgleich der neuen Erkenntnisse mit den formulierten Handlungsempfehlungen erforderlich. Die aktuelle Version einer Leitlinie finden Sie immer auf den Seiten der DGZMK (www.dgzmk.de) oder der

1 Was gibt es Neues?

Die aktuelle S3-Leitlinie „Direkte Kompositrestaurationen an bleibenden Zähnen im Front- und Seitenzahnbereich“ folgt auf die 2016 veröffentlichte S1-Handlungsempfehlung „Komposit im Seitenzahnbereich“ (AWMF-Registernummer: 083-028). Diese fasste den zum damaligen Zeitpunkt aktuellen Wissensstand hinsichtlich verfügbarer Materialien, deren Biokompatibilität, Indikationsbereiche und Kontraindikationen, Verarbeitung und Reparatur sowie klinische Überlebensraten auf Basis einer strukturierten Literaturrecherche zusammen. Die S1-Handlungsempfehlung verfolgte die Fragestellung, in welchen klinischen Situationen direkte Kompositrestaurationen für die kaulasttragende Seitenzahnversorgung Anwendung finden können und wie ihre Haltbarkeit einzuschätzen ist. Sie bezog sich ausschließlich auf direkte Kompositversorgungen im Seitenzahnbereich.

Die jetzige Leitlinie wird auf S3-Niveau erweitert und läuft unter dem Titel „Direkte Kompositrestaurationen an bleibenden Zähnen im Front- und Seitenzahnbereich“. Sie stellt somit die deutlich erweiterte Frage, wie das Überleben und das qualitative Outcome von direkten Kompositrestaurationen im Front- und Seitenzahnbereich im Vergleich zu direkten und indirekten alternativen Versorgungsarten auf Basis der derzeit verfügbaren Evidenz zu bewerten ist.

Damit schließt die neue S3-Leitlinie alternative direkte und indirekte Versorgungen im Front- und Seitenzahnbereich an bleibenden Zähnen als Komparatoren explizit ein. Weiterhin umfasst sie die Klassen I bis V sowie ausgedehnte Restaurationen mit Höckerersatz und Zahnformkorrekturen. Zu den jeweiligen Indikationsbereichen werden auf Basis einer systematischen Literaturrecherche evidenzbasierte Empfehlungen zur Einschätzung bzw. Abgrenzung des Überlebens / Versagens und des qualitativen Outcomes für direkte Kompositrestaurationen im Front- und Seitenzahnbereich inklusive Höckerersatz und Zahnformkorrekturen und deren alternative Versorgungen gegeben.

Darüber hinaus untersucht die aktuelle S3-Leitlinie die Frage, welche Formen der Kariesexkavation, der Trockenlegung, Matrizentechnik und Adhäsivtechnik, Lichtpolymerisation sowie Ausarbeitung und Politur bei direkten Kompositrestaurationen im Front- und Seitenzahnbereich nach aktuellem wissenschaftlichen Kenntnisstand Anwendung finden sollen.

Die aktualisierte S3-Leitlinie ist vollständig neu aufgesetzt. Durch die deutliche Erweiterung der Thematik (Front- und Seitenzahnrestaurationen, alle Kavitätenklassen zuzüglich Höckerersatz und Zahnformkorrekturen) wird eine gänzlich neue Kapitelstruktur verwendet. Alle Empfehlungen sind neu formuliert.

2 Die wichtigsten Empfehlungen auf einen Blick

Kapitel 6.1.3 Evidenzbasierte Empfehlung 1 (neu 2024)	
Kompositrestaurationen können für die direkte Versorgung bei Klasse-I- und -II-Kavitäten verwendet werden. Abstimmung: 17/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	
Literatur: Afrashtehfar et al. 2017 [1], Rasines-Alcaraz et al. 2014 [2], Antony et al. 2008 [3], Downer et al. 1999 [4], Heintze et al. 2012 [5], Hickel et al. 2001 [6], Manhart et al. 2004 [7], Moraschini et al. 2015[8] , Van de Sande et al. 2016 [9], Vetromilla et al. 2020 [10], Worthington et al. 2021 [11]	
Evidenzbasis	11 systematische Reviews Davon 9 Meta-Analysen und 2 narrative Auswertungen
Empfehlungsgrad	0 ⇔
Qualität der Evidenz	<p>Überlebensrate</p> <ul style="list-style-type: none"> • Komposit vs. Amalgam ⊕⊕○○ (niedrig) • Komposit vs. Glasionomerzement ⊕○○○ (sehr niedrig) • Komposit vs. Keramik ⊕⊕○○ (niedrig) <p>Sekundärkaries</p> <ul style="list-style-type: none"> • Komposit vs. Amalgam ⊕⊕○○ (niedrig) <p>Fraktur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Komposit vs. Amalgam ⊕⊕○○ (niedrig)

Kapitel 6.1.8. Evidenzbasierte Empfehlung 4 (neu 2024)	
Sofern Klasse-I- und -II-Kavitäten nicht mit direkten Kompositrestaurationen zu versorgen sind, können als Alternative indirekte Keramikrestaurationen oder Gussmetallrestaurationen angewendet werden. Abstimmung: 16/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	
Literatur: Hickel et al. 2001 [6], Manhart et al. 2004 [7]	
Evidenzbasis	2 systematische Reviews
Empfehlungsgrad	0 ⇔
Qualität der Evidenz	<p>Überlebensrate</p> <ul style="list-style-type: none"> • Komposit vs. Keramik ⊕⊕○○ (niedrig)

Kapitel 6.2.3 Evidenzbasierte Empfehlung 5 (neu 2024)	
Kompositrestaurationen können bei Kavitäten mit Höckerersatz im Seitenzahnbereich angewendet werden. Abstimmung: 16/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	
Literatur: Van Nieuwenhuysen et al. 2003 [18], Deliperi et al 2016 [19]	
Evidenzbasis	2 Beobachtungsstudien
Empfehlungsgrad	0 ⇔
Qualität der Evidenz	Komposit vs. Amalgam <ul style="list-style-type: none"> • Überlebensrate ⊕○○○ (sehr niedrig) • Sekundärkaries ⊕○○○ (sehr niedrig) • Fraktur der Restauration ⊕○○○ (sehr niedrig) • Höckerfraktur ⊕○○○ (sehr niedrig)

Kapitel 6.3.3 Evidenzbasierte Empfehlung 7 (neu 2024)	
Zur Restauration von Defekten der Klassen III und IV sollen direkte Kompositmaterialien zur Anwendung kommen. Abstimmung: 17/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	
Literatur: Demarco et al. 2015 [22], Demirci et al. 2008 [23], Dietschi et al. 2019 [24], Heintze et al. 2015 [25], Smales et al. 1992 [26]	
Evidenzbasis	3 systematische Reviews, 2 kontrollierte klinische Studien
Empfehlungsgrad	A ↑↑
Level of Evidence	Level 2

Kapitel 6.4.3 Evidenzbasierte Empfehlung 9 (neu 2024)	
Für Zahnformkorrekturen im Frontzahnbereich sollen direkte Kompositmaterialien zur Anwendung kommen. Abstimmung: 16/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	
Literatur: Alonso et al. 2012 [27], Poyser et al. 2007 [28], Al-Khayatt et al. 2013 [29], Coelho et al. 2015 [30], Demarco et al. 2015 [22], Demirci et al. 2015 [23], Frese et al. 2013 [31], Frese et al. 2020 [32], Wolff et al. 2010 [33], Gresnigt et al. 2012 [34], Lempel et al. 2017 [35], Meijering et al. 1998 [36], Peumans et al. 1997 [37], Peumans et al. 1997 [38]	
Evidenzbasis	1 systematisches Review, 3 randomisierte kontrollierte klinische Studien 10 nicht randomisierte Interventionsstudien
Empfehlungsgrad	A ↑↑
Level of Evidence	Level 2

Kapitel 6.5.3 Evidenzbasierte Empfehlung 11 (neu 2024)	
Für Restaurationen der Klasse V können bei Gewährleistung adäquater Kontaminationskontrolle und Adhäsivtechnik direkte Kompositmaterialien zur Anwendung kommen. Abstimmung: 16/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	Starker Konsens
Literatur: Bezerra et al. 2020 [39], Boing et al 2018 [40], Hayes et al 2016 [41], Heintze et al 2010 [42], Mahn et al. 2015 [43], Meyer-Lückel et al 2019 [44], Peumans et al. 2005 [45], Peumans et al. 2014 [46], Santos et al. 2014 [47], Schwendicke et al. 2016 [48]	
Evidenzbasis	10 systematische Reviews
Empfehlungsgrad	0 ⇔
Qualität der Evidenz	Komposit vs. Glasionomermzement <ul style="list-style-type: none"> • Retention ⊕⊕○○ (niedrig) • Marginale Adaptation ⊕⊕○○ (niedrig)

Inhalt

1	Was gibt es Neues?	i
2	Die wichtigsten Empfehlungen auf einen Blick.....	ii
3	Herausgebende	1
3.1	Federführende Fachgesellschaft.....	1
3.2	Kontakt.....	1
3.3	Zitierweise.....	1
3.4	Redaktioneller Hinweis	1
4	Geltungsbereich und Zweck	2
4.1	Priorisierungsgründe.....	2
4.2	Zielsetzung	3
4.3	Adressaten der Leitlinie	3
4.4	Patientenzielgruppe.....	4
4.5	Versorgungsbereich	4
4.6	Weitere Dokumente zu dieser Leitlinie	4
5	Einleitung.....	5
5.1	Epidemiologische Betrachtung	5
5.2	Komposite	5
5.3	Schlüsselfragen	6
6	Indikationen.....	7
6.1	Direkte Kompositrestaurationen Klasse I und II	7
6.1.1	Einleitung.....	7
6.1.2	Literaturbewertung	8
6.1.3	Evidenzbasierte Empfehlung 1	8
6.1.4	Hintergrundtext.....	9
6.1.5	Konsensbasierte Empfehlung 2	14
6.1.6	Hintergrundtext.....	14
6.1.7	Evidenzbasierte Empfehlung 3	16
6.1.8	Evidenzbasierte Empfehlung 4	16
6.1.9	Hintergrundtext.....	16
6.2	Direkte Kompositrestaurationen mit Höckerersatz in der Seitenzahnversorgung.....	19
6.2.1	Einleitung.....	19
6.2.2	Literaturbewertung	20

6.2.3	Evidenzbasierte Empfehlung 5	20
6.2.4	Hintergrundtext	20
6.2.5	Konsensbasierte Empfehlung 6	22
6.2.6	Hintergrundtext	22
6.3	Direkte Kompositrestaurationen in den Restaurationsklassen III und IV	24
6.3.1	Einleitung	24
6.3.2	Literaturbewertung	24
6.3.3	Evidenzbasierte Empfehlung 7	24
6.3.4	Konsensbasierte Empfehlung 8	24
6.3.5	Hintergrundtext	25
6.4	Direkte Kompositrestaurationen für Zahnformkorrekturen im Frontzahnbereich	27
6.4.1	Einleitung	27
6.4.2	Literaturbewertung	27
6.4.3	Evidenzbasierte Empfehlung 9	27
6.4.4	Konsensbasierte Empfehlung 10	28
6.4.5	Hintergrundtext	28
6.5	Direkte Kompositrestaurationen in der Restaurationsklasse V	30
6.5.1	Einleitung	30
6.5.2	Literaturbewertung	30
6.5.3	Evidenzbasierte Empfehlung 11	30
6.5.4	Evidenzbasierte Empfehlung 12	31
6.5.5	Evidenzbasierte Empfehlung 13	31
6.5.6	Hintergrundtext	31
6.6	Kariesexkavation	34
6.6.1	Einleitung	34
6.6.2	Literatursuche und -bewertung	34
6.6.3	Konsensbasierte Empfehlung 14	34
6.6.4	Hintergrundtext	34
6.7	Kontaminationskontrolle	36
6.7.1	Einleitung	36
6.7.2	Literatursuche und -bewertung	36
6.7.3	Konsensbasierte Empfehlung 15	37
6.7.4	Hintergrundtext	37
6.8	Matrizentechnik	39

6.8.1	Einleitung.....	39
6.8.2	Literatursuche und -bewertung.....	39
6.8.3	Konsensbasierte Empfehlung 16	39
6.8.4	Hintergrundtext.....	40
6.8.5	Konsensbasierte Empfehlung 17	41
6.8.6	Hintergrundtext.....	41
6.9	Adhäsivtechnik.....	43
6.9.1	Einleitung.....	43
6.9.2	Literatursuche und -bewertung.....	43
6.9.3	Konsensbasierte Empfehlung 18	43
6.9.4	Konsensbasierte Empfehlung 19	43
6.9.5	Hintergrundtext.....	43
6.10	Lichtpolymerisation	44
6.10.1	Einleitung.....	44
6.10.2	Literatursuche und -bewertung	44
6.10.3	Statement 1.....	44
6.10.4	Statement 2.....	45
6.10.5	Hintergrundtext.....	45
6.11	Politur und Ausarbeitung.....	46
6.11.1	Einleitung.....	46
6.11.2	Literatursuche und -bewertung	46
6.11.3	Konsensbasierte Empfehlung 20.....	46
6.11.4	Hintergrundtext.....	46
7	Informationen zu dieser Leitlinie	48
7.1	Patientenpräferenzen.....	48
7.2	Methodische Grundlagen	48
7.3	Literaturrecherche	48
7.4	Evidenzbewertung	49
7.5	Empfehlungsgraduierung und Feststellung der Konsensstärke	49
7.5.1	Festlegung des Empfehlungsgrades	49
7.5.2	Feststellung der Konsensstärke.....	50
8	Externe Begutachtung und Verabschiedung.....	50
9	Gültigkeitsdauer und Aktualisierungsverfahren	50
10	Implementierung.....	50

11	Verwendete Abkürzungen.....	51
12	Literatur.....	53
13	Wichtige Forschungsfragen.....	59
14	Zusammenfassung.....	60

3 Herausgebende

3.1 Federführende Fachgesellschaft

DGZ Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung e.V.
Pfaffenwiese 3 | 65931 Frankfurt am Main
Tel.: 069 300 60 473 | Fax: 069 300 60 577
info@dgz-online.de(link sends e-mail) | www.dgz-online.de

3.2 Kontakt

Leitlinienkoordination
Prof. Dr. Diana Wolff
Poliklinik für Zahnerhaltungskunde
Klinik für Mund-, Zahn- und Kieferkrankheiten
Im Neuenheimer Feld 400
69120 Heidelberg

3.3 Zitierweise

DGZ, DGZMK: S3-Leitlinie „Direkte Kompositrestaurationen an bleibenden Zähnen im Front- und Seitenzahnbereich“, Langfassung, Version 2.0, 2024, AWMF-Registriernummer: 083-028, <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/083-028.html>, (Zugriff am: TT.MM.JJJJ)

3.4 Redaktioneller Hinweis

Ausschließlich aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher, weiblicher und weiterer Sprachformen verzichtet. Dies impliziert keinesfalls eine Benachteiligung der jeweils anderen Geschlechter. Sämtliche Personenbezeichnungen in diesem Dokument sind als geschlechtsneutral zu verstehen.

4 Geltungsbereich und Zweck

4.1 Priorisierungsgründe

Trotz Kariesrückgangs und großer Erfolge in der Prophylaxe in Deutschland ist Karies nach wie vor die häufigste Erkrankung der Mundhöhle. Laut KZBV Jahrbuch 2022 umfassen konservierend-chirurgische Leistungen 56% der gesamten zahnärztlichen Leistungen mit absteigender Tendenz [85]. Die medizinische Bedeutung bzw. die durch Karieserkrankung verursachte Krankheitslast ist äußerst hoch. Laut Global-Burden-of-Disease Study ist unbehandelte Karies beim Erwachsenen die weltweit häufigste Erkrankung mit einer weltweit geschätzten Prävalenz von knapp 30% (29,4 (26,8-32,2)) [86]. Zur restaurativen Versorgung von kariös bedingtem Zahnhartsubstanzverlust, für die Reparatur oder den Austausch bereits vorliegender insuffizienter Restaurationen und für die Restaurierung von nicht-kariesbedingtem Zahnhartsubstanzverlust existieren verschiedene Versorgungsmöglichkeiten.

Kavitäten können mit direkten plastischen Verfahren oder indirekten Werkstücken versorgt werden. Der Entscheidungspfad orientiert sich an der Kavitätenklasse, der Kavitätengröße, -ausdehnung und -tiefe, der Vorschädigung des Zahnes, weiterer lokaler Bedingungen, wie zum Beispiel dem Zustand des Antagonisten, an Patientenfaktoren, wie Mitarbeit, Kariesrisiko, Prognose in Bezug auf präventive Wirksamkeit, und nicht zuletzt an gesundheitspolitischen Aspekten, wie dem Versichertenstatus.

In den letzten drei Jahrzehnten hat sich der Einsatz zahnfarbener Kompositmaterialien zur Behandlung kariesbedingter und nicht-kariesbedingter Defekte in Deutschland immer stärker durchgesetzt. Im Jahr 2021 wurden in Deutschland bei gesetzlich Versicherten insgesamt 47,1 Mio. direkte Restaurationen angefertigt, deren überwiegender Teil direkte Kompositrestaurationen waren [87].

Mit dem klinisch darstellbaren Erfolg von direkten Kompositrestaurationen in den Standardkavitäten Klassen I bis V kam es während der letzten 20 Jahre zunehmend zu Indikationsausweitungen [88]. So werden Kompositmaterialien heute angewendet für erweiterte und große Kavitäten beispielsweise mit Höckerersatz [89], sowie bei ästhetisch-funktionellen Korrekturen hinsichtlich Zahnstellung, -form und -farbe [32, 90]. Aufgrund des zunehmend flächendeckenden Einsatzes von Kompositrestaurationen, auch über die Standardindikationen Klasse I bis V hinaus, ist es erforderlich, eine aktuelle Leitlinie mit hohem Evidenzgrad und Empfehlungen für Indikationsbereiche und deren -abgrenzungen zur Verfügung zu stellen.

Durch behandler- und situationsbedingte Variabilität in der Versorgungsqualität resultieren zwangsläufig Versorgungsunterschiede, die Optimierungspotential bergen. Verschiedene chemische Kompositionen und Darreichungsformen sowie unterschiedliche Werkstoffklassen bedingen Unterschiede in der Anwendung. Zudem bestehen nach wie vor Unklarheiten für Handlungsempfehlungen bei der Kariesexkavation, Trockenlegung, Matrizentechnik, Adhäsivtechnik, Lichtpolymerisation sowie Ausarbeitung und Politur. Evidenzbasierte Empfehlungen sind für die Etablierung von Entscheidungspfaden und standardisierter Versorgungsqualität erforderlich und förderlich. Auch in der wissenschaftlichen Bewertung finden sich teilweise widersprüchliche Einschätzungen. Vergleichende Studien zum Überleben, der Qualität oder auch Kariesanfälligkeit zwischen verschiedenen direkten und indirekten Versorgungsarten kommen nicht immer zu einheitlichen Ergebnissen. Hieraus ergibt sich der Handlungsauftrag für eine systematische

Aufbereitung und Evidenzbewertung. Die Leitlinie soll zudem durch konkrete Hinweise auf mögliche Fehlerquellen bei der Verarbeitung dazu beitragen, die Qualität der Restaurationen und somit deren Überleben zu optimieren.

Nicht zuletzt in der ökonomischen Bedeutung und Relevanz für die Krankenversorgungssysteme sind direkte Kompositrestaurationen relevant. Wie oben bereits zitiert [85] wurden 2021 47,1 Millionen direkte Füllungen angefertigt. Die direkte Füllungstherapie umfasst damit einen substanziellen Teil des zahnärztlichen Versorgungsspektrums, zu deren Indikationsstellung, Umsetzung und Prognose zuverlässige Daten verfügbar sein sollten. Dieser Anspruch kann mit der aktuellen Leitlinie adressiert werden.

Im Hinblick auf ethische und soziale Aspekte erlauben moderne Materialien und Techniken eine zunehmend schonende und patientenindividuelle restaurative Versorgung mit direkten plastischen Materialien; bis hin zu minimalinvasiven Restaurationen. Der dadurch möglich werdende Erhalt von Zahnhartsubstanz und die Vermeidung von anderen, invasiveren Verfahren, z.B. indirekten Restaurationen, unterstützen den Trend zur präventiven-minimalinvasiven Zahnmedizin. Die Möglichkeit zur Reparatur von bestehenden Restaurationen ist unter ethischen und sozialen Aspekten ebenfalls zu begrüßen.

Im Hinblick auf die prä- und postgraduale zahnmedizinische Lehre bestehen Informationsdefizite und Informationsbedarfe in Bezug auf Indikationsbereiche, Indikationsausweitung, Prognose und Prozessqualität von direkten Kompositrestaurationen, die ebenfalls anhand dieser Leitlinie adressiert werden können.

4.2 Zielsetzung

Ziel der Leitlinie ist, Informationen zum Überleben und der Qualität von Kompositrestaurationen in den verschiedenen Kavitätenklassen sowie in den erweiterten Indikationsbereichen verfügbar zu machen, Indikationsbereiche abzugrenzen und Handlungsempfehlungen zur Prozessqualität des Herstellungsprozesses im Sinne einer Qualitätssicherung zu geben.

Es soll ein auf Basis der verfügbaren Evidenz erstellter Leitfaden mit Empfehlungen für Zahnärzte / Zahnärztinnen zur Anwendung in Praxis, Aus-, Fort- und Weiterbildung und Wissenschaft verfügbar gemacht werden.

Weiterhin ist bei Implementierung der Empfehlungen eine Verbesserung der Versorgungsqualität durch differenzierte und wissenschaftlich basierte Indikationsstellung, Prognoseabschätzung und optimierte Verarbeitung von direkten Kompositrestaurationen im Front- und Seitenzahnbereich angestrebt.

4.3 Adressaten der Leitlinie

Diese Leitlinie richtet sich in erster Linie an alle Zahnärztinnen und Zahnärzte. Sie dient auch der weiteren Information von Patientinnen und Patienten und ihren Bezugspersonen.

4.4 Patientenzielgruppe

Patienten mit restaurationsbedürftigen Zahndefekten an bleibenden Zähnen. Ausgenommen sind Patienten mit endodontisch vorbehandelten Zähnen, Aufbaufüllungen, Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation oder anderen Strukturanomalien sowie Patienten, die komplette Bisshebungen benötigen.

4.5 Versorgungsbereich

Zahnmedizinische Versorgungseinrichtungen (Praxen, Praxiszentren, Kliniken) in Deutschland.

4.6 Weitere Dokumente zu dieser Leitlinie

- Leitlinienreport
- Evidenzbericht
- Englische Kurzfassung

5 Einleitung

5.1 Epidemiologische Betrachtung

Trotz kontinuierlichem Kariesrückgangs in Deutschland in den letzten 25 Jahren [91] ist dentale Karies nach wie vor die häufigste Erkrankung der Mundhöhle. Laut KZBV Jahrbuch 2022 umfassen konservierend-chirurgische Leistungen 56% der gesamten zahnärztlichen Leistungen mit absteigender Tendenz, wovon Füllungen im Jahr 2021 einen Anteil von 25,2% ausmachten [85].

Die medizinische Bedeutung bzw. die durch Karieserkrankung verursachte Krankheitslast ist äußerst hoch. Gemäß Global-Burden-of-Disease Study ist unbehandelte Karies beim Erwachsenen die weltweit häufigste Erkrankung mit einer weltweit geschätzten Prävalenz von knapp 30% (29,4 (26,8-32,2)) [86, 92, 93].

5.2 Komposite

Die Entwicklung der Kompositwerkstoffe, die in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts begann und eine der größten Erfolgsgeschichten der Zahnmedizin darstellt, ebnete den Weg für die Etablierung einer Materialklasse, die einen gänzlich neues Konzept der Minimalinvasivität bei der Versorgung von Zahndefekten und -kavitäten ermöglicht. Komposite bestehen nicht nur durch ihr zahnfarbenes Aussehen, sie ermöglichen aufgrund der festen Verankerung an Zahnhartsubstanzen über die Adhäsivtechnik eine deutlich schonendere Vorgehensweise bei der Gestaltung von primären Kavitäten, Exkavation von kariösen Läsionen sowie bei sekundären Re-Interventionen. Wir folgen heute nicht mehr dem Paradigma „Extension for Prevention“, sondern verfolgen konsequent „Prevention of Extension“, da moderne Materialien und Techniken einen sicheren, nachhaltigen und minimalinvasiven Therapieansatz ermöglichen.

Komposite haben sich als plastisches Füllungsmaterial für die Versorgung von Klasse-I- und -II-Kavitäten mittlerweile flächendeckend durchgesetzt.

An dieser Stelle soll nicht unerwähnt bleiben, dass die Einführung von Kompositwerkstoffen für die intraorale Anwendung als alternativer direkter, plastischer Werkstoff durchaus mit Schwierigkeiten behaftet war, da Komposite intraoral unter anderem unter Einhaltung strenger Kontaminationskontrolle verarbeitet werden müssen, was mehr Zeit und Aufwand bedeutet und eine zumindest in den Anfangsjahren höhere Fehleranfälligkeit bedingte.

Kompositmaterialien und dazugehörige Adhäsivsysteme durchliefen bis heute zahlreiche Entwicklungsstufen bis hin zu den aktuell modernsten Kompositwerkstoffen und Universaladhäsiven. Materialentwicklungen und eine positive Lernkurve der Zahnärzteschaft bezüglich der intraoralen anzuwendenden Prozessqualität beeinflussten die Erfolgsquoten, die zunehmend positiver ausfielen im Hinblick auf das Überleben der Restaurationen und deren qualitatives Outcome. Daraus erwuchs eine Ausweitung der Anwendung über die Standardkavitätenklassen hinaus. Neben klinischen Erfolgsberichten finden sich jedoch nach wie vor teilweise widersprüchliche Studiendaten zur Anwendbarkeit von Kompositen in den verschiedenen Indikationsbereichen und deren Überleben und klinisches Outcome im Vergleich zu den alternativen Versorgungsformen.

Aus diesem Grund zielt die Leitlinie darauf ab, die aktuell verfügbare Evidenz zum Überleben und der Qualität von Kompositrestaurationen in den verschiedenen Kavitätenklassen sowie in den erweiterten Indikationsbereichen verfügbar zu machen, Indikationsbereiche abzugrenzen und Handlungsempfehlungen zur Prozessqualität des Herstellungsprozesses im Sinne einer Qualitätssicherung zu geben.

5.3 Schlüsselfragen

Zur Klärung der oben beschriebenen offenen Fragen wurden folgende Schlüsselfragen für die Leitlinie formuliert:

- (1) In welchen klinischen Situationen können direkte Kompositrestaurationen für die Front- und Seitenzahnversorgung an bleibenden Zähnen Anwendung finden?
- (2) Wie sind die Überlebensraten in den verschiedenen Indikationsgebieten?
- (3) Welche Handlungsempfehlungen gibt es für die Verarbeitung von direkten Kompositrestaurationen?
- (4) Welche Materialien sind für die Anwendung in den verschiedenen Indikationsbereichen zu empfehlen?
- (5) Welche Handlungsempfehlungen gibt es für die Anwendung von Adhäsivsystemen?

6 Indikationen

Anhand der Schlüsselfragen wurden die Indikationsbereiche folgendermaßen unterteilt:

- Direkte Kompositrestaurationen in den Restaurationsklassen I und II
- Direkte Kompositrestaurationen mit Höckerersatz in der Seitenzahnversorgung
- Direkte Kompositrestaurationen in den Restaurationsklassen III und IV
- Direkte Kompositrestaurationen für Zahnformkorrekturen im Frontzahnbereich
- Direkte Kompositrestaurationen in der Restaurationsklasse V

Die Handlungsempfehlungen zur Verarbeitung wurden in folgende Bereiche eingeteilt:

- Kariesexkavation
- Kontaminationskontrolle (Trockenlegung)
- Matrizentechnik
- Adhäsivtechnik
- Lichtpolymerisation
- Politur und Ausarbeitung

6.1 Direkte Kompositrestaurationen Klasse I und II

6.1.1 Einleitung

Die Ausdehnung von Restaurationen an bleibenden Seitenzähnen wird mit den Klassen I und II beschrieben. Eine Restauration der Klasse I erstreckt sich über eine Zahnfläche, im Regelfall die okklusale Fläche. Eine Restauration der Klasse II erstreckt sich über zwei oder mehr Zahnflächen, im Regelfall sind das okklusal/mesiale, okklusal/distale oder okklusal/mesial/distale Ausdehnungen. Der Restaurationsumfang wird in seiner Ausdehnung und Lokalisierung bestimmt durch das Ausmaß der kariösen Läsion, der vorhandenen und zu entfernenden bzw. zu erneuernden defekten Restauration, durch das Ausmaß einer Sekundärkaries an einer vorhandenen Restauration unter Erhalt von Teilen der vorhandenen Restauration (sogenannte Reparaturrestauration), durch traumatisch bzw. durch Fraktur bedingten Substanzverlust oder durch nicht-kariesbedingten Zahnhartsubstanzverlust (Erosion, Abrasion, Attrition).

Als permanentes direkte Restaurationsmaterialien wurden in der Vergangenheit vorwiegend Amalgame verwendet, mittlerweile sind auch zahnfarbene Komposite flächendeckend im Einsatz. Weiterhin stehen Glasionomerzemente und Kompomere zur Verfügung. Alle Materialien weisen materialspezifische Subgruppen auf, die chemische Misch- oder Sonderformulierungen darstellen. Als Komparatoren zum Komposit werden in dieser Leitlinie im Bereich der direkten Restaurationsmaterialien die Hauptgruppen Amalgam und Glasionomerzement herangezogen, andere materialspezifische Untergruppen werden nicht differenziert betrachtet.

Alle direkten Restaurationsmaterialien vereint, dass sie in plastischer Form in die Kavität eingebracht geformt und ausgehärtet werden bzw. eigenständig aushärten. Bei Kompositen und Kompomeren kommt hierfür zusätzlich ein sogenannter Haftvermittler (Adhäsivsystem) als Verbindungsschicht zwischen Zahnhartsubstanz und Restaurationsmaterial zum Einsatz.

Als indirekte Restaurationsmaterialien für Klasse-I- und -II-Kavitäten stehen Gussmetalllegierungen, Keramikwerkstoffe, Kompositblöcke und diverse Hybridwerkstoffe zur Verfügung. Zu diesen Materialklassen existieren ebenfalls materialspezifische Untergruppen. Als Komparatoren zu direkten Kompositrestaurationen der Klassen I und II werden im Rahmen dieser Leitlinie indirekte Gussmetallrestaurationen, Keramikrestaurationen und indirekte Kompositrestaurationen herangezogen.

Als patientenrelevanter primärer Endpunkt wurde die Überlebensrate der Restaurationen bzw. die Versagensrate/jährliche Fehlerrate herangezogen. Weiterhin wurden die klinischen Qualitätsbewertungen der Restaurationen (FDI clinical quality rating / modifizierte USPHS / Ryge Kriterien) inklusive Sekundärkaries und Frakturnraten betrachtet.

6.1.2 Literaturbewertung

Für die umfassende Suchstrategie wurden zwei elektronische Datenbanken (MEDLINE sowie die Cochrane Bibliothek) durchsucht. Details zur Suchstrategie, zu den Ergebnissen sowie die systematische Evidenzbewertung sind im zugehörigen Evidenzbericht einsehbar.

6.1.3 Evidenzbasierte Empfehlung 1

Kapitel 6.1.3. Evidenzbasierte Empfehlung 1 (neu 2024)	
Kompositrestaurationen können für die direkte Versorgung bei Klasse-I- und -II-Kavitäten verwendet werden. Abstimmung: 17/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	Starker Konsens
Literatur: Afrashtehfar et al. 2017 [1], Rasines-Alcaraz et al. 2014 [2], Antony et al. 2008 [3], Downer et al. 1999 [4], Heintze et al. 2012 [5], Hickel et al. 2001 [6], Manhart et al. 2004 [7], Moraschini et al. 2015[8] , Van de Sande et al. 2016 [9], Vetromilla et al. 2020 [10], Worthington et al. 2021 [11]	
Evidenzbasis	11 systematische Reviews Davon 9 Meta-Analysen und 2 narrative Auswertungen
Empfehlungsgrad	0 ⇔
Qualität der Evidenz	<p><i>Überlebensrate</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Komposit vs. Amalgam ⊕⊕○○ (niedrig) • Komposit vs. Glasionomierzement ⊕○○○ (sehr niedrig) • Komposit vs. Keramik ⊕⊕○○ (niedrig) <p><i>Sekundärkaries</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Komposit vs. Amalgam ⊕⊕○○ (niedrig) <p><i>Fraktur</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Komposit vs. Amalgam ⊕⊕○○ (niedrig)

6.1.4 Hintergrundtext

Intervention. Im zahnmedizinischen Versorgungsalltag in Deutschland haben Kompositrestaurationen Amalgamrestaurationen in den Klassen I und II weitgehend abgelöst. Zudem kommen in geringem Anteil alternative Restaurationsmaterialien, wie Glasionomerezemente, Bulk-Fill Komposite, Kompomere, Siloran- oder Ormocer-basierte Komposite zur Anwendung. Eine Bewertung der Überlebensraten bzw. Restaurationsverluste, des Auftretens von Sekundärkaries und Frakturen bei den verschiedenen Restaurationsmaterialien in den Klassen I und II ist erforderlich, um eine Gleichwertigkeit feststellen oder nicht feststellen zu können und Patienten sowie Zahnärzten eine Orientierung in der Einschätzung und Prognose geben zu können.

Verfügbare Evidenz. Für den Vergleich von Komposit- und Amalgamrestaurationen liegen Effektschätzer für Überlebensraten bzw. Restaurationsverlust aus drei Meta-Analysen, Effektschätzer für Sekundärkariesrisikos und Auftreten von Frakturen aus zwei Meta-Analysen vor. Weiterführend werden elf systematische Reviews in die Evidenzbeurteilung eingeschlossen. Für die Qualitätsparameter Oberflächentextur und anatomische Form konnte die Wirkung anhand der vorliegenden Evidenz nicht bewertet werden. In Kürze lässt sich zusammenfassen, dass sowohl Komposit- als auch Amalgamrestaurationen ein vergleichbares Risiko für verschiedene Arten von Frakturen (Zahn/Material) aufweisen, wobei bei Amalgam tendenziell eine niedrigere Rate an Sekundärkaries zu finden ist.

Die ersten drei Effektschätzer basieren auf den Meta-Analysen von Alcaez et al. [2] und Worthington et al. [11]. Diese zwei aufeinanderfolgenden systematischen Cochrane Reviews von einer Autorengruppe (2021 durch weitere Autoren ergänzt) schlossen bis 2013 sieben RCTs (Randomized Clinical Trials), bis 2021 einen weiteren RCT ein. Das Risiko für Restaurationsverlust betrug RR[95%CI] 1,89 [1,52, 2,35], $p < 0,001$ und das für Sekundärkaries 2,14 [1,67, 2,74], $p < 0,001$ zugunsten von Amalgamrestaurationen. Das Risiko für Frakturen betrug 0,87 [0,46, 1,64], $p = 0,66$ zugunsten von Kompositrestaurationen. Die eingeschlossenen RCTs zeigten laut Autoren ein hohes Risiko der Verzerrung (u.a. eingeschränkte Reliabilität, ungenügendes Reporting, Variabilität der Methoden und Ergebnisse). Deswegen wurden in die Meta-Analysen nur zwei Parallelgruppenstudien einbezogen. Sie umfassten 1645 Kompositrestaurationen und 1365 Amalgamrestaurationen, die an 921 Kindern (Alter 6-12 Jahre) angefertigt wurden. Der Effektschätzer zeigt, dass mit einer geschätzten Wirkung von 1,89 Kompositrestaurationen an bleibenden Zähnen bei Kindern häufiger versagen als Amalgamrestaurationen. Mit einem Risiko von 2,14 würde eher eine Sekundärkaries auftreten. Das Risiko einer Restaurationsfraktur wurde mit 0,87 bei Kompositrestaurationen als tendenziell, jedoch nicht signifikant, niedriger beschrieben als bei Amalgamrestaurationen.

Weitere Effektschätzer basieren auf der systematischen Meta-Analyse von Moraschini et al. [8] mit acht analysierten RCTs, CCTs (Controlled Clinical Trials) und retrospektiven Kohortenstudien. Das Risiko für Restaurationsverlust wurde mit RR[95%CI] 0,46 [0,28, 0,78], $p = 0,003$ und das für das Auftreten von Sekundärkaries mit 0,23 [0,18, 0,30], $p < 0,00001$ zugunsten von Amalgamrestaurationen bewertet. Das Risiko für Auftreten von Frakturen wurde mit 1,24 [0,71, 2,16], $p = 0,46$ zugunsten von Kompositrestaurationen bewertet. Die mittleren Überlebensraten nach 55 Monaten betrugen 92,8% für Amalgamrestaurationen und 86,2% für Kompositrestaurationen. Die mittlere jährliche Fehlerrate wurde mit 1,71 % für Amalgam- und 3,17% für Kompositrestaurationen ausgewiesen. Das mittlere

Alter aller Studienteilnehmer lag bei 21,6 Jahren. Bei genauerer Betrachtung der Originalarbeiten werden in 3 Studien keine Angaben zum Alter der Studienteilnehmer gemacht. Eine Studie gibt ein mittleres Probandenalter von 13 Jahren an, vier Studien weisen Altersgrenzen von 13-32,4 Jahre, 18-75 Jahre, 8-12 Jahre und 18-19 Jahre aus. Es lässt sich ableiten, dass in drei Studien Kinder und in einer weiteren Studie ausschließlich junge Erwachsene eingeschlossen wurden. Die Originalarbeit mit der höchsten Anzahl an eingeschlossenen Restaurationen (n=856 Amalgamrestaurationen und n=892 Kompositrestaurationen [94]) wurde ausschließlich an 8-12 jährigen Kindern durchgeführt. Die Autoren weisen darauf hin, dass die Ergebnisse mit Vorsicht interpretiert werden müssen, da das Alter der Probanden zum Teil nicht berichtet wurde und eine substanziell große Kohorte von Kindern eingeschlossen wurde.

Weitere Effektschätzer wurden aus der Arbeit von Vetromilla et al. [10] gewonnen. Dort ergab sich ein Versagensrisiko RR[95%CI] von 0,86 [0,65, 1,15] zugunsten von Amalgamrestaurationen, wenn lediglich RCTs berechnet wurden. Das Risiko glich sich an, wenn CCTs in die Analyse eingeschlossen wurden (RR[95%CI] 0,99 [0,93, 1,06]). Die Autoren ordnen ein, dass nichtrandomisierte Studien Verzerrung aufweisen können, aber dennoch berücksichtigt wurden, weil sie situativ näher an der täglichen zahnärztlichen Praxis zu verorten sind, längere Follow-up Zeiten und größere Gruppengrößen aufwiesen als die RCTs. In den retrospektiven Studien schnitten Kompositrestaurationen besser ab als Amalgamrestaurationen, umgekehrt zeigten sie schlechtere Ergebnisse in den prospektiven Studien, randomisiert oder nicht. Hier gilt es zu beachten, dass sich das Gros der Studienpopulation der prospektiven Studien erneut aus der Patientenkohorte von Bernardo et al. [94] zusammensetzte, die 8-12jährige Kinder umfasste. Das Kariesrisiko ist für die eingeschlossenen Probanden nicht beschrieben. Die Autoren mutmaßen, dass in die retrospektiven Studien möglicherweise weniger Probanden mit hohem Kariesrisiko eingeschlossen wurden, was die Unterschiede in den jährlichen Fehlerraten zwischen RCTs und nichtrandomisierten prospektiven und retrospektiven Studien erklären würde. Kompositrestaurationen zeigten jährliche Fehlerraten von 2,67 (RCTs), 2,11 (prospektive NRSIs, non-randomized studies of intervention) und 2,04 (retrospektive NRSIs). Amalgamrestaurationen von 1,93 (RCTs), 1,59 (prospektive NRSIs) und 3,76 (retrospektive NRSIs). Insgesamt weisen die retrospektiven Studien deutlich höhere Fallzahlen auf (n= 21.110 Komposit- und n=29.154 Amalgamrestaurationen) als die prospektiven Studien (n=445 Komposit-, n=161 Amalgamrestaurationen) und die RCTs (n=645 Komposit-, n=527 Amalgamrestaurationen).

Die Gefahr der Verzerrung durch Inklusion von Probanden mit hohem Kariesrisiko in Richtung hoher Versagensraten ist vor allem für Kompositrestaurationen beschrieben [95, 96] und bedarf der Berücksichtigung bei der Interpretation der Daten.

Durch den Einschluss von hauptsächlich Kindern ist eine Verzerrung der Ergebnisse wahrscheinlich, da diese Altersgruppe eingeschränkte Compliance während zahnärztlicher Interventionen aufweist und somit die Sicherstellung der Prozessqualität inklusive Kontaminationskontrolle während der Restaurationsumsetzung erschwert ist. Dies ist für das Überleben von Kompositrestaurationen von höherer Relevanz als für Amalgamrestaurationen. Die beschriebenen Risikoraten sind somit augenscheinlich repräsentativ für die umrissene Patientengruppe von Kindern und Heranwachsenden, jedoch mit Vorsicht für den repräsentativen Querschnitt aller Patienten zu werten.

Neben den in ihrer Aussagekraft als limitiert zu wertenden Effektschätzern wurden weitere Daten zum Vergleich zwischen Komposit- und Amalgamrestaurationen gesichtet und beurteilt.

Hierzu präsentieren Afrashtehfar et al. [1] einen systematischen Review mit 5-Jahres Versagensraten stratifiziert nach Ausmaß der Restzahnsubstanz. Unabhängig von der Menge der verbliebenen Restzahnsubstanz zeigten Amalgamrestaurationen signifikant ($p < 0,0001$) bessere Überlebensraten als Kompositrestaurationen, wobei eine deutlich inverse Relation zwischen verbliebener Zahnhartsubstanz und Versagensrate zu beobachten war. Bei vorliegender Inhomogenität der Daten ($n = 4804$ Komposit- und $n = 30.3582$ Amalgamrestaurationen) ist von einem substanziellen Verzerrungsrisiko auszugehen. 63% aller Kompositrestaurationen wurden aus einer Studie generiert [97], wohingegen 99% der Amalgamrestaurationen aus einer anderen Studie gewonnen wurden [98]. Daneben sind auch die unterschiedlichen Studiensettings, das Alter der Patienten, unbekanntes Kariesrisiko, Art der eingeschlossenen Zähne (Molaren vs. Prämolaren) und nicht berichtete Unterschiede bei Liner- und Base-Materialien sowie Adhäsiven bei Kompositrestaurationen als Schwächen zu werten (AMSTAR-2 – niedrige Qualität). Downer et al. [4] geben in ihrem systematischen Review mit unklarem Suchzeitraum an, dass 50% aller Restaurationen länger als 10-20 Jahre überleben. Die mittleren 50% Überlebensraten lagen bei Amalgamrestaurationen bei 5-23 Jahren und bei Kompositrestaurationen bei 17 Jahren. Aufgrund des Alters des Reviews sind die dort verwendeten Materialien und Techniken für heutige Verfahrensweisen nicht mehr aussagekräftig und beschränken die Heranziehung als Evidenzgrundlage (AMSTAR-2 – kritisch niedrige Qualität). Die Reviews von Antony et al. [3] und Van de Sande et al. [9] präsentieren narrative Auswertungen. Ersterer verweist auf längeres Überleben für Amalgam- als für Kompositrestaurationen bei jedoch großer Heterogenität der Ergebnisse, zweiterer widmet sich der Einordnung und Diskussion der Risikofaktoren. Diese werden als essentieller Bestandteil für Datenerhebungen und Auswertungen beschrieben, da jegliches Restaurationsüberleben vom Vorhandensein von Risikofaktoren beeinflusst wird (AMSTAR-2: niedrige Qualität für Antony et al. 2008). Die systematischen Reviews von Hickel et al. [6] und Manhart et al. [7] sind aufeinanderfolgende Arbeiten der gleichen Arbeitsgruppe die mit mittleren jährlichen Fehlerraten von 2,2% SD (2.0) für Kompositrestaurationen und 3,0% SD (1.9) für Amalgamrestaurationen keinen signifikanten Unterschied zwischen den Versorgungsarten berichteten (AMSTAR-2: kritisch niedrige Qualität).

Ohne den direkten Vergleich zum Komparator Amalgam geben die im Folgenden aufgeführten Studien einen Überblick zu Überlebensraten und jährlichen Fehlerraten sowie -arten bei direkten Kompositrestaurationen.

Astvaldsdottir et al. [99] berichten von einer Gesamtinzidenz (jährlichen Verlustrate) zum Zeitpunkt des Versagensrisikos (62 Monate) von 1,55 (1,24, 1,93). Sie bewerten das Restaurationsüberleben als hoch. 60% der Frakturen oder endodontischen Komplikationen treten in den ersten 3 Jahren auf, 75% der Sekundärkaries entwickelte sich nach 3 Jahren. Die acht eingeschlossenen Studien wurden alle bis auf eine von der gleichen Forschergruppe durchgeführt. Die AMSTAR-2 Bewertung zeigte niedrige Qualität. Zwei aufeinanderfolgende systematische Reviews [100, 101] beobachteten einen Anstieg der mittleren jährlichen Fehlerraten bei längeren Beobachtungszeiträumen. So lagen die mittleren jährlichen Fehlerraten (AFRs) nach 1-4 Jahren bei $1,46 \pm 1,74\%$ und nach mehr als 5 Jahren bei $1,97 \pm 1,53\%$. Nach 1-4 Jahren traten vorwiegend Frakturen auf, wohingegen nach mehr als fünf Jahren Sekundärkaries und Frakturen im Vordergrund standen. Unterschiedliche Materialien hatten keinen

Einfluss auf die Gesamtversagensraten (AMSTAR-2: kritisch niedrige Qualität). Demarco et al. [102] schlussfolgern aus einer Studienübersicht mit jährlichen Fehlerraten für Klasse-I- und -II-Kompositrestaurationen von 1-3%, dass Kompositrestaurationen sich für diese Indikation gut eignen (AMSTAR-2: kritisch niedrige Qualität). Diskutiert wird in dieser Übersichtsarbeit eine Studie von Da Rosa Rodolpho et al. [103], die Kompositrestaurationen mit Nachbeobachtungszeiten bis zu 22 Jahren analysierte und bei welcher Reparaturen berücksichtigt wurden. Durch Reparaturen sank die Gesamt-AMSTAR-2 von 1,9% auf eine funktionelle AFR von 0,7% nach 22 Jahren. Dies verweist auf den wichtigen Aspekt der guten Reparaturfähigkeit von Kompositrestaurationen, welcher, wenn klinisch eingesetzt, zu einer deutlichen Reduktion der Fehlerraten führt, da die reparierten und in der Mundhöhle verbleibenden Restaurationen nicht als Komplettersagen in die Berechnung eingehen. Der vergleichsweise alte systematische Review von El Mowafy et al. [104] berichtet von einer 5-Jahres Überlebensrate von 89,5%. Der Zeitraum des Studieneinschlusses erstreckt sich auf 1981 bis 1991, somit berichtet die Studie über Kompositmaterialien der ersten Generation, die zwar eine gute klinische Performance zeigten, für heutige Materialien jedoch nicht mehr als repräsentativ gewertet werden können. Von dem systematischen Review von Kodzaeva et al. [105] ist lediglich das Abstract in englischer Sprache verfügbar. Die 5-Jahres Überlebensrate für Kompositrestaurationen wird darin mit 89,5% und die 10-Jahres Überlebensrate mit 75,6% angegeben. Die höchste Verlustrate war für Klasse-II-Restaurationen an Molaren angegeben. Opdam et al. [95] präsentieren eine Meta-Analyse, bei welcher hervorzuheben ist, dass die Rohdaten der Originalarbeiten gewonnen und berechnet wurden. Die jährliche Fehlerrate betrug 1,8% nach 5 Jahren und 2,4% nach 10 Jahren. Es gab dabei keinen Unterschied zwischen Kompositen mit hohem und mittleren Fülleranteil. Es wird betont, dass eine Berücksichtigung der Risikoprofile der Patienten erfolgen muss, dazu gehören das Kariesrisiko und die Anzahl der restaurierten Flächen.

Ergänzend sollen an dieser Stelle zwei Arbeiten beschrieben werden, die verschiedene Komposit-Materialklassen untersuchten. Dieser Aspekt fließt jedoch nicht in die Empfehlungen der aktuellen Leitlinie ein. Methacrylat- und Siloran-basierte Komposite wurden im systematischen Review von Magno et al. [106] untersucht. Die Null-Hypothese, dass beide Materialtypen gleich gutes Überleben und klinische Performance zeigen, wurde bestätigt, da die Risikodifferenzen bei den Parametern Retentionsverlust, marginale Adaptation und Verfärbung, Sekundärkaries und postoperative Hypersensibilität im Zeitraum bis 24 Monate und darüber hinaus nicht verschieden waren. Schwendicke et al. [107] verglichen das Überleben von direkten konventionellen Kompositrestaurationen mit Restaurationen auf Ormocer-, Bulk-fill-, Siloran- und Kompomer-Basis. Die Network-Meta-Analyse mit moderater AMSTAR-2 Qualität verweist darauf, dass im kaubelasteten Seitenzahnbereich an bleibenden Zähnen bei Restaurationen mit konventionellen oder Bulk-Fill Kompositen unter Verwendung von Zwei-Schritt-Etch-Rinse Technik die höchsten Chancen auf Überleben zu finden waren. Ungeachtet der Art der Adhäsivtechnik zeigte sich höheres Überleben bei konventionellen Kompositen als bei Bulk-Fill Kompositen, Ormoceren und Siloranen.

Verzerrungsrisiko. Die Evidenzbewertung (AMSTAR-2) der Meta-Analysen zeigt hohe Qualität [2, 11] und niedrige Qualität [8, 10]. Das Vertrauen in die Effektschätzer ist begrenzt, denn sie basieren auf Meta-Analysen mit Verzerrungsrisiko bedingt durch den Einschluss von Kindern als Probanden ohne ausreichend Berücksichtigung des Kariesrisikos. Heintze et al. [5] stellen die Hypothese auf, dass das Restaurationsversagen bei Kompositrestaurationen wissenschaftlich systematisch überschätzt wird. Sie führen aus, dass bei zahnfarbenen Kompositrestaurationen Verfärbungen an den

Restaurationsrändern als Sekundärkaries klassifiziert und somit fälschlicherweise als Versagen eingestuft werden. Weiterhin unterstützen sie die Annahme, dass bei praxisbasierten Studien diese Art der Fehldiagnose die Fehlerraten verzerrt und somit einen systematischen Fehler etabliert wird.

Klinische Relevanz und Effektgröße. Die Effektschätzer für Überlebensraten bzw. Restaurationsverlust und Sekundärkaries zeigen eine höhere Wahrscheinlichkeit für mehr Restaurationsverlust und Sekundärkaries bei Kompositrestaurationen als bei Amalgamrestaurationen. Der Effektschätzer für das Auftreten von Frakturen zeigt keine signifikanten Unterschiede zwischen Komposit -und Amalgamrestaurationen. Das Vertrauen in die Effektschätzer ist begrenzt. Wir gehen davon aus, dass die wahren Effekte durchaus verschieden von den Effektschätzern sein könnten.

Die klinische Relevanz der Effektgröße ist durch die Begrenzung auf die Patientengruppe von hauptsächlich Kindern mit potentiell schlechterer Compliance und unklarem Kariesrisiko eingeschränkt. Eher heranzuziehen sind die Ergebnisse aus zwei systematischen Reviews [6, 7], die keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen Amalgam- und Kompositrestaurationen aufgefunden haben. Auf Basis dieser klinisch eher als repräsentativ zu wertenden Daten gehen wir davon aus, dass die Versorgungen als gleichwertig betrachtet werden können. Auszuschließen davon wäre die Patientengruppe von Kindern und Heranwachsenden. Bei Ihnen ist davon auszugehen, dass der beschriebene Effekt auch dem zu erwartenden Effekt entspricht, nämlich, dass Kompositrestaurationen schlechter überleben und höhere Versagensraten aufweisen als Amalgamrestaurationen. Da jedoch bei dieser Patientengruppe die Verwendung von Amalgam obsolet ist, ist es nicht angezeigt, hieraus eine Handlungsempfehlung zu formulieren.

Die Studien ohne Komparator zeigten gute Überlebensraten und vertretbare jährliche Fehlerraten mit der höchsten Chance auf Überleben bei klassischen Kompositen in der Anwendung mit Zwei-Schritt Etch-Rinse Technik [107]. Die Ausprägung der patientenindividuellen Risikofaktoren (vor allem Kariesrisiko) scheint für das Überleben von Kompositrestaurationen die Effektgröße zu beeinflussen und muss im klinischen Entscheidungsprozess sowie bei der Interpretation der Studiendaten berücksichtigt werden [5, 10, 95, 102, 108].

Nutzen-Schaden-Abwägung. Die Nutzen-Schaden-Abwägung für die Verwendung von Komposit anstatt Amalgam für Klasse-I- und -II-Restaurationen basiert auf der Einschätzung einer Gleichwertigkeit der beiden Versorgungsarten, die sich aus der Synthese der Effektschätzer sowie den weiterführenden klinischen Daten ableiten lässt ([2, 6-8, 10, 11]). Mit direkten Kompositrestaurationen lässt sich, besser als mit Amalgamrestaurationen, ein maximal Zahnhartsubstanzschonender Ansatz im Sinne minimalinvasiver Zahnmedizin verwirklichen. In Patientengruppen mit hohem Kariesrisiko hingegen können Amalgamrestaurationen von Vorteil sein.

6.1.5 Konsensbasierte Empfehlung 2

Kapitel 6.1.5 Konsensbasierte Empfehlung 2 (neu 2024)	
Als Alternative zu Komposit kann in spezifischen Indikationsbereichen (u.a. kleinere Kavitätengrößen, eingeschränkte Mitarbeit, erhöhtes Kariesrisiko) Glasionomerzement* für die direkte Versorgung bei Klasse-I- und -II-Kavitäten an bleibenden Zähnen verwendet werden. Abstimmung: 17/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	Starker Konsens
Weiterführende Literatur: Vetromilla et al. 2020 [10], Hickel et al. 2001 [6], Manhart et al. 2004 [7], Downer et al. 1999 [4], Gurgan et al. 2020 [12], Heck et al. 2020 [13], Schwendicke et al. 2021 [14], Roźniatowski et al. 2021[15], Wafaie et al. 2023 [16]	

*dies bezieht sich auf Glasionomerzemente, die vom Hersteller für die permanente Anwendung im Seitenzahnbereich zugelassen / freigegeben sind

6.1.6 Hintergrundtext

Intervention. Im zahnmedizinischen Versorgungsalltag in Deutschland kommen in geringem Anteil alternative Restaurationsmaterialien wie Glasionomerzemente zur Anwendung. Eine Bewertung der Überlebensraten bzw. des Restaurationsverlustes bei den verschiedenen Restaurationsmaterialien in den Klassen I und II sind erforderlich, um eine Gleichwertigkeit feststellen oder nicht feststellen zu können und Patienten sowie Zahnärzten eine Orientierung in der Einschätzung und Prognose geben zu können.

Verfügbare Evidenz. Der Effektschätzer für den Vergleich des Restaurationsverlustes von Komposit versus Glasionomerzement basiert auf der Meta-Analyse von Vetromilla et al. [10] und weist bei nicht-randomisierten prospektiven Studien ein Relatives Risiko RR[95%CI] von 1,5 [1,06, 2,13] und bei retrospektiven Studien von 1,73 [1,68, 1,79] zugunsten von Kompositrestaurationen aus. Glasionomerzemente zeigten im Vergleich zu andersartigen direkten und indirekten Restaurationsmaterialien mehr Restaurationsverluste. Die berechnete jährliche Fehlerrate betrug in den nicht-randomisierten prospektiven Studien 8,42% und in den retrospektiven Studien 11,61%. Die Gesamt AFR wurde mit 10,02% ausgewiesen. Der systematische Review von Hickel et al. [6] ergänzt die Daten um eine mittlere jährliche Fehlerrate für Glasionomerzement von 7,7%, die im Vergleich zu Komposit (2.2%) und Amalgam (3.3%) negativer ausfällt. In dem Folgereview der gleichen Arbeitsgruppe wurde drei Jahre später eine mittlere AFR von 7.2% (5.6) für Glasionomerzement berichtet [7].

Es ist wichtig hervorzuheben, dass die Materialklasse der Glasionomerzemente in der letzten Dekade eine deutliche Weiterentwicklungen hinsichtlich der Materialeigenschaften erfahren hat und die Ergebnisse neuerer Studien von den in den Meta-Analysen inkludierten älteren Studien deutlich abweichen. Fünf neue RCTs mit Publikationsdatum ab 2020 [12-16], die in der Türkei, Deutschland, Kroatien, Serbien, Italien, Polen und Ägypten durchgeführt wurden, untersuchten substantielle Patientengruppen (n=34 bis n=180) und diverse aktuell auf dem Markt befindliche Glasionomerzemente. Die Nachbeobachtungszeiten betragen zwischen 24 und 120 Monaten, wobei das häufigste unterwünschte Ereignis Frakturen der Restaurationen waren. Somit zeigten die RCTs konsistente jährliche Fehlerraten unter 5% (zum größeren Teil sogar um oder unter 2%). Ausgehend

von diesen neueren Daten sind Glasionomerzemente als valides Restaurationsmaterial im Seitenzahnbereich in der bleibenden Dentition zu werten, wobei die Indikationsstellung sorgsam vor dem Hintergrund der patientenrelevanten Faktoren (Compliance, Kariesaktivität) und zahnbezogenen Faktoren (Kavitätengröße) angesetzt werden muss.

Verzerrungsrisiko. Die AMSTAR-2 Qualitätsbewertung des systematischen Reviews [10], aus dem der Effektschätzer extrahiert wurde, hat niedrige Qualität. Die AMSTAR-2 Qualitätsbewertung der zwei weiteren systematischen Reviews, die mittlere AFRs berechneten [6, 7] ist kritisch niedrig. Ein Verzerrungsrisiko ist wahrscheinlich, da sich die Berechnung des Effektschätzers der nicht-randomisierten prospektiven Studien auf lediglich eine alte Originalarbeit von Mjör und Jokstad aus 1993 beschränkt [109]. Insofern wurde die Empfehlung als konsensbasierte Empfehlung auf Basis der Daten der neueren Publikationen erarbeitet und verabschiedet.

Klinische Relevanz und Effektgröße. Der Effektschätzer für Überlebensrate bzw. Restaurationsverlust zeigt eine höhere Wahrscheinlichkeit für Restaurationsverlust bei Glasionomerzementrestaurationen als bei Kompositrestaurationen. Das Vertrauen in den Effektschätzer ist sehr niedrig. Bei der klinischen Anwendung ist nicht auszuschließen, dass beim Einsatz von Glasionomerzement mehr Restaurationsverluste und eingeschränkte Überlebensraten auftreten können. Dabei ist zu beachten, dass sich durch die Weiterentwicklung der Glasionomerzemente (u.a. hochviskös, gecoatet) die Materialeigenschaften verbessert haben und das Ausmaß der Effektgröße wahrscheinlich überschätzt ist, das heißt, dass sich die Überlebensraten bei klinischer Anwendung moderner Glasionomerzementmaterialien den Überlebensraten von Kompositrestaurationen angenähert haben könnten. Aktuellere Daten aus RCTs ab 2020 weisen auf diese verbesserten jährlichen Fehlerraten hin. Wir schätzen somit ein, dass der wahre Effekt vom Effektschätzer abweicht.

Nutzen-Schaden-Abwägung. Bei Verwendung von Glasionomerzement für die permanente Restaurierung von Klasse-I- und Klasse-II-Kavitäten anstelle von Kompositmaterial ist möglicherweise mit einer höheren Versagensrate zu rechnen. In der Anwendung sind Glasionomerzemente zeiteffizient zu verarbeiten und bieten eine gewisse Feuchtigkeitstoleranz bzw. Robustheit in der Verarbeitung in schwierigen klinischen Situationen. Insofern sind sie in Situationen mit eingeschränkter Patientenmitarbeit besser anwendbar und bieten Vorteile, da Kompositmaterialien in sehr herausfordernden Situationen nicht oder nur schwer lege artis angewendet werden können und daraus nachteilige Effekte auf das Überleben entstehen. Die Überlebensraten gleichen sich in den beschriebenen Situationen gegebenenfalls an bzw. Glasionomerzemente stellen die bessere Versorgung dar und sind für die Patienten somit optimaler in der Nutzen-Schaden-Abwägung. Bei kürzeren Überlebensraten entstehen für die Patienten allerdings möglicherweise Mehraufwände für Neuversorgungen oder Folgeschäden für den versorgten Zahn.

6.1.7 Evidenzbasierte Empfehlung 3

Kapitel 6.1.7 Evidenzbasierte Empfehlung 3 (neu 2024)	
Indirekte Kompositinlays sollten nicht für Klasse-I- und -II-Kavitäten angewendet werden sofern diese mit direkten Kompositrestaurationen versorgt werden können. Abstimmung: 16/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	Starker Konsens
Literatur: Da Veiga et al. 2016 [17], Vetromilla et al. 2020 [10], Hickel et al. 2001 [6], Manhart et al. 2004 [7]	
Evidenzbasis	4 systematische Reviews
Empfehlungsgrad	B ↓
Qualität der Evidenz	Überlebensrate <ul style="list-style-type: none"> Direkte Kompositrestauration vs. ⊕⊕⊕○ (moderat) indirekte Kompositrestauration

6.1.8 Evidenzbasierte Empfehlung 4

Kapitel 6.1.8. Evidenzbasierte Empfehlung 4 (neu 2024)	
Sofern Klasse-I- und -II-Kavitäten nicht mit direkten Kompositrestaurationen zu versorgen sind, können als Alternative indirekte Keramikrestaurationen oder Gussmetallrestaurationen angewendet werden. Abstimmung: 16/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	Starker Konsens
Literatur: Hickel et al. 2001 [6], Manhart et al. 2004 [7]	
Evidenzbasis	2 systematische Reviews
Empfehlungsgrad	0 ↔
Qualität der Evidenz	Überlebensrate <ul style="list-style-type: none"> Komposit vs. Keramik ⊕⊕○○ (niedrig)

6.1.9 Hintergrundtext

Intervention. Die direkte Anwendung von Restaurationsmaterialien in der Mundhöhle ist techniksensitiv und aufwändig. Alternativ kann durch Anwendung von indirekten laborgefertigten Restaurationen ein Teil des Fertigungsprozesses nach extraoral verlagert werden, was gegebenenfalls die Prozessqualität positiv beeinflussen kann. Eine Bewertung der Überlebensraten bzw. des Restaurationsverlustes bei direkten und indirekten Restaurationsverfahren in den Klassen I und II ist erforderlich, um eine Gleichwertigkeit feststellen oder nicht feststellen zu können und Patienten sowie Zahnärzten eine Orientierung in der Einschätzung und Prognose geben zu können.

Verfügbare Evidenz. Da Veiga et al. [17] berechnen in ihrem systematischen Review einen Effektschätzer von $RR[95\%CI]$ 1,49 [0,89, 2,5], $p=0,126$ und zeigen damit eine Gleichwertigkeit im Überleben von direkten und indirekten Kompositrestaurationen unabhängig von der Art des Materials oder dem Zahntyp. Die Versagensarten variierten zwischen indirekten und direkten Versorgungen, bei ersteren dominierten Frakturen der Restauration oder des Zahnes, Einschränkungen bei anatomischer Form und marginaler Adaptation, bei zweiteren waren Randverfärbungen oder Randspalten und Debonding sowie Sekundärkaries zu beobachten. Aufgrund der geschätzten Gleichwertigkeit betonen die Autoren, dass es sinnvoll ist, den direkten Kompositrestaurationen den Vorzug zu geben, da sie weniger Substanzverlust, Gesamtaufwand und Kosten verursachen. Weiterhin wird aus dem systematischen Review von Vetromilla et al. [10] ein Effektschätzer abgeleitet, der mit einem relativen Risiko $RR [95\%CI]$ von 1,11 [0,98, 1,27] ein höheres Versagen für indirekte Kompositrestaurationen vorhersagt. Mittlere jährliche Fehlerraten (Median (Min.-Max.)) von 2,0% (0-11,8) für Kompositinlays, 1,6% (0-7,5) für Keramikinlays, 1,1% (0-4,4) für CAD/CAM Inlays und 1,2% (0-5,9) für Gussmetallinlays wurden von Hickel et al. [6] berichtet. Drei Jahre später präsentierte die gleiche Arbeitsgruppe einen erweiterten systematischen Review, in dem die mittleren jährlichen Fehlerraten für Kompositinlays mit 2,3% (0-10) und die für Keramikrestaurationen mit 1,3%(0-7,5) angegeben werden [7]. Die Autoren berechneten, dass indirekte Restaurationen signifikant niedrigere mittlere jährliche Fehlerraten aufweisen als direkte Techniken ($p=0,0031$).

Verzerrungsrisiko. Die AMSTAR-2 Qualitätsbewertung des systematischen Reviews von da Veiga et al. [17] liegt bei mittlerer Qualität, die von Vetromilla et al. [10] bei niedriger Qualität, bei den weiteren systematischen Reviews [6, 7] findet man kritisch niedrige Qualität. Der Effektschätzer basiert auf zwei systematischen Reviews, die moderate Fallzahlen präsentieren ($n=277/n=80$ direkte und $n=394/n=78$ indirekte Kompositrestaurationen [10, 17]) und auf insgesamt 5 Originalarbeiten basieren. Die Datenbasis der systematischen Reviews von Hickel et al. [6] und Manhart et al. [7] ist deutlich größer, allerdings durch ihre inerte Inhomogenität anfällig für Verzerrung. Ein Verzerrungsrisiko ist somit nicht ausgeschlossen.

Klinische Relevanz und Effektgröße. Die Effektschätzer im Vergleich zwischen direkten und indirekten Kompositrestaurationen zeigen gleichwertiges bzw. geringeres Überleben bei indirekten Kompositrestaurationen. Das Vertrauen in den Effektschätzer ist moderat. Wir beurteilen, dass der wahre Effekt in der Nähe des Effektschätzers liegt. Daraus leiten wir die evidenzbasierte Empfehlung ab, direkten Kompositrestaurationen den Vorzug vor indirekten in Klasse-I und -II-Kavitäten zu geben. Neben der Erwartung von geringfügig besseren Überlebensraten hat vor allem die größere Zahnhartsubstanzschonung hohe Relevanz.

Die Daten, die zum Vergleich zwischen direkten Kompositrestaurationen und indirekten Gussmetall- und Keramikrestaurationen beurteilt wurden, sind als inhomogen zu bewerten. Sie weisen bei indirekten Restaurationen auf ein signifikant besseres Überleben als bei direkten Restaurationen hin. Das Vertrauen in die Effektgröße ist moderat. Wir schätzen ein, dass die wahren Fehlerraten in der Nähe der präsentierten Fehlerraten liegen. Daraus leiten wir die Empfehlung ab, dass indirekte Gussmetall- und Keramikrestaurationen als Alternative zu direkten Kompositrestaurationen verwendet werden können. Auch hier muss jedoch der Aspekt des stärkeren Zahnhartsubstanzverlustes beim indirekten Vorgehen berücksichtigt werden.

Neben der Art des verwendeten Restaurationsmaterials und der Herstellungstechnik beeinflussen vor allem patientenspezifische (Compliance, Kariesrisiko, Bruxismus u.a.), zahnspezifische (Größe der Kavität, Restwandstärke, Verlauf des Restaurationsrandes u.a.) und auch behndlerspezifische (Skills, Sorgfalt, Erfahrung u.a.) Parameter die Ausprägung der Effektgröße. Wir beurteilen den Einfluss dieser Parameter auf die Effektgrößen als deutlich. Weiterhin beurteilen wir diese Parameter als zu geringfügig in den Daten beschrieben, berücksichtigt und in ihrem Effekt berechnet. Verschiedene Ausprägungen dieser Parameter können unserer Einschätzung nach zu deutlichen Veränderungen der Effektgrößen führen.

Nutzen-Schaden-Abwägung. Im Sinne der Schonung von Zahnhartsubstanz, vor allem bei Primäreingriffen, aber auch bei Sekundärrestaurationen oder Reparaturen sollte immer einer maximal minimalinvasiven Vorgehensweise der Vorrang gegeben werden. Patientenspezifische, zahnspezifische und behndlerspezifische Einflussfaktoren müssen im Sinne einer patientenindividuellen Entscheidung neben den potentiellen Effektgrößen einbezogen werden, da sie relevanten Einfluss auf das Outcome haben.

6.2 Direkte Kompositrestaurationen mit Höckerersatz in der Seitenzahnversorgung

6.2.1 Einleitung

Kavitäten mit Höckerersatz im Seitenzahnbereich umfassen zumeist Klasse-II-Kavitäten, bei denen ein oder mehrere Höcker nicht mehr vorhanden sind. Die Kavitäten erstrecken sich in den bukkalen und/oder oralen Anteil der Zahnkrone. Der Verlust der Höcker bedingt, dass Kaulast durch das höckerersetzende restaurative Material aufgenommen werden muss. Das Restaurationsmaterial bedarf ausreichender adhäsiver Befestigung, Frakturresistenz, Oberflächenhärte und Abrasionsstabilität, um während der Liegedauer der Restauration standhalten zu können. Zudem muss es den Zahn in funktionell und anatomisch korrekter und im sichtbaren Bereich gegebenenfalls auch ästhetisch ansprechender Art und Weise rekonstruieren.

Im Regelfall werden bei kleineren Zahndefekten (Klassen I und II) direkte Restaurationen angefertigt, wohingegen bei Restaurationen mit Höckerersatz indirekte Restaurationsverfahren zum Einsatz kommen (Gussmetall- oder Keramik-Teilkronen).

Alternativ dazu wurde schon Amalgam als Restaurationsmaterial zum Höckerersatz verwendet. Da Amalgamrestaurationen einer retentiven und die Höcker unterminierenden Präparationsform bedürfen, wird die Stabilität der Höcker kompromittiert und die Frakturanfälligkeit der Zähne erhöht [110]. Folglich ist eine Einfassung bzw. okklusale Überkappung der Höcker als präventive Maßnahme zur Vorbeugung von Zahnfrakturen / Höckerfrakturen einzuordnen. Höckerüberkappende Amalgamrestaurationen zeigen in alten Studien akzeptable Überlebensraten von beispielsweise 66.7% nach 10 Jahren [111] oder 88% nach 8 Jahren [112]. Allerdings wurden diese Restaurationen eher als semipermanente Versorgungen angesehen, welche bei Patienten mit finanziellen oder medizinischen Einschränkungen angewendet wurden.

Durch die Verfügbarmachung von stabileren Kompositmaterialien und Optimierungen im adhäsiven Befestigungsprozess wurden höckerüberkappende Restaurationen auch zunehmend mit direkten Kompositmaterialien hergestellt [113]. Sehr vorteilhaft bei der Verwendung von direkt adhäsiv befestigten Kompositmaterialien ist die Tatsache, dass diese keine Retentionsform oder Präparation einer Einschubrichtung benötigen und somit substanzschonender im Vergleich zu indirekten Werkstoffen und Amalgam angewendet werden können [114]. Daraus resultieren auch geringfügigere endodontische Komplikationen [115].

Neben dem direkten entwickelte sich das indirekte Verfahren zur Herstellung von höckerüberkappenden Kompositrestaurationen. Rationale war die Optimierung der negativ wirkenden Effekte der Polymerisationsschrumpfung und des daraus resultierenden Polymerisationsstress bei direkter Kompositapplikation. Indirekte Kompositrestaurationen sollen helfen, den problematischen Schrumpfstress zu überwinden [116] und somit eine verbesserte marginale Adaptation bieten [117, 118]. In-vitro Studienergebnisse bestätigen das jedoch nicht und zeigen im experimentellen Setting keine Verbesserung der marginalen Adaptation bei indirektem Vorgehen [119, 120]. Das indirekte Vorgehen bietet weitere Vorteile, dazu gehört ein verbesserter Polymerisationsgrad des Kompositmaterials und eine vereinfachte extraorale Herstellung sowie optimierte Formgebung. Als deutlicher Nachteil ist die notwendige umfangreichere Präparation zur Herstellung einer

Einschubrichtung für das Werkstück einzuordnen, zudem die Zementierung mit einem vergleichsweise instabilen Kompositzement, der an eine stark auspolymerisierte Werkstückoberfläche anbinden muss.

Als aktuelle Versorgungsalternativen für Zahndefekte mit Höckerersatz existieren somit direkte und indirekte Kompositrestaurationen sowie Gussmetall- oder Keramikrestaurationen. Amalgamrestaurationen zum Höckerersatz kommen flächendeckend nicht mehr, sondern nur noch in wenigen Ausnahmefällen zum Einsatz.

6.2.2 Literaturbewertung

Für die umfassende Suchstrategie wurden zwei elektronische Datenbanken (MEDLINE sowie die Cochrane Bibliothek) durchsucht. Details zur Suchstrategie, zu den Ergebnissen sowie die systematische Evidenzbewertung sind im anhängenden Evidenzbericht einsehbar.

6.2.3 Evidenzbasierte Empfehlung 5

Kapitel 6.2.3 Evidenzbasierte Empfehlung 5 (neu 2024)	
Kompositrestaurationen können bei Kavitäten mit Höckerersatz im Seitenzahnbereich angewendet werden. Abstimmung: 16/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	Starker Konsens
Literatur: Van Nieuwenhuysen et al. 2003 [18], Deliperi et al. 2016 [19]	
Evidenzbasis	2 Beobachtungsstudien
Empfehlungsgrad	0 ⇔
Qualität der Evidenz	Komposit vs. Amalgam <ul style="list-style-type: none"> • Überlebensrate ⊕○○○ (sehr niedrig) • Sekundärkaries ⊕○○○ (sehr niedrig) • Fraktur der Restauration ⊕○○○ (sehr niedrig) • Höckerfraktur ⊕○○○ (sehr niedrig)

6.2.4 Hintergrundtext

Intervention. Die Rationale einer intentionellen Höckerüberkappung liegt grundsätzlich in der Vorbeugung von Zahnfrakturen aufgrund von vorausgegangener Schwächung der Zahnhartsubstanzen. Bei Verlust beider Randleisten sinkt die Stabilität (Average stiffness) des Zahnes auf circa 1/3 des Ausgangswertes ab [121]. Kompositrestaurationen bedürfen, anders als Amalgamrestaurationen, keiner retentiven Präparationsform und erlauben somit maximale Zahnhartsubstanzschonung. Für die Höckerüberkappung bedarf es eines ausreichend stabilen und abrasionsfesten Materials, welches durch okklusale Kräfte belastet werden kann und die anatomische und funktionelle Rekonstruktion des Zahnes ermöglicht. Eine Bewertung der Überlebensraten bzw. des Restaurationsverlustes bei höckerüberkappenden Restaurationen ist erforderlich, um eine Gleichwertigkeit feststellen oder nicht feststellen zu können und Patienten sowie Zahnärzten eine Orientierung in der Einschätzung und Prognose geben zu können.

Verfügbare Evidenz Die klinische Studie von Deliperi und Bardwell 2006 [19] berichtet von 25 höckerüberkappenden Kompositrestaurationen an Molaren in 20 Patienten, die nach einem 30-Monats Follow-up kein Versagen zeigten und in allen Qualitätsbewertungen beste Scores erhielten. Es wird geschlussfolgert, dass in dieser limitierten Kohorte nach vergleichsweise kurzer Nachbeobachtungszeit exzellente Ergebnisse zu verzeichnen waren. Weiterhin berichten Van Nieuwenhuysen et al. 2003 [18] von 428 Patienten einer Universitätsklinik, die zwischen 1982 und 1999 mit höckerüberkappenden Amalgam- oder Kompositrestaurationen als Alternative zu Überkronungen versorgt wurden. 60% der Zähne hatten endodontische Behandlungen. Die Studie ist retrospektiv angelegt. Im Ergebnis zeigten 115 Kompositrestaurationen und 722 Amalgamrestaurationen Versagensraten von 30,4% und 28,1%. Kompositrestaurationen wurden ausschließlich an Prämolaren angefertigt, wohingegen Amalgamrestaurationen in deutlich überwiegender Mehrheit an Molaren gelegt wurden. Sekundärkaries trat seltener bei Kompositrestaurationen als bei Amalgamrestaurationen auf (2,6% versus 18,3%). Restorationsfrakturen häufiger (18,3 % versus 7,3%) und Höckerfrakturen seltener bei Kompositrestaurationen (2,6% versus 5,7%) auf. Die verwendeten Kompositmaterialien (Adaptic II, P50, Z100) gehören zur ersten Generation der Composite, die für die Verwendung im Seitenzahnbereich zugelassen waren. Es wurden Kavitätenliner (Dycal, Vitrebond) und Unterfüllungen (IRM) sowie bei zu geringfügiger Retentionsfläche (nach damaligem Kenntnisstand) dentale zementierte Verankerungspins verwendet. In der Gesamtbeurteilung sind die Ergebnisse als veraltet einzustufen. Die Gründe dafür liegen in der Verwendung von Kompositmaterialien der ersten Generation mit niedriger Frakturresistenz und Abrasionsstabilität sowie in der Anwendung heute nicht mehr gängiger Unterfüllungs- und Retentionsverfahren (Pins). Das Evidenzlevel ist niedrig.

Verzerrungsrisiko. Die Daten aus der Studie von Deliperi und Bardwell 2006 [19] sind aufgrund der geringen Gruppengröße und kurzen Nachbeobachtungszeit von 30 Monaten als nur bedingt repräsentativ zu betrachten. In der Studie von Van Nieuwenhuysen et al. 2003 [122] ist aufgrund der oben genannten Faktoren von einem hohen Verzerrungsrisiko auszugehen. Zudem basieren die Daten für die Kompositrestaurationen in dieser Studie ausschließlich aus der Versorgung von Prämolaren, wohingegen die Daten für höckerüberkappende Amalgamrestaurationen überwiegend von Molaren stammen. Bei Prämolaren mit endodontischer Vorbehandlung (60% aller Fälle) ist mit einem höheren Frakturrisiko zu rechnen als bei Molaren. Dies stellt mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Negativverzerrung im Outcome der hier untersuchten Kompositrestaurationen dar.

Klinische Relevanz und Effektgröße. Es ist davon auszugehen, dass aufgrund des manifesten Verzerrungsrisikos bei Van Nieuwenhuysen et al. 2003 [122] der wahre Effekt deutlich von dem beschriebenen Schätzer abweicht und das Restorationsversagen bei Verwendung moderner Kompositmaterialien und Adhäsivtechnik sowie zeitgemäßer Herstellungsprozeduren bei Kompositrestaurationen niedriger ist als in dieser Arbeit ausgewiesen. Bei Amalgamrestaurationen ist die wahre Effektgröße wahrscheinlich näher am Schätzer, da die Amalgamtechnologie zum Zeitpunkt der Studie weit entwickelt war und keine maßgeblichen Neuentwicklungen seither zu verzeichnen sind. Die Daten aus Deliperi und Bardwell 2006 [19] zeigen exzellente Ergebnisse, die wahrscheinlich näher an der Effektgröße zu verorten sind.

Nutzen-Schaden-Abwägung. Im Sinne minimalinvasiver zahnmedizinischer Behandlung ist für direkte höckerüberkappende Restaurationen ein adhäsiver Ansatz unter Verwendung von

Kompositmaterialien Amalgam vorzuziehen, da eine schonendere Präparation ohne Retentionsform verwendet werden kann und somit kein zusätzlicher Schaden durch Zahnhartsubstanzverlust und dadurch Destabilisierung des Zahnes herbeigeführt wird. Moderne Kompositmaterialien weisen adäquate Frakturresistenz und Abrasionsstabilität auf, so dass kaubelastete Höcker stabil und in ästhetisch ansprechender Weise rekonstruiert werden können.

6.2.5 Konsensbasierte Empfehlung 6

Kapitel 6.2.5 Konsensbasierte Empfehlung 6 (neu 2024)	
Indirekte Kompositrestaurationen können bei Kavitäten mit Höckerersatz im Seitenzahnbereich angewendet werden, insbesondere bei spezifischen Einflussfaktoren auf Zahn-, Mund- oder Patientenebene (z.B. eingeschränkte Compliance, schlechte Zugänglichkeit, komplexe funktionelle Rehabilitation u.a.). Abstimmung: 16/0/1 (ja, nein, Enthaltung)	Starker Konsens
Weiterführende Literatur: El Aziz et al. 2020 [20], Fennis et al. 2014 [21]	

6.2.6 Hintergrundtext

Intervention. Indirekte höckerüberkappende Kompositrestaurationen können als Alternative zum direkten Vorgehen angewendet werden. Die direkte Technik stellt den Zahnarzt in schwierigen klinischen Situationen vor Herausforderungen, da neben der adhäsiven Einbringung des Materials in eine Klasse-II-Kavität die anatomisch und funktionell korrekte Wiederherstellung von einem oder mehreren Höckern mit gegebenenfalls okklusaler Beziehung zu Antagonisten gefordert ist. Teile des Herstellungsprozesses aus der Mundhöhle heraus zu verlagern hat möglicherweise Vorteile, dazu gehört die auf einem Modell effizient und einwandfrei herstellbare Form und okklusale Beziehung, die Möglichkeit das Werkstück außerhalb der Mundhöhle optimal auszuhärten und auszuarbeiten. Besonders hervorzuheben ist, dass bei indirekter Herstellung die Polymerisationsschrumpfung, die gegebenenfalls Schrumpfstress mit Folgen, wie adhäsive Ablösung, Randspaltbildung oder Fraktur als Spätfolgen nach sich ziehen kann, keine Rolle spielt. Lediglich beim adhäsiven Einsetzen der indirekten Kompositrestauration ist die Herstellung des Verbundes zwischen dem hochvergüteten Werkstück, dem Kompositzement und der Zahnoberfläche kritisch. Eine klinische Bewertung der Überlebensraten bzw. des Restaurationsverlustes bei höckerüberkappenden direkten und indirekten Kompositrestaurationen ist erforderlich, um eine Gleichwertigkeit feststellen oder nicht feststellen zu können und Patienten sowie Zahnärzten eine Orientierung in der Einschätzung und Prognose geben zu können.

Verfügbare Evidenz. Ein RCT [21] berichtet von 176 Prämolaren in 157 Patienten, die zwischen 2001 und 2007 versorgt wurden. Verwendete Materialien und Techniken können als state-of-the-art gewertet werden. Die 5-Jahres Überlebensraten waren für direkte höher als für indirekte Kompositrestaurationen (89,9% (0,34%) vs. 83,2% (0,42%)), unterschieden sich jedoch nicht signifikant voneinander. Restaurationsverlust bzw. -versagen wurde bis 6 Jahre nachbeobachtet und trat in 10% der direkten und 19,2% der indirekten Restaurationen auf. Sekundärkaries und Frakturen waren kaum oder gar nicht zu beobachten, allerdings war der Untersuchungszeitraum für diese Parameter auf 6-12 Monate begrenzt. In diesem Zeitraum wurde eine Verschlechterung der marginalen Integrität bei

39,4% der indirekten und bei 11,8% der direkten Kompositrestaurationen beobachtet. Ein zweiter RCT [20] untersuchte direkte höckerüberkappende Restaurationen aus Short-Fiber-Reinforced-Composite (SFRC), also faserverstärktem Kompositmaterial, welches mit konventionellem Mikrohybrid Komposit abgedeckt wurde, sowie indirekte Nanohybrid-Kompositrestaurationen. Insgesamt 67 Restaurationen, 34 direkte SFRC Restaurationen und 33 indirekte Kompositrestaurationen wurden nach 6 Monaten und einem Jahr Follow-up hinsichtlich der USPHS Kriterien untersucht, wobei sich signifikant bessere Ergebnisse bei der marginalen Integrität der direkten SFRC Gruppe zeigten ($p < 0,001$), wohingegen die Farbpassung signifikant besser in der indirekten Nanohybrid-Kompositgruppe war ($p < 0,001$).

Es ist wichtig hervorzuheben, dass die indirekten höckerüberkappenden Kompositrestaurationen in den vorliegenden zwei Studien jeweils nach einer Abdrucknahme auf einem Modell geschichtet wurden. Dafür wurden ein hochgefülltes Kompositmaterial (82vol.%) und ein nanogefülltes Kompositmaterial verwendet. Neuartige und mittlerweile verbreitet eingesetzte CAD/CAM Technologie und nano- oder hybrid-keramische Kompositblöcke sind in den Studien nicht dargestellt.

Verzerrungsrisiko. Die ROB-2-Analysen der beschriebenen RCTs zeigen niedriges Risiko [20] bzw. Bedenken [21] hinsichtlich einer möglichen Verzerrung. In Bezug auf Studiendurchführung und verwendete Materialien und Vergleichsgruppen erscheint eine Verzerrung soweit wie möglich ausgeschlossen. Allerdings beruht die Evidenz lediglich auf zwei RCTs, wovon einer [20] eine spezielle Methode unter Verwendung von faserverstärktem Komposit angewendet wurde, die nur bedingt repräsentativen Charakter hat. In beiden Studien wird eine als eher veraltete Methode unter Verwendung zahntechnischer Schichttechnik auf dem Modell angewendet. Daten zu CAD/CAM gefertigten Restaurationen aus nano- oder hybrid-keramischen Kompositblöcken sind nicht verfügbar.

Klinische Relevanz und Effektgröße. Mit moderater Sicherheit kann davon ausgegangen werden, dass die vorgetragenen Ergebnisse aus den RCTs in der Nähe des tatsächlichen Effektes bei der Verwendung der vorgestellten Materialien und Techniken liegen, so dass die dort untersuchten direkten Kompositrestaurationen zur Versorgung für Kavitäten mit Höckerersatz eine höhere 5-Jahres Überlebensrate sowie bessere Randqualität aufwiesen als die indirekt auf einem Modell geschichteten Restaurationen. Wir gehen jedoch davon aus, dass aufgrund aktueller materialspezifischer Weiterentwicklungen (Nano- oder hybrid-keramische Kompositblöcke) und bei Verwendung von CAD/CAM Technologie Effektänderungen zu verzeichnen sind und beide Versorgungsarten klinisch ähnlich erfolgreich angewendet werden können.

Nutzen-Schaden-Abwägung. Indirekte Kompositrestaurationen zum Höckerersatz können somit erwogen werden, wenn aufgrund spezifischer Einflussfaktoren auf Zahn-, Mund- oder Patientenebene (z.B. eingeschränkte Compliance, schlechte Zugänglichkeit, komplexe Rehabilitation u.a.) die Verlagerung eines Teils des Fertigungsprozesses nach extraoral vorteilhaft ist. Allerdings ist für einen indirekten Ansatz gegebenenfalls mehr Zahnhartsubstanzverlust für die Präparation der Einschubrichtung erforderlich. Somit müssen bei der Behandlungsentscheidung die Vor- und Nachteile gründlich abgewogen werden, um darauf basierend eine patientenindividuelle Behandlungsentscheidung zu treffen.

6.3 Direkte Kompositrestaurationen in den Restaurationsklassen III und IV

6.3.1 Einleitung

Im Rahmen der direkten Restauration von bleibenden Zähnen mit behandlungsbedürftigen kariösen Defekten oder Traumata werden in den Restaurationsklassen III und IV üblicherweise zahnfarbene Materialien unterschiedlicher Materialklassen gewählt. Hierfür wurde die aktuell verfügbare Evidenz zu Restaurationen der Klasse III und Klasse IV mit direkten Kompositmaterialien in Vergleich zu zahnfarbigen Materialien bei gleicher Indikationsstellung ermittelt. Als patientenrelevanter primärer Endpunkt wurde die Überlebensrate der Restaurationen, die jährliche Fehlerrate, sowie die klinischen Qualitätsbewertungen der Restaurationen (FDI clinical quality rating/ modifizierte USPHS/Ryge Kriterien) herangezogen. Bei Studien die einen Komparator, also ein vergleichbares zahnfarbenes Material einbezogen hatten, wurde eine Gegenüberstellung der Ergebnisse zur evidenzbasierten Entscheidungsfindung im Hinblick auf die Materialempfehlung durchgeführt.

6.3.2 Literaturbewertung

Für die umfassende Suchstrategie wurden zwei elektronische Datenbanken (MEDLINE sowie die Cochrane Bibliothek) durchsucht. Details zur Suchstrategie, zu den Ergebnissen sowie die systematische Evidenzbewertung sind im anhängenden Evidenzbericht einsehbar.

6.3.3 Evidenzbasierte Empfehlung 7

Kapitel 6.3.3 Evidenzbasierte Empfehlung 7 (neu 2024)	
Zur Restauration von Defekten der Klassen III und IV sollen direkte Kompositmaterialien zur Anwendung kommen. Abstimmung: 17/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	Starker Konsens
Literatur: Demarco et al. 2015 [22], Demirci et al. 2008 [23], Dietschi et al. 2019 [24], Heintze et al. 2015 [25], Smales et al. 1992 [26]	
Evidenzbasis	3 systematische Reviews, 2 kontrollierte klinische Studien
Empfehlungsgrad	A ↑↑
Level of Evidence	Level 2

6.3.4 Konsensbasierte Empfehlung 8

Konsensbasierte Empfehlung 8 (neu 2024)	
Zur permanenten Restauration von Defekten der Klassen III und IV sollten Glasionomerelemente nicht zur Anwendung kommen. Abstimmung: 15/0/1 (ja, nein, Enthaltung)	Starker Konsens
Weiterführende Literatur: Heintze et al. 2015 [25]	

6.3.5 Hintergrundtext

Intervention. Die direkte Restauration von Defekten der Klasse III und IV mit plastisch verarbeitbaren, zahnfarbenen Materialien hat die Wiederherstellung eines Frontzahnes in Form und Funktion zur Aufgabe. Die Zielgröße neben dem Restaurationsüberleben und der Fehlerrate ist im Frontzahnbereich jedoch gleichfalls ein dauerhaftes ästhetisches Outcome und die Abwesenheit von Sekundärkaries.

Verfügbare Evidenz. In die Bewertung eingeschlossen wurde ein systematisches Review von Heintze et al. 2015 [25] welches 21 prospektive klinische Studien mit 1210 Kompositrestaurationen, 178 Kompomer-Restaurationen sowie 113 Restaurationen aus Glasionomerzement der Klasse III und 798 Kompositrestaurationen der Klasse IV eingeschlossen hat. Hauptgründe für das Versagen der Restaurationen waren Frakturen, welche vornehmlich bei Mikrofüllerkompositen vorkamen. Sekundärkaries wurde nicht häufig festgestellt und war zudem unabhängig von der Restaurationsklasse. Vor allem im Hinblick auf den Verschleiß der Restaurationen und die anatomische Form schnitten Restaurationen der Klasse III aus Glasionomerzement signifikant schlechter in den klinischen Qualitätsbewertungen ab. Ein weiteres Review mit 10 eingeschlossenen Studien von Demarco et al. 2015 [22] mit mindestens 3 Jahren Nachbeobachtungszeit konnte 1272 Kompositrestaurationen untersuchen, Komparatoren wurden hier nicht miteinbezogen. Es wurde ein hohes Überleben von Restaurationen der Klasse III/IV mit jährlichen Fehlerraten von 0 bis 4,1 % festgestellt, weitere Metaanalysen der Daten wurden nicht vorgenommen. Das dritte eingeschlossene Review von Dietschi et al. 2019 [24] beinhaltet 24 Studien, ebenfalls ohne Komparator. Es zeigten sich für verschiedene Materialklassen der Komposite jährliche Fehlerraten von 0% bis 9,2% bei Mikrofüllerkompositen. Aufgrund der hohen Heterogenität der Studien wurde keine Metaanalyse durchgeführt.

In die klinische kontrollierte Studie von Demirci et al. 2008 [23] wurden 64 Restaurationen (32 Komposit- und 32 Kompomer-Restaurationen nach einem Nachbeobachtungszeitraum von 2 Jahren eingeschlossen. Es wurde für beide Materialarten eine Erfolgsrate von 96,4% festgestellt. Hinsichtlich der klinischen Qualitätskriterien wurden in allen Kategorien keine signifikanten Unterschiede zwischen Komposit und Kompomer festgestellt. Smales et al. 1992 [26] schlossen 1626 Restaurationen in 161 Patienten ein und verglichen Hybridkomposite mit Mikrofüllerkompositen und Small-Particle Bis-GMA Kompositen. Das Follow-up Intervall wird als größer 6 Monate angegeben, signifikante Unterschiede zwischen den Materialien lassen sich nicht feststellen.

Verzerrungsrisiko. Alle systematischen Reviews und klinischen Studien wiesen in der Evidenzbewertung (ROBINS-I und AMSTAR-2) eine niedrige Qualität auf. Insgesamt wird die verfügbare Evidenz jedoch als kritisch bzw. ausschlaggebend für die Entscheidungsfindung eingestuft. In Bezug auf den Materialvergleich lassen sich sehr schwerwiegende bis schwerwiegende Risiken für einen Bias der Ergebnisse feststellen. Zudem weisen die Studien untereinander eine große Heterogenität auf, was einen direkten Vergleich der jeweils erhobenen Daten zusätzlich erschwert. Aufgrund des hohen Verzerrungsrisikos und der niedrigen Evidenzqualität wird daher zum Materialvergleich mit Glasionomerzement eine konsensbasierte Empfehlung abgegeben.

Klinische Relevanz und Effektgröße. Die Evidenz der eingeschlossenen Arbeiten zeigte für das Überleben von Kompositrestaurationen der Klassen III/IV sehr hohe Überlebensraten. Kritisch

anzumerken ist der teilweise kurze Nachbeobachtungszeitraum von bis zu 2 Jahren. Nachbeobachtungszeiträume von mehr als 10 Jahren werden für Kompositrestaurationen dieser Klassen selten berichtet. Hier könnten sich in Zukunft Effektänderungen durch längere Nachbeobachtungszeiträume ergeben. Unter den Kompositmaterialien werden Materialien unterschiedlicher Füllergrößen und Matrixzusammensetzungen evaluiert, hier zeigten sich für Mikrofüllerkomposite / Small-Partice-Size im Vergleich zu Hybridkompositen geringere Überlebensraten. Zu beachten ist allerdings, dass sich die Materialien bis zu den heutigen nanogefüllten Kompositen weiterentwickelt haben und wahrscheinlich positive Effektänderungen beim Überleben vorhanden sind. Zudem ist Sekundärkaries im Frontzahnbereich für den Austausch einer Restauration weniger relevant als ästhetische Fragestellungen. Wenn Komparatoren eingesetzt wurden, zeigten sich bei Komposit vs. Kompomer keine signifikanten Unterschiede, jedoch bei relativ kurzer Nachbeobachtungszeit. Bei Komposit vs. Glasionomerzementen lässt sich für Klasse-III-Restaurationen jedoch ein Unterschied im Verschleiß und der anatomischen Beständigkeit aufzeigen.

Nutzen-Schaden-Abwägung. Die Nutzen-Schaden-Abwägung für die Verwendung von Kompositen zur Restauration von Defekten der Klassen III und IV führt zur oben genannten starken Empfehlung aufgrund der evidenten hohen Überlebensraten und guter bis exzellenter klinischer Qualität der Restaurationen. Zusätzlich sind adhäsiv verankerte Restaurationen aufgrund ihrer geringen Invasivität gegenüber retentiv verankerten oder indirekten Alternativen zu bevorzugen.

6.4 Direkte Kompositrestaurationen für Zahnformkorrekturen im Frontzahnbereich

6.4.1 Einleitung

Mit direkten Zahnformkorrekturen können funktionell und ästhetisch insuffiziente Situationen an Frontzähnen präventionsorientiert und zahnhartsubstanzschonend therapiert werden. Mit der direkten kompositbasierten Technik kann minimal- oder non-invasiv gearbeitet werden, und es sind keine Abformung, zahntechnische Leistungen und Provisorien erforderlich. Im Vergleich zu Alternativen wie beispielweise Keramikveneers ist das Kosten-Nutzen-Verhältnis für die Patienten als positiv zu bewerten. Allerdings muss der Behandler für die Herstellung direkter Zahnformkorrekturen ein hohes Maß an technischer Fertigkeit aufweisen. Da es sich oftmals um elektive Eingriffe handelt, ist ein präventionsorientiertes Vorgehen unter Berücksichtigung der Patientenpräferenz zu wählen. Die aktuell verfügbare Evidenz zu Zahnformkorrekturen mit direkten Kompositmaterialien wurde ermittelt. Als patientenrelevanter primärer Endpunkt wurde die Überlebensrate der Zahnformkorrekturen, die jährliche Fehlerrate, sowie die klinischen Qualitätsbewertungen der Restaurationen (FDI clinical quality rating/ modifizierte USPHS/Ryge Kriterien) herangezogen. Bei Studien die einen Komparator, also in diesem Fall Keramikveneers, einbezogen hatten, wurde eine Gegenüberstellung der Ergebnisse zur evidenzbasierten Entscheidungsfindung im Hinblick auf die Materialempfehlung durchgeführt.

6.4.2 Literaturbewertung

Für die umfassende Suchstrategie wurden zwei elektronische Datenbanken (MEDLINE sowie die Cochrane Bibliothek) durchsucht. Details zur Suchstrategie, zu den Ergebnissen sowie die systematische Evidenzbewertung sind im anhängenden Evidenzbericht einsehbar.

6.4.3 Evidenzbasierte Empfehlung 9

Kapitel 6.4.3 Evidenzbasierte Empfehlung 9 (neu 2024)	
Für Zahnformkorrekturen im Frontzahnbereich sollen direkte Kompositmaterialien zur Anwendung kommen. Abstimmung: 16/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	Starker Konsens
Literatur: Alonso et al. 2012 [27], Poyser at al. 2007 [28], Al-Khayatt et al. 2013 [29], Coelho et al. 2015 [30], Demarco et al. 2015 [22], Demirci et al. 2015 [23], Frese et al. 2013 [31], Frese et al. 2020 [32], Wolff et al. 2010 [33], Gresnigt et al. 2012 [34], Lempel et al. 2017 [35], Meijering et al. 1998 [36], Peumans et al. 1997 [37], Peumans et al. 1997 [38]	
Evidenzbasis	1 systematisches Review, 3 randomisierte kontrollierte klinische Studien 10 nicht randomisierte Interventionsstudien
Empfehlungsgrad	A ↑↑↑
Level of Evidence	Level 2

6.4.4 Konsensbasierte Empfehlung 10

Kapitel 6.4.4 Konsensbasierte Empfehlung 10 (neu 2024)	
Zur Zahnformkorrektur im Frontzahnbereich sollen wann immer möglich zahnhartsubstanzschonende direkte Vorgehensweisen bevorzugt werden, als Alternative können indirekte Keramikveneers zur Anwendung kommen. Abstimmung: 16/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	Starker Konsens
Weiterführende Literatur: Meijering et al. 1998 [36]	

6.4.5 Hintergrundtext

Intervention. Zahnformkorrekturen mit Kompositen umfassen Zahnumformungen, Zahnstellungskorrekturen, Lückenschlüsse, Zahnverbreiterungen oder Zahnfarbkorrekturen im Frontzahnbereich. Durch die direkte Herstellungstechnik können funktionell und/oder ästhetisch insuffiziente Situationen der Frontzähne präventionsorientiert und zahnhartsubstanzschonend korrigiert werden. Da es sich oftmals um elektive Eingriffe handelt, ist aus ethischer Sicht ein minimalinvasiver Ansatz unter Berücksichtigung der Patientenpräferenz sowie ein strikt präventionsorientiertes Vorgehen anzustreben.

Verfügbare Evidenz. In der einzigen identifizierten Studie, die den direkten Vergleich von Kompositveneers zu Keramikveneers untersuchte (Meijering et al. [36]) zeigte sich eine höhere Überlebensrate der Keramikrestaurationen. In die Entscheidungsfindung einbezogen wurden jedoch auch weitere Studien, die sich auf die Analyse der Kompositrestaurationen konzentrieren. Ein systematisches Review mit 10 eingeschlossenen Studien von Demarco et al. [22] mit mindestens 3 Jahren Nachbeobachtungszeit untersuchte 380 direkte Kompositveneers in 117 Patienten. Es wurde ein hohes Überleben mit jährlichen Fehlerraten von 2,6 bis 3,7 % festgestellt, weitere Metaanalysen der Daten wurden nicht vorgenommen. Die Forschungsgruppe um Al-Khayatt und Poyser [28, 29] publizierten zwei Arbeiten zu direkten Kompositrestaurationen im anterioren Frontzahnbereich im Abrasionsgebiss. Bei Nachbeobachtungszeiträumen bis zu 7 Jahren konnten sie neben hohen Überlebensraten von 85% ein gutes ästhetisches Outcome berichten. Sie konnten zudem zeigen, dass vorherige Präparationen der Zähne die Retention nicht signifikant beeinflussten. Alonso et al. 2012 [27] konnten in einer Interventionsstudie mit 21 direkten Kompositkronen nach 12,5 Jahren akzeptable klinische Qualität feststellen. Signifikante Unterschiede gab es im Bereich der anatomischen Form, der marginalen Adaptation/ Verfärbung und Oberflächenrauigkeit. Coelho et al. 2015 [30] und Lempel et al. 2017 [35] führten jeweils Interventionsstudien (Mikrofüller vs. Universalkomposit/Nanokomposit) mit einer mittleren Nachbeobachtungszeit von 3,5 bzw. 7,5 Jahren und einer Überlebensrate von 80,1% bzw. 88,3% durch. Bei der qualitativen Bewertung der Restaurationen (FDI-Kriterien/USPHS Kriterien) zeigte Mikrofüllerkomposit bessere ästhetische Ergebnisse. In die Studie von Demirci et al. 2015 wurden 73 Nanokomposit- und 74 Hybridkompositrestaurationen nach einem Nachbeobachtungszeitraum von 4 Jahren eingeschlossen. Es wurde für beide Materialarten eine Erfolgsrate von 92,8 bzw. 93% nach 4 Jahren festgestellt. Hinsichtlich der klinischen Qualitätskriterien wurden in allen Kategorien keine signifikanten Unterschiede festgestellt. In den beiden retrospektiven Studien publiziert von Frese et al. 2013 [31] und Wolff et al. 2010 [33] wurde sowohl das Gesamtüberleben mit 84,6% (Zeit bis zum ersten Versagen) als auch das funktionelle Überleben mit 100% (reparierte Restaurationen verbleiben in der Kalkulation) nach 5 Jahren ermittelt. Hierdurch wird

erstmalig für Zahnformkorrekturen die klinische Auswirkung der Reparaturfähigkeit von Kompositmaterial statistisch erfasst und es zeigte sich, dass alle Zahnformkorrekturen repariert werden konnten und in situ verblieben. In der multizentrischen retrospektiven Studie von Frese et al. 2020 [32] wurden 667 Restaurationen in 198 Patienten eingeschlossen mit einer Nachbeobachtungszeit von bis zu 15 Jahren. Auch hier wurde Gesamtüberleben und funktionelles Überleben statistisch getrennt betrachtet, mit hohen funktionellen Überlebensraten von 98,5% nach 15 Jahren. Hohe Überlebensraten von Zahnformkorrekturen zeigten sich auch in den beiden Publikationen von Peumans et al. 1997 [37, 38] mit 98% ästhetische akzeptablen Formkorrekturen nach 5 Jahren ermittelt nach den modifizierten USPHS Kriterien.

Verzerrungsrisiko. Das systematische Review weist nach AMSTAR-2 eine schlechte Qualität auf, die randomisierten klinischen Studien wiesen nach ROB-2 ein niedriges Bias-Risiko bzw. wenige Beanstandungen auf. Die Interventionsstudien zeigten in der Evidenzbewertung (ROBINS-I) moderate bis schwere Risiken für Bias. Insgesamt wird die verfügbare Evidenz jedoch als kritisch bzw. ausschlaggebend für die Entscheidungsfindung eingestuft. In Bezug auf den Materialvergleich Komposit vs. Keramikveneers lag eine Studie zur Bewertung vor. Es lassen sich sehr schwerwiegende bis schwerwiegende Risiken für einen Bias und fehlende Genauigkeit der Ergebnisse feststellen, daher wurde eine konsensbasierte Empfehlung abgegeben.

Klinische Relevanz und Effektgröße. Die Evidenz der eingeschlossenen Arbeiten zeigte für das Überleben von Zahnformkorrekturen bei Zeiträumen bis zu 15 Jahren hohe bis sehr hohe Überlebensraten. Signifikante Unterschiede zwischen den Materialgruppen lassen sich für das Überleben der Restaurationen nicht feststellen. Daher sind in Zukunft kaum Effektänderungen durch längere Nachbeobachtungszeiträume zu erwarten. Unter den Kompositmaterialien werden Materialien unterschiedlicher Füllergrößen und Matrixzusammensetzungen evaluiert, hier zeigte sich für Mikrofüllerkomposite im Vergleich zu Universalkompositen ein besseres ästhetisches Outcome. Eine Studie berichtet über höhere Verfärbungen bei nanogefülltem Komposit. Frakturen an Zahnformkorrekturen werden in einer Studie häufiger bei Mikrohybridkompositen beobachtet. Für die klinische Relevanz ist jedoch der Hinweis auf die Reparaturfähigkeit von Kompositen entscheidend, die das Restaurationsüberleben verlängert und das präventionsorientierte Vorgehen unterstützt.

Wenn Komparatoren eingesetzt wurden, zeigten sich bei Komposit vs. Keramik signifikant höhere Überlebensraten für indirekte Keramikveneers, jedoch liegt nur eine Studie mit relativ kurzer Nachbeobachtungszeit vor. [36]

Nutzen-Schaden-Abwägung. Die Nutzen-Schaden-Abwägung für die Verwendung von Kompositen zur Zahnformkorrektur im Frontzahnbereich resultiert in der Stärke der Empfehlung aufgrund der evidenten hohen Überlebensraten und der exzellenten bis guten klinischen Qualität der Restaurationen bei gleichzeitig geringerer Invasivität im Vergleich zum herkömmlichen Keramikveneer. In die Nutzen-Schaden Abwägung sollte die Tatsache, dass es sich oftmals um elektive Eingriffe handelt, miteinbezogen werden. Wie bereits erwähnt ist ein möglichst minimal- oder non-invasives und präventionsorientiertes Vorgehen anzustreben.

6.5 Direkte Kompositrestaurationen in der Restaurationsklasse V

6.5.1 Einleitung

Zur Restauration zervikaler karies- oder nicht kariesbedingter Defekte der Restaurationsklasse V stehen zahlreiche zahnfarbene Materialien zur Verfügung. Bei der Herstellung von Klasse-V-Restaurationen sind die Kontaminationskontrolle/Trockenlegung (relativ vs. absolut) sowie die Wahl des Adhäsivsystems und die korrekte Durchführung der Adhäsivtechnik als kritische Faktoren zu betrachten. Es wurde die aktuell verfügbare Evidenz zu Restaurationen der Klasse V mit direkten Kompositmaterialien in Vergleich zu zahnfarbigen Materialien bei gleicher Indikationsstellung ermittelt. Als patientenrelevanter primärer Endpunkt wurde die Überlebensrate bzw. die Retention der Restaurationen, die jährliche Fehlerrate, sowie die klinischen Qualitätsbewertungen der Restaurationen (FDI clinical quality rating/ modifizierte USPHS/Ryge Kriterien) herangezogen. Die Datenlage zu Restaurationen in Klasse-V-Kavitäten ist hoch, 10 systematische Reviews wurden einbezogen, alle werteten Daten aus Studien mit Komparatoren aus und eine Gegenüberstellung der Ergebnisse zur evidenzbasierten Entscheidungsfindung im Hinblick auf die Materialempfehlung konnte durchgeführt werden.

6.5.2 Literaturbewertung

Für die umfassende Suchstrategie wurden zwei elektronische Datenbanken (MEDLINE sowie die Cochrane Bibliothek) durchsucht. Details zur Suchstrategie, zu den Ergebnissen sowie die systematische Evidenzbewertung sind im anhängenden Evidenzbericht einsehbar.

6.5.3 Evidenzbasierte Empfehlung 11

Kapitel 6.5.3 Evidenzbasierte Empfehlung 11 (neu 2024)	
Für Restaurationen der Klasse V können bei Gewährleistung adäquater Kontaminationskontrolle und Adhäsivtechnik direkte Kompositmaterialien zur Anwendung kommen. Abstimmung: 16/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	Starker Konsens
Literatur: Bezerra et al. 2020 [39], Boing et al 2018 [40], Hayes et al 2016 [41], Heintze et al 2010 [42], Mahn et al. 2015 [43], Meyer-Lückel et al 2019 [44], Peumans et al. 2005 [45], Peumans et al. 2014 [46], Santos et al. 2014 [47], Schwendicke et al. 2016 [48]	
Evidenzbasis	10 systematische Reviews
Empfehlungsgrad	0 ⇔
Qualität der Evidenz	Komposit vs. Glasionomerezement <ul style="list-style-type: none"> • Retention ⊕⊕○○ (niedrig) • Marginale Adaptation ⊕⊕○○ (niedrig)

6.5.4 Evidenzbasierte Empfehlung 12

Kapitel 6.5.4 Evidenzbasierte Empfehlung 12 (neu 2024)	
Als Alternative zu Komposit können zur Restauration von Defekten der Klasse V Glasionomerzemente/modifizierte Glasionomerzemente zur Anwendung kommen. Abstimmung: 16/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	Starker Konsens
Literatur: Bezerra et al. 2020 [39], Boing et al 2018 [40], Hayes et al 2016 [41], Heintze et al 2010 [42], Mahn et al. 2015 [43], Meyer-Lückel et al 2019 [44], Peumans et al. 2005 [45], Peumans et al. 2014 [46], Santos et al. 2014 [47], Schwendicke et al. 2016 [48]	
Evidenzbasis	10 systematische Reviews
Empfehlungsgrad	0 ↔
Qualität der Evidenz	Komposit vs. Glasionomerzement <ul style="list-style-type: none"> • Retention ⊕⊕○○ (niedrig) • Marginale Adaptation ⊕⊕○○ (niedrig)

6.5.5 Evidenzbasierte Empfehlung 13

Kapitel 6.5.5 Evidenzbasierte Empfehlung 13 (neu 2024)	
Werden direkte Kompositrestaurationen zur Restauration von Klasse V Defekten verwendet, sollten 2-Schritt-Self-Etch-, 3-Schritt-Etch-and-Rinse-Adhäsivsysteme oder Universaladhäsive zur Anwendung kommen. Abstimmung: 16/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	Starker Konsens
Literatur: Heintze et al 2010 [42], Mahn et al. 2015 [43], Meyer-Lückel et al 2019 [44], Peumans et al. 2014 [46]	
Evidenzbasis	4 systematische Reviews
Empfehlungsgrad	B ↑
Level of Evidenz	Level 2

6.5.6 Hintergrundtext

Intervention. Restaurationen der Klasse V werden an karies- oder nicht kariesbedingten Defekten, die teilweise oder vollständig im Bereich des Wurzeldentins lokalisiert sind, eingebracht. In Bezug auf die Materialempfehlungen können die erschwerte Trockenlegung sowie der hohe Anspruch für die Durchführung einer optimalen Adhäsivtechnik eine Herausforderung darstellen. Bei ausgedehnten Defekten der Klasse V ist zudem der Faktor der Stabilisierung des Zahnes bei der direkten Restauration relevant für die Entscheidungsfindung.

Verfügbare Evidenz. In die Entscheidungsfindung einbezogen wurden 10 systematische Reviews [39-47, 107] mit Nachbeobachtungszeiten zwischen 12 Monaten und 13 Jahren. Alle systematischen Reviews betrachteten mindestens einen oder mehrere Komparatoren, wobei in allen Fällen

Glasionomerzemente oder modifizierte Glasionomerzemente als Vergleich herangezogen wurden. Für Kompomere und Ormocere gab es nur vergleichsweise wenig Evidenz aus dem Review von Schwendicke et al. 2016 [107]. Dieses beinhaltete 1 bis 2 Originalarbeiten zu diesen Komparatoren. Aufgrund dieser Tatsache wurde hierfür keine Empfehlung abgegeben.

Der am häufigsten betrachtete Endpunkt war die Retention der Klasse-V-Restaurationen, hier zeigten sich in den meisten Studien die Glasionomerzemente/modifizierte Glasionomerzemente signifikant überlegen. Für die Retention der Komposite in Klasse-V-Kavitäten ist das Adhäsivprotokoll maßgeblich. Insbesondere die Verwendung eines 3-Schritt Etch-and-Rinse, 2-Schritt Self-Etch und 2-step Etch-and-Rinse Protokolls war ausschlaggebend für eine erfolgreiche Langzeitretention, die dann ähnlich der von Glasionomerzementen/modifizierten Glasionomerzementen ausfiel. Bei den Parametern (modifizierte USPHS/FDI-Kriterien) marginale Adaptation, anatomische Form, Oberflächentextur und -beschaffenheit sowie Sekundärkaries gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen Komposit und Glasionomerzement. Insbesondere im Bereich der Oberflächenbeschaffenheit sowie der Oberflächentextur schnitten Komposite in einigen Studien vergleichsweise besser ab als Restaurationen der Klasse V aus Glasionomerzementen/modifizierten Glasionomerzementen.

Verzerrungsrisiko. Es lagen systematische Reviews mit kritisch niedriger Qualität [42-46], niedriger Qualität [39, 41, 47] und moderater Qualität [40, 107] (AMSTAR-2) vor. Im Cochrane Risk of Bias Assessment Tool, welches bei 5 der Reviews angewendet wurde, zeigte sich für die in die Reviews eingeschlossenen Studien ein unklares bis erhöhtes Risiko für einen Bias. Insgesamt wird die verfügbare Evidenz als ausschlaggebend für die Entscheidungsfindung eingestuft. In Bezug auf den Materialvergleich Komposit vs. Glasionomerzement/modifiziertem Glasionomerzement lagen ausreichend Daten zur Bewertung vor. In Bezug auf die bei den Kompositen untersuchten Protokolle zur Adhäsivtechnik waren die Daten der einzelnen Studien inkonsistent, was den Materialvergleich Komposit vs. Glasionomerzement/modifiziertem Glasionomerzement beeinflussen könnte. Für den Materialvergleich Komposit vs. Kompomer und Komposit vs. Ormocer lassen sich sehr schwerwiegende bis schwerwiegende Risiken für einen Bias bei niedriger Datenlage feststellen.

Klinische Relevanz und Effektgröße. Die Überlebensraten von direkten Kompositrestaurationen der Klasse V sind in Langzeitbeobachtungen (12 Monate bis 13 Jahre) als hoch bzw. die jährlichen Fehlerraten als gering zu bewerten. Signifikante Unterschiede zwischen den Materialgruppen Komposit und Glasionomerzemente/modifizierte Glasionomerzemente lassen sich für den Parameter Retention feststellen. Dies ist unter anderem dem kritischen Faktor der absoluten und/oder relativen Trockenlegung/Kontaminationskontrolle sowie der Wahl des Adhäsivsystems, respektive einer korrekten Durchführung der Adhäsivtechnik, geschuldet. Es wurden nicht bei allen systematischen Reviews, die in die Bewertung eingeflossen sind, die verschiedenen Adhäsivprotokolle betrachtet, was jedoch für das Langzeitüberleben der Klasse-V-Restaurationen ausschlaggebend sein könnte. Da es hohe Variationen vor allem im Bereich der Adhäsivtechnik unter den Studien gibt, könnten durch die Weiterentwicklung der Adhäsivsysteme möglicherweise Effektänderungen auftreten. In den übrigen klinischen Qualitätsparametern marginale Adaptation, anatomische Form Oberflächentextur und -beschaffenheit sowie Sekundärkaries schneiden Komposite ebenso gut ab wie Glasionomerzemente/modifizierte Glasionomerzemente. Zudem sei angemerkt, dass bei ausgedehnten Defekten der Klasse V bei lasttragenden Zähnen Komposite zur Stabilisierung möglicherweise vorteilhafter sein könnten. Wenn andere Komparatoren als

Glasionomerezemente/modifizierte Glasionomerezemente eingesetzt wurden, zeigten sich für die konventionellen Komposite gleiche oder bessere Retentionsraten, bzw. niedrigere jährliche Fehlerraten. Da hier jedoch vergleichsweise wenige Daten vorlagen könnten Weiterentwicklungen im Materialsektor zukünftig weitere Effektänderungen bedingen.

Nutzen-Schaden-Abwägung. Die Nutzen-Schaden-Abwägung für die Verwendung von Kompositen zur Restauration von Klasse-V-Defekten basiert auf evidenten hohen Überlebensraten und guter bis exzellenter klinischer Qualität der Restaurationen bei substanzschonender Vorgehensweise.

6.6 Kariesexkavation

6.6.1 Einleitung

Bei der Kariesexkavation (Kariesentfernung) handelt es sich um den Prozess der Entfernung des kariösen Gewebes; es werden zwei grundlegende Arten der Kariesexkavation unterschieden: Die non-selektive und die selektive Exkavation. Die non-selektive Kariesexkavation bezeichnet die angestrebt vollständige Entfernung jeglichen kariös veränderten Gewebes bis zur harten (gesunden) Zahnhartsubstanz in der gesamten Kavität. Im Gegensatz dazu wird bei der selektiven Kariesexkavation in pulpanahen Kavitätenarealen die kariös veränderte Zahnhartsubstanz nicht oder nur teilweise entfernt während in anderen peripheren Kavitätenbereichen bis zur harten (gesunden) Zahnhartsubstanz entfernt wird. Ziel hierbei ist, eine Exposition der Pulpa zu vermeiden. Bei der selektiven Exkavation wird demnach die optimale Haftfläche der Kompositrestauration möglicherweise reduziert und stattdessen das Pulpaüberleben priorisiert.

6.6.2 Literatursuche und -bewertung

Für die umfassende Suchstrategie wurden zwei elektronische Datenbanken (MEDLINE sowie die Cochrane Bibliothek) durchsucht, siehe Evidenzbericht im Anhang für Details zur Suchstrategie und Ergebnissen. Eine systematische Evidenzbewertung erfolgte nicht, daher handelt es sich im Folgenden um konsensbasierte Empfehlungen.

6.6.3 Konsensbasierte Empfehlung 14

Kapitel 6.3.3 Konsensbasierte Empfehlung 14 (neu 2024)	
Sowohl selektive als auch non-selektive Kariesexkavationsverfahren können eingesetzt werden. Bei pulpanahen Dentinläsionen sollte eine einzeitige selektive Kariesentfernung der schrittweisen oder non-selektiven Kariesentfernung vorgezogen werden. Abstimmung: 16/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	Starker Konsens
Weiterführende Literatur: Barros et al. 2020 [49], Hoefler et al. 2016 [50], Li et al. 2018 [51], Schwendicke et al. 2013 [52], Schwendicke et al. 2013 [53], Schwendicke et al. 2021 [54]	

6.6.4 Hintergrundtext

Intervention. Die Kariesexkavation stellt die Grundlage für die anschließende restaurative Versorgung dar. Während beim non-selektiven Vorgehen die gesamte kariös veränderte Zahnhartsubstanz bis ins harte Dentin entfernt wird, ist das Vorgehen bei der selektiven Kariesentfernung differenziert in Abhängigkeit vom Risiko der Pulpaeröffnung. Die Kariesentfernung kann darüber hinaus auch schrittweise erfolgen. Ziel der Kariesexkavation ist vor allem die Vitalerhaltung der Pulpa sowie die Gewährleistung der Langzeitstabilität der sich anschließenden Restauration.

Verfügbare Evidenz. Die Studie von Barros et al. 2020 [49] untersuchte verschiedene Techniken zur Entfernung von Karies in bleibenden Zähnen und verglich selektive, schrittweise und non-selektive Entfernungsmethoden. Die Ergebnisse zeigten, dass die selektive Exkavation zu einer höheren Erfolgsrate bei der Erhaltung der Pulpagesundheit führte und ein geringeres Risiko für Komplikationen

aufwies. Die systematische Übersichtsarbeit von Hoefler et al. 2016 [50] verglich die Langzeitüberlebens- und Vitalitätsergebnisse von permanenten Zähnen mit tiefen Dentinkariesläsionen, die mit selektiver Kariesentfernung oder schrittweiser Kariesentfernung behandelt wurden. Die Ergebnisse zeigten nach zwei Jahren keine Unterschiede im Hinblick auf den Restaurationserfolg und bei allen fünf eingeschlossenen Studien eine Überlegenheit des selektiven Vorgehens bei der klinischen Pulpasensibilität. Die Meta-Analyse von Li et al. 2018 [51] verglich selektive und non-selektive Kariesentfernungsverfahren. Die Ergebnisse zeigten keine signifikanten Unterschiede im Risiko vom Pulpasymptomen zwischen den beiden Methoden, allerdings eine signifikante Reduktion von Pulpaeröffnungen beim selektiven Vorgehen. Die beiden systematischen Übersichtsarbeiten von Schwendicke et al. aus dem Jahr 2013 [52, 53] untersuchten die selektive oder schrittweise Kariesentfernung im Vergleich zur non-selektiven Kariesentfernung. Die Ergebnisse zeigten, dass die selektive oder schrittweise Kariesentfernung ein geringeres Risiko für Pulpaexposition und pulpale Symptome aufwies. Die Autoren schlussfolgerten, dass die selektive oder schrittweise Kariesentfernung im Vergleich zur non-selektiven Entfernung vorteilhaft sein kann, insbesondere wenn die kariöse Läsion nahe an der Pulpa liegt. Beim Vergleich des selektiven Verfahrens mit dem schrittweisen Verfahren wurde ein signifikant geringeres Risiko des Versagens für Zähne nach einzeitiger selektiver Entfernung gefunden. Die Cochrane-Übersichtsarbeit von Schwendicke et al. 2021 [54] zeigt, dass Behandlungsmethoden wie die selektive oder schrittweise Entfernung von kariösem Gewebe bei der Behandlung von tiefen kariösen Läsionen in bleibenden Zähnen bessere Ergebnisse erzielen können als die konventionelle non-selektive Behandlung. Die Qualität der Evidenz für die meisten Vergleiche wurde jedoch als niedrig oder sehr niedrig eingestuft.

Zusammenfassend zeigen die Studien, dass sowohl selektive als auch non-selektive Kariesentfernungsverfahren grundsätzlich erfolgreich sein können. Die selektive Entfernung von kariös veränderter Zahnhartsubstanz scheint jedoch Vorteile bei der Erhaltung der Pulpagesundheit bei tiefen Läsionen zu bieten.

6.7 Kontaminationskontrolle

6.7.1 Einleitung

Die adäquate Kontaminationskontrolle (früher: Trockenlegung) des Arbeitsfeldes spielt ebenfalls eine bedeutende Rolle bei der erfolgreichen Durchführung von Kompositrestaurationen. Sie hat das Ziel, das Behandlungsareal so vorzubereiten und während der Restaurationsherstellung zu isolieren, dass optimales und kontaminationsfreies Arbeiten möglich ist und damit eine hohe Langzeitstabilität der Kompositrestauration erreicht wird. Im Folgenden werden die maßgeblichen Gründe für die Unverzichtbarkeit der Kontaminationskontrolle des Arbeitsfeldes erläutert:

- Haftung: Um einen nachhaltigen Verbund zwischen Komposit und Zahn zu erzielen, bedarf es einer kontaminationsfreien Oberfläche des Zahns. Die Präsenz von Verunreinigungen und starker Feuchtigkeit kann die Adhäsion und somit das Haftungsverhalten der Restauration am Zahn beeinträchtigen.
- Ästhetik: Kompositrestaurationen werden häufig im ästhetisch relevanten Bereich eingesetzt, um ein natürliches Erscheinungsbild zu imitieren. Falls das Arbeitsfeld nicht hinreichend kontaminationsfrei bei der Applikation der Restauration war, können in Bereichen ohne adäquaten Verbund Verfärbungen entstehen. Dies kann das ästhetische Erscheinungsbild der Restauration beeinträchtigen.
- Polymerisation: Die Aushärtung des Komposits erfolgt mittels Polymerisation. Die Präsenz von Feuchtigkeit kann jedoch die Polymerisationsreaktion stören und zu Inhomogenitäten im Komposit führen.

Um eine effektive Kontaminationskontrolle des Arbeitsfeldes zu erreichen, werden verschiedene Techniken und Hilfsmittel angewendet. Dazu gehören die Anwendung eines Kofferdams („absolute Trockenlegung“), Absaugung, spezielle Trockenlegungsmaterialien wie Watterollen, Trockenlegungssysteme oder -pasten sowie der präzise Einsatz von Lufttrocknung („relative Trockenlegung“).

6.7.2 Literatursuche und -bewertung

Für die umfassende Suchstrategie wurden zwei elektronische Datenbanken (MEDLINE sowie die Cochrane Bibliothek) durchsucht, siehe Evidenzbericht im Anhang für Details zur Suchstrategie und Ergebnissen. Eine systematische Evidenzbewertung erfolgte nicht, daher handelt es sich im Folgenden um konsensbasierte Empfehlungen.

6.7.3 Konsensbasierte Empfehlung 15

Kapitel 6.7.3 Konsensbasierte Empfehlung 15 (neu 2024)	
Sowohl eine relative als auch eine absolute Trockenlegung können erfolgreich zur Kontaminationskontrolle bei direkten Kompositrestaurationen an bleibenden Zähnen eingesetzt werden. Eine Kontaminationskontrolle mit Kofferdam (absolute Trockenlegung) könnte sich langfristig positiv auf die Lebensdauer der Restaurationen auswirken. Abstimmung: 16/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	Starker Konsens
Weiterführende Literatur: Brunthaler et al. 2003 [55], Cajazeira et al. 2014 [56], Daudt et al. 2013 [57], Loguercio et al. 2015 [58], Mahn et al. 2015 [59], Miao et al. 2021 [60], Raskin et al. 2000 [61], Sabbagh et al. 2017 [62], Smales et al. 1992 [63], Wang et al. 2016 [64]	

6.7.4 Hintergrundtext

Intervention. Eine wichtige Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz von Kompositrestaurationen ist eine Kontaminationskontrolle (Trockenlegung) des Behandlungsbereichs. Dies bezieht sich auf das Trockenlegen des Zahns oder des Behandlungsbereichs, um eine optimale Adhäsion, Ästhetik und Lebensdauer der Kompositrestaurationen sicherzustellen.

Verfügbare Evidenz. Die Studie von Brunthaler et al. 2003 [101] ist eine Übersichtsarbeit über prospektive Studien zur klinischen Qualität von direkten Kompositrestaurationen im Seitenzahnbereich. Es wurde festgestellt, dass die Isolationsmethode des Operationsfeldes (Kofferdam oder Watterollen) keinen signifikanten Einfluss hatte.

Die Studie von Cajazeira et al. 2014 [56] ist eine systematische Übersichtsarbeit, die ebenfalls den Einfluss der Isolationstechnik des Operationsfeldes auf die Haltbarkeit von Restaurationen mit zahnfarbenen Materialien untersucht hat. Es wurde festgestellt, dass bei den eingeschlossenen Studien zu Kompositrestaurationen von 1999 der Einsatz von Kofferdam im Vergleich zu Watte-/Speichelsauger-Isolation keinen signifikanten Einfluss auf die Haltbarkeit der Restaurationen hatte. Über den zehnjährigen Beobachtungszeitraum konnten besonders in der Kofferdamgruppe viele Restaurationen nicht nachuntersucht werden.

Die Studie von Daudt et al. 2013 [57] untersuchte über 12 Monate den Einfluss verschiedener Adhäsivstrategien und Isolationstechniken (absolut oder relativ) auf die klinische Qualität von Restaurationen bei nicht-kariösen zervikalen Läsionen (NCCLs). Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Isolationstechniken oder Adhäsivstrategien hinsichtlich der Retention festgestellt werden.

Die 18-Monats-Studie von Loguercio et al. 2015 [58] verglich die Verwendung von Kofferdam mit Watte-/Faden-Isolation bei der Restauration von NCCLs hinsichtlich der Retentionsraten, der Gingivaschäden und der Patientenpräferenzen. Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Isolationstechniken festgestellt.

Die Meta-Analyse von Mahn et al. 2015 [43] untersuchte u.a. den Einfluss der relativen und absoluten Trockenlegung auf die Retention von zahnfarbenen zervikalen Restaurationen. Es wurde festgestellt,

dass Restaurationen, die unter Verwendung von Kofferdam platziert wurden, eine signifikant höhere Retentionsrate aufwiesen. Des Weiteren war der klinische Index (CI), der sich aus der Retentionsrate, marginalen Verfärbungen und marginaler Integrität zusammensetzt, beim Kofferdameinsatz signifikant besser.

Die Cochrane-Übersichtsarbeit von Miao et al. 2021 [60] (Update von Wang et al. 2016 [64]) verglich die Verwendung von Kofferdam mit anderen Isolationstechniken bei dentalen Restaurationen. Es wurde festgestellt, dass der Einsatz von Kofferdam einen Vorteil bei NCCLs oder Restaurationen bei Kindern ab einem Zeitraum von 24 Monaten darstellen könnte, die Evidenzlage war jedoch gering.

Eine zehnjährige klinische Untersuchung (Raskin et al., 2000 [61]) ergab keine signifikanten Unterschiede in der klinischen Leistung von Restaurationen, die mit Kofferdam oder Watterollen isoliert wurden. Beide Isolationsmethoden wurden von einem Behandler angewendet und führten zu zufriedenstellenden Ergebnissen.

Eine weitere Studie (Sabbagh et al., 2017 [62]) zeigte keine signifikanten Unterschiede in der klinischen Qualität von mit Kofferdam oder Watterollen isolierten kleinen Klasse-I-Restaurationen bei Kindern.

Die Studie von Smales 1992 [63] ergab, dass sowohl Kofferdam als auch Watterollen zu ähnlichen klinischen Ergebnissen bei Komposit-Restaurationen primär im Frontzahnbereich (Klassen III und V) führten, die ohne Adhäsivsystem mit einem Mikrofüller-Komposit appliziert wurden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die vorliegenden Studien zur Isolationsmethode des Operationsfeldes häufig keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die Haltbarkeit der Restaurationen zeigten. In einigen Untersuchungen mit teilweise längeren Beobachtungszeiten zeigte die Verwendung von Kofferdam einen Vorteil.

6.8 Matrizentechnik

6.8.1 Einleitung

Auch die Matrizentechnik ist Teil der Trockenlegung. Des Weiteren ist die Verwendung einer geeigneten Matrizentechnik von entscheidender Bedeutung, um eine adäquate Gestaltung und Kontur der Restauration zu gewährleisten, sowie approximale Kontaktpunkte zu gestalten. Verschiedene Arten der Matrizentechnik können je nach klinischer Situation und Zahnposition ausgewählt werden. Es werden eine Reihe von Materialien, Formen und Matrizentechniken unterschieden:

- Kunststoff- vs. Metallmatrizen: Kunststoffmatrizen bestehen in der Regel aus einem flexiblen Kunststoffmaterial. Die Lichtpolymerisation kann aufgrund der Transparenz durch die Matrizentechnik hindurch erfolgen. Im Gegensatz zu Metallmatrizen besitzen sie jedoch eine geringere Stabilität und eine höhere Schichtdicke. Metallmatrizen sind in verschiedenen Formen erhältlich (flexibel vs. bleitot).
- Anatomische vs. gerade Matrizen: Anatomische Matrizen sind so gestaltet, dass sie die natürliche Zahnform und -kontur nachahmen. Dadurch ermöglichen sie eine präzise Formgebung und Konturierung der Kompositrestauration, um eine ästhetisch ansprechende und natürliche Zahnform wiederherzustellen.
- Zirkuläre Matrizentechnik: Die zirkuläre Matrizentechnik verwendet ein dünnes Matrizenband, das um den Zahn gewickelt wird, um eine präzise Begrenzung des Restaurationsbereichs zu erreichen. Das Matrizenband wird in der Regel mit einer Klammer oder einer speziellen Klemme fixiert, zusätzlich können Keile Verwendung finden.
- Teilmatrizentechnik: Bei der Teilmatrizentechnik wird nicht der gesamte Zahn umfasst, sondern in der Regel nur der approximale Bereich. Die Matrizentechnik wird so platziert, dass sie den zu restaurierenden Bereich abdeckt und eine präzise Begrenzung ermöglicht. Je nach Bedarf kann die Matrizentechnik mit einem Ring, einem Keil oder adhäsiv befestigt werden (oder eine Kombination mehrerer Methoden), um eine stabile Positionierung während der Restauration zu gewährleisten.

6.8.2 Literatursuche und -bewertung

Für die umfassende Suchstrategie wurden zwei elektronische Datenbanken (MEDLINE sowie die Cochrane Bibliothek) durchsucht, siehe Evidenzbericht im Anhang für Details zur Suchstrategie und Ergebnissen. Eine systematische Evidenzbewertung erfolgte nicht, daher handelt es sich im Folgenden um konsensbasierte Empfehlungen.

6.8.3 Konsensbasierte Empfehlung 16

Kapitel 6.8.3 Konsensbasierte Empfehlung 16 (neu 2024)	
Sowohl Metall- als auch Kunststoffmatrizen können zur suffizienten Approximalkontaktgestaltung verwendet werden. Abstimmung: 16/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	Starker Konsens
Weiterführende Literatur: Cenci et al. 2007 [65], Demarco et al. 2007 [66], Demarco et al. 2010 [67], Prakki et al. 2003 [68]	

6.8.4 Hintergrundtext

Intervention. Die Verwendung einer geeigneten Matrizentechnik ist von entscheidender Wichtigkeit, um eine adäquate Passform und Kontur der Restauration zu gewährleisten, sowie einen zufriedenstellenden Kontaktpunkt zu gestalten.

Bei der Verwendung von Kunststoffmatrizen für Kompositrestaurationen gibt es verschiedene Vorteile. Kunststoffmatrizen sind flexibel und zudem häufig einfach zu platzieren. Ferner besteht ein geringeres Verletzungsrisiko für das Weichgewebe, da Kunststoffmatrizen weicher und weniger starr sind. Darüber hinaus ermöglichen sie eine gute Sichtbarkeit während der Restauration, sowie eine einfachere Polymerisation, da sie transluzent sind. Es gibt jedoch auch einige Nachteile von Kunststoffmatrizen. Sie können sich während der Anwendung verformen, insbesondere bei größeren Kavitäten oder wenn hoher Druck ausgeübt wird. Zudem können Kunststoffmatrizen aufgrund ihrer Flexibilität und ihrer höheren Schichtstärke manchmal Schwierigkeiten bereiten, um eine gute Kontaktpunktanatomie zu erreichen, insbesondere in schwer zugänglichen Bereichen.

Einer der Vorteile von Metallmatrizen ist ihre hohe Stabilität, da sie widerstandsfähiger gegen Verformungen oder Brüche während der Anwendung sind (cave: Bleitote Matrizen sind ebenfalls leicht und irreversibel verformbar!). Zudem weisen sie eine geringere Schichtstärke auf. Auf der anderen Seite können Metallmatrizen auch einige Nachteile haben. Da sie undurchsichtig sind, erschwert dies die Sichtbarkeit des Arbeitsbereichs während der Restauration, sowie die Polymerisation. Die Starrheit von Metallmatrizen birgt ein erhöhtes Verletzungsrisiko für das Weichgewebe, wenn sie nicht ordnungsgemäß platziert oder entfernt werden.

Verfügbare Evidenz. Die Studie von Cenci et al. aus dem Jahr 2007 [65] verglich die klinische Qualität von Klasse-II-Kompositrestaurationen über 12 Monate, die mit Metallmatrizen und Holzkeilen sowie Kunststoffmatrizen und Lichtkeilen durchgeführt wurden. Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Matrizensystemen festgestellt. Allerdings zeigte sich nach 12 Monaten eine Zunahme der marginalen Verfärbung und Adaptation in allen Gruppen. In der Nachfolgepublikation von Demarco et al. 2007 [66] zur Untersuchung von Cenci et al. (s.o.) wurden die mit Metall- und Kunststoffmatrizen erstellten Kompositrestaurationen nach 2 Jahren bewertet. Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Matrizensystemen festgestellt. Die Nachuntersuchung nach 4 Jahren (Demarco et al., 2011 [67]) stellte ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den Matrizensystemen festgestellt. Sowohl bei den metallischen als auch bei den transluzenten Matrizen nahm die Qualität der marginalen Adaptation, der marginalen Verfärbung und der Oberflächenbeschaffenheit ab.

Prakki et al. 2004 [68] untersuchten den Einfluss der Matrizentechnik (Metall- und Polyester-Matrizen) sowie zwei verschiedenen Restaurationstechniken auf die Qualität der erzeugten Approximalkontakte bei Klasse-II-Restaurationen. Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Matrizentypen und -techniken festgestellt.

Zusammenfassend zeigen diese beiden Studien, dass sowohl mit Metall- als auch mit Kunststoffmatrizen adäquate Approximalkontakte herzustellen sind und sich mit zunehmender Liegezeit der Restaurationen unabhängig vom Matrizensystem die marginale Adaptation verschlechtert und Verfärbungen zunehmen. Die Wahl zwischen Kunststoffmatrizen und

Metallmatrizen hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie zum Beispiel der Art der Restauration, der Lage im Gebiss, der individuellen Präferenz des Zahnarztes und der klinischen Erfahrung. Eine sorgfältige Abwägung der Vor- und Nachteile ist daher wichtig, um die am besten geeignete Matrizentechnik für jede spezifische Situation zu wählen.

6.8.5 Konsensbasierte Empfehlung 17

Kapitel 6.8.5 Konsensbasierte Empfehlung 17 (neu 2024)	
Zur optimalen Kontaktpunktgestaltung und Überschussvermeidung sollte für Klasse-II-Restaurationen eine anatomisch vorgeformte Teilmatrize in Kombination mit einem Keil und Ringsystem bevorzugt werden. Abstimmung: 16/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	Starker Konsens
Weiterführende Literatur: Kampouropoulos et al. 2010 [69], Loomans et al. 2006 [70], Loomans et al. 2008 [71], Loomans et al. 2009 [72], Saber et al. 2010 [73], Saber et al. 2011 [74]	

6.8.6 Hintergrundtext

Intervention. Siehe vorheriger Abschnitt.

Verfügbare Evidenz. In der systematischen Literatursuche konnten keine in vivo Studien mit dieser Fragestellung identifiziert werden (siehe Evidenzbericht). Der Mangel oder das Fehlen von Evidenz aus klinischen Studien bedeuten jedoch nicht, dass es wohlmöglich keine Unterschiede in den Matrizensystemen gibt. In einer Reihe von in-vitro Studien konnte bis dato Unterschiede festgestellt werden.

In der Studie von Kampouropoulos et al. 2010 [69] wurde der Einfluss verschiedener Matrizentypen auf den approximalen Kontakt bei Klasse-II-Kompositrestaurationen untersucht. Es wurden verschiedene Matrizen (z.B. umlaufende gerade Metallmatrize, vorkonturierte umlaufende Metallmatrize, vorkonturierte Teilmatrize) verwendet, um die approximale Kontaktfläche in den Restaurationen zu rekonstruieren. Die vorkonturierte Teilmatrize wies den engsten Kontakt mit der größten Kontaktlänge auf.

Die Studie von Loomans et al. 2006 [70] verglich die Approximalkontaktstärke bei der Platzierung von Seitenzahn-Kompositrestaurationen mit zirkulären Matrizen und Teilmatrizen in einem In-vitro-Modell. Es wurde festgestellt, dass die Verwendung von Teilmatrizen in Kombination mit Trennringen zu engeren Approximalkontakten führte als die Verwendung von umlaufenden Systemen. Die folgende Studie von Loomans et al. 2008 [71] verglich die Bruchfestigkeit der Randleisten von Klasse-II-Kompositrestaurationen, die mit geraden oder konturierten Matrizen und Kompositen mit unterschiedlichem Elastizitätsmodul durchgeführt wurden. Die Verwendung von konturierten Matrizen führte zu signifikant stabileren Randleisten im Vergleich zu geraden Matrizen. Die Studie von Loomans et al. aus dem Jahr 2009 [72] verglich marginale Überschüsse bei Klasse-II-Kompositrestaurationen bei verschiedenen Matrizensystemen. Die Verwendung von umlaufenden Matrizen sowie von Teilmatrizen mit Keil und Ringsystem führte zu den geringsten Überschüssen.

Die Studien von Saber et al. 2010 und 2011 [73, 74] verglichen ebenfalls die Approximalkontaktfestigkeit von Klasse-II-Kompositrestaurationen, die mit verschiedenen

Matrizentechniken durchgeführt wurden. Die Verwendung von Teilmatrizen mit Trennringen führte zu überlegenen Kontakten im Vergleich zu anderen Techniken.

Zusammenfassend zeigen diese Studien, dass die Wahl des Matrizensystems einen Einfluss auf verschiedene Aspekte von Klasse-II-Kompositrestaurationen haben kann. Konturierte Matrizen sind in-vitro wirksamer bei der Rekonstruktion des Approximalkontaktes und führen zu stabileren Randleisten im Vergleich zu geraden Matrizen. Die Verwendung von Teilmatrizen in Kombination mit Trennringen kann zu strafferen Approximalkontakten führen. Diese Studienergebnisse beschränken sich jedoch auf die Klasse-II-Restauration im Seitenzahnbereich.

6.9 Adhäsivtechnik

6.9.1 Einleitung

Komposite müssen aufgrund ihrer systemimmanenten Schrumpfung adhäsiv an den Zahnhartsubstanzen verankert werden. Dafür existieren unterschiedliche, einer longitudinalen Evolution unterworfenen Strategien, von 3-Schritt-Etch-and-Rinse-Systemen (3ER) zu 2-Schritt-Etch-and-Rinse-Systemen (2ER), 2-Schritt-Self-Etch-Systemen (2SE) bis zu 1-Schritt-Self-Etch-Systemen (1SE) und deren Weiterentwicklung, den Universaladhäsiven (UA). Es galt herauszuarbeiten, ob aufgrund der verfügbaren Evidenz einer oder mehrerer Adhäsivstrategien klinisch der Vorzug zu geben ist.

6.9.2 Literatursuche und -bewertung

Für die umfassende Suchstrategie wurden zwei elektronische Datenbanken (MEDLINE sowie die Cochrane Bibliothek) durchsucht, siehe Evidenzbericht im Anhang für Details zur Suchstrategie und Ergebnissen. Eine systematische Evidenzbewertung erfolgte nicht, daher handelt es sich im Folgenden um konsensbasierte Empfehlungen.

6.9.3 Konsensbasierte Empfehlung 18

Kapitel 6.9.3 Konsensbasierte Empfehlung 18 (neu 2024)	
Zur langfristigen Verbesserung der Schmelzrandqualität und Vermeidung von Randverfärbungen sollte der Schmelz bei allen direkten Kompositrestaurationen mit Phosphorsäure geätzt werden. Abstimmung: 16/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	Starker Konsens
Weiterführende Literatur: Askar et al. 2021 [75], Krithikadatta et al. 2010 [76], Mahn et al. 2015 [59], Szesz et al. 2016 [77]	

6.9.4 Konsensbasierte Empfehlung 19

Kapitel 6.9.4 Konsensbasierte Empfehlung 19 (neu 2024)	
2-Schritt-Self-Etch-, 3-Schritt-Etch-and-Rinse-Adhäsivsysteme oder Universaladhäsive sollten für direkte Kompositrestaurationen bevorzugt werden. Abstimmung: 16/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	Starker Konsens
Weiterführende Literatur: Peumans et al. 2005 [78], Schwendicke et al. 2016 [79], De Assis et al. 2020 [80]	

6.9.5 Hintergrundtext

Intervention. Direkte Kompositrestaurationen werden mit lichthärtenden Adhäsivsystemen klebend an Schmelz und Dentin verankert. Traditionell ist für die Schmelzkonditionierung die Phosphorsäure das Mittel der Wahl, es ist jedoch klinisch schwierig, eine exakt auf den Schmelz limitierte Ätzung durchzuführen. Daher ist mit kleiner werdender Kavitätengröße im Falle der Verwendung von Phosphorsäure das Etch-and-rinse-Verfahren auch für Dentin wahrscheinlich. Alternative wäre das komplette Weglassen der Phosphorsäure wie bei 2-Schritt-Self-Etch und 1-Schritt-Self-Etch Systemen.

Ein des Weiteren zu erörternder Aspekt ist die Präsenz eines hydrophoben Bonding Agents bei 3-Schritt-Etch-and-Rinse und 2-Schritt-Self-Etch Adhäsiven, was oft als Durabilitätspromotor im Dentin diskutiert wurde.

Verfügbare Evidenz. Die eingehende Bewertung der verfügbaren Evidenz führt zu sehr limitierten Erkenntnissen. 2-Schritt-Self-Etch und 3-Schritt-Etch-and-Rinse Adhäsivsysteme zeigen in älteren Studien leichte Vorteile bei der Dauerhaftigkeit und Sekundärkariesresistenz von Kompositrestaurationen. Universaladhäsive zeigen ähnliche Ergebnisse. Bei der Bewertung der Schmelzhaftung zeigen sich hingegen klare Vorteile für die Phosphorsäureätzung, da im Vergleich zu 2SE und 1SE Adhäsiven zumindest Randverfärbungen damit reduziert werden.

6.10 Lichtpolymerisation

6.10.1 Einleitung

Die überwältigende Mehrheit der heute verwendeten Kompositmaterialien sind rein lichthärtend. Es gilt als gesichert, dass neben der Kontamination des Arbeitsfeldes die Lichthärtung die größte Fehlerquelle im klinischen Protokoll darstellt, da sich im Handling, aber auch in der Hardware multiple Fehlermöglichkeiten finden lassen.

Neben der korrekten Ausführung stehen jedoch zwei weitere Kernfragen im Raum:

1. Lassen sich Bulk-Fill-Komposite bis zu ihrer vom Hersteller versprochenen Durchhärtetiefe polymerisieren?
2. Welche Leistungscharakteristika muss ein effektives Polymerisationsgerät mitbringen, um – korrektes Handling vorausgesetzt - klinisch zuverlässig zu funktionieren?

6.10.2 Literatursuche und -bewertung

Für die umfassende Suchstrategie wurden zwei elektronische Datenbanken (MEDLINE sowie die Cochrane Bibliothek) durchsucht, siehe Evidenzbericht im Anhang für Details zur Suchstrategie und Ergebnissen. Eine systematische Evidenzbewertung erfolgte nicht, daher handelt es sich im Folgenden um konsensbasierte Empfehlungen.

6.10.3 Statement 1

Kapitel 6.10.3 Konsensbasiertes Statement 1 (neu 2024)	
Lichtpolymerisation ist ein entscheidender Faktor für den klinischen Erfolg von Kompositrestaurationen. Relevant sind hierbei die korrekte Handhabung (z.B. Polymerisationsrichtung, Abstand, Durchmesser des Lichtkegels), die eingebrachte Energie (Leistung x Zeit) und die Opazität und Farbe des Komposits. Abstimmung: 17/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	Starker Konsens
Weiterführende Literatur: Lima et al. 2015 [81], Cerruti et al. 2020 [82]	

6.10.4 Statement 2

Kapitel 6.10.4 Konsensbasiertes Statement 2 (neu 2024)	
Bulk-Fill-Komposite können bis zu einer Tiefe von 4 mm mit Polymerisationsgeräten entsprechender Leistung sicher auspolymerisiert werden. Abstimmung: 17/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	Starker Konsens
Weiterführende Literatur: Lima et al. 2015 [81]	

6.10.5 Hintergrundtext

Intervention. Die Lichtpolymerisation ist ein fundamentaler Aspekt jeder Kompositrestauration. Ohne effektive Lichthärtung ist ein klinischer Erfolg nicht zu erreichen. Wie in der Einleitung beschrieben, findet die Polymerisation im Mund des Patienten jedoch nicht standardisiert statt und die Liste der Fehlerquellen ist lang. Daher können sich die Aussagen in diesem Kapitel lediglich auf standardisierte Protokolle sowie auf weniger standardisierte klinische Studien stützen.

Verfügbare Evidenz. Die Grundproblematiken der in die Literaturliteraturbewertung eingeschlossenen Studien zu o.g. Thema sind:

- In-vitro- und In-vivo-Studien unterscheiden sich grundlegend in der Standardisierung der zu polymerisierenden Schichtstärken des Füllungsmaterials. In vivo sind Kavitäten nur theoretisch und unter Körperverletzung standardisierbar, das heißt, keine Kavität ist standardisierbar, somit gibt es immer flachere und tiefere Anteile. Dem kann weder eine In-vitro-Untersuchung noch ein systematisches Review von In-vitro-Studien Rechnung tragen.
- Ältere Studien liefern teilweise gute Langzeitresultate, wurden aber zumeist mit Materialien und Polymerisationsgeräten (z.B. UV-Lampen) durchgeführt, die auf dem Markt seit langer Zeit gar nicht mehr verfügbar sind. Diese Studien bringen daher nur prinzipielle Erkenntnisse ohne definitiven klinischen Bezug zur Gegenwart.
- Aufgrund der Weiterentwicklung der Leistungsfähigkeit von Polymerisationsgeräten besteht das longitudinale Problem, dass Geräte, die vor 20 Jahren als "High-Power-Lampen" klassifiziert wurden, heute als Standardgeräte verkauft würden, falls sie noch verfügbar wären. Das bedeutet, dass die damals untersuchten Gruppen unter heutigen Bedingungen nicht mehr existieren würden und dass man diese Studien heute anders klassifizieren würde. Konkret: ein Polymerisationsgerät mit "normaler" Leistung aus dem Jahr 2003 würde heute, 20 Jahre später, als "unakzeptabel schwach" eingestuft werden.

Als gesicherte Information kann man daher in diesem Aspekt lediglich festhalten:

- Bulk-Fill-Komposite können mit einer leistungsstarken Polymerisationslampe bis zu einer Schichtstärke von 4 mm sicher durchgehärtet werden.
- Polywave-Lampen zeigen nur bei zusätzlichen alternativen Initiatorsystemen einen potenziellen Vorteil bei der Lichthärtung.
- Der heutige Standard der Lichtleistung vom 1000-1500 mW/cm² ist klinisch gut geeignet, um bei korrekter Handhabung Komposit im Mund zu polymerisieren.

6.11 Politur und Ausarbeitung

6.11.1 Einleitung

Es ist klinischer Standard, Kompositrestaurationen auszuarbeiten und zu polieren. Dabei wird zunächst die anatomische Kontur fertiggestellt, da Restaurationen nach dem Legen häufig überkontouriert sind und im Seitenzahnbereich die Okklusion adjustiert werden muss. Danach erfolgt die Politur, um die Oberfläche für den Patienten möglichst angenehm glatt zu gestalten und um die Plaqueakkumulation so gering wie möglich zu halten.

6.11.2 Literatursuche und -bewertung

Für die umfassende Suchstrategie wurden zwei elektronische Datenbanken (MEDLINE sowie die Cochrane Bibliothek) durchsucht, siehe Evidenzbericht im Anhang für Details zur Suchstrategie und Ergebnissen. Eine systematische Evidenzbewertung erfolgte nicht, daher handelt es sich im Folgenden um konsensbasierte Empfehlungen.

6.11.3 Konsensbasierte Empfehlung 20

Kapitel 6.11.3 Konsensbasierte Empfehlung 20 (neu 2024)	
Zur Oberflächenvergütung und Reduktion der Plaqueanlagerung sollte eine Politur der Kompositrestauration erfolgen. Abstimmung: 16/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	Starker Konsens
Weiterführende Literatur: Jung et al. 2005[83], Nassar et al. 2014 [84]	

6.11.4 Hintergrundtext

Intervention. Es ist klinischer Standard, Kompositrestaurationen zu polieren. Die Politur fördert die Akzeptanz beim Patienten, reduziert die Oberflächenrauigkeit und somit die Plaqueanlagerung und wirkt sich positiv auf die Abrasionsresistenz aus. Dies sind alles jedoch initiale Beobachtungen, die mit der Zeit verschwinden, da die Glanzretention meist limitiert ist.

Verfügbare Evidenz. Die verfügbare Evidenz zur Effektivität der Politur von Kompositrestaurationen ist äußerst begrenzt. In der Studie von Nassar et al. [84] wurde zwar die gingivale Reaktion auf polierte Oberflächen von Klasse-V-Kompositrestaurationen untersucht, jedoch ist diese lediglich in direktem Kontakt mit der Gingiva von Relevanz. In diesem Bereich sind viele Poliersysteme, wie beispielsweise Polierscheiben, entweder nicht effektiv einsetzbar oder können die Integrität der angrenzenden Gingiva gefährden. Weiterhin erlaubt die genannte Studie kaum valide Schlussfolgerungen bezüglich des Einflusses der Politur auf gingivale Parameter, da die Erhaltungstherapie der Patienten die Ergebnisse signifikant beeinflusst haben könnte. Eine weitere Untersuchung von Jung et al. [83] weist ebenfalls methodischen Limitationen auf. Für eine aussagekräftige Bewertung der Oberflächenrauigkeit in vivo sollten Messungen nicht nur durchgeführt, sondern auch mit klinischen Langzeitdaten wie Überlebenswahrscheinlichkeit und Frakturhäufigkeit korreliert werden. Diesbezüglich besteht eine Forschungslücke, da initiale Rauigkeitsmessungen in vivo zwar von Interesse sind, aber ohne Langzeitkorrelation im gegebenen Kontext wenig Aussagekraft besitzen. Aus

klinischen Langzeitstudien ist bekannt, dass Kompositmaterialien beim Recall nicht den initialen Glanz aufweisen. Somit bleibt der Einfluss der Politur auf das langfristige Überleben oder Versagen der Restauration unklar. Die einzig valide und durch Literatur gestützte Schlussfolgerung ist, dass Polierspitzen den Fundus einer zuvor mit Komposit modellierten Fissur effektiver erreichen als Bürstchen. Eine Empfehlung bezüglich der Politur kann daher nur aus dem Expertenkonsens hervorgehen.

7 Informationen zu dieser Leitlinie

Für weitere Informationen bzgl. der Patientenbeteiligung, der Konsensfindung, der Finanzierung der Leitlinie und dem Umgang mit Interessenskonflikten sei an dieser Stelle auf den Leitlinienreport verwiesen.

7.1 Patientenpräferenzen

Verschiedene Organisationen der Patientenvertretung wurden mehrfach kontaktiert und zur Mitarbeit eingeladen, jedoch ohne Erfolg (siehe Leitlinienreport). Die Leitlinie wurde in der Folge ohne Beteiligung von Patientenvertretern erstellt. Daher wird hier eine kurze Einschätzung der Patientenzufriedenheit vorgenommen:

In vielen Studien zum Vergleich von Restaurationmaterialien werden Patientenpräferenzen nicht berücksichtigt [3]. Diese sind jedoch nicht vernachlässigbar, da neben der üblichen Funktionalitätsanalyse (Überlebenszeit, Komplikationen wie Frakturen oder Sekundärkaries) viele weitere Aspekte das Patientenwohlbefinden beeinflussen. Einer der Hauptvorteile von Kompositrestaurationen ist ihre ästhetische Qualität. Dank ihrer Fähigkeit, Farbe und Textur natürlicher Zähne nachzuahmen, werden sie von Patienten wegen ihres natürlichen Aussehens geschätzt [123-127]. In Bezug auf Funktion und Komfort bieten Kompositrestaurationen eine solide und dauerhafte Wiederherstellung der Zahnstruktur, oft verbunden mit einem hohen Maß an Komfort, da sie weniger temperaturempfindlich sind als andere Materialien. Darüber hinaus enthalten Komposite kein Quecksilber, was sie zu einer bevorzugten Wahl für Patienten macht, die Nebenwirkungen befürchten [126]. Die Kosten für Kompositrestaurationen können jedoch ein finanzielles Hindernis darstellen, da sie in der Regel höher sind als bei anderen Materialien.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Kompositrestaurationen im Allgemeinen eine hohe Patientenzufriedenheit bieten, insbesondere in Bezug auf Ästhetik und Funktion. Es ist jedoch wichtig, die individuellen Bedürfnisse und Erwartungen jedes Patienten zu berücksichtigen, um optimale Ergebnisse zu erzielen.

7.2 Methodische Grundlagen

Die Methodik zur Erstellung dieser Leitlinie richtet sich nach dem AWMF-Regelwerk (Version 2.0 vom 19.11.2020).

Quelle: Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) - Ständige Kommission Leitlinien. AWMF-Regelwerk „Leitlinien“. 2. Auflage 2020. (<http://www.awmf.org/leitlinien/awmf-regelwerk.html>)

7.3 Literaturrecherche

Die generellen Einschlusskriterien umfassten Studien mit einer Nachbeobachtungsdauer von mindestens 12 Monaten, mindestens 15 untersuchten Restaurationen sowie Publikationen ab 1990, die auf Englisch, Deutsch, Französisch oder Russisch veröffentlicht wurden. Die Details zu den

eingeschlossenen Populationen und Studiendesigns variieren je nach PICO-Frage und sind in der detaillierten tabellarischen Aufstellung der PICO-Fragen im Evidenzbericht ersichtlich. Studien, die nicht alle Einschlusskriterien erfüllten, wurden ausgeschlossen.

Eine ausführliche Beschreibung der Literaturrecherche findet sich im zugehörigen Evidenzbericht.

7.4 Evidenzbewertung

Eine systematische Evidenzbewertung wurde für die PICO Fragen 1-5 durchgeführt. Die Bewertung der Evidenz erfolgte auf Studien- bzw. Meta-Analyseebene mittels dem Cochrane Risk of Bias 2.0 Tool für randomisierte Studien und dem ROBINS-I Tool für nicht-randomisierte Studien. Bei systematischen Übersichtsarbeiten kam das AMSTAR 2 Tool zum Einsatz. Die Ergebnisse dieser Bewertungen wurden zusammen mit den Patientenmerkmalen und Studienergebnissen in Evidenztabelle zusammengefasst.

Das international anerkannte GRADE-System (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation) wurde zur Ermittlung des Vertrauens in die Evidenz genutzt, wobei die Evidenzeinstufung in vier Stufen unterteilt ist. Auf dieser Grundlage wurde der Nutzen gegenüber dem Schaden abgewogen, um die Empfehlungen zu formulieren. In Fällen, in denen keine ausreichenden Studien mit Komparator vorlagen, um das GRADE-System anzuwenden, wurde stattdessen das Evidenzlevel nach Oxford Centre for Evidence-Based Medicine (OCEBM, <https://www.cebm.ox.ac.uk/resources/levels-of-evidence/explanation-of-the-2011-ocedb-lev-els-of-evidence>) angegeben. Details zur Evidenzbewertung finden sich im zugehörigen Evidenzbericht.

7.5 Empfehlungsgraduierung und Feststellung der Konsensstärke

7.5.1 Festlegung des Empfehlungsgrades

Neben der methodisch aufbereiteten Evidenz wurden bei der Graduierung der Empfehlungen die klinische Erfahrung der Expertengruppe berücksichtigt. Weiterhin wurden Kriterien wie die Konsistenz der Studienergebnisse, die klinische Relevanz der Endpunkte und Effektstärken, Nutzen-Schaden-Verhältnisse, ethische und rechtliche Verpflichtungen, die Anwendbarkeit auf die Patientenzielgruppe und das deutsche Gesundheitssystem sowie die Umsetzbarkeit im Alltag und in den verschiedenen Versorgungsbereichen bei der Graduierung der Empfehlungen berücksichtigt.

Die folgende Empfehlungsgraduierung wurde verwendet:

Tabelle 1. Empfehlungsgrad: Grading-Schema (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V., AWMF, & Standing Guidelines Commission, 2012)

	Empfehlung	Empfehlung gegen eine Intervention	Beschreibung	Symbol (fakultativ)
A	soll/	soll nicht /	starke Empfehlung	↑↑ bzw. ↓↓

	wir empfehlen	wir empfehlen nicht		
B	sollte/ wir schlagen vor	sollte nicht/ wir schlagen nicht vor	Empfehlung	↑ bzw. ↓
0	kann/ kann erwogen werden	kann verzichtet werden	Empfehlung offen	↔

7.5.2 Feststellung der Konsensstärke

Die Konsensstärke wurde gemäß untenstehender Tabelle 2 klassifiziert

Tabelle 2. Konsensstärke: Schema für die Festlegung (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V., AWMF, & Standing Guidelines Commission, 2012)

Klassifikation der Konsensstärke	
Starker Konsens	Zustimmung von > 95% der Teilnehmer
Konsens	Zustimmung von > 75 bis 95% der Teilnehmer
Mehrheitliche Zustimmung	Zustimmung von > 50 bis 75% der Teilnehmer
Kein Konsens	Zustimmung von < 50% der Teilnehmer

8 Externe Begutachtung und Verabschiedung

Die Vorstände der beteiligten Fachgesellschaften und Organisationen stimmten der Leitlinie in der vorliegenden Form vom **XXX bis XXX** zu. Gewünschte redaktionelle Änderungen wurden in die Leitlinie eingefügt. Anschließend stimmten die Vorstände der federführenden Fachgesellschaften der Leitlinie in der vorliegenden Form vom **XXX bis XXX** zu.

9 Gültigkeitsdauer und Aktualisierungsverfahren

Die Leitlinie ist ab [**Datum**] bis zur nächsten Aktualisierung gültig, die Gültigkeitsdauer wird auf 5 Jahre geschätzt. Vorgesehen sind regelmäßige Aktualisierungen; bei dringendem Änderungsbedarf werden diese gesondert publiziert. Kommentare und Hinweise für den Aktualisierungsprozess sind ausdrücklich erwünscht und können an das Leitliniensekretariat gesendet werden.

Kontakt: leitlinien@dgzmk.de

10 Implementierung

Die Leitlinie wird auf den Webseiten der AWMF und der DGZMK veröffentlicht. Darüber hinaus wird eine Veröffentlichung der Empfehlungen in den "Zahnärztlichen Mitteilungen" und weiteren

nationalen bzw. internationalen Zeitschriften angestrebt. Eine Verbreitung findet ferner durch Vorträge und Weiterbildungen über die Fachgesellschaften statt.

11 Verwendete Abkürzungen

In dieser Leitlinie verwendeten Abkürzungen:

Abkürzung	Erläuterung
AFR	Annual Failure Rate
AGOKi	Arbeitsgemeinschaft für Oral- und Kieferchirurgie der DGZMK
BUKiZ	Bundesverband der Kinderzahnärzte
BZÄK	Bundeszahnärztekammer
BZÖG	Bundesverband der Zahnärztinnen und Zahnärzte im Öffentlichen Gesundheitsdienst
CCT	Controlled Clinical Trial
DEGUZ	Deutsche Gesellschaft für Umwelt-ZahnMedizin
DGÄZ	Deutsche Gesellschaft für ästhetische Zahnmedizin
DGCZ	Deutsche Gesellschaft für Computergestützte Zahnheilkunde
DGET	Deutsche Gesellschaft für Endodontologie und zahnärztliche Traumatologie
DGKiZ	Deutsche Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde
DGL	Deutsche Gesellschaft für Laserzahnheilkunde
DGoEV	Deutsche Gesellschaft für Orale Epidemiologie und Versorgungsforschung
DG Paro	Deutsche Gesellschaft für Parodontologie
DGPro	Deutsche Gesellschaft für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien
DGPZM	Deutsche Gesellschaft für Präventivzahnmedizin
DGR ² Z	Deutsche Gesellschaft für Restaurative und Regenerative Zahnerhaltung

DGZ	Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung
DGZMK	Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
DNEbM	Deutsches Netzwerk Evidenzbasierte Medizin e.V.
FDI	Fédération Dentaire Internationale
GRADE	Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation
MEDLINE	Medical Literature Analysis and Retrieval System Online
NCCL	Non-carious cervical lesion
NRSI	Non-randomized study of intervention
OCEBM	Oxford Centre for Evidence-Based Medicine
SFRC	Short-Fiber-Reinforced-Composite
Randomized Controlled Trial	RCT
Universaladhäsive	UA
Ultraviolett	UV
USPHS	United States Public Health Service
1-Schritt-Self-Etch-Systeme	1SE
2-Schritt-Etch-and-Rinse-Systeme	2ER
2-Schritt-Self-Etch- Systeme	2SE
3-Schritt-Etch-and-Rinse-Systeme	3ER

12 Literatur

1. Afrashtehfar, K.I., et al., *Failure rate of single-unit restorations on posterior vital teeth: A systematic review*. J Prosthet Dent, 2017. **117**(3): p. 345-353 e8.
2. Rasines Alcaraz, M.G., et al., *Direct composite resin fillings versus amalgam fillings for permanent or adult posterior teeth*. Cochrane Database Syst Rev, 2014(3): p. Cd005620.
3. Antony, K., et al., *Longevity of dental amalgam in comparison to composite materials*. GMS Health Technol Assess, 2008. **4**: p. Doc12.
4. Downer, M.C., et al., *How long do routine dental restorations last? A systematic review*. Br Dent J, 1999. **187**(8): p. 432-9.
5. Heintze, S.D. and V. Rousson, *Clinical effectiveness of direct class II restorations - a meta-analysis*. J Adhes Dent, 2012. **14**(5): p. 407-31.
6. Hickel, R. and J. Manhart, *Longevity of restorations in posterior teeth and reasons for failure*. J Adhes Dent, 2001. **3**(1): p. 45-64.
7. Manhart, J., et al., *Buonocore Memorial Lecture. Review of the clinical survival of direct and indirect restorations in posterior teeth of the permanent dentition*. Oper Dent, 2004. **29**(5): p. 481-508.
8. Moraschini, V., et al., *Amalgam and resin composite longevity of posterior restorations: A systematic review and meta-analysis*. J Dent, 2015. **43**(9): p. 1043-1050.
9. van de Sande, F.H., et al., *Restoration Survival: Revisiting Patients' Risk Factors Through a Systematic Literature Review*. Oper Dent, 2016. **41**(S7): p. S7-S26.
10. Vetromilla, B.M., et al., *Treatment options for large posterior restorations: a systematic review and network meta-analysis*. J Am Dent Assoc, 2020. **151**(8): p. 614-624 e18.
11. Worthington, H.V., et al., *Direct composite resin fillings versus amalgam fillings for permanent posterior teeth*. Cochrane Database Syst Rev, 2021. **8**(8): p. CD005620.
12. Gurgan, S., et al., *A randomized controlled 10 years follow up of a glass ionomer restorative material in class I and class II cavities*. J Dent, 2020. **94**: p. 103175.
13. Heck, K., et al., *Six-year results of a randomized controlled clinical trial of two glass ionomer cements in class II cavities*. J Dent, 2020. **97**: p. 103333.
14. Schwendicke, F., et al., *Cost-effectiveness of glass hybrid versus composite in a multi-country randomized trial*. J Dent, 2021. **107**: p. 103614.
15. Rozniatowski, P., et al., *Clinical study on resin composite and glass ionomer materials in II class restorations in permanent teeth*. J Clin Exp Dent, 2021. **13**(2): p. e165-e171.
16. Wafaie, R.A., et al., *Five-year randomized clinical trial to evaluate the clinical performance of high-viscosity glass ionomer restorative systems in small class II restorations*. J Esthet Restor Dent, 2023. **35**(3): p. 538-555.
17. da Veiga, A.M., et al., *Longevity of direct and indirect resin composite restorations in permanent posterior teeth: A systematic review and meta-analysis*. J Dent, 2016. **54**: p. 1-12.
18. Van Nieuwenhuysen, J.P., et al., *Long-term evaluation of extensive restorations in permanent teeth*. J Dent, 2003. **31**(6): p. 395-405.
19. Deliperi, S. and D.N. Bardwell, *Clinical evaluation of direct cuspal coverage with posterior composite resin restorations*. J Esthet Restor Dent, 2006. **18**(5): p. 256-65; discussion 266-7.
20. ElAziz, R.H., M.M. Mohammed, and H.A. Gomaa, *Clinical Performance of Short-fiber-reinforced Resin Composite Restorations vs Resin Composite Onlay Restorations in Complex Cavities of Molars (Randomized Clinical Trial)*. J Contemp Dent Pract, 2020. **21**(3): p. 296-303.
21. Fennis, W.M., et al., *Randomized control trial of composite cuspal restorations: five-year results*. J Dent Res, 2014. **93**(1): p. 36-41.
22. Demarco, F.F., et al., *Anterior composite restorations: A systematic review on long-term survival and reasons for failure*. Dent Mater, 2015. **31**(10): p. 1214-24.

23. Demirci, M., E. Yildiz, and O. Uysal, *Comparative clinical evaluation of different treatment approaches using a microfilled resin composite and a compomer in Class III cavities: two-year results*. Oper Dent, 2008. **33**(1): p. 7-14.
24. Dietschi, D., C. Shahidi, and I. Krejci, *Clinical performance of direct anterior composite restorations: a systematic literature review and critical appraisal*. Int J Esthet Dent, 2019. **14**(3): p. 252-270.
25. Heintze, S.D., V. Rousson, and R. Hickel, *Clinical effectiveness of direct anterior restorations--a meta-analysis*. Dent Mater, 2015. **31**(5): p. 481-95.
26. Smales, R.J. and D.C. Gerke, *Clinical evaluation of four anterior composite resins over five years*. Dent Mater, 1992. **8**(4): p. 246-51.
27. Alonso, V. and M. Caserio, *A clinical study of direct composite full-coverage crowns: long-term results*. Oper Dent, 2012. **37**(4): p. 432-41.
28. Poyser, N.J., et al., *The evaluation of direct composite restorations for the worn mandibular anterior dentition - clinical performance and patient satisfaction*. J Oral Rehabil, 2007. **34**(5): p. 361-76.
29. Al-Khayatt, A.S., et al., *Direct composite restorations for the worn mandibular anterior dentition: a 7-year follow-up of a prospective randomised controlled split-mouth clinical trial*. J Oral Rehabil, 2013. **40**(5): p. 389-401.
30. Coelho-de-Souza, F.H., et al., *Direct anterior composite veneers in vital and non-vital teeth: a retrospective clinical evaluation*. J Dent, 2015. **43**(11): p. 1330-6.
31. Frese, C., et al., *Recontouring teeth and closing diastemas with direct composite buildups: a 5-year follow-up*. J Dent, 2013. **41**(11): p. 979-85.
32. Frese, C., et al., *A Multicenter Trial on the Long-term Performance of Direct Composite Buildups in the Anterior Dentition - Survival and Quality Outcome*. J Adhes Dent, 2020. **22**(6): p. 573-580.
33. Wolff, D., et al., *Recontouring teeth and closing diastemas with direct composite buildups: a clinical evaluation of survival and quality parameters*. J Dent, 2010. **38**(12): p. 1001-9.
34. Gresnigt, M.M., W. Kalk, and M. Ozcan, *Randomized controlled split-mouth clinical trial of direct laminate veneers with two micro-hybrid resin composites*. J Dent, 2012. **40**(9): p. 766-75.
35. Lempel, E., et al., *Direct resin composite restorations for fractured maxillary teeth and diastema closure: A 7 years retrospective evaluation of survival and influencing factors*. Dent Mater, 2017. **33**(4): p. 467-476.
36. Meijering, A.C., et al., *Survival of three types of veneer restorations in a clinical trial: a 2.5-year interim evaluation*. J Dent, 1998. **26**(7): p. 563-8.
37. Peumans, M., et al., *The 5-year clinical performance of direct composite additions to correct tooth form and position. II. Marginal qualities*. Clin Oral Investig, 1997. **1**(1): p. 19-26.
38. Peumans, M., et al., *The 5-year clinical performance of direct composite additions to correct tooth form and position. I. Esthetic qualities*. Clin Oral Investig, 1997. **1**(1): p. 12-8.
39. Bezerra, I.M., et al., *Glass ionomer cements compared with composite resin in restoration of noncarious cervical lesions: A systematic review and meta-analysis*. Heliyon, 2020. **6**(5): p. e03969.
40. Boing, T.F., et al., *Are Glass-Ionomer Cement Restorations in Cervical Lesions More Long-Lasting than Resin-based Composite Resins? A Systematic Review and Meta-Analysis*. J Adhes Dent, 2018. **20**(5): p. 435-452.
41. Hayes, M., et al., *Failure rates of class V restorations in the management of root caries in adults - a systematic review*. Gerodontology, 2016. **33**(3): p. 299-307.
42. Heintze, S.D., C. Ruffieux, and V. Rousson, *Clinical performance of cervical restorations--a meta-analysis*. Dent Mater, 2010. **26**(10): p. 993-1000.

43. Mahn, E., V. Rousson, and S. Heintze, *Meta-Analysis of the Influence of Bonding Parameters on the Clinical Outcome of Tooth-colored Cervical Restorations*. *J Adhes Dent*, 2015. **17**(5): p. 391-403.
44. Meyer-Lueckel, H., V. Machiulskiene, and R.A. Giacaman, *How to Intervene in the Root Caries Process? Systematic Review and Meta-Analyses*. *Caries Res*, 2019. **53**(6): p. 599-608.
45. Peumans, M., et al., *Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials*. *Dent Mater*, 2005. **21**(9): p. 864-81.
46. Peumans, M., et al., *Clinical effectiveness of contemporary adhesives for the restoration of non-carious cervical lesions. A systematic review*. *Dent Mater*, 2014. **30**(10): p. 1089-103.
47. Santos, M.J., et al., *Retention of tooth-colored restorations in non-carious cervical lesions--a systematic review*. *Clin Oral Investig*, 2014. **18**(5): p. 1369-81.
48. Schwendicke, F., et al., *Directly Placed Restorative Materials: Review and Network Meta-analysis*. *J Dent Res*, 2016. **95**(6): p. 613-22.
49. Barros, M., et al., *Selective, stepwise, or nonselective removal of carious tissue: which technique offers lower risk for the treatment of dental caries in permanent teeth? A systematic review and meta-analysis*. *Clinical Oral Investigations*, 2020. **24**(2): p. 521-532.
50. Hoefler, V., H. Nagaoka, and C.S. Miller, *Long-term survival and vitality outcomes of permanent teeth following deep caries treatment with step-wise and partial-caries-removal: A Systematic Review*. *Journal of Dentistry*, 2016. **54**: p. 25-32.
51. Li, T., et al., *Selective versus non-selective removal for dental caries: a systematic review and meta-analysis*. *Acta Odontologica Scandinavica*, 2018. **76**(2): p. 135-140.
52. Schwendicke, F., C.E. Dörfer, and S. Paris, *Incomplete Caries Removal: A Systematic Review and Meta-analysis*. *Journal of Dental Research*, 2013. **92**(4): p. 306-314.
53. Schwendicke, F., et al., *Failure of incompletely excavated teeth--a systematic review*. *Journal of Dentistry*, 2013. **41**(7): p. 569-80.
54. Schwendicke, F., et al., *Interventions for treating cavitated or dentine carious lesions*. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2021(7).
55. Brunthaler, A., et al., *Longevity of direct resin composite restorations in posterior teeth*. *Clinical Oral Investigations*, 2003. **7**(2): p. 63-70.
56. Cajazeira, M.R., T.M. De Saboia, and L.C. Maia, *Influence of the operator field isolation technique on tooth-colored direct dental restorations*. *American Journal of Dentistry*, 2014. **27**(3): p. 155-9.
57. Daudt, E., G.C. Lopes, and L.C. Vieira, *Does operator field isolation influence the performance of direct adhesive restorations?* *Journal of Adhesive Dentistry*, 2013. **15**(1): p. 27-32.
58. Loguercio, A.D., et al., *Influence of Isolation Method of the Operative Field on Gingival Damage, Patients' Preference, and Restoration Retention in Noncarious Cervical Lesions*. *Operative Dentistry*, 2015. **40**(6): p. 581-93.
59. Mahn, E., V. Rousson, and S. Heintze, *Meta-Analysis of the Influence of Bonding Parameters on the Clinical Outcome of Tooth-colored Cervical Restorations*. *Journal of Adhesive Dentistry*, 2015. **17**(5): p. 391-403.
60. Miao, C., et al., *Rubber dam isolation for restorative treatment in dental patients*. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2021. **5**: p. CD009858.
61. Raskin, A., et al., *Influence of the isolation method on the 10-year clinical behaviour of posterior resin composite restorations*. *Clinical Oral Investigations*, 2000. **4**(3): p. 148-52.
62. Sabbagh, J., et al., *Randomized Clinical Trial of a Self-Adhering Flowable Composite for Class I Restorations: 2-Year Results*. *International Journal of Dentistry*, 2017. **2017**: p. 5041529.
63. Smales, R.J., *Effect of rubber dam isolation on restoration deterioration*. *American Journal of Dentistry*, 1992. **5**(5): p. 277-9.
64. Wang, Y., et al., *Rubber dam isolation for restorative treatment in dental patients*. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2016. **9**: p. CD009858.

65. Cenci, M.S., et al., *One-year comparison of metallic and translucent matrices in Class II composite resin restorations*. American Journal of Dentistry, 2007. **20**(1): p. 41-5.
66. Demarco, F.F., et al., *Class II composite restorations with metallic and translucent matrices: 2-year follow-up findings*. Journal of Dentistry, 2007. **35**(3): p. 231-7.
67. Demarco, F.F., et al., *Effects of metallic or translucent matrices for Class II composite restorations: 4-year clinical follow-up findings*. Clinical Oral Investigations, 2011. **15**(1): p. 39-47.
68. Prakki, A., et al., *Clinical evaluation of proximal contacts of Class II esthetic direct restorations*. Quintessence International, 2004. **35**(10): p. 785-9.
69. Kampouropoulos, D., et al., *The influence of matrix type on the proximal contact in Class II resin composite restorations*. Operative Dentistry, 2010. **35**(4): p. 454-62.
70. Loomans, B.A., et al., *Comparison of proximal contacts of Class II resin composite restorations in vitro*. Operative Dentistry, 2006. **31**(6): p. 688-93.
71. Loomans, B.A., et al., *The effect of proximal contour on marginal ridge fracture of Class II composite resin restorations*. Journal of Dentistry, 2008. **36**(10): p. 828-32.
72. Loomans, B.A., et al., *Restoration techniques and marginal overhang in Class II composite resin restorations*. Journal of Dentistry, 2009. **37**(9): p. 712-7.
73. Saber, M.H., et al., *Evaluation of proximal contact tightness of Class II resin composite restorations*. Operative Dentistry, 2010. **35**(1): p. 37-43.
74. Saber, M.H., et al., *Creating tight proximal contacts for MOD resin composite restorations*. Operative Dentistry, 2011. **36**(3): p. 304-10.
75. Askar, H., et al., *Secondary caries risk of different adhesive strategies and restorative materials in permanent teeth: Systematic review and network meta-analysis*. Journal of Dentistry, 2021. **104**: p. 103541.
76. Krithikadatta, J., *Clinical effectiveness of contemporary dentin bonding agents*. Journal of Conservative Dentistry, 2010. **13**(4): p. 173-83.
77. Szesz, A., et al., *Selective enamel etching in cervical lesions for self-etch adhesives: A systematic review and meta-analysis*. Journal of Dentistry, 2016. **53**: p. 1-11.
78. Peumans, M., et al., *Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials*. Dental Materials, 2005. **21**(9): p. 864-81.
79. Schwendicke, F., et al., *Directly Placed Restorative Materials: Review and Network Meta-analysis*. Journal of Dental Research, 2016. **95**(6): p. 613-22.
80. de Assis, C., et al., *Clinical Efficiency of Self-etching One-Step and Two-Step Adhesives in NCCL: A Systematic Review and Meta-analysis*. Operative Dentistry, 2020. **45**(6): p. 598-607.
81. Lima, R.B.W., et al., *Depth of cure of bulk fill resin composites: A systematic review*. Journal of Esthetic & Restorative Dentistry: Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry, 2018. **30**(6): p. 492-501.
82. Cerutti, A., N. Barabanti, and M. Ozcan, *Clinical Performance of Posterior Microhybrid Resin Composite Restorations Applied Using Regular and High-Power Mode Polymerization Protocols According to USPHS and SQUACE Criteria: 10-Year Randomized Controlled Split-Mouth Trial*. Journal of Adhesive Dentistry, 2020. **22**(4): p. 343-351.
83. Jang, J.H., et al., *Clinical Effectiveness of Different Polishing Systems and Self-Etch Adhesives in Class V Composite Resin Restorations: Two-Year Randomized Controlled Clinical Trial*. Operative Dentistry, 2017. **42**(1): p. 19-29.
84. Nassar, C.A., et al., *The Effect of Resin Composites and Polishing Procedure on Periodontal Tissue Parameters in Patients with Diabetes Mellitus*. European Journal of Prosthodontics & Restorative Dentistry, 2014. **22**(4): p. 146-51.
85. Bundesvereinigung, K., *Jahrbuch 2022*. 2022.
86. Collaborators, G.B.D.O.D., et al., *Global, Regional, and National Levels and Trends in Burden of Oral Conditions from 1990 to 2017: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease 2017 Study*. J Dent Res, 2020. **99**(4): p. 362-373.

87. Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung *Jahrbuch 2022*. 2022.
88. Staehle, H.J., D. Wolff, and C. Frese, *More conservative dentistry: clinical long-term results of direct composite resin restorations*. Quintessence Int, 2015. **46**(5): p. 373-80.
89. Hofsteenge, J.W., et al., *Clinical survival and performance of premolars restored with direct or indirect cusp-replacing resin composite restorations with a mean follow-up of 14 years*. Dent Mater, 2023. **39**(4): p. 383-390.
90. Hahn, B., et al., *A Multicenter Trial on the Long-term Performance of Direct Composite Buildups in the Anterior Dentition - Periodontal Health*. J Adhes Dent, 2020. **22**(5): p. 465-474.
91. Jordan, A.R. and W. Micheelis, eds. *5. Jährliche Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V)*. IDZ-Materialienreihe, Bd. 35, ed. I.D.Z. Zahnärzte. 2016, Deutscher Zahnärzte Verlag DfV: K[^]In. 617.
92. Global Burden of Disease, C., et al., *Child and Adolescent Health From 1990 to 2015: Findings From the Global Burden of Diseases, Injuries, and Risk Factors 2015 Study*. JAMA Pediatr, 2017. **171**(6): p. 573-592.
93. Kassebaum, N.J., et al., *Global, Regional, and National Prevalence, Incidence, and Disability-Adjusted Life Years for Oral Conditions for 195 Countries, 1990-2015: A Systematic Analysis for the Global Burden of Diseases, Injuries, and Risk Factors*. J Dent Res, 2017. **96**(4): p. 380-387.
94. Bernardo, M., et al., *Survival and reasons for failure of amalgam versus composite posterior restorations placed in a randomized clinical trial*. J Am Dent Assoc, 2007. **138**(6): p. 775-83.
95. Opdam, N.J., et al., *Longevity of posterior composite restorations: a systematic review and meta-analysis*. J Dent Res, 2014. **93**(10): p. 943-9.
96. Collares, K., et al., *Longevity of Anterior Composite Restorations in a General Dental Practice-Based Network*. J Dent Res, 2017. **96**(10): p. 1092-1099.
97. Kopperud, S.E., et al., *Longevity of posterior dental restorations and reasons for failure*. Eur J Oral Sci, 2012. **120**(6): p. 539-48.
98. Lucarotti, P.S., R.L. Holder, and F.J. Burke, *Analysis of an administrative database of half a million restorations over 11 years*. J Dent, 2005. **33**(10): p. 791-803.
99. Astvaldsdottir, A., et al., *Longevity of posterior resin composite restorations in adults - A systematic review*. J Dent, 2015. **43**(8): p. 934-54.
100. Beck, F., et al., *Survival of direct resin restorations in posterior teeth within a 19-year period (1996-2015): A meta-analysis of prospective studies*. Dent Mater, 2015. **31**(8): p. 958-85.
101. Brunthaler, A., et al., *Longevity of direct resin composite restorations in posterior teeth*. Clin Oral Investig, 2003. **7**(2): p. 63-70.
102. Demarco, F.F., et al., *Longevity of posterior composite restorations: not only a matter of materials*. Dent Mater, 2012. **28**(1): p. 87-101.
103. Da Rosa Rodolpho, P.A., et al., *22-Year clinical evaluation of the performance of two posterior composites with different filler characteristics*. Dent Mater, 2011. **27**(10): p. 955-63.
104. el-Mowafy, O.M., et al., *Meta-analysis on long-term clinical performance of posterior composite restorations*. J Dent, 1994. **22**(1): p. 33-43.
105. Kodzaeva, Z.S., A.Y. Turkina, and V.Y. Doroshina, *[The long-term results of teeth restoration with composite resin materials: a systematic literature review]*. Stomatologiya (Mosk), 2019. **98**(3): p. 117-122.
106. Magno, M.B., et al., *Silicone-based Composite Resin Restorations Are Not Better than Conventional Composites - A Meta-Analysis of Clinical Studies*. J Adhes Dent, 2016. **18**(5): p. 375-386.
107. Schwendicke, F., et al., *Directly Placed Restorative Materials: Review and Network Meta-analysis*. J Dent Res, 2016. **95**(6): p. 613-22.
108. van de Sande, F.H., et al., *Patient risk factors' influence on survival of posterior composites*. J Dent Res, 2013. **92**(7 Suppl): p. 78S-83S.

109. Mjor, I.A. and A. Jokstad, *Five-year study of Class II restorations in permanent teeth using amalgam, glass polyalkenoate (ionomer) cement and resin-based composite materials*. J Dent, 1993. **21**(6): p. 338-43.
110. McDaniel, R.J., et al., *Causes of failure among cuspal-coverage amalgam restorations: a clinical survey*. J Am Dent Assoc, 2000. **131**(2): p. 173-7.
111. Smales, R.J. and W.S. Hawthorne, *Long-term survival and cost-effectiveness of five dental restorative materials used in various classes of cavity preparations*. Int Dent J, 1996. **46**(3): p. 126-30.
112. Plasmans, P.J., N.H. Creugers, and J. Mulder, *Long-term survival of extensive amalgam restorations*. J Dent Res, 1998. **77**(3): p. 453-60.
113. Magne, P., *Conservative restoration of compromised posterior teeth with direct composites: a 7-year report*. Pract Periodontics Aesthet Dent, 2000. **12**(8): p. 747-9.
114. Tyas, M.J., et al., *Minimal intervention dentistry--a review*. FDI Commission Project 1-97. Int Dent J, 2000. **50**(1): p. 1-12.
115. Murray, P.E., et al., *Postoperative pulpal and repair responses*. J Am Dent Assoc, 2000. **131**(3): p. 321-9.
116. Reeves, G.W., et al., *Comparison of marginal adaptation between direct and indirect composites*. Oper Dent, 1992. **17**(6): p. 210-4.
117. Duquia Rde, C., et al., *Cervical microleakage in MOD restorations: in vitro comparison of indirect and direct composite*. Oper Dent, 2006. **31**(6): p. 682-7.
118. Fruits, T.J., J.A. Knapp, and S.S. Khajotia, *Microleakage in the proximal walls of direct and indirect posterior resin slot restorations*. Oper Dent, 2006. **31**(6): p. 719-27.
119. Kenyon, B.J., D. Frederickson, and M.S. Hagge, *Gingival seal of deep Class II direct and indirect composite restorations*. Am J Dent, 2007. **20**(1): p. 3-6.
120. Ferreira, M.C. and R.S. Vieira, *Marginal leakage in direct and indirect composite resin restorations in primary teeth: an in vitro study*. J Dent, 2008. **36**(5): p. 322-5.
121. Reeh, E.S., H.H. Messer, and W.H. Douglas, *Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures*. J Endod, 1989. **15**(11): p. 512-6.
122. Van Nieuwenhuysen, J.P., et al., *Long-term evaluation of extensive restorations in permanent teeth*. Journal of Dentistry, 2003. **31**(6): p. 395-405.
123. Kusumawardani, A., et al., *Patient satisfaction towards composite and amalgam restorations in IIUM dental polyclinic*. Scientific Dental Journal, 2020. **4**(3): p. 93-96.
124. Hemani, K., M. Dhanraj, and A.V. Mallikarjuna, *Awareness of amalgam versus composite as a posterior restorative material - A knowledge, attitude, and practice survey analysis among patients*. Drug Invention Today, 2019. **11**(3): p. 706-711.
125. Mahmood, H., A.M. Abd-alqader, and R.j. Al-Naimi, *Choice Between Composite and Amalgam Restorations According to Dentists and Patients Perception*. Al-Rafidain Dental Journal, 2020. **20**(1): p. 1-17.
126. Erçin, Ö., et al., *Awareness About Dental Amalgam Among Turkish Dentists and Patients: A Questionnaire and Search Engine Based Cross-Sectional Study*. International Dental Journal, 2021. **71**(2): p. 113-121.
127. Peretz, B. and D. Ram, *Restorative material for children's teeth: preferences of parents and children*. Journal of Dentistry for Children, 2002. **69**(3): p. 243-248.

13 Wichtige Forschungsfragen

Nach sorgfältiger Aufarbeitung und kritischer Evaluation der gegenwärtigen wissenschaftlichen Literatur manifestiert sich eine erkennbare Diskrepanz in der Beweislage hinsichtlich spezifischer Themenkomplexe. Insbesondere die Qualität der Evidenz betreffend Restaurationen der Klassen III und IV sowie der praxisrelevanten Handhabung von Kompositmaterialien – einschließlich der Matrizentechnik, Kontaminationskontrolle, Lichthärtung und Oberflächenpolitur – zeigt erkennbare Defizite. Daraus ergibt sich nicht nur eine Empfehlungsfunktion, sondern auch die implizite Aufforderung, zukünftig qualitativ hochwertige Forschungsarbeiten zu diesen Fragestellungen zu initiieren, die eine robustere Evidenzgrundlage generieren. Diese sollten darauf abzielen, die bestehenden Wissenslücken durch methodisch einwandfreie Studien zu schließen und somit zur Weiterentwicklung der zahnmedizinischen Praxis beitragen.

14 Zusammenfassung

In dieser S3-Leitlinie wird empfohlen, Kompositmaterialien für direkte Restaurationen von Klasse-I- und -II-Kavitäten zu verwenden, basierend auf einem starken Expertenkonsens und einer breiten Evidenzbasis. Glasionomerezemente werden als alternative Materialien für spezifische Indikationsbereiche wie kleinere Kavitäten oder erhöhtes Kariesrisiko bei Klasse-I- und -II-Restaurationen an bleibenden Zähnen anerkannt. Es wird davon abgeraten, indirekte Kompositinlays für Klasse-I und -II Kavitäten zu nutzen, wenn direkte Kompositrestaurationen möglich sind. Für die Versorgung von Klasse-III- und -IV-Defekten sollen ausschließlich direkte Komposite verwendet werden, während Glasionomerezemente dafür nicht empfohlen werden.

Des Weiteren wird in der Leitlinie festgestellt, dass Kompositrestaurationen auch bei Kavitäten mit Höckerersatz im Seitenzahnbereich Anwendung finden können, und dass in bestimmten Fällen indirekte Kompositrestaurationen vorteilhaft sein können. Zur Zahnformkorrektur im Frontzahnbereich sollen bevorzugt minimal- oder noninvasive, direkte Kompositrestaurationen eingesetzt werden, mit der Option auf indirekte Keramikveneers als Alternative.

In Bezug auf die Kariesexkavation wird in der Leitlinie sowohl das selektive als auch das non-selektive Verfahren anerkannt, wobei die einzeitige selektive Kariesentfernung bei pulpanahen Dentinläsionen zu bevorzugen ist. Bei der Kontaminationskontrolle für direkte Kompositrestaurationen sind sowohl relative als auch absolute Trockenlegungen als erfolgreich eingestuft, mit einem möglichen Langzeitvorteil für die Verwendung von Kofferdam.

Für die Formgestaltung von Approximalkontakten wird für die Klasse II die Verwendung anatomisch vorgeformter Teilmatrizen zusammen mit Keil und Ringsystem empfohlen. Die Leitlinie legt nahe, dass die Schmelzrandqualität durch Ätzen mit Phosphorsäure verbessert und Randverfärbungen vermieden werden können. Für die Adhäsion in direkten Kompositrestaurationen werden 2-SE, 3-ER Adhäsivsysteme oder Universaladhäsive bevorzugt.

Die korrekte Anwendung der Lichtpolymerisation wird als entscheidend für den Erfolg von Kompositrestaurationen erachtet, wobei Faktoren wie Handhabung, Energieeinbringung und Kompositfarbe zu beachten sind. Bulk-Fill-Komposite können sicher bis zu einer Tiefe von 4 mm polymerisiert werden. Abschließend wird in der Leitlinie die Politur von Kompositrestaurationen zur Oberflächenvergütung und Reduktion der Plaqueanlagerung empfohlen.

Versionsnummer:	2.0
Erstveröffentlichung:	Oktober 2016
Überarbeitung von:	26.01.2024
Nächste Überprüfung geplant:	25.01.2029

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit des Inhalts keine Verantwortung übernehmen. **Insbesondere bei Dosierungsangaben sind stets die Angaben der Hersteller zu beachten!**

Autorisiert für elektronische Publikation: AWMF online