



Federführende Fachgesellschaften:

Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK)
Deutsche Gesellschaft für Kinderzahnmedizin (DGKiZ)
Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ)

Beteiligung weiterer AWMF-Fachgesellschaften:

Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie (DGKFO)
Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin (DGKJ)

Beteiligung weiterer Fachgesellschaften/ Organisationen:

Deutsche Gesellschaft für Orale Epidemiologie und Versorgungsforschung (DGOEV)
Deutsche Gesellschaft für Restaurative und Regenerative Zahnerhaltung (DGR2Z)
Deutsche Gesellschaft für Dentalhygieniker*innen (DGDH)
Deutsche Gesellschaft für Laserzahnheilkunde (DGL)
Deutsche Gesellschaft Zahnmedizin für Menschen mit Behinderung oder besonderem medizinischen Unterstützungsbedarf (DGZMB)
Arbeitsgemeinschaft für Grundlagenforschung (AfG)
Neue Gruppe – wissenschaftliche zahnärztliche Vereinigung
Arbeitskreis für die Weiterentwicklung der Lehre in der Zahnmedizin (AKWLZ)
Bundeszahnärztekammer (BZÄK)
Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung (KZBV)
Bundesverband der Zahnärzte des Öffentlichen Gesundheitsdienstes e.V. (BZÖG)
Freier Verband Deutscher Zahnärzte (FVDZ)
Verband medizinischer Fachberufe (VMF)

Patientenvertreter bzw. -verbände:

Bundeselternvertretung für Kinder in Kindertageseinrichtungen u. Kindertagespflege (BEVKi),
Bundeselternrat

Koordination:

Prof. Dr. Jan Kühnisch (Leitlinienkoordination)
Prof. Dr. Roswitha Heinrich-Weltzien (Ko-Koordination)

Autoren (in alphabetischer Reihenfolge):

Prof. Dr. Christian Hannig
Prof. Dr. Roswitha Heinrich-Weltzien
Prof. Dr. Jan Kühnisch
PD Dr. Ina Schüller
Dr. Alexandra Simon-Krier
Felicitas Zöllner

Co-Autoren (in alphabetischer Reihenfolge):

Dr. Jörg Beck (KZBV)
Prof. Dr. Christoph Benz (BZÄK)
Prof. Dr. Karl-E. Bergmann (DGKJ)
Prof. Dr. Fabian Cieplik (AfG)
Dr. Walter Denner (Neue Gruppe)

Prof. Dr. Marianne Federlin (DGR2Z)
Sylvia Fresmann (DGDH)
Sylvia Gabel (VMF)
Prof. Dr. Jablonski-Momeni (DGOEV)
Dr. Pantelis Petrakakis (BZÖG)
Katharina Queisser (BEVKi/
Prof. Dr. Alexander Rahman (DGZMK)
Dr. Reinhard Schilke (DGOEV)
Dr. M.Sc. M.Sc. Gabriele Schindler-Hultzsch (DGL)
Prof. Dr. Andreas Schulte (DGZMB)
Prof. Dr. Sinan Şen (DGKFO)
PD Dr. Yvonne Wagner (AKWLZ)
Dr. Ralf Wagner (KZBV)
Prof. Dr. Thomas Wolf (Fissurenversiegelung DZ)

Methodik:

Dr. Monika Nothacker (AWMF)
Dr. Anke Weber, M.Sc. (DGZMK, Leitlinienbeauftragte)
Dr. Birgit Marré (DGZMK, Leitlinienbeauftragte)

Jahr der Ersterstellung: 2005
Version: 5.0
Gültigkeit von: 30. Juni 2024
Gültigkeit bis: 29. Juni 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 AWMF (www.awmf.org). Sofern Sie die vorliegende Leitlinie nicht auf einer der beiden genannten Webseiten heruntergeladen haben, sollten Sie dort nochmals prüfen, ob es ggf. eine aktuellere Version gibt.

1 Was gibt es Neues?

Ziel des vorliegenden Updates der S3-Leitlinie „Fissuren- und Grübchenversiegelung“ war es, die kariespräventive Maßnahme bezüglich des gesundheitlichen Nutzens und möglicher unerwünschter Ereignisse auf Grundlage systematischer Literaturrecherchen und -sichtungen sowie Evidenzbewertungen insbesondere für Kinder und Jugendliche erneut zu bewerten. Dazu wurde die verfügbare Literatur zwischen 2016 und 2023 gesichtet und die S3-Leitlinie über alle Kapitel hinweg einer gründlichen Revision unterzogen. Insbesondere die folgende Kapitel wurden umfangreich überarbeitet:

- Indikationsspektrum
- Kariespräventiver Nutzen
- Retentionsverhalten
- Klinische Durchführung neu überarbeitet
- Unerwünschte Ereignisse und Wirkungen

Welche Kapitel wurden neu erstellt?

- Die Fissuren- und Grübchenversiegelung bei Kindern und Jugendlichen mit Behinderungen
- Die Fissuren- und Grübchenversiegelung an Molaren mit Molaren-Inzisiven-Hypomineralisationen

2 Die wichtigsten Empfehlungen auf einen Blick

Karies gehört zu den häufigsten Erkrankungen in der Bevölkerung. Im Kindes- und Jugendalter konzentriert sich der Kariesbefall auf die bleibenden Molaren bzw. deren Fissuren und Grübchen. Dies signalisiert, dass diese Zahnflächen mit die höchsten Kariesgefährdung aufweisen. Zur Verhinderung einer Kariesinitiation bzw. zur Arretierung kariöser Frühstadien an diesen Kariesprädispositionsstellen, steht die Fissuren- und Grübchenversiegelung als evidenz-basierte Präventionsmaßnahme zur Verfügung. Im Rahmen der vorliegenden S3-Leitlinie sollen die Indikationsstellung, der kariespräventive Nutzen, das Retentionsverhalten unterschiedlicher Werkstoffgruppen bzw. Vorgehensweisen sowie die relevanten klinischen Arbeitsschritte einer detaillierten Betrachtung unterzogen werden. Damit sollen die direkten Anwender, z. B. Zahnärzte sowie das zahnmedizinische Fachpersonal, über den aktuellen wissenschaftlichen Stand informiert werden. Mittelbar kann die S3-Leitlinie von (Kinder- und Jugend-)Ärzten, weiteren Angehörigen der Gesundheitsberufe und Krankenkassen bzw. Krankenversicherern zur Anwendung kommen. Die S3-Leitlinie soll neben dem Beitrag für eine angemessene Gesundheitsversorgung auch die Basis für eine individuell zugeschnittene, qualitativ hochwertige Prävention bieten. Mittel- und langfristig soll so das Auftreten der Karies an Fissuren und Grübchen bei Kindern und Jugendlichen in der Bundesrepublik Deutschland gesenkt, optimaler Weise verhindert werden.

Patienten sind primär Kinder und Jugendliche, da sie von dieser präventiven Maßnahme unmittelbar nach dem Durchbruch der bleibenden Molaren am meisten profitieren. Die Leitlinie gilt sowohl für Kinder ohne als auch mit Komorbiditäten. Geschlechtsspezifische Unterschiede sind nicht bekannt und werden daher nicht betrachtet. Zudem dient die Leitlinie Eltern bzw. sorgeberechtigten Personen als Orientierungs- und Entscheidungshilfe bei der zahnärztlichen Präventivbetreuung ihrer Kinder.

Unter einer Versiegelung wird definitionsgemäß der präventive Verschluss der kariesanfälligen Fissuren und Grübchen verstanden, um einer Kariesinitiation vorzubeugen oder kariöse Frühstadien zu arretieren. Die Fissuren- und Grübchenversiegelung ist damit eine zahnflächenspezifische Präventionsmaßnahme. Präventive Effekte an anderen Zahnflächen können nicht erwartet werden. Neben der Fissuren- und Grübchenversiegelung sind eine zahngesunde Ernährung, adäquate häusliche Mundhygienemaßnahmen sowie indikationsgerechte häusliche und professionelle Fluoridapplikation als wirksame und evidenzbasierte Bestandteile der Präventivbetreuung zu betrachten.

Schlüsselempfehlung: Die Fissuren- und Grübchenversiegelung ist eine zahnflächen-spezifische kariespräventive Maßnahme und soll zur Vorbeugung einer Kariesinitiation an kariesanfälligen Fissuren und Grübchen und zur Arretierung an nicht kavitierten kariösen Läsionen eingesetzt werden.

Die Indikation zur Fissuren- und Grübchenversiegelung ist grundsätzlich erst nach einer kariesdiagnostischen Untersuchung unter Berücksichtigung des individuellen Kariesrisikos zu stellen. Dies schließt die Nutzung der klinischen bzw. visuellen Untersuchung als auch ergänzender Verfahren mit ein.

Schlüsselempfehlung: Vor der Fissuren- und Grübchenversiegelung soll eine klinische Untersuchung der gereinigten und getrockneten Zähne erfolgen, um die zahnflächenbezogene Indikationsstellung korrekt vorzunehmen.

Schlüsselempfehlung: Eine patientenbezogene Kariesrisiko-Einschätzung sollte durchgeführt werden, um den Einsatz der Fissuren- und Grübchenversiegelung auf Individuen bzw. Gruppen mit erhöhten Erkrankungsrisiken zu priorisieren.

Im Rahmen der systematischen Literatursuche wurde erneut Publikationen gesichtet, welche das Überleben bzw. Retentionsverhalten von Fissuren- und Grübchenversiegelungen in Abhängigkeit vom verwendeten Material mit einer Mindestlaufzeit von zwei Jahren analysierten. Grundsätzlich zeigten auto- und lichtpolymerisierende Versiegelungsmaterialien das günstigste Retentionsverhalten auf. Zudem offenbarten Materialgruppen bzw. Vorgehensweisen, die Säurekonditionierung einbezogen, höhere Überlebensraten.

Schlüsselempfehlung: Zur Fissuren- und Grübchenversiegelung sollen bevorzugt Materialien mit einer hohen Retentionsrate bzw. Überlebenswahrscheinlichkeit eingesetzt werden. Dazu zählen insbesondere niedrigvisköse, methacrylat-basierte Versiegelungskunststoffe, die in Verbindung mit der Säurekonditionierung angewendet werden.

Die Applikation einer Fissuren- und Grübchenversiegelung ist im Vergleich zur Füllungstherapie ein weniger zeitintensives und einfacheres Procedere. Dennoch sind auch hier alle klinischen Arbeitsschritte zur Qualitätssicherung sorgfältig auszuführen und eine gute Kooperation bei den kindlichen bzw. jugendlichen Patienten ist sicherzustellen. Eine Vierhand-Technik ermöglicht darüber hinaus die konsequente Einhaltung der formulierten Qualitätsstandards sowie ein sicheres und effizientes Arbeiten.

Schlüsselempfehlung: Die relative Trockenlegung mit vierhändigem Arbeiten sollte umgesetzt werden, da die verfügbaren Retentionsdaten auf eine Gleichwertigkeit der relativen und absoluten Trockenlegung hindeuten.

Schlüsselempfehlung: Vor der Fissuren- und Grübchenversiegelung soll die Konditionierung mit ~35-37%iger Phosphorsäure erfolgen, um eine mikroretentive Verankerung des Versiegelungskunststoffes zu erreichen.

Schlüsselempfehlung: Die Einwirkzeit der Phosphorsäure sollte am unbehandelten Zahnschmelz mindestens 30 Sekunden betragen. Eine kreidig-weiße Schmelzoberfläche gilt als adäquates Ergebnis des Ätzevorgangs.

Schlüsselempfehlung: Die Applikation des Versiegelungsmaterials soll sparsam und möglichst blasenfrei in den Fissuren und Grübchen erfolgen, um Materialüberschüssen, okklusalen Vorkontakten und Retentionsverlusten vorzubeugen.

Inhalt

1	Was gibt es Neues?	iii
2	Die wichtigsten Empfehlungen auf einen Blick.....	iv
3	Herausgebende	1
3.1	Federführende Fachgesellschaft.....	1
3.2	Kontakt.....	1
3.3	Zitierweise.....	1
3.4	Redaktioneller Hinweis	1
3.5	Hinweise zum Gebrauch von Leitlinien.....	1
4	Geltungsbereich und Zweck.....	3
4.1	Zielsetzung und Fragestellung	3
4.2	Adressaten der Leitlinie	3
4.3	Ausnahmen von der Leitlinie	3
4.4	Patientenzielgruppe.....	3
4.5	Versorgungsbereich	3
4.6	Weitere Dokumente zu dieser Leitlinie	4
4.7	Verbindungen zu anderen Leitlinien.....	4
5	Einleitung	5
5.1	Definition des Krankheitsbildes	5
5.2	ICD-10 Codes.....	5
5.3	Fissuren- und Grübchenkaries	5
6	Fissuren- und Grübchenversiegelung (FGV)	9
7	Epidemiologie	10
7.1	Schlüsselfrage	10
7.2	Epidemiologie der Karies in Deutschland	10
7.3	Häufigkeit und Qualität von Fissuren- und Grübchenversiegelungen in Deutschland.....	11
7.4	Beurteilung der Evidenzqualität	13
7.5	Zusammenfassung	14
7.6	Literatur	14
8	Diagnostik und Indikationsstellung.....	18
8.1	Schlüsselfrage	18
8.2	Diagnostik	18
8.2.1	Visuelle Kariesdiagnostik	18
8.2.2	Ergänzende Kariesdiagnostik mit röntgenfreien Diagnostikmethoden.....	19
8.2.3	Kariesdiagnostik mit Bissflügelröntgenaufnahmen	20
8.2.4	Beurteilung von Kariesaktivität und Kariesrisiko	20
8.3	Indikationen und Kontra-Indikationen	23
8.4	Indikationserweiterung bei Dentinkaries	25
8.5	Nichtversiegelung von Fissuren und Grübchen (Nichtbehandlung).....	26
8.6	Beurteilung der Evidenzqualität	26
8.7	Handlungsempfehlung.....	27
8.8	Literatur	27
9	Die Fissuren- und Grübchenversiegelung bei Kindern und Jugendlichen mit erhöhtem Kariesrisiko.....	33
9.1	Definition von Kariesrisiko	33
9.2	Beurteilung des Kariesrisikos von Kindern und Jugendlichen	33
9.3	Schlüsselfrage	35
9.4	Ergebnisse der Evidenzrecherche	35

9.5	Schlussfolgerungen und Empfehlungen aus (systematischen) Übersichtsarbeiten zur Fissuren- und Grübchenversiegelung bei Kindern und Jugendlichen mit erhöhtem Kariesrisiko	36
9.6	(Randomisierte) klinische Studien zur Indikation und Nutzung der Fissuren- und Grübchenversiegelung bei Kindern und Jugendlichen mit erhöhtem Kariesrisiko.....	39
9.7	Nutzen-Schaden-Abwägung.....	45
9.8	Beurteilung der Evidenzqualität	45
9.9	Handlungsempfehlung.....	45
9.10	Literatur	45
10	Die Fissuren- und Grübchenversiegelung bei Kindern und Jugendlichen mit Behinderungen	48
10.1	Definition von Kindern und Jugendlichen mit Behinderung und besonderem medizinischen Unterstützungsbedarf.....	48
10.2	Mundgesundheit von Kindern und Jugendlichen mit Behinderung und besonderem medizinischen Unterstützungsbedarf.....	48
10.3	Schlüsselfrage	48
10.4	Ergebnisse der Evidenzrecherche	48
10.5	Epidemiologische Studien zur Fissuren- und Grübchenversiegelung bei Kindern und Jugendlichen mit Behinderung und besonderem medizinischen Unterstützungsbedarf	49
10.6	(Randomisierte) klinische Studien zur Indikation und Nutzung der Fissuren- und Grübchenversiegelung bei Kindern und Jugendlichen mit Behinderung und besonderem medizinischen Unterstützungsbedarf.....	50
10.7	Nutzen-Schaden-Abwägung.....	51
10.8	Beurteilung der Evidenzqualität	51
10.9	Handlungsempfehlung.....	53
10.10	Literatur	53
11	Die Fissuren- und Grübchenversiegelung an Molaren mit Molaren-Inzisiven-Hypomineralisationen.....	55
11.1	Definition, klinisches Erscheinungsbild, ätiologische und epidemiologische Gesichtspunkte sowie klinisches Management der Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation (MIH).....	55
11.2	Schlüsselfrage	57
11.3	Ergebnisse der Evidenzrecherche	57
11.4	Systematische Übersichtsarbeiten zur Indikation und Nutzung der Fissuren- und Grübchenversiegelung an MIH-Molaren	57
11.5	(Randomisierte) klinische Studien zur Anwendung der Fissuren- und Grübchenversiegelung an MIH-Molaren.....	61
11.6	Nutzen-Schaden-Abwägung.....	61
11.7	Beurteilung der Evidenzqualität	61
11.8	Handlungsempfehlung.....	61
11.9	Literatur	62
12	Retentionsverhalten	64
12.1	Schlüsselfrage und Endpunkt.....	64
12.2	Versiegelungswerkstoffe	64
12.2.1	Übersicht nach Generationen.....	64
12.2.2	Klinisch genutzte Materialgruppen.....	64
12.3	Ergebnisse der Evidenzrecherche	65
12.3.1	Systematische Literaturübersichten und Meta-Analysen	65
12.3.2	Ergebnisse für bleibende Molaren.....	65
12.3.3	Ergebnisse für andere Zahngruppen.....	69

12.4	Nutzen-Schaden-Abwägung.....	73
12.5	Beurteilung der Evidenzqualität	73
12.6	Handlungsempfehlungen.....	73
12.7	Literatur	74
13	Kariespräventiver Effekt	79
13.1	Schlüsselfrage und Endpunkte.....	79
13.2	Vergleich der Kariesentwicklung an versiegelten und unversiegelten Zähnen	80
13.3	Vergleich der Kariesentwicklung zwischen der Fissuren- und Grübchenversiegelung und Fluoridlackapplikation.....	81
13.4	Kariesentwicklung in Abhängigkeit vom Versiegelungsmaterial	82
13.1	Kariespräventive Effekte aus epidemiologischen Studien in der Bundesrepublik Deutschland	85
13.2	Die Fissuren- und Grübchenversiegelung zur Arretierung nicht kavittierter kariöser Läsionen	85
13.3	Nutzen-Schaden-Abwägung.....	86
13.4	Beurteilung der Evidenzqualität	89
13.5	Handlungsempfehlungen.....	89
13.6	Literatur	90
14	Klinisches Vorgehen	93
14.1	Schlüsselfrage	93
14.2	Fissurenreinigung.....	93
14.2.1	Klinische Vorgehensweisen.....	93
14.2.2	Evidenz aus klinischen Studien	93
14.2.3	Nutzen-Schaden-Abwägung.....	94
14.2.4	Beurteilung der Evidenzqualität	94
14.2.5	Handlungsempfehlung.....	95
14.2.6	Literatur	95
14.3	Trockenlegung.....	96
14.3.1	Klinische Vorgehensweisen.....	96
14.3.2	Evidenz aus klinischen Studien	96
14.3.3	Nutzen-Schaden-Abwägung.....	97
14.3.4	Beurteilung der Evidenzqualität	97
14.3.5	Handlungsempfehlung.....	98
14.3.6	Literatur	98
14.4	Konditionierung der aprismatischen Schmelzschicht.....	100
14.4.1	Klinische Vorgehensweisen.....	100
14.4.2	Evidenz zur Säurekonditionierung	100
14.4.3	Evidenz zur Laserkonditionierung.....	105
14.4.4	Entfernung der aprismatischen Schmelzschicht mit rotierenden Instrumenten	106
14.4.5	Evidenz zur Anwendung von Self-Etch-Adhäsiven.....	107
14.4.6	Nutzen-Schaden-Abwägung.....	107
14.4.7	Beurteilung der Evidenzqualität	107
14.4.8	Handlungsempfehlungen.....	108
14.4.9	Literatur	109
14.5	Applikation, Polymerisation, Okklusionskontrolle und Politur.....	116
14.5.1	Nutzen-Schaden-Abwägung.....	116
14.5.2	Beurteilung der Evidenzqualität	116
14.5.3	Handlungsempfehlungen.....	117
14.5.4	Literatur	117

14.6	Monitoring	118
14.6.1	Nutzen-Schaden-Abwägung.....	118
14.6.2	Beurteilung der Evidenzqualität	118
14.6.3	Handlungsempfehlungen.....	118
14.6.4	Literatur	119
14.7	Zusammenfassung zum klinischen Procedere	119
14.8	Literatur	122
15	Unerwünschte Ereignisse und Wirkungen.....	123
15.1	Schlüsselfrage	123
15.2	Retentionsverluste und Nachversiegelung	123
15.3	Lokale Effekte infolge der Säurekonditionierung	123
15.4	Verschlucken von Materialien	124
15.5	Toxikologische und allergologische Aspekte	124
15.6	Literatur	126
16	Nutzen-Schaden-Abwägung.....	130
16.1	Zusammenfassung des Nutzens der Fissuren- und Grübchenversiegelung	130
16.2	Potenzielle Schädigungen	130
16.2.1	Kooperativität von Kindern und Jugendlichen	130
16.2.2	Unerwünschte Ereignisse.....	130
16.2.3	Toxikologische Überlegungen	130
16.3	Abschließende Nutzen-Schaden-Betrachtung	131
17	Patientenperspektive.....	132
18	Abkürzungsverzeichnis/ Glossar	136
19	Abbildungsverzeichnis	138
20	Tabellenverzeichnis.....	139
21	Informationen zu dieser Leitlinie	141
21.1	Zusammensetzung der Leitliniengruppe	141
21.2	Federführende Fachgesellschaften.....	141
21.3	Beteiligung weiterer Fachgesellschaften/ Organisationen.....	141
21.3.1	Autorengruppe.....	142
21.4	Methodik.....	142
21.5	Patientenvertreter	142
22	Redaktionelle Unabhängigkeit.....	144

3 Herausgebende

3.1 Federführende Fachgesellschaft

Die Erstellung dieser Leitlinie erfolgte unter Federführung der nachgenannten Fachgesellschaften. Die Leitlinienentwicklung wurde beraten durch die Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V. (AWMF) und organisatorisch unterstützt durch die Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK). Als federführende Gesellschaften fungieren:

- Deutsche Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde e.V. (DGKiZ)
- Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ)
- Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK)

3.2 Kontakt

Kommentare, Anmerkungen sowie Änderungsoder Ergänzungsvorschläge zur Leitlinie sind bitte an diese Adresse zu richten.

Dr. Anke Weber/ Dr. Birgit Marré, Leitlinienbeauftragte der DGZMK, Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK), Liesegangstraße 17a, 40211 Düsseldorf, Email: leitlinien@dgzmk.de

3.3 Zitierweise

DGKiZ, DGZ, DGZMK: S3-Leitlinie „Fissuren- und Grübchenversiegelung“, Langfassung 2024, AWMF-Registernummer: 083-002, <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/083-002> (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.

3.5 Hinweise zum Gebrauch von Leitlinien

Medizin unterliegt einem fortwährenden Entwicklungsprozess, so dass alle Angaben, insbesondere zu diagnostischen und therapeutischen Verfahren, immer nur dem Wissensstand zur Zeit der Publikation der Leitlinie entsprechen können. Hinsichtlich der angegebenen Empfehlungen zur Therapie oder der Auswahl sowie Dosierung von Medikamenten wurde die größtmögliche Sorgfalt beachtet. Gleichwohl werden die Be-nutzer aufgefordert, die Fachinformationen der Hersteller zur Kontrolle heranzuziehen und im Zweifelsfall einen Spezialisten zu konsultieren. Fragliche Unstimmigkeiten sollen bitte im Interesse aller Leitliniennutzer der Autorengruppen mitgeteilt werden.

Jeder Benutzer der Leitlinie bleibt selbst verantwortlich für jede diagnostische und therapeutische Applikation, Medikation und Dosierung.

In dieser Leitlinie sind eingetragene Warenzeichen (geschützte Warennamen) möglicherweise nicht besonders kenntlich gemacht. Es kann also aus dem Fehlen eines entsprechenden Hinweises nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt.

Die Leitlinie ist in allen ihren Teilen urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Bestimmung des Urhebergesetzes ist ohne schriftliche Zustimmung unzulässig und strafbar. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form ohne schriftliche Genehmigung der Leitliniengruppe reproduziert werden. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Speicherung, Nutzung und Verwertung in elektronischen Systemen, Intranets und dem Internet.

4 Geltungsbereich und Zweck

4.1 Zielsetzung und Fragestellung

S3-Leitlinien stellen ein evidenz- und konsensbasiertes Instrument dar und sollen die Diagnostik und (zahn)medizinische Versorgung in der Bevölkerung verbessern, indem alle Anwender- und Interessensgruppen bei der Informationsbeschaffung und Entscheidungsfindung unterstützt werden. Leitlinien zielen weiterhin darauf ab, ein angemessenes und wissenschaftlich begründetes Vorgehen zu ermöglichen. Die vorliegende Leitlinie soll insbesondere einen Beitrag für eine individuell zugeschnittene, qualitativ hochwertige, kariespräventive Versorgung von Kindern und Jugendlichen leisten. Bei der vorliegenden S3-Leitlinie „Fissuren- und Grübchenversiegelung“ (AMWF Registernummer 083-002) handelt es sich um das dritte Update und wurde in dem Zeitraum zwischen 2022 und 2024 gemäß dem AWMF-Regelwerk [AWMF 2023] realisiert. Die Leitlinie wird turnusmäßig nach 5 Jahren einer inhaltlichen Revision unterzogen werden, um anhand des dann aktuellen Standes der Wissenschaft eine Neubestimmungen vorzunehmen.

4.2 Adressaten der Leitlinie

Die Leitlinie richtet sich an Zahnärztinnen und Zahnärzte, Fachzahnärztinnen bzw. Fachzahnärzte, Kinder- und Jugendärztinnen bzw. Kinder- und Jugendärzte, Dentalhygienikerinnen bzw. Dentalhygieniker sowie das zahnärztliche Fachpersonal und dient zur Information für alle Angehörige der Gesundheitsberufe, z. B. Haus- und Fachärzte. Des Weiteren sollen Gutachter oder Mitarbeiter von Krankenkassen bzw. Krankenversicherern nicht unerwähnt bleiben, für welche das vorliegende Dokument gleichfalls als Informationsquelle und Entscheidungshilfe dienen kann.

4.3 Ausnahmen von der Leitlinie

Die Fissuren- und Grübchenversiegelung gehört zu den kariespräventiven Maßnahmen. Die getätigten Aussagen beziehen sich daher ausschließlich darauf. Eine davon abweichende indikatorische Nutzung der FGV oder die Verwendung von Materialien zur FGV außerhalb der vorgesehenen Indikation sind nicht Bestandteil dieser Leitlinien und werden auch nicht empfohlen.

4.4 Patientenzielgruppe

Patientenzielgruppe sind primär Kinder und Jugendliche, da sie von dieser präventiven Maßnahme unmittelbar nach dem Durchbruch der bleibenden Molaren am meisten profitieren. Die Leitlinie gilt sowohl für Kinder mit als auch ohne Komorbiditäten. Geschlechtsspezifische oder ethnische Unterschiede sind nicht bekannt und werden daher nicht betrachtet. Zudem dient die Leitlinie Eltern bzw. sorgeberechtigten Personen als Orientierung und Entscheidungshilfe zur Präventivbetreuung ihrer Kinder.

4.5 Versorgungsbereich

Die vorliegende S3-Leitlinie erstreckt sich ausschließlich auf den Versorgungsbereich der primär-zahnärztlichen, ambulanten Versorgung.

4.6 Weitere Dokumente zu dieser Leitlinie

Die S3-Leitlinie besteht aus folgenden Unterlagen:

- Evidenzreport
- Evidenzbericht
- Langversion
- Patienteninformation

4.7 Verbindungen zu anderen Leitlinien

Die zahnärztliche Präventivversorgung beruht auf der indikationsgerechten Nutzung mehrerer, evidenz-basierter Versorgungsformen. Dazu zählen beispielsweise eine zahngesunde Ernährung, ein adäquates Biofilm-Management und die Fluoridierung von Zähnen. Für die nachstehenden zahnärztlichen Präventionsmaßnahmen existieren nationale Leitlinien als hochwertige Evidenzquellen auf Grundlage der verfügbaren, internationalen Literatur:

- S3-Leitlinie „Fluoridierungsmaßnahmen zur Kariesprophylaxe bei Kindern und Jugendlichen“, AWMF-Registernummer: 083-001, <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/083-001>
- S3-Leitlinie „Kariesprophylaxe bei bleibenden Zähnen: grundlegende Empfehlungen“; AWMF-Registernummer: 083-021, <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/083-021>
- S3-Leitlinie „Häusliches mechanisches Biofilm-Management in der Prävention und Therapie der Gingivitis“, AWMF-Registernummer: 083-022, <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/083-022>

5 Einleitung

5.1 Definition des Krankheitsbildes

Karies gehört nach wie vor zu den häufigsten Erkrankungen in der Bevölkerung. Im Kindes- und Jugendalter konzentriert sich der Kariesbefall typischerweise auf die Fissuren und Grübchen der bleibenden Molaren. Damit wird deutlich, dass diese Zahngruppe eine hohe Kariesgefährdung in dieser Lebensphase aufweist. Da die Fissuren- und Grübchenversiegelung (FGV) auf die Vermeidung einer Kariesinitiation bzw. auf die Arretierung kariöser Frühstadien an diesen Kariesprädispositionsstellen abzielt, ist ihr präventiver Wert heute unbestritten. Zur Beschreibung unterschiedlichster klinischer Versorgungsaspekte im Kontext der kariespräventiven Versorgung wurde die S3-Leitlinie „Fissuren- und Grübchenversiegelung“ 2005 erstmals publiziert, zweimal überarbeitet und stellt seitdem ein evidenz- und konsensbasiertes Instrument dar, um deren kariespräventiven Effekte, die Indikationsstellung, das Retentionsverhalten unterschiedlicher Werkstoffgruppen sowie die klinische Durchführung für Eltern und deren Kinder, die Zahnärzteschaft und unterschiedlichste Professionen im Gesundheitswesen zusammenzufassen. Die Leitlinie zielt gleichfalls darauf ab, ein wissenschaftlich begründetes Vorgehen für eine angemessene, individualisierte, qualitativ hochwertige und präventiv ausgerichtete Gesundheitsversorgung zu ermöglichen. Mittel- und langfristig soll so das Auftreten von Karies an Fissuren und Grübchen bei Kindern und Jugendlichen in der Bundesrepublik Deutschland konsequent verhindert und weiter reduziert werden.

5.2 ICD-10 Codes

Karies wird entsprechend des ICD-10 wie folgt codiert.

- K02.0 Karies, auf den Zahnschmelz begrenzt
- K02.1 Karies des Dentins

5.3 Fissuren- und Grübchenkaries

Bis in das zweite Lebensjahrzehnt hinein konzentriert sich der Kariesbefall mit 60 bis >90% auf die Fissuren und Grübchen der bleibenden Molaren [Kühnisch et al. 2001, 2003]. Damit wird deutlich, dass die bleibenden Molaren und deren Fissuren bzw. Grübchen die Zähne bzw. Zahnflächen mit der höchsten Kariesgefährdung im Kindes- und Jugendalter sind. Als Ursachen der Kariesanfälligkeit von Fissuren und Grübchen sind die anatomischen Gegebenheiten, wie z. B. die geringe Schmelzdicke im Fissurenfundus [Rohr et al. 1991] oder zerklüftete Fissuren und Grübchen zu nennen (Abbildung 1). In einer jüngeren Arbeit [Kühnisch et al. 2012] wurde zudem gezeigt, dass anatomische Variationen im Bereich des Fissurenfundus mit Hartgewebsdefekten bis in das Dentin einhergehen können (Abbildung 2). Der Biofilm im Fissuren- und Grübchenrelief sowie das Stadium des Zahndurchbruchs werden als wichtige biologische Determinanten der okklusalen Kariesentwicklung betrachtet [Carvalho et al. 1989, 1992, Axelsson 1999, Nyvad et al. 2013, Carvalho 2014]. Alle genannten Faktoren sind Risikofaktoren für die Kariesentstehung an Fissuren und Grübchen, die mitunter auch für den erfahrenen Kliniker nur bedingt erkennbar oder schwer einschätzbar sind [Kühnisch et al. 2012].

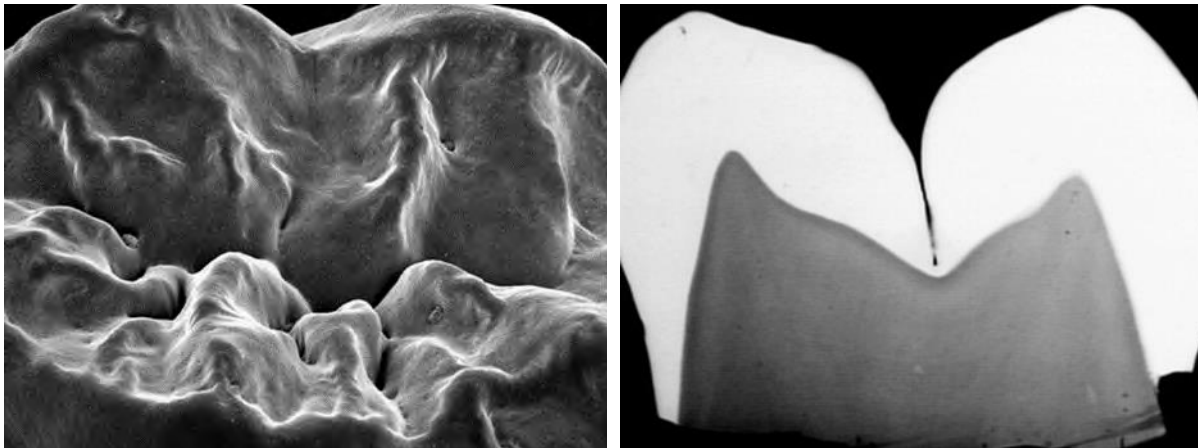


Abbildung 1 Die rasterelektronenmikroskopische Aufnahme (A) verdeutlicht das zerklüftete, plaqueretentive Fissurenrelief der Okklusalfäche. Die mikroradiografische Aufnahme (B) zeigt eine Y-förmige Fissur und die geringe Schmelzdicke am Fissurenfundus, die u. U. eine rasche Kariesprogression in das Dentin bedingt, da die Fissur einer effektiven Entfernung des Biofilms nur bedingt zugänglich ist.

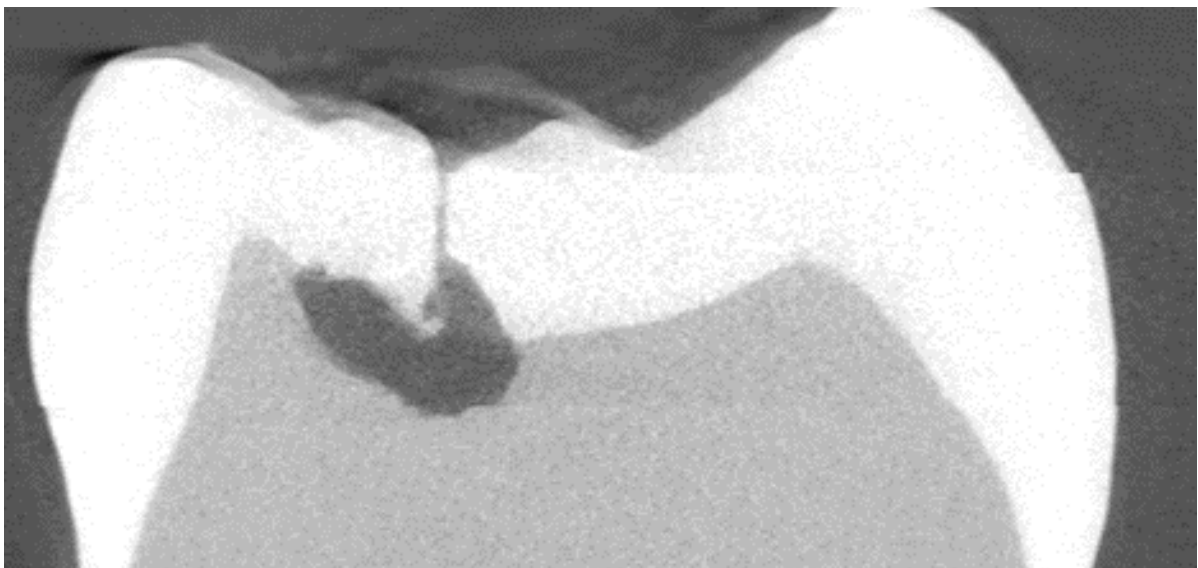


Abbildung 2 Die mikro-computertomografische Aufnahme zeigt einen Dentindefekt im Fissurenfundus eines dritten Molaren. Anatomische Irregularitäten wie diese können eine rasche Kariesinitiation und -progression begünstigen und wurden als Ursache für das Auftreten von Karies in Fissuren und Grübchen diskutiert [Kühnisch et al. 2012].

Vor dem Hintergrund der anatomischen und biologischen Besonderheiten der Fissuren und Grübchen ergibt sich ein erhöhtes zahnflächen-spezifisches Kariesrisiko an den Fissuren bzw. Grübchen der bleibenden Molaren. Das klinische Erscheinungsbild kariöser Fissuren und Grübchen verschob sich dabei in den vergangenen Jahrzehnten zugunsten von nicht kavitierten Kariesvorstufen (Abbildung 3) [Kühnisch et al. 2003]. Manifeste kavitierte Läsione (Abbildung 4) werden heute im Kindes- und Jugendalter vorrangig in Gruppen mit einer erhöhten Kariesaktivität bzw. einem erhöhten Kariesrisiko beobachtet [Heinrich et al. 2014, Hempel et al. 2014].

Der kariöse Prozess wird von einer Reihe weiterer allgemeiner und oraler Risikofaktoren beeinflusst. Für das Verständnis potenzieller Einflussfaktoren auf die Initiation und Progression kariöser Läsionen können unterschiedliche Ätiologiemodelle herangezogen werden [z. B. Fejerskov und Kidd 2008, Meyer-Lückel et al. 2012]. Diese berücksichtigen sowohl spezifische als auch sozio-ökonomische Variablen, die das Gesundheitsbewusstsein und -verhalten abbilden. Weiterhin wird das Zusammenspiel zwischen kariesverursachenden Variablen, wie z. B. die (frequente) Verfügbarkeit und Aufnahme zuckerhaltiger Nahrungsmittel und/oder Getränke, die Häufigkeit und Qualität der täglichen Mundhygiene, die Fluoridbilanz, Speichelfaktoren und dem Zahn verdeutlicht.



Abbildung 3 Nicht kavitierte kariöse Okklusalläsionen: Diese klinischen Zustandsbilder treten insbesondere bei Kindern und Jugendlichen mit erhöhter Kariesaktivität häufiger auf und sind aus diagnostischer Sicht für den Zahnarzt bezüglich der Therapieentscheidung oftmals schwierig zu beurteilen. Die Kariesinitiation ist durch die FGV vermeidbar.



Abbildung 4 Kavitierte kariöse Okklusalläsionen: Diese Läsionsstadien erfordern im Regelfall eine restaurative Versorgung.

Literatur

- Axelsson P. An introduction to risk prediction and preventive dentistry. Carol Stream, USA: Quintessence Publishing (1999).
- Carvalho JC, Ekstrand KR, Thylstrup A. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2715469> J Dent Res 68(1989)773-9.

- Carvalho JC, Thylstrup A, Ekstrand KR: Results after 3 years of non-operative occlusal caries treatment of erupting permanent first molars. *Community Dent Oral Epidemiol* 20(1992)187-192.
- Carvalho JC: Caries process on occlusal surfaces: Evolving evidence and understanding. *Caries Res* 48(2014)39-346.
- Fejerskov O, Kidd EAM: Dental Caries. The disease and its clinical management. Oxford: Blackwell Munksgaard (2008).
- Heinrich-Weltzien R, Walther M, Goddon I, Kühnisch J: Zahngesundheit erster Molaren bei westfälischen Migranten und deutschen Schülern. *Bundesgesundheitsblatt* 57(2014)128-134.
- Hempel E, Limberger K, Möller M, Heinrich-Weltzien R: Mundgesundheit von Erfurter Schüler/innen mit und ohne Behinderungen. *Gesundheitswesen* 77(2015)263-268.
- Kühnisch J, Heinrich-Weltzien R, Senkel H, Clasen AB, Stösser L: Dental health and caries topography in 8-yr-old German and immigrant children. *Eur J Paediatr Dent* 2(2001)191-196.
- Kühnisch J, Galler M, Seitz M, Hickel R, Kunzelmann KH, Bücher K: Developmental defects below the enamel-dentine-junction could explain the early onset of occlusal caries lesions. *J Dent Res* 91(2012)1066-1070.
- Kühnisch J, Senkel H, Heinrich-Weltzien R: Vergleichende Untersuchung zur Zahngesundheit von deutschen und ausländischen 8- bis 10-Jährigen des westfälischen Ennepe-Ruhr-Kreises. *Gesundheitswesen* 65(2003)96-101.
- Meyer-Lückel H; Paris S; Ekstrand KR: Karies Wissenschaft und Klinische Praxis. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2012.
- Nyvad B, Crielaard W, Mira A, Takahashi N, Beighton D: Dental caries from molecular microbiological perspective. *Caries Res* 47(2013)89-102.+
- Rohr M, Makinson OF, Burrow MF: Pits and fissures: morphology. *ASDC J Dent Child* 58(1991)97-103.

6 Fissuren- und Grübchenversiegelung (FGV)

Die European Academy of Paediatric Dentistry (EAPD) hat 2004 [Welbury et al. 2004] die Grundlage für die nachstehende Definition der Fissuren- und Grübchenversiegelung (FGV) gelegt:

Unter einer Versiegelung wird der dauerhafte, präventive Verschluss von kariesanfälligen Fissuren und Grübchen mit einem Kunststoff verstanden, um einer Kariesinitiation vorzubeugen bzw. kariöse Frühstadien zu arretieren.

Die FGV ist damit eine zahnflächen-spezifische Präventionsmaßnahme (Abbildung 5). Präventive Effekte an anderen Zahnflächen können nicht erwartet werden. Neben der FGV sind eine zahngesunde Ernährung, adäquate häusliche Mundhygienemaßnahmen sowie die indikationsgerechte häusliche und professionelle Fluoridapplikation als wirksame und evidenzbasierte Bestandteile der Präventivbetreuung zu betrachten.

Die FGV kann prinzipiell an allen Zähnen mit Fissuren oder Grübchen in der primären und bleibenden Dentition angewendet werden. Da der größte präventive Nutzen im Vergleich zu anderen Zahngruppen, wie z. B. Milchzähnen, bleibenden Frontund Eckzähnen sowie Prämolaren, an den bleibenden Molaren zu erwarten ist, wurden vielfältige Fragestellungen vorrangig an den ersten und zweiten bleibenden Molaren untersucht. Zudem ist die Abrechenbarkeit der Versiegelung (IP5-Position) in der Bundesrepublik Deutschland für gesetzlich versicherte Kinder und Jugendliche auf diese Zähne begrenzt und wird damit priorisiert.

Das Verfahren der FGV ist nicht zu verwechseln mit den Vorgehensweisen der Kariesinfiltration an Glattflächen oder der Versiegelung des Bracketumfeldes bei einer kieferorthopädischen Behandlung mit festsitzenden Apparaturen. Beide Methoden sind nicht Gegenstand der vorliegenden Leitlinie.



Abbildung 5 Ein oberer, erster bleibender Molar mit einer nicht kavitierten kariösen Läsion vor und nach der Applikation einer FGV.

Literatur

- Welbury R, Raadal M, Lygidakis NA: EAPD guidelines for the use of pit and fissure sealants. Eur J Paediatr Dent 5(2004)179-184.

7 Epidemiologie

7.1 Schlüsselfrage

„Wie ist die aktuelle kariesepidemiologische Situation bei Kindern und Jugendlichen, und wie wird die Fissuren- und Grübchenversiegelung als Kariespräventionsmaßnahme in Deutschland genutzt?“

7.2 Epidemiologie der Karies in Deutschland

Zu Beginn der achtziger Jahre wurde erstmals über einen drastischen Kariesrückgang (engl.: caries decline) in kindlichen und jugendlichen Populationen westlicher Industrienationen berichtet [Glass 1982], welcher sich weiterhin fortgesetzt hat [Marthaler 2004] und bis in die Gegenwart mehrheitlich auf niedrigem Niveau verharret. Dieser Trend konnte in den 2000er Jahren auch in der Bundesrepublik Deutschland nachgewiesen werden [Künzel et al. 2000, Pieper und Schulte 2004]. Bei den 12-Jährigen reduzierte sich der Kariesbefall bis 2009 regional unterschiedlich auf deutlich unter 1,0 DMFT (Tabelle 1). Damit kann geschlussfolgert werden, dass das WHO-Ziel für das Jahr 2020 – im Durchschnitt 1,5 DMFT in der Altersgruppe der 12-Jährigen [WHO, 1999] – erreicht wurde.

Die deutschen Ziele zur Zahngesundheit für 12-Jährige im Jahr 2030 wurden vorgestellt [Ziller et al. 2021]. Demnach soll im Jahr 2030 der DMFT-Index bei den 12-Jährigen maximal 0,5 betragen bei einem Anteil von 90% der Individuen mit einer kariesfreien bleibenden Dentition entsprechend der WHO-Methodik [WHO, 2013].

Tabelle 1 Entwicklung des Kariesbefalls bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland im Zeitraum zwischen 1973 anhand 2023 anhand bevölkerungsrepräsentativer Untersuchungen.

Jahr	Studie	DMFT 8/9-Jährige	DMFT 12-Jährige	DMFT 13/14-Jährige
1973	WHO-Studie (WHO 1975)	3,3	7,2	8,8
1983	Studie A5 (Naujoks, Hüllebrand 1985)	2,2	6,8	8,8
1989	DMS I (Micheelis, Bauch 1990)	1,5	4,1 ^a	5,2
1992	DMS II (Micheelis, Bauch 1992)	1,1	3,3 ^b	4,3
1995	8-Städte-Survey (Künzel 1997)	-	-	4,1
1995	DAJ (Pieper 1996)	0,5 1,2	1,6 3,5	-
1997	DAJ (Pieper 1998)	0,4 1,1	1,4 2,8	-
1999	DMS III (Micheelis, Reich 1999)	-	1,4 ^a /2,6 ^b	-
2000	DAJ (Pieper 2001)	0,3 0,8	1,0 2,0	-
2004	DAJ (Pieper 2005)	<0,2	<1,4	-
2005	DMS IV (Micheelis und Schiffner 2006)	-	0,7 ^a /1,1 ^b	1,8 ^c
2009	DAJ (Pieper 2010)	-	0,6 1,0	0,9 2,0 ^c
2015	DMS V (Jordan & Micheelis 2016)	-	0,5	-
2016	DAJ (Basner et al. 2017)	-	0,4	-

^a Alte Bundesländer; ^b Neue Bundesländer; ^c 15-Jährige

Neben dem Kariesrückgang in den untersuchten Altersgruppen kann der Tabelle 1 allerdings auch eine Zunahme der kariösen Destruktion mit steigendem Alter entnommen werden. Dieser Trend wurde ebenso in Längsschnitt-Untersuchungen, wie der Erfurter Kariesrisikostudie, bestätigt. Wurde dort bei 7- bis 8-Jährigen (1993) noch ein DMFS-Wert von 1,3 ermittelt, so verfünffachte sich dieser bis zum 15. Lebensjahr (1999) auf 7,5 DMFS [Heinrich-Weltzien et al. 2001]. Die weitere Zunahme des Kariesbefalls ist insofern bemerkenswert, da diesen Jugendlichen neben individual- und gruppenprophylaktischen Betreuungsangeboten seit 1993 auch die FGV als effektive Maßnahme zur Prävention der Fissuren- und Grübchenkaries zur Verfügung stand. Mit zunehmendem Alter ist vor allem die kariöse Erkrankung der Zahnzwischenräume (Approximalflächen) zu beobachten [Mejare et al. 1998, Poorterman et al. 1999, 2000]. Dieser Karieszuwachs ist auch in jüngeren Querschnittsuntersuchungen, welche mit gleicher Methodik unterschiedliche Altersgruppen untersuchten, abzulesen [Jordan & Micheelis 2016, Basner et al. 2017].

Mit dem Kariesrückgang zeigte sich weiterhin eine Ungleichverteilung der Erkrankung Karies bei Kindern und Jugendlichen zu Ungunsten von sozial benachteiligten Kindern und Jugendlichen. Dieser Trend wurde sowohl im Rahmen der vierten und fünften Deutschen Mundgesundheitsstudie [Micheelis und Schiffner 2006, Jordan & Micheelis 2016] als auch den Erhebungen der DAJ [Basner et al. 2017] bestätigt. Zudem ist darauf zu verweisen, dass es trotz eines insgesamt niedrigen Kariesbefalls in kindlichen und jugendlichen Populationen, eine kleine Gruppe von Betroffenen mit einer überproportional hohen Karieserfahrung gibt [Schill et al. 2021]. Parallel zu dem beobachteten Kariesrückgang wurden ebenfalls Veränderungen im Kariesbefallsmuster offensichtlich. Bis etwa zum 13./14. Lebensjahr konzentriert sich der Kariesbefall mit 60 bis >90% auf die Fissuren und Grübchen der Molaren [Hannigan et al. 2000, Kühnisch et al. 2001, 2003, 2008]. Damit wird deutlich, dass die bleibenden Molaren und deren Fissuren bzw. Grübchen die Zähne bzw. Zahnflächen mit der höchsten Kariesgefährdung im Kindes- und Jugendalter sind [Heinrich-Weltzien et al. 2014]. Weiterhin verschob sich das klinische Erscheinungsbild kariöser Fissuren und Grübchen in den vergangenen Jahrzehnten von manifesten Läsionen zugunsten von nicht kavitierten Kariesvorstufen [Kühnisch et al. 2003, Heitmüller et al. 2013]. Darüber hinaus wurde die weitreichende Bedeutung nicht kavierter kariöser Läsionen in der Epidemiologie erkannt [Pitts 2009].

7.3 Häufigkeit und Qualität von Fissuren- und Grübchenversiegelungen in Deutschland

Die FGV an den bleibenden Molaren steht allen bis zu 17-jährigen Kindern und Jugendlichen in der Bundesrepublik Deutschland als kassen- bzw. privat Zahnärztliche Versorgungsleistung seit 1993 zur Verfügung. Mit Einführung dieser Präventionsmaßnahme kam es zu einem sprunghaften Anstieg der Häufigkeit versiegelter Molaren (Tabelle 2). Aktuelle, bevölkerungsrepräsentative, epidemiologische Daten signalisieren, dass 70,3% der 12-Jährigen zumindest einen versiegelten Zahn aufweisen [Jordan & Micheelis 2016]. Diese Größenordnung wird auch durch andere Erhebungen gestützt (Tabelle 2). Wird die durchschnittliche Häufigkeit versiegelter Zähne betrachtet, so wurden im Rahmen der DMS V 2,8 versiegelte Molaren dokumentiert [Jordan & Micheelis 2016]. Diese Größenordnung wurde auch in nahezu allen anderen epidemiologischen Erhebungen der zurückliegenden beiden Jahrzehnte registriert (Tabelle 2). Die Daten untermauern daher, dass die FGV in der Bundesrepublik Deutschland im Rahmen der individualprophylaktischen Betreuung genutzt wird.

Tabelle 2 Übersicht zur Häufigkeit und Qualität von Fissuren- und Grübchenversiegelungen aus epidemiologischen Studien in der Bundesrepublik Deutschland von 1994 bis 2023

Jahr*	Referenz	Altersgruppe	Kinder mit ≥1FGV (%)	Mittelwert	Part. Verlust (%)
1994	Bolin et al. 1996	10-Jährige	20,5	0,8	-
1995	van Steenkiste 1995	6-12-Jährige	0 25,4	0,3 0,9	-
1995	Irmisch et al. 1997	6-Jährige	38	-	-
1995	Irmisch et al. 1997	8-9-Jährige	46,8	-	55
1995	Irmisch et al. 1997	14-18-Jährige	33,3	-	-
1997	Heinrich-Weltzien et al. 1998	8-Jährige	30,7	1,1	51,1
1997	Heinrich-Weltzien et al. 1998	14-Jährige	33,3	1,2	63,6
1997	Micheelis & Reich 1999 (DMSIII)	12-Jährige	52,9	1,9	-
1998	Schulte et al. 2001	12-Jährige	63,2	-	-
1998	Klemme et al. 2004	12-Jährige	62,9	2,3	-
1999	Kühnisch et al. 2003	10-Jährige	-	0,8/1,7	68,9/91,1
2000	van Steenkiste 2002	12-Jährige	74,6	-	-
2000	Pieper 2010 (DAJ)	12-Jährige	-	2,2 2,8	-
2001	van Steenkiste et al. 2004	10-Jährige	44,4 70,2	1,5 2,5	-
2002	Momeni et al. 2005	12-Jährige	80,4	3,5	-
2002	Momeni et al. 2007a	12-Jährige	80,7	3,5	-
2004	Schulte et al. 2006	12-Jährige	-	1,9 3,8	-
2004	Bissar et al. 2007	11-13-Jährige	-	1,9 2,8	-
2004	Pieper 2004 (DAJ)	12-Jährige	-	1,9 3,2	-
2004	Heinemann et al. 2013	6-10-Jährige	12,9 46,9	0,3 1,0	-
2005	Goddon et al. 2007	8-12-Jährige	35 62	1,4	36,0
2005	Micheelis & Schiffner 2006 (DMS IV)	12-Jährige	71,7	2,7	-
2005	Heinemann et al. 2013	6-10-Jährige	13,6 38,4	0,3 1,0	-
2006	Momeni et al. 2007b	12-Jährige	-	2,4 3,3	-
2006	Heinemann et al. 2013	6-10-Jährige	15,9 45,3	0,4 1,4	-
2007	Heinemann et al. 2013	6-10-Jährige	12,9 46,9	0,3 1,2	-
2008	Heinemann et al. 2013	6-10-Jährige	26,6 39,6	0,7 1,0	-
2008	Heinrich-Weltzien et al. 2014 ¹	8-Jährige	39,1/33,8	0,9/1,3	72,0/72,1
2008	Heinrich-Weltzien et al. 2014 ¹	10-Jährige	47,4/39,4	1,7/1,2	89,3/92,2
2009	Pieper 2010 (DAJ)	12-Jährige	-	2,2 3,0	-
2009	Pieper 2010 (DAJ)	15-Jährige	-	2,6 4,3	-
2009	Berger et al. 2010	8-12-Jährige	55,6	1,4	36,4
2009	Pieper et al. 2013	12-Jährige	63,5-74,1	2,24-3,04	-
2009	Heinemann et al. 2017	7-10-Jährige	34,9	-	-
2010	Jablonski-Momeni et al. 2014 ³	12-Jährige	69,6	2,66	-
2010	Jablonski-Momeni et al. 2014 ⁴	12-Jährige	75,6	3,06	-
2010	Dziwak et al. 2017 ⁵	6-7-Jährige	22,8	0,59	-
2010	Dziwak et al. 2017 ⁵	12-Jährige	63,5	2,48	-
2010	Dziwak et al. 2017 ⁵	15-Jährige	65,5	2,64	-
2010	Schüler et al. 2019 ⁵	6-7-Jährige	22,8	0,59	-
2010	Schüler et al. 2019 ⁶	6-7-Jährige	-	2,56	-
2010	Schüler et al. 2019	12-Jährige	71,7	2,7	-
2010	Schüler et al. 2019	15-Jährige	74,8	4,1	-

*Jahr der Studie

¹ Schüler mit Migrationshintergrund; ² Schüler mit Behinderungen; ³ Marburg-Biedenkopf;

⁴ Vogelsbergkreis; ⁵ Thüringen; ⁶ Niedersachsen, ⁷ Rhein-Erft-Kreis

Fortsetzung Tabelle 2

Jahr*	Referenz	Altersgruppe	Kinder mit ≥1FGV (%)	Mittelwert	Part. Verlust (%)
2010	Schmidt et al. 2022 ⁷	10-14-Jährige	3,41 4,19	3,81	-
2011	Hempel et al. 2015 ²	6-12-Jährige	53,0/37,4	1,5/1,0	-
2011	Hempel et al. 2015 ²	13-18-Jährige	71,5/61,7	3,0/2,4	-
2015	Jordan & Micheelis 2016	12-Jährige	70,3	2,8	-
2015	Schmidt et al. 2022	10-14-Jährige	3,06 3,51	3,32	-
2017	Schmidt et al. 2021 ²	35-69-Jährige	10,3	-	-
2017	Schmidt et al. 2021 ²	18-34-Jährige	50	-	-

*Jahr der Studie

¹ Schüler mit Migrationshintergrund; ² Schüler mit Behinderungen; ³ Marburg-Biedenkopf;

⁴ Vogelsbergkreis; ⁵ Thüringen; ⁶ Niedersachsen; ⁷ Rhein-Erft-Kreis

Neben der zunehmenden Inanspruchnahme und Akzeptanz dieser kariespräventiven Maßnahme zeigten verschiedene epidemiologische Querschnittsuntersuchungen aber auch partielle Verluste bei der FGV (Tabelle 2). Allerdings ist darauf zu verweisen, dass in den vergangenen 15 Jahren keine Qualitätsdaten im Rahmen von Studienprojekten erhoben wurden. Daher sind diesbezügliche Untersuchungen zu fordern, um eine aktuelle Standortbestimmung vornehmen zu können. Auch liegen nur begrenzte Informationen darüber vor, inwieweit die FGV indikationsgerecht genutzt wird. Hier wäre hypothetisch zu erwarten, dass z. B. vulnerable Gruppen, Kinder und Jugendliche mit einer erhöhten Kariesaktivität oder einem erhöhten Kariesrisiko prioritär in Präventionsprogramme eingebunden sind und demzufolge über einen hohen Anteil an FGV verfügen sollten. Demgegenüber signalisieren jedoch einzelne Berichte, dass Kinder und Jugendliche aus sozial benachteiligten Bevölkerungsgruppen, mit einem Migrationshintergrund sowie mit Behinderungen wesentlich seltener und weniger FGV aufweisen als ihre gesunden Altersgefährten [Kühnisch et al. 1998 und 2003, van Steenkiste et al. 2004, Klemme et al. 2004, Micheelis und Schiffner 2006, Bissar et al. 2007, Hempel et al. 2015, Heinrich-Weltzien et al. 2014, Dziwak et al. 2017, Schüler et al. 2019, Schmidt et al. 2021, Schmidt et al. 2022]. Diese Aspekte zu einem indikations- und bedarfsgerechten Gebrauch der FGV sollten in zukünftigen Studien weiterführend betrachtet werden.

7.4 Beurteilung der Evidenzqualität

Werden die verfügbaren und zitierten epidemiologischen Daten aus qualitativer Sicht beurteilt, kann geschlussfolgert werden, dass mit dem Vorliegen von umfangreichen, bevölkerungsrepräsentativen und methodisch sehr gut umgesetzten Studienkonzepten (z. B. DMS- oder DAJ-Studien) eine außerordentlich gute Datenqualität diesbezüglich vorliegt. Dabei ist die kariesepidemiologische Datenlage als profunder im Vergleich zur Datenlage bezüglich der Häufigkeit und Qualität von FGV zu beurteilen. Für letztere wurden seltener und weniger detailliert Informationen im Rahmen der großen, turnusmäßigen Erhebungen (DMS- und DAJ-Studien) erhoben. Demgegenüber wurden mit einer gewissen Regelmäßigkeit Daten aus regionalen Untersuchungen mit kleineren Stichprobenumfängen publiziert. Insgesamt kann geschlussfolgert werden, dass die verfügbaren epidemiologischen Querschnittsstudien eine hohe Qualität und moderate Vertrauenswürdigkeit aufweisen.

7.5 Zusammenfassung

Über die zurückliegenden Jahrzehnte wurde ein kontinuierlicher Kariesrückgang bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland dokumentiert. Epidemiologische Daten signalisieren jedoch, dass sich der Kariesbefall auf Gruppen mit einem erhöhten Kariesrisiko bzw. einer erhöhten Kariesaktivität polarisiert. Aus präventiver Sicht muss gefordert werden, dass diese Betroffenen priorisiert in individual- und gruppenprophylaktische Programme einzubeziehen sind.

Darüber hinaus bleibt festzuhalten, dass die FGV eine in Deutschland etablierte, individualprophylaktische Präventionsmaßnahme ist. Da deren Effektivität von einer vollständigen Versiegelung aller (Para)Fissuren und Grübchen abhängt, ist eine hohe Qualität im Versorgungsalltag sicherzustellen.

7.6 Literatur

- Basner R, Santamaría RM, Schmoeckel J, Schüler E, Splieth CH: Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 2016 Gutachten. Bonn: Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege (DAJ), 2017.
- Berger S, Goddon I, Chen CM, Senkel H, Hickel R, Stösser L, Heinrich-Weltzien R, Kühnisch J. Are pit and fissure sealants needed in children with a higher caries risk? Clin Oral Investig. 14(5)(2010)613-20.
- Bissar AR, Oikonomou C, Koch MJ, Schulte AG: Dental health, received care, and treatment needs in 11to 13-year-old children with immigrant background in Heidelberg, Germany. Int J Paediatr Dent 17(2007)364-370.
- Bolin AK, Bolin A, Koch G: Children´s dental health in Europe: caries experience of 5and 12-year-old children from eight EU countries. Int J Paediatr Dent 6(1996)155-162.
- Dziwak M, Heinrich-Weltzien R, Limberger K, Ifland S, Gottstein I, Lehmann T, Schüler IM. Dental health and odontogenic infections among 6- to 16-year-old German students with special health care needs (SHCN). Clin Oral Investig. 21(6)(2017)1997-2006.
- Glass RL (ed): The first international conference on the declining prevalence of dental caries. J Dent Res 61(1982)1301-1383.
- Goddon I, Berger S, Senkel H, Tietze W, Kühnisch J, Heinrich-Weltzien R: Klinisches Erscheinungsbild erster bleibender Molaren bei 8- bis 12-jährigen Schülern. Oralprophylaxe Kinderzahnheilkd 29(2007)118-123.
- Hannigan A, O´Mullane DM, Barry D, Schäfer F, Roberts AJ: A caries susceptibility classification of tooth surfaces by survival time. Caries Res 34(2000)103-108.
- Heinemann F, Ifland S, Heinrich-Weltzien R, Schüler IM. Einfluss der Fissurenversiegelung auf die Zahngesundheit von Weimarer Grundschulern – Eine longitudinale Beobachtungsstudie unter Alltagsbedingungen [Influence of Fissure Sealants on Dental Health of Elementary School Children in Weimar A Longitudinal Observational Study under Real-life Conditions]. Gesundheitswesen. 79(3)(2017)195-202
- Heinemann F, Schüler I, Ifland S, Heinrich-Weltzien R: Kariesepidemiologischer Trend bei Weimarer Grundschulern im Zeitraum zwischen 2004 und 2009. Oralprophylaxe 35(2013)65-73.
- Heinrich-Weltzien R, Kühnisch J, Senkel H, Stösser L: Welchen Beitrag leistet die Fissurenversiegelung zur Zahngesundheit? Oralprophylaxe 20(1998)146-154.
- Heinrich-Weltzien R, Kühnisch J, Weerheijm KL, Stösser L: Diagnostik der versteckten Okklusalkaries mit Bissflügel-Aufnahmen. Dtsch Zahnärztl Z 56(2001)476-480.
- Heinrich-Weltzien R, Walther M, Goddon i, Kühnisch J: Zahngesundheit erster Molaren bei westfälischen Migranten und deutschen Schülern. Bundesgesundheitsblatt 57(2014)128-134.
- Heitmüller D, Thiering E, Hoffmann U, Heinrich J, Manton D, Kühnisch J, Neumann C, Bauer CP, Heinrich-Weltzien R, Hickel R, and the GINIplus Study Group: Is there a positive relationship

- between molar -Incisor hypomineralisations and the presence of dental caries. *Int J Paediatr Dent* 23(2013)116-124
- Hempel E, Limberger K, Möller M, Heinrich-Weltzien R: Mundgesundheit von Erfurter Schüler/innen mit und ohne Behinderungen. *Gesundheitswesen* 77(2015)263-268.
 - Irmisch B, Rösler I, Range U: Häufigkeit und Retention von Fissurenversiegelungen eine Querschnittsstudie. *Dtsch Zahnärztl Z* 52(1997)190-192.
 - Jablonski-Momeni A, Lange J, Schmidt-Schäfer S, Petrakakis P, Heinzel-Gutenbrunner M, Pieper K: Zahngesundheit bei 12-Jährigen unter Einbeziehung von Initialläsionen und Dentinkaries [Dental health in 12-year-old children including initial lesions and dentine caries]. *Gesundheitswesen*. 76(2014)103-7.
 - Jordan AR, Micheelis W (ed): Fünfte deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). Materialienreihe Band 35. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag, 2016.
 - Klemme B, Tramini P, Niekusch U, Rossbach R, Schulte AG: Relationship between caries prevalence and fissure sealants among 12-year-old German children at three educational strata. *Sozialund Präventivmedizin* 49(2004)344-351.
 - Kühnisch J, Heinrich-Weltzien R, Senkel H, Stösser L: Mundgesundheit und Inanspruchnahme zahnärztlicher Betreuungsleistungen von 8jährigen Migranten und deutschen Schülern des Ennepe-Ruhr-Kreises. *Gesundheitswesen* 60(1998)500-504.
 - Kühnisch J, Heinrich-Weltzien R, Senkel H, Clasen AB, Stösser L: Dental health and caries topography in 8-yr-old German and immigrant children. *Eur J Paediatr Dent* 2(2001)191-196.
 - Kühnisch J, Senkel H, Heinrich-Weltzien R: Vergleichende Untersuchung zur Zahngesundheit von deutschen und ausländischen 8- bis 10-Jährigen des westfälischen Ennepe-Ruhr-Kreises. *Gesundheitswesen* 65(2003)96-101.
 - Kühnisch J, Senkel H, Heinrich-Weltzien R: Vergleichende Untersuchung zur Zahngesundheit von deutschen und ausländischen 8- bis 10-Jährigen des westfälischen Ennepe-Ruhr-Kreises. *Gesundheitswesen* 65(2003)96-101.
 - Kühnisch J, Berger S, Goddon I, Senkel H, Pitts NB, Heinrich-Weltzien R: Occlusal caries detection according to WHO basic methods, ICDAS II and laser fluorescence measurements: results from an epidemiological study. *Community Dent Oral Epidemiol* 36(2008)475-484.
 - Künzel W: Caries Decline in Deutschland Eine Studie zur Mundgesundheit. Hüthig: Heidelberg (1997).
 - Künzel W, Fischer T, Lorenz R, Brühmann S: Decline in caries prevalence after the cessation of water fluoridation in the former East Germany. *Community Dent Oral Epidemiol* 28(2000)382-389.
 - Marthaler TM: Changes in dental caries 1953-2003. *Caries Res* 38(2004)173-181.
 - Mejäre I, Källestål C, Stenlund H, Johansson H: Caries development from 11 to 22 years of age: a prospective radiographic study. Prevalence and distribution. *Caries Res* 32(1998)10-16.
 - Micheelis W, Bauch J (Bearb): Mundgesundheit in der Bundesrepublik Deutschland. Hrsg v Instit d Dtsch Zahnärzte. IDZ-Broschürenreihe Band 3. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag, 1990.
 - Micheelis W, Bauch J (Bearb): Mundgesundheitszustand und -verhalten in Ostdeutschland. Ergebnisse des IDZ-Ergänzungssurvey 1992. Hrsg v Instit d Dtsch Zahnärzte. IDZ-Materialienreihe Band 11.3. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag, 1992.
 - Micheelis W, Reich E (Bearb): Dritte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS III). Hrsg v Instit d Dtsch Zahnärzte. IDZ-Broschürenreihe Band 21. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag, 1999.
 - Micheelis W, Schiffner U: Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV). Materialienreihe Band 31. Deutscher Zahnärzte Verlag, 2006.
 - Micheelis W, Schiffner U, Hoffmann T, Kerschbaum T, John MT: Ausgewählte Ergebnisse der Deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS IV). *Dtsch Zahnärztl Z* 62(2007)218-240.
 - Momeni A, Hartmann T, Born C, Pieper K: Kariesprävalenz und Behandlungsbedarf bei 12-Jährigen im Kreis Marburg-Biedenkopf. *Oralprophylaxe Kinderzahnheilkd* 26(2005)153-156.

- Momeni A, Hartmann T, Born C, Heinzel-Gutenbrunner M, Pieper K: Association of caries experience in adolescents with different preventive measures. *Int J Public Health* 52(2007a)393-401.
- Momeni A, Stoll R, Schulte A, Pieper K: Kariesprävalenz und Behandlungsbedarf bei 15-Jährigen in Deutschland im Jahr 2004. *Dtsch Zahnärztl Z* 62(2007b)168-175.
- Naujoks R, Hüllebrand G: Mundgesundheit in der Bundesrepublik. *Zahnärztl Mitt* 75(1985)417-419.
- Pieper K: Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 1995 Gutachten. Bonn: Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege (DAJ), 1996.
- Pieper K: Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 1997 Gutachten. Bonn: Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege (DAJ), 1998.
- Pieper K: Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 2000 Gutachten. Bonn: Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege (DAJ), 2001.
- Pieper K: Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 2004 Gutachten. Bonn: Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege (DAJ), 2005.
- Pieper K: Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 2009 Gutachten. Bonn: Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege (DAJ), 2010.
- Pieper K, Schulte AG: The decline in dental caries among 12-year-old children in Germany between 1994 and 2000. *Community Dent Health* 21(2004)199-206.
- Pieper K, Lange J, Jablonski-Momeni A, Schulte AG. Caries prevalence in 12-year-old children from Germany: results of the 2009 national survey. *Community Dent Health*. 30(2013)138-42.
- Pitts NB: Detection, assessment, diagnosis and monitoring of caries. *Monographs in Oral Science*, Vol. 21. Basel: Karger, 2009.
- Poorterman JHG, Aartman ICH, Kalsbeek H: Underestimation of the prevalence of approximal caries and inadequate restorations in a clinical epidemiological study. *Community Dent Oral Epidemiol* 27(1999)331-337.
- Poorterman JHG, Aartman ICH, Kieft JA, Kalsbeek H: Value of bite-wing radiographs in a clinical epidemiological study and their effect on the DMFS index. *Caries Res* 34(2000)159-163.
- Schill H, Wölfl U, Hickel R, Krämer N, Standl M, Kühnisch J: Distribution and polarization of Caries in Adolescent Populations. *Int J Environ Res Public Health* 18 (2021) 4878
- Schmidt P, Egermann M, Sauerland C, Schulte AG. Caries Experience of Adults with Intellectual Disability in the Western Part of Germany. *J Clin Med*. 10(2021)2602.
- Schmidt P, Petrakakis P, Schulte AG. Zahngesundheit von Kindern und Jugendlichen des Rhein-Erft-Kreises mit Hauptbzw. Förderschulbedarf im 5-Jahresvergleich [Dental Health of Children and Adolescents in the Rhine-Erft District attending Secondary General and Special Needs Schools: A 5-year comparison]. *Gesundheitswesen*. 84(2022)271-279.
- Schüler IM, Dziwak M, Schmied K, Lehmann T, Heinrich-Weltzien R. Mundgesundheit von Kindern und Jugendlichen mit geistiger Behinderung und psychoemotionalen Störungen aus Niedersachsen und Thüringen [Oral Health in Children and Adolescents with Mental Disability and Psycho-Emotional Disorders from Lower Saxony and Thuringia]. *Gesundheitswesen*. 81(2019)207-214.
- Schulte A, Rossbach R, Tramini P: Association of caries experience in 12-year-old children in Heidelberg, Germany, and Montpellier, France, with different caries preventive measures. *Community Dent Oral Epidemiol* 29(2001)354-361.
- Schulte AG, Momeni A, Pieper K: Caries prevalence in 12-year-old children from Germany. Results of the 2004 national survey. *Community Dent Health* 23(2006)197-202.
- van Steenkiste M: Kariesbefall, Fissurenversiegelungen und Mundhygiene bei Schülern der Grund- und weiterführenden Schulen des Rems-Murr-Kreises. *Oralprophylaxe* 17(1995)55-63.
- van Steenkiste M: Kariespräventive Strategien im Hinblick auf den aktuellen Kariesrückgang. *Oralprophylaxe* 24(2002)103-109.

- van Steenkiste M, Becher A, Banschbach R, Gaa S, Kreckel S, Pocanschi C: Prävalenz von Karies, Fissurenversiegelungen und Füllungsmaterial bei deutschen Kindern und Kindern von Migranten. Gesundheitswesen 66(2004)754-758.
- WHO: International collaborative study of dental manpower systems in relation to oral health status. Geneva: World Health Organization, 1975.
- WHO: Gesundheit21: Das Rahmenkonzept "Gesundheit für alle" für die Europäische Region der WHO. Europäische Schriftenreihe "Gesundheit für alle"; Nr. 6 (1999).
- WHO: Oral Health Surveys. Basic methods. 5th Edition. Geneva: WHO (2013).
- Ziller S, Oesterreich D, Jordan AR: Mundgesundheitsziele für Deutschland bis zum Jahr 2030. Zahnmed Forsch Versorg 4(2021)1

8 Diagnostik und Indikationsstellung

8.1 Schlüsselfrage

In welchen klinischen Situationen ist
die Fissuren- und Grübchenversiegelung indiziert?

8.2 Diagnostik

Die Indikation zur FGV kann grundsätzlich erst nach diagnostischen Untersuchungen, welche neben der Detektion vorhandener kariösen Läsionen auch deren Aktivität sowie das allgemeine Kariesrisiko berücksichtigen, gestellt werden. Daher sind an dieser Stelle Überlegungen zu den verfügbaren Diagnostikmethoden erforderlich, um ein praxistaugliches Vorgehen zu skizzieren.

8.2.1 Visuelle Kariesdiagnostik

Da die traditionelle taktile Sondierung mit spitzer Sonde im Vergleich zur visuellen Inspektion nur einen begrenzten Informationsgewinn erbringt [Lussi 1991, Penning et al. 1992], aber iatrogene Schmelzdefekte verursachen kann [Ekstrand et al. 1987, Kühnisch et al. 2007], ist die Verwendung der spitzen zahnärztlichen Sonde kritisch zu betrachten [Pitts 2001]. Seitens der WHO [1997, 2013] wird als Diagnostikinstrument die abgerundete CPI- bzw. Parodontalsonde für die taktile Kariesdiagnostik empfohlen. Eine stumpfe Sonde kann zum drucklosen Abtasten der Zahnoberfläche verwendet werden, um Informationen über die Oberflächenbeschaffenheit bzw. -rauigkeit zu erhalten. Aus methodischer Sicht ist visuellen Methoden, welche nicht kavitierte kariöse Läsionen einschließen, der Vorzug einzuräumen, da diese eine präzisere Einschätzung erlauben. Dazu zählen die ICDAS-Kriterien [International Caries Detection and Assessment System, www.icdas.org, Pitts 2009, Ekstrand et al. 2018] oder UniViSS-Kriterien [Kühnisch et al. 2009 und 2011]. Unabhängig von den verwandten Diagnostikkriterien muss die visuelle Untersuchung an gereinigten, getrockneten und gut beleuchteten Zahnflächen vorgenommen werden. Vergrößerungshilfen werden als hilfreich eingeschätzt. Im Zuge der visuellen Beurteilung können an allen frei zugänglichen Zahnflächen einschließlich der Fissuren und Grübchen folgende Diagnosen gestellt werden:

- Gesunde, kariesfreie Fissur bzw. Grübchen
- Fissur bzw. Grübchen mit einer nicht kavitierten kariösen Läsion (Synonyme: Kariesvorstufe, Initialkaries, prä-kavitierte Schmelzkaries, beginnende oder frühe Karies, hidden caries/versteckte Karies)
- Kavitation bzw. Dentinkaries im Bereich der Fissuren bzw. Grübchen

Die Genauigkeit visueller Kariesdetektions- und -diagnostikmethoden wurde in mehreren systematischen Übersichtsarbeiten belegt [Bader et al. 2002; Gimenez et al. 2015; Ekstrand et al. 2018; Gimenez et al. 2021; Macey et al. 2021], welche auch Daten zur Primärkaries-Diagnostik an Okklusalfächen bzw. Fissuren beinhalteten. Als einschränkend ist herauszustellen, dass nur eine Minderheit der verfügbaren Primärstudien in einem klinischen Umfeld durchgeführt wurde [Gimenez et al. 2021, Kapor et al. 2021, Janjic Rankovic et al. 2021], was die Verallgemeinerbarkeit der dokumentierten Ergebnisse ein-

schränkt [Gimenez et al. 2015; Macey et al. 2021, Kapor et al. 2021, Janjic Rankovic et al. 2021, Neuhaus et al. 2021, Kühnisch et al. 2021]. In den zuletzt veröffentlichten systematischen Übersichten, die sich auf die Erkennung von Schmelz- [Macey et al. 2021] und Dentinläsionen [Kapor et al. 2021, Janjic Rankovic et al. 2021] konzentrierten, wurden jedoch gute oder akzeptable Sensitivitäts- und Spezifitätswerte für die visuelle Untersuchung beobachtet. Die Evidenz für den klinischen Einsatz von Hilfsmitteln wie Vergrößerungslupen ist bisher schwach [Goel et al. 2016; Neuhaus et al. 2015]. Ihr praktischer Einsatz zur Unterstützung der visuellen Untersuchung sollte jedoch erwogen werden, wenn gleich aber die Entscheidungsfindung mit Zurückhaltung erfolgen sollte, weil daraus möglicherweise eine Übertherapie resultieren kann [Goel et al. 2016; Neuhaus et al. 2015].

8.2.2 Ergänzende Kariesdiagnostik mit röntgenfreien Diagnostikmethoden

Auf dem Dentalmarkt sind wenige Geräte mit lichtbasierten Technologien verfügbar, welche eine ergänzende Diagnostik der visuellen Untersuchung ermöglichen. Aus zahnärztlicher Sicht sollten ergänzende diagnostische Methoden an allen Zahnflächen risikofrei und einfach in beiden Dentitionen anwendbar sein, eine perfekte diagnostische Aussagekraft in Bezug auf Genauigkeit und Reproduzierbarkeit aufweisen und über eine Bildgebung verfügen, mit der Veränderungen zeitlich objektiv dokumentiert werden können. An dieser Stelle ist herauszustellen, dass die Bissflügelröntgenaufnahme den meisten dieser Anforderungen gerecht wird, welche bisher von keinem anderen Diagnostikverfahren umfänglich erfüllt werden konnten.

Als lichtoptische Diagnostikmethode für okklusale Fissuren und Grübchen steht zum einen die Laserfluoreszenzmessung (DIAGNOdent 2095 und DIAGNOdent 2190/Pen, KaVo, Biberach, Deutschland) zur Verfügung. Untersuchungen zur Validität und Reliabilität der Laserfluoreszenzmessung scheinen weitestgehend vielversprechend [Lussi 2004]. Jedoch besteht bei einer niedrigen Kariesprävalenz auf Populationsebene ein erhöhtes Risiko, falsch positive Diagnosen zu stellen, die letztlich zu einer Überbehandlung führen können [Bader und Shugars 2004]. Auch deutet eine Meta-Analyse darauf hin, dass die Genauigkeit des Verfahrens bei fortgeschrittenen kariösen Läsionen zu besseren Ergebnissen führt [Gimenez et al. 2015]. Dies ist bei der klinischen Verwendung des Verfahrens zu berücksichtigen.

Mit der Nahinfrarot-Transillumination (DIAGNOcam, KaVo, Biberach, Deutschland; VistaCam, Dürer Dental SE, Bietigheim-Bissingen, Deutschland; iTero Element 5, Align Technology Switzerland, Rotkreuz, Schweiz) steht ein weiteres lichtoptisches Verfahren zur Kariesdetektion zur Verfügung, welches sowohl an Approximal- als auch Okklusalfächen einsetzbar ist. Als Besonderheit ist hervorzuheben, dass damit eine Bildgebung möglich ist. In einer systematischen Übersichtsarbeit [Ortiz et al. 2020] berichteten die Autoren über eine gute Gesamtgenauigkeit bei der Erkennung von interproximaler Primärkaries mit Nahinfrarotlicht-Transillumination und argumentieren, dass die Methode routinemäßig für zahnärztliche Kontrolluntersuchungen eingesetzt werden könnte, insbesondere in Hochrisikopopulationen und Patienten, bei denen der Einsatz von Röntgenstrahlung reduziert werden sollte, wie z. B. bei schwangeren Frauen oder Kindern [Ortiz et al. 2020]. Interessanterweise kommen Macey et al. [2021] zu einem gegenteiligen Schluss und verweisen auf die begrenzte Fähigkeit der Nahinfrarot-Transillumination, Schmelzkaries zu erkennen.

Ziel der ergänzenden Diagnostik mit röntgenfreien Diagnostikverfahren ist es, insbesondere an allen für die visuelle Untersuchung weniger zugänglichen Zahnflächen – einschließlich der Fissuren und

Grübchen – entweder versteckte Läsionen aufzufinden und/oder deren Ausdehnung konkret zu beurteilen.

8.2.3 Kariesdiagnostik mit Bissflügelröntgenaufnahmen

Die röntgenologische Kariesdiagnostik mit Bissflügelröntgenaufnahmen ist im Milch- und bleibenden Gebiss die ergänzende Methode der Wahl zur Detektion approximaler und auch okklusaler kariöser Läsionen, da röntgenfreie Diagnostikverfahren bislang nur eine begrenzte Verfügbarkeit in zahnärztlichen Praxen aufweisen. Vergleichende klinisch-röntgenologische Untersuchungen zeigten, dass mit Bissflügelröntgenaufnahmen „versteckte“ okklusale Dentinläsionen bei Kindern und Jugendlichen diagnostiziert werden können [Weerheijm et al. 1992, Kidd et al. 1992, Creanor et al. 1992]. Vorhandene Bissflügelröntgenaufnahmen sollten daher zur ergänzenden Untersuchung auch an Fissuren und Grübchen herangezogen werden [Kühnisch et al. 2020, Kapor et al. 2021]. Unter Berücksichtigung der Strahlenexposition muss die rechtfertigende Indikation gemäß der Strahlenschutz-Verordnung bei Kindern und Jugendlichen besonders sorgfältig begründet werden [Aps et al. 2020, van Acker et al. 2020, Kühnisch et al. 2018].

Zur Kariesdetektion und -diagnostik mit Bissflügelröntgenaufnahmen wurden vielfältige Studien publiziert, welche in mehreren systematischen Übersichtsarbeiten zusammengefasst wurden. Der Schwerpunkt dieser Publikationen variierte je nach den verwendeten Einschlusskriterien, darunter Faktoren wie die Art der Karies (Lokalisation, Läsionstiefe), das Gebiss und die Art der einbezogenen Primärstudie (Labor und/oder Klinik). Die meisten befassten sich mit der Approximal- oder Okklusalkaries. Aus den publizierten Ergebnissen können die nachstehenden Schlussfolgerungen in Bezug auf die Verwendung von Bissflügelröntgenaufnahmen gezogen werden:

- Die intraorale Bissflügelröntgenaufnahme ist eine praxis-relevante Diagnostikmethode, deren Nutzen zur Approximalkariesdiagnostik größer ist als zur Okklusalkariesdiagnostik [Schwendicke et al. 2015].
- Für die Bissflügelröntgenaufnahme ergeben sich in der Regel eine geringe bis mäßige Sensitivität (etwa 0,40-0,50), aber eine hohe Spezifität (0,80-0,90) für okklusale und proximale Karies [Bader & Shugars 2004; Schwendicke et al. 2015; Janjic Rankovic et al. 2021, Walsh et al. 2021].
- Die Sensitivität ist tendenziell niedriger an frühen Kariesstadien und höher an fortgeschrittenen kariösen Läsionen.

Ziel der ergänzenden Diagnostik mit Bissflügelröntgenaufnahmen ist es, an allen für die visuelle Untersuchung nicht zugänglichen Zahnflächen – einschließlich der okklusalen Fissuren – entweder „versteckte“ Läsionen aufzufinden und/oder die Ausdehnung bereits diagnostizierter Läsionen in Relation zur Pulpa zu bestimmen. Dies ist Bestandteil einer vertiefenden diagnostischen Untersuchung, welche insbesondere in Situationen mit diagnostizierbaren kavitierten kariösen Läsionen umzusetzen ist. Die routinemäßige Anfertigung von Bissflügelröntgenaufnahmen im Vorfeld der FGV ist abzulehnen.

8.2.4 Beurteilung von Kariesaktivität und Kariesrisiko

Neben dem Kariesrisiko, welches die Wahrscheinlichkeit beschreibt, dass ein Patient zukünftig neue bzw. restaurationsbedürftige kariöse Läsionen entwickelt, wird aktuell die Beurteilung der Aktivität einer kariösen Läsion als ein weiterer wichtiger Bestandteil der diagnostischen Untersuchung eines

Patienten angesehen. Die Aktivität ist dabei als Wahrscheinlichkeit definiert, mit der eine existente kariöse Läsion stagniert oder voranschreitet [Nyvad et al. 1999, Fejerskov und Kidd 2008, Ekstrand et al. 2009; Machiulskine et al. 2020]. Dabei kann jede kariöse Läsion zu jedem Lebenszeitpunkt aktive bzw. inaktive Merkmale aufweisen [Carvalho 2014]. Als Indikator der Aktivität kariöser Läsionen werden ihre Lokalisation in plaqueretentiven Arealen, das Vorhandensein von Plaque (Biofilm) auf der Läsionsoberfläche, eine Oberflächenrauigkeit des Zahnschmelzes oder das Vorkommen von feuchtem und erweichtem Dentin an kavitierten Läsionen angesehen. Aus diagnostischer Sicht ist die Aktivitätsbeurteilung einer kariösen Läsion Bestandteil der klinischen Untersuchung und nach der Detektion kariöser Läsionen unabhängig von deren Progressionsstadien vorzunehmen. Die Tabelle 3 fasst dazu klinisch erfassbare Parameter zusammen, welche an kariösen Läsionen eine (In)Aktivität signalisieren. Aus klinischer Sicht ist auf die häufige Situation zu verweisen, dass nicht immer das (In)Aktivitätsniveau eindeutig festlegbar ist. Aus präventiver Sicht sollten kariöse Läsionen mit einem unsicherem Aktivitätsstatus bis zur Neubewertung grundsätzlich als aktiv betrachtet werden.

Tabelle 3 Zusammenfassung relevanter Parameter der Kariesaktivität, welche im Rahmen der klinischen Untersuchung von kariösen Läsionen erfasst werden können.

Indikatoren zur Kariesaktivität	Inaktiv	Aktiv
Biofilm	Nicht vorhanden	Vorhanden
Karieslokalisation an Glattflächen	Gingivafern, außerhalb „Plaque stagnation areas“	Gingivanah, innerhalb „Plaque stagnation areas“
Schmelzoberfläche	Intakt & glänzend	Rau & matt
Dentin	Hart & glänzend	Weich & ledrig
Ausdehnung	Gering	Fortgeschritten
Läsionsalter	Niedrig	Hoch

Die Kariesaktivität ist keinesfalls unabhängig von dem allgemeinen Kariesrisiko zu betrachten, da beide Variablen durch die gleichen Ätiologiefaktoren beeinflusst werden. Als relevant sind an dieser Stelle insbesondere eine zuckerhaltige bzw. kariogene Ernährungsweise und eine unzureichende Biofilmentfernung zu nennen. Darüber hinaus beeinflussen eine reduzierte Allgemeingesundheit, vorliegende Behinderungen, ein erniedrigter Speichelfluss, eine unregelmäßige Fluoridanwendung im häuslichen und professionellen Bereich, verschiedene Medikamente, ein sporadisches Inanspruchnahmeverhalten von zahnärztlichen Betreuungsleistungen sowie sozio-demografische Variablen maßgeblich die individuelle Kariesaktivität bzw. das Kariesrisiko eines Patienten.

Die klinische Diagnostik des erhöhten Kariesrisikos eines Patienten erfolgt primär durch die wiederholende Detektion kariöser Läsionen. Neben dem bisherigen bzw. aktuellen Kariesbefall sind nicht kavitierte kariöse Läsionen (Kariesvorstufen) klinisch einfach zu erfassen und stellen einen guten Prädiktor für eine zukünftige kariöse Entwicklung dar [Reich et al. 1999, Zero 2001, Tagliaferro et al. 2006, Mejare et al. 2014]. Zur Identifikation von 3- bis 12-Jährigen mit einem Kariesrisiko hat die DAJ die nachste-

henden Kriterien vorgeschlagen (www.daj.de, Tabelle 4). Kritisch anzumerken ist, dass diese Risikobewertung auf manifeste kariöse Läsionen zurückgreift und keine arretierbaren Kariesvorstufen nutzt. Zudem ist darauf aufmerksam zu machen, dass die Empfehlung aus den 1990er Jahren stammt und die damaligen Kariesprävalenzraten berücksichtigte. Auch ist das erhöhte Risiko von Patientengruppen mit erhöhtem Kariesrisiken, z. B. Kinder und Jugendliche mit Behinderungen, unreflektiert.

Tabelle 4 DAI-Kriterien zur Kariesrisikobestimmung

Altersgruppe	Kriterien der DAI für ein erhöhtes Kariesrisiko
<3 Jahre	Nicht kariesfrei, dmf(t) > 0
4 Jahre	dmf(t) > 2
5 Jahre	dmf(t) > 4
6 7 Jahre	dmf/DMF(t/T) > 5 oder D(T) > 0
8 9 Jahre	dmf/DMF(t/T) > 7 oder D(T) > 2
10 12 Jahre	DMF(S) an Approximal-/Glattflächen > 0

Obwohl die Kariesaktivität und das Kariesrisiko nicht immer einfach vorhersagbar sind, steht die klinische Einschätzung beider Variablen bei Erstvorstellungen und im Gesundheitsmonitoring außer Frage [Wright et al. 2016]. Die regelmäßige Re-Evaluation im Rahmen von Kontrolluntersuchungen wird empfohlen, da sich das Aktivitäts- bzw. Risikoprofil eines Patienten durch Veränderungen seiner Lebensumstände verändern kann. Die Kariesaktivität und das individuelle Kariesrisiko gelten als relevante Einflussvariablen bei der Indikationsstellung zur FGV. Während im Fall einer niedrigen Kariesaktivität und eines niedrigen Kariesrisikos die FGV restriktiv einsetzbar ist, sollte im umgekehrten Fall das präventive Potenzial ausgeschöpft werden (Abbildung 6) Anzumerken ist ferner, dass dieser Ansatz dem Verständnis der Kariesätiologie folgt. Prospektive, methodisch gut angelegte, klinisch kontrollierte Studien zur Beurteilung des Einflusses der Kariesaktivität bzw. des Kariesrisikos bei der Indikationsstellung zur FGV fehlen weitestgehend [Mejare et al. 2003 und 2007, Ahovuo-Saloranta et al. 2008, 2013, 2017].

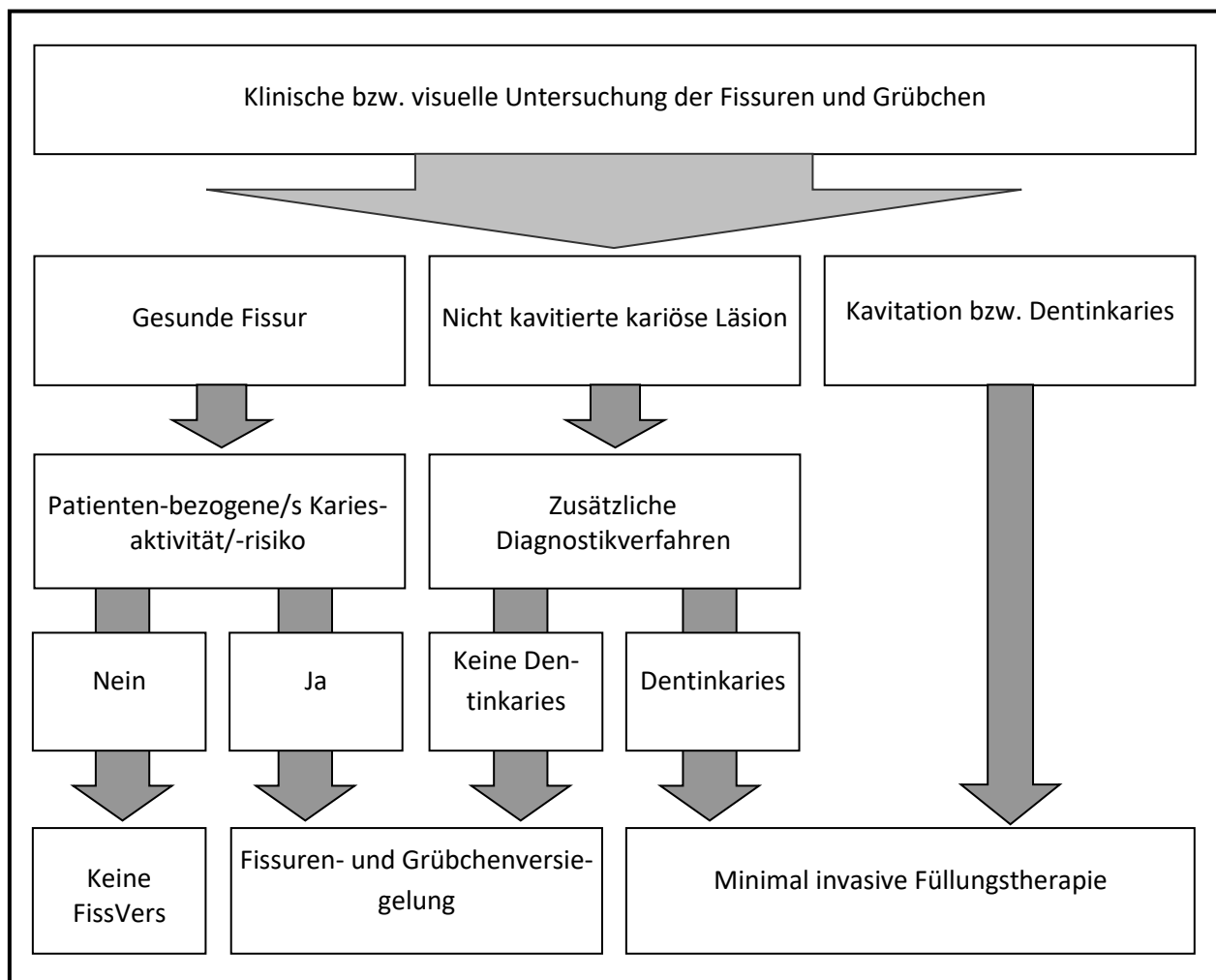


Abbildung 6 Diagnostischer Entscheidungsprozess zur Fissuren- und Grübchenversiegelung.

8.3 Indikationen und Kontra-Indikationen

Die Indikationsstellung zur FGV erfolgt auf Grundlage der kariesdiagnostischen Untersuchung und Bestimmung der Kariesaktivität bzw. des Kariesrisikos. In Abhängigkeit von der Diagnose an den betreffenden Fissuren und Grübchen – gesund, nicht kavitierte kariöse Läsion oder Kavitation/Dentinkaries – wird die Indikation zur präventiven FGV bzw. minimal invasiven Restauration gestellt (Abbildung 6).

An *gesunden Fissuren und Grübchen* kann die präventive Versiegelung prinzipiell in Erwägung gezogen werden. Allerdings sollte die Indikation von der bestehenden Kariesaktivität bzw. dem Kariesrisiko des Patienten abhängig gemacht werden. Im Falle fehlender Indikatoren für eine Kariesaktivität bzw. ein Kariesrisiko kann aus heutiger Sicht auf die FGV verzichtet werden, da die Wahrscheinlichkeit einer okklusalen Kariesentwicklung bei sichergestellter präventiver Betreuung, z. B. (supervidiertes), tägliches Zähneputzen mit Fluoridzahnpaste, halbjährliche Fluoridlackapplikation, zahngesunder Ernährungsweise etc., als gering einzuschätzen ist [Tagliaferro et al. 2011, Ismail et al. 2013]. Liegt demgegenüber eine erhöhte Kariesaktivität bzw. ein Kariesrisiko vor, so kann die Umsetzung der Präventionsmaßnahme damit gut begründet werden.

Fissuren und Grübchen mit *nicht kavitierten kariösen Läsionen* bedürfen einer sorgfältigen kariesdiagnostischen Untersuchung, ggf. auch unter Einbeziehung ergänzender Methoden. Hier ist es von klinischer Bedeutung, fortgeschrittene Dentinläsionen zu identifizieren, welche einer restaurativen Therapie und keiner FGV bedürfen. Wurde dies ausgeschlossen, sollten Fissuren und Grübchen mit nicht kavitierten kariösen Läsionen aufgrund des erhöhten, zahnflächen-spezifischen Erkrankungsrisikos – unabhängig von der allgemeinen Aktivitäts- bzw. Risikobeurteilung – versiegelt werden [AAPD 2023]. Bedenken, dass der kariöse Prozess unter einer intakten FGV voranschreiten könnte, wurden bei richtiger Indikationsstellung und korrekter Durchführung der klinischen Applikation widerlegt [u.a. Oong et al. 2008, Griffin et al. 2008, Beauchamp et al. 2008, Simonsen 2011, Borges et al. 2012, NSW Ministry of Health 2013, De Assunção et al. 2014].

Im Fall von visuell erkennbaren *Kavitationen bzw. einer nachgewiesenen Dentinkaries* wird die selektive Kariesexkavation [Schwendicke et al. 2016] und minimal invasive, defektorientierte Füllungstherapie nach wie vor als Vorgehen der Wahl angesehen. Darüber hinaus können nicht in die Kavität bzw. Füllung einbezogene (Para-) Fissuren präventiv versiegelt werden. Ziel der Maßnahmen ist auch hier die Umgestaltung eines plaqueretentiven Fissurenreliefs in eine hygienefähige Oberfläche.

Die Indikationen zur FGV an bleibenden Molaren können der nachstehenden Übersicht entnommen werden. An Milchmolaren [Ramamurthy et al. 2022] oder anderen bleibenden Zähnen kann bei einem erhöhten individuellen oder zahnflächen-spezifischen Risiko die FGV in Erwägung gezogen werden [AAPD 2023]. Bei Erwachsenen und älteren Patienten kann die Indikation zur FGV prinzipiell restriktiver gestellt werden [Bakhshandeh et al. 2012, Holmgren et al. 2013].

Indikationen zur Fissuren- und Grübchenversiegelung an bleibenden Molaren:

- Kariesfreie Fissuren und Grübchen mit einem anatomisch kariesanfälligen Fissurenrelief (nach subjektiver Einschätzung) unabhängig von der Kariesrisiko-Einschätzung.
- Kariesfreie Fissuren und Grübchen bei Patienten mit einem erhöhten Kariesrisiko. Dazu zählen z. B. Patienten mit Karieserfahrung im Milchgebiss sowie Patienten, die bereits einen kariösen bleibenden Molaren aufweisen.
- Fissuren und Grübchen mit nicht kavitierten kariösen Läsionen unabhängig von der Kariesrisiko-Einschätzung.
- Fissuren und Grübchen an hypomineralisierten oder hypoplastischen Zähnen unabhängig von der Kariesrisiko-Einschätzung.
- Fissuren und Grübchen bei Patienten mit Allgemeinerkrankungen bzw. körperlichen und/oder geistigen Behinderungen, die eine effektive tägliche Mundhygiene nur begrenzt umsetzen können.
- Partiiell oder vollständig verloren gegangene FGV sollten bei unverändertem Kariesrisiko repariert bzw. erneuert werden.

Relative Kontraindikationen zur FGV bestehen in folgenden Situationen:

- *Milchzähne*, deren Exfoliation unmittelbar bevorsteht, bedürfen keiner FGV.
- *Unvollständiger Zahndurchbruch*. Ist der betreffende Zahn noch nicht vollständig in die Mundhöhle durchgebrochen und sind die Okklusalfäche bzw. die palatinalen/bukkalen Fissuren und Grübchen nicht oder nur begrenzt einer adäquaten Trockenlegung bzw. Instrumentierung zugänglich, ist auf die FGV vorerst zu verzichten. Bis zum vollständigen Zahndurchbruch haben lokale präventive Maßnahmen, wie eine adäquate Biofilmentfernung und die Lokalapplikation von Fluorid(lack)en Vorrang [Hilgert et al. 2015]. Bei Kariesrisiko-Patienten kann die temporäre FGV mit einem Glas-Ionomer-Zement (GIZ) im Sinne einer Prä-Versiegelung in Erwägung gezogen werden, welche eine einfache Übergangslösung darstellt [Taifour et al. 2003, Smallridge 2010, Simonsen 2011, NSW Ministry of Health 2013, Ngo und Opsahl-Vital 2014, Baseggio 2010, Irish Oral Health Services Guideline Initiative 2010].
- *Fortgeschrittene, kavitierte kariösen Läsionen an Fissuren und Grübchen*. Bei Zähnen mit einer nachgewiesenen Dentinkaries im Bereich der Fissuren bzw. Grübchen ist die FGV aus heutiger Sicht kritisch zu diskutieren, wenn nicht sogar kontraindiziert, und daher eine minimal invasive Füllungstherapie angezeigt.

Eine *absolute Kontraindikation* zur FGV besteht bei einer nachgewiesenen Allergie gegenüber Versiegelungsmaterialien oder einzelnen Materialbestandteilen.

8.4 Indikationserweiterung bei Dentinkaries

In der jüngeren Vergangenheit wurde die FGV weiterhin zum nicht-invasiven Management von kavitierten bzw. fortgeschrittenen Dentinläsionen an Fissuren und Grübchen vorgeschlagen, diskutiert und untersucht [Hevinga et al. 2008, Bakhshandeh et al. 2012, Borges et al. 2012, Carvalho 2015, Carvalho et al. 2016, BaniHani et al. 2022, Qvist et al. 2017, Alves et al. 2017, Schwendicke et al. 2021]. Während einige Autoren die Arretierung der Kariesprogression, den Erhalt von Zahnhartsubstanz und die damit verbundene Vorbeugung einer Füllungstherapie aus biologischer Sicht als erfolgversprechend propagieren [Bakhshandeh et al. 2012, Borges et al. 2012, Carvalho 2015, Carvalho et al. 2016, Qvist et al. 2017], zeigen andere Studien die Grenzen der FGV in diesen klinischen Situationen auf. Dies begründet sich in einer ungenügenden Penetration des Versiegelungsmaterials, einem nachgewiesenen Micro-leakage [Hevinga et al. 2008] und in der ungenügenden Kaustabilität von Versiegelungsmaterialien, welche einen optimalen Langzeitverschluss der Kavität als fraglich erscheinen lassen [Simonsen 2011].

Nichtsdestotrotz wurden mittlerweile einige klinische Studien publiziert, in welchen kavitierte Okklusalläsionen mit FGV versorgt wurden [Carvalho 2015, Carvalho et al. 2016, Alves et al. 2017, Schwendicke et al. 2021]. Qvist et al. [2017] dokumentierten in diesem Zusammenhang, dass die Füllungstherapie mit einer FGV über einen Zeitraum von sieben Jahren hinausgezögert werden konnte. Das Vorgehen wird allerdings durch das individuelle Kariesrisiko und die Motivation des Patienten maßgeblich beeinflusst. Darüber hinaus müssen Monitoring Termine regelmäßig wahrgenommen werden, da die Retentionsraten von FGV-Materialen an kariösen Zähnen im Vergleich zu Füllungsmaterialien niedriger waren und der Verlust der FGV zu einer Kariesprogression führen kann. Eine weitere klinische Studie [Alves et al. 2017] zeigte, dass mit Versiegelungsmaterialien verschlossene Dentinkavitäten niedrigere Erfolgsraten von 63% im Vergleich zur Füllungstherapie mit 94% aufwiesen. Argumentativ wird darauf verwiesen, dass die Applikation eines Versiegelungsmaterials weniger invasiv im Vergleich zur Füllungstherapie ist und restaurative Interventionen potenziell hinausgezögert werden können.

Wird eine Dentinkaries bei fehlender Kooperation versiegelt, sollten die betroffenen Patienten über die möglichen Risiken und den potenziell temporären bzw. überbrückenden Charakter der Behandlungsmaßnahme informiert und aufgeklärt werden.

8.5 Nichtversiegelung von Fissuren und Grübchen (Nichtbehandlung)

Unter Berücksichtigung eines ressourcen-effektiven Einsatzes der FGV muss die Nichtbehandlung von Fissuren und Grübchen in Abhängigkeit der Kariesaktivität bzw. des Kariesrisikos diskutiert werden.

Im Fall von karies(risiko)freien Kindern und Jugendlichen geht die Nichtversiegelung mit einer hohen Wahrscheinlichkeit einher, dass kurz- und mittelfristig keine Kariesentwicklung an Fissuren und Grübchen bei sichergestellter Prävention stattfindet [Zenkner et al. 2016]. Dies wurde auch in einer Kariesrisiko-Population gezeigt, bei der ein tägliches supervidiertes Zähneputzen mit der FGV verglichen und die Entwicklung einer Kavitation als Endpunkt genutzt wurde [Hilgert et al. 2015]. Aus klinischer Sicht muss dieses Vorgehen jedoch mit regelmäßigen Kontrollen verbunden sein, um nicht kavitierte kariöse Läsionen oder restaurationsbedürftige Kavitationen bzw. Dentinläsionen frühzeitig zu erkennen. Zu betonen ist, dass gegenwärtig klinische Studien fehlen, die die Effekte über lange Zeiträume in unterschiedlichen Settings dokumentieren. Im Fall der Nichtversiegelung wird eine adäquate häusliche Mundhygiene unter Verwendung einer fluoridhaltigen Zahnpaste, die indikationsgerechte Nutzung zusätzlich häuslich anwendbarer Fluoridpräparate, wie z. B. Fluoridgele, und/oder die professionelle Fluoridapplikation empfohlen [Hiiri et al. 2010, Liu et al. 2012, Ismail et al. 2013, NSW Ministry of Health 2013]. Zudem sind die modifizierbaren und Ätiologie-relevanten Faktoren in der Kariesentstehung positiv zu beeinflussen, wie z. B. Sicherstellung einer zahngesunden Ernährung und optimalen Mundhygiene.

Bei einem erhöhten oder hohen Kariesrisiko und/oder der Nichtnutzung etablierter Präventionsmaßnahmen, welche mit einer erhöhten Kariesaktivität verbunden sein können, ist im Umkehrschluss darauf zu verweisen, dass Molaren sowie deren Fissuren und Grübchen eine erhöhte Wahrscheinlichkeit aufweisen, kariös zu erkranken. Der Verzicht auf einen dauerhaften Verschluss der kariesanfälligen Fissuren und Grübchen würde mit einem potenziell erhöhten Risiko einer kariösen Entwicklung einhergehen.

8.6 Beurteilung der Evidenzqualität

Die getätigten Aussagen zur klinischen und ergänzenden Kariesdiagnostik sind durch verschiedene systematische Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen gedeckt [u. a. Gimenez et al. 2015, Schwendicke et al. 2015, Macey et al. 2021, Janjic Rankovic et al. 2021, Kapor et al. 2021, Walsh et al. 2021], deren qualitative Umsetzung grundsätzlich als gut einzustufen ist. Die Meta-Analysen berücksichtigten die Evidenz sowohl aus klinischen Diagnostikstudien als auch In-vitro-Studien. Die Evidenz ist demzufolge als hoch einzustufen.

Die Nennung von Indikationen und Kontraindikationen zur FGV folgt den berichteten klinischen Situationen aus vielfältigen klinischen Untersuchungen.

8.7 Handlungsempfehlung

Konsensbasierte Empfehlung 1 (2024 modifiziert)	
Vor der Fissuren- und Grübchenversiegelung soll eine klinische Untersuchung der gereinigten und getrockneten Zähne erfolgen, um die zahnflächenbezogene Indikationsstellung korrekt vorzunehmen.	Empfehlungsgrad
	Starke Empfehlung ↑↑
Betrachteter Endpunkt: Diagnostik der Fissuren- und Grübchenkaries Evidenzquellen/Literatur: Expertenkonsens, Kapitel 8.2.1, 8.2.2, 8.2.3	
Abstimmungsergebnis: 17/0/0 (Zustimmung/ Ablehnung/ Enthaltung) 100% Konsensstärke	Starker Konsens

8.8 Literatur

- van Acker JWG, Pauwels NS, Cauwels RGEC, Rajasekharan S: Outcomes of different radioprotective precautions in children undergoing dental radiography: a systematic review. Eur Arch Paediatr Dent. 2020;21(4):463-508
- Ahovuo-Saloranta A, Hiiri A, Nordblad A, Mäkelä M, Worthington HV: Pit and fissure sealants for preventing dental decay in the permanent teeth of children and adolescents. Cochrane Database Syst Rev Issue 4(2008)CD001830.
- Ahovuo-Saloranta A, Forss H, Walsh T, Hiiri A, Nordblad A, Mäkelä M, Worthington HV: Sealants for preventing dental decay in the permanent teeth. Cochrane Database of Systematic Reviews Issue 3(2013)CD001830.
- Alves LS, Giongo FCMS, Mua B, Martins VB, Barbachan E Silva B, Qvist V, Maltz M: A randomized clinical trial on the sealing of occlusal carious lesions: 3-4-year results. Braz Oral Res. 2017 5;31:e44
- Aps JKM, Lim LZ, Tong HJ, Kalia B, Chou AM: Diagnostic efficacy of and indications for intraoral radiographs in pediatric dentistry: a systematic review. Eur Arch Paediatr Dent. 2020;21(4):429-462
- Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF): Das Leitlinien-Manual von AWMF und ÄZQ. Z Ärztl Fortbildung Qualitätssicherung 95 Suppl.(2001)1-84.
- Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF). Ständige Kommission Leitlinien. AWMF-Regelwerk „Leitlinien“. 1. Auflage 2012.
- de Assunção IV, Da Costa GDFA, Borges BCD: Systematic review of noninvasive treatments to arrest dentin non-cavitated caries lesions. World J Clin Cases 2/5(2014)137-141.
- Bader JD, Shugars DA: A systematic review of the performance of a laser fluorescence device for detecting caries. J Am Dent Assoc 135(2004)1413-1426.
- Bader JD, Shugars DA, Bonito AJ: Systematic reviews of selected dental caries and management methods. J Dent Educ. 2001 65(10):960-8
- Bakhshandeh A, Qvist V, Ekstrand KR: Sealing occlusal caries lesions in adults referred for restorative treatment: 2-3 years of follow-up. Clin Oral Invest 16(2012)521-529.

- BaniHani A, Santamaría RM, Hu S, Maden M, Albadri S. Minimal intervention dentistry for managing carious lesions into dentine in primary teeth: an umbrella review. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2022;23(5):667-693
- Baseggio W, Naufel FS, Davidoff DCDO, Nahsan FPS, Flury S, Rodriques JA: Caries-preventive efficacy and retention of a resin-modified glass ionomer cement and resin-based fissure sealant: a 3-year split-mouth randomised clinical trial. *Oral Health Prev Dent* 8(2010)261-268.
- Beauchamp J, Caufield PW, Crall JJ, Donley K, Feigal R, Gooch B, Ismail A, Kohn W, Siegal M, Simonsen R: Evidence-based clinical recommendations for the use of pit and fissure sealants: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *J Am Dent Assoc* 139(2008)257-268.
- Borges BCD, Borges JDS, Braz R, Montes MAJR, De Assuncao P: Arrest of non-cavitated dentinal occlusal caries by sealing pits and fissures: a 36-month, randomised controlled clinical trial. *Int Dent J* 62(2012)251-255.
- Carvalho JC: Caries process on occlusal surfaces: Evolving evidence and understanding. *Caries Res* 48(2014)339-346
- Carvalho J: Risk factors for occlusal caries initiation and arrest. ORCA Saturday Afternoon Symposium. Brüssel, Juli 2015.
- Carvalho JC, Dige I, Machiulskiene V, Qvist V, Bakhshandeh A, Fatturi-Parolo C, Maltz M: Occlusal Caries: Biological Approach for Its Diagnosis and Management. *Caries Res*. 2016;50(6):527-542
- Creanor SL, Russell JI, Strang DM, Stephen KW, Burchell CK: The prevalence of clinically undetected occlusal dentine caries in Scottish adolescents. *Br Dent J* 169(1990)126-129.
- Ekstrand KR, Gimenez T, Ferreira FR, Mendes FM, Braga MM: The International Caries Detection and Assessment System ICDAS: A Systematic Review. *Caries Res*. 2018;52(5):406-419
- Ekstrand KR, Qvist V, Thylstrup A: Light microscope study of the effect of probing in occlusal surfaces. *Caries Res* 21(1987)368-374.
- Ekstrand KR, Ricketts DN, Kidd EAM: Reproducibility and accuracy of three methods for assessment of demineralization depth of the occlusal surface: an in vitro examination. *Caries Res* 31(1997)224-231.
- Ekstrand KR, Martignon S, Ricketts DJ, Qvist V: Detection and activity assessment of primary coronal caries lesions: a morphological study. *Oper Dent* 32(2007)225-235.
- Ekstrand KR, Zero DT, Martignon S, Pitts NB: Lesion activity assessment. *Monogr Oral Sci* 2009;21:63-90.
- Espelid I, Mejare I, Weerheijm K: EAPD guidelines for use of radiographs in children. *Eur J Paediatr Dent* 4(2003)40-48.
- European Commission: Radiation Protection 136. European guidelines on radiation protection in dental radiology. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities (2004).
- Fejerskov O, Kidd EAM: Dental Caries. The disease and its clinical management. Oxford: Blackwell Munksgaard (2008).
- Gimenez T, Piovesan C, Braga MM, Raggio DP, Deery C, Ricketts DN, Ekstrand KR, Mendes FM: Visual inspection for caries detection: A systematic review and meta-analysis. *J Dent Res* 94(2015)895-904.
- Gimenez T, Piovesan C, Raggio DP, Deery C, Ricketts D, Mendes FM: Fluorescence-based methods for detecting caries lesions: systematic review, meta-analysis and sources of heterogeneity. *PLoS One* 8(2013)e60421
- Gimenez T, Tedesco TK, Janoian F, Braga MM, Raggio DP, Deery C, Ricketts DNJ, Ekstrand KR, Mendes FM: What is the most accurate method for detecting caries lesions? A systematic review. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2021 49(3):216-224

- Goel D, Sandhu M, Jhingan P, Sachdev V: Effectiveness of Air Drying and Magnification Methods for Detecting Initial Caries on Occlusal Surfaces Using Three Different Diagnostic Aids. *J Clin Pediatr Dent.* 2016;40(3):221-6
- Gomez J, Tellez M, Pretty IA, Ellwood RP, Ismail AI: Non-cavitated carious lesions detection methods: a systematic review. *Community Dent Oral Epidemiol* 41(2013)55-73.
- Griffin SO, Oong E, Kohn W, Vidakovic B, Gooch BF; CDC Dental Sealant Systematic Review Work Group, Bader J, Clarkson J, Fontana MR, Meyer DM, Rozier RG, Weintraub JA, Zero DT: The effectiveness of sealants in managing caries lesions. *J Dent Res* 87(2008)169-174.
- Hevinga MA, Opdam NJ, Frencken JE, Bronkhorst EM, Truin GJ: Can caries fissures be sealed as adequately as sound fissures? *J Dent Res.* 2008;87(5):495-8
- Hiiri A, Ahovuo-Saloranta A, Nordblad A, Mäkelä M: Pit and fissure sealants versus fluoride varnishes for preventing dental decay in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 17(2010)CD003067.
- Hilgert LA, Leal SC, Mulder J, Creugers NHJ, Frencken JE: Caries-preventive effect of supervised toothbrushing and sealants. *J Dent Res* 94(2015)1218-1224.
- Holmgren C, Gaucher C, Decerle N, Domejan S: Minimal intervention dentistry II: part 3. Management of noncavitated (initial) occlusal caries lesions – non-invasive approaches through remineralisation and therapeutic sealants. *Br Dent J* 216(2014)237-243.
- International Caries Detection and Assessment System, www.icdas.org
- Irish Oral Health Services Guideline Initiative. Pit and fissure sealants: evidence-based guidance on the use of sealants for the prevention and management of pit and fissure caries. 2010.
- Ismail AI, Tellez M, Pitts NB, Ekstrand KR, Ricketts D, Longbottom C, Eggertsson H, Deery C, Fischer J, Young DA, Featherstone JDB, Evans RW, Zeller GG, Zero D, Martingnon S, Fontana M, Zandona A: Caries management pathways preserve dental tissues and promote oral health. *Community Dent Oral Epidemiol* 41(2013)e12-e40.
- Janjic Rankovic M, Kapor S, Khazaei Y, Crispin A, Schüller I, Krause F, Ekstrand K, Michou S, Eggmann F, Lussi A, Huysmans MC, Neuhaus K, Kühnisch J: Systematic review and meta-analysis of diagnostic studies of proximal surface caries. *Clin Oral Investig.* 2021;25(11):6069-6079
- Kapor S, Rankovic MJ, Khazaei Y, Crispin A, Schüller I, Krause F, Lussi A, Neuhaus K, Eggmann F, Michou S, Ekstrand K, Huysmans MC, Kühnisch J: Systematic review and meta-analysis of diagnostic methods for occlusal surface caries. *Clin Oral Investig.* 2021 ;25(8):4801-4815
- Kidd EAM, Naylor MN, Wilson RF: The prevalence of clinically undetected and untreated molar occlusal dentine caries in adolescents on the Isle of Wight. *Caries Res* 26(1992)397-401.
- Kidd E: The implication of the new paradigm of dental caries *J Dent* 39 Suppl 2(2011)S3-S-8.
- Kühnisch J, Dietz W, Stösser L, Hickel R, Heinrich-Weltzien R: Effects of dental probing on occlusal surfaces – a scanning electron microscopy evaluation. *Caries Res* 41(2007)43-48.
- Kühnisch J, Berger S, Goddon I, Senkel H, Pitts NB, Heinrich-Weltzien R: Occlusal caries detection according to WHO basic methods, ICDAS II and laser fluorescence measurements: results from an epidemiological study. *Community Dent Oral Epidemiol* 36(2008)475-484.
- Kühnisch J, Goddon I, Berger S, Senkel H, Bücher K, Oehme T, Hickel R, Heinrich-Weltzien R: Development, methodology and potential of the new Universal Visual Scoring System (UniViSS) for caries detection and Diagnosis. *Int J Environ Res Public Health* 6(2009)2500-2509.
- Kühnisch J, Bücher K, Henschel V, Albrecht A, Garcia-Godoy F, Mansmann U, Hickel R, Heinrich-Weltzien R: Diagnostic performance of the Universal Visual Scoring System (UniViSS) on occlusal surfaces. *Clin Oral Invest* 15(2011)215-223.
- Kühnisch J, Söchtig F, Pitchika V, Laubender R, Neuhaus KW, Lussi A, Hickel R.: In vivo validation of near-infrared light transillumination for interproximal dentin caries. *Clin Oral Invest* 20 (2016) 821-829.
- Kühnisch J., Rahman A., Heinrich-Weltzien R.: Röntgendiagnostik in der Kinder- und Jugendzahnmedizin. *Oralprophylaxe & Kinderzahnheilkunde* 40 (2018) 187-195

- Kühnisch J., Anttonen V., Duggal M.S., Loizides M.S., Rajasekharan S., Sobczak M., Stratigaki E., Van Acker J.W.G., Aps J.K.M., Horner K., K Tsiklakis K.: EAPD best clinical practice guidance for prescribing dental radiographs in children and adolescents. An EAPD policy document. *Eur Arch Paediatr Dent* 21 (2020) 375-386
- Kühnisch J., Janjic Rankovic M., Kapor S., Schüler I., Krause F., Michou S., Ekstrand K., Eggmann F., Lussi A., Neuhaus K., Huysmans M.-C.: Identifying and avoiding risk of bias in caries diagnostic studies. *J Clin Med* 10 (2021) 3223
- Chu CH, Lin HC: Randomized trial on fluorides and sealants for fissure caries prevention. *J Dent Res* 8(2012)753-758.
- Lussi A: Laserinduzierte Fluoreszenz zur Erkennung der Okklusalkaries. *Acta Med Dent Helv* 5(2000)15-19
- Lussi A: Validity of diagnostic and treatment decisions of fissure caries. *Caries Res* 25(1991)296-303
- Lussi A, Hibst R, Paulus R: DIAGNOdent: an optical method for caries detection. *J Dent Res* 83 Spec No C(2004)C80-83.
- Lussi A, Megert B, Longbottom C, Reich E, Francescut P: Clinical performance of a laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions. *Eur J Oral Sci* 109(2001)14-19.
- Macey R, Walsh T, Riley P, Hogan R, Glenn AM, Worthington HV, Clarkson JE, Ricketts D: Transillumination and optical coherence tomography for the detection and diagnosis of enamel caries. *Cochrane Database Syst Rev.* 2021 1(1):CD013855
- Machiulskiene V, Campus G, Carvalho JC, Digee I, Ekstrand KR, Jablonski-Momeni A, Maltz M, Manton DJ, Martignon St, Martinez-Mier EA, Pitts NB, Schulte AG, Splieth ChH, Andaló Tenutao LM, Ferreira Zandona AF, Nyvad B. Terminology of dental caries and dental caries management: Consensus report of a workshop organized by ORCA and cariology research group of IADR. *Caries Res* 54(2020)7-14. doi: 10.1159/000503309.
- Marthaler TM, Steiner M, Helfenstein U: Praktischer Gebrauch der Dentoprog-Methode zum Auffinden der Kinder mit hohem Kariesrisiko. *Oralprophylaxe* 19(1997)40-47.
- Mejare I, Axelsson A, Dahlen G, Espelid I, Nordlund A, Tranaeus S, Twetman S: Caries risk assessment. A systematic review. *Acta Odontol Scand* 72(2014)81-91.
- Mejare I, Lingström P, Petersson LG, Holm AK, Twetman S, Källestal C, Nordenram G, Lagerlöf F, Söder B, Norlund A, Axelsson S, Dahlgren H: Caries-preventive effect of fissure sealants: a systematic review. *Acta Odontol Scand* 61(2003)321-330.
- Mejare I, Norlund A, Axelsson A, Svensson A, Dahlen G, Tranaeus S, Espelid I, Twetman S: Caries diagnosis, risk assessment and non-invasive treatment a systematic review. Stockholm: Swedish Agency for Health Technology Assessment and Assessment of Social Services (2007).
- Neuhaus KW, Eggmann F, Kühnisch J, Kapor S, Janjic Rankovic M, Schüler I, Krause F, Lussi A, Michou S, Ekstrand K, Huysmans MC: STAndard Reporting of CAries Detection and Diagnostic Studies (STARCARDDS). *Clin Oral Investig.* 2022;26(2):1947-1955
- Neuhaus KW, Jost F, Perrin P, Lussi A: Impact of different magnification levels on visual caries detection with ICDAS. *J Dent.* 2015;43(12):1559-64
- Ngo H, Opsahl-Vital S: Minimal intervention dentistry II: part 7. Minimal intervention in cariology: the role of glass-ionomer cements in the preservation of tooth structures against caries. *Br Dent J* 216(2014)561-565.
- NSW Ministry of Health: Policy Directive – Pit and fissure sealants: Use of in Oral Health Services NSW. North Sydney (Australia) 2013 (PD2001325).
- Nyvad B, Machiulskiene V, Baelum V: Reliability of a new caries diagnostic system differentiating between active and inactive caries lesions. *Caries Res* 33(1999)252-260.
- Oong EM, Griffin SO, Kohn WG, Gooch BF, Caufield PW: The effect of dental sealants on bacteria levels in caries lesions: a review of the evidence. *J Am Dent Assoc* 139(2008)271-278.

- Ortiz MIG, de Melo Alencar C, De Paula BLF, Magno MB, Maia LC, Silva CM: Accuracy of near-infrared light transillumination (NILT) compared to bitewing radiograph for detection of interproximal caries in the permanent dentition: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2020;98:103351
- Penning C, van Amerongen JP, Seef RE, ten Cate JM: Validity of probing for fissure caries diagnosis. *Caries Res* 26(1992)445-449.
- Meneghim Mde C, Ambrosano GM: Assessment of dental caries predictors in a seven-year longitudinal study. *J Public Health Dent* 66(2006)169-73.
- Pereira AC, Meneghim Mde C, Ambrosano GM: Assessment of dental caries predictors in a seven-year longitudinal study. *J Public Health Dent* 66(2006)169-73.
- Pitts NB: Clinical diagnosis of dental caries: a European perspective. *J Dent Educ* 65(2001)972-978.
- Pitts NB: Detection, assessment, diagnosis and monitoring of caries. Monographs in Oral Science, Vol. 21. Basel: Karger, 2009.
- Qvist V, Borum MK, Møller KD, Andersen TR, Blanche P, Bakhshandeh A: Sealing Occlusal Dentin Caries in Permanent Molars: 7-Year Results of a Randomized Controlled Trial. *JDR Clin Trans Res*. 2017;2(1):73-86
- Ramamurthy P, Rath A, Sidhu P, Fernandes B, Nettem S, Fee PA, Zaror C, Walsh T: Sealants for preventing dental caries in primary teeth. *Cochrane Database Syst Rev*. 2022;2(2):CD012981
- Reich E, Lussi A, Newbrun E: Caries-risk assessment. *Int Dent J* 49(1999)15-26.
- Schwendicke F, Frecken JE, Bjørndal L, Maltz M, Manton DJ, Ricketts D, Van Landuyt K, Banerjee A, Campus G, Doméjean S, Fontana M, Leal S, Lo E, Machiulskiene V, Schulte A, Splieth C, Zandona AF, Innes NP: Managing Carious Lesions: Consensus Recommendations on Carious Tissue Removal. *Adv Dent Res*. 2016;28(2):58-67
- Schwendicke F, Tzschoppe M, Paris S: Radiographic caries detection: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2015;43(8):924-33
- Schwendicke F, Walsh T, Lamont T, Al-Yaseen W, Bjørndal L, Clarkson JE, Fontana M, Gomez Rossi J, Göstemeyer G, Levey C, Müller A, Ricketts D, Robertson M, Santamaria RM, Innes NP: Interventions for treating cavitated or dentine carious lesions. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021 19;7(7):CD013039
- Simonsen JJ: From prevention to therapy: Minimal intervention with sealants and resin restorative materials. *J Dent* 39 Suppl 2(2011)S27-S33.
- Smallridge J: UK National Clinical Guidelines in Paediatric Dentistry. Use of fissure sealants including management of the stained fissure in first permanent molars. *Int J Paed Dent* 20(2010) Suppl doi:10.1111/j.1365-263X.2010.01086.x.
- Söchtig F, Hickel R, Kühnisch J: Caries detection and diagnostics with near-infrared light transillumination: clinical experiences. *Quintessence Int* 45(2014)531-538
- Tagliaferro EPDS, Pardi V, Ambrosano GMB, Meneghim MDE C, Da Silva SRC, Pereira AC: Occlusal caries prevention in high and low risk schoolchildren. A clinical trial. *Am J Dent* 24(2011)110-114.
- Tagliaferro EP, Pereira AC, Meneghim Mde C, Ambrosano GM: Assessment of dental caries predictors in a seven-year longitudinal study. *J Public Health Dent*. 2006;66(3):169-73
- Taifour D, Frecken JE, van't Hof MA, Beirut N, Truin GJ: Effects of glass ionomer sealants in newly erupted first molars after 5 years: a pilot study. *Community Dent Oral Epidemiol* 31(2003):314-319.
- Tellez M, Gomez J, Pretty I, Ellwood R, Ismail AI: Evidence on existing caries risk assessment systems: are they predictive of future caries? *Community Dent Oral Epidemiol* 2013; 41: 67–78.
- Twetman S, Axelsson S, Dahlen G, Espelid I, Mejare I, Norlund A, Tranaeus S: Adjunct methods for caries detection: A systematic review of literature. *Acta Odontol Scand* 71(2013)388-397.

- Walsh T, Macey R, Riley P, Glenny AM, Schwendicke F, Worthington HV, Clarkson JE, Ricketts D, Su TL, Sengupta A. Imaging modalities to inform the detection and diagnosis of early caries. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021 15;3(3):CD014545
- Weerheijm KL, Gruythuysen RJ, van Amerongen WE: Prevalence of hidden caries. *ASDC J Dent Child* 59(1992)408-412.
- Wright JT, Crall JJ, Fontana M, Gillette EJ, Nový BB, Dhar V, Donly K, Hewlett ER, Quinonez RB, Chaffin J, Crespín M, Iafolla T, Siegal MD, Tampi MP, Graham L, Estrich C, Carrasco-Labra A: Evidence-based clinical practice guideline for the use of pit-and-fissure sealants: A report of the American Dental Association and the American Academy of Pediatric Dentistry. *J Am Dent Assoc*. 2016 Aug;147(8):672-682.e12
- WHO: Oral Health Surveys. Basic methods. 4th Edition. Geneva: WHO (1997).
- WHO: Oral Health Surveys. Basic methods. 5th Edition. Geneva: WHO (2013).
- Zenkner JEA, Carvalho JC, Wagner MB, Alves LS, de Oliveira RS, Rocha RO, Matz M: One-year evaluation of inactive occlusal enamel lesions in children and adolescents. *Clin Oral Invest* 20(2016)133-139.
- Zero D, Fontana M, Lennon AM: Clinical applications and outcomes of using indicators of risk in caries management. *J Dent Educ* 65(2001)1126-1132.

9 Die Fissuren- und Grübchenversiegelung bei Kindern und Jugendlichen mit erhöhtem Kariesrisiko

9.1 Definition von Kariesrisiko

Im Ergebnis eines Konsensus-Workshops zur Terminologie der am häufigsten verwandten Begriffe mit einem direkten Bezug zum Kariesmanagement wurde u.a. auch der Terminus „Kariesrisiko“ definiert [Machiulskiene et al. 2020]. Mit einem Konsens von 94% wird als Kariesrisiko die Wahrscheinlichkeit verstanden, dass innerhalb eines bestimmten Zeitraumes kariöse Läsionen auftreten oder fortschreiten, wenn die jeweiligen Bedingungen unverändert sind. Das Kariesrisiko ist daher ein Proxy für das tatsächliche Outcome von neuen Kariesläsionen oder einer Kariesprogression, die nur im Zeitverlauf validiert werden kann [Machiulskiene et al. 2020]. Als Kariesrisiko-Faktoren bzw. -Determinanten werden umfeld- und -verhaltensbedingte sowie biologische Faktoren definiert, die direkt die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass eine Karies auftritt [Machiulskiene et al. 2020]. Demgegenüber wird unter einem veränderbaren Risikofaktor (modifiable risk factor) eine Determinante verstanden, die durch eine Intervention modifiziert werden kann und die Wahrscheinlichkeit einer Kariesentstehung reduziert [Machiulskiene et al. 2020]. Als Kariesrisiko-Indikator/Marker wird ein Merkmal/Charakteristikum definiert, das mit der erhöhten Wahrscheinlichkeit einer Karies assoziiert ist, ohne ursächlich für deren Auftreten verantwortlich zu sein [Machiulskiene et al. 2020]. Im Vergleich dazu sind Kariesrisiko-Faktoren und -Determinanten Bestandteile der kausalen Erkrankungskette.

Die Einschätzung des Kariesrisikos erfolgt sowohl patienten- als auch zahn(flächen)bezogen [AAPD 2023] (Abbildung 6), wobei, wie nachfolgend ausgeführt wird, die meisten Instrumente zur Beurteilung des Kariesrisikos auf das Patienten- bzw. Individuum-Niveau fokussieren. Unter dem Aspekt der FGV berichten jedoch verschiedene randomisierte, klinisch kontrollierte Studien, dass tiefe Fissuren der ersten bleibenden Molaren ein erhöhtes zahnflächen-spezifisches Kariesrisiko aufweisen [Uzel et al. 2022, Chen et al. 2012, Hilgert et al. 2017], und demzufolge eine FGV indiziert ist (siehe Evidenzreport). Weiterhin wurde in einer prospektiven Beobachtungsstudie FGV aufgrund von tiefen Fissuren der ersten Molaren durchgeführt [Tianviwat et al. 2008] (siehe Evidenzreport). Darüber hinaus wurde die FGV auch bei einer okklusalen Schmelzkaries an ersten bleibenden Molaren (initial kariöse Läsion, ICDAS 1-2) mit einem erhöhten Kariesrisiko vorgenommen [Muller-Bolla et al. 2016, 2018] (siehe Evidenzreport). Zusammenfassend lässt sich daher feststellen, dass ein zahnflächen-spezifisches Kariesrisiko vorliegt, wenn die Okklusalfäche der Molaren ein tiefes bzw. retentives Fissurenrelief aufweist oder bereits von einer Schmelzkaries (synonym Initialkaries, ICDAS-Läsionen 1-2) betroffen ist.

9.2 Beurteilung des Kariesrisikos von Kindern und Jugendlichen

Die diagnostische Beurteilung des Kariesrisikos von Kindern und Jugendlichen sollte Bestandteil einer umfassenden präventiv-orientierten Behandlungsstrategie sein [AAPD 2023]. Sie sollte ab dem ersten Zahnarztbesuch fortlaufend alters- bzw. gebissphasenbezogen wiederholt werden. Hauptziele der Kariesrisiko-Beurteilung eines Patienten sind zum einen die Bestimmung der Wahrscheinlichkeit der Entwicklung von neuen kariösen Läsionen in einem bestimmten Zeitintervall und zum anderen die Einschätzung der Progressionstendenz von bestehenden kariösen Läsionen zu schwereren Erkrankungsstadien [Su et al. 2021, Cagetti et al. 2018]. Generell bestehen zwei Möglichkeiten, um das individuelle Kariesrisiko zu bestimmen. Die einfache Einschätzung basiert dabei auf der dichotomen Erfassung eines Faktors (ja/nein) oder der Nutzung von multivariaten Modellen, einer Kombination von mehreren

Faktoren, die das Kariesrisiko des Patienten charakterisieren bzw. klassifizieren [Mejàre et al. 2014, Cagetti et al. 2018].

Kariesrisiko-Modelle, die seit den 2000er Jahren entwickelt wurden, berücksichtigen neben Risiko- und Schutzfaktoren (protective factors) auch Erkrankungsindikatoren zur Vorhersage der künftigen Kariesentwicklung eines Individuums. Die am häufigsten klinisch geprüften Kariesrisiko-Modelle sind das Cariogram [Brattahl et al. 2005] und CAMBRA (Caries Management by Risk Assessment) [Featherstone und Chaffee 2018, Featherstone et al. 2021]. Zur Karies-Vorhersage nutzt das Cariogram-Modell ein Software-Programm und das CAMBRA-Modell einen standardisierten Fragebogen. Ein weiteres verfügbares Instrument ist ein standardisierter Dokumentationsbogen zur Kariesrisiko-Einschätzung bei Kindern und Jugendlichen der American Dental Association [ADA 2011] und der American Academy of Pediatric Dentistry (AAPD), der für den klinischen Praxisalltag entwickelt wurde [AAPD 2023]. Die in den Kariesrisiko-Modellen inkludierten Parameter berücksichtigen mehr oder weniger detailliert soziodemografische Faktoren (u.a. Alter, Ethnie, familiärer Sozialstatus), verhaltensbedingte Faktoren (u.a. Ernährung, Nutzung von Fluoriden, zahnärztliche Inanspruchnahme), klinische Faktoren (u.a. Mundhygiene, manifeste und initial kariöse Läsionen, Schmelzstrukturstörungen, niedrige Speichelfließrate, defekte Restaurationen, Tragen von festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen, wie z. B. Multi-bracket-Apparaturen, Medikation, Allgemeinerkrankungen) sowie mikrobiologische und Speichelfaktoren (u.a. Speichelfließrate, Speichelpufferkapazität, Speichelkeimzahl von Mutansstreptokokken und Laktobazillen) [Cagetti et al. 2018, Su et al. 2021]. Im Ergebnis ihrer systematischen Übersicht über die Güte von unterschiedlichsten Instrumenten zur Kariesrisiko-Einschätzung, die sowohl multivariate Modelle als auch Einzelfaktoren berücksichtigten, ermittelten Mejàre et al. [2014] eine moderate bis gute Genauigkeit (Sensitivität >80% und Spezifität >70%) für Modelle bei Vorschulkindern, die sozioökonomische und sozio-demographische Informationen, den vorhandenen Kariesbefall und ätiologische Faktoren einschlossen. Selbige wiesen eine geringere Genauigkeit bei Schulkindern und Jugendlichen im Vergleich zu Vorschulkindern auf. Der vorhandene Kariesbefall war in allen Altersgruppen der stärkste singuläre Prädiktor eines zukünftigen Kariesbefalls. Die Evidenzqualität der individuellen Kariesrisiko-Einschätzung wurde jedoch für Modelle und Einzelfaktoren als begrenzt charakterisiert. Als Alternative bzw. Ergänzung zur individuellen Kariesrisiko-Einschätzung wurde die Erfassung des post-eruptiven Zahnalters empfohlen. Danach sollte allen Individuen im Verlauf von 1-4 Jahren nach dem Zahndurchbruch ein Kariesrisiko attestiert werden.

Eine jüngste systematische Übersichtsarbeit und Meta-Analyse, die die Vorhersagegenauigkeit von Kariesrisiko-Modellen unter Einschluss des Cariogram- und CAMBRA-Modells sowie der ADA- und AAPD-Instrumente prüfte, schlussfolgert, dass nur die Kariesvorhersage des Cariograms – mit bzw. ohne erfasste mikrobiologische Faktoren – eine akzeptable Güte aufwies [Su et al. 2021]. Dabei zeigte das reduzierte Cariogram-Modell ohne Erfassung der mikrobiologischen Faktoren eine bessere Vorhersage-Performance als das „volle“ Modell, was zugleich mit einer Zeit und Ressourcenersparnis für die Patienten und durchführenden Zahnärzten verbunden war. Daher empfehlen die Autoren, das reduzierte Cariogram zur Vorhersage eines Karieszuwachses sowohl in der klinischen Praxis für den einzelnen Patienten als auch in kommunalen Settings für definierte Populationen zu nutzen.

In ihrer vergleichenden Studie von 4 Methoden zur Kariesrisiko-Einschätzung (Cariogram und CAMBRA-Modell, ADA und AAPD-Dokumentationsbogen) in den Altersgruppen 0-6 Jahre und über 6-Jährige kommen Featherstone et al. [2021] zeitgleich zu dem Ergebnis, dass das Cariogram und

CAMBRA-Modell die hypothetischen Patienten in die gleichen Risikokategorien einstufen, während die ADA und AAPD-Instrumente zu unterschiedlichen Ergebnissen kamen. Die Autoren schlussfolgerten, dass das Cariogram und CAMBRA-Modell gleichwertig das zukünftige Kariesrisiko eines Patienten identifizieren können. Letztlich müssen jedoch die jeweiligen Gesundheitsdienstleister entscheiden, welche Methode der Kariesrisiko-Einschätzung sie in Verbindung mit Kariesmanagement-Strategien einsetzen wollen.

Die zentrale Zielstellung von Kariesrisiko-Modellen ist die exakte Einschätzung des individuellen Kariesrisiko-Niveaus (niedrig, moderat, hoch), um eine patientenzentrierte non-invasive Therapie zu initiieren [Featherstone und Chaffee 2018, Featherstone et al. 2021]. Dies impliziert, dass Patienten mit einem erhöhten Kariesrisiko die effektivsten präventiven Interventionsmaßnahmen erhalten sollen, die einer Kariesentwicklung und restaurativen Therapie vorbeugen. Unter Berücksichtigung einer solchen Präventionsstrategie ist es bemerkenswert, dass die risikobezogenen Empfehlungen der AAPD [2023] zur Nutzung der FGV nicht zwischen der Höhe des individuellen Kariesrisikos differenzieren. Trotz ungünstiger Kosten-Nutzen-Relation der FGV bei Patienten mit einem niedrigen Kariesrisiko empfiehlt die Expertenkommission dieser Best-Practice-Empfehlung, die FGV von bleibenden Molaren auch bei Kindern mit einem niedrigen Kariesrisiko durchzuführen [AAPD 2023]. Begründet wird diese Indikation mit der Tatsache einer zeitlichen Veränderung des individuellen Kariesrisikos und möglichen Unterschieden in der Zahnanatomie. Bei der Indikation zur FGV von Milch und bleibenden Molaren sollte nach Ansicht der Expertenkommission sowohl das individuelle, also patienten-spezifische, als auch zahnflächen-spezifische Kariesrisiko berücksichtigt werden [AAPD 2023].

Das Evidenzniveau für die Aussagen zur Diagnostik des Kariesrisikos wird als niedrig eingestuft. Es liegt lediglich eine systematische Übersichtsarbeit und Meta-Analyse vor, die unterschiedliche Instrumente bzw. Modelle zur Kariesrisiko-Einschätzung beurteilte [Su et al. 2021].

9.3 Schlüsselfrage

Führt die Fissuren- und Grübchenversiegelung bei Kindern und Jugendlichen mit einem erhöhten Kariesrisiko zu einer Kariesreduktion?

9.4 Ergebnisse der Evidenzrecherche

Für die o.g. Schlüsselfrage wurde die im Evidenzreport hinterlegte Suchstrategie in den Datenbanken PubMed und Embase unter Berücksichtigung der drei definierten Outcome-Variablen herangezogen. Bei Verwendung der MESH-Terms resultierten aus der PubMed-Suche 58 und aus der Embase-Suche 35 Treffer. Von insgesamt 93 Literaturstellen waren 53 Duplikate. Im Rahmen der Handsuche wurden weitere 6 Publikationen für die Fragestellung identifiziert. Insgesamt wurden 46 Publikationen einem Abstract und Volltextscreening unterzogen; 19 Publikationen wurden aufgrund fehlender Relevanz ausgeschlossen. Insgesamt wurden 27 Publikationen für die Fragestellung eingeschlossen (siehe Evidenzreport). Der Suchzeitraum wurde vom 1. Januar 2015 bis 30. Juni 2023 festgelegt.

Systematische Übersichtsarbeiten/Meta-Analysen. Im Rahmen der Literaturrecherche wurde eine systematische Cochrane Übersichtsarbeit zur FGV von permanenten Zähnen bei Kindern und Jugendlichen identifiziert [Ahovuo-Saloranta et al. 2008], von der zwei Fassungen im Zuge der Handrecherche Berücksichtigung fanden [Ahovuo-Saloranta et al. 2013, Ahovuo-Saloranta et al. 2017]. Weiterhin wurden im Zuge der Literaturrecherche zwei systematische Übersichtsarbeiten [Azarpazhooh und Main 2008, Mejàre et al. 2003] und zwei Übersichtsarbeiten aufgefunden [Cvikl et al. 2018, Weintraub 2001]. Darüber hinaus wurde mittels Handrecherche eine weitere aktuelle Übersichtsarbeit zur FGV im Rahmen des Kariesmanagements identifiziert [Ng et al. 2023] (siehe Evidenzreport). Alle Übersichtsarbeiten werden in dem Evidenzreport einer detaillierten Auswertung unterzogen.

Empfehlungen (inter)nationaler Fachgesellschaften, Gruppierungen oder Gremien. Auf (inter)nationaler Ebene existiert von der American Academy of Pediatric Dentistry (AAPD) eine Handlungsempfehlung zur FGV bei Kindern und Jugendlichen mit einem Kariesrisiko [AAPD 2023]. Ihre Identifikation erfolgte wie der evidenz-basierte Leitfaden für die klinische Praxis (clinical practice guideline) zur Nutzung der FGV [AAPD 2016] im Rahmen der Handrecherche. Letztere basiert auf der systematischen Übersichtsarbeit randomisierter Studien von Wright et al. [2016] zur Prävention und Arretierung von okklusalen kariösen Läsionen an Milch- und bleibenden Molaren mittels FGV (siehe Evidenzreport).

(Randomisierte) Klinische Studien zur FGV von Kindern und Jugendlichen mit einem Kariesrisiko. Im Rahmen der systematischen Literaturrecherche wurden 14 Studien identifiziert, von denen 8 randomisierte klinisch kontrollierte Studien waren (siehe Evidenzreport). Eine epidemiologische Querschnittsstudie berichtete zur Prävalenz und Anzahl von FGV in Populationen mit einem sozial-determinierten erhöhten Kariesrisiko [Schmidt et al. 2022]. Eine retrospektive Kohortenstudie betrachtete die kariespräventive Effektivität der FGV bei zahn- bzw. -flächenbezogener Kariesrisiko-Einschätzung in Ländern mit unterschiedlichen Präventionsstrategien [Leskinen et al. 2008]. Eine prospektive Längsschnittuntersuchung analysierte die Effektivität der FGV von Jugendlichen mit hoher und niedriger Karieserfahrung [Heyduck et al. 2006]. Eine retrospektive Beobachtungsstudie untersuchte Entscheidungsparameter englischer Zahnärzte zur Durchführung der FGV [Tickle et al. 2007]. Zwei prospektive Beobachtungsstudien fokussierten zum einen auf das Zeitfenster der Kariesentwicklung nach Verlust der FGV [Tianviwat et al. 2008] und zum anderen auf die Effektivität eines nationalen Programms zur FGV im Rahmen einer Public Health-Strategie [Baldini et al. 2011]. Weiterhin sei an dieser Stelle eine randomisierte klinisch kontrollierte Studie besonders herausgehoben, die 7-Jahres-Daten zur FGV vs. Füllungstherapie von bleibenden Molaren mit einer okklusalen Dentinkaries in einer dänischen Population berichtete [Qvist et al. 2017] (siehe Evidenzreport). Alle Studien werden in dem Evidenzreport einer detaillierten Auswertung unterzogen.

9.5 Schlussfolgerungen und Empfehlungen aus (systematischen) Übersichtsarbeiten zur Fissuren- und Grübchenversiegelung bei Kindern und Jugendlichen mit erhöhtem Kariesrisiko

In der systematischen Übersicht zur FGV bei Individuen mit einem erhöhten Kariesrisiko, die trotz protokoll-spezifischer Empfehlung für systematische Reviews der Universität North Carolina mehr als vier Einschlusskriterien und demzufolge auch mehr Studien (9 klinische und 7 Beobachtungsstudien) berücksichtigte, wird die klare Schlussfolgerung formuliert, dass für die FGV bei Kindern oder Zähnen mit einem erhöhten Kariesrisiko eine gute Evidenz vorliegt [Weintraub 2001]. Dabei ist die kariespräven-

tive Wirksamkeit und Kosteneinsparung höher als bei Kindern mit einem niedrigen Kariesrisiko. Voraussetzung ist in jedem Fall, dass die FGV eine vollständige Retention aufweist. Weiterhin wird vor der FGV eine Kariesrisiko-Einschätzung als sinnvoll betrachtet, um diese gezielt für kariesgefährdete Zähne/Okklusalflächen zu nutzen (siehe Evidenzreport).

Mejäre et al. [2003] untersuchten den kariespräventiven Effekt von FGV auf der Datenbasis von 12 kontrollierten klinischen und einer randomisierten klinischen Studie, die vorrangig in den 1970er Jahren durchgeführt worden waren. Wesentliches Ergebnis dieser Analyse war, dass die FGV mit kunststoff-basierten Versiegelungsmaterialien eine relative Kariesrisiko-Reduktion von 33% an 1. bleibenden Molaren aufweist und diesbezüglich nur eine begrenzte Evidenz für diese Indikation vorliegt (siehe Evidenzreport). Eine lückenhafte Evidenz der FGV als kariespräventive Maßnahme wird für die FGV von 2. permanenten Molaren, Prämolaren und Milchmolaren sowie für die Verwendung von GIZ als Versiegelungsmaterial dokumentiert. Abschließend fordern die Autoren qualitativ hochwertige Studien, die den gesundheitlichen Zugewinn der FGV von Kindern und Jugendlichen mit einem niedrigen und erhöhten Kariesrisiko adressieren.

Die systematische Übersichtsarbeit von Azarpazhooh und Main [2008] begnügt sich nicht mit den datenbasierten Schlussfolgerungen aus den 38 inkludierten Studien, sondern formuliert auch klare Empfehlungen zur Nutzung der FGV als kariespräventive Maßnahme (siehe Evidenzreport). Die Autoren empfehlen die FGV von allen kariesfreien bleibenden Molaren, Molaren mit einem tiefen retentiven Grübchen- und Fissurenrelief oder verfärbten Fissuren nach vollständigem Zahndurchbruch und adäquater Trockenlegung. Unvollständig durchgebrochene Zähne und Molaren mit kavitierten Okklusalflächen oder Dentinkaries sollten nicht versiegelt werden. Demgegenüber sollten auch Milchmolaren bei Kindern mit einer Karieserfahrung im Milchgebiss versiegelt werden. Als zeitlicher Rahmen für die Durchführung der FGV empfehlen die Autoren ein Zeitfenster von vier Jahren nach dem Durchbruch der 1. und 2. bleibenden Molaren. Weiterhin sollten kunststoff-basierte Versiegelungsmaterialien gegenüber GIZ bevorzugt verwandt werden. Darüber hinaus empfehlen die Autoren, dass die FGV als zahnflächen-spezifische kariespräventive Maßnahme in eine umfassende Präventionsstrategie eingebettet sein soll. Wird die FGV im Rahmen von Public Health-Strategien eingesetzt, kann eine Steigerung ihrer Kosteneffektivität durch die Kariesrisiko-Einschätzung der avisierten Population und der Präventionsausrichtung auf Kinder mit hohem Risiko erfolgen.

Die erste systematische Cochrane Übersichtsarbeit zur kariespräventiven Wirksamkeit der FGV an bleibenden Zähnen von Kindern und Jugendlichen kommt nach der Auswertung von 16 inkludierten Studien zu dem Schluss, dass die FGV eine empfohlene Maßnahme zur Kariesprävention an den Okklusalflächen bleibender Molaren ist [Ahovuo-Saloranta et al. 2008]. Dabei ist die Effektivität der FGV bei einem erhöhten Kariesrisiko eindeutig, während Informationen bezüglich ihres Nutzens bei unterschiedlichen Kariesrisiko-Situationen fehlen (siehe Evidenzreport).

Die erste Aktualisierung dieser Cochrane Übersichtsarbeit inkludierte 34 Studien, die einerseits den Effekt der FGV im Vergleich zu keiner FGV betrachteten (N=12) und andererseits unterschiedliche Versiegelungsmaterialien miteinander verglichen (N=21) bzw. zwei Materialien gegenüber keiner FGV (N=1) bewerteten [Ahovuo-Saloranta et al. 2013] (siehe Evidenzreport). Aufgrund der Studienanalyse schlussfolgern die Autoren, dass die FGV eine empfohlene Maßnahme zur Kariesprävention oder -kontrolle ist und an den bleibenden Molaren von Kindern und Jugendlichen zur Kariesreduktion in einem Beobachtungszeitraum bis zu 4 Jahren führt. Bei einer längeren Verlaufsbeobachtung zeichnete sich

eine Reduktion der quantitativen und qualitativen Evidenz ab. Dass die FGV bei Kindern mit einem erhöhten Kariesrisiko effektiv ist, wird bestätigt. Erneut wird festgestellt, dass Informationen bezüglich der Ausprägung des Nutzens der FGV unter anderen Kariesrisiko-Situationen rar sind. Darüber hinaus kann zu der Wirksamkeit von unterschiedlichen Versiegelungsmaterialien keine Aussage aufgrund der ungenügenden Evidenz – insbesondere zum Vergleich der FGV mit kunststoff-basierten Versiegelungsmaterialien und GIZ – getroffen werden [Ahovuo-Saloranta et al. 2013] (siehe Evidenzreport).

Die jüngste Aktualisierung der Cochrane Übersichtsarbeit [Ahovuo-Saloranta et al. 2017] inkludierte 38 Studien, die einerseits den Effekt der FGV im Vergleich zu keiner FGV betrachteten (N=15) und andererseits unterschiedliche Versiegelungsmaterialien miteinander verglichen (N=24). Drei Studien bewerteten die Effektivität der FGV mit GIZ im Vergleich zu keiner FGV; insgesamt wurden 7 neue Studien in das Review einbezogen (siehe Evidenzreport). Erneut wird in dieser Fassung konstatiert, dass die FGV der Okklusalfächen permanenter Molaren mit kunststoff-basierten Versiegelungsmaterialien eine effektive Maßnahme zur Kariesprävention bei Kindern und Jugendlichen ist, wobei eine moderate Evidenz für die Kariesreduktion (11%-51%) bei einer Beobachtungszeit von 24 Monaten verglichen mit keiner FGV vorlag. Ein vergleichbarer Benefit wurde bei einer Verlaufsbeobachtung bis zu 48 Monaten ermittelt. Wiederum wird die Reduktion der quantitativen und qualitativen Evidenz bei längerer Beobachtungszeit bestätigt. Darüber hinaus wird konstatiert, dass für die Effektivitätsbeurteilung der FGV mit GIZ eine ungenügende Evidenz besteht. Weiterhin wird der nach wie vor bestehende Forschungsbedarf mit langen Verlaufsbeobachtungen adressiert (siehe Evidenzreport). Im Gegensatz zu dem Cochrane Review von 2008 und 2013 werden in der jüngsten Fassung [Ahovuo-Saloranta et al. 2017] keine Aussagen zur Effektivität der FGV bei Kindern mit einem erhöhten Kariesrisiko getroffen.

Cvikl et al. [2018] geben in ihrer Übersichtsarbeit lediglich einen allgemeinen Überblick zur FGV, zu den verfügbaren Versiegelungsmaterialien sowie Indikationen und möglichen Nebenwirkungen der FGV. Die Autoren führten keine Datenbank-basierten Recherchen zur FGV und keine dezidierte Analyse der zitierten Arbeiten durch (siehe Evidenzreport). Sie empfehlen die Nutzung der FGV und sehen die FGV an Milch und permanenten Zähnen als eine sichere und effektive Maßnahme zur Prävention und Arretierung kariöser Läsionen an. Dabei ist der Langzeiterfolg der FGV nach Ansicht der Autoren von regelmäßigen zahnärztlichen Kontrolluntersuchungen und falls erforderlich einer Erneuerung der FGV abhängig.

Ng et al. [2023] geben in ihrer Übersichtsarbeit einen Überblick zur Nutzung der FGV und ihrer Effektivität aufgrund der Auswertung von 27 Studien, die zwischen 2012 und 2022 zur FGV publiziert wurden (siehe Evidenzreport). Die Autoren ermittelten für kunststoff-basierte Versiegelungsmaterialien einen präventiven Effekt von bis zu 61% nach 5 Jahren und eine Retentionsrate bis zu 80% nach 2 Jahren. Letztere betrug für FGV mit GIZ lediglich 44%. Die Las mit 35-37%iger Phosphorsäure wurde nach wie vor als das Standardvorgehen ermittelt, während für die Laser oder Air-Abrasion des Schmelzes keine Verbesserung der Retentionsraten von FGV berichtet wurden. Zusammenfassend wird die FGV zur Prävention und Arretierung einer Schmelzkaries an Milch- und bleibenden Zähnen als eine effektive kariespräventive Maßnahme empfohlen, wobei ihre Langlebigkeit wesentlich von der klinischen Vorgehensweise – Feuchtigkeitskontrolle, Vorbehandlung des Schmelzes sowie der Ätzzeit – abhängt (siehe Evidenzreport).

9.6 (Randomisierte) klinische Studien zur Indikation und Nutzung der Fissuren- und Grübchenversiegelung bei Kindern und Jugendlichen mit erhöhtem Kariesrisiko

Insgesamt wurden 14 Studien zur FGV bei Kindern und Jugendlichen mit einem erhöhten Kariesrisiko inkludiert; bei 8 Studien lag das Design einer randomisierten klinisch kontrollierten Studie vor (siehe Evidenzreport). Das Design, die Ergebnisse und Schlussfolgerungen können detailliert den chronologisch aufgeführten einzelnen Studien entnommen werden.

Abweichend vom Eingangs definierten Kriterium „eines mindestens 2-jährigen Beobachtungszeitraums“ zum Einschluss in das vorliegende Leitliniendokument wurden 2 Studien mit einer Beobachtungszeit von 18 Monaten aufgenommen [Uzel et al. 2022, Al-Jobair et al. 2017]. Beide randomisierten klinisch kontrollierten Studien sind jüngerem Datums und vergleichen die Effektivität der FGV mit einem kunststoff-basierten Versiegelungsmaterial (KbVm) und GIZ bei einem zahnflächen-spezifischen Kariesrisiko (tiefe kariesanfällige Fissuren) von 7- bis 12-Jährigen [Uzel et al. 2022] und einem individuellen erhöhten und moderaten Kariesrisiko (Karieserfahrung im Milchgebiss >4 dmft bzw. 1-4 dmft) bei 6 bis 7-Jährigen und 8 bis 9-Jährigen [Al-Jobair et al. 2017]. Aufgrund vergleichbarer kariespräventiver Effekte von KbVm und GIZ schlussfolgern Uzel et al. [2022], dass beide Materialgruppen zur FGV bei 7- bis 12-jährigen Kindern mit einem moderaten Kariesrisiko eingesetzt werden können. Aus klinisch praktischer Sicht favorisieren sie jedoch aufgrund der einfachen Applikationstechnik und weniger Zeit intensiven Behandlung sowie der Fluoridfreisetzung GIZ zur FGV (siehe Evidenzreport). Im Ergebnis ihrer Studie stellen Al-Jobair et al. [2017] fest, dass aufgrund vergleichbarer Retentionsraten und kariespräventiver Effekte bei 6- bis 9-Jährigen mit einem moderaten bis erhöhten Kariesrisiko GIZ (Fuji Triage) und KbVM (Clinpro™) zur FGV verwandt werden können; beide Materialien sind fluoridfreisetzend.

Zwei weitere randomisierte klinisch kontrollierte Studien fokussierten ebenfalls auf den Vergleich von GIZ und einem KbVm zur FGV [Hilgert et al. 2017, Chen et al. 2012]. In der 3-Jahres-Studie von Hilgert et al. [2017] stand die Frage der methodischen Beurteilung der Retention von FGV im Zentrum der Untersuchung. Die Autoren verglichen die Aussagekraft der traditionellen Retentionsbewertung (FGV vorhanden, partieller und totaler Verlust) mit einem modifizierten Kriterium, welches die Okklusalfäche bzw. die zu beurteilende Retention der FGV in die Abschnitte mesial-zentral-distal unterteilt (siehe Evidenzreport). Aus methodischer Sicht ist dabei hervorzuheben, dass mit dem modifizierten (sensitivieren) Kriterium signifikant niedrigere kumulative Überlebensraten der FGV mit dem KbVM (Fluoroshield) und GIZ (Ketac Molar Easymix) ermittelt wurden, wobei GIZ als ART-FGV appliziert wurde. Weiterhin war der Unterschied bezüglich der Misserfolgsrate zwischen beiden Methoden interessant. So wurden mit dem traditionellen Kriterium 44% der FGV mit Dentinläsionen nach Retentionsverlusten als Misserfolge eingestuft und mit dem modifizierten Kriterium 77%. Aufgrund dieser Ergebnisse empfehlen die Autoren in zukünftigen Studien die Verwendung des modifizierten, sensibleren Kriteriums zur Retentionsbeurteilung. In der 2-Jahres-Studie von Chen et al. [2012] wurde die klassische FGV mit GIZ (Ketac Molar Easymix) und KbVm (Clinpro™) mit dem energetisch angereicherten GIZ (Ketac Molar Easymix + LED) und dem neuen Produkt Glas Carbomer bezüglich des kariespräventiven Effektes bei 8-Jährigen mit einem erhöhten Kariesrisiko untersucht (siehe Evidenzreport). Bei vergleichbaren hohen Überlebensraten kariesfreier Grübchen und Fissuren (>97%) trat mehr Dentinkaries in der Glas Carbomer-Gruppe auf. Entgegen der Vermutung führte die energetische Anreicherung des GIZ mit LED zu keiner Verbesserung der Prävention von kariösen Dentinläsionen nach 2-jähriger Beobachtungszeit.

Aus der französischen Arbeitsgruppe um Muller-Bolla und Mitarbeitern wurden zwei randomisierte klinisch kontrollierte Studien inkludiert [Muller-Bolla et al. 2018, 2016]. In der 2-Jahres-Studie beurteilten die Autoren die Effektivität der FGV mit einem fluorid-freisetzenden KbVM (Delton Plus) und dem klassischen KbVM (Delton) bei 5- bis 15-Jährigen mit einem erhöhten Kariesrisiko [Muller-Bolla et al. 2018]. Neben kariesfreien Molaren wurden auch Molaren mit nicht kavitierten kariösen Läsionen (ICDAS 1-2) versiegelt. Nach 2-jähriger Beobachtungszeit wiesen versiegelte Molaren ein 83% geringeres Risiko auf, manifeste kariöse Läsionen (ICDAS 3-6) zu entwickeln. Die Höhe des kariespräventiven Effektes war bei ICDAS 1-2 Läsionen oder Zähnen mit tiefen Fissuren geringer als bei Zähnen ohne diese Befunde (siehe Evidenzreport). Weiterhin konnte die FGV der Entwicklung neuer ICDAS 3-6 Läsionen vorbeugen und die Progression nicht kavittierter kariöser Läsionen bei Kindern mit einem erhöhten Kariesrisiko verhindern. Dabei wurde ein vergleichbarer Versiegelungseffekt, unabhängig ob das Material fluoridhaltig war oder nicht, ermittelt. Aufgrund ihrer Ergebnisse empfehlen die Autoren, bleibende Molaren von Kindern mit einem erhöhten Kariesrisiko zu versiegeln, wenn an anderen Zähnen ICDAS 3-6 Läsionen vorliegen. Dies ermöglicht die Prävention weiterer ICDAS 3-6 Läsionen. Demgegenüber bedürfen die Vorzüge von fluoridfreisetzenden Materialien noch der Bestätigung.

Im Rahmen eines schulbasierten Versiegelungsprogramms für französische Kinder mit einem einkommensschwachen Hintergrund untersuchten [Muller-Bolla et al. 2016] in einer 3-Jahres-Studie die Effektivität der FGV zur Vorbeugung von manifesten kariösen Läsionen (ICDAS 3-6 Läsionen). Nach erfolgter individueller Kariesrisiko-Erfassung der 6- bis 7-Jährigen wurden die Kinder/Molaren der Gruppe mit bzw. ohne FGV zugeordnet (siehe Evidenzreport). Im Vergleich zu unversiegelten Molaren wiesen erste bleibende Molaren mit FGV ein 62% geringeres Risiko auf, ICDAS 3-6 Läsionen zu entwickeln. Eine 2fach höhere Wahrscheinlichkeit ICDAS 3-6 Läsionen zu entwickeln, besaßen Kinder mit nicht kavitierten kariösen Läsionen (ICDAS 1-2). Demgegenüber hatten Kinder mit ICDAS 3-6 Läsionen in den bleibenden und Milchzähnen (= hohes individuelles Risiko) zu Beginn der Studie ein 3fach höheres Risiko, ICDAS 3-6 Läsionen zu entwickeln, unabhängig ob sie eine oder keine FGV erhalten hatten. Selbst bei einem partiellen Verlust der FGV wiesen erste bleibende Molaren ein 66% geringeres Risiko auf, ICDAS 3-6 Läsionen zu entwickeln als unversiegelte Molaren; bei einem vollständigen Verlust der FGV betrug dies 27%. Basierend auf den generierten Daten schlussfolgern die Autoren, dass das schulbasierte Versiegelungsprogramm in der Lage ist, mehr als 60% ICDAS 3-6 Läsionen in den ersten bleibenden Molaren von sozial benachteiligten Kindern zu reduzieren. Darüber hinaus sollte eine individuelle Kariesrisiko-Einschätzung der Kinder erfolgen, unabhängig davon, ob sie eine "sogenannte Risiko-Schule" besuchen.

Baldini et al. [2011] führten in einer prospektiven 2-jährigen Beobachtungsstudie ebenfalls unter dem Public-Health-Aspekt ein städtisches Programm zur FGV bei 8- bis 10-jährigen Kindern mit einem erhöhten oder niedrigen Kariesrisiko auf der Basis der nationalen Leitlinie zur Gesundheitsförderung bei Kindern und Jugendlichen in Portugal durch (siehe Evidenzreport). Zur Charakterisierung des Kariesrisikos wurde die frühere Karieserfahrung verwandt. Kinder mit einem erhöhten Kariesrisiko wiesen einen Kariesbefall der Milch- und bleibenden Zähne auf, während Kinder mit einem niedrigen Kariesrisiko kariesfrei waren. Der kariespräventive Effekt der FGV wurde bei Kindern mit einem erhöhten und niedrigen Kariesrisiko und versiegelten ersten Molaren mit einem KbVM (Helioseal) der jeweils gleichen Kariesrisiko-Gruppe mit unversiegelten Molaren gegenübergestellt. Nach 2-jähriger Beobachtungszeit wiesen 17% der Kinder einen mittleren Karieszuwachs auf (0,25 DMFT). Von diesen partizi-

pierten 44,7% an dem Versiegelungsprogramm und 55,3% nicht. Kinder mit einem erhöhten Kariesrisiko besaßen, unabhängig ob sie versiegelte Molaren hatten, eine 7,9fach höhere Wahrscheinlichkeit eine Karies zu entwickeln als Kinder mit einem niedrigen Kariesrisiko. Bei Kindern, die nicht am Versiegelungsprogramm teilnahmen, wurde ein 1,8fach höheres Risiko für einen Karieszuwachs ermittelt. Die Autoren schlussfolgerten, dass die FGV eine effektive kariespräventive Maßnahme ist, wobei die Variablen „Risiko“ und „FGV“ Prädiktoren für das Karies-Inkrement waren. Darüber hinaus wird empfohlen, die frühere Karieserfahrung als ein einfach zu handhabenden, exzellenten Prädiktor zur Karies-Risiko-Einschätzung in Mundgesundheitsprogrammen zur FGV zu nutzen.

Moreira et al. [2017] bewerteten in einer 2-Jahres-Studie die Retention von FGV mit und ohne vorherige Applikation eines Adhäsivs in Beziehung zum Eruptionsstadium von kariesfreien ersten bleibenden Molaren bei Kindern mit einem erhöhten Kariesrisiko im Alter von 6-10 Jahren (siehe Evidenzreport). Dabei prüften sie zwei Materialien zur FGV (Fluroshield, Helioseal Clear Chroma) und Adhäsivsysteme (Single Bond, Excite). Es zeigte sich, dass der Eruptionsstand der Molaren einen signifikanten Einfluss auf die Retention der FGV hat. Die höchste Retentionsrate wurde bei einem vollständig durchgebrochenen Zahn beobachtet. Bezüglich der verwandten Versiegelungsmaterialien und -techniken bestanden keine wesentlichen Unterschiede. Insgesamt wurde ein kariespräventiver Effekt von 99,4% beobachtet. Die Autoren schlussfolgern, dass die Retention der FGV materialunabhängig vom Eruptionsstand des Zahnes beeinflusst wird. Sie empfehlen daher zur Kariesprävention die FGV bei frisch durchgebrochener Molaren von Patienten mit einem erhöhten Kariesrisiko, mit dem Verweis, dass bei begrenzter Feuchtigkeitskontrolle bzw. Trockenlegung des Zahnes die FGV material- und technikunabhängig bedenklich ist.

Mit einer 7-Jahres-Studie wurde die längste Beobachtungszeit für FGV von okklusalen Dentinläsionen von der dänischen Arbeitsgruppe um Qvist et al. [2017] publiziert (siehe Evidenzreport). Es ist die einzige randomisierte klinisch kontrollierte Studie, die das Indikationsspektrum der FGV auf die okklusale Dentinkaries erweiterte und ihre Effektivität im Vergleich zu Kompositrestaurationen bei 5- bis 17-Jährigen prüfte (siehe Evidenzreport). Im Verlauf der 7-jährigen Beobachtungszeit mussten 48% der FGV wiederholt werden. Davon wurden wiederum 31% durch Restaurationen ersetzt. Insgesamt wurde eine Überlebensrate von 37% für FGV und 91% für die Kompositrestaurationen beobachtet. Höhere Überlebensraten wurden bei Patienten mit einem niedrigen Kariesrisiko und exzellenter Mundhygiene sowie bei zweiten bleibenden Molaren im Vergleich zu ersten ermittelt. Die Autoren schlussfolgern, dass die non-invasive FGV von okklusalen Dentinläsionen jugendlich bleibender Zähne in der Lage ist, restaurative Interventionen aufzuschieben oder zu vermeiden. Diese Schlussfolgerung steht im Kontrast zu allen anderen Studien, die die Indikation der FGV auf okklusale nicht kavitierte kariöse Läsionen begrenzen.

In einer retrospektiven Kohortenstudie verglichen Leskinen et al. [2008] die Effektivität der FGV in Finnland, Schweden und Griechenland (siehe Evidenzreport). Die drei Länder zeichnen sich einerseits durch unterschiedliche Versorgungsstrukturen für Kinder und Jugendliche und andererseits durch unterschiedliche Strategien zur FGV aus. Nach einer Verlaufsbeobachtung von 7 bis mehr als 10 Jahren konnte gezeigt werden, dass etwa 30-40% der versiegelten und 60-80% der unversiegelten Molaren restauriert waren. Weiterhin wurde die Hypothese eines besseren kariespräventiven Effektes bei einer frühen FGV – im ersten Jahr nach erfolgtem Zahndurchbruch – im Vergleich zu einer späteren verneint. Darüber hinaus wurde ermittelt, dass die strategische Begrenzung der FGV auf erste bleibende Molaren mit einem erhöhten Kariesrisiko, wie sie in Finnland besteht, eine vergleichbare Effizienz besitzt,

wie die gesundheitspolitische Strategie der routinemäßigen FGV aller Molaren ohne Kariesrisiko-Einschätzung, die in Schweden und Griechenland Praxis ist. Abschließend kommen die Autoren zu dem Schluss, dass die Effektivität der FGV vorrangig von der regionalen Kariesprävalenz abhängt; je höher die Kariesprävalenz ist, umso höher ist der kariespräventive Effekt der FGV.

In einer prospektiven 2,5-Jahre-Beobachtungsstudie untersuchten Tianviwat et al. [2008] den Einfluss von FGV mit vollständiger, partieller und fehlender Retention auf das Risiko einer Kariesentwicklung bei Erstklässlern mit kariesfreien ersten bleibenden Molaren mit tiefen Fissuren (siehe Evidenzreport). Für vollständige FGV betrug die Retentionsrate nach 30 Monaten 30,7%. Die höchste Kariesinzidenz trat im ersten Jahr nach der FGV auf. Bei einem partiellen Verlust der FGV bestand eine 3fach höhere Wahrscheinlichkeit für eine Kariesentwicklung, die bei einem vollständigen Verlust auf das 11fache anstieg. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass aufgrund des erhöhten Kariesrisikos bei partiellem und vollständigem Retentionsverlust der FGV die dringende Notwendigkeit besteht, ihre Effektivität zu verbessern.

Tickle et al. [2007] untersuchten in einer retrospektiven Beobachtungsstudie die Entscheidung von niedergelassenen englischen Zahnärzten zur Nutzung der FGV bei 5- bis 14-Jährigen mit einem erhöhten Kariesrisiko basierend auf dem früheren Kariesbefall (siehe Evidenzreport). Es zeigte sich, dass arme Kinder signifikant weniger wahrscheinlich eine FGV erhielten als wohlhabende Kinder (OR 0,84), und Mädchen mehr FGV hatten als Jungen (OR 1,54). Entscheidend für die Nutzung der FGV durch die Zahnärzte war die Gesamtzahl der kariösen Milchzähne, die somit als Prädiktor für die Indikation zur FGV verwandt wurde. Insgesamt wird das Vorgehen der Zahnärzte hinsichtlich der Prävention der Grübchen- und Fissurenkaries mit einem erhöhten Kariesrisiko als uneffektiv gewertet.

Heyduck et al. [2006] beurteilten in einer prospektiven Längsschnittstudie im Verlauf von drei Jahren die Effektivität der FGV bei 12- bis 15-Jährigen mit erhöhtem und niedrigem Kariesrisiko (siehe Evidenzreport). Die Studie wurde im Rahmen der obligatorischen jährlichen Kontrolluntersuchung der Jugendlichen im deutschen Versorgungskontext durchgeführt. Diese Studie ist die Einzige, die die kariespräventive Effektivität der FGV ausschließlich bei Kindern mit einer niedrigen oder moderaten Kariesaktivität ermittelte. Basierend auf diesem Ergebnis schlussfolgern die Autoren, dass bei Kindern mit einem erhöhten Kariesrisiko weitere präventive Maßnahmen zur Reduktion der Kariesaktivität erforderlich sind. Weiterhin verwiesen die Autoren auf die Diskrepanz der Qualität der FGV, die in klinisch kontrollierten Studien beobachtet wird und der, die unter realen Lebensbedingungen dokumentiert wird. Letztere ist deutlich schlechter.

Schmidt et al. [2022] untersuchten in einer Querschnittsstudie die Prävalenz der FGV in Relation zur Kariesprävalenz und zum Kariesbefall bei 10- bis 14-jährigen deutschen Förder- und Hauptschülern (siehe Evidenzreport). Während Förderschülern aufgrund ihrer gesundheitlichen Beeinträchtigungen und/oder Behinderungen ein erhöhtes Kariesrisiko attestiert wird, ist bei den Hauptschülern das Kariesrisiko primär auf ihre soziale Benachteiligung zurückzuführen. In ihrem 5-Jahresvergleich (2010/2011 – 2015/2016) dokumentierten die Autoren eine Nutzung der FGV von um die 50% bei den Hauptschülern und von 36% bzw. 52% bei den Förderschülern. Generell war feststellbar, dass sowohl Förder- als auch Hauptschüler mit mindestens einer FGV einen signifikant niedrigeren Kariesbefall aufwiesen als ihre Altersgefährten ohne FGV. Die Autoren fordern daher die verstärkte Nutzung der FGV in beiden Kariesrisiko-Gruppen zur Kompensation der gesundheitlichen Benachteiligung im Vergleich zu ihren Altersgefährten aus der Normalbevölkerung.

Tabelle 5 Evidenztabelle zur Nutzung der FGV bei Kindern und Jugendlichen mit einem Kariesrisiko im Rahmen von systematischen Übersichtsarbeiten.

Charakterisierung der Übersichtsarbeiten							Ergebnis	SIGN
Studientyp	Studie	Recherche-Zeitraum	Endpunkt	Kariesrisikogruppe vs. Nicht-Risikogruppe	N Patienten/ Zähne	N inkludierte Studien	Ergebnis	Qualitätseinschätzung/ Verzerrungsrisiko
SR	Weintraub [2001]	1970-1999	Effektivität bei Hochrisiko Patienten	-	20,074	16	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 1	Moderat
SR	Mejäre et al. [2003]	1976-2003	Kariespräventiver Effekt	-	3,903	13	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 1	Niedrig
SR	Azarpazhooh & Main [2008]	2000-2007	Kariespräventiver Effekt	-	2,312	38	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 1	Moderat
SR	Ahovuo-Saloranta et al. [2008]	2002-2007	Kariespräventiver Effekt	-	3,450	16	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 1	Niedrig
SR	Ahovuo-Saloranta et al. [2013]	Bis 2012	Kariespräventiver Effekt	-	5,152	34	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 1	Niedrig
SR	Ahovuo-Saloranta et al. [2017]	Bis 2016	Kariespräventiver Effekt	-	7,924	38	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 1	Niedrig
SR	Cvikl et al. [2018]	k.A.	Allgemeiner Überblick zu FGV	-	k.A.	k.A.	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 1	Moderat
SR	Ng et al. [2023]	2012-2022	Kariesprävention	-	2,081	27	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 1	Hoch

Tabelle 6 Evidenztabelle zur Nutzung der FGV bei Kindern und Jugendlichen mit einem Kariesrisiko im Rahmen von klinischen Studien.

Betrachteter Endpunkt: Fissuren- und Grübchenversiegelung (FGV) bei Kindern und Jugendlichen mit hohem Kariesrisiko														
Charakterisierung der klinischen Studie								Ergebnis	Qualitätseinschätzung nach GRADE					Evidenzqualität
Studientyp	Studie	Design	Beobachtungszeit (Monate)	Endpunkt	Kariesrisikogruppe vs. Nicht-Risikogruppe	N Patienten	N Versiegelungen	Ergebnis	Verzerrungsrisiko ²	Inkonsistenz ²	Indirektheit ²	Ungenauigkeit ²	Publikationsbias ³	
(R)CT	Uzel et al. [2022]	Randomisiertes Split-Mouth-Design	18	Retention, Kariesinzidenz	Nein	50	200	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 2	Hoch	Niedrig	niedrig	Hoch	Unentdeckt	Niedrig ⊕⊕⊕⊕
(R)CT	Muller-Bolla et al. [2018]	Randomisiertes Split-Mouth-Design	24	Effektivität bei Hochrisiko Patienten	Ja	400	663	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 2	Moderat	Niedrig	niedrig	Hoch	Unentdeckt	
(R)CT	Al-Jobair et al. [2017]	Randomisiertes Split-Mouth-Design	18	Retention	Ja	35	140	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 2	Hoch	Niedrig	niedrig	Hoch	Unentdeckt	
(R)CT	Hilgert et al. [2017]	Cluster-randomisiert	36	Retention	Ja	123	377	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 2	Moderat	Niedrig	niedrig	Hoch	Unentdeckt	
(R)CT	Moreira et al. [2017]	Split-Mouth- und single-blind Design	24	Retention	Nein	65	260	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 2	Moderat	Niedrig	niedrig	Hoch	Unentdeckt	
(R)CT	Qvist et al. [2017]	Prospectives, randomisiertes Design	84	FGV bei Dentin Läsionen	Ja	521	368	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 2	Moderat	Niedrig	niedrig	Hoch	Unentdeckt	
(R)CT	Muller-Bolla et al. [2016]	Split-mouth-Design	36	Effektivität, Retention	Ja	276	457	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 2	Moderat	Niedrig	niedrig	Hoch	Unentdeckt	
(R)CT	Chen et al. [2012]	Cluster-randomisiert controlled design	24	Kariespräventiver Effekt	Ja	407	1,352	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 2	Moderat	Niedrig	niedrig	Hoch	Unentdeckt	
(R)CT	Baldini et al. [2011]	randomisiert	24	Kariesinzidenz	Ja	626	-	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 2	Moderat	Niedrig	niedrig	Hoch	Unentdeckt	
(R)CT	Leskinen et al. [2008]	Retrospektive Kohortenstudie	84	Kariespräventiver Effekt	Ja	4,735	-	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 2	Hoch	Niedrig	niedrig	Hoch	Unentdeckt	
(R)CT	Tianviwat et al. [2008]	Prospektive Beobachtungsstudie	30	Retention, Kariesinzidenz	Nein	206	332	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 2	Moderat	Niedrig	niedrig	Hoch	Unentdeckt	
(R)CT	Tickle et al. [2007]	Retrospektive Kohortenstudie	-	Kariespräventiver Effekt	Ja	677	677	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 2	Hoch	Niedrig	niedrig	Hoch	Unentdeckt	
(R)CT	Heyduck et al. [2006]	Prospektive Längsschnittstudie	36	Effektivität, Retention	Ja	723	-	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 2	Moderat	Niedrig	niedrig	Hoch	Unentdeckt	

¹begrenzte Bedeutung/ wichtig/ essentiell, ²niedrig/ moderat/ hoch/ n.a. (nicht anwendbar), ³unentdeckt/ stark vermutet

9.7 Nutzen-Schaden-Abwägung

Siehe Kapitel 16 „Nutzen-Schaden-Abwägung“

9.8 Beurteilung der Evidenzqualität

Die Aussagen und Empfehlungen zur FGV bei Kindern und Jugendlichen mit einem individuellen oder zahnflächen-spezifisch erhöhten Kariesrisiko beruhen einerseits auf systematischen Übersichtsarbeiten (Tabelle 5) und andererseits auf wenigen klinischen Studien, die eine definierte Kariesrisiko-Einschätzung einschlossen (Tabelle 6). Die Qualität der inkludierten (randomisierten) klinisch kontrollierten Studien ist mehrheitlich als moderat zu beurteilen. Insgesamt betrachtet ist aktuell von einem niedrigen Evidenzniveau auszugehen, da weder gut angelegte klinisch kontrollierte Studien zur FGV unter definierter Berücksichtigung des Kariesrisikos in ausreichender Zahl noch systematische Übersichtsarbeiten oder Meta-Analysen verfügbar sind. Zudem ist auszuführen, dass weiterführende Auswertungen im Sinne von Meta-Analysen unter Verweis auf die methodische Heterogenität nicht sinnvoll sind.

9.9 Handlungsempfehlung

Evidenzbasierte Empfehlung 2 (2024 modifiziert)	
Eine patientenbezogene Kariesrisiko-Einschätzung sollte durchgeführt werden, um den Einsatz der Fissuren- und Grübchenversiegelung auf Individuen bzw. Gruppen mit erhöhten Erkrankungsrisiken zu priorisieren.	Empfehlungsgrad
	Empfehlung ↑
Betrachteter Endpunkt: Versiegelung von Fissuren und Grübchen in Gruppen mit erhöhtem Kariesrisiko	
Evidenzquellen/Literatur zur FGV unter Berücksichtigung des Kariesrisikos: <ul style="list-style-type: none"> - Systematische Übersichtsarbeiten/Meta-Analysen: Keine - Systematische Übersichtsarbeiten: siehe Evidenzbericht - Klinische Studien: siehe Evidenzbericht Risk of Bias: Systematische Übersichtsarbeiten Niedrig bis Moderat (Tabelle 5); Klinische Studien: mehrheitlich moderat (Tabelle 6)	
Qualität der Evidenz (GRADE): ⊕⊕⊖⊖ Niedrig	
Abstimmungsergebnis: 17/0/0 (Zustimmung/ Enthaltung/ Ablehnung) 100% Konsensstärke	Starker Konsens

9.10 Literatur

- Ahovuo-Saloranta A, Forss H, Walsh T, Hiiri A, Nordblad A, Mäkelä M, Worthington HV. Sealants for preventing dental decay in the permanent teeth. Cochrane Database Syst Rev. 2013 Mar 28;(3):CD001830. doi: 10.1002/14651858.CD001830.pub4
- Ahovuo-Saloranta A, Forss H, Walsh T, Nordblad A, Mäkelä M, Worthington HV. Pit and fissure sealants for preventing dental decay in permanent teeth. Cochrane Database Syst Rev. 2017 Jul 31;7(7):CD001830. doi: 10.1002/14651858.CD001830.pub5.
- Ahovuo-Saloranta A, Hiiri A, Nordblad A, Mäkelä M, Worthington HV. Pit and fissure sealants for preventing dental decay in the permanent teeth of children and adolescents. Cochrane Database

- Syst Rev. 2008 Oct 8;(4):CD001830. doi: 10.1002/14651858.CD001830.pub3. Update in: Cochrane Database Syst Rev. 2013;3:CD001830.
- Al-Jobair A, Al-Hammad N, Alsadhan S, Salama F. Retention and caries-preventive effect of glass ionomer and resin-based sealants: An 18-month-randomized clinical trial. *Dent Mater J* 36(2017)654-661. doi: 10.4012/dmj.2016-225.
 - American Academy of Pediatric Dentistry. Caries-risk assessment and management for infants, children, and adolescents. *The Reference Manual of Pediatric Dentistry*. Chicago, Ill.: American Academy of Pediatric Dentistry; 2023:301-307.
 - American Academy of Pediatric Dentistry. Wright JT, Crall JJ, Fontana M, et al. Evidence-based clinical practice guideline for the use of pit and fissure sealants. American Dental Association. *Pediatr Dent* 38(2016)E120-E36.
 - American Dental Association (ADA). Caries risk assessment form (Age 0-6). 2011.
 - Azarpazhooh A, Main PA. Pit and fissure sealants in the prevention of dental caries in children and adolescents: a systematic review. *J Can Dent Assoc* 74(2008)171-177.
 - Baldini V, Tagliaferro EP, Ambrosano GM, Meneghim Mde C, Pereira AC. Use of occlusal sealant in a community program and caries incidence in high and low-risk children. *J Appl Oral Sci* 19(2011)396-402. doi: 10.1590/s1678-77572011005000016.
 - Bratthall D, Hansel Petersson G. Cariogram-A multifactorial risk assessment model for a multifactorial disease. *Community Dent Oral Epidemiol* 33(2005)256-264.
 - Cagetti, M.G.; Bontà, G.; Cocco, F.; Lingstrom, P.; Strohmenger, L.; Campus, G. Are standardized caries risk assessment models effective in assessing actual caries status and future caries increment? *BMC Oral Health* 18(2018)1-10. doi.org/10.1186/s12903-018-0585-4.
 - Chen X, Du MQ, Fan MW, Mulder J, Huysmans MC, Frencken JE. Caries-preventive effect of sealants produced with altered glass-ionomer materials, after 2 years. *Dent Mater* 28(2012)554-560. doi: 10.1016/j.dental.2012.01.001.
 - Cvikl B, Moritz A, Bekes K. Pit and Fissure Sealants A Comprehensive Review. *Dent J (Basel)* 12(2018)18. doi: 10.3390/dj6020018.
 - Featherstone JDB, Chaffee BW. The Evidence for Caries Management by Risk Assessment (CAMBRA®). *Adv Dent Res* 29(2018)9-14. doi: 10.1177/0022034517736500.
 - Featherstone JDB, Crystal YO, Alston P, Chaffee BW, Doméjean S, Rechmann P, Zhan L, Ramos-Gomez F. A Comparison of four caries risk assessment methods. *Front Oral Health* 2(2021)656558. doi: 10.3389/froh.2021.656558.
 - Heyduck C, Meller C, Schwahn C, Splieth CH. Effectiveness of sealants in adolescents with high and low caries experience. *Caries Res* 40(2006)375-381. doi: 10.1159/000094281.
 - Hilgert LA, Leal SC, Freire GML, Mulder J, Frencken JE. 3-year survival rates of retained composite resin and ART sealants using two assessment criteria. *Braz Oral Res* 31(2017)e35. doi: 10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0035.
 - Leskinen K, Ekman A, Oulis C, Forsberg H, Vadiakas G, Larmas M. Comparison of the effectiveness of fissure sealants in Finland, Sweden, and Greece. *Acta Odontol Scand* 66(2008)65-72. doi: 10.1080/00016350801926933.
 - Machiulskiene V, Campus G, Carvalho JC, Digee I, Ekstrand KR, Jablonski-Momeni A, Maltz M, Manton DJ, Martignon St, Martinez-Mier EA, Pitts NB, Schulte AG, Splieth CH, Andaló Tenuta LM, Ferreira Zandona AF, Nyvad B. Terminology of dental caries and dental caries management: Consensus report of a workshop organized by ORCA and cariology research group of IADR. *Caries Res* 54(2020)7-14. doi: 10.1159/000503309.
 - Mejäre I, Axelsson S, Dahlén G, Espelid I, Norlund A, Tranæus S, Twetman S. Caries risk assessment. A systematic review. *Acta Odontol Scand* 72(2014)81-91.
 - Mejäre I, Lingström P, Petersson LG, Holm AK, Twetman S, Källestål C, Nordenram G, Lagerlöf F, Söder B, Norlund A, Axelsson S, Dahlgren H. Caries-preventive effect of fissure sealants: a systematic review. *Acta Odontol Scand* 61(2003)321-330. doi: 10.1080/00016350310007581.

- Moreira KMS, Kantovitz KR, Aguiar JPD, Borges AFS, Pascon FM, Puppim-Rontani RM. Impact of the intermediary layer on sealant retention: a randomized 24-month clinical trial. *Clin Oral Investig* 21(2017)1435-1443. doi: 10.1007/s00784-016-1890-4.
- Muller-Bolla M, Courson F, Lupi-Pégurier L, Tardieu C, Mohit S, Staccini P, Velly AM. Effectiveness of resin-based sealants with and without fluoride placed in a high caries risk population: Multicentric 2-year randomized clinical trial. *Caries Res* 52(2018)312-322. doi: 10.1159/000486426.
- Muller-Bolla M, Pierre A, Lupi-Pégurier L, Velly AM. Effectiveness of school-based dental sealant programs among children from low-income backgrounds: a pragmatic randomized clinical trial with a follow-up of 3 years. *Community Dent Oral Epidemiol* 44(2016)504-511. doi: 10.1111/cdoe.12241.
- Ng TC, Chu CH, Yu OY. A concise review of dental sealants in caries management. *Front Oral Health*. 17(2023)1180405. doi: 10.3389/froh.2023.1180405.
- Qvist V, Borum MK, Møller KD, Andersen TR, Blanche P, Bakhshandeh A. Sealing occlusal dentin caries in permanent molars: 7-year results of a randomized controlled trial. *JDR Clin Trans Res* 2(2017)73-86. doi: 10.1177/2380084416680191.
- Schmidt P, Petrakakis P, Schulte AG. Zahngesundheit von Kindern und Jugendlichen des Rhein-Erft-Kreises mit Haupt- bzw. Förderschulbedarf im 5-Jahresvergleich Gesundheitswesen 84(2022)271-279. doi: 10.1055/a-1371-1450.
- Su N, Lagerweij MD, van der Heijden GJMG. Assessment of predictive performance of caries risk assessment models based on a systematic review and meta-analysis. *J Dent* 110(2021) 103664
- Tianviwat S, Chongsuvivatwong V, Sirisakulveroj B. Loss of sealant retention and subsequent caries development. *Community Dent Health* 25(2008)216-220.
- Tickle M, Yeung CA, Milsom KM, Blinkhorn AS. The prescription and outcomes of fissure sealants applied to a group of high caries risk children by general dental practitioners working in the North West of England. *Community Dent Health* 24(2007)135-139.
- Uzel I, Gurlek C, Kuter B, Ertugrul F, Eden E. Caries-preventive effect and retention of glass-ionomer and resin-based sealants: A randomized clinical comparative evaluation. *Biomed Res Int* 20(2022)7205692. doi: 10.1155/2022/7205692.
- Weintraub JA. Pit and fissure sealants in high-caries-risk individuals. *J Dent Educ* 65(2001)1084-1090.
- Wright JT, Tampi MP, Graham L, et al. Sealants for preventing and arresting pit-and-fissure occlusal caries in primary and permanent molars. A systematic review of randomized controlled trials – A report of the American Dental Association and the American Academy of Pediatric Dentistry. *Pediatr Dent* 38(2016)282-294. E1-E4.

10 Die Fissuren- und Grübchenversiegelung bei Kindern und Jugendlichen mit Behinderungen

10.1 Definition von Kindern und Jugendlichen mit Behinderung und besonderem medizinischen Unterstützungsbedarf

Kinder und Jugendliche mit Behinderungen sind eine heterogene Gruppe, die aufgrund von genetischen, entwicklungsbedingten und erworbenen Erkrankungen, Traumata oder umweltbedingten Ursachen wesentliche Einschränkungen ihrer täglichen Aktivitäten aufweisen [AAPD 2022]. Eingeschlossen sind Betroffene mit körperlichen, geistigen, sensorischen, verhaltens- und entwicklungsbedingten, kognitiven oder emotionalen Beeinträchtigungen, die einer besonderen medizinischen Betreuung bedürfen [AAPD 2022]. Um den spezifischen Behandlungsbedarfen dieser vulnerablen Patienten gerecht zu werden, sind Fachkenntnisse und Erfahrungen über die klinische Routine hinaus erforderlich. Im vorliegenden Kontext der Leitlinie wird nur auf die Aspekte der FGV eingegangen.

10.2 Mundgesundheit von Kindern und Jugendlichen mit Behinderung und besonderem medizinischen Unterstützungsbedarf

Die Mundgesundheit von Kindern und Jugendlichen mit Behinderungen ist nach wie vor unbefriedigend. Jüngste systematische Übersichtsarbeiten zeigen, dass in dieser Gruppe insbesondere Patienten mit einer geistigen Behinderung und Autismus-Spektrum-Störungen die höchste Kariesprävalenz aufweisen [Pecci-Lloret et al. 2022, Ningrum et al. 2021]. Jüngere Studien aus Deutschland berichten, dass sie mehr unbehandelte Karies, schwerere Formen parodontaler Erkrankungen, häufiger Zahnstellungs- und Kieferanomalien, dentale Strukturstörungen, Zahntraumata und komplexe Befunde aufweisen, seltener aber in den Genuss von kariespräventiven Maßnahmen, wie der FGV kommen [Dziwak et al. 2017, Hempel et al. 2014, Schmied und Heinrich-Weltzien 2009, Schüler et al. 2017]. Im Vergleich zu ihren gesunden Altersgefährten weisen Kinder und Jugendliche mit Behinderungen eine höhere Kariesprävalenz und einen höheren Kariesbefall auf [Schwerz et al. 2016, Dziwak et al. 2017, Schmidt et al. 2020, Schüler et al. 2017, Schulte und Schmidt 2021].

10.3 Schlüsselfrage

Führt die Fissuren- und Grübchenversiegelung bei Kindern und Jugendlichen mit Behinderungen und besonderen medizinischen Unterstützungsbedarfen zu einer Kariesreduktion?

10.4 Ergebnisse der Evidenzrecherche

Für die o.g. Schlüsselfrage wurde die im Evidenzreport hinterlegte Suchstrategie in den Datenbanken PubMed und Embase unter Berücksichtigung der drei definierten Outcome-Variablen herangezogen. Bei Verwendung der MESH-Terms resultierten aus der PubMed-Suche 48 und aus der Embase-Suche 15 Treffer. Weiterhin wurden 9 Literaturquellen in Zuge der Handrecherche identifiziert. Von insgesamt 72 Literaturstellen waren 51 Duplikate (siehe Evidenzreport). 21 Publikationen wurden einem Volltextscreening unterzogen; 6 Publikationen wurden aufgrund fehlender Relevanz ausgeschlossen. Letztlich wurden 15 Publikationen für die Fragestellung identifiziert.

Systematische Übersichtsarbeiten/Meta-Analysen. Im Rahmen der systematischen Literaturrecherche wurden 3 Übersichtsarbeiten zur Mundgesundheit von Kindern und Jugendlichen mit Behinderungen identifiziert [Pecci-Lloret et al. 2022, Ningrum et al. 2021, Schulte und Schmidt 2021]. Eine Übersichtsarbeit fokussierte auf die Mundgesundheit von Athleten mit einer geistigen Behinderung [Al-Shamlan et al. 2019] und eine weitere auf die Nutzung nicht-restaurativer Verfahren zur Kariestherapie mit Einschluss der FGV [Cabalén et al. 2022]. Diesbezügliche Meta-Analysen wurden nicht aufgefunden.

Empfehlungen (inter)nationaler Fachgesellschaften, Gruppierungen oder Gremien. Bislang existiert auf (inter)nationaler Ebene keine Handlungsempfehlung zur FGV bei Kindern und Jugendlichen mit Behinderungen und besonderen medizinischen Unterstützungsbedarfen vor.

(Randomisierte) Klinische Studien zur FGV von Kindern und Jugendlichen mit Behinderungen und besonderen medizinischen Unterstützungsbedarfen. Im Rahmen der systematischen Literaturrecherche wurden 6 Querschnittstudien bei Kindern und Jugendlichen und 2 bei Erwachsenen mit Behinderungen aufgefunden, die zur Prävalenz und mittleren Anzahl von FGV berichteten. Eine retrospektive Kohortenstudie untersuchte den Einfluss der FGV auf die Zahngesundheit von Kindern und Jugendlichen mit Autismus-Spektrum-Störungen nach der Verlaufsbeobachtung von 11 Jahren [Balian et al. 2022]. Eine (randomisierte) klinisch (kontrollierte) Studie fokussierte auf die Problematik der FGV bei Kindern mit einem erhöhten Kariesrisiko, zu denen auch Kinder mit Behinderungen zählen, was den Einschluss dieser Studie begründet [Muller-Bolla et al. 2018].

10.5 Epidemiologische Studien zur Fissuren- und Grübchenversiegelung bei Kindern und Jugendlichen mit Behinderung und besonderem medizinischen Unterstützungsbedarf

Im Rahmen der systematischen Literaturrecherche und -sichtung wurden 3 epidemiologische Studien zur FGV identifiziert, von denen lediglich eine Kinder und Jugendliche mit Behinderungen einschloss [Dziwak et al. 2017]. Die beiden anderen Querschnittsstudien berichteten hingegen Daten zur FGV bei Erwachsenen mit einer geistigen Behinderung [Fernandez Rojas et al. 2016, Schmidt et al. 2021]. Anhand der ergänzenden Handrecherche wurden weiterhin 3 deutsche Querschnittsstudien zur FGV bei Kindern und Jugendlichen mit unterschiedlichen Behinderungen aufgefunden [Schmied und Heinrich-Weltzien 2009, Hempel et al. 2014, Schüler et al. 2017]. Eine chronologische Übersicht über die verfügbaren Daten aller eingeschlossenen epidemiologischen Studien findet sich in dem Evidenzreport. Dabei ist anzumerken, dass ausschließlich die generierten Ergebnisse zur FGV dargestellt werden.

Lediglich zwei Studien verglichen die Prävalenz und Anzahl von FGV bei gesunden Kindern und Jugendlichen mit einer Gruppe von Behinderten [Schmied und Heinrich-Weltzien. 2009, Hempel et al. 2014]. Während Schmied und Heinrich-Weltzien [2009] eine vergleichbare Anzahl von versiegelten ersten bleibenden Molaren bei gesunden und Kindern mit psychoemotionalen Störungen sowie Autismus beobachteten, ermittelten Hempel et al. [2014], dass Kinder und Jugendliche mit einer geistigen Behinderung am wenigsten von der FGV profitierten. Dabei zeichneten sich signifikante Unterschiede in der Prävalenz und Anzahl der FGV zwischen diesen und Kindern mit Körperbehinderungen und Hörschäden ab; letztere unterschieden sich nicht von den Gesunden. Eine weitere Studie kommt ebenfalls zu dem Schluss, dass bei Kindern und Jugendlichen mit einer geistigen Behinderung die Präventionsmaßnahme der FGV im Vergleich zu Gleichaltrigen mit einer Körperbehinderung oder Hörschäden am wenigsten zum Einsatz kommt. Dabei steht außer Frage, dass die verstärkte Nutzung der FGV bei Kindern und Jugendlichen mit Behinderungen generell zur Verbesserung ihrer Mundgesundheit beitragen kann

[Dziwak et al. 2017]. Weiterhin wurde in einer Studie festgestellt, dass sich die Prävalenz und mittlere Anzahl von versiegelten ersten bleibenden Molaren in dieser vulnerablen Gruppe in Niedersachsen (NI) – einem alten – und Thüringen (TH) – einem neuen Bundesland – nicht wesentlich unterscheidet [Schüller et al. 2017]. Die Autoren erhoben ebenfalls die Forderung nach einer stärkeren Nutzung der FGV bei Kindern und Jugendlichen mit Behinderungen. Dass die Applikation von FGV im Kindes- und Jugendalter einen lang anhalten positiven Effekt auf die Zahngesundheit von Erwachsenen mit einer geistigen Behinderung haben, wurde anhand der Assoziation zwischen der FGV und der Karieserfahrung unter Beweis gestellt [Schmidt et al. 2021]. So war sowohl die Kariesprävalenz als auch der Kariesbefall signifikant niedriger bei den Erwachsenen, die mindestens eine FGV hatten, im Vergleich zu denjenigen, die keine aufwiesen. Insofern fordern die Autoren, die FGV auch im Erwachsenenalter noch durchzuführen.

Die meisten epidemiologischen Daten zur Prävalenz der FGV liegen von erwachsenen Athleten mit geistigen Behinderungen vor, die in einer jüngeren systematischen Übersichtsarbeit beurteilt wurden [Al-Shamlan et al. 2019]. Insgesamt wurden 8 Studien einbezogen, die Prävalenzraten der FGV von Athleten mit einer geistigen Behinderung im Rahmen des Gesundheitsprogrammes der Special Olympics Wettkämpfe ermittelten. Neben einer erheblichen Altersspanne der einbezogenen Athleten (3-80 Jahre) zeichnete sich ebenso eine Variabilität der FGV-Prävalenz zwischen 0 und 37% ab. Dabei wurden keine FGV bei nigerianischen Athleten (0-71 Jahren) und die höchste Prävalenz bei slowenischen Athleten mit einem mittleren Alter von 28 Jahren ermittelt [Fernandez Rojas et al. 2016]. Für unter 21-Jährige wurde eine mittlere Prävalenzrate der FGV von 9,9% aus 53 europäischen Ländern berichtet [Al-Shamlan et al. 2019].

Zusammenfassend lässt sich schlussfolgern, dass die evidenzbasierte kariespräventive Maßnahme der FGV in der vulnerablen Gruppe von Kindern und Jugendlichen mit Behinderungen noch immer defizitär angewandt wird.

10.6 (Randomisierte) klinische Studien zur Indikation und Nutzung der Fissuren- und Grübchenversiegelung bei Kindern und Jugendlichen mit Behinderung und besonderem medizinischen Unterstützungsbedarf

Im Ergebnis der systematischen Literaturrecherche und -auswertung konnte lediglich eine Studie identifiziert werden, die auf die FGV bei Kindern mit Behinderungen fokussierte. In dieser retrospektiven Kohortenstudie wurde die kariespräventive Wirksamkeit der FGV nach 11 Jahren bei Kindern mit Autismus-Spektrum-Störungen untersucht [Balian et al. 2022], wobei die alleinige Fluoridlackapplikation und die FGV in Kombination mit der Fluoridlackapplikation verglichen wurde (siehe Evidenzreport). Nach 11-jähriger Beobachtungszeit variierte die Retentionsrate der FGV zwischen 58 und 62%. Es wurde eine signifikante Assoziation zwischen der FGV mit Fluoridapplikation und der Reduktion des Kariesrisikos von ersten bleibenden Molaren ermittelt. Weiterhin bestand eine signifikante Assoziation zwischen der Karieserfahrung zur Erstvorstellung und des Kariesrisikos erster bleibender Molaren, was impliziert, dass das Kariesrisiko mit dem Alter ansteigt. Im Ergebnis der Studie wird geschlussfolgert, dass die Kombination von FGV und Fluoridlackapplikation wirksamer das Kariesrisiko von ersten bleibenden Molaren reduziert als die alleinige Fluoridlackapplikation bei Kindern mit Autismus-Spektrum-Störungen. Insofern sollte diese Präventionsstrategie routinemäßig bei Kindern mit Autismus-Spektrum-Störungen etabliert werden.

Kinder und Jugendliche mit Behinderungen sollten aufgrund ihrer vielfältigen Grunderkrankungen, die in der Regel mit einer begrenzten Mundhygiene verbunden sind und mit einer höheren Kariesprävalenz und einem höheren Kariesbefall einhergehen, als Gruppe mit einem erhöhten Kariesrisiko betrachtet werden [Schwartz et al. 2016, Dziwak et al. 2017, Schmidt et al. 2020, Schüler et al. 2017, Schulte und Schmidt 2021]. Aufgrund ihrer Gruppierung als Kariesrisikopopulation wurde eine weitere randomisierte klinische Studie einbezogen, die die Effektivität der FGV bei Kindern und Jugendlichen mit einem erhöhten Kariesrisiko prüfte [Muller-Bolla et al. 2018]. In einem Split-Mouth-Design wurde die adhäsive FGV von gesunden bleibenden Molaren oder mit einer Initialkaries (ICDAS 1-2-Läsionen) unversiegelten Molaren in dieser Population gegenübergestellt und nach einer 2-jährigen Beobachtungszeit bewertet. Bei einer Retentionsrate von 70% (2 Sekunden Schmelzkonditionierung mit 37%-iger Phosphorsäure) wurde keine Assoziation zwischen einem Verlust der FGV und dem Kariesrisiko ermittelt. Versiegelte Molaren wiesen ein 83% geringeres Risiko auf eine ICDAS 3-6-Läsion zu entwickeln als unversiegelte Molaren. Der kariespräventive Effekt war jedoch geringer bei Zähnen mit ICDAS 1-2-Läsionen und tiefen okklusalen Fissuren als bei gesunden Zähnen. Im Ergebnis ihrer Studie schlussfolgerten die Autoren, dass die Prävention von neuen ICDAS 3-6-Läsionen und die Progression von ICDAS 1-2-Läsionen durch eine FGV möglich ist. Darüber hinaus war der Effekt bei Versiegelungsmaterialien mit und ohne Fluorid vergleichbar.

Weiterhin wurde eine systematische Übersichtsarbeit berücksichtigt, die auf die nicht restaurative Kariesbehandlung fokussiert [Cabalén et al. 2022]. Diese kommt zu dem Schluss, dass die FGV eine effektive Strategie zur Prävention der Kariesinitiation und der Arretierung von nicht kavitierten kariösen Läsionen ist.

10.7 Nutzen-Schaden-Abwägung

Siehe Kapitel 16 Nutzen-Schaden-Abwägung.

10.8 Beurteilung der Evidenzqualität

Die getätigten Aussagen zur FGV bei Kindern und Jugendlichen mit Behinderungen und besonderem medizinischen Unterstützungsbedarfen beruhen vorwiegend auf wenigen Studien. Die Qualität der inkludierten klinischen Studien ist mehrheitlich als moderat zu beurteilen (Tabelle 7). Daher ist aktuell von einem niedrigen Evidenzniveau auszugehen, da weder gut angelegte klinische Studien in ausreichender Zahl noch systematische Übersichtsarbeiten oder Meta-Analysen verfügbar sind.

Tabelle 7 Evidenztabelle zur Nutzung der FGV bei Kindern und Jugendlichen mit Behinderungen und besonderem medizinischen Unterstützungsbedarfen.

Betrachteter Endpunkt: Fissuren- und Grübchenversiegelung (FGV) bei Kindern und Jugendlichen mit Behinderungen													
Charakterisierung der Studie							Ergebnis	Qualitätseinschätzung nach GRADE					
Studientyp	Studie	Design	Beobachtungszeit (Monate)	Endpunkt	N Patienten	N Versiegelungen	Ergebnis	Verzerrungsrisiko ²	Inkonsistenz ²	Indirektheit ²	Ungenauigkeit ²	Publikationsbias ³	Evidenzqualität
(R)CT	Balian et al. [2022]	Retrospektive Kohortenstudie	132	Kariesprävention bei Autismus	232	140	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 4	Moderat	Niedrig	niedrig	Hoch	Unentdeckt	Niedrig ⊕⊕⊕⊕
(R)CT	Muller-Bolla et al. [2018]	Split-Mount-Design	24	Effektivität bei Hochrisiko Patienten	400	663	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 4	Moderat	Niedrig	niedrig	Hoch	Unentdeckt	
Epi-Studie	Schmied und Heinrich-Weltzien [2009]	Querschnittsstudie	k.A.	Mundgesundheit	138	k.A.	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 3	Moderat	Niedrig	niedrig	Hoch	Unentdeckt	
Epi-Studie	Hempel et al. [2014]	Querschnittsstudie	k.A.	Mundgesundheit	728	k.A.	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 3	Moderat	Niedrig	niedrig	Hoch	Unentdeckt	
Epi-Studie	Dziwak et al. [2017]	Querschnittsstudie	k.A.	Mundgesundheit	848	k.A.	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 3	Moderat	Niedrig	niedrig	Hoch	Unentdeckt	
Epi-Studie	Schüler et al. [2017]	Querschnittsstudie	k.A.	Mundgesundheit	769	k.A.	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 3	Moderat	Niedrig	niedrig	Hoch	Unentdeckt	
Epi-Studie	Fernandez Rojas et al. [2016]	Querschnittsstudie	k.A.	Mundgesundheit	3,545	k.A.	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 3	Moderat	Niedrig	niedrig	Hoch	Unentdeckt	
Epi-Studie	Schmidt et al. [2021]	Querschnittsstudie	K.A.	Kariesinzidenz	132	37	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 3	Moderat	Niedrig	niedrig	Hoch	Unentdeckt	

¹begrenzte Bedeutung/ wichtig/ essentiell, ²niedrig/ moderat/ hoch/ n.a. (nicht anwendbar), ³unentdeckt/ stark vermutet

10.9 Handlungsempfehlung

Evidenzbasierte Empfehlung 3 (2024 neu formuliert)	
Die Fissuren- und Grübchenversiegelung sollte bei Kindern und Jugendlichen mit Behinderungen und besonderem medizinischem Unterstützungsbedarf – insbesondere mit geistiger und Mehrfachbehinderung – aufgrund des erhöhten Kariesrisikos angewendet werden.	Empfehlungsgrad
	Empfehlung ↑
<p>Betrachteter Endpunkt: Kariesbefall bzw. kariesepidemiologische Situation bei Kindern und Jugendlichen mit Behinderungen</p> <p>Evidenzquellen/Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Systematische Übersichtsarbeiten/ Meta-Analysen: Keine - Systematische Übersichtsarbeiten: Pecci-Lloret et al. [2022], Ningrum et al. [2021] - Randomisierte klinisch kontrollierte Querschnittsstudien: siehe auch Evidenzbericht - Retrospektive Kohortenstudie: Balian et al. [2022] - Querschnittsstudien: siehe auch Evidenzbericht <p>Risk of Bias: Moderat (Tabelle 7)</p> <p>Qualität der Evidenz (GRADE): ⊕⊕⊖⊖ Niedrig</p>	
<p>Abstimmungsergebnis: 17/0/0 (Zustimmung/ Ablehnung/ Enthaltung) 100% Konsensstärke</p>	Starker Konsens

10.10 Literatur

- Al-Shamlan SO, Mohammad M, Papandreou D: Oral health status of athletes with intellectual disabilities: A review. Open Access Maced J Med Sci 12(2019)2044-2049. doi: 10.3889/oamjms.2019.539.
- American Academy of Pediatric Dentistry. Definition of special health care needs. 2022:18. <https://www.aapd.org/research/oral-health-policies-recommendations/special-health-care-needs/>
- Balian A, Campus G, Bontà G, et al. Long-term caries prevention of dental sealants and fluoride varnish in children with autism spectrum disorders: a retrospective cohort study. Sci Rep 1(2022)8478. doi: 10.1038/s41598-022-12176-7.
- Cabalén MB, Molina GF, Bono A, Burrow MF. Nonrestorative Caries Treatment: A Systematic Review Update. Int Dent J 6(2022)746-764. doi: 10.1016/j.identj.2022.06.022.
- Dziwak M, Heinrich-Weltzien R, Limberger K, Ifland S, Gottstein I, Lehmann T, Schüler IM: Dental health and odontogenic infections among 6- to 16-year-old German students with special health care needs (shcn). Clin Oral Invest 6(2017)1997-2006.
- Fernandez Rojas C, Wichrowska-Rymarek K, Pavlic A, Vinereanu A, Fabjanska K, Kaschke I, Marks LA. Oral health needs of athletes with intellectual disability in Eastern Europe: Poland, Romania and Slovenia. Int Dent J 2(2016)113-119. doi: 10.1111/idj.12205.
- Hempel E, Limberger K, Möller M, Heinrich-Weltzien R: Mundgesundheit von Erfurter Schüler/innen mit und ohne Behinderungen. Gesundheitswesen 4(2014)63-68. doi: 10.1055/s-0034-1377032
- Muller-Bolla M, Courson F, Lupi-Pégurier L, Tardieu C, Mohit S, Staccini P, Velly AM. Effectiveness of resin-based sealants with and without fluoride placed in a high caries risk population: Multicentric 2-year randomized clinical trial. Caries Res 4(2018)312-322. doi: 10.1159/000486426.

- Ningrum V, Bakar A, Shieh TM, Shih YH: The Oral Health Inequities between Special Needs Children and Normal Children in Asia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Healthcare (Basel)*. 4(2021)410. doi: 10.3390/healthcare9040410.
- Pecci-Lloret MR, Pecci-Lloret MP, Rodríguez-Lozano FJ: Special Care Patients and Caries Prevalence in Permanent Dentition: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health* 22(2022)15194. doi: 10.3390/ijerph192215194.
- Schmidt, P., Petrakakis, P., Schulte, AG: Caries prevalence in 6- to 10-year-old German schoolchildren with and without disability. *Community Dent Health* 4(2020)281-286.
- Schmidt P, Egermann M, Sauerland C, Schulte AG: Caries experience of adults with intellectual disability in the Western part of Germany. *J Clin Med* 12(2021):2602.
- Schmied, K., Heinrich-Weltzien, R: Mundgesundheit von Kindern und Jugendlichen mit psychischen Störungen. *Kinder- und Jugendmedizin* 8(2009)480-483.
- Schüler IM, Dziwak M, Schmied K, Lehmann T, Heinrich-Weltzien R: Mundgesundheit von Kindern und Jugendlichen mit geistiger Behinderung und psycho-emotionalen Störungen aus Niedersachsen und Thüringen. *Gesundheitswesen* 3(2017)207-214.
- Schulte AG, Schmidt P: Mundgesundheit bei Menschen mit Behinderung in Deutschland – eine Literaturübersicht. *Bundesgesundheitsbl* 64(2021)793-801. doi.org/10.1007/s00103-021-03352-7.
- Schwerz, R., Ifland, S., Heinrich-Weltzien, R: Mundgesundheit und Mundgesundheitsverhalten von Schülern mit Behinderungen aus Weimar Stadt und Land. *Oralprophylaxe & Kinderzahnkd*, 38(2016)62-68. doi.org/10.3238/opkzh.2016.0062-0068.

11 Die Fissuren- und Grübchenversiegelung an Molaren mit Molaren-Inzisiven-Hypomineralisationen

11.1 Definition, klinisches Erscheinungsbild, ätiologische und epidemiologische Gesichtspunkte sowie klinisches Management der Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation (MIH)

Die Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation (MIH) wird als eine Strukturstörung des Zahnschmelzes systemischen Ursprungs definiert, die mindestens einen ersten bleibenden Molar betrifft, wobei die bleibenden Frontzähne ebenfalls betroffen sein können [Lygidakis et al. 2010 und 2022]. Das klinische Erscheinungsbild der MIH reicht von abgegrenzten weißen, gelblichen oder bräunlichen Opazitäten (Abbildung 7) bis hin zu ausgedehnten Schmelzeinbrüchen, die prä- oder posteruptiv auftreten können (Abbildung 8). Dabei steht die Farbe der Opazität mit dem Schweregrad der Hypomineralisation im Zusammenhang. Weiße Opazitäten sprechen für eine milde, cremig-gelbe für eine mittelschwere und braune für eine schwere Hypomineralisation mit einem deutlich reduzierten Mineralanteil [Elhennawy et al. 2017]. Letztere haben eine erhöhte Wahrscheinlichkeit, einen Schmelzeinbruch zu erleiden. Schmerzen und Hypersensibilitäten beim Kauen und Zähneputzen stellen für die Betroffenen ein Problem dar, was wiederum das Kariesrisiko erhöhen kann [Bekes et al. 2022, 2016, Lygidakis et al. 2022].



Abbildung 7 Klinisches Erscheinungsbild von MIH-betroffenen ersten bleibenden Molaren mit weißlich-gelblicher (links) bis hin zu gelblich-bräunlicher Schmelzopazität (mittig). Ein ausgeprägter post-eruptiver Schmelzeinbruch besteht im Bereich der okklusal-bukkalen braunen Schmelzopazitäten des ersten bleibenden Molaren (rechts).

Für die Schmelzstrukturstörung an den zweiten Milchmolaren hat sich der Begriff „Hypomineralisierte zweite Milchmolaren“ (engl. hypomineralised second primary molars, HSPM) etabliert, die ein vergleichbares klinisches Erscheinungsbild zur MIH an den bleibenden Zähnen zeigen [Elfrink et al. 2012]. Das Vorliegen einer HSPM kann als Prädiktor für das spätere Auftreten einer MIH angenommen werden [Garot et al. 2018]. Da die bekannten klinischen Erscheinungsbilder ebenfalls an den bleibenden Eckzähnen, Prämolaren, zweite bleibenden Molaren und zweiten Milchmolaren beobachtet wurden, richten sich aktuelle Bemühungen auf die Formulierung eines inklusiveren Begriffes der MIH [Lygidakis et al. 2022].

Insgesamt werden vielfältige Faktoren diskutiert, die in der prä-, peri- und postnatalen Entwicklung des Kindes bzw. der Zähne auftreten und die Zahnentwicklung negativ beeinflussen können [Bandeira Lopes et al. 2021]. Diese umfassen gesundheitliche Probleme während der Schwangerschaft (Rauchen

und Alkoholkonsum der Mutter), Frühgeburt und niedriges Geburtsgewicht, respiratorische Erkrankungen (u. a. Asthma, Windpocken, Pneumonie), Infektionen (u.a. Otitis, Harnwegsinfekte) und deren medikamentöser Behandlung (Antibiotika, insbesondere Amoxicillin). Einer jüngsten Studie zufolge können individuelle Variationen in verschiedenen Genen einen additiven Effekt auf die Entwicklung einer MIH haben, die wahrscheinlich unter dem Einfluss spezifischer Umwelt- und systemischen Faktoren auftreten [Hočevár et al. 2020]. Zusammenfassend ist festzustellen, dass bislang keine eindeutigen Schlussfolgerungen zur MIH-Ätiologie gezogen werden können, und daher auch kein ursachenbezogener Ansatz zur Prävention vorliegt. Nichtsdestotrotz wird die FGV an diesen Zahnflächen genutzt (Abbildung 8). Zudem stellt sich die Frage nach der Effektivität.

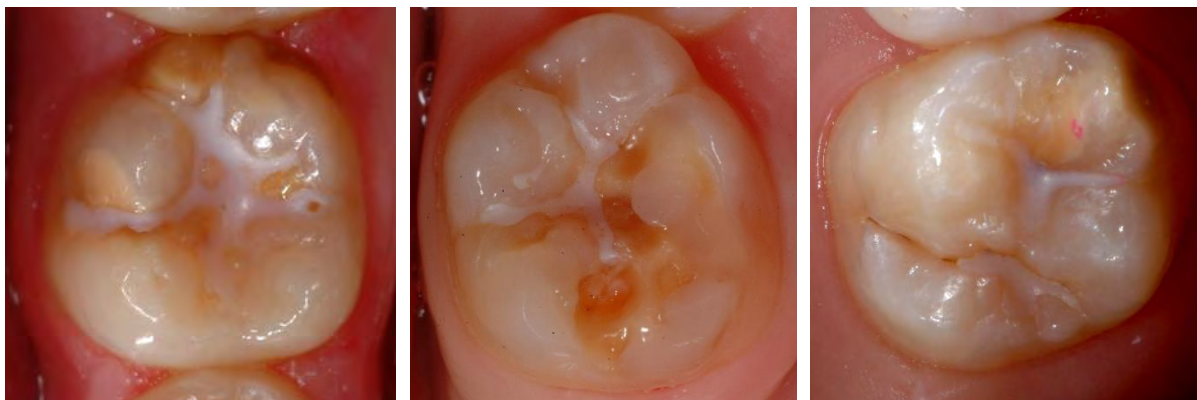


Abbildung 8 Die Bilder zeigen exemplarisch MIH-Molaren mit einer intakten FGV (links), mit einem partiellen Materialverlust (mittig) und einen ersten bleibenden Molaren mit einem post-eruptiven Schmelzeinbruch, der den Verlust der Kompositabdeckung und ergänzenden partiellen Versiegelung aufweist (rechts).

Aus epidemiologischer Sicht ist die MIH die häufigste Schmelzstrukturstörung [Bandeira Lopes et al. 2021], wobei die Prävalenzangaben im Schrifttum erheblich variieren. Jüngste Übersichtsarbeiten berichten über eine globale MIH-Häufigkeit von 13,1% (11,8-14,5%) [Schwendicke et al. 2018] bzw. 14,2% (8,1-21,1%) [Zhao et al. 2018]. Deutsche epidemiologische Studien ermittelten Prävalenzraten von unter 10% bis zu 28% betroffenen Kindern bzw. Jugendlichen [Petróu et al. 2014, Jordan und Micheelis 2016, Kühnisch et al. 2018]. Werden die Ausprägungsgrade betrachtet, so dominieren abgegrenzte Opazitäten das klinische Erscheinungsbild; Schmelzeinbrüche und atypische Restauration treten vergleichsweise selten auf [Kühnisch et al. 2018]. Kaufunktionell bedeutsam sind Schmelzeinbrüche insbesondere im Seitenzahngebiet, da diese in der Regel mit einem Behandlungsbedarf verbunden sind. Hypomineralisation an Frontzähnen stellen – unabhängig von einem Schmelzeinbruch – mehrheitlich ein ästhetisches und weniger ein funktionelles Problem dar.

Das Management der MIH ist von der klinischen Ausprägung abhängig [Lygidakis et al. 2010, 2022]. In milden Fällen imponieren umschriebene Schmelzopazitäten ohne Schmelzeinbrüche, gelegentliche Hypersensibilitäten auf externe Stimuli sowie geringe ästhetische Beeinträchtigungen an betroffenen Frontzähnen [Lygidakis et al. 2010]. Charakteristisch für schwere Fälle sind umschriebene Opazitäten mit einem Schmelzeinbruch, kariösen Defekten, vorhandenen Hypersensibilitäten, die mit funktionellen und mundhygienischen Einschränkungen sowie ästhetischen Beeinträchtigungen einhergehen und die Lebensqualität negativ beeinflussen können [Lygidakis et al. 2010]. Insofern wird deutlich, dass

sowohl der Einsatz präventiver bzw. nicht invasiver Behandlungsmaßnahmen wie z. B. die Fluoridapplikation oder FGV, als auch die Verwendung operativer Therapieoptionen, wie z. B. direkte oder indirekte Restaurationen, individuell und indikationsgerecht entschieden werden muss [Kaczmarek und Jaworski 2014, Bandeira Lopes et al. 2021]. Aktuelle Empfehlungen zur MIH-Therapie wurden publiziert [u.a. Lygidakis et al. 2022].

11.2 Schlüsselfrage

Welche Effekte können an hypomineralisierten Molaren nach der Fissuren- und Grübchenversiegelung beobachtet werden?

11.3 Ergebnisse der Evidenzrecherche

Bei Verwendung der MESH-Terms resultierten aus der PubMed-Suche 15 und aus der Embase-Suche 18 Treffer. Weiterhin wurden 4 Literaturquellen in Zuge der Handrecherche identifiziert. Von den 37 Literaturstellen waren 16 Duplikate. 21 Publikationen wurden einem Volltextscreening unterzogen; 7 Publikationen wurden aufgrund fehlender Relevanz ausgeschlossen. Insgesamt wurden 14 Publikationen für die Fragestellung identifiziert (siehe auch Evidenzreport).

Systematische Übersichtsarbeiten/Meta-Analysen. Im Rahmen der systematischen Literaturrecherche wurden 7 Übersichtsarbeiten zur FGV von MIH-betroffenen Zähnen/Kinder und Jugendlichen identifiziert [Lygidakis 2010, Kaczmarek und Jaworski 2014, Elhennawy und Schwendicke 2016, da Cunha Coelho et al. 2019, Bandeira Lopes et al. 2021], von denen 2 über die Handrecherche [Weber et al. 2021, Somani et al. 2022] aufgefunden wurden (siehe Evidenzreport). Diesbezügliche Meta-Analysen wurden nicht identifiziert.

Empfehlungen (inter)nationaler Fachgesellschaften, Gruppierungen oder Gremien. Bislang existiert auf internationaler Ebene eine Handlungsempfehlung (Best clinical practice guidance) von der europäischen Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde (European Academy of Paediatric Dentistry, EAPD) zum klinischen Management bei der MIH [Lygidakis et al. 2022], die eine Aktualisierung der früheren EAPD-Handlungsempfehlung [Lygidakis et al. 2010] ist. Im deutschen Versorgungskontext ist auf das Würzburger MIH-Konzept [Bekes et al. 2016] zu verweisen.

(Randomisierte) Klinische Studien zur FGV an MIH-Zähnen. Im Rahmen der systematischen Literaturrecherche wurden 4 (randomisierte) klinisch (kontrollierte) Studien zur FGV von MIH-betroffenen Zähnen mit einer Mindestbeobachtungszeit von 12 Monaten identifiziert [Ballikaya et al. 2022, Özgür et al. 2022, Fragelli et al. 2017, Lygidakis et al. 2009] (siehe Evidenzreport). Mit der Handrecherche konnte eine weitere Studie zur FGV von MIH-Zähnen identifiziert werden [Schraverus et al. 2021].

11.4 Systematische Übersichtsarbeiten zur Indikation und Nutzung der Fissuren- und Grübchenversiegelung an MIH-Molaren

Unter Berücksichtigung der vorliegenden Fragestellung wurden nur Informationen zur Indikation bzw. Nutzung der FGV an MIH-Molaren aus den identifizierten systematischen Übersichtsarbeiten betrach-

tet und detailliert in dem Evidenzreport dargestellt. Zusammenfassend lässt sich nach deren Durchsicht feststellen, dass zwei Arbeiten explizit die FGV mit kunststoffbasierten Versiegelungsmaterialien bei vollständig durchgebrochenen Molaren mit milder MIH empfehlen [Lygidakis 2010, Kaczmarek & Jaworski 2014]. Bei fehlender Feuchtigkeitskontrolle von partiell durchgebrochenen Molaren empfehlen Kaczmarek & Jaworski [2014] die Verwendung von GIZ als Überbrückungsmaßnahme, wobei ein späterer Ersatz mit kunststoffbasierten Versiegelungsmaterialien möglich ist. Die jüngste systematische Übersicht von Somani et al. [2022] unterstützt den Einsatz der FGV bei der Behandlung von MIH-Molaren und empfiehlt diese als sog. „*first line approach*“ bei vollständig durchgebrochen Molaren mit einer milden MIH und einem Risikopotential für Karies oder Schmelzeinbrüche. Die Autoren verweisen jedoch auch auf die Tatsache, dass Wiederholungsbehandlungen der FGV bei Retentionsverlust erforderlich sind.

Bandeira Lopes et al. [2021] schlussfolgern in ihrer Dachübersicht (umbrella review), dass die adhäsive FGV eine effektive Präventionsmaßnahme bei milder MIH ohne Hypersensibilität und Schmelzeinbruch sein kann, und die Verwendung von GIZ zur FGV und temporären Füllungen mit dem Ziel der Reduktion von Hypersensibilitäten und Schmelzeinbrüchen genutzt werden kann.

Die Verwendung eines Adhäsivsystems zur Verbesserung der Retention von FGV wird hingegen kontrovers diskutiert. Nach Elhennawy & Schwendicke [2016] scheint die FGV zur Behandlung von MIH-Molaren mit einem mildem Ausprägungsgrad geeignet. Lygidakis [2010] zu Folge könnte die Retentionsrate der FGV durch die vorherige Applikation eines Adhäsivs verbessert werden. Demgegenüber kommen Weber et al. [2021] zu dem Schluss, dass eine Empfehlung der FGV bei MIH-Molaren aufgrund der sehr niedrigen Evidenz der Studien kaum möglich ist. Die Autoren da Cunha Coelho et al. [2019] konstatieren lediglich, dass die Aussagen zur FGV als effektive präventive Behandlungsmaßnahme bei MIH-Zähnen widersprüchlich sind und weitere Vergleichsstudien erforderlich sind.

Nach der aktuellen Best-Clinical-Practice-Empfehlung der EAPD zum klinischen Management der MIH [Lygidakis et al. 2022] sollten FGV mit methacrylat-basierten Versiegelungsmaterialien als sogenannter „*first line approach*“ zur Prävention von Karies und posteruptiven Schmelzeinbrüchen bei vollständig durchgebrochen Molaren mit einer milden MIH eingesetzt werden. Dabei wird die Applikation eines Adhäsivs vor der adhäsiven FGV zur Verbesserung der Retentionsrate aufgrund einer moderaten GRADE-Evidenz aber starkem Empfehlungsgrad empfohlen.

Der Therapieplan zur MIH des Würzburger MIH-Konzept [Bekes et al. 2016] basiert auf dem von den Autoren entwickelten MIH-Treatment-Need-Index (TNI), der unter Berücksichtigung des vorliegenden Kariesrisikos Therapieoptionen vorschlägt. Beim Vorliegen einer MIH ohne Substanzdefekt und Hypersensibilität (MIH-TNI 1) wird neben der kariespräventiven Betreuung die FGV als Methode der Wahl angesehen. Diese sollte mit einer adhäsiven FGV erfolgen. Bei erhöhtem Kariesrisiko des Patienten und noch nicht vollständigem Durchbruch des Molaren sollte die vorübergehende Applikation eines niedrigviskosen GIZ als FGV vorgenommen werden. Die gleiche Vorgehensweise wird ebenfalls bei einer MIH ohne Substanzverlust aber bestehender Hypersensibilität propagiert. Dabei wird neben den adhäsiven Versiegelungsmaterialien auch der alleinige Einsatz eines Adhäsivs empfohlen.

Tabelle 8 Evidenztable zur Nutzung der FGV bei Kindern und Jugendlichen mit MIH im Rahmen von systematischen Übersichtsarbeiten.

Charakterisierung der Übersichtsarbeiten						Ergebnis	SIGN
Studientyp	Studie	Recherche-Zeitraum	Endpunkt	N Patienten/ MIH-Zähne	N inkludierte Studien	Ergebnis	Qualitätseinschätzung/ Verzerrungsrisiko ²
SR	Lygidakis [2010]	2000-2010	Behandlungsoptionen	82	13	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 5	Hoch
SR	Kaczmarek & Jaworski [2014]	2004-2014	Prävalenz und Behandlung	k.A.	23	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 5	Moderat
SR	Elhennawy & Schwendicke [2016]	1980-2016	Behandlungsoptionen	129	16	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 5	Niedrig
SR	da Cunha Coelho et al. [2019]	Bis 2018	Effektivität von Behandlungen	149	35	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 5	Niedrig
SR	Bandeira Lopes et al. [2021]	Bis 2020	Analyse von SR zu MIH	k.A.	21	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 5	Niedrig
SR	Weber et al. [2021]	k.A.	Behandlungsoptionen	120	15	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 5	Moderat
SR	Somani et al. [2022]	1980-2020	Behandlungsoptionen	184	37	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 5	Niedrig

Tabelle 9 Evidenztabelle zur Nutzung der FGV bei Kindern und Jugendlichen mit Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation (MIH) im Rahmen von klinischen Studien.

Betrachteter Endpunkt: Fissuren- und Grübchenversiegelung (FGV) An Molaren mit Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation (MIH)													
Charakterisierung der Studie							Ergebnis	Qualitätseinschätzung nach GRADE					Evidenz- qualität
Studientyp	Studie	Design	Beobachtungszeit (Monate)	Endpunkt	N Patienten	N Versiegelungen	Ergebnis	Verzerrungsrisiko ²	Inkonsistenz ²	Indirektheit ²	Ungenauigkeit ²	Publikationsbias ³	
(R)CT	Lygidakis et al. [2009]	Half-mouth experimentelles Design	48	Retention	47	94	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 6	Moderat	Niedrig	niedrig	Hoch	Unentdeckt	Niedrig ⊕⊕⊕⊕
(R)CT	Fragelli et al. [2017]	Prospektive klinische Studie	18	Retention	29	41	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 6	Hoch	Niedrig	niedrig	Hoch	Unentdeckt	
(R)CT	Schraverus et al. [2021]	Randomisierte Studie	12	Kariespräventiver Effekt, MIH-Breakdown	77	108	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 6	Moderat	Niedrig	niedrig	Hoch	Unentdeckt	
(R)CT	Ballikaya et al. [2022]	Prospektives Split-Mouth Design	12	Karietherapie	48	56	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 6	Moderat	Niedrig	niedrig	Hoch	Unentdeckt	
(R)CT	Özgür et al. [2022]	Split-Mouth Design	12	Retention	36	100	Siehe Evidenzbericht; Tabelle 6	Moderat	Niedrig	niedrig	Hoch	Unentdeckt	

¹begrenzte Bedeutung/ wichtig/ essentiell, ²niedrig/ moderat/ hoch/ n.a. (nicht anwendbar), ³unentdeckt/ stark vermutet

11.5 (Randomisierte) klinische Studien zur Anwendung der Fissuren- und Grübchenversiegelung an MIH-Molaren

Im Ergebnis der Literatursichtung wurden einige klinische Empfehlungen (Tabelle 8) sowie fünf (randomisierte) klinische Studien (Tabelle 9) zur FGV an MIH-Molaren [Ballikaya et al. 2022, Özgür et al. 2022, Schraeverus et al. 2021, Fragelli et al. 2017, Lygidakis et al. 2009] identifiziert. Eine detaillierte Darstellung zum Studiendesign, den Ergebnissen und Schlussfolgerungen wurde in dem Evidenzreport zusammengefasst. Die längste Beobachtungszeit unter den prospektiv angelegten klinischen Studien betrug 18 Monate [Fragelli et al. 2017]. Die Beobachtungsstudie von Lygidakis et al. [2009] dokumentierte die Retention über 4 Jahre. Bei Betrachtung des Studiendesigns, der klinischen Herangehensweisen und Materialien zeichnet sich ein heterogenes Bild ab. Auch variiert der genutzte Endpunkt zwischen den Studien. Neben der Retentionsrate bzw. kumulativen Überlebensrate der FGV werden zudem der Kariesbefall und die Reduktion von Hypersensibilitäten als weitere Endpunkte betrachtet. Eindeutige Trends bezüglich Materialwahl und Versiegelungstechnik können den verfügbaren Studien nicht entnommen werden.

11.6 Nutzen-Schaden-Abwägung

Siehe Kapitel 16 „Nutzen-Schaden-Abwägung“

11.7 Beurteilung der Evidenzqualität

Die Aussagen zur FGV an MIH-Molaren beruhen vorwiegend auf wenigen und kurzzeitigen klinischen Studien, welche zudem unterschiedliche Materialien bzw. Versiegelungstechniken nutzten. Die Qualität der inkludierten klinischen Studien ist mehrheitlich als moderat zu beurteilen. Aktuell ist von einem niedrigen Evidenzniveau auszugehen, da weder gut angelegte, lang andauernde klinische Studien in ausreichender Zahl noch systematische Übersichtsarbeiten oder Meta-Analysen zur FGV an MIH-Molaren verfügbar sind.

11.8 Handlungsempfehlung

Evidenzbasierte Empfehlung 4 (2024 neu formuliert)	
Die Fissuren- und Grübchenversiegelung kann an MIH-Molaren mit abgegrenzten Opazitäten/Hypomineralisationen ohne Oberflächeneinbruch in Erwägung gezogen werden.	Empfehlungsgrad
	Empfehlung offen ↔
Betrachteter Endpunkt: Retention bzw. Überleben der FGV Evidenzquellen/Literatur: <ul style="list-style-type: none">- Systematische Übersichtsarbeiten/ Meta-Analysen: Keine- Klinische Empfehlungen/ Guidelines: u.a. Lygidakis et al. [2022], Somani et al. [2022], siehe auch Evidenzbericht- Wenige, heterogene, klinisch (kontrollierte) Studien: siehe auch Evidenzbericht Risk of Bias: Systematische Übersichtsarbeiten: mehrheitlich moderat (Tabelle 8); Klinische Studien: Mehrheitlich moderat (Tabelle 9) Qualität der Evidenz (GRADE): ⊕⊕⊖⊖ Niedrig	

<p>Betrachteter Endpunkt: Kariesentstehung Evidenzquellen/Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Systematische Übersichtsarbeiten/ Meta-Analysen: Keine - Klinische Empfehlungen/Guidelines: u.a. Lygidakis et al. [2022], Somani et al. [2022], siehe auch Evidenzbericht - (Systematische) Übersichtsarbeit: Kaczmarek & Jaworski [2014], Bandeira Lopes et al. [2021] - Wenige, heterogene, klinisch (kontrollierte) Studien: siehe auch Evidenzbericht <p>Risk of Bias: Systematische Übersichtsarbeiten: mehrheitlich moderat (Tabelle 8); Klinische Studien: Mehrheitlich moderat (Tabelle 9) Qualität der Evidenz (GRADE): ⊕⊕⊖⊖ Niedrig</p>	
<p>Betrachteter Endpunkt: Reduktion von Hypersensitivitäten an Okklusalfächen Evidenzquellen/Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Systematische Übersichtsarbeiten/ Meta-Analysen: Keine - Klinische Empfehlungen/Guidelines: Lygidakis et al. [2022] - (Systematische) Übersichtsarbeit: Kaczmarek & Jaworski [2014], Bandeira Lopes et al. [2021] - Wenige, heterogene, klinisch (kontrollierte) Studien: siehe auch Evidenzbericht <p>Risk of Bias: Systematische Übersichtsarbeiten: mehrheitlich moderat (Tabelle 8); Klinische Studien: Mehrheitlich moderat (Tabelle 9) Qualität der Evidenz (GRADE): ⊕⊕⊖⊖ Niedrig</p>	
<p>Abstimmungsergebnis: 17/0/0 (Zustimmung/ Ablehnung/ Enthaltung) 100% Konsensstärke</p>	<p>Starker Konsens</p>

11.9 Literatur

- Ballikaya E, Ünverdi GE, Cehreli ZC. Management of initial carious lesions of hypomineralized molars (MIH) with silver diamine fluoride or silver-modified atraumatic restorative treatment (SMART): 1-year results of a prospective, randomized clinical trial. Clin Oral Investig 2(2022)2197-2205. doi: 10.1007/s00784-021-04236-5.
- Bandeira Lopes L, Machado V, Botelho J et al. Molar-incisor hypomineralization: an umbrella review. Acta Odontol Scand 2021;79(5):359-369. doi: 10.1080/00016357.2020.1863461.
- Bekes K, Amend S, Priller J et al. Hypersensitivity relief of MIH-affected molars using two sealing techniques: a 12-week follow-up. Clin Oral Investig 2(2022)1879-1888. doi: 10.1007/s00784-021-04163-5.
- Bekes K, Krämer N, van Waes H et al. Das Würzburger MIH-Konzept Teil 2: Der Therapieplan. Oralprophylaxe Kinderzahnheilkd 38(2016)171-175.
- da Cunha Coelho ASE, Mata PCM, Lino CA et al. Dental hypomineralization treatment: A systematic review. J Esthet Restor Dent 1(2019)26-39. doi: 10.1111/jerd.12420.
- Elfrink ME, ten Cate JM, Jaddoe VW et al. Deciduous molar hypomineralization and molar incisor hypomineralization. J Dent Res 6(2012)551-555.
- Elhennawy K, Manton DJ, Crombie F et al. Structural, mechanical and chemical evaluation of molar-incisor hypomineralization-affected enamel: a systematic review. Arch Oral Biol 83(2017)83:272-81.
- Elhennawy K, Schwendicke F. Managing molar-incisor hypomineralization: a systematic review. J Dent 55(2016)16-24.
- Fragelli CMB, de Souza JF, Bussaneli DG et al. Survival of sealants in molars affected by molar-incisor hypomineralization: 18-month follow-up. Braz Oral Res 31(2017)e30.
- Garot E, Denis A, Delbos Y et al. Are hypomineralised lesions on second primary molars (HSPM) a predictive sign of molar incisor hypomineralisation (MIH)? A systematic review and a meta-analysis. J Dent 72(2018)8-13. doi.org/10.1016/j.jdent.2018.03.005.

- Hočevar L, Kovač J, Podkrajšek KT et al. The possible influence of genetic aetiological factors on molar-incisor hypomineralisation. *Arch Oral Biol* 118(2020)104848. doi.org/10.1016/j.archoralbio.2020.104848.
- Jordan AR, Micheelis W. Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). IDZ Materialienreihe Bd. 35. Köln: Deutscher Ärzte Verlag, 2016.
- Kaczmarek U, Jaworski A. Molar-incisor hypomineralisation Etiology, prevalence, clinical picture and treatment – Review. *Dent Med Probl* 2(2014)165-171.
- Khatri SG, Madan KA, Srinivasan SR et al. Retention of moisture-tolerant fluoride-releasing sealant and amorphous calcium phosphate-containing sealant in 6-9-year-old children: A randomized controlled trial. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 1(2019)92-98. doi: 10.4103/JISPPD.JISPPD_173_18.
- Kotsanos N, Kaklamanos EG, Arapostathis K. Treatment management of first permanent molars in children with Molar-IncisorHypomineralisation. *Eur J Paediatr Dent*. 2005b;6(4):179–84
- Kühnisch J, Kabary L, Malyk Y et al. Relationship between caries experience and demarcated hypomineralised lesions (including MIH) in the permanent dentition of 15-year-olds. *Clin Oral Investig* 22(2018)2013-2019.
- Lygidakis NA. Treatment modalities in children with teeth affected by molar-incisor enamel hypomineralisation (MIH): A systematic review. *Eur Arch Paediatr Dent* 2(2010)65-74.
- Lygidakis NA, Dimou G, Stamataki E. Retention of fissure sealants using two different methods of application in teeth with hypomineralised molars (MIH): a 4 year clinical study. *Eur Arch Paediatr Dent* 4(2009)223–226.
- Lygidakis NA, Garot E, Somani C et al. Best clinical practice guidance for clinicians dealing with children presenting with molar-incisor-hypomineralisation (MIH): an updated European Academy of Paediatric Dentistry policy document. *Eur Arch Paediatr Dent* 1(2022)3-21. doi: 10.1007/s40368-021-00668-5.
- Lygidakis NA, Wong F, Jälevik B et al. Best Clinical Practice Guidance for clinicians dealing with children presenting with Molar-Incisor-Hypomineralisation (MIH): An EAPD Policy Document. *Eur Arch Paediatr Dent* 11(2010)75-81.
- Özgür B, Kargin ST, Ölmez MS. Clinical evaluation of giomer- and resin-based fissure sealants on permanent molars affected by molar-incisor hypomineralization: A randomized clinical trial. *BMC Oral Health* 22(2022)275. doi.org/10.1186/s12903-022-02298-9.
- Petrou MA, Giraki M, Bissar AR et al. Prevalence of molar-incisor-hypomineralisation among school children in four German cities. *Int J Paediatr Dent* 24(2014)434-440.
- Schraeverus MS, Olegário IC, Bonifácio CC et al. Glass ionomer sealants can prevent dental caries but cannot prevent posteruptive breakdown on molars affected by molar incisor hypomineralization: One-year results of a randomized clinical trial. *Caries Res* 4(2021)301-309. doi: 10.1159/000516266.
- Schwendicke F, Elhennawy K, Reda S et al. Global burden of molar incisor hypomineralization. *J Dent* 68(2018)10-18. doi.org/10.1016/j.jdent.2017.12.002.
- Somani C, Taylor GD, Garot E et al. An update of treatment modalities in children and adolescents with teeth affected by molar incisor hypomineralisation (MIH): a systematic review. *Eur Arch Paediatr Dent* 1(2022)39-64. doi: 10.1007/s40368-021-00635-0.
- Weber KR, Wierichs RJ, Meyer-Lückel H et al. Restoration of teeth affected by molar-incisor hypomineralisation – A systematic review. *Swiss Dent J* 131(2021)988–997.
- Zhao D, Dong B, Yu D et al. The prevalence of molar incisor hypomineralization: evidence from 70 studies. *Int J Paediatr Dent* 2(2018)170-179.

12 Retentionsverhalten

12.1 Schlüsselfrage und Endpunkt

Wie hoch sind die Retentionsraten in Abhängigkeit vom verwendeten Material nach einer Mindestliegedauer von zwei Jahren?

Die Retention einer FGV gibt Auskunft über das Überleben der zahnflächen-spezifischen Präventionsmaßnahme in Relation zum gewählten Zeitintervall. Optimalerweise liegt zu jedem Beobachtungszeitpunkt eine intakte FGV vor. Als qualitative Abstufung gelten partielle Materialverluste. Das ungünstigste Ereignis wäre der vollständige Verlust des Versiegelungsmaterials. Aus methodischer Sicht ist auszuführen, dass die Betrachtung intakter FGV als Endpunkt zu favorisieren ist, da diese weitgehend einheitlich berichtet werden.

12.2 Versiegelungswerkstoffe

12.2.1 Übersicht nach Generationen

Als erste Generation wurden UV-Licht-polymerisierenden Materialien in den 1970er Jahren auf dem Dentalmarkt eingeführt, die jedoch aufgrund der potenziell risikobehafteten UV-Strahlung wieder vom Markt genommen wurden und durch 2-Komponenten-Kunststoffe ersetzt wurden. Diese auto- bzw. chemisch-polymerisierenden Versiegelungskunststoffe repräsentierten die zweite Generation. Die dritte Generation, welche mit sichtbarem (blauem) Licht polymerisiert wird, ist seit den späten 1980er Jahren erhältlich. Als jüngste Entwicklung gelten selbst-konditionierende/selbst-adhäsive, lichtpolymerisierende Versiegelungsmaterialien, welche auf die Säurekonditionierung verzichten und über den im Werkstoff integrierten Haftvermittler einen Verbund zum Zahnschmelz generieren sollen. Diese können als „primed sealants“ bezeichnet werden. Darüber hinaus wurden Versiegelungsmaterialien in vielfältigen Kombinationen mit Adhäsiven bzw. Haftvermittlern eingesetzt, um entweder auf die Säurekonditionierung zu verzichten oder mit der Säurekonditionierung und einem Adhäsivauftrag die klinische Performance zu verbessern. Letztgenannte Anwendungstechniken können jedoch nicht als eigenständige Materialentwicklung betrachtet werden.

12.2.2 Klinisch genutzte Materialgruppen

Zu den methacrylat-basierten Materialien gehören UV-Polymerisate, Auto-Polymerisate und Lichtpolymerisate, deren klinische Anwendung zur FGV immer an die vorherige Säurekonditionierung gekoppelt ist. Davon abzugrenzen sind als jüngere Entwicklungen die selbst-konditionierenden/selbst-adhäsiven Materialien, die auf eine Säurekonditionierung verzichten. Versiegelungsmaterialien sind mehrheitlich als dünnfließende, weiß-opak eingefärbte Versiegelungsmaterialien erhältlich; klare, transparente Materialien werden seltener angeboten und auch seltener verwendet. Eine Einteilung nach der Viskosität bzw. dem Fülleranteil der Versiegelungsmaterialien ist schwierig, da die Produkte sehr unterschiedlich zusammengesetzt sind. Die Fülleranteile (Barium-Glas, Siliziumoxid, Titanoxid etc.) variieren produktabhängig. Aufgrund des besseren Fließverhaltens werden niedrigvisköse Materialien bevorzugt zur FGV verwandt.

GIZ sind eine weitere Materialgruppe, welche neben der Füllungstherapie auch zur FGV eingesetzt werden; man unterscheidet konventionelle und kunststoffverstärkte GIZ [Baseggio et al. 2010, Monse et al. 2012, Liu et al. 2014, Zhang et al. 2014]. GIZ werden auch als ART-Versiegelung (ART – Atraumatic restorative treatment) in Populationen von Entwicklungs- und Schwellenländern verwandt, die einen hohen Kariesbefall aufweisen, aber auch durch stark limitierte finanzielle und personelle Ressourcen im zahnärztlichen Versorgungssystem charakterisiert sind [Mjör & Gordan 1999, Baseggio et al. 2010, Monse et al. 2012, Liu et al. 2014, Zhang et al. 2014]. Zudem können GIZ während des Zahndurchbruchs Anwendung finden [Axelsson 1999, Antonson et al. 2012].

Im Rahmen der systematischen Literaturrecherche wurden die verfügbaren klinischen Studien unter Berücksichtigung der jeweiligen Materialgruppe bezüglich des Retentionsverhaltens identifiziert, analysiert und zusammengefasst.

12.3 Ergebnisse der Evidenzrecherche

12.3.1 Systematische Literaturübersichten und Meta-Analysen

Im Zuge der Literaturrecherche wurden mehrere systematische Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen zum materialspezifischen Retentionsverhalten identifiziert [Kühnisch et al. 2012 und 2020, Alsabek et al. 2021, Martignon & Zarta 2017, Bagherian et al. 2016, Botton et al. 2015]. Kühnisch et al. [2012, 2020] verglichen hierzu die Retention von unterschiedlichen Materialgruppen anhand der Anzahl dokumentierter intakter FGV. Dabei ermittelten die Autoren die günstigsten Retentionsraten konsistent für methacrylat-basierte Materialien, welche nach der Säurekonditionierung auf die Zahnoberfläche appliziert wurden. Die ungünstigsten Retentionsraten wurden für Materialgruppen registriert, die auf eine Säurekonditionierung verzichteten, z. B. GIZ oder Kompomere. Die weiteren systematischen Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen widmeten sich vordergründig der Fragestellung inwieweit selbst-konditionierende Adhäsive [Bagherian et al. 2016, Botton et al. 2015, Martignon & Zarta 2017, Alharthy et al. 2022] als Ersatz für die konventionelle Säurekonditionierung genutzt werden können. Die Aussagen dazu sind kontrovers. Während Botton et al. [2015] niedrigere Retentionsraten im Vergleich zum konventionellen Vorgehen unter Einschluss der Säurekonditionierung dokumentierten, kamen Bagherian et al. [2016] und Martignon & Zarta [2017] zu dem Schluss, dass die Anwendung von Adhäsiven die Retention verbessert.

12.3.2 Ergebnisse für bleibende Molaren

Für die Beantwortung der konsentierten Schlüsselfrage wurden die verfügbaren klinischen Studien mit einer Laufzeit von mindestens zwei Jahren systematisch recherchiert. Entsprechend den Einschlusskriterien mussten die Retentions- bzw. Überlebensraten intakter FGV an bleibenden Molaren in Abhängigkeit von der Materialgruppe berichtet sein. Die verfügbaren klinischen Studien zum materialspezifischen Retentionsverhalten sind in den Evidenztabelle zusammengefasst (siehe Evidenzreport).

Um die Vergleichbarkeit der Daten zu ermöglichen, wurden auf Grundlage der systematischen Literaturrecherche (siehe Evidenzreport) prozentuale Mittelwerte für das Kriterium der vollständigen Versiegerretention berechnet. Diese sind in der Tabelle 11 übersichtlich dargestellt. Anhand der dokumentierten Daten können die folgenden Kernaussagen zusammengefasst werden:

- Materialunabhängig nimmt die Anzahl intakter FGV mit zunehmender Liegedauer ab [Kühnisch et al. 2012 und 2020, Alsabek et al. 2021, Martignon & Zarta 2017, Bagherian et al. 2016, Botton et al. 2015].
- Für die auto-polymerisierenden Versiegelungsmaterialien sind die längsten klinischen Erfahrungen mit 20 Jahren Beobachtungszeit publiziert [Kühnisch et al. 2012 und 2020]. Für die im hiesigen Versorgungskontext am häufigsten genutzten (fluoridfreisetzenden) Licht-Polymerisate liegen klinische Erfahrungen mit einer Laufzeit von 5 bzw. 7 Jahren je nach Anwendungssituation vor (Tabelle 11). Für GIZ als Versiegelungsmaterial liegen gleichfalls Beobachtungsdaten von bis zu 7 Jahren vor (Tabelle 11).
- Für Auto- und (fluoridfreisetzende) Licht-Polymerisate, welche die Säurekonditionierung voraussetzen, wurden die günstigsten Retentionsraten aufgefunden. Hier waren etwa zwei Drittel bis drei Viertel aller FGV nach 2 bis 4 Jahren intakt der [Kühnisch et al. 2012 und 2020] (Tabelle 11). Untersuchungen, die auf einen direkten Vergleich zwischen auto- und licht-polymerisierenden Materialien abzielten, fanden keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die Retentionsrate. Diese Aussage wird durch die Ergebnisse der systematischen Literaturübersicht von Muller-Bolla et al. [2006] untermauert. Somit sind Auto- und Licht-Polymerisate als gleichwertig in Bezug auf das Retentionsverhalten anzusehen [Kühnisch et al. 2012 und 2020].
- Für fließfähige Composite liegen wenige Langzeiterfahrungen bei der Anwendung zur FGV mit lediglich 2 Jahren Beobachtungszeit vor. Die verfügbaren Daten deuten auf ein ähnliches Retentionsverhalten wie bei allen anderen methacrylat-basierten Versiegelungsmaterialien unter Verwendung der Säurekonditionierung hin [Bagherian et al. 2018, Taneja & Singh 2020].
- Die *zusätzliche* Verwendung eines Adhäsivs bzw. Haftvermittlers führt auch bei der Verwendung der Säurekonditionierung zu einer Reduktion der Anzahl intakter FGV. Hier wurden etwas mehr als 60% intakte FGV nach 2 Jahren und lediglich etwa 40% intakte FGV nach 3 und 4 Jahren registriert (Tabelle 11, siehe Evidenzreport).
- Die Verwendung eines Adhäsivs bzw. Haftvermittlers *anstelle* der Säurekonditionierung geht mit einer vergleichsweise niedrigen Anzahl intakter FGV einher. Nach 2 bis 4 Jahren Beobachtungszeit waren weniger als die Hälfte der gelegten FGV noch intakt (Tabelle 11, siehe Evidenzreport).
- Kompomere wiesen bei ihrer Verwendung zur FGV ein unzureichendes Retentionsverhalten auf (siehe Evidenzreport). Als wesentliche Ursache ist die in der Regel nicht vorgenommene Säurekonditionierung zu diskutieren. Lediglich 2 Arbeitsgruppen konditionierten die Schmelzoberfläche vor Applikation eines kompomerbasierten Versiegelungsmaterials [Pardi et al. 2004, 2005, Yilmaz et al. 2010].
- Für GIZ wurde im Vergleich zu allen anderen Versiegelungswerkstoffen das ungünstigste Retentionsverhalten aufgefunden (siehe Evidenzreport). Dies wurde auch in weiteren systematischen Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen herausgearbeitet [Kühnisch et al. 2012 und 2020, Alirezaei et al. 2018, Kapoor et al. 2023]. Bereits nach 2 bis 4 Jahren waren etwa 80 bis 90% aller FGV nicht mehr intakt oder verloren gegangen. Als wesentliche Ursache für das ungünstige Retentionsverhalten ist die geringere Schmelzhaftung zu nennen. Wird als Outcome-Variable jedoch das (partielle) Vorhandensein einer FGV mit GIZ herangezogen, so lassen sich deutlich günstigere Überlebensraten für ART-Versiegelungen berechnen [de Amorim et al. 2012, Frencken et al. 2014].

Tabelle 10 Pooled retention rate estimates (RRE) mit 95% Konfidenzintervallen (CI) aus dem Meta-Analyse-Modell von Kühnisch et al. [2020].

	Primed sealants ¹	Auto-polymerizing sealants	Light-polymerizing sealants	Fluoride-releasing sealants	Glass-ionomer sealants
2-year follow-up					
No. of studies	11	22	24	15	23
No. of teeth initially sealed	605	4192	2615	1570	3292
Pooled RRE (95% CI)	43.2 (30.5-55.8)	80.8 (72.2-89.5)*	68.4 (60.0-76.7)*	63.8 (53.1-74.4)	14.1 (5.7-22.7)*
3-year follow-up					
No. of studies	4	15	10	3	12
No. of teeth initially sealed	316	3270	1860	460	2136
Pooled RRE (95% CI)	33.1 (20.8-45.4)	73.4 (67.5-79.3)*	83.1 (75.6-90.7)*	86.4 (73.4-99.3)*	8.4 (10.2-15.8)
5-year follow-up					
No. of studies	-	3	4	2	2
No. of teeth initially sealed	-	486	528	333	256
Pooled RRE (95% CI)	-	70.0 (48.0-92.1)	57.8 (38.6-76.9)	43.3 (16.2-70.3)	1.6 (0.0-28.1)

¹ Reference group in the subgroup moderator analysis
*Indicates statistical significance in the subgroup moderator analysis

Tabelle 11 Zusammenfassende Übersicht zu den gemittelten, prozentualen Retentions- bzw. Überlebensraten von intakten FGV an bleibenden Molaren aus prospektiv angelegten, klinischen Studien mit einer Mindestlaufzeit von 2 Jahren. Die den Daten zugrunde liegenden klinischen Studien sind in den Evidenztabelle (siehe Evidenzreport) dargestellt (SÄT – Säure-Ätz-Technik).

Materialgruppen	Intakte Versiegelungen an bleibenden Molaren (%) in Relation zur Gesamtzahl der applizierten Versiegelungen in Abhängigkeit von der Liegedauer in Jahren										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
UV-Licht-Polymerisate (mit SÄT) N=25 Klinische Studien	(1512/2655) 56.9	(173/457) 37.9	(173/457) 20.6	(254/1233) 4.9	(37/100) 37.0	(37/119) 31.1	-	-	-	-	-
Auto-Polymerisate (mit SÄT) N=37 Klinische Studien	(3373/4304) 78.4	(2310/3048) 75.8	(888/1582) 56.1	(352/486) 72.4	(141/243) 58.0	(111/199) 55.8	(75/107) 70.1	-	(131/231) 56.7	(158/353) 44.8	(100/153) 65.4
Licht-Polymerisate (mit SÄT) N=46 Klinische Studien	(3194/4111) 77.7	(1570/1974) 79.5	(183/238) 76.9	(143/195) 73.3	(53/53) 100.0	(44/97) 45.4	-	-	-	-	-
Fluoridfreisetzende Licht-Polymerisate (mit SÄT) N=30 Klinische Studien	(2550/3866) 65.9	(780/1245) 62.7	(124/162) 76.5	(118/213) 55.4	-	-	-	-	-	-	-
Licht-Polymerisate mit vorherigem Adhäsivauftrag (mit SÄT) N=12 Klinische Studien	(729/1108) 65.8	(172/324) 53.1	(92/228) 40.4	(47/120) 39.2	-	-	-	-	-	-	-
Licht-Polymerisate mit vorherigem Adhäsivauftrag (ohne SÄT) N=11 Klinische Studien	(274/621) 44.1	(54/120) 45.0	(51/120) 42.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Fließfähige Komposite als FGV (mit SÄT) N=5 Klinische Studien	(296/406) 72.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompomere (ohne SÄT) N=8 Klinische Studien	(143/396) 36.1	(19/196) 9.7	(10/187) 5.3	-	(5/148) 3.4	-	-	-	-	-	-
Glas-Ionomer-Zemente (ohne SÄT) N=42 Klinische Studien	(726/3834) 18.9	(236/2200) 10.7	(124/714) 17.4	(11/372) 3.0	-	(10/97) 10.3	-	-	-	-	-

12.3.3 Ergebnisse für andere Zahngruppen

Seit Beginn der klinischen Prüfung von Versiegelungsmaterialien wurden Vergleiche zwischen unterschiedlichen Zahngruppen vorgenommen. Dabei wurde die FGV nicht nur an den bleibenden Molaren genutzt. Klinische Situationen, in denen die FGV neben dem typischen Spektrum genutzt werden kann, wurden dokumentiert. Dies trifft insbesondere für kariesgefährdete Patientengruppen oder seltene anatomische Variationen der Zahnmorphologie zu.

Prämolaren und Molaren. Prämolaren bzw. deren Fissurenmuster sind weniger kariesanfällig, die zu versiegelnde Fläche deutlich kleiner und die auf die Zähne einwirkenden Kaukräfte niedriger im Vergleich zu den bleibenden Molaren [Papageorgiou et al. 2017, Gugnani & Gugnani 2018]. Dies begründet die höheren Retentionsraten an Prämolaren, welche nach 2 und mehr Jahren Liegedauer nachgewiesen wurden [Messer & Cline 1980, Li et al. 1981, Handelsman et al. 1987, Städtler 1993, Yazici et al. 2009, Hevinga et al. 2010, Papageorgiou et al. 2017]. Die Überlebensrate vollständig intakter FGV an Prämolaren lag in den wenigen verfügbaren Studien in der Regel bei nahezu 100%.

Molaren im Ober- und Unterkiefer. Zweite bleibende Molaren und bleibende Molaren des Oberkiefers waren häufiger als die des Unterkiefers von einem partiellen Verlust des Versiegelungsmaterials betroffen [Städtler 1993, Morgan et al. 2005, Papageorgiou et al. 2017]. Gugnani & Gugnani [2018] konnten keinen Unterschied hinsichtlich der Retention zwischen Ober- und Unterkiefermolaren feststellen. Als Ursachen für die erhöhten Verlustraten an Oberkiefermolaren werden vor allem verarbeitungsbedingte Fehler, wie z. B. eine Überschussbildung, ein nach distal gerichteter Materialfluss während der Applikation am liegenden Patienten, die Speichelkontamination geätzter Schmelzareale, Blasenbildungen oder unzureichend polymerisierte Materialanteile diskutiert. Daraus folgt, dass der Patient korrekt zu lagern ist, um eine adäquate Trockenlegung sowie ein optimales Instrumentieren bei guter Sicht zu ermöglichen.

Anatomische Variationen. Die klinische Praxis zeigt, dass eine geringe Anzahl von (Front)Zähnen anatomische Variationen aufweisen, die u.U. als Dens invaginatus mit einem ausgeprägten Foramen caecum imponieren [Baumgart et al. 2009, Norouzi et al. 2017, Achabi et al. 2021, Hertel & Timpel 2023]. In diesen Fällen kann eine Versiegelung mit einem (fließfähigen) Komposit oder einem Versiegelungsmaterial empfohlen werden, um einer kariösen Entwicklung und/oder einer Pulpaschädigung präventiv zu begegnen [Bishop und Alani 2008]. Gleiches gilt für zusätzliche Höckerformationen wie dem Tuberculum carabelli, welche gleichfalls zusätzliche Fissuren oder Grübchen aufweisen [Messer et al. 1997].

Milchmolaren. Der kariespräventive Effekt der FGV wurde an Milchmolaren in einem systematischen Review bzw. einer Meta-Analyse betrachtet [Ramamurthy et al. 2022]; schlussendlich wurden nur 6 klinische Studien eingeschlossen. Bei niedriger Evidenzqualität konnten keine abschließenden Schlussfolgerungen gezogen werden. Zu einer gleichlautenden Einschätzung kamen Lam et al. [2020]. Zum Retentionsverhalten von FGV an Milchmolaren liegen wenige und widersprüchliche Informationen vor, die u. a. auf die eingeschränkte Kooperationsfähigkeit von (Klein)Kindern sowie das oftmals weniger retentive Fissurenrelief der (ersten) Milchmolaren zurückzuführen sein dürften [Papageorgiou et al. 2017]. Etliche Untersuchungen dokumentierten hohe Verlustraten an Milchmolaren innerhalb der ersten 2 Jahren [Ferguson & Riva 1980, Fuks et al. 1982, Vrbic 1986, Duggal et al. 1997, Ünal et al. 2015, Chabadel et al. 2021, Corona et al. 2005]. Lediglich 2 Studien zeigten keine Unterschiede zwischen

Milch- und bleibenden Molaren [Vrbic 1999, Ganesh & Tandon 2006]. Simonsen [1981] beobachtete mehr als 94% intakte FGV an Milchmolaren nach 3-jähriger Beobachtungszeit.

Tabelle 12 Anzahl der eingeschlossenen (randomisierten) klinischen Studien zur Beurteilung des Retentionsverhaltens.

Materialgruppen	Reviews/ Übersichtsarbeiten (N)	SR/MA (N)	Klinische Studien (N)	Randomisierte klinische Studien (N)
UV-Licht-Polymerisate (mit SÄT)	3	4	7	15
Auto-Polymerisate (mit SÄT)	6	8	10	29
Licht-Polymerisate (mit SÄT)	11	17	12	40
Fluoridfreisetzende Licht-Polymerisate (mit SÄT)	5	12	8	22
Licht-Polymerisate mit vorherigem Adhäsivauftrag (mit SÄT)	1	-	1	10
Licht-Polymerisate mit vorherigem Adhäsivauftrag (ohne SÄT)	1	2	-	12
Fließfähige Komposite als FGV (mit SÄT)	2	4	-	5
Kompomere (ohne SÄT)	3	7	4	3
Glas-Ionomer-Zemente (ohne SÄT)	11	17	13	32
Summe	43 ¹	71 ¹	55 ²	168 ²

¹Insgesamt 80 Übersichtsarbeiten und Systematische Reviews/ Meta-Analysen, Mehrfachnennungen möglich

²Insgesamt 149 (randomisierte) klinische Studien, Mehrfachnennungen möglich

Tabelle 13 Evidenztabelle zum Retentionsverhalten der FGV.

Versorgungsform:	Fissuren- und Grübchenversiegelung										
Betrachteter Endpunkt:	Intakte Versiegelungen in Relation zur Liegezeit (Retention)										
	Zusammenfassung der Ergebnisse					Qualitätseinschätzung nach GRADE					
Vorgehen	Design	N Studien	N Patienten	N Versorgungen nach 2 Jahren	Beobachtungszeit (Mo-nate)	Verzerrungsrisiko ²	Inkonsistenz ²	Indirektheit ²	Ungenauigkeit ²	Publikationsbias ³	Evidenz-qualität
UV-Licht-Polymerisate (mit SÄT)	SR/MA	4	Nicht kumulierbar.			Niedrig-Mo-derat	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Unentdeckt	Hoch ⊕⊕⊕⊕
	(R)CT	22	4063	1512	24-84						
Auto-Polymerisate (mit SÄT)	SR/MA	7	Nicht kumulierbar.								
	(R)CT	41	5110	3373	24-240						
Licht-Polymerisate (mit SÄT)	SR/MA	13	Nicht kumulierbar.								
	(R)CT	52	3520	3194	24-84						
Fluoridfreisetzende Licht-Polymeri-sate (mit SÄT)	SR/MA	11	Nicht kumulierbar.								
	(R)CT	30	2742	2550	24-60						
Licht-Polymerisate mit vorherigem Adhäsivauftrag (mit SÄT)	SR/MA	0	Nicht kumulierbar.								
	(R)CT	11	668	729	24-60						
Licht-Polymerisate mit vorherigem Adhäsivauftrag (ohne SÄT)	SR/MA	2	Nicht kumulierbar.								
	(R)CT	12	563	274	24-48						
Fließfähige Komposite als Versiege-ler	SR/MA	3	Nicht kumulierbar.								
	(R)CT	5	363	296	24						
Kompomere (ohne SÄT)	SR/MA	5	Nicht kumulierbar.								
	(R)CT	7	737	143	24-72						
Glas-Ionomer-Zemente (ohne SÄT)	SR/MA	13	Nicht kumulierbar.								
	(R)CT	45	4448	726	24-84						

¹begrenzte Bedeutung/ wichtig/ essentiell, ²niedrig/ moderat/ hoch/ n.a. (nicht anwendbar), ³unentdeckt/ stark vermutet

Tabelle 14 Evidenztable zum materialabhängigen Retentionsverhalten der FGV bei Kindern und Jugendlichen im Rahmen von systematischen Reviews/ Meta-Analysen.

Charakterisierung der systematischen Reviews/ Meta-Analysen						Ergebnis	SIGN
Studientyp	Studie	Recherche-Zeitraum	Endpunkt	N Patienten/ MIH-Zähne	N inkludierte Studien	Ergebnisdarstellung	Qualitätseinschätzung/ Verzerrungsrisiko ²
SR/ MA	Kühnisch et al. [2012]	Bis 09/30/2011	Materialabhängige Retention (Materialien: UV-Licht-Polymerisate, Auto-Polymerisate, Licht-Polymerisate, Fluorid-freisetzende Licht-Polymerisate, Kompomere, Glas-Ionomer-Zemente)	k.A.	110	Bayesian statistics inkl. 95% CI	Moderat
SR/ MA	Botton et al. [2015]	Bis 1. Juni 2015	Effektivität von Self-etch Adhäsiven: (Materialien: Licht-Polymerisate)	268	5	Cochrane's Q and Z-test, Odds ratios inkl. 95% CI	Niedrig
SR/ MA	Bagherian et al. [2016]	Bis 1. November 2015	Retention mit Adhäsiven Systemen (Materialien: Licht-Polymerisate, Fluoridfreisetzende Licht-Polymerisate)	k.A.	12	Odds ratios inkl. 95% CI	Niedrig
SR/ MA	Martignon & Zarta [2017]	Bis 1. November 2015	Retention mit Adhäsiven Systemen (Materialien: Licht-Polymerisate, Fluoridfreisetzende Licht-Polymerisate)	k.A.	12	Odds ratios inkl. 95% CI	Niedrig
SR/ MA	Bagherian et al. [2018]	Bis 13. April 2017	Retention von Fließfähigen Kompositen	k.A.	11	Odds ratios inkl. 95% CI, Cochrane Q-value, I ² Index	Niedrig
SR/ MA	Alirezaei et al. [2018]	Bis 20. September 2017	Retention und Kariesprävention von Glas-Ionomer-Zementen	k.A.	48	Odds ratios inkl. 95% CI	Moderat
SR/ MA	Taneja & Singh [2020]	Bis Juli 2019	Retention von Fließfähigen Kompositen vs. FGV (Materialien: Fluoridfreisetzende Licht-Polymerisate)	k.A.	7	Odds ratios inkl. 95% CI, degree of inconsistency	Moderat
SR/MA	Kühnisch et al. [2020]	Bis 31. Dezember 2017	Materialabhängige Retention (Materialien: Primed Versiegelungen, Auto-Polymerisate, Licht-Polymerisate, Fluorid-freisetzende Licht-Polymerisate, Glas-Ionomer-Zemente)	k.A.	75	Cochrane Q test, I ² Index, Forest Plots inkl. 95% CI	Moderat
SR/ MA	Alsabek et al. [2021]	Bis März 2021	Retention hydrophiler FGV (Materialien: Licht-Polymerisate, Fluoridfreisetzende Licht-Polymerisate, Glas-Ionomer-Zemente)	k.A.	13	Risk ratios inkl. 95% CI, Forest Plots, I-squared (I ²) test	Niedrig
SR/ MA	Alharthy et al. [2022]	Bis September 2021	Materialabhängige Retention und Kariesprävention (Materialien: Fluoridfreisetzende Licht-Polymerisate, Licht-Polymerisate)	770	12	Odds ratios inkl. 95% CI, I ² Index, 95% CI, Forest plots	Niedrig
SR/ MA	Kapoor et al. [2023]	2009 - 2019	Materialabhängige Retention und Kariesprävention (Materialien: Fluoridfreisetzende Licht-Polymerisate, Licht-Polymerisate, Glas-Ionomer-Zemente)	k.A.	11	Risk ratios inkl. 95% CI, Forest plots, I ² Index	Niedrig

12.4 Nutzen-Schaden-Abwägung

Siehe Kapitel 16 „Nutzen-Schaden-Abwägung“

12.5 Beurteilung der Evidenzqualität

Für die Beurteilung des Retentionsverhaltens von den unterschiedlichen Werkstoffgruppen zur FGV liegt eine hohe Anzahl an klinischen Studien mit einer Mindestlaufzeit von 2 Jahren vor (Tabelle 12, Tabelle 13, siehe auch Evidenzreport). Zu erwähnen ist, dass die Datenbasis für die verschiedenen Materialien unterschiedlich breit ist. Eine Vielzahl von Studien randomisierte zudem die Zuordnung der zu versiegelnden Zähne. Die Studienqualität wurde für die klinischen Studien nach SIGN eingeschätzt. Sie ist als gut einzuschätzen und im Evidenzreport detailliert hinterlegt.

Auf Grundlage der vorhandenen klinischen Studien wurden kontinuierlich systematische Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen publiziert (Tabelle 14), welche das Retentionsverhalten der verfügbaren Materialgruppen mit unterschiedlichen Fragestellungen untersuchten. Insgesamt kann geschlussfolgert werden, dass die verfügbare Evidenzqualität (Tabelle 10) und damit die Vertrauenswürdigkeit der Ergebnisse zu der formulierten Schlüsselfrage als hoch einzustufen ist.

12.6 Handlungsempfehlungen

Evidenzbasierte Empfehlung 5 (2024 modifiziert)	
Zur Fissuren- und Grübchenversiegelung sollen bevorzugt Materialien mit einer hohen Retentionsrate bzw. Überlebenswahrscheinlichkeit eingesetzt werden. Dazu zählen insbesondere niedrigvisköse, methacrylat-basierte Versiegelungskunststoffe, die in Verbindung mit der Säurekonditionierung angewendet werden.	Empfehlungsgrad
	Starke Empfehlung ↑↑
<p>Betrachteter Endpunkt: Retention bzw. Überleben von FGV nach mindestens zwei Jahren Beobachtungszeit</p> <p>Evidenzquellen/Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Systematische Übersichtsarbeiten/ Meta-Analysen: u. a. Kühnisch et al. [2012 und 2020, Bagherian et al. 2016, Botton et al. 2015, Martignon & Zarta 2017, Bagherian et al. 2018, Alirezai et al. 2018, Taneja & Singh 2020, Alsabek et al. 2021, Alharthy et al. 2022, Kapoor et al. 2023], Tabelle 10 - Klinische Studien: Tabelle 11, Tabelle 12, siehe auch Evidenzbericht <p>Risk of Bias: Systematische Reviews/ Meta-Analysen: Niedrig-Moderat (Tabelle 14), Klinische Studien: Niedrig-Moderat (Tabelle 13)</p> <p>Qualität der Evidenz (GRADE): ⊕⊕⊕⊕ Hoch</p>	
<p>Abstimmungsergebnis: 15/0/2 (Zustimmung/ Ablehnung/ Enthaltung) 100% Konsensstärke (ohne Enthaltungen)</p>	Starker Konsens

Evidenzbasierte Empfehlung 6 (2024 modifiziert)	
Licht-Polymerisate sollen bevorzugt angewendet werden, da sie als Einkomponenten-Materialien wenig techniksensitiv zu verarbeiten sind, hohe Retentionsraten aufweisen und die Behandlungszeit durch die sofortige Polymerisation kurz ist.	Empfehlungsgrad
	Starke Empfehlung ↑↑
<p>Betrachteter Endpunkt: Retention bzw. Überleben von FGV nach mindestens zwei Jahren Beobachtungszeit</p> <p>Evidenzquellen/Literatur: Systematische Übersichtsarbeiten/ Meta-Analysen: Kühnisch et al. [2012 und 2020], Bagherian et al. [2016], Botton et al. [2015], Martignon & Zarta [2017] Klinische Studien: Tabelle 10, Tabelle 11, siehe auch Evidenzreport</p> <p>Risk of Bias: Systematische Reviews/ Meta-Analysen: Niedrig-Moderat (Tabelle 14), Klinische Studien: Niedrig-Moderat (Tabelle 13)</p> <p>Qualität der Evidenz (GRADE): ⊕⊕⊕⊕ Hoch</p>	
<p>Abstimmungsergebnis: 16/0/1 (Zustimmung/ Ablehnung/ Enthaltung) 100% Konsensstärke (ohne Enthaltungen)</p>	Starker Konsens

12.7 Literatur

- Achabi N, Chhoul H, Ramdi H: Clinical Guideline for Diagnosis and Treatment of Dens Invaginatus. Integr J Med Sci. 2021; 8:1-4.
- Alharthy H, Elkhodary HM, Nahdreen A, Al Tuwirqi A, Baghlaf K: Comparative evaluation of retention and cariostatic effect of hydrophilic and hydrophobic resin-based sealants: A systematic review and meta-analysis. Niger J Clin Pract. 2022;25(6):861-884.
- Alirezai M, Bagherian A, Sarraf Shirazi A: Glass ionomer cements as fissure sealing materials: yes or no?: A systematic review and meta-analysis. J Am Dent Assoc. 2018;149(7):640-649.e9.
- Alsabek L, Al-Hakeem A, Alagha MA, Comisi JC: Efficacy of hydrophilic resin-based sealant: A systematic review and meta-analysis. J Dent. 2021;114:103816.
- de Amorim RG, Leal SC, Frencken JE: Survival of atraumatic restorative treatment (ART) sealants and restorations: a meta-analysis. Clin Oral Invest 16(2012)429–441.
- Antonson SA, Antonson DE, Brener S, Crutchfield J, Larumbe J, , Yazici AR, Hardigan PC, Alempour S, Evans D, Ocanto R: Twenty-four month clinical evaluation of fissure sealants on partially erupted permanent first molars: glass ionomer versus resin-based sealant. J Am Dent Assoc 143(2012)115-122.
- Arrow P, Riordan PJ: Retention and caries preventive effects of a GIC and a resin-based fissure sealant. Community Dent Oral Epidemiol 23(1995)282-285.
- Axelsson P. An introduction to risk prediction and preventive dentistry. Carol Stream, USA: Quintessence Publishing (1999).
- Bagherian A, Sarraf Shirazi A, Sadeghi R: Adhesive systems under fissure sealants: yes or no? A systematic review and meta-analysis. J Am Dent Assoc. 2016;147(6):446-56.
- Bagherian A, Shirazi AS: Flowable composite as fissure sealing material? A systematic review and meta-analysis. Br Dent J. 2018 26;224(2):92-97.

- Bagramian RA, Srivastava S, Graves RC: Pattern of sealant retention in children receiving a combination of caries-preventive methods: three-year results. *J Am Dent Assoc* 98(1979)46-50.
- Barrie AM, Stephen KW, Kay EJ: Fissure sealant retention: A comparison of three sealant types under field conditions. *Community Dent Health* 7(1990)273-277.
- Baseggio W, Naufel FS, Davidoff DCDO, Nahsan FPS, Flury S, Rodriques JA: Caries-preventive efficacy and retention of a resin-modified glass ionomer cement and resin-based fissure sealant: a 3-year split-mouth randomised clinical trial. *Oral Health Prev Dent* 8(2010)261-268.
- Baumgart M, Hänni S, Suter B, Schaffner M, Lussi A: Dens invaginatus. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 119(2009)697-705.
- Beauchamp J, Caufield PW, Crall JJ, Donley K, Feigal R, Gooch B, Ismail A, Kohn W, Siegal M, Simonsen R: Evidence-based clinical recommendations for the use of pit and fissure sealants: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *J Am Dent Assoc* 139(2008)257-268.
- Bishop K & Alani A: Dens invaginatus. Part 2: clinical, radiographic features and management options. *Int Endod J* 41(2008)1137-1154.
- Botton G, Morgental CS, Scherer MM, Lenzi TL, Montagner AF, Rocha RO: Are self-etch adhesive systems effective in the retention of occlusal sealants? A systematic review and meta-analysis. *Int J Paediatr Dent*. 2016;26(6):402-411.
- Chabadel O, Véronneau J, Montal S, Tramini P, Moulis E: Effectiveness of pit and fissure sealants on primary molars: A 2-yr split-mouth randomized clinical trial. *Eur J Oral Sci*. 2021;129(1):e12758
- Corona SA, Borsatto MC, Garcia L, Ramos RP, Palma-Dibb RG: Randomized, controlled trial comparing the retention of a flowable restorative system with a conventional resin sealant: one-year follow up. *Int J Paediatr Dent*. 2005;15(1):44-50.
- Deery C: Caries detection and diagnosis, sealants and management of the possibly carious fissure. *Brit Dent J* 214(2013)551-557.
- Dhar V, Chen H: Evaluation of resin based and glass ionomer based sealants placed with or without tooth preparation a two year clinical trial. *Pediatr Dent* 34(2012)46-50.
- Duggal MS, Tahmassebi JF, Toumba KJ, Mavromati C: The effect of different etching times on the retention of fissure sealants in second primary and first permanent molars. *Int J Paediatr Dent* 7(1997)81-86.
- Einwag J: Langzeiterfahrungen mit einer modifizierten Technik der Fissurenversiegelung. *Dtsch Zahnärztl Z* 44(1989)110-112.
- Ferguson FS, Riva LW: Evaluation of the retention of two sealants applied by dental students. *J Dent Educ* 44(1980)494-496.
- Forss H, Halme E: Retention of a glass ionomer cement and a resin-based fissure sealant and effect on carious outcome after 7 years. *Community Dent Oral Epidemiol* 26(1998)21-25.
- Forss H, Saarni UM, Seppä L: Comparison of glass-ionomer and resin-based fissure sealants: a 2-year clinical trial. *Community Dent Oral Epidemiol* 22(1994)21-24.
- Frencken JE: The state-of-the-art of ART sealants. *Dent Update*. 2014;41(2):119-20, 122-4.
- Fuks AB, Eidelman E, Biton N, Shapira J: A comparison of the retentive properties of two filled resins used as fissure sealants. *ASDC J Dent Child* 49(1982)127-130.
- Ganesh M, Tandon S: Clinical evaluation of FUJI VII sealant material. *J Clin Pediatr Dent*. 2006;31(1):52-7.
- Gerke DC: Modified enameloplasty-fissure sealant technique using an acid-etch resin method. *Quintessence Int* 18(1987)387-390.
- Gray GB: An evaluation of sealant restoration after 2 years. *Br Dent J* 186(1999)569-575.
- Gugnani N, Gugnani S: Sealants generally show equal performance regardless of tooth type and position. *Evid Based Dent*. 2018;19(2):40-41.

- Güngör HC, Altay N, Alpar R: Clinical evaluation of a polyacid-modified resin composite-based fissure sealant: two-year results. *Oper Dent* 29(2004)254-260.
- Handelman SL, Leverett DH, Espeland M, Curzon J: Retention of sealants over carious and sound tooth surfaces. *Community Dent Oral Epidemiol* 15(1987)1-5.
- Hertel S, Timpel J: Betreuung von Kindern und Jugendlichen mit hohem Kariesrisiko. *Zahnmedizin up2date* 2023; 17(03): 205-222
- Hevinga MA, Opdam NJM, Bronkhorst EM, Truin GJ, Huysmans, MCDNJM: Long-term performance of resin based fissure sealants placed in a general dental practice. *J Dent* 38(2010)23-28.
- Holmgren C, Gaucher C, Decerle N, Doméjean S: Minimal intervention dentistry II: part 3. Management of noncavitated (initial) occlusal caries lesions – non-invasive approaches through remineralisation and therapeutic sealants. *Br Dent J* 216(2014)237-243.
- Houpt M, Eidelman E, Shey Z, Fuks A, Chosack A, Shapira J: Occlusal composite restorations: 4-year results. *J Am Dent Assoc* 110(1985)351-353.
- Houpt M, Eidelman E, Shey Z, Fuks A, Chosack A, Shapira J: The composite/ sealant restoration. Five-year results. *J Prosthet Dent* 55(1986)164-168.
- Houpt M, Fuks A, Eidelman E: The preventive resin (composite resin/ sealant) restoration: Nine-year results. *Quintessence Int* 25(1994)155-159.
- Houpt M, Fuks A, Eidelman E, Shey Z: Composite/sealant restoration: 6 1/2-year results. *Pediatr Dent* 10(1988)304-306.
- Irish Oral Health Services Guideline Initiative. Pit and Fissure Sealants: Evidence-based guidance on the use of sealants for the prevention and management of pit and fissure caries. 2010.
- Ismail AI, Tellez M, Pitts NB, Ekstrand KR, Ricketts D, Longbottom C, Eggertsson H, Deery C, Fischer J, Young DA, Featherstone JDB, Evans RW, Zeller GG, Zero D, Martingnon S, Fontana M, Zandona A: Caries management pathways preserve dental tissues and promote oral health. *Community Dent Oral Epidemiol* 41(2013)e12-e40.
- Kapoor V, Kumar A, Manjunath BC, Yadav V, Sabbarwal B: Comparative evaluation of retention and cariostatic effect of glass ionomer, hydrophobic & hydrophilic resin-based sealants: a systematic review and meta-analysis. *Evid Based Dent*. 2023;24(1):41-42
- Karlzen-Reuterving G, van Dijken JW: A three-year follow-up of glass ionomer cement and resin fissure sealants. *ASDC J Dent Child* 62(1995)108-110.
- Kidd E: The implication of the new paradigm of dental caries. *J Dent* 39S2(2011)S3-S-8.
- Kim J, Shin CH, Park K: Long-term evaluation of sealants applied with an invasive technique. *Int Dent J* 58(2008)323-328.
- Kühnisch J, Mansmann U, Heinrich-Weltzien R, Hickel R: Longevity of materials for pit and fissure sealing – Results from a meta-analysis. *Dent Mater* 28(2012)298-303.
- Kühnisch J, Bedir A, Lo YF, Kessler A, Lang T, Mansmann U, Heinrich-Weltzien R, Hickel R: Meta-analysis of the longevity of commonly used pit and fissure sealant materials. *Dent Mater*. 2020;36(5):e158-e168
- Lam PPY, Sardana D, Ekambaram M, Lee GHM, Yiu CKY: Effectiveness of Pit and Fissure Sealants for Preventing and Arresting Occlusal Caries in Primary Molars: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Evid Based Dent Pract*. 2020;20(2):101404
- Li SH, Swango PA, Gladsden AN, Heifetz SB: Evaluation of the retention of two types of pit and fissure sealants. *Community Dent Oral Epidemiol* 9(1981)151-158.
- Liu BY, Xiao Y, Chu CH, Lo EC: Glass ionomer ART sealant and fluoride-releasing resin sealant in fissure caries prevention – results from a randomized clinical trial. *BMC Oral Health* 14(2014)54.
- Lygidakis NA, Oulis KI, Christodoulidis A: Evaluation of fissure sealants retention following four different isolation and surface preparation techniques: Four years clinical trial. *J Clin Pediatr Dent* 19(1994)23-25.

- Martignon S, Zarta OL: The Use of Adhesive Systems Under Fissure Sealants Improves Their Retention, With Etch-and-Rinse Performing Better Than Self-Etching Adhesive Systems. *J Evid Based Dent Pract.* 2017;17(1):56-58
- Mejare I, Mjör IA: Glass ionomer and resin-based fissure sealants: A clinical study. *Scand J Dent Res* 98(1990)345-350.
- Messer LB, Calache H, Morgan MV: The retention of pit and fissure sealants placed in primary school children by Dental Health Services, Victoria. *Aust Dent J* 42(1997)233-239.
- Messer LB, Cline JT: Relative caries experience of sealed versus unsealed permanent posterior teeth: a three-year study. *ASDC J Dent Child* 47(1980)175-182.
- Mjör IA, Gordan VV: A review of atraumatic restorative treatment (ART). *Int Dent J.* 1999;49(3):127-31
- Monse B, Heinrich-Weltzien R, Mulder J, Holmgren C, Van Palenstein Heidermann WH: Caries preventive efficacy of silver diammine fluoride (SDF) and ART sealants in a school-based daily fluoride toothbrushing program in the Philippines. *BMC Oral Health* 12(2012)52.
- Morgan MV, Adams GG, Campain AC, Wright FAC: Assessing sealant retention using a Poisson frailty model. *Community Dent Health* 22(2005)237-245.
- Muller-Bolla M, Lupi-Pegurier L, Tardieu C, Velly AM, Antomarchi C: Retention of resin-based pit and fissure sealants: A systematic review. *Community Dent Oral Epidemiol* 34(2006)321-336.
- Norouzi N, Kazem M, Gohari A. Nonsurgical Management of an Immature Maxillary Central Incisor with Type III Dens Invaginatus Using MTA Plug: A Case Report. *Iran Endod J.* 2017;12(4):521-526
- Papageorgiou SN, Dimitraki D, Kotsanos N, Bekes K, van Waes H: Performance of pit and fissure sealants according to tooth characteristics: A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2017;66:8-17
- Pardi V, Pereira AC, Ambrosano GM, Meneghim Mde C: Clinical evaluation of three different materials used as pit and fissure sealant: 24-months results. *J Clin Pediatr Dent* 29(2005)133-137.
- Pardi V, Pereira AC, Mialhe FL, Meneghim Mde C, Ambrosano GM: Six-year clinical evaluation of polyacid-modified composite resin used as fissure sealant. *J Clin Pediatr Dent* 28(2004)257-260.
- Raadal M, Utkilen AB, Nilsen OL: Fissure sealing with a light-cured resin-reinforced glass-ionomer cement (Vitrebond) compared with a resin sealant. *Int J Paediatr Dent* 6(1996)235-239.
- Ramamurthy P, Rath A, Sidhu P, Fernandes B, Nettem S, Fee PA, Zaror C, Walsh T: Sealants for preventing dental caries in primary teeth. *Cochrane Database Syst Rev.* 2022 11;2(2):CD012981
- Rock WP, Evans RI: A comparative study between a chemically polymerised fissure sealant resin and a light-cured resin. Three-year results. *Br Dent J* 155(1983)344-346.
- Rock WP, Foulkes EE, Perry H, Smith AJ: A comparative study of fluoride-releasing composite resin and glass ionomer materials used as fissure sealants. *J Dent* 24(1996)275-280.
- Rock WP, Weatherill S, Anderson RJ: Retention of three fissure sealant resins. The effect of etching agent and curing method. Results over 3 years. *Br Dent J* 168(1990)323-325.
- Shapira J, Eidelman E: The influence of mechanical preparation of enamel prior to etching on the retention of sealants: three-year follow-up. *J Pedodont* 8(1984)272-277.
- Shapira J, Eidelman E: Six-year clinical evaluation of fissure sealants placed after mechanical preparation: A matched pair study. *Pediatr Dent* 8(1986)204-205.
- Shapira J, Fuks A, Chosack A, Houpt M, Eidelman E: A comparative clinical study of autopolymerized and light-polymerized fissure sealants: Five-year results. *Pediatr Dent* 12(1990)168-169.
- Simonsen RJ: The clinical effectiveness of a colored pit and fissure sealant after 36 months. *J Am Dent Assoc* 102(1981)323-327.
- Simonsen RJ: From prevention to therapy: minimal intervention with sealants and resin restorative materials. *J Dent* 39 Suppl 2(2011)S27-S33.

- Smales RJ, Wong KC: 2-year clinical performance of a resin-modified glass ionomer sealant. *Am J Dent* 12(1999)59-61.
- Smallridge J: UK National Clinical Guidelines in Paediatric Dentistry. Use of fissure sealants including management of the stained fissure in first permanent molars. *Int J Paed Dent* 20(2010) Suppl doi:10.1111/j.1365-263X.2010.01086.x.
- Songpaisan Y, Bratthall D, Phantumvanit P, Somridhivej Y: Effects of glass ionomer cement, resin-based pit and fissure sealant and HF applications on occlusal caries in a developing country field trial. *Community Dent Oral Epidemiol* 23(1995)25-29.
- Städtler P: Five-year survival rate of fissure sealings and fissure restorations. *Int J Clin Pharmacol Ther Toxicol* 31(1993)361-364.
- Sveen OB, Jensen OE: Clinical evaluation of two pit and fissure sealants: results after twelve months. *N Y State Dent J* 50(1984)167-169.
- Sveen OB, Jensen OE: Two-year clinical evaluation of Delton and Prisma-Shield. *Clin Prev Dent* 8(1986)9-11.
- Taneja S, Singh A: Retention of flowable composite resins in comparison to pit and fissure sealants: a systematic review and meta-analysis. *Gen Dent*. 2020;68(4):50-55
- Ünal M, Oznurhan F, Kapdan A, Dürer S: A comparative clinical study of three fissure sealants on primary teeth: 24-month results. *J Clin Pediatr Dent* 39(2015):113-119
- Vrbic V: Five-year experience with fissure sealing. *Quintessence Int* 17(1986)371.
- Vrbic V: Retention of a fluoride-containing sealant on primary and permanent teeth 3 years after placement. *Quintessence Int* 30(1999)825-828.
- Williams B, Laxton L, Holt RD, Winter GB: Fissure sealants: a 4-year clinical trial comparing an experimental glass polyalkenoate cement with a bis glycidyl methacrylate resin used as fissure sealants. *Br Dent J* 180(1996)104-108.
- Wright GZ, Friedman CS, Plotzke O, Feasby WH: A comparison between autopolymerizing and visible-light-activated sealants. *Clin Prev Dent* 10(1988)14-17.
- Yazici AR, Kiremitçi A, Celik C, Özgünaltay G, Dayangaç B: A two-year clinical evaluation of pit and fissure sealants placed with and without air abrasion pretreatment in teenagers. *J Am Dent Assoc* 137(2006)1401-1405.
- Yazici AR, Karaman E, Baseren M, Tuncer D, Yazici E, Unlüer S: Clinical evaluation of a nanofilled fissure sealant placed with different adhesive systems: 24-month results. *Oper Dent* 34(2009)642-647.
- YilmazY, Beldüz N, Eyüboğlu O. A two year evaluation of four different fissure sealants. *Eur Arch Paediatr Dent* 11(2010)88-92.
- Zhang WW, Chen X, Fan M-W, Mulder J, Huysmans MCCDNJM; Frencken JE: Do light cured ART conventional high-viscosity glass-ionomer sealants perform better than resin-composite sealants: A 4-year randomized clinical trial. *Dent Mater* 30(2014)487-492.

13 Kariespräventiver Effekt

13.1 Schlüsselfrage und Endpunkte

Ist die Fissuren- und Grübchenversiegelung eine kariespräventive Maßnahme?

Das Auftreten einer *neuen* nicht kavitierten Karies oder kavitierten Karies kann nur nach einem partiellen oder vollständigen Retentionsverlust der FGV eintreten. In dieser Kategorie sind nur solche Zähne zu betrachten, welche *vor* der präventiven Intervention keine Anzeichen eines kariösen Prozesses aufwiesen. Davon abzugrenzen sind klinische Situationen, in denen nicht kavitierten kariöse Läsionen versiegelt wurden. Diese Differenzierung erfordert eine sorgfältige, zahnflächen-spezifische Dokumentation kariöser Läsionen vor und während der klinischen Untersuchung.

Nicht kavitierte bzw. kavitierte Läsionen gelten nach einem Retentionsverlust als zwei weitere Endpunkte bei der Betrachtung der klinischen Performance von FGV. Beide Endpunkte sind schwerwiegender im Vergleich zum Retentionsverlust, da die Erkrankung Karies trotz der präventiven Intervention eingetreten ist. Ein weiterer, noch schwerwiegenderer Endpunkt, wie z. B. Zahnverlust, ist extrem selten, und daher in klinischen Studien kaum zu beobachten.

Die Wahl der Endpunkte im Rahmen von klinischen Studien veränderte sich im Laufe der Zeit. Nach Inauguration der adhäsiven Verbundtechnologie von Methacrylat-Kunststoffen am Zahnschmelz [Buonocore 1955] sowie der erstmaligen Beschreibung der FGV [Cueto und Buonocore 1967] wurde bis Ende der 1970er Jahre oftmals ein Seitenvergleich (Half- oder Split-Mouth-Design) gewählt, um den kariespräventiven Effekt dieser Präventionsmaßnahme im Vergleich zu unversiegelten Kontrollzähnen zu prüfen. Dabei wurde jedem versiegelten Zahn (i. d. R. bleibender Molar) ein unbehandelter Kontrollzahn gegenübergestellt. Aufgrund des rasch nachgewiesenen kariespräventiven Effektes der FGV war das gewählte Studiendesign seit den 1980er Jahren aus ethischer Sicht nicht weiter zu rechtfertigen, so dass seitdem zumeist ein Split-Mouth-Design *mit* versiegelten Kontrollzähnen angewendet wird. In diesem Studien-Setup können zwei oder mehr Versiegelungsmaterialien oder -prozeduren miteinander verglichen werden. Neben der Beurteilung des Retentionsverhaltens wurde als Endpunkt für die Erfassung von Karies mehrheitlich das Auftreten einer Kavitation bzw. Füllung definiert.

Im Zuge des stetigen und nachgewiesenen Kariesrückgangs wurden in der jüngeren Vergangenheit wieder Studien publiziert, welche auf eine Kontrollgruppe mit der FGV verzichteten und stattdessen andere kariespräventive Interventionen, z. B. die Fluoridapplikationen, nutzten. Zudem ist auszuführen, dass sowohl die angewendeten Präventionsmaßnahmen als auch deren Umfang nur sehr schwer zu quantifizieren sind, da diese im häuslichen Bereich stattfinden und sich einer adäquaten Kontrolle entziehen. Dies kann Ursache für Verzerrungen sein.

Mit Blick auf die verschiedentlich genutzten Endpunkte werden diese in den folgenden Kapiteln separat betrachtet.

13.2 Vergleich der Kariesentwicklung an versiegelten und unversiegelten Zähnen

Als ein optimales Studiendesign, um den kariespräventiven Effekt der FGV weitgehend verzerrungsfrei zu studieren, gilt das Split-Mouth-Design ohne Nutzung der FGV in der Kontrollgruppe.

Kariespräventive Effekte wurden in mehreren *systematischen Reviews und Meta-Analysen (SR/MA)* auf Grundlage der verfügbaren klinischen Studien betrachtet und publiziert. Insbesondere sind die Cochrane-Reviews herauszustellen [Ahovuo-Saloranta et al. 2008, 2013, 2017]. In der zuletzt publizierten Meta-Analyse [Ahovuo-Saloranta et al. 2017] konnten insgesamt 38 Studien eingeschlossen werden. Im Ergebnis ihrer Auswertungen kamen Ahovuo-Saloranta et al. [2017] zu den nachfolgenden Schlussfolgerungen. Werden zuerst FGV auf Methacrylat-Basis im Vergleich zur Nicht-Versiegelung betrachtet, so konnte die FGV Karies an ersten bleibenden Molaren bei Kindern im Alter von 5 bis 10 Jahren und einer Nachbeobachtungszeit über 2 Jahre mit einer OR von 0,12 (95% CI 0,08 bis 0,19) verhindern. Insgesamt wurden 7 Studien – davon 5 in den 1970er Jahren und 2 in den 2010er Jahren – veröffentlicht (1548 Kinder randomisiert, 1322 Kinder ausgewertet, moderate Evidenzqualität). Wird angenommen, dass 16% der Kontrollzähne während der 2-jährigen Nachbeobachtungszeit kariös werden (160 kariöse Zähne pro 1000), dann würde die Anwendung einer FGV auf Methacrylat-Basis den Anteil kariöser Läsionen auf 5,2% (95% CI 3,13% bis 7,37%) reduzieren. Unter der Annahme, dass 40% der Kontrollzähne kariös werden (400 kariöse Zähne pro 1000), würde die Anwendung einer FGV auf Methacrylat-Basis den Anteil kariöser Läsionen auf 6,25% (95% CI 3,84% bis 9,63%) reduzieren. Wenn 70% der Kontrollzähne kariesfrei wären, gäbe es in der Versiegelungsgruppe 19% kariöse Läsionen (95% CI 12,3% bis 27,2%). Dieser kariespräventive Effekt bliebe auch bei längerer Nachbeobachtung erhalten, allerdings war die Qualität und Quantität der Evidenz geringer (z. B. nach 48 bis 54 Monaten Nachbeobachtung: OR 0,21, 95% CI 0,16 bis 0,28, 4 Studien, 482 bewertete Kinder; RR 0,24, 95% CI 0,12 bis 0,45, 203 bewertete Kinder). Obwohl die Studien im Allgemeinen gut umgesetzt wurden, bewerteten die Autoren die Verblindung der Ergebnisbewertung bei allen Studien mit einem hohen Risiko der Verzerrung, da eine Verblindung bei diesem Studientyp aufgrund der Sichtbarkeit der Intervention/Versiegelung nicht möglich ist. Zudem gab es nicht genügend Evidenz, um die Wirksamkeit von FGV mit GIZ oder anderen Versiegelungsmaterialien zu beurteilen. Nichtsdestotrotz kommen die Autoren [Ahovuo-Saloranta et al. 2017] zu dem Schluss, dass FGV auf Methacrylat-Basis zur Kariesprävention an Fissuren und Grübchen bei Kindern und Jugendlichen wirksam sind. Trotz moderater Evidenzlage kann angenommen werden, dass FGV auf Kunststoffbasis die Karies im Vergleich zu keiner FGV nach 24 Monaten Beobachtungszeit um 11% bis 51% reduzierten. Ein ähnlicher Nutzen wurde nach 48 Monaten festgestellt; im Fall von längeren Nachbeobachtungszeiten war die Datenquantität und -qualität geringer. Die Informationen über unerwünschte Wirkungen waren begrenzt. In Studien, in denen dies berichtet wurde, traten keine auf. Weitere Untersuchungen mit längerer Nachbeobachtung sind erforderlich.

In einer weiteren *systematischen Übersichtsarbeit/ Meta-Analyse* wurde gleichermaßen der kariespräventive Effekt an bleibenden Molaren im Vergleich zu einer Kontrolle ohne FGV bewertet [Wright et al. 2016]. Individuen, welche FGV erhielten, wiesen im Ergebnis ein geringeres Risiko (OR 0,15; 95% CI 0,08-0,27) auf, kariöse Läsionen an den Kauflächen der bleibenden Molaren nach >7 Jahren Nachbeobachtung zu entwickeln. Die Evidenzqualität wurde als moderat eingestuft. Die Ergebnisse der systematischen Überprüfung deuten darauf hin, dass Kinder und Jugendliche, die FGV an gesunden Kauflächen oder nicht kavitierten Fissuren und Grübchen von Milch- oder bleibenden Molaren erhielten (im Vergleich zu einer Kontrollgruppe ohne FGV), nach 2 Jahren Nachbeobachtung ein um 76% niedrigeres

Risiko aufwiesen, neue kariöse Läsionen zu entwickeln. Selbst nach einer Nachbeobachtungszeit von >7 Jahren hatten Kinder und Jugendliche mit FGV lediglich eine Kariesinzidenz von 29%, während diese bei Kindern und Jugendlichen ohne FGV 74% betrug. Die Evidenzqualität bewerteten die Autoren als mäßig.

Mit Blick auf die aktuell verfügbaren systematischen Reviews und Meta-Analysen kann geschlussfolgert werden, dass es sich bei der FGV um eine kariespräventive Maßnahme handelt. Die getroffenen Schlussfolgerungen aus den zuvor genannten systematischen Übersichtsarbeiten/ Meta-Analysen [Ahovuo-Saloranta et al. 2008, 2013, 2017, Wright et al. 2016] stimmen grundsätzlich mit früher publizierten, systematischen Übersichtsarbeiten von Rock und Anderson [1982], Llodra et al. [1993] und Mejare et al. [2003] überein. Die Größenordnung des kariespräventiven Effektes fällt in diesen Arbeiten jedoch unterschiedlich aus. Während Llodra et al. [1993] eine Kariesreduktion von 71% berechneten, beurteilten Mejare et al. [2003] den kariespräventiven Effekt mit 33% für die ersten bleibenden Molaren.

13.3 Vergleich der Kariesentwicklung zwischen der Fissuren- und Grübchenversiegelung und Fluoridlackapplikation

Im Vergleich zu dem zuvor genannten Studiendesign – welches die Nichtbehandlung in der Kontrollgruppe festschrieb – wird hier auf die evidenz-basierte Fluoridlackapplikation zurückgegriffen, um mögliche negative Effekte zu kompensieren. Die verfügbaren klinischen Studien wurden in *systematischen Reviews und Meta-Analysen* publiziert. Die beiden Cochrane-Review von Ahovuo-Saloranta et al. [2016] und Kashbour et al. [2020] sollen an dieser Stelle betrachtet werden. Ahovuo-Saloranta et al. [2016] schätzten die Datenlage grundsätzlich als unzureichend ein. Lediglich in 4 Studien wurden Versiegelungsmaterialien auf Methacrylat-Basis mit der Fluoridlackapplikation verglichen, wobei 3 in die Analyse eingeschlossen wurden. Im Vergleich zu Fluoridlacken verhinderten FGV mehr Karies an den ersten bleibenden Molaren bei einer Nachbeobachtungszeit von 2 Jahren (2 Studien in der Meta-Analyse mit einem gepoolten OR von 0,69 (95% CI von 0,50 bis 0,94; p-Wert = 0,02). Der kariespräventive Nutzen von FGV blieb in einer Studie mit hohem Verzerrungsrisiko auch bei längerer Nachbeobachtung erhalten: 26,6% der versiegelten Zähne und 55,8% der Zähne mit Fluoridlackapplikation hatten Karies entwickelt, als 75 Kinder nach 9 Jahren erneut untersucht wurden. Gleiche Effekte wurden für FGV auf GIZ-Basis dokumentiert. Da die Studien in der Durchführung sehr heterogen waren, konnte keine Meta-Analyse durchgeführt werden. Die Qualität der Evidenz wurde als sehr gering eingestuft [Ahovuo-Saloranta et al. 2016].

Kashbour et al. [2020] konnten zum Vergleich FGV versus Fluoridlackapplikation insgesamt 11 Studien mit 3374 Teilnehmern im Alter von fünf bis 10 Jahren identifizieren. Die Autoren sind sich im Ergebnis nicht sicher, ob die FGV zur Kariesprävention an ersten bleibenden Backenzähnen nach zwei bis drei Jahren besser als Fluoridlacke sind oder umgekehrt (OR 0,67, 95 % CI 0,37 bis 1,19; I² = 84 %; 4 Studien, 1683 Kinder ausgewertet). Eine Studie, in der die Zunahme kariöser, fehlender und gefüllter bleibender Oberflächen (DMFS) und kariöser, fehlender und gefüllter bleibender Zähne (DMFT) nach zwei Jahren gemessen wurde, deutet auf einen geringen Nutzen der Fissurenversiegelung hin (DMFS MD -0,09, 95 % CI -0,15 bis -0,03; DMFT MD -0,08, 95 % CI -0,14 bis -0,02; 542 Teilnehmer), der jedoch möglicherweise klinisch nicht signifikant ist. Eine kleine Studie mit hohem Verzerrungsrisiko berichtete über einen Nutzen der Versiegelung bei der Kariesprävention nach vier Jahren (RR 0,42, 95% CI 0,21 bis 0,84; 75 Kinder) und nach neun Jahren (RR 0,48, 95% CI 0,29 bis 0,79; 75 Kinder). Die Autoren bewerteten

jedes dieser Ergebnisse mit sehr geringer Sicherheit. Insgesamt schlussfolgerte die Autorengruppe, dass die Anwendung von Fluoridlacken oder FGV an den ersten bleibenden Backenzähnen zur Vorbeugung der Okklusionskaries beiträgt. Allerdings war es nicht möglich, zuverlässige Schlussfolgerungen über die Frage zu erzielen, welche der beiden Maßnahmen besser geeignet ist. Die verfügbaren Studien deuten darauf hin, dass keine der beiden Maßnahmen überlegen ist; die Evidenz wird mit einer sehr geringen Sicherheit bewertet. Kashbour et al. [2020] fanden Belege mit einer sehr geringen Evidenz dafür, dass die Anwendung einer Versiegelung auf Harzbasis zusammen mit einem Fluoridlack besser funktioniert als die alleinige Anwendung eines Fluoridlacks.

Li et al. [2020] bewerteten in einer weiteren *systematischen Review/Meta-Analyse* die verfügbare Literatur, welche die FGV mit einer Fluoridlackapplikation verglich. Die Meta-Analyse zeigte, dass es keinen statistischen Unterschied in der Kariesinzidenz (DMFS-Inkrement okklusal) zwischen der Versiegelungsgruppe und der Fluoridlackgruppe bei einer Nachbeobachtungszeit von 2 bis 3 Jahren gab. Die Autoren kamen daher zu dem Schluss, dass die FGV nicht routinemäßig umgesetzt werden sollte.

In einer weiteren *systematischen Übersichtsarbeit/Meta-Analyse* wurde der kariespräventive Effekt der FGV an bleibenden Molaren im Vergleich zu einer Kontrollgruppe mit Fluoridlackapplikation bewertet [Wright et al. 2016]. Die vergleichende Analyse ergab, dass FGV im Gegensatz zu Fluoridlacken die Inzidenz kariöser Läsionen nach einer Beobachtungszeit von >7 Jahren reduzierte (OR 0,19; 95% CI 0,07-0,51). Die Evidenzqualität wurde hier als mäßig eingestuft. Die Ergebnisse deuten – bei niedriger Evidenzqualität – darauf hin, dass FGV im Vergleich zur Fluoridlack-Anwendung nach einer Nachbeobachtungszeit von >7 Jahren vorteilhafter zu sein scheint.

13.4 Kariesentwicklung in Abhängigkeit vom Versiegelungsmaterial

Die Beschreibung des kariespräventiven Effektes in Relation zum verwendeten Material war bislang nicht Gegenstand weiterführender Analysen. Im Rahmen des aktuellen Leitlinien-Updates wurden die identifizierten klinischen Studien zum Retentionsverhalten erstmals bezüglich des Kariesverhaltens ausgewertet. Im Detail wurden die Angaben zum Neu-Auftreten von nicht kavitierten kariösen Läsionen (Tabelle 15) und kavitierten kariösen Läsionen (Tabelle 16) analysiert.

Tabelle 15 Dokumentation neuer nicht kavittierter kariöser Läsionen in Relation zum Versiegelungsmaterial und zur Beobachtungszeit aus den inkludierten klinischen Studien.

	Neue nicht kavitierte kariöse Läsionen (N) an bleibenden Molaren (%) in Relation zur Gesamtzahl der applizierten Versiegelungen in Abhängigkeit von der Liegedauer in Jahren										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
UV-Licht-Polymerisate (mit SÄT) N=0 Klinische Studien	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Auto-Polymerisate (mit SÄT) N=0 Klinische Studien	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Licht-Polymerisate (mit SÄT) N=5 Klinische Studien	(45/289) 15.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluoridfreisetzende Licht-Polymerisate (mit SÄT) N=5 Klinische Studien	(16/437) 3.7	(29/361) 8.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Licht-Polymerisate mit vorherigem Adhäsivauftrag (mit SÄT) N=3 Klinische Studien	(24/162) 14.8	(7/96) 7.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Licht-Polymerisate mit vorherigem Adhäsivauftrag (ohne SÄT) N=2 Klinische Studie	(9/69) 13.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fließfähige Komposite als Versiegeler N=0 Klinische Studien	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompomere (ohne SÄT) N=1 Klinische Studie	(2/100) 2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glas-Ionomer-Zemente (ohne SÄT) N=4 Klinische Studien	(20/595) 3.3	-	(0/130) 0.0	-	(4/107) 3.7	-	-	-	-	-	-

Tabelle 16 Dokumentation neuer kavittierter kariöser Läsionen in Relation zum Versiegelungsmaterial und zur Beobachtungszeit aus den inkludierten klinischen Studien.

	Neue kavitierte kariöse Läsionen (N) an bleibenden Molaren (%)										
	in Relation zur Gesamtzahl der applizierten Versiegelungen in Abhängigkeit von der Liegedauer in Jahren										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
UV-Licht-Polymerisate (mit SÄT) N=9 Klinische Studien	(199/1553) 12.8	(82/1225) 6.6	(255/663) 38.4	-	(86/146) 58.9	(78/119) 65.5	-	-	-	-	-
Auto-Polymerisate (mit SÄT) N=36 Klinische Studien	(309/3242) 9.5	(397/2895) 13.7	(444/2623) 16.9	(237/1733) 13.6	(71/265) 26.7	(48/199) 24.1	-	-	(50/497) 0.0	(60/345) 17.3	-
Licht-Polymerisate (mit SÄT) N=37 Klinische Studien	(1167/1815) 2) 6.4	(228/3906) 5.8	(43/1219) 3.5	(21/1222) 1.7	(4/1168) 0.3	-	-	-	-	-	-
Fluoridfreisetzende Licht-Polymerisate (mit SÄT) N=24 Klinische Studien	(159/3034) 5.2	(78/1191) 6.5	(14/162) 8.6	(124/333) 37.2	-	-	-	-	-	-	-
Licht-Polymerisate mit vorherigem Adhäsivauftrag (mit SÄT) N=7 Klinische Studien	(27/472) 5.7	-	-	(120/240) 50.0	-	-	-	-	-	-	-
Licht-Polymerisate mit vorherigem Adhäsivauftrag (ohne SÄT) N=8 Klinische Studien	(54/532) 10.1	-	(0/228) 0.0	(12/65) 18.5	-	-	-	-	-	-	-
Fließfähige Komposite als Versiegeler N=4 Klinische Studien	(6/312) 1.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompomere (ohne SÄT) N=7 Klinische Studien	(14/337) 4.1	(10/177) 5.6	(11/187) 5.9	-	(14/148) 9.4	-	-	-	-	-	-
Glas-Ionomer-Zemente (ohne SÄT) N=35 Klinische Studien	(252/3765) 6.7	(260/2246) 11.6	(121/1401) 8.6	(89/390) 22.8	(15/107) 14.0	(23/97) 23.7	-	-	-	-	-

13.1 Kariespräventive Effekte aus epidemiologischen Studien in der Bundesrepublik Deutschland

Aus den Deutschen Mundgesundheitsstudien (DMS) III bis V liegen Daten zur FGV in Beziehung zum Kariesbefall vor [Micheelis und Reich 1999; Micheelis und Schiffner 2006, Jordan und Micheelis 2016]. Für die Altersgruppe der 12-Jährigen zeigten die bevölkerungsrepräsentativen Untersuchungen einen signifikant niedrigeren Kariesbefall für Kinder mit mindestens einer FGV im Vergleich zu Gleichaltrigen ohne FGV auf [Micheelis und Reich 1999; Micheelis und Schiffner 2006, Jordan und Micheelis 2016].

Ähnliche Trends wurden in weiteren Untersuchungen sowohl für deutsche Kinder und Jugendliche als auch für Migranten aufgezeigt [Berger et al. 2010, Heinemann et al. 2013, Heinrich-Weltzien et al. 2014]. Bei Kindern und Jugendlichen mit Behinderungen wird der kariespräventive Effekt der FGV im Vergleich zu Altersgefährten ohne Behinderungen besonders deutlich [Hempel et al. 2014]. Kinder und Jugendliche mit Behinderungen haben signifikant seltener und weniger FGV als Gesunde, wobei Kinder und Jugendliche mit geistigen Behinderungen besonders benachteiligt sind [Hempel et al. 2014, Dziwak et al. 2017]. In der Gesamtheit betrachtet weisen die verfügbaren epidemiologischen Daten aus der Bundesrepublik Deutschland darauf hin, dass Kinder mit FGV einen niedrigeren Kariesbefall aufweisen. Im Gegensatz dazu publizierten Heyduck et al. [2006] bzw. Berndt et al. [2007] in einer longitudinalen Beobachtungsstudie gegenteilige Ergebnisse für 12- bis 15-Jährige mit einem hohen Kariesbefall. Einerseits wurde in den Arbeiten auf das grundsätzlich erhöhte, zahnflächen-spezifische Kariesrisiko der ersten und zweiten Molaren mit ihren Okklusalfächen verwiesen. Andererseits wurde anhand einer logistischen Regressionsanalyse ein protektiver Nutzen der FGV unter Einbeziehung des Schultyps, der Anzahl der FGV, des Geschlechtes und des DMFS-Wertes zu Studienbeginn nur für Jugendliche mit einer niedrigen bzw. moderaten Kariesaktivität abgeleitet. 12- bis 15-Jährige mit einem primär hohen Kariesbefall hatten trotz FGV insgesamt deutlich mehr Karies im Vergleich zu Kindern mit initial niedrigen Karieswerten [Berndt et al. 2007]. Die Schlussfolgerung der Arbeit war, dass die alleinige FGV bei Kariesrisikokindern nicht erfolgreich ist, sondern begleitende Präventionsmaßnahmen notwendig sind.

13.2 Die Fissuren- und Grübchenversiegelung zur Arretierung nicht kavittierter kariöser Läsionen

Nicht kavitierte kariöse Läsionen (synonym: Initialkaries oder beginnende Karies) an Fissuren und Grübchen werden definitionsgemäß als erste Zeichen des kariösen Prozesses betrachtet [Machiulskiene et al. 2020]. Im klinischen Alltag imponieren diese als Farbveränderungen, die nicht auf extrinsische Verfärbungen, entwicklungsbedingte Opazitäten oder eine Fluorose zurückzuführen sind. Die Veränderung begrenzt sich typischerweise auf die Ausdehnung der Fissuren bzw. Grübchen [Beauchamp et al. 2008].

Während die Mehrzahl der klinischen Studien zur FGV gesunde bleibende Molaren einschloss, wurde die FGV auch an Zähnen mit nicht kavitierten kariösen Läsionen eingesetzt. Griffin et al. [2008] unterzog diese Studien einer systematischen Recherche und Meta-Analyse. Die Autoren errechneten aus 6 randomisierten klinischen Studien eine mittlere jährliche Karies-Progressionsrate von 2,6% (Range 0-8,1%) an versiegelten und 12,6% (Range 6,1-44,8%) an unversiegelten Fissuren mit nicht kavitierten kariösen Läsionen. Spätere Publikationen bestätigten und ergänzten diese Ergebnisse.

Über die FGV an Molaren mit nicht kavitierten kariösen Läsionen bei Erwachsenen berichtet eine dänische Beobachtungsstudie über 33 Monate. Die radiologische Evaluierung zeigte in 10% der Fälle eine Kariesprogression, in 2% eine Kariesregression und in 88% eine Kariesstagnation. Eine Tertiärdehtinbildung konnte bei 18% der versiegelten Molaren eruiert werden. Aufgrund der Kariesprogression wurden 6% der versiegelten Molaren restauriert, wobei keine Assoziationen zwischen restaurativem Behandlungsbedarf und Mundhygiene, Kariesrisiko oder Kariesbefall vorlagen [Bakhshandeh et al. 2012]. In einer randomisierten kontrollierten klinischen Studie über einen Zeitraum von 36 Monaten trat an 11,5% der versiegelten Molaren eine Kariesprogression innerhalb der ersten 12 Monate auf, im restlichen Zeitraum nicht mehr [Borges et al. 2012]. Eine Beobachtungsstudie über 44 Monate berichtete, dass an den 228 nachuntersuchten versiegelten Molaren keine klinischen Zeichen einer Kariesprogression detektiert werden konnten. Die radiologische Diagnostik hingegen ergab nach 12 Monaten an 1%, nach 24 Monaten an 3% und nach 44 Monaten an 9% der versiegelten Molaren Anzeichen für eine Kariesprogression. Ebenso berichten die Autoren, dass die radiologischen Ausgangsbefunde D2-3 über den gesamten Beobachtungszeitraum unverändert blieben [Fontana et al. 2014].

Die Effektivität der Kariesstagnation durch FGV wird durch aktuelle Studien erneut bestätigt. In einer randomisierten klinischen Studie wurden Molaren mit Mikrokavitäten (ICDAS Code 3) versiegelt. Nach zwei Jahren traten lediglich bei 2% der versiegelten Molaren klinische und/oder radiologische Anzeichen einer Kariesprogression auf [Munoz-Sandoval et al. 2019]. Eine Beobachtungsstudie über 24 Monate berichtete ebenfalls über einen sehr geringen Anteil von Molaren mit nicht kavitierten kariösen Läsionen, die nach der FGV eine Kariesprogression aufwiesen [Beresescu et al. 2022].

Auf Grundlage der guten Datenlage veröffentlichten die ADA (American Dental Association) und die AAPD (American Academy of Pediatric Dentistry) 2016 eine evidenzbasierte Empfehlung, die FGV im Sinne der sekundären Prävention für die Kariesstagnation nicht kavittierter kariöser Läsionen einzusetzen [Wright et al. 2016]. Gleichzeitig und in Übereinstimmung mit den amerikanischen Fachgesellschaften publizierte die EAPD (European Academy of Paediatric Dentistry) eine klinisch-praktische Leitlinie mit der starken Empfehlung, die FGV zur Arretierung bestehender nicht kavittierter kariöser Läsionen anzuwenden [Kühnisch et al. 2016].

13.3 Nutzen-Schaden-Abwägung

Siehe Kapitel 16 „Nutzen-Schaden-Abwägung“

Tabelle 17 Evidenztabelle zum Auftreten nicht kavittierter kariöser Läsionen nach der FGV in Relation zur Materialgruppe.

Versorgungsform:	Fissuren- und Grübchenversiegelung										
Betrachteter Endpunkt:	Neue nicht kavitierte kariöse Läsionen										
	Zusammenfassung der Ergebnisse					Qualitätseinschätzung nach GRADE					
Vorgehen	Design	N Studien	N Patienten	N Versorgungen nach 2 Jahren	Beobachtungszeit (Monate)	Verzerrungsrisiko ²	Inkonsistenz ²	Indirektheit ²	Ungenauigkeit ²	Publikationsbias ³	Evidenz-qualität
UV-Licht-Polymerisate (mit SÄT)	SR/MA	-	-	-	-	Niedrig-Moderat	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Unentdeckt	Moderat ⊕⊕⊕⊖
	(R)CT	-	-	-	-						
Auto-Polymerisate (mit SÄT)	SR/MA	-	-	-	-						
	(R)CT	-	-	-	-						
Licht-Polymerisate (mit SÄT)	SR/MA	-	-	-	-						
	(R)CT	5	191	45	24						
Fluoridfreisetzende Licht-Polymerisate (mit SÄT)	SR/MA	-	-	-	-						
	(R)CT	5	206	16	24-36						
Licht-Polymerisate mit vorherigem Adhäsivauftrag (mit SÄT)	SR/MA	-	-	-	-						
	(R)CT	3	81	24	-						
Licht-Polymerisate mit vorherigem Adhäsivauftrag (ohne SÄT)	SR/MA	-	-	-	-						
	(R)CT	2	69	9	24						
Fließfähige Komposite als Versiegeler	SR/MA	-	-	-	-						
	(R)CT	-	-	-	-						
Kompomere (ohne SÄT)	SR/MA	-	-	-	-						
	(R)CT	1	31	2	24						
Glas-Ionomer-Zemente (ohne SÄT)	SR/MA	-	-	-	-						
	(R)CT	4	298	20	24-72						

¹begrenzte Bedeutung/ wichtig/ essentiell, ²niedrig/ moderat/ hoch/ n.a. (nicht anwendbar), ³unentdeckt/ stark vermutet

Tabelle 18 Evidenztabelle zum Auftreten kavierter kariöser Läsionen nach der FGV in Relation zur Materialgruppe.

Versorgungsform:	Fissuren- und Grübchenversiegelung										
Betrachteter Endpunkt:	Neue kavitierte kariöse Läsionen										
	Zusammenfassung der Ergebnisse					Qualitätseinschätzung nach GRADE					
Vorgehen	Design	N Studien	N Patienten	N Versorgungen nach 2 Jahren	Beobachtungszeit (Monate)	Verzerrungsrisiko ²	Inkonsistenz ²	Indirektheit ²	Ungenauigkeit ²	Publikationsbias ³	Evidenz-qualität
UV-Licht-Polymerisate (mit SÄT)	SR/MA	-	-	-	-	Niedrig-Moderat	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Unentdeckt	Moderat ⊕⊕⊕⊖
	(R)CT	9	3572	199	24-84						
Auto-Polymerisate (mit SÄT)	SR/MA	-	-	-	-						
	(R)CT	38	6149	309	24-180						
Licht-Polymerisate (mit SÄT)	SR/MA	-	-	-	-						
	(R)CT	37	5127	1167	24-72						
Fluoridfreisetzende Licht-Polymerisate (mit SÄT)	SR/MA	-	-	-	-						
	(R)CT	24	2309	159	24-60						
Licht-Polymerisate mit vorherigem Adhäsivauftrag (mit SÄT)	SR/MA	-	-	-	-						
	(R)CT	7	481	27	24-60						
Licht-Polymerisate mit vorherigem Adhäsivauftrag (ohne SÄT)	SR/MA	-	-	-	-						
	(R)CT	8	510	54	24-48						
Fließfähige Komposite als Versiegeler	SR/MA	-	-	-	-						
	(R)CT	4	459	6	24						
Kompomere (ohne SÄT)	SR/MA	-	-	-	-						
	(R)CT	7	755	14	24-72						
Glas-Ionomer-Zemente (ohne SÄT)	SR/MA	-	-	-	-						
	(R)CT	35	4819	252	24-84						

¹begrenzte Bedeutung/ wichtig/ essentiell, ²niedrig/ moderat/ hoch/ n.a. (nicht anwendbar), ³unentdeckt/ stark vermutet

13.4 Beurteilung der Evidenzqualität

Der hauptsächliche Zweck der FGV beruht auf der Etablierung eines langlebigen Schutzes der Fissuren und Grübchen vor der Etablierung bzw. Progression einer Karies. Diese Wirkung wurde in klinischen Studien mit unterschiedlichen Designs untersucht, welche unterschiedliche Materialien, Versiegelungstechniken und Vergleichsgruppen nutzten. Die diesbezüglichen Daten wurden in diesem Kapitel zusammengefasst. Die gesamte Studienlage unterstützt eine moderate Evidenzqualität nach GRADE, da sowohl systematische Übersichtsarbeiten/Meta-Analysen als auch gut angelegte klinische Studien verfügbar sind, welche zudem ein hohes Vertrauen in die Ergebnisse signalisieren.

Die konsistente Datenlage mit einer systematischen Übersichtsarbeit [Griffin et al. 2008], mehreren randomisierten klinischen Studien und Beobachtungsstudien über lange Zeiträume, flankiert von den übereinstimmenden Empfehlungen der amerikanischen und europäischen Fachgesellschaften [Wright et al. 2016, Kühnisch et al. 2016] sprechen zudem für den Einsatz der FGV an Molaren mit nicht kavitier-ten kariösen Läsionen.

13.5 Handlungsempfehlungen

Evidenzbasierte Empfehlung 7 (2024 modifiziert)	
Die Fissuren- und Grübchenversiegelung ist eine zahnflächen-spezifische ka-riespräventive Maßnahme und soll zur Vorbeugung einer Kariesinitiation an kariesanfälligen Fissuren und Grübchen und zur Arretierung an nicht kavitier-ten kariösen Läsionen eingesetzt werden.	Empfehlungsgrad
	Starke Empfehlung ↑↑
<p>Betrachteter Endpunkt: Entstehung neuer (nicht) kavierter kariöser Läsionen an versiegelten Zäh- nen im Vergleich zur Nichtbehandlung/Nicht-Versiegelung.</p> <p>Evidenzquellen/Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Systematische Übersichtsarbeiten/Meta-Analysen: Ahovuo-Saloranta et al. [2008, 2013, 2017], Wright et al. [2016] <p>Risk of Bias: Niedrig-Moderat (Tabelle 17, Tabelle 18)</p> <p>Qualität der Evidenz (GRADE): ⊕⊕⊕⊖ Moderat</p>	
<p>Betrachteter Endpunkt: Entstehung neuer (nicht) kavierter kariöser Läsionen an versiegelten Zäh- nen im Vergleich zur Fluoridlackapplikation.</p> <p>Evidenzquellen/Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Systematische Übersichtsarbeiten/Meta-Analysen: Kashbour et al. [2020], Li et al. [2020], Ahovuo-Saloranta et al. [2016], Wright et al. [2016] <p>Risk of Bias: Niedrig-Moderat (Tabelle 17, Tabelle 18)</p> <p>Qualität der Evidenz (GRADE): ⊕⊕⊖⊖ Niedrig</p>	
<p>Betrachteter Endpunkt: Entstehung neuer (nicht) kavierter kariöser Läsionen an versiegelten Zäh- nen in Versiegelungsstudien</p> <p>Evidenzquellen/Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Systematische Übersichtsarbeiten/ Meta-Analysen: Wright et al. [2016] - Klinische Studien entsprechend Ein- und Ausschluss-Kriterien: siehe Evidenzreport <p>Risk of Bias: Niedrig-Moderat (Tabelle 17, Tabelle 18)</p> <p>Qualität der Evidenz (GRADE): ⊕⊕⊕⊖ Moderat</p>	

Betrachteter Endpunkt: Kariesbefall zwischen Kindern mit bzw. ohne FGV in epidemiologischen Studien Evidenzquellen/Literatur: <ul style="list-style-type: none"> - Systematische Übersichtsarbeiten/ Meta-Analysen: Keine - Epidemiologische Studien in Deutschland: Kapitel 7.2 Risk of Bias: - Qualität der Evidenz (GRADE): -	
Abstimmungsergebnis: 16/1/0 (Zustimmung/ Ablehnung/ Enthaltung) 94% Konsensstärke	Konsens

Evidenzbasierte Empfehlung 8 (2024 modifiziert)	
Nicht kavitierte kariöse Läsionen (Synonyme: z. B. Initialkaries, braun verfärbte Fissur, brown oder white spot) an Fissuren und Grübchen weisen ein erhöhtes Erkrankungsrisiko auf und sollten zur Kariesarretierung versiegelt werden.	Empfehlungsgrad
	Empfehlung ↑
Betrachteter Endpunkt: Kariesprävention an nicht kavitierten kariösen Läsionen durch die Fissuren- und Grübchenversiegelung Evidenzquellen/Literatur: <ul style="list-style-type: none"> - Systematische Übersichtsarbeiten/ Meta-Analysen: Griffin et al. [2008] - Klinische Empfehlungen: Wright et al. [2016], Kühnisch et al. [2016] - Klinisch kontrollierte Studien: Munoz-Sandoval et al. [2019], Beresescu et al. [2022] Risk of Bias: Niedrig-Moderat (Tabelle 17, Tabelle 18) Qualität der Evidenz (GRADE): ⊕⊕⊕⊖ Moderat	
Abstimmungsergebnis: 17/0/0 (Zustimmung/ Ablehnung/ Enthaltung) 100% Konsensstärke	Starker Konsens

13.6 Literatur

- Ahovuo-Saloranta A, Hiiri A, Nordblad A, Mäkelä M, Worthington HV: Pit and fissure sealants for preventing dental decay in the permanent teeth of children and adolescents. Cochrane Database Syst Rev Issue 4(2008)CD001830.
- Ahovuo-Saloranta A, Forss H, Walsh T, Hiiri A, Nordblad A, Mäkelä M, Worthington HV: Sealants for preventing dental decay in the permanent teeth. Cochrane Database of Systematic Reviews Issue 3(2013)CD001830.
- Ahovuo-Saloranta A, Forss H, Hiiri A, Nordblad A, Mäkelä M: Pit and fissure sealants versus fluoride varnishes for preventing dental decay in the permanent teeth of children and adolescents. Cochrane Database Syst Rev. 2016(1):CD003067
- Ahovuo-Saloranta A, Forss H, Walsh T, Nordblad A, Mäkelä M, Worthington HV: Pit and fissure sealants for preventing dental decay in permanent teeth. Cochrane Database Syst Rev. 2017 31;7(7):CD001830
- de Amorim RG, Leal SC, Frencken JE: Survival of atraumatic restorative treatment (ART) sealants and restorations: a meta-analysis. Clin Oral Investig. 2012;16(2):429-41

- Bakhshandeh A, Qvist V, Ekstrand KR: Sealing occlusal caries lesions in adults referred for restorative treatment: 2-3 years of follow-up. *Clin Oral Investig*. 2012 Apr;16(2):521-9
- Beauchamp J, Caufield PW, Crall JJ, Donly K, Feigal R, Gooch B, Ismail A, Kohn W, Siegal M, Simonsen R: American Dental Association Council on Scientific Affairs. Evidence-based clinical recommendations for the use of pit-and-fissure sealants: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *J Am Dent Assoc*. 2008 Mar;139(3):257-68
- Beresescu L, Păcurar M, Bica CI, Vlasa A, Stoica OE, Dako T, Petcu B, Esian D: The Assessment of Sealants' Effectiveness in Arresting Non-Cavitated Caries Lesion-A 24-Month Follow-Up. *Healthcare (Basel)*. 2022 Aug 30;10(9):1651
- Berger S, Goddon I, Chih-Mei C, Senkel H, Hickel R, Heinrich-Weltzien R, Kühnisch J: Are pit and fissure sealants needed in children with a higher caries risk? *Clin Oral Invest* 14(2010)613-620.
- Berndt C, Meller C, Schwahn C, Splieth C: Effektivität von Versiegelungen bei Jugendlichen hoher und niedriger Karieserfahrung. *Dtsch Zahnärztl Z* 62(2007)747-753
- Borges BC, de Souza Borges J, Braz R, Montes MA, de Assunção Pinheiro IV: Arrest of non-cavitated dentinal occlusal caries by sealing pits and fissures: a 36-month, randomised controlled clinical trial. *Int Dent J*. 2012 Oct;62(5):251-5
- Buonocore MG: A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 34(1955)849-853.
- Cueto EI, Buonocore MG: Sealing of pit and fissures with an adhesive resin: its use in caries prevention. *J Am Dent Assoc* 75(1967)121-128.
- Fontana M, Platt JA, Eckert GJ, González-Cabezas C, Yoder K, Zero DT, Ando M, Soto-Rojas AE, Peters MC: Monitoring of sound and carious surfaces under sealants over 44 months. *J Dent Res*. 2014 Nov;93(11):1070-5
- Griffin SO, Oong E, Kohn W, Vidakovic B, Gooch BF; CDC Dental Sealant Systematic Review Work Group; Bader J, Clarkson J, Fontana MR, Meyer DM, Rozier RG, Weintraub JA, Zero DT: The effectiveness of sealants in managing caries lesions. *J Dent Res*. 2008;87(2):169-74
- Heinemann F, Schüler IR, Ifland S, Heinrich-weltzien R: Kariesepidemiologischer Trend bei Weimarer Grundschulern im Zeitraum zwischen 2004 und 2009. *Oralprophylaxe* 35(2013)65-73.
- Heinrich-Weltzien R, Walther M, Goddon I, Kühnisch J: Zahngesundheit erster Molaren bei westfälischen Migranten und deutschen Schülern. *Bundesgesundheitsblatt* 57(2014)128-134.
- Hempel E, Limberger K, Möller M, Heinrich-Weltzien R: Mundgesundheit von Erfurter Schüler/innen mit und ohne Behinderungen. *Gesundheitswesen* 2015 77(4)263-268.
- Heyduck C, Meller C, Schwahn C, Splieth CH: Effectiveness of sealants in adolescents with high and low caries experience. *Caries Res*. 2006;40(5):375-81
- Jordan AR, Micheelis W (ed): Fünfte deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). Materialienreihe Band 35. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag, 2016.
- Kashbour W, Gupta P, Worthington HV, Boyers D (2020) Pit and fissure sealants versus fluoride varnishes for preventing dental decay in the permanent teeth of children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev*;11(11):CD003067.
- Kühnisch J, Ekstrand KR, Pretty I, Twetman S, van Loveren C, Gizani S, Spyridonos Loizidou M: Best clinical practice guidance for management of early caries lesions in children and young adults: an EAPD policy document. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2016 Feb;17(1):3-12
- Llodra JC, Bravo M, Delgado-Rodriguez M, Baca P, Galvez R: Factors influencing the effectiveness of sealants a meta-analysis. *Community Dent Oral Epidemiol* 21(1993)261-268.
- Machiulskiene V, Campus G, Carvalho JC, Digee I, Ekstrand KR, Jablonski-Momeni A, Maltz M, Manton DJ, Martignon St, Martinez-Mier EA, Pitts NB, Schulte AG, Splieth ChH, Andaló Tenutao LM, Ferreira Zandona AF, Nyvad B. Terminology of dental caries and dental caries management: Consensus report of a workshop organized by ORCA and cariology research group of IADR. *Caries Res* 54(2020)7-14. doi: 10.1159/000503309.

- Mejare I, Lingström P, Petersson LG, Holm AK, Twetman S, Källestal C, Nordenram G, Lagerlöf F, Söder B, Norlund A, Axelsson S, Dahlgren H: Caries-preventive effect of fissure sealants: a systematic review. *Acta Odontol Scand* 61(2003)321-330.
- Micheelis W, Reich E: Dritte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS III). Materialienreihe Band 21. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag, 1999.
- Micheelis W, Schiffner U: Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV). Materialienreihe Band 31. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag, 2006.
- Mickenautsch S, Yengopal V: Caries-preventive effect of glass ionomer and resin-based fissure sealants on permanent teeth: An update of systematic review evidence. *BMC Research Notes*.2011 28;4:22
- Mickenautsch S, Yengopal V: The modified Ottawa method to establish the update need of a systematic review: glass-ionomer versus resin sealants for caries prevention. *J Appl Oral Sci* 21(2013)482-489.
- Mickenautsch S, Yengopal V: Retention loss of resin based fissure sealants a valid predictor for clinical outcome? *Open Dent J*. 2013 23;7:102-8
- Muñoz-Sandoval C, Gambetta-Tessini K, Giacaman RA: Microcavitated (ICDAS 3) carious lesion arrest with resin or glass ionomer sealants in first permanent molars: A randomized controlled trial. *J Dent*. 2019 Sep;88:103163
- Ripa LW: Sealants revisited: An update of the effectiveness of pit-and-fissure sealants. *Caries Res* 27 Suppl 1(1993)77-82.
- Rock WP, Anderson RJ: A review of published fissure sealant trials using multiple regression analysis. *J Dent* 10(1982)39-43.
- Wright JT, Crall JJ, Fontana M, Gillette EJ, Nový BB, Dhar V, Donly K, Hewlett ER, Quinonez RB, Chaffin J, Crespin M, Iafolla T, Siegal MD, Tampi MP, Graham L, Estrich C, Carrasco-Labra A: Evidence-based clinical practice guideline for the use of pit-and-fissure sealants: A report of the American Dental Association and the American Academy of Pediatric Dentistry. *J Am Dent Assoc*. 2016 Aug;147(8):672-682.e12
- Wright JT, Tampi MP, Graham L, Estrich C, Crall JJ, Fontana M, Gillette EJ, Nový BB, Dhar V, Donly K, Hewlett ER, Quinonez RB, Chaffin J, Crespin M, Iafolla T, Siegal MD, Carrasco-Labra A: Sealants for preventing and arresting pit-and-fissure occlusal caries in primary and permanent molars: A systematic review of randomized controlled trials-a report of the American Dental Association and the American Academy of Pediatric Dentistry. *J Am Dent Assoc*. 2016;147(8):631-645.e18
- Yengopal V, Mickenautsch S, Bezerra AC, Leal SC: Caries-preventive effect of glass ionomer and resin-based fissure sealants on permanent teeth a meta analysis. *J Oral Sci* 51(2009)373-382.

14 Klinisches Vorgehen

Die Applikation einer FGV ist im Vergleich zur Füllungstherapie ein wenig zeitintensives und einfach umzusetzendes klinisches Vorgehen. Dennoch sind auch hier alle klinischen Arbeitsschritte zur Qualitätssicherung sorgfältig auszuführen, und eine gute Kooperation bei den kindlichen bzw. jugendlichen Patienten sicher zu stellen. Eine Vierhand-Technik ermöglicht darüber hinaus die konsequente Einhaltung der nachstehend formulierten Qualitätsstandards sowie ein sicheres und effizientes Arbeiten [Griffin et al. 2008].

14.1 Schlüsselfrage

Welche klinische Durchführung (Trockenlegung, Vorbehandlung, Säurekonditionierung etc.) ist für die einzelnen Arbeitsschritte der Fissuren- und Grübchenversiegelung unter Berücksichtigung der Retention sinnvoll?

14.2 Fissurenreinigung

14.2.1 Klinische Vorgehensweisen

Um eine saubere Zahnoberfläche und damit optimale Bedingungen für die Säure-Ätz-Technik zu erhalten, sollte der anhaftende Biofilm oder vorhandene Beläge vorher entfernt werden. Hierzu stehen dem Zahnarzt unterschiedliche Vorgehensweisen zur Verfügung:

- Zahnreinigung mit rotierenden Instrumenten, z. B. Bürstchen oder Prophylaxekelch, mit oder ohne Polierpaste
- Pulver-Wasser-Strahlreinigung, z. B. AirPolishing, AirFlow o.ä. mit unterschiedlichen Strahlmitteln.

14.2.2 Evidenz aus klinischen Studien

Um den Einfluss der Fissurenreinigung wissenschaftlich (vergleichend) prüfen zu können, werden Ergebnisse aus klinischen Studien identifiziert und betrachtet. In diesen Studien darf lediglich der Arbeitsschritt der Fissuren- bzw. Zahnreinigung variabel gestaltet sein und mit dem Endpunkt der Retention von FGV korreliert werden. Die im Zuge der systematischen Literatursichtung identifizierten Publikationen können wie folgt zusammengefasst werden (siehe auch Leitlinien- und Evidenzreport):

Systematische Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen
Nicht verfügbar.
Klinische Studien mit mindestens 2 Jahren Laufzeit
Nicht verfügbar.
Klinische Studien mit <2 Jahren Laufzeit
Donnan & Ball [1988], Scott et al. [1988], Gillcrist et al. [1998]

Nicht unerwähnt sei in diesem Zusammenhang, dass die Mehrheit der klinischen Studien zur Untersuchung des kariespräventiven Effektes (siehe Kap. 13 Kariespräventiver Effekt) oder zur Dokumentation der Retention von Versiegelungsmaterialien (siehe Kap. 12 Retentionsverhalten) eine Zahnreinigung durchführten. Dies signalisiert die Bedeutung des klinischen Arbeitsschrittes. Die Zahnreinigung mit einem rotierenden Bürstchen mit bzw. ohne Verwendung einer Prophylaxepaste ist aus heutiger Sicht das Routinevorgehen der Wahl. Dieses wurde in der Mehrzahl der klinischen Untersuchungen eingesetzt und ist auch unter Praxisbedingungen einfach, schnell und kindgerecht durchführbar. Als nachteilig wurde in der Vergangenheit eine fehlende „Tiefenreinigung“ von engen Fissuren bei Verwendung von Prophylaxe- bzw. Polierbürsten diskutiert. Um diesen Nachteil zu kompensieren, wurde punktuell der Einsatz von Pulver-Wasser- bzw. Partikelstrahlgeräten zur Fissurenreinigung adressiert. Nach systematischer Sichtung der verfügbaren Literatur zeichnet sich dazu folgendes Bild ab: Während In-vitro-Untersuchungen nach zusätzlicher Pulver(-Wasser-)Strahlreinigung zu teilweise verbesserten Verbundwerten, einem reduzierten Microleakage oder einer besseren Reinigung führten [Scott & Greer 1987, Strand & Raadal 1988, Garcia-Godoy & Medlock 1988, Brockmann et al. 1989, Sol et al. 2000], zeigten klinische Studien über etwa 1 Jahr Beobachtungszeit keine Unterschiede bezüglich der gewählten Form der Zahnreinigung [Donnan & Ball 1988, Scott et al. 1988, Gillcrist et al. 1998].

14.2.3 Nutzen-Schaden-Abwägung

Siehe Kapitel 16 „Nutzen-Schaden-Abwägung“

14.2.4 Beurteilung der Evidenzqualität

Für die Beurteilung des Einflusses der Fissuren- bzw. Zahnreinigung vor der FGV liegen lediglich 3 klinische Studien mit einer Beobachtungszeit von weniger als 2 Jahren vor. Die Studienqualität ist als durchschnittlich einzuschätzen und im Evidenzreport hinterlegt. Insgesamt kann geschlussfolgert werden, dass die verfügbare Evidenz und deren Qualität und damit die Vertrauenswürdigkeit der recherchierten Ergebnisse zum Teilaspekt der Fissurenreinigung – als niedrig einzustufen ist. Umgekehrt ist auszuführen, dass die suffiziente Entfernung vom Biofilm vor der Materialapplikation Grundvoraussetzung für einen adhäsiven Verbund zwischen Zahnschmelz und Versiegelungsmaterial ist und typischerweise in allen klinischen Studien umgesetzt wird. Mit Blick auf das obligatorische Erfordernis einer gereinigten Zahnoberfläche vor der FGV wurde dieser Teilarbeitsschritt als konsensbasierte Empfehlung verabschiedet.

14.2.5 Handlungsempfehlung

Konsensbasierte Empfehlung 9 (2024 modifiziert)	
Vor der Versiegelung soll die Reinigung von Fissuren und Grübchen erfolgen.	Empfehlungsgrad
	Starke Empfehlung ↑↑
Betrachteter Endpunkt: - Evidenzquellen/Literatur: Expertenkonsens (Obligatorischer Arbeitsschritt im Sinne von „Good Clinical Practice“, welche in klinischen Studien nicht separat betrachtet wurde/wird)	
Abstimmungsergebnis: 17/0/0 (Zustimmung/ Ablehnung/ Enthaltung) 100% Konsensstärke	Starker Konsens

14.2.6 Literatur

- Brockmann SL, Scott RL, Eick JD: The effect of an air-polishing device on tensile bond strength of a dental sealant. Quintessence Int 20(1989)211-217.
- Donnan MF, Ball IA: A double-blind clinical trial to determine the importance of pumice prophylaxis on fissure sealant retention. Br Dent J 165(1988)283-286.
- Garcia-Godoy F, Medlock JW: An SEM study of the effects of air-polishing on fissure surfaces. Quintessence Int 19(1988)465-467.
- Gillcrist JA, Vaughan MP, Plumlee GN, Wade G: Clinical sealant retention following two different tooth-cleaning techniques. J Public Health Dent 58(1998)254-256.
- Griffin SO, Jones K, Gray SK, Malvitz DM, Gooch BF. Exploring four-handed delivery and retention of resin-based sealants. J Am Dent Assoc 139(2008)281-289.
- Irish Oral Health Services Guideline Initiative. Pit and fissure sealants: Evidence-based guidance on the use of sealants for the prevention and management of pit and fissure caries. 2010.
- Scott L, Brockmann S, Houston G, Tira D: Retention of dental sealants following the use of airpolishing and traditional cleaning. Dent Hyg Chic 62(1988)402-406.
- Scott L, Greer D: The effect of an air polishing device on sealant bond strength. J Prosthet Dent 58(1987)384-387.
- Sol E, Espasa E, Boj JR, Canalda C: Effect of different prophylaxis methods on sealant adhesion. J Clin Pediatr Dent 24(2000)211-214.
- Raadal M, The efficiency of cleaning fissures with an air-polishing instrument. Acta Odontol Scand 46(1988)113-117.

14.3 Trockenlegung

14.3.1 Klinische Vorgehensweisen

Die Trockenlegung des zu versiegelnden Zahnes ist eine wesentliche Voraussetzung für die Umsetzung der Adhäsivtechnik im Rahmen der FGV. Hierzu stehen im Wesentlichen zwei etablierte Vorgehensweisen zur Verfügung:

- Absolute Trockenlegung mit Kofferdam
- Relative Trockenlegung mit Watterollen
- Als mögliche Alternative zur Trockenlegung kann auf die wenig verbreiteten Isoliteoder DryShield-Systeme verwiesen werden. Dazu liegen nur wenige Erfahrungsberichte im Zusammenhang mit der FGV vor [Collette et al. 2010, Lyman et al. 2013, Alhareky et al. 2014, Mattar et al. 2023].

14.3.2 Evidenz aus klinischen Studien

Um den Einfluss der Trockenlegung darzustellen, sollten Ergebnisse aus klinischen Studien identifiziert und betrachtet werden, welche lediglich den Arbeitsschritt der Trockenlegung variabel gestalteten und mit dem Endpunkt der FGV-Retention korrelierten. Die im Zuge der systematischen Literatursichtung identifizierten Publikationen können wie folgt zusammengefasst werden:

Systematische Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen
Nicht verfügbar.
Klinische Studien mit mindestens 2 Jahren Laufzeit
Schill et al. [2022, 2023]
Klinische Studien mit <2 Jahren Laufzeit
Eidelman et al. [1983], Straffon et al. [1985], Wright et al. [1988], Wood et al. [1989], Lygidakis et al. [1994], Ganss et al. [1999], Albani et al. [2005], Bandi et al. [2021], Mattar et al. [2023]

Die Mehrzahl der klinischen Studien zur Untersuchung des kariespräventiven Effektes (siehe Kapitel 12) oder zur Dokumentation der Retention von Versiegelungsmaterialien (siehe Kapitel 11) führte die FGV unter relativer Trockenlegung mit Watterollen durch.

In einer klinischen Studie mit drei Jahren Laufzeit konnte der Teilaspekt der Trockenlegung vergleichend analysiert werden [Schill et al. 2022, 2023]. Die Autoren kamen anhand der Regressionsdaten zu dem Schluss, dass die Technik der Trockenlegung keinen Einfluss auf das Überleben der beiden geprüften licht-polymerisierenden und fluorid-freisetzenden Versiegelungsmaterialien hatte [Schill et al. 2022, 2023], während die klinische Erfahrung des Operateurs diesen jedoch aufwies.

Bei der Betrachtung vergleichender klinischer Studien zur Verwendung der absoluten und relativen Trockenlegung mit weniger als 2 Jahren Beobachtungszeit wurden tendenziell höhere Retentionsraten bei der Kofferdamnutzung erzielt; signifikante Unterschiede der Überlebenszeit von FGV konnten in der Mehrzahl der Studien jedoch nicht nachgewiesen werden [Eidelman et al. 1983, Straffon et al. 1985, Wright et al. 1988, Wood et al. 1989, Lygidakis et al. 1994, Albani et al. 2005, Bandi et al. 2021, Mattar et al. 2023]. Die absolute Trockenlegung zeigte nur in wenigen Untersuchungen signifikante

Vorteile im Vergleich zur relativen Trockenlegung [McConnachie 1992, Ganss et al. 1999]. Aus wissenschaftlicher Sicht kann bei der Gleichwertigkeit beider Vorgehensweisen geschlussfolgert werden, dass dem einfacheren Vorgehen der Vorzug eingeräumt werden sollte. Voraussetzung für den Behandlungserfolg unter relativer Trockenlegung ist in der Regel ein vierhändiges Arbeiten mit einer effektiven Absaugung, um eine Speichelkontamination zu vermeiden [Griffin et al. 2008, Beauchamp et al. 2008]. Allerdings ist in diesem Zusammenhang auch auf die klinische Erfahrung des Operators bzw. Behandlungsteams zu verweisen. In der Behandlung weniger erfahrene Anwender sollten hier ggf. auf das sicherere Verfahren der absoluten Trockenlegung ausweichen [Schill et al. 2022, 2023]. Gleiches gilt, wenn die Versiegelerapplikation ohne Assistenz durchgeführt wird. Allerdings wird die absolute Trockenlegung bleibender Molaren bei Kindern und Jugendlichen nicht immer akzeptiert.

Die Frage, inwieweit eine relative Trockenlegung bei der FGV ausreichend ist, oder ob das klinische Procedere eine absolute Trockenlegung erfordert, wird kontrovers diskutiert. Grundsätzlich muss bei der Abwägung der Argumente auf die Kooperationsfähigkeit der kindlichen oder jugendlichen Patienten bei der Anwendung von Kofferdam verwiesen werden. Da die FGV der ersten und zweiten bleibenden Molaren häufig schon in einem Stadium erfolgt, in dem die Okklusalfäche zwar vollständig durchgebrochen ist, die Gingivagrenze aber mitunter noch nicht unter dem Zahnäquator liegt, so dass die Kofferdammklammer nur subgingival und damit nicht schmerzfrei positioniert werden kann [Eidelman et al. 1983]. Unter Wahrung der Kooperationsfähigkeit des Kindes wird daher in der Mehrzahl der Fälle die relative Trockenlegung das Vorgehen der Wahl darstellen. Darüber hinaus ist auf die Vielzahl klinischer Studien zu verweisen, die eine relative Trockenlegung als Standardvorgehen nutzten. Die Nutzung der Vier-Hand-Technik ist nochmals zu betonen [Griffin et al. 2008, Beauchamp et al. 2008].

14.3.3 Nutzen-Schaden-Abwägung

Siehe Kapitel 16 „Nutzen-Schaden-Abwägung“

14.3.4 Beurteilung der Evidenzqualität

Für die Beurteilung des Einflusses der Trockenlegung vor der FGV liegen lediglich wenige vergleichende, klinische Studien mit kurzer Laufzeit vor. Die methodische Qualität ist als durchschnittlich einzuschätzen. Insgesamt kann geschlussfolgert werden, dass die verfügbare Evidenz, deren Qualität und damit die Vertrauenswürdigkeit der recherchierten Ergebnisse zur Technik der Trockenlegung als niedrig einzustufen ist.

14.3.5 Handlungsempfehlung

Evidenzbasierte Empfehlung 10 (2024 modifiziert)	
Die relative Trockenlegung mit vierhändigem Arbeiten sollte umgesetzt werden, da die verfügbaren Retentionsdaten auf eine Gleichwertigkeit der relativen und absoluten Trockenlegung hindeuten.	Empfehlungsgrad
	Empfehlung ↑
<p>Betrachteter Endpunkt: Retention bzw. Überleben der Fissuren- und Grübchenversiegelung nach unterschiedlichen Vorgehensweisen zur Trockenlegung.</p> <p>Evidenzquellen/Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Systematische Übersichtsarbeiten/ Meta-Analysen: Keine - Wenige vergleichende, klinische Studien mit kurzer Laufzeit und heterogenem Ergebnis, Kapitel 14.2.2 - Ergänzende Anmerkung: Mehrheitliche Nutzung der relativen Trockenlegung in klinischen Studien zur Fissuren- und Grübchenversiegelung <p>Risk of Bias: Hoch</p> <p>Qualität der Evidenz (GRADE): ⊕⊕⊖⊖ Niedrig</p>	
<p>Abstimmungsergebnis: 15/0/0 (Zustimmung/ Ablehnung/ Enthaltung) 100% Konsensstärke</p>	Starker Konsens

14.3.6 Literatur

- Albani F, Ballesio I, Campanella V, Marzo G: Pit and fissure sealants: results at five and ten years. Eur J Paediatr Dent 6(2005)61-65.
- Alhareky MS, Mermelstein D, Finkelman M, Alhumaid J, Loo C: Efficiency and patient satisfaction with the Isolite system versus rubber dam for sealant placement in pediatric patients. Pediatr Dent 36(2014)400-404.
- Bandi M, Mallineni SK, Nuvvula S: Influence of Isolation Methods on Retention of Pit and Fissure Sealants in Young Permanent Teeth based on Simonsen's Criteria: A Randomised Clinical Trial. J Clin Diag Res15(2021)6-9.
- Beauchamp J, Caufield PW, Crall JJ, Donley K, Feigal R, Gooch B, Ismail A, Kohn W, Siegal M, Simonsen R: Evidence-based clinical recommendations for the use of pit and fissure sealants: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. J Am Dent Assoc 139(2008)257-268.
- Collette J, Wilson S, Sullivan D. A study of the Isolite system during sealant placement: efficacy and patient acceptance. Pediatr Dent 32(2010)146-150.
- Eidelman E, Fuks AB, Chosack A: The retention of fissure sealants: rubber dam or cotton rolls in a private practice. ASDC J Dent Child 50(1983)259-261.
- Ganss C, Klimek J, Gleim A: One year clinical evaluation of the retention and quality of two fluoride releasing sealants. Clin Oral Invest 4(1999)188-193.
- Griffin SO, Jones K, Gray SK, Malvitz DM, Gooch BF: Exploring four-handed delivery and retention of resin-based sealants. J Am Dent Assoc 139(2008)281-289.
- Irish Oral Health Services Guideline Initiative. Pit and fissure sealants: Evidence-based guidance on the use of sealants for the prevention and management of pit and fissure caries. 2010.

- Lygidakis NA, Oulis KI, Christodoulidis A: Evaluation of fissure sealants retention following four different isolation and surface preparation techniques: Four years clinical trial. J Clin Pediatr Dent 19(1994)23-25.
- Lyman T, Viswanathan K, McWhorter A: Isolite vs cotton roll isolation in the placement of dental sealants. Pediatr Dent 35(2013)E95-99.
- Mattar RE, Sulimany AM, Binsaleh SS, Hamdan HM, Al-Majed IM: Evaluation of fissure sealant retention rates using Isolite in comparison with rubber dam and cotton roll isolation techniques: A randomized clinical trial. Int J Paediatr Dent;33(2023):12-19.
- McConnachie I: The preventive resin restoration: A conservative alternative. J Can Dent Assoc 58(1992)197-200.
- NSW Ministry of Health: Policy Directive – Pit and fissure sealants: Use of in Oral Health Services NSW. North Sydney (Australia) 2013 (PD2001325).
- Schill H, Graeser P, Bücher K, Pfisterer J, Khazaei Y, Enggist L, Hickel R, Kühnisch J: Clinical performance of a new fissure sealant-results from a 2-year randomized clinical trial. Clin Oral Investig. 2022;26(8):5471-5480
- Schill H, Gräser P, Bücher K, Pfisterer J, Khazaei Y, Enggist L, Hickel R, Kühnisch J: 3-Year Clinical Performance of a New Pit and Fissure Sealant. J Clin Med. 2022;11(13):3741
- Straffon LH, Dennison JB, More FG: Three-year evaluation of sealant: effect of isolation on efficacy. J Am Dent Assoc 110(1985)714-717.
- Wood AJ, Saravia ME, Farrington FH: Cotton roll isolation versus Vac-Ejector isolation. J Dent Child 56(1989)438-441.
- Wright GZ, Friedman CS, Plotzke O, Feasby WH: A comparison between autopolymerizing and visible-light-activated sealants. Clin Prev Dent 10(1988)14-17.

14.4 Konditionierung der aprismatischen Schmelzschicht

14.4.1 Klinische Vorgehensweisen

Die äußere aprismatische Schmelzschicht ist eine nahezu glatte Oberfläche, die ohne Vorbehandlung nur eine unzureichende Grundlage für den adhäsiven Verbund bildet. Daher steht die Vorbehandlung des oberflächlichen Zahnschmelzes außer Frage. Sie kann entweder durch die Schaffung einer mikro-retentiven Schmelzoberfläche [Gwinnet 1973] mit verschiedenen Methoden und/oder durch die Herstellung eines chemischen Verbundes erreicht werden. Aus methodischer Sicht stehen dem Zahnarzt die folgenden Vorgehensweisen zur Verfügung:

- Chemischer Abtrag der äußeren, aprismatischen Schmelzschicht durch Konditionierung der Zahnoberfläche mit Phosphorsäure
- Mechanischer Abtrag der äußeren, aprismatischen Schmelzschicht durch Air-Abrasion
- Thermomechanische Ablation der äußeren, aprismatischen Schmelzschicht durch Laserkonditionierung
- Mechanische Entfernung der äußeren, aprismatischen Schmelzschicht mit rotierenden Instrumenten
- Herstellung eines chemischen Verbundes zur Schmelzoberfläche mit Self-Etch-Adhäsiven.

Generell liegen zu allen Vorgehensweisen deutlich mehr In-vitro-Studien vor, während klinische Studien zum Retentionsverhalten in der Minderheit sind.

14.4.2 Evidenz zur Säurekonditionierung

Als Standardvorgehen zur Herstellung eines adhäsiven Verbundes zwischen Zahnschmelz und methacrylat-basierten (Versiegelungs-)Kunststoffen gilt bis heute die Säurekonditionierung. Sie entfernt die äußere aprismatische Schmelzschicht und führt zur Freilegung der darunter liegenden Schmelzprismen. Durch die Exposition der Schmelzprismen wird ein mikro-retentives Relief erzielt, das eine Verzahnung mit dem hydrophoben Versiegelungskunststoff erlaubt. Dieses Vorgehen ist seit Jahrzehnten Garant für die Langlebigkeit von adhäsiv befestigten Restaurationen oder FGV. Mehrheitlich werden methacrylat-basierte Versiegelungsmaterialien in Verbindung mit der Säurekonditionierung eingesetzt. Zur Schmelzkonditionierung findet ~35-37%ige Ortho-Phosphorsäure bevorzugt in Gelform (früher als Flüssigkeit) Verwendung. Gele zeichnen sich durch eine kontrollierbare und ortsständige Applikation aus und zeigten keine wesentlichen Unterschiede im Ätzmuster im Vergleich zu flüssigen Säuren [Garcia-Godoy & Gwinnett 1987]. Als Kontrollmerkmal für einen erfolgreichen Ätzzvorgang gilt das Sichtbarwerden einer kreidig weißen Schmelzoberfläche nach gründlichem Absprühen der Säure und forcierter Trocknung des Zahnes.

Systematische Reviews/Meta-Analysen: In einer Meta-Analyse von Lo et al. [2019] konnte kein signifikanter Einfluss der Ätzzeit auf das Überleben von FGV nachgewiesen werden. Allerdings führen die Autoren aus, dass aufgrund der Heterogenität der eingeschlossenen Studien die Ergebnisse mit Vorsicht zu interpretieren sind. Insbesondere mit Blick auf die begrenzten Daten für die Ätzzeiten von 15 und 20 Sekunden konnten in der Meta-Analyse keine eindeutigen Schlussfolgerungen bezüglich des Nutzens von verkürzten Ätzzeiten vor der FGV gezogen werden. Auf der Grundlage der Daten aus klinischen Versiegelungsstudien, in denen eine Säurekonditionierung von 30 bzw. 60 Sekunden verwendet wurde, konnte für keine der beiden Ätzzeiten in der Regressionsanalyse eine Überlegenheit dokumentiert werden. Demzufolge scheint eine Säurekonditionierung von mindestens 30 Sekunden vor der FGV ausreichend zu sein, um eine angemessene Retention der FGV zu gewährleisten [Lo et al. 2019].

Tabelle 19 Verwendete Ätzzeiten, die in klinischen Studien in Kombination mit methacrylat-basierten Versiegelungsmaterialien (Licht-Polymerisate und fluorid-freisetzende Licht-Polymerisate) eingesetzt wurden.

60 Sekunden	30-40 Sekunden	<30 Sekunden	Keine Angaben
Sheykhleslam & Houpt [1978] Rock & Evans [1982, 1983] Williams et al. [1986] Houpt et al. [1987] Rock et al. [1990] Trummel & Trummel [1990] Shapira et al. [1990] Raadal et al. [1991] Gandini et al. [1991] Mills and Ball [1993] Rock et al. [1996] Carlsson et al. [1997] Holst et al. [1998] Lygidakis & Oulis [1999] Vrbic [1999] Wendt et al. [2001] Lampa et al. [2004] Zimmer et al. [2009] Guler & Yilmaz [2013] Erdemir et al. [2013] Schill et al. [2022]	Stephen et al. [1985] De Craene et al. [1989] Forss et al. [1994, 1998] Smales & Wong 1999] Feigal & Quelhas [2003] Pinar et al. [2005] Beiruti et al. [2006] Puppini-Rontani [2006] Yakut & Sönmez [2006] Dukic & Glavina [2007] Amin [2008] Barja-Fidalgo et al. [2009] Baseggio et al. [2010] Bendinskaite et al. [2010] Ulusu et al. [2012] Karaman et al. [2013] Sakkas et al. [2013] Moreira et al. [2017] Erbas-Unverdi et al. [2017] Yazici et al. [2018] Kasemkhun et al. [2021] Beresescu et al. [2022]	Barrie et al. [1990] Raadal et al. [1996] Ganesh & Tandon [2006] Mascarenhas et al. [2008] Kargul et al. [2009] Yilmaz et al. [2010] Oba et al. [2011] Chen et al. [2012] Guler & Yilmaz [2013] Nazar et al. [2013] Liu et al. [2014] Ratnaditya et al. [2015] Kucukyilmaz & Savas [2015] Kobayashi et al. [2015] Haznedaroglu et al. [2016] Cabral et al. [2018] Muller-Bolla et al. [2018] Muñoz-Sandoval et al. [2019] Althomali et al. [2022] Haricharan et al. [2022]	Hardison [1985] Sveen & Jensen [1986] Messer et al. [1997] Yildiz et al. [2004] Poulsen et al. [2006] Kervanto-Seppälä et al. [2007] Dhar & Chen [2012] Chen & Liu [2013] Muller-Bolla et al. [2016] Reić et al. [2022]

Vergleichende klinische Studien: Klinische Studien, die den Einfluss unterschiedlicher Ätzzeiten direkt miteinander über mindestens 2 Jahre verglichen, konnten nicht identifiziert werden. Eine Studie über 12 Monate zeigte an bleibenden Molaren zwar keinen Unterschied zwischen 15, 30, 45 und 60 Sekunden Ätzzeit [Duggal et al. 1997]; jedoch lagen die Raten intakter FGV mit Werten zwischen etwa 40,0%, 50,9%, 41,8% und 43,6% nach nur 1 Jahr Liegezeit in einem sehr niedrigen Bereich für licht-polymerisierende Materialien. Zu erwarten wären hier Retentionsraten von etwa 80% nach 2 Jahren Liegedauer. Daher sollten die dokumentierten Daten in der genannten Studie [Duggal et al. 1997] eine Neuinterpretation erfahren.

Daten aus klinischen Studien mit licht-polymerisierenden Versiegelungsmaterialien: Die überwiegende Mehrzahl der verfügbaren klinischen Studien, welche Licht-Polymerisate verwendete, nutzte eine mindestens 30-sekündige Zeit für die Säurekonditionierung. Lediglich wenige Arbeitsgruppen konditionierten den Zahnschmelz in klinischen Studien kürzer (Tabelle 19). Innerhalb der Studien wurden in 8 von 20 Untersuchungen sehr niedrige Erfolgsraten (<50% Retention nach 2 bzw. 3 Jahren Liegedauer) beobachtet (Tabelle 20).

Daten aus In-vitro-Studien: Neben den wenigen klinischen Studien [Duggal et al. 1997], die den Einfluss der Säurekonditionierung auf die Retention untersuchten, wurde in einer jüngeren In-vitro-Studie das Retentionsverhalten von Versiegelungsmaterialien in Abhängigkeit unterschiedlicher Ätzzeiten auf aprismatischem und prismatischem Schmelz vergleichend beurteilt [Lo et al. 2019]. Werden die Ergebnisse aus dieser In-vitro-Studie betrachtet, so fällt auf, dass insgesamt nur geringe Unterschiede zwischen allen geprüften Gruppen bestanden. Allerdings zeigte die lineare Regressionsanalyse einen signifikanten Vorteil der 60-sekündigen Säurekonditionierung. Bei Betrachtung der geringen Unterschiede zwischen 30 und 60 Sekunden Säurekonditionierung kann jedoch auch davon ausgegangen werden, dass eine Ätzzeit von 30 Sekunden ebenfalls zu akzeptablen klinischen Ergebnissen zu führen scheint.

Tabelle 20 Übersicht klinischer Studien in denen methacrylat-basierte Versiegelungsmaterialien (Licht-Polymerisate und fluorid-freisetzende Licht-Polymerisate, keine mechanische Schmelzpräparation) in Kombination mit einer verkürzten Säurekonditionierung (<30 Sekunde) zum Einsatz kamen.

Studie	Ergebnisse zur Retention aus Studien mit einer verkürzter Säurekonditionierung (<30 Sekunden)
Barrie et al. [1990]	20-sek. Säurekonditionierung für 4 Licht-Polymerisate/ 53%/71%/81%/88% intakte FGV nach 24 Monaten
Raadal et al. [1996]	20-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 100% bzw. 97% intakte FGV nach 24 bzw. 36 Monaten
Ganesh & Tandon [2006]	15-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 4% intakte FGV nach 24 Monaten
Mascarenhas et al. [2008]	15-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 68% intakte FGV nach 24 Monaten
Kargul et al. [2009]	20-sek. Säurekonditionierung für 2 Licht-Polymerisate/ 41,2% intakte FGV nach 36 Monaten
Yilmaz et al. [2010]	15-20-sek. Säurekonditionierung für 3 Licht-Polymerisate/ 29%/22%/25% intakte FGV nach 24 Monaten
Oba et al. [2011]	20-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 81% intakte FGV nach 24 Monaten
Chen et al. [2012]	20-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 98,9% intakte FGV nach 24 Monaten
Guler & Yilmaz [2013]	15-20-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 3% intakte FGV nach 24 Monaten
Nazar et al. [2013]	15-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 25% intakte FGV nach 24 Monaten
Liu et al. [2014]	15-20-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 78,7% intakte FGV nach 24 Monaten
Ratnaditya et al. [2015]	20-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 76,4% intakte FGV nach 24 Monaten
Kucukyilmaz & Savas [2015]	15-30-sek. Säurekonditionierung für 4 Licht-Polymerisate/ 80,6%/ 73,1% intakte FGV nach 24 Monaten
Kobayashi et al. [2015]	15-sek. Säurekonditionierung für 2 Licht-Polymerisate/ 66,0%/ 34,6% intakte FGV nach 24 Monaten
Haznedaroglu et al. [2016]	15-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat / 27,6% intakte FGV nach 48 Monaten
Cabral et al. [2018]	15-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 11,3% intakte FGV nach 24 Monaten
Muller-Bolla et al. [2018]	20-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 70,39% intakte FGV nach 24 Monaten
Muñoz-Sandoval et al. [2019]	15-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 77,4% intakte FGV nach 24 Monaten
Althomali et al. [2022]	20-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 62,1% intakte FGV nach 24 Monaten
Haricharan et al. [2022]	15-20-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 39,4% intakte FGV nach 24 Monaten

Tabelle 21 Evidenztabelle zur Nutzung der FGV in klinischen Studien mit einer verkürzten Säurekonditionierung (<30 Sekunde).

Betrachteter Endpunkt: Methacrylat-basierte Versiegelungsmaterialien mit einer verkürzten Säurekonditionierung (<30 Sekunde)													
Charakterisierung der Studie							Ergebnis	Qualitätseinschätzung nach GRADE					
Studientyp	Studie	Design	Beobachtungszeit (Mo-nate)	Endpunkt	N Patienten	N Versiegelungen	Ergebnis	Verzerrungsrisiko ²	Inkonsistenz ²	Indirektheit ²	Ungenauigkeit ²	Publikationsbias ³	Evidenz-qualität
CT	Barrie et al. [1990]	Double-blind klinische Studie	24	Retention	133	452	20-sek. Säurekonditionierung für 4 Licht-Polymerisate/ 53%/71%/81%/88% intakte FGV nach 24 Monaten	Moderat	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Unentdeckt	Niedrig ⊕⊕⊕⊕
RCT	Raadal et al. [1996]	Split-mouth experimentelle Studie	36	Retention, Kariespräventiver Effekt	53	136	20-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 100% bzw. 97% intakte FGV nach 24 bzw. 36 Monaten	Moderat	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Unentdeckt	
RCT	Ganesh & Tandon [2006]	Randomisierte bilaterale Studie	24	Retention	200	k.A.	15-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 4% intakte FGV nach 24 Monaten	Moderat	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Unentdeckt	
CT	Mascarenhas et al. [2008]	Split-mouth Design	24	Retention, Kariesprävention	78	316	15-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 68% intakte FGV nach 24 Monaten	Moderat	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Unentdeckt	
CT	Kargul et al. [2009]	Half-mouth experimentelle Studie	36	Retention, Kariespräventiver Effekt	31	121	20-sek. Säurekonditionierung für 2 Licht-Polymerisate/ 41,2% intakte FGV nach 36 Monaten	Moderat	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Unentdeckt	
RCT	Yilmaz et al. [2010]	Randomisierte single-blind Studie	24	Retention, Kariespräventiver Effekt	80	292	15-20-sek. Säurekonditionierung für 3 Licht-Polymerisate/ 29%/22%/25% intakte FGV nach 24 Monaten	Moderat	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Unentdeckt	
CT	Oba et al. [2011]	Split-mouth Design	24	Retention	35	122	20-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 81% intakte FGV nach 24 Monaten	Moderat	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Unentdeckt	
RCT	Chen et al. [2012]	Cluster-randomisierte Studie	24	Retention	407	1,859	20-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 98,9% intakte FGV nach 24 Monaten	Moderat	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Unentdeckt	

RCT	Guler & Yilmaz [2013]	Split-mouth single-blind Design	24	Retention, Kariespräventiver Effekt	50	100	15-20-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 3% intakte FGV nach 24 Monaten	Moderat	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Unentdeckt
CT	Nazar et al. [2013]	Split-mouth Design	24	Retention, Kariespräventiver Effekt	78	312	15-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 25% intakte FGV nach 24 Monaten	Moderat	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Unentdeckt
RCT	Liu et al. [2014]	Randomisierte klinische Studie	24	Kariespräventiver Effekt	280	383	15-20-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 78,7% intakte FGV nach 24 Monaten	Moderat	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Unentdeckt
CT	Ratnaditya et al. [2015]	Split-mouth Design	24	Retention	76	212	20-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 76,4% intakte FGV nach 24 Monaten	Moderat	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Unentdeckt
RCT	Kucukyilmaz & Savas [2015]	Randomisiertes Split-mouth Design	24	Retention	136	544	15-30-sek. Säurekonditionierung für 4 Licht-Polymerisate/ 80,6%/ 73,1% intakte FGV nach 24 Monaten	Moderat	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Unentdeckt
CT	Kobayashi et al. [2015]	Split-mouth Design	24	Retention	50	153	15-sek. Säurekonditionierung für 2 Licht-Polymerisate/ 66,0%/ 34,6% intakte FGV nach 24 Monaten	Moderat	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Unentdeckt
RCT	Haznedaroglu et al. [2016]	Prospektive randomisierte, kontrollierte, parallel-group klinische Studie	48	Retention, Kariespräventiver Effekt, Fluorid Abgabe	40	160	15-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat / 27,6% intakte FGV nach 48 Monaten	Moderat	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Unentdeckt
RCT	Cabral et al. [2018]	Split-mouth randomisierte klinische Studie	24	Retention, Kariespräventiver Effekt	56	224	15-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 11,3% intakte FGV nach 24 Monaten	Moderat	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Unentdeckt
RCT	Muller-Bolla et al. [2018]	Split-mouth randomisiertes Design	24	Retention, Kariespräventiver Effekt	400	663	20-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 70,39% intakte FGV nach 24 Monaten	Moderat	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Unentdeckt
RCT	Muñoz-Sandoval et al. [2019]	double-blind randomisierte kontrollierte klinische Studie	24	Retention, Karies Entwicklung	41	151	15-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 77,4% intakte FGV nach 24 Monaten	Moderat	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Unentdeckt
RCT	Althomali et al. [2022]	split-mouth, single-blind randomisierte kontrollierte klinische Studie	24	Retention, Kariesinzidenz	47	188	20-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/62,1% intakte FGV nach 24 Monaten	Moderat	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Unentdeckt
RCT	Haricharan et al. [2022]	Split-mouth Design	24	Retention, Kariespräventiver Effekt	198	396	15-20-sek. Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 39,4% intakte FGV nach 24 Monaten	Moderat	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Unentdeckt

¹begrenzte Bedeutung/ wichtig/ essentiell, ²niedrig/ moderat/ hoch/ n.a. (nicht anwendbar), ³unentdeckt/ stark vermutet

Vergleichende klinische Studien: Klinische Studien, welche den Einfluss des Partikelstrahlens (ohne Säurekonditionierung) sowohl im Vergleich zu anderen Methoden der Vorbehandlung als auch über mindestens 2 Jahre Nachbeobachtung miteinander verglichen, konnten nur vereinzelt identifiziert werden. In einer klinischen Verlaufsstudie über 5 Jahre konnte kein Unterschied zwischen der Air-Abrasion und der Säurekonditionierung festgestellt werden [Bendinskaite et al. 2010]. Demgegenüber dokumentierten Yazici et al. [2006] Vorteile für das Partikelstrahlen bei der FGV; diese 2-Jahres-Untersuchung scheint jedoch aufgrund der geringen Patientenzahl (N=16) sowie des hohen Anteils von Prämolaren (57 Zahnpaare von 81) nur von begrenzter Aussagekraft. Eine 1-Jahres-Studie zeigte deutlich niedrigere Retentionsraten für die Air-Abrasion im direkten Vergleich zur Säurekonditionierung [Kannellis et al. 2000].

Darüber hinaus wurde das Partikelstrahlen in einer weiteren 1-Jahres-Studie eingesetzt [Singh et al. 2019]. Die Air-Abrasion erfolgte hier für 15 Sekunden unter Verwendung von 50 µm großen Aluminiumoxidpartikeln. Nach gründlicher Reinigung der Zahnoberfläche wurden alle Zähne zusätzlich für 15 Sekunden mit 35%iger Phosphorsäure konditioniert. Dieser kombinierte Einsatz erfolgte auch in einer 6-Monats-Studie von Bhushan & Goswami [2017]. Nach der 5-sekündigen Air-Abrasion mit 50 µm großen Aluminiumoxidpartikeln wurde die Applikation einer 37%iger Phosphorsäure für 15 Sekunden vorgenommen. Nach 6 Monaten konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Daten aus In-vitro-Studien: Während verschiedene In-vitro-Studien Vorteile bezüglich eines geringeren Microleakage beobachteten [Krämer et al. 2008, Mazzoleni et al. 2007, Bevilacqua et al. 2007, Hatibovic-Kofman et al. 2001, Ellis et al. 1999], registrierten andere Autorengruppen im Laborversuch keine Verbesserungen nach einer zusätzlichen Partikelstrahlanwendung [Srinivasan et al. 2005, Manhart et al. 2004, Blackwood et al. 2002, Borsatto et al. 2001]. Ciucchi et al. [2013] beobachteten in einer In-vitro-Studie, dass die Säurekonditionierung im Vergleich zur Vorbehandlung mit Air-Abrasion oder einem Laser zu einer besseren Retention der FGV beiträgt.

Fazit: Insgesamt bleibt festzuhalten, dass nur sehr wenige klinische Daten zur Nutzung des Partikelstrahlens im Rahmen der FGV vorliegen. Dies charakterisiert die begrenzte Bedeutung im klinischen Alltag. Zudem setzt die Anwendung des Partikelstrahlens einerseits die Verfügbarkeit entsprechender Geräte voraus, und andererseits ist die Anwendung von Kofferdam und einer guten Absaugung erforderlich, um die Verteilung von Strahlpartikeln in der Mundhöhle gering zu halten.

14.4.3 Evidenz zur Laserkonditionierung

Als eine weitere Alternative zur Entfernung bzw. Modifikation der äußeren, aprismatischen Schmelzschicht wurde die Laserkonditionierung untersucht.

Systematische Reviews/Meta-Analysen: Systematische Reviews oder Meta-Analysen konnten zur Thematik nicht identifiziert werden.

Vergleichende klinische Studien: Kumar et al. [2012] untersuchten die Retention der FGV nach Laserkonditionierung mit dem Er,Cr:YSGG Laser in einer prospektiven, einfach verblindeten randomisierten kontrollierten klinischen Studie im Split-mouth design mit insgesamt 200 Zähnen von 50 Kindern im Alter von 6-12 Jahren. Diese Studiengruppe kam zu dem Ergebnis, dass die Laserkonditionierung im Vergleich zur Säurekonditionierung in Bezug auf die Retention und die Patientenakzeptanz nach einer 3-, 6-, 9- und 12-monatigen Untersuchungszeit vergleichbar ist [Kumar et al. 2012]. In einer 2-jährigen

Untersuchung wurde an 16 Patienten kein Unterschied in der Retention von FGV nach der Laserkonditionierung im Vergleich zur konventionellen Säurekonditionierung beobachtet; allerdings kam hier zusätzlich ein Adhäsiv zum Einsatz [Karaman et al. 2013]. Eine zweite klinische Studie – mit kürzerer Laufzeit – kam zu dem gleichen Ergebnis [Walsh 1994]. In einer 18-monatigen Studie wurde die Wirksamkeit der konventionellen Säurekonditionierung mit der eines Er:YAG-Lasers in Kombination mit der Säurekonditionierung auf die Retention der FGV bei insgesamt 51 Kindern untersucht [Durmus et al. 2017]. Die Retentionsrate in der Gruppe der Laser- und Säurekonditionierung war nach 12 und 18 Monaten signifikant höher im Vergleich zu der alleinigen konventionellen Säurekonditionierung.

Daten aus In-vitro-Studien: Die Anwendung von Lasern zur Modifizierung der äußeren aprismatischen Schmelzschicht wurde in verschiedenen Laborstudien getestet. Durch die Anwendung der hydrokinetischen Erbium-Laser (Er,Cr:YSGG mit einer Wellenlänge von 2.78µm oder Er:YAG von 2.94µm) mit hoher Absorption in Wasser und Hydroxylapatit wird durch thermomechanische Ablation eine mikroretentive Oberflächenstruktur auf der Zahnhartsubstanz geschaffen. Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen zeigten [Yung et al. 2013] ein vergleichbares Oberflächenmuster ähnlich der Phosphorsäureätzung [Basaran et al. 2007; Berk et al. 2008], welches die Retention von FGV ermöglichen kann [Güçlü et al. 2016]. Zusätzlich findet eine Dekontaminierung der Zahnoberfläche und effiziente Entfernung von Debris in den Fissuren und Grübchen durch die Laserkonditionierung statt [Hossain et al. 2012]. Als einer der wesentlichen Vorteile der Er,Cr:YSGG-Laserbestrahlung bei der Vorbereitung von Fissuren und Grübchen zur FGV wurde die Möglichkeit genannt, durch eine sehr konservative Präparation kariesresistentere Schmelzoberflächen zu erzielen [Young et al. 2000]. In einigen Studien wurde nach Er,Cr:YSGG und Er:YAG-Laserbestrahlung eine Tendenz, aber keine signifikante Erhöhung der Kariesresistenz des Zahnschmelzes festgestellt [Apel et al. 2002; Apel et al. 2004]. Für die Reinigung und Konditionierung der Fissuren und Grübchen können Erbium-Laser eingesetzt werden.

Die Studien beschrieben eine effiziente Bearbeitung der Zahnhartsubstanz [Baraba et al. 2009] und zeigten, dass die Laserkonditionierung durch die verschiedenen Er:YAG-Laser zu vergleichbaren In-vitro-Haftwerten führten [Moslemi et al. 2010, Yung et al. 2011]. An der Zahnoberfläche kam es zu einer geringeren Temperaturerhöhung als bei der konventionellen Behandlung [Kilinc 2009]; in der Pulpa wurde keine Temperaturerhöhung beim Einsatz des Er,Cr:YSGG-Lasers registriert [Rizoiu 1998] bzw. beim Er:YAG Laser blieb sie unter dem Schwellenwert [Al-Batayneh et al. 2014, Kilinc et al. 2009]).

Fazit: Insgesamt bleibt festzuhalten, dass mehrere Studien zur Anwendung von Erbium-Lasern (Er,Cr:YSGG; 2.78 µm) und Er:YAG-Lasern (2.94 µm) an der Zahnhartsubstanz mit spezifischen Parametern (Energiedichte, Leistung, Peakpower, Pulslänge, Frequenz, Luft-Wasser-Spray) publiziert wurden [Baraba et al. 2009, Yung et al. 2011; Ramos et al. 2013]. Allerdings liegen nur wenige Erfahrungen bezüglich der Retention von FGV über einen Zeitraum von 2 Jahren oder länger vor. Die Anwendung der Laserkonditionierung erfordert eine entsprechende Geräteausstattung und eine spezielle Schulung der Zahnärzte, um aufgrund fehlerhafter Handhabung bzw. Anwendung falscher Parameter die Bildung von Schmelzrissen zu vermeiden.

14.4.4 Entfernung der aprismatischen Schmelzschicht mit rotierenden Instrumenten

Durch die Nutzung rotierender Instrumente kann eine Entfernung der äußeren aprismatischen Schmelzschicht und Freilegung des prismatischen Zahnschmelzes prinzipiell erreicht werden. Dieses

Vorgehen ist jedoch aufgrund seiner Invasivität heute kontraindiziert. Zudem ist nach der mechanischen Schmelzpräparation die Schmierschicht zu entfernen bzw. durch die Anwendung eines Adhäsivsystems in den Klebeverbund zu integrieren. Die Kavitätenpräparation ist nur beim Vorliegen einer behandlungsbedürftigen Dentinkaries indiziert bzw. gerechtfertigt (Abbildung 6).

14.4.5 Evidenz zur Anwendung von Self-Etch-Adhäsiven

In den vergangenen Jahren kamen anstelle der Säurekonditionierung – oder anderer Methoden zur Vorbehandlung – vermehrt selbst-konditionierende Adhäsive (Self-etch-Adhäsive) am Zahnschmelz vor der FGV zum Einsatz. Mit dem Auftrag des selbst-konditionierenden Adhäsivs soll eine (milde) Ätzung der äußeren aprismatischen Schmelzschicht und gleichzeitig ein adhäsiver Verbund erreicht werden. Auf die separate Säurekonditionierung mit Phosphorsäure wird dabei häufig verzichtet.

Wie bereits in zuvor beschrieben, beschäftigten sich systematische Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen mit der Fragestellung, inwieweit selbst-konditionierende Adhäsive als Ersatz für die konventionelle Säurekonditionierung genutzt werden können [Bagherian et al. 2016, Botton et al. 2015, Martignon & Zarta 2017]. Die Aussagen sind als kontrovers einzuschätzen. Während Botton et al. [2015] niedrigere Retentionsraten im Vergleich zum konventionellen Vorgehen mit der Säurekonditionierung dokumentierten, kamen Bagherian et al. [2016] und Martignon & Zarta [2017] zu dem Schluss, dass die Anwendung von Adhäsiven die Retention verbessert. Auch für klinische Studien ist die Datenlage kontrovers und muss immer unter Einbeziehung aller weiteren Teilschritte der Vorbehandlung betrachtet werden. Insgesamt signalisieren die verfügbaren Daten, dass der alleinige Auftrag von selbst-konditionierenden Adhäsiven mit keiner vergleichbaren Retention wie nach der Säurekonditionierung einhergeht und daher kritisch zu beurteilen ist (Tabelle 10, Tabelle 11, siehe auch die detaillierte Dokumentation zur Retention im Evidenzreport). Auch lassen die aktuell verfügbaren deskriptiven Daten erkennen, dass der zusätzliche Adhäsivauftrag im Anschluss an die Säurekonditionierung die Retention nicht verbessert, sondern sogar zu reduzieren scheint (Tabelle 11).

14.4.6 Nutzen-Schaden-Abwägung

Siehe Kapitel 16 „Nutzen-Schaden-Abwägung“

14.4.7 Beurteilung der Evidenzqualität

Die Säurekonditionierung ermöglicht die mikromechanische Verankerung methacrylat-basierter Materialien und ist seit Jahrzehnten Bestandteil der klinischen Anwendung bei der FGV. Ausnahmslos greifen alle aufgeführten klinischen Studien unter Einschluss von Licht- bzw. auto-polymerisierenden Materialien auf die Anwendung der Säurekonditionierung zurück. Studien unter Verzicht auf die Säurekonditionierung wurden separat betrachtet () und dokumentierten eine deutlich ungünstigeres Retentionsverhalten (Tabelle 11). Obwohl eine Verkürzung der Säurekonditionierung seit Beginn der Verfügbarkeit der FGV immer wieder diskutiert und untersucht wurde [u. a. Stephen et al. 1982, Eidelman et al. 1984, 1988, siehe auch Tabelle 19, Tabelle 20, Tabelle 21], ist zu konstatieren, dass dieser Ansatz 1.) nur durch wenige klinische Daten gestützt wird, 2.) alternative Vorgehensweisen nur selten untersucht wurden und 3.) die wenigen klinischen Daten ein heterogenes Bild in Bezug auf die Retention und damit auf das Überleben der FGV dokumentieren. Mit Blick auf die inkonsistenten Daten bezüglich der Einwirkzeit bei der Säurekonditionierung kann eine Verkürzung auf unter 30 Sekunden nicht empfohlen werden (Tabelle 19, Tabelle 20, Tabelle 21). Diese Aussage wird durch eine Meta-Analyse von

Lo et al. [2019] unterstützt, welche keinen signifikanten Einfluss der Ätzzeit auf das Überleben von FGV nachweisen konnte. Allerdings verweisen die Autoren auf die Heterogenität der verfügbaren klinischen Studien. Diesbezügliche Informationen wurden in Tabelle 21 zusammengefasst.

14.4.8 Handlungsempfehlungen

Evidenzbasierte Empfehlung 11 (2024 modifiziert)	
Vor der Fissuren- und Grübchenversiegelung soll die Konditionierung mit ~35-37%iger Phosphorsäure erfolgen, um eine mikroretentive Verankerung des Versiegelungskunststoffes zu erreichen.	Empfehlungsgrad
	Starke Empfehlung ↑↑
Betrachteter Endpunkt: Retention bzw. Überleben von FGV mit Säure-Ätz-Technik nach mindestens 2 Jahren Beobachtungszeit. Evidenzquellen/Literatur: Systematische Übersichtsarbeiten/ Meta-Analysen: Kühnisch et al. [2012 und 2020], Bagherian et al. [2016], Botton et al. [2015], Martignon & Zarta [2017] Klinische Studien: Siehe Kapitel 12 Risk of Bias: Systematische Reviews/ Meta-Analysen: Niedrig-Moderat (Tabelle 14), Klinische Studien: Niedrig-Moderat (Tabelle 13) Qualität der Evidenz (GRADE): ⊕⊕⊕⊕ Hoch	
Abstimmungsergebnis: 15/0/1 (Zustimmung/ Ablehnung/ Enthaltung) 100% Konsensstärke (ohne Enthaltungen)	Starker Konsens

Konsensbasierte Empfehlung 12 (2024 modifiziert)	
Gele zeichnen sich durch eine kontrollierbare und ortsständige Applikation aus, zeigen ein vergleichbares Ätzmuster im Vergleich zu Flüssigkeiten und sollten bevorzugt angewendet werden.	Empfehlungsgrad
	Empfehlung ↑
Betrachteter Endpunkt: - Evidenzquellen/Literatur: Expertenkonsens.	
Abstimmungsergebnis: 15/0/1 (Zustimmung/ Ablehnung/ Enthaltung) 100% Konsensstärke (ohne Enthaltungen)	Starker Konsens

Evidenzbasierte Empfehlung 13 (2024 modifiziert)	
Die Einwirkzeit der Phosphorsäure sollte am unbehandelten Zahnschmelz mindestens 30 Sekunden betragen. Eine kreidig-weiße Schmelzoberfläche gilt als adäquates Ergebnis des Ätzzvorgangs.	Empfehlungsgrad
	Empfehlung ↑
Betrachteter Endpunkt: Retention bzw. Überleben der FGV nach unterschiedlicher Dauer der Säurekonditionierung Evidenzquellen/Literatur: <ul style="list-style-type: none"> - Systematische Übersichtsarbeit/ Meta-Analyse: Lo et al. [2019] - Klinische Studien: Nur Studien mit kurzer Laufzeit und heterogenen Ergebnissen verfügbar, siehe Kapitel 14.4.2, Tabelle 20, Tabelle 21 Risk of Bias: Moderat (Tabelle 21) Qualität der Evidenz (GRADE): ⊕⊕⊕⊖ Moderat	
Abstimmungsergebnis: 16/0/1 (Zustimmung/ Ablehnung/ Enthaltung) 100% Konsensstärke (ohne Enthaltungen)	Starker Konsens

14.4.9 Literatur

- Al-Batayneh OB, Seow WK, Walsh LJ. Assessment of Er:YAG laser for cavity preparation in primary and permanent teeth: a scanning electron microscopy and thermographic study. *Pediatr Dent*. 2014 May-Jun;36(3):90-4. PMID: 24960377.
- Althomali YM, Musa S, Manan NM, Nor NAM: Retention Evaluation of Fissure Sealants Applied Using Self-Etch and Conventional Acid-Etch Techniques: A Randomized Control Trial Among Schoolchildren. *Pediatr Dent*;44(2022):249-254.
- Amin HE: Clinical and antibacterial effectiveness of three different sealant materials. *J Dent Hyg*. 2008;82(5):45
- Apel C, Meister J, Schmitt N, Gräber HG, Gutknecht N. Calcium solubility of dental enamel following sub-ablative Er:YAG and Er:YSGG laser irradiation in vitro. *Lasers Surg Med*. 2002;30(5):337-41. doi: 10.1002/lsm.10058. PMID: 12116325.
- Apel C, Birker L, Meister J, Weiss C, Gutknecht N. The caries-preventive potential of subablative Er:YAG and Er:YSGG laser radiation in an intraoral model: a pilot study. *Photomed Laser Surg*. 2004 Aug;22(4):312-7. doi: 10.1089/pho.2004.22.312. PMID: 15345174.
- Bagherian A, Sarraf Shirazi A, Sadeghi R: Adhesive systems under fissure sealants: yes or no?: A systematic review and meta-analysis. *JADA* 147(2016):446-456.
- Baloch JM, Ahmed MA, Syed AUY, Younus MZ, Nasim MO, Rashid S: Comparison of successful outcome of pit and fissure sealants bonded with etch-and-rinse adhesive and self-etch adhesive system. *Technol Health Care*;29(2021):1021-1027.
- Baraba A, Miletic I, Krmek SJ, Perhavec T, Bozic Z, Anic I. Ablative potential of the erbium-doped yttrium aluminium garnet laser and conventional handpieces: a comparative study. *Photomed Laser Surg*. 2009 Dec;27(6):921-7. doi: 10.1089/pho.2008.2416. PMID: 19731997.
- Barja-Fidalgo F, Maroun S, de Oliveira BH: Effectiveness of a glass ionomer cement used as a pit and fissure sealant in recently erupted permanent first molars. *J Dent Child (Chic)*. 2009;76(1):34-40

- Barrie AM, Stephen KW, Kay EJ: Fissure sealant retention: a comparison of three sealant types under field conditions. *Community Dent Health*. 1990;7(3):273-7
- Basaran G, Ozer T, Berk N, Hamamci O. Etching enamel for orthodontics with an erbium, chromium:yttrium-scandium-gallium-garnet laser system. *Angle Orthod*. 2007 Jan;77(1):117-23. doi: 10.2319/120605-426R.1. PMID: 17029548.
- Baseggio W, Naufel FS, Davidoff DC, Nahsan FP, Flury S, Rodrigues JA: Caries-preventive efficacy and retention of a resin-modified glass ionomer cement and a resin-based fissure sealant: a 3-year split-mouth randomised clinical trial. *Oral Health Prev Dent*. 2010;8(3):261-8
- Beirut N, Frencken JE, van't Hof MA, van Palenstein Helderma WH: Caries-preventive effect of resin-based and glass ionomer sealants over time: a systematic review. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2006;34(6):403-9
- Bendinskaite R, Peciuliene V, Brukiene V: A five years clinical evaluation of sealed occlusal surfaces of molars. *Stomatologija* 12(2010)87–92.
- Beresescu L, Păcurar M, Bica CI, Vlăsa A, Stoica OE, Dako T, Petcu B, Esian D: The Assessment of Sealants' Effectiveness in Arresting Non-Cavitated Caries Lesion-A 24-Month Follow-Up. *Healthcare (Basel)*. 2022;10(9):1651
- Berk N, Başaran G, Ozer T. Comparison of sandblasting, laser irradiation, and conventional acid etching for orthodontic bonding of molar tubes. *Eur J Orthod*. 2008 Apr;30(2):183-9. doi: 10.1093/ejo/cjm103. Epub 2008 Feb 8. PMID: 18263892.
- Bevilacqua L, Cadenaro M, Sossi A, Biasotto M, Di Lenarda R: Influence of air abrasion and etching on enamel and adaptation of a dental sealant. *Eur J Paediatr Dent* 8(2007)25-30.
- Bhushan U, Goswami M: Evaluation of retention of pit and fissure sealants placed with and without air abrasion pretreatment in 6-8 year old children An in vivo study. *J Clin Exp Dent*. 2017;9(2):e211-e217
- Blackwood JA, Dilley DC, Roberts MW, Swift EJ Jr: Evaluation of pumice, fissure enameloplasty and air abrasion on sealant microleakage. *Pediatr Dent* 24(2002)199-206.
- Borsatto MC, Corona SA, Dibb RG, Ramos RP, Pécora JD: Microleakage of a resin sealant after acid-etching, Er:YAG laser irradiation and air-abrasion of pits and fissure. *J Clin Laser Med Surg* 19(2001)83-87.
- Botton G, Morgental CS, Scherer MM, Lenzi TL, Montagner AF, Rocha RO: Are self-etch adhesive systems effective in the retention of occlusal sealants? A systematic review and meta-analysis. *Int J Paediatr Dent*. 2016;26(6):402-411
- Cabral RN, Faber J, Otero SAM, Hilgert LA, Leal SC: Retention rates and caries-preventive effects of two different sealant materials: a randomised clinical trial. *Clin Oral Investig*. 2018;22(9):3171-3177
- Carlsson A, Petersson M, Twetman S: 2-year clinical performance of a fluoride-containing fissure sealant in young schoolchildren at caries risk. *Am J Dent*. 1997;10(3):115-9
- Chen X, Du MQ, Fan MW, Mulder J, Huysmans MC, Frencken JE: Caries-preventive effect of sealants produced with altered glass-ionomer materials, after 2 years. *Dent Mater*. 2012;28(5):554-60
- Chen Xx, Liu Xg: Clinical comparison of Fuji VII and a resin sealant in children at high and low risk of caries. *Dent Mater J*. 2013;32(3):512-8
- Chosack A, Shapira J, Tzukert A, Eidelman E: The parameters influencing time of application of fissure sealants: etching time, type of polymerization, and experience. *Clin Prev Dent* 9(1987)17-21.
- Ciucchi P, Neuhaus KW, Emerich M, Peutzfeldt A, Lussi A: Evaluation of different types of enamel conditioning before application of a fissure sealant. *Lasers Med Sci*. 2015;30(1):1-9
- de Craene GP, Martens LC, Dermaut LR, Surmont PA: A clinical evaluation of a light-cured fissure sealant (Helioseal). *ASDC J Dent Child*. 1989;56(2):97-102

- Dhar V, Chen H: Evaluation of resin based and glass ionomer based sealants placed with or without tooth preparation-a two year clinical trial. *Pediatr Dent*. 2012;34(1):46-50
- Duggal MS, Tahmassebi JF, Toumba KJ, Mavromati C: The effect of different etching times on the retention of fissure sealants in second primary and first permanent molars. *Int J Paediatr Dent* 7(1997)81-86.
- Dukic W, Glavina D: Clinical evaluation of three fissure sealants: 24 month follow-up. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2007;8(3):163-6
- Durmus B, Giray F, Peker S, Kargul B. Clinical Evaluation of a Fissure Sealant Placed by Acid Etching or Er:YAG Laser Combined with Acid Etching. *Oral Health Prev Dent* 15(2017):157-162.
- Eidelman E, Shapira J, Houpt M: The retention of fissure sealants using twenty-second etching time. *ASDC J Dent Child* 51(1984):422-424.
- Eidelman E, Shapira J, Houpt M: The retention of fissure sealants using twenty-second etching time: three-year follow-up. *ASDC J Dent Child* 55(1988)119-120.
- Ellis RW, Latta MA, Westerman GH: Effect of air abrasion and acid etching on sealant retention: an in vitro study. *Pediatr Dent* 21(1999)316-319.
- Erbas Unverdi G, Atac SA, Cehreli ZC: Effectiveness of pit and fissure sealants bonded with different adhesive systems: a prospective randomized controlled trial. *Clin Oral Investig*. 2017;21(7):2235-2243
- Erdemir U, Sancakli HS, Yaman BC, Ozel S, Yucel T, Yıldız E: Clinical comparison of a flowable composite and fissure sealant: a 24-month split-mouth, randomized, and controlled study. *J Dent*. 2014;42(2):149-57
- Feigal RJ, Quelhas I: Clinical trial of a self-etching adhesive for sealant application: success at 24 months with Prompt L-Pop. *Am J Dent*. 2003;16(4):249-51
- Forss H, Saarni UM, Seppä L: Comparison of glass-ionomer and resin-based fissure sealants: a 2-year clinical trial. *Community Dent Oral Epidemiol*. 1994;22(1):21-4
- Forss H, Halme E: Retention of a glass ionomer cement and a resin-based fissure sealant and effect on carious outcome after 7 years. *Community Dent Oral Epidemiol*. 1998;26(1):21-5
- Fumes AC, Longo DL, De Rossi A, Fidalgo TKDS, de Paula E Silva FWG, Borsatto MC, Küchler EC: Microleakage of Sealants after Phosphoric Acid, Er: YAG Laser and Air Abrasion Enamel Conditioning: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Pediatr Dent*. 2017;41(3):167-172
- Gandini M, Vertuan V, Davis JM: A comparative study between visible-light-activated and autopolymerizing sealants in relation to retention. *ASDC J Dent Child*. 1991;58(4):297-9
- Ganesh M, Tandon S: Clinical evaluation of FUJI VII sealant material. *J Clin Pediatr Dent*. 2006;31(1):52-7
- Garcia-Godoy F, Gwinnett AJ: Penetration of acid solutions and gel in occlusal fissures. *J Am Dent Assoc* 114(1987)809-810.
- Güçlü ZA, Dönmez N, Tüzüner T, Odabaş ME, Hurt AP, Coleman NJ. The impact of Er:YAG laser enamel conditioning on the microleakage of a new hydrophilic sealant--UltraSeal XT hydro. *Lasers Med Sci*. 2016 May;31(4):705-11. doi: 10.1007/s10103-016-1878-y. Epub 2016 Mar 10. PMID: 26964797; PMCID: PMC4851705.
- Guler C, Yilmaz Y: A two-year clinical evaluation of glass ionomer and ormocer based fissure sealants. *J Clin Pediatr Dent*. 2013;37(3):263-7
- Gwinnett AJ, Human prismless enamel and its influence on sealant penetration. *Arch Oral Biol* 18(1973)441-444.
- Hardison JR: The Clinical Effectiveness of a Transparent Visible Light-Polymerized Sealant: 24 Month Results. *Topics in Dental Practice* 1985;6(3): 229-230
- Haricharan PB, Voruganti S, Kotha A, Mahalakshamma Shivanna M, Gandhi B, Suresh N: An Efficacy Study between High Viscosity Glass Ionomers and Resin Sealants in Fissure Caries Prevention: A 2-Year Split Mouth Randomized Controlled Trial. *Eur J Dent*. 2022;16(1):137-144

- Hatibovic-Kofman S, Butler SA, Sadek H: Microleakage of three sealants following conventional, bur, and air-abrasion preparation of pits and fissures. *Int J Paediatr Dent* 11(2001)409-416.
- Haznedaroğlu E, Güner Ş, Duman C, Menteş A: A 48-month randomized controlled trial of caries prevention effect of a one-time application of glass ionomer sealant versus resin sealant. *Dent Mater J*. 2016;35(3):532-8
- Holst A, Braune K, Sullivan A: A five-year evaluation of fissure sealants applied by dental assistants. *Swed Dent J*. 1998;22(5-6):195-201
- Hossain M, Yamada Y, Masuda-Murakami Y, Nakamura Y. Removal of organic debris with Er:YAG laser irradiation and microleakage of fissures sealants in vitro. *Lasers Med Sci*. 2012 Sep;27(5):895-902. doi: 10.1007/s10103-011-0994-y. Epub 2011 Oct 4. PMID: 21968762.
- Houpt M, Fuks A, Shapira J, Chosack A, Eidelman E: Autopolymerized versus light-polymerized fissure sealant. *J Am Dent Assoc*. 1987;115(1):55-6
- Kanellis MJ, Warren JJ, Levy SM: A comparison of sealant placement techniques and 12-month retention rates. *J Public Health Dent* 60(2000):53-56.
- Karama E, Yazici AR, Baseren M, Gorucu J: Comparison of acid versus laser etching on the clinical performance of a fissure sealant: 24-month results. *Oper Dent* 38(2013)151-158.
- Kargul B, Tanboga I, Gulman N: A comparative study of fissure sealants Heliaseal Clear Chroma and Delton FS(+): 3 year results. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2009;10(4):218-22
- Kasemkhun P, Nakornchai S, Phonghanyudh A, Srimaneekarn N: The efficacy of dental sealant used with bonding agent on occlusal caries (ICDAS 2-4): A 24-month randomized clinical trial. *Int J Paediatr Dent*. 2021;31(6):760-766
- Kervanto-Seppälä S, Lavonius E, Pietilä I, Pitkaniemi J, Meurman JH, Kerosuo E: Comparing the caries-preventive effect of two fissure sealing modalities in public health care: a single application of glass ionomer and a routine resin-based sealant programme. A randomized split-mouth clinical trial. *Int J Paediatr Dent*. 2008;18(1):56-61
- Kilinc E, Roshkind DM, Antonson SA, Antonson DE, Hardigan PC, Siegel SC, Thomas JW. Thermal safety of Er:YAG and Er,Cr:YSGG lasers in hard tissue removal. *Photomed Laser Surg*. 2009 Aug;27(4):565-70. doi: 10.1089/pho.2008.2335. PMID: 19694507.
- Kobayashi TY, Rios D, Machado MA, Oliveira TM, Da Silva SM: A Two-Year Clinical Evaluation of Fluoride and Non-Fluoride Resin-Based Pit-and-Fissure Sealants. *Braz Dent J*. 2015;26(6):678-84
- Krämer N, García-Godoy F, Lohbauer U, Schneider K, Assmann I, Frankenberger R: Preparation for invasive pit and fissure sealing: air-abrasion or bur? *Am J Dent* 21(2008)383-387.
- Kucukyilmaz E, Savas S: Evaluation of Different Fissure Sealant Materials and Flowable Composites Used as Pit-and-fissure Sealants: A 24-Month Clinical Trial. *Pediatr Dent*. 2015;37(5):468-73
- Kumar G, Dhillon JK, Rehman F. A comparative evaluation of retention of pit and fissure sealants placed with conventional acid etching and Er,Cr:YSGG laser etching: A randomised controlled trial. *Laser Ther*. 2016 Dec 30;25(4):291-298. doi: 10.5978/islm.16-OR-24. PMID: 28765674; PMCID: PMC5532169.
- Lampa E, Brechter A, van Dijken JW: Effect of a nonrinse conditioner on the durability of a polyacid-modified resin composite fissure sealant. *J Dent Child (Chic)*. 2004;71(2):152-7
- Liu BY, Xiao Y, Chu CH, Lo EC: Glass ionomer ART sealant and fluoride-releasing resin sealant in fissure caries prevention--results from a randomized clinical trial. *BMC Oral Health*. 2014(19)14:54
- Lo YF, Crispin A, Kessler A, Hickel R, Kühnisch J: What is an Appropriate Etching Time For Sealant Application on Permanent Molars? Results from a Meta-Analysis. *J Adhes Dent* 21(2019):487-495.
- Lo YF, Pitchika V, Ilie N, Hickel R, Kühnisch J: Does etching time affect the in vitro performance of a sealant material? *Dent Mater J* 39(2020):862-868.

- Lygidakis NA, Oulis KI: A comparison of Fluroshield with Delton fissure sealant: four year results. *Pediatr Dent*. 1999;21(7):429-31
- Manhart J, Huth KC, Chen HY, Hickel R: Influence of the pretreatment of occlusal pits and fissures on the retention of a fissure sealant. *Am J Dent* 17(2004)12-18.
- Martignon S, Zarta OL: The Use of Adhesive Systems Under Fissure Sealants Improves Their Retention, With Etch-and-Rinse Performing Better Than Self-Etching Adhesive Systems. *J Evid Based Dent Pract* 17(2017):56-58.
- Mascarenhas AK, Nazar H, Al-Mutawaa S, Soparkar P: Effectiveness of primer and bond in sealant retention and caries prevention. *Pediatr Dent*. 2008;30(1):25-8
- Mazzoleni S, De Francesco M, Perazzolo D, Favero L, Bressan E, Ferro R, Stellini E: Comparative evaluation of different techniques of surface preparation for occlusal sealing. *Eur J Paediatr Dent* 8(2007)119-123.
- Messer LB, Calache H, Morgan MV: The retention of pit and fissure sealants placed in primary school children by Dental Health Services, Victoria. *Aust Dent J*. 1997;42(4):233-9
- Mills RW, Ball IA: A clinical trial to evaluate the retention of a silver cermet-ionomer cement used as a fissure sealant. *Oper Dent*. 1993;18(4):148-54
- Moreira KMS, Kantowitz KR, Aguiar JPD, Borges AFS, Pascon FM, Puppini-Rontani RM: Impact of the intermediary layer on sealant retention: a randomized 24-month clinical trial. *Clin Oral Investig*;21(2017):1435-1443.
- Moslemi M, Erfanparast L, Fekrazad R, Tadayon N, Dadjo H, Shadkar MM, Khalili Z. The effect of Er,Cr:YSGG laser and air abrasion on shear bond strength of a fissure sealant to enamel. *J Am Dent Assoc*. 2010 Feb;141(2):157-61. doi: 10.14219/jada.archive.2010.0133. Erratum in: *J Am Dent Assoc*. 2010 May;141(5):506. Tadayon, Niko [corrected to Tadayon, Nikoo]. PMID: 20123873.
- Muller-Bolla M, Pierre A, Lupi-Pégurier L, Velly AM: Effectiveness of school-based dental sealant programs among children from low-income backgrounds: a pragmatic randomized clinical trial with a follow-up of 3 years. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2016;44(5):504-11
- Muller-Bolla M, Courson F, Lupi-Pégurier L, Tardieu C, Mohit S, Staccini P, Velly AM: Effectiveness of Resin-Based Sealants with and without Fluoride Placed in a High Caries Risk Population: Multicentric 2-Year Randomized Clinical Trial. *Caries Res*. 2018;52(4):312-322
- Muñoz-Sandoval C, Gambetta-Tessini K, Giacaman RA: Microcavitated (ICDAS 3) carious lesion arrest with resin or glass ionomer sealants in first permanent molars: A randomized controlled trial. *J Dent*. 2019;88:103163
- Nazar H, Mascarenhas AK, Al-Mutwa S, Ariga J, Soparker P: Effectiveness of fissure sealant retention and caries prevention with and without primer and bond. *Med Princ Pract*. 2013;22(1):12-7
- Oba AA, Sönmez IŞ, Ercan E, Dülgergil T: Comparison of retention rates of fissure sealants using two flowable restorative materials and a conventional resin sealant: two-year follow-up. *Med Princ Pract*. 2012;21(3):234-7
- Pinar A, Sepet E, Aren G, Bölükbaşı N, Ulukapi H, Turan N: Clinical performance of sealants with and without a bonding agent. *Quintessence Int*. 2005;36(5):355-60
- Poulsen S, Laurberg L, Vaeth M, Jensen U, Haubek D: A field trial of resin-based and glass-ionomer fissure sealants: clinical and radiographic assessment of caries. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2006;34(1):36-40
- Puppini-Rontani RM, Baglioni-Gouveia ME, deGoes MF, Garcia-Godoy F: Compomer as a pit and fissure sealant: effectiveness and retention after 24 months. *J Dent Child (Chic)*. 2006;73(1):31-6
- Raadal M, Utkilen AB, Nilsen OL: A two-year clinical trial comparing the retention of two fissure sealants. *Int J Paediatr Dent*. 1991;1(2):77-81

- Raadal M, Utkilen AB, Nilsen OL: Fissure sealing with a light-cured resin-reinforced glass-ionomer cement (Vitrebond) compared with a resin sealant. *Int J Paediatr Dent.* 1996;6(4):235-9
- Ramos TM, Ramos-Oliveira TM, de Freitas PM, Azambuja N Jr, Esteves-Oliveira M, Gutknecht N, de Paula Eduardo C. Effects of Er:YAG and Er,Cr:YSGG laser irradiation on the adhesion to eroded dentin. *Lasers Med Sci.* 2015 Jan;30(1):17-26. doi: 10.1007/s10103-013-1321-6. Epub 2013 May 7. PMID: 23649611.
- Ratnaditya A, George M, Kumar M, Sankar S, Zahirunnisa M, Kandregula C: Clinical Evaluation of Retention in Hydrophobic and Hydrophilic Pit and Fissure Sealants-A Two Year Follow-Up Study. (2015). *Journal of Young Pharmacists* 2015;7(3)
- Reić T, Galić T, Negovetić Vranić D: Retention and caries-preventive effect of four different sealant materials: A 2-year prospective split-mouth study. *Int J Paediatr Dent.* 2022;32(4):449-457
- Rizoïu I, Kohanghadosh F, Kimmel AI, Eversole LR. Pulpal thermal responses to an erbium,chromium: YSGG pulsed laser hydrokinetic system. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1998 Aug;86(2):220-3. doi: 10.1016/s1079-2104(98)90128-7. PMID: 9720098.
- Rock WP, Evans RI: A comparative study between a chemically polymerised fissure sealant resin and a light cured resin. *Br Dent J.* 1982;152(7):232-4
- Rock, W., Evans, R: A comparative study between a chemically polymerised fissure sealant resin and a light-cured resin. Three-year results. *Br Dent J* 1983;155:344–346
- Rock WP, Weatherill S, Anderson RJ: Retention of three fissure sealant resins. The effects of etching agent and curing method. Results over 3 years. *Br Dent J.* 1990;168(8):323-5
- Rock WP, Foulkes EE, Perry H, Smith AJ: A comparative study of fluoride-releasing composite resin and glass ionomer materials used as fissure sealants. *J Dent.* 1996;24(4):275-80
- Sakkas C, Khomenko L, Trachuk I: A comparative study of clinical effectiveness of fissure sealing with and without bonding systems: 3-year results. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2013;14(2):73-81
- Schill H, Graeser P, Bücher K, Pfisterer J, Khazaei Y, Enggist L, Hickel R, Kühnisch J: Clinical performance of a new fissure sealant-results from a 2-year randomized clinical trial. *Clin Oral Investig.* 2022;26(8):5471-5480
- Shapira J, Fuks A, Chosack A, Houpt M, Eidelman E: Comparative clinical study of autopolymerized and light-polymerized fissure sealants: five-year results. *Pediatr Dent.* 1990;12(3):168-9
- Sheykholeslam Z, Houpt M: Clinical effectiveness of an autopolymerized fissure sealant after 2 years. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1978;6(4):181-4
- Simonsen RJ: Fissure sealants: deciduous molar retention of colored sealant with variable etch time. *Quintessence Int* 9(1978)71-77.
- Singh C, Kaur K, Kapoor K: Retention of pit and fissure sealant versus flowable composite: An in vivo one-year comparative evaluation. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 37(2019):372-377.
- Smales RJ, Wong KC: 2-year clinical performance of a resin-modified glass ionomer sealant. *Am J Dent.* 1999;12(2):59-61
- Srinivasan V, Deery C, Nugent Z: In-vitro microleakage of repaired fissure sealants: a randomized, controlled trial. *Int J Paediatr Dent* 15(2005)51-60.
- Stephen KW, Kirkwood M, Main C, Gillespie FC, Campbell D: Retention of a filled fissure sealant using reduced etch time. A two-year study in 6 to 8-year-old children. *Br Dent J* 153(1982)232-233.
- Stephen KW, Campbell D, Strang R: A two-year visible light/UV light filled sealant study. *Br Dent J.* 1985;159(12):404-5
- Sveen OB, Jensen OE: Two-year clinical evaluation of Delton and Prisma-Shield. *Clin Prev Dent* 1986 8:9-11

- Trummel A, Trummel H: Fissurenversiegelung. Erfahrungsbericht über Fissurenversiegelung mit Heliaseal mit einer Liegedauer bis zu 96 Monaten. Schweiz Monatsschr Zahnmed 1990;100(1):60-65
- Ulusu T, Odabaş ME, Tüzüner T, Baygin O, Sillelioğlu H, Deveci C, Gökdoğan FG, Altuntaş A: The success rates of a glass ionomer cement and a resin-based fissure sealant placed by fifth-year undergraduate dental students. Eur Arch Paediatr Dent. 2012;13(2):94-7
- Vrbic V: Retention of a fluoride-containing sealant on primary and permanent teeth 3 years after placement. Quintessence Int. 1999;30(12):825-8
- Walsh LJ: Clinical studies of carbon dioxide laser etching. J Clin Laser Med Surg 12(1994)311-314.
- Wendt LK, Koch G, Birkhed D: On the retention and effectiveness of fissure sealant in permanent molars after 15-20 years: a cohort study. Community Dent Oral Epidemiol. 2001;29(4):302-7
- Williams, B., Ward, R. & Winter, G: A two-year clinical trial comparing different resin systems used as fissure sealants. Br Dent J 1986;161:367–370
- Yakut N, Sönmez H: Resin composite sealant vs. polyacid-modified resin composite applied to post eruptive mature and immature molars: two year clinical study. J Clin Pediatr Dent. 2006;30(3):215-8
- Yazici AR, Bayazit EO, Kutuk ZB, Ozgunaltay G, Ergin E, Berber A: Clinical Follow-up of a Fissure Sealant Placed Using Different Adhesive Protocols: A 24-month Split-mouth Study. Oper Dent. 2018;43(4):362-371
- Yazici AR, Kiremitçi A, Celik C, Ozgünaltay G, Dayangaç B: A two-year clinical evaluation of pit and fissure sealants placed with and without air abrasion pretreatment in teenagers. J Am Dent Assoc 137(2006)1401-1405.
- Yildiz E, Dörter C, Efes B, Koray F: A comparative study of two fissure sealants: a 2-year clinical follow-up. J Oral Rehabil. 2004;31(10):979-84
- Yilmaz Y, Beldüz N, Eyüboğlu O: A two-year evaluation of four different fissure sealants. Eur Arch Paediatr Dent. 2010;11(2):88-92
- Young DA, Fried D, Featherstone JDB. Treating occlusal pit and fissure surfaces by IR laser irradiation. Lasers in Dentistry VI. SPIE. 2000;3910:247–253.
- Yung FY, Gutknecht N, Franzen R, Fischer H. Shear strength of composite bonded to Er:YAG laser-prepared enamel: an in vitro comparative study. Lasers Med Sci. 2013 May;28(3):879-89. doi: 10.1007/s10103-012-1169-1. Epub 2012 Aug 2. PMID: 22855382.
- Zimmer S, Strafel N, Bastendorf KD, Bartsch A, Lang H, Barthel CR: Klinische Erfolgsraten von Fissurenversiegelungen mit Kompomer oder bis-GMA nach drei Jahren. Oralprophylaxe & Kinderzahnheilkunde 2009; 31(1):8-12

14.5 Applikation, Polymerisation, Okklusionskontrolle und Politur

Unabhängig von dem gewählten klinischen Prozedere und Material soll das Versiegelungsmaterial sparsam und blasenfrei in das Fissuren- und Grübchenrelief aufgetragen werden. Hierbei sind lichtpolymerisierende Einkomponenten-Materialien grundsätzlich weniger techniksensitiv zu verarbeiten, da der manuelle Anmischvorgang entfällt (Blasenbildung), und die sofortige Lichtpolymerisation die Behandlungszeit verkürzt. Aus praktischer Sicht ist zu ergänzen, dass eine sparsame Applikation ohne Materialüberschuss des in der Regel dünnfließenden Versiegelungsmaterials in den Fissuren und Grübchen gefordert wird. Überschüssiges Material kann leicht mit einem Brush-Stick oder Pinsel vor der abschließenden Lichtpolymerisation entfernt werden. Dies verhindert okklusale Vorkontakte und mögliche Retentionsverluste.

Zur Lichtpolymerisation werden handelsübliche Halogen- oder LED-Lampen mit ausreichender Intensität genutzt. Beide Lampentypen sind zur Polymerisation von Versiegelungsmaterialien als gleichwertig anzusehen [Nalcaci et al. 2007]. Die produktabhängige Polymerisationszeit – in der Regel 10 bis 20 Sekunden – ist zu beachten. Bei kleinem Durchmesser des Lichtaustrittsfensters muss ggf. mehr als einmal und lokal versetzt die Okklusalfäche belichtet werden.

Nach der Versiegelerapplikation und -polymerisation ist eine Okklusionskontrolle erforderlich. Im Fall von interferierenden okklusalen Vorkontakten ist eine Korrektur – z. B. mit rotierenden Finierinstrumenten – notwendig. Grundsätzlich wird die Entfernung der oberflächlich nicht polymerisierten Kunststoffschicht bzw. Sauerstoffinhibitionsschicht mit einer kurzen Politur empfohlen. Die Remineralisation geätzter, aber nicht versiegelter Schmelzareale wird durch die Lokalapplikation eines Fluoridpräparates gefördert.

14.5.1 Nutzen-Schaden-Abwägung

Siehe Kapitel 16 „Nutzen-Schaden-Abwägung“

14.5.2 Beurteilung der Evidenzqualität

Klinische Studien, welche den Applikations- oder Polymerisationsvorgang des Versiegelungsmaterials (vergleichend) untersuchten, liegen nicht vor. Demgegenüber sind Blasenbildungen und Materialüberschüsse als Qualitätseinschränkung in der Literatur dokumentiert. Gleichfalls ist darauf zu verweisen, dass die Sicherstellung der statischen und dynamischen Okklusion eine *conditio sine qua non* nach jeder operativen zahnärztlichen Intervention darstellt. Weiterhin folgt die Lokalapplikation eines Fluoridpräparates dem Prinzip der „guten klinischen Praxis“.

14.5.3 Handlungsempfehlungen

Konsensbasierte Empfehlung 14 (2024 modifiziert)	
Die Applikation des Versiegelungsmaterials soll sparsam und möglichst blasenfrei in den Fissuren und Grübchen erfolgen, um Materialüberschüssen, okklusalen Vorkontakten und Retentionsverlusten vorzubeugen.	Empfehlungsgrad
	Starke Empfehlung ↑↑
Betrachteter Endpunkt: - Evidenzquellen/Literatur: Expertenkonsens. Obligatorischer Arbeitsschritt im Sinne von „Good Clinical Practice“, welcher in klinischen Studien nicht separat betrachtet wurde/wird, jedoch bei inkorrekt-er Ausführung mit Qualitätseinbußen einhergeht.	
Abstimmungsergebnis: 16/0/1 (Zustimmung/ Ablehnung/ Enthaltung) 100% Konsensstärke (ohne Enthaltungen)	Starker Konsens

Konsensbasierte Empfehlung 15 (2024 modifiziert)	
Nach Polymerisation des Versiegelungsmaterials – material- bzw. produktabhängige Vorgaben sind einzuhalten – soll eine Okklusionskontrolle und ggf. -korrektur sowie eine Fluoridapplikation zur Remineralisation geätzter aber nicht versiegelter Schmelzareale erfolgen.	Empfehlungsgrad
	Starke Empfehlung ↑↑
Betrachteter Endpunkt: - Evidenzquellen/Literatur: Expertenkonsens Obligatorischer Arbeitsschritt im Sinne von „Good Clinical Practice“, welche in klinischen Studien nicht separat betrachtet wurde/wird.	
Abstimmungsergebnis: 16/1/0 (Zustimmung/ Ablehnung/ Enthaltung) 94% Konsensstärke	Konsens

14.5.4 Literatur

- Nalçacı A, Ulusoy N, Küçükesmen C: Effect of LED curing modes on the microleakage of a pit and fissure sealant. Am J Dent 20(2007)255-258.

14.6 Monitoring

Aufgrund eines potenziellen Risikos für einen Retentionsverlust wird eine regelmäßige Kontrolle vorhandener FGV zu den kariesrisiko-abhängigen Recall-Terminen empfohlen. Die Kontrollintervalle sollten bei Patienten mit einem erhöhten Kariesrisiko 12 Monate nicht überschreiten [Irish Oral Health Services Guideline Initiative 2010]. Im Fall eines vollständigen oder teilweisen Retentionsverlustes erfolgt die Indikationsstellung und Applikation der FGV analog der zuvor formulierten Vorgehensweise [Chestnutt et al. 1994, Wendt et al. 2001a, 2001b, Lavonius et al. 2002, Irish Oral Health Services Guideline Initiative 2010, Smallridge 2010]. Das verbliebene Versiegelungsmaterial ist hinsichtlich seiner Retention zu prüfen. Die Entfernung fest anhaftender Materialreste ist nicht erforderlich.

14.6.1 Nutzen-Schaden-Abwägung

Siehe Kapitel 16 „Nutzen-Schaden-Abwägung“

14.6.2 Beurteilung der Evidenzqualität

Die regelmäßige Qualitätskontrolle der FGV folgt wiederum dem Ansatz der „guten klinischen Praxis“ und begründet sich mit potenziellen Retentionsverlusten und/oder einer möglichen Kariesentwicklung. Ein Monitoring ist Kennzeichen aller klinischen Studien.

14.6.3 Handlungsempfehlungen

Konsensbasierte Empfehlung 16 (2024 modifiziert)	
Versiegelte und unversiegelte Fissuren und Grübchen sollen regelmäßigen, risikobezogenen Verlaufskontrollen unterzogen werden.	Empfehlungsgrad
	Starke Empfehlung ↑↑
Betrachteter Endpunkt: - Evidenzquellen/Literatur: Expertenkonsens im Sinne von „Good Clinical Practice“. Veränderungen bezügl. der Retention wurden in allen klinischen Studien dokumentiert, was gleichfalls ein Monitoring unter Praxisbedingungen impliziert. Siehe Tabelle 11.	
Abstimmungsergebnis: 17/0/0 (Zustimmung/ Ablehnung/ Enthaltung) 100% Konsensstärke	Starker Konsens

Konsensbasierte Empfehlung 17 (2024 modifiziert)	
Im Fall eines Retentionsverlustes soll die Nachversiegelung entsprechend den Indikationsempfehlungen geprüft werden.	Empfehlungsgrad
	Starke Empfehlung ↑↑
Betrachteter Endpunkt: - Evidenzquellen/Literatur: Expertenkonsens im Sinne von „Good Clinical Practice“.	
Abstimmungsergebnis: 17/0/0 (Zustimmung/ Ablehnung/ Enthaltung) 100% Konsensstärke	Starker Konsens

14.6.4 Literatur

- Chestnutt IG, Schafer F, Jacobson AP, Stephen KW: The prevalence and effectiveness of fissure sealants in Scottish adolescents. Br Dent J 177(1994)125-129.
- Irish Oral Health Services Guideline Initiative. Pit and fissure sealants: Evidence-based guidance on the use of sealants for the prevention and management of pit and fissure caries. 2010.
- Lavonius E, Kerosuo E, Kervanto-Seppälä S, Halttunen N, Vilkkuna T, Pietilä I: A 13-year follow-up of a comprehensive program of fissure sealing and resealing in Varkaus, Finland. Acta Odontol Scand 60(2002)174-179.
- Smallridge J: UK National Clinical Guidelines in Paediatric Dentistry. Use of fissure sealants including management of the stained fissure in first permanent molars. Int J Paed Dent 20(2010) Suppl doi:10.1111/j.1365-263X.2010.01086.x.
- Wendt LK, Koch G, Birkhed D: On the retention and effectiveness of fissure sealant in permanent molars after 15-20 years: a cohort study. Community Dent Oral Epidemiol 29(2001a)302-307.
- Wendt LK, Koch G, Birkhed D: Long-term evaluation of a fissure sealing programme in public dental service clinics in Sweden. Swed Dent J 25(2001b)61-65.

14.7 Zusammenfassung zum klinischen Procedere

Zur Vorbeugung der Okklusalkaries steht Zahnärzten die FGV bei Kindern und Jugendlichen als zahnflächen-spezifische, effektive Maßnahme zur Verfügung, deren kariespräventiver Nutzen in systematischen Literaturübersichten der Cochrane Collaboration [Ahovuo-Saloranta et al. 2008, 2013, 2017] herausgearbeitet wurde. Neben der Versiegelung gesunder Fissuren und Grübchen wird die Applikation einer FGV auch an nicht kavitierten kariösen Läsionen empfohlen, um den kariösen Prozess zu arretieren [Griffin et al. 2008]. Dieses Vorgehen führt zu einer deutlichen Abnahme kariogener Mikroorganismen in der Fissur unterhalb der FGV [Jeronimus et al. 1975]. Mikrobiologische Probenentnahmen an unversiegelten und nachfolgend versiegelten kariösen Fissuren zeigten nach der Versiegelerapplikation eine bis um den Faktor 2.000 reduzierte Anzahl kultivierbarer Mikroorganismen [Handelman et al. 1976]. Die dazu verfügbaren (randomisierten) klinisch kontrollierten Studien wurden von

Oong et al. [2008] zusammengefasst und bestärken die Zahnärzteschaft in diesem präventiven Behandlungsansatz. Voraussetzung für den Erfolg dieses Vorgehens ist die vollständige FGV des Fissurenreliefs unter Einhaltung der entsprechenden Arbeitsschritte und Wahrung des Qualitätsmanagements (Tabelle 22, Abbildung 9).

Tabelle 22 Arbeitsschritte bei der Fissuren- und Grübchenversiegelung (FGV) am bleibenden Zahn

Arbeitsschritt	Fissuren- und Grübchenversiegelung
Zahnreinigung	z. B. rotierendes Bürstchen
Präparation des Schmelzes mit rotierenden Instrumenten	Nein
Trockenlegung	Relative Trockenlegung mit effektiver Absaugung zur Vermeidung einer Speichelkontamination oder absolute Trockenlegung (Kofferdam)
Konditionierung der Schmelzoberfläche	~35-37%iges Phosphorsäuregel für 30 bis 60 Sekunden am bleibenden Zahn, kreidig-weißes Ätzmuster muss erkennbar sein.
Schmelz- bzw. Dentinbonding	Nicht erforderlich
Bevorzugtes Material	Dünnfließender, opaker, methacrylat-basierter Versiegelungskunststoff
Lichtpolymerisation	Abhängig vom verwendeten Material und Polymerisationslampe (i.d.R. 10-20 Sekunden)
Okklusionskontrolle und ggf. -korrektur, Politur	Ja
Fluoridierung bzw. Remineralisation	Ja

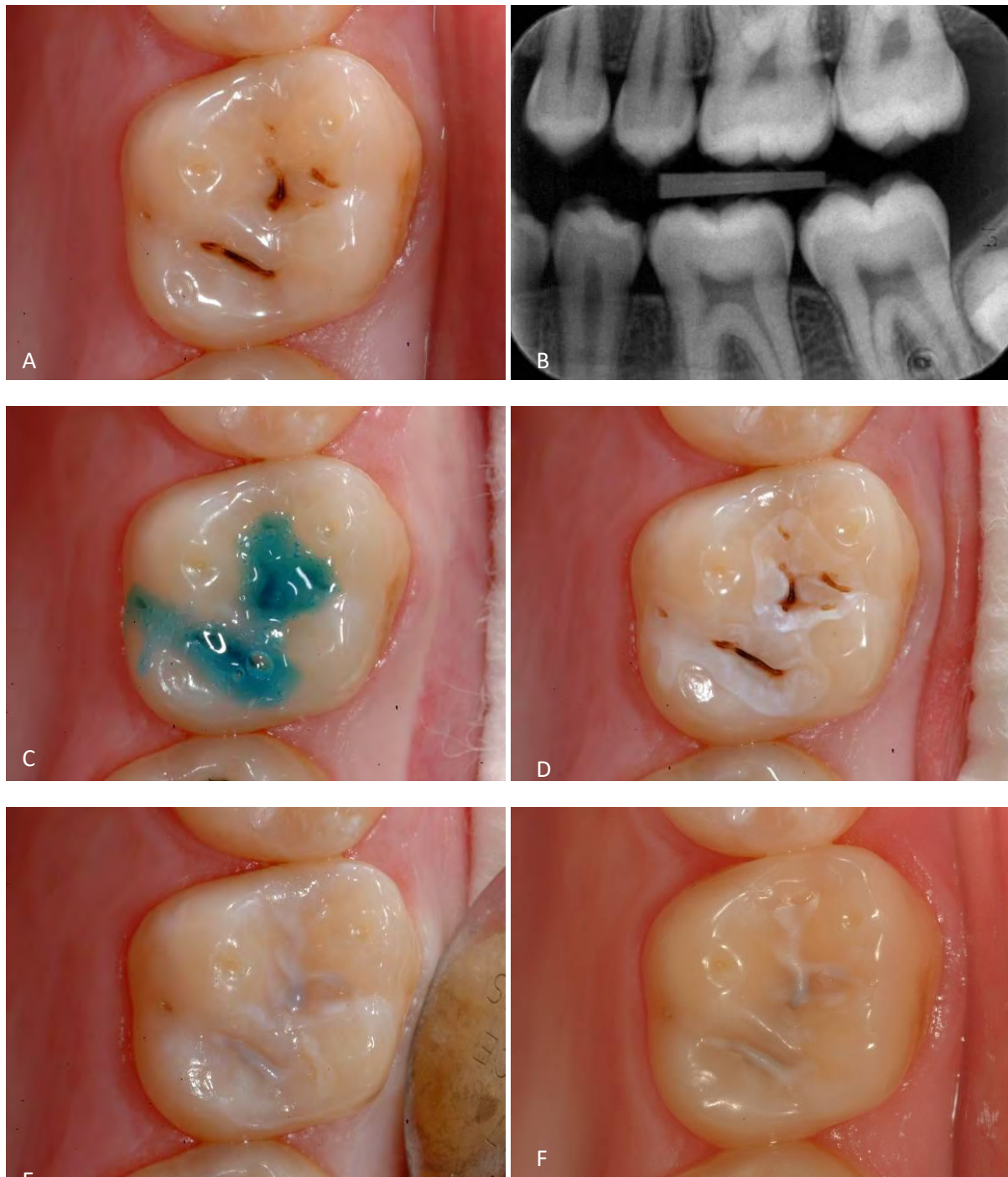


Abbildung 9 Das klinische Bild des ersten oberen Molaren eines 10-jährigen Patienten weist eine nicht kavitierte, braun verfärbte Fissur auf (A). Die Auswertung der vorhandenen Bissflügelröntgenaufnahme zeigt keine Radioluzenz im Dentin (B). Nach dem klinisch-röntgenologischen Ausschluss einer Dentinkaries wurde die Indikation zur FGV gestellt. Nach Säurekonditionierung (C), Abspritzen des Phosphorsäure-Gels und forcierter Lufttrocknung der geätzten Areale erscheint die Schmelzoberfläche weißlich kreidig (D). Unter relativer Trockenlegung wurde das opak eingefärbte Versiegelungsmaterial (E) appliziert und polymerisiert. Die Fotodokumentation nach einem Jahr (F) zeigt keine Retentionsverluste.

14.8 Literatur

- Ahovuo-Saloranta A, Hiiri A, Nordblad A, Mäkelä M, Worthington HV: Pit and fissure sealants for preventing dental decay in the permanent teeth of children and adolescents. Cochrane Database Syst Rev Issue 4(2008)CD001830.
- Ahovuo-Saloranta A, Forss H, Walsh T, Hiiri A, Nordblad A, Mäkelä M, Worthington HV: Sealants for preventing dental decay in the permanent teeth. Cochrane Database of Systematic Rev Issue 3(2013)CD001830.
- Ahovuo-Saloranta A, FORSS H, WALSH T, Nordblad A, Mäkelä M, Worthington HV: Pit and fissure sealants for preventing dental decay in permanent teeth. Cochrane Database Syst Rev Issue 7(2017)CD001830.
- Griffin SO, Oong E, Kohn W, Vidakovic B, Gooch BF; CDC Dental Sealant Systematic Review Work Group, Bader J, Clarkson J, Fontana MR, Meyer DM, Rozier RG, Weintraub JA, Zero DT: The effectiveness of sealants in managing caries lesions. J Dent Res 87(2008)169-174.
- Handelsman SL, Washburn F, Wopperer P: Two-year report of sealant effects on bacteria in dental caries. J Am Dent Assoc 93(1976)967-970.
- Jeronimus DJ, Till MJ, Sveen OB: Reduced viability of microorganisms under dental sealants. J Dent Child 42(1975)275-280.
- Manhart J, Chen H, Hamm G, Hickel R. Buonocore Memorial Lecture. Review of the clinical survival of direct and indirect restorations in posterior teeth of the permanent dentition. Oper Dent 29(2004)481-508.
- Oong EM, Griffin SO, Kohn WG, Gooch BF, Caufield PW: The effect of dental sealants on bacteria levels in caries lesions: a review of the evidence. J Am Dent Assoc 139(2008)271-278

15 Unerwünschte Ereignisse und Wirkungen

15.1 Schlüsselfrage

Über welche unerwünschten Ereignisse und Wirkungen (adverse events, side effects etc.) wurden bei der Fissuren- und Grübchenversiegelung berichtet?

15.2 Retentionsverluste und Nachversiegelung

Unabhängig vom verwandten Versiegelungsmaterial kann ein Retentionsverlust eintreten. Ursache für einen Retentionsverlust ist vor allem der mangelnde Verbund zwischen dem Zahnschmelz und dem Versiegelungswerkstoff. Der nach wie vor günstigste Verbund wird durch Säurekonditionierung erreicht. Eine verkürzte Applikationszeit bzw. unvollständige Benetzung des Fissurenreliefs mit Säure können Retentionsverluste nach sich ziehen. Als weitere Ursachen sind z. B. eine unzureichende Reinigung, Speichelkontamination, Materialüberschüsse, unvollständig polymerisierte FGV neben materialspezifischen Besonderheiten, wie z. B. Fülleranteil, Schrumpfung und Abrasionsverhalten, zu diskutieren. Zahnflächen-spezifische Einflussfaktoren kommen vorrangig in der Fissurenanatomie und Ausprägung der oberflächlichen, aprismatischen Schmelzschicht zum Tragen. Der wesentliche patientenbezogene Einflussfaktor ist die Kooperation des Patienten während der Applikation, welche durch weitere individuelle Faktoren, z. B. Würgereflex [Fei et al. 2011], begleitet sein kann. Ist ein Retentionsverlust eingetreten, so ist die erneute Applikation bzw. Reparatur einer FGV zu prüfen.

15.3 Lokale Effekte infolge der Säurekonditionierung

Die Säurekonditionierung gilt als Voraussetzung zur Herstellung eines wirksamen adhäsiven Verbundes zwischen der Zahnoberfläche bzw. dem Zahnschmelz und dem methacrylat-basierten Versiegelungskunststoff [Buonocore 1955, Cueto und Buonocore 1967]. Dieser Arbeitsschritt entfernt die äußere aprismatische Schmelzschicht (wenige Mikrometer) und führt zur Freilegung der darunter liegenden Schmelzprismen mit dem Ziel ein mikro-retentives Relief zu erzeugen [Buonocore 1955, Cueto und Buonocore 1967]. Dieser Arbeitsschritt ist mit einem äußerst geringfügigen Verlust an gesunder Zahnhartsubstanz verbunden. Geätzte, anschließend nicht mit versiegelte Schmelzareale werden über den Auftrag eines Fluoridpräparates remineralisiert. Anderenfalls ist davon auszugehen, dass geätzte und unversiegelte Schmelzareale durch den kaufunktionellen Gebrauch nivelliert werden. Untersuchungen dazu konnten nicht identifiziert werden.

Unerwünschte, lokale Effekte können potenziell vor allem beim Umgang mit Säuren beobachtet werden. Beim Auftrag und Absprühen der Phosphorsäure ist darauf zu achten, dass neben der Isolation des Zahnes, durch das adäquate Abhalten benachbarter Weichgewebe sowie einer guten Absaugung während des Absprayvorgangs ein versehentlicher Säurekontakt zu Schleimhäuten, Zähnen und/oder anderen Geweben vermieden wird. Während des Absprayens wird dem Patienten zudem empfohlen, die Augen zu schließen (oder ggf. eine Schutzbrille aufzusetzen), um der möglichen Situation vorzubeugen, dass während des Absprayens Säure u. U. unkontrolliert in die Augen gelangt. Zahn- oder Pulpschäden durch die Anwendung der Ätzung mit Phosphorsäure oder Laser etc. wurden bei der FGV

nicht beobachtet [Zhang et al. 2019, Lam et al. 2021]. Gleichfalls fanden sich in der Literatur keine Hinweise auf unerwünschte Schleimhautläsionen infolge eines Säurekontaktes.

15.4 Verschlucken von Materialien

Wie bereits angedeutet, ist ein Verschlucken von Säuren oder Materialien zur FGV potenziell denkbar. Allerdings dürfte es sich dabei um ein sehr seltenes Ereignis im Praxisalltag handeln. Gleichfalls denkbar ist, dass Versieglungsmaterial, welches sich im Laufe der Liegezeit von der Zahnoberfläche löst und verschluckt wird, über den Verdauungstrakt ausgeschieden wird. Ergänzende Betrachtungen aus der Literatur liegen dazu nicht vor.

15.5 Toxikologische und allergologische Aspekte

Systemische Nebenwirkungen, die durch die FGV verursacht werden, sind extrem selten [Syed et al. 2015, Ahovuo-Saloranta et al. 2016, Mickenautsch et al. 2016, Wang et al. 2016, Ahovuo-Saloranta et al. 2017, Zhang et al. 2019, Lam et al. 2020, Ramamurthy et al. 2022]. In der Literatur wurden bislang nur wenige ernsthafte Zwischenfälle beschrieben:

- Allergische Reaktion nach der Applikation von FGV, z. B. Urtikaria [Hallström 1993, Ortengren 2000, Axéll 2001, Ohlson et al. 2001],
- Kontaktallergie gegenüber HEMA bzw. TEGDMA [Kanerva et al. 1995, Ortengren 2000, Wrangsjö et al. 2001, Goon et al. 2006, Marquardt et al. 2009] und
- Kontaktallergie bei kunststoff-modifizierten bzw. licht-härtenden GIZ [Laine et al. 1992, Blomgren et al. 1996, Kanerva & Lauerma 1998, Marquardt et al. 2009, Johns et al. 2014].

Unabhängig davon ist jedoch festzustellen, dass wahrscheinlich aufgrund der vermehrten Verwendung von (zahnärztlichen) Kunststoffen und damit auch Monomeren in den letzten Jahren ein Anstieg von Allergien bzw. Unverträglichkeitsreaktionen gegenüber Monomeren bei Zahnärzten und dem zahnärztlichen Personal beobachtet wurde [Syed et al. 2015]. Während in den 1990er Jahren über Häufigkeitsraten von etwa 2% [Munksgaard et al. 1996, Ortengren et al. 1999, Kanerva et al. 1999, Ohlson et al. 2000] berichtet wurde, lagen die Angaben ein Jahrzehnt später bei 4% [Aolta-Korte et al. 2007, Jaakkola et al. 2007]. Dieser Anstieg wurde ebenfalls bei zahnärztlichen Patienten registriert [Alanko et al. 1996, Goon et al. 2006]. Bei nachgewiesenen Allergien gegenüber Kunststoffbestandteilen ist das entsprechende Material kontraindiziert.

Bisphenol A (BPA) ist Bestandteil von zahnärztlichen Kunststoffen und auch Versieglungsmaterialien. Dieses wird infolge einer unvollständigen Polymerisation freigesetzt und ist nach der Applikation einer FGV im Speichel nachweisbar [Fung et al. 2000, Joskow et al. 2006, Zimmerman-Downs et al. 2010, Kloukos et al. 2013, Lee et al. 2017, Paula et al. 2019, Berge et al. 2019, De Nys et al. 2022].

Laut der US EPA (Environmental Protection Agency) liegt die derzeit maximal akzeptierte Tagesdosis von BPA bei 50 µg pro Kilogramm Körpergewicht [ADA Professional Product Review 2016, vom Saal & Vandenberg 2021]. Die EFSA (Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit) legte im April 2023 einen neuen Richtwert von 0,2 ng pro Kilogramm Körpergewicht für die tägliche Aufnahmemenge von BPA fest. Im Jahre 2015 waren es noch 4000 ng pro Tag bevor die Aufnahme ein gesundheitliches Risiko darstellt [Bundesinstitut für Risikobewertung 2023].

Wenige Untersuchungen beschäftigten sich mit der Messung von BPA während bzw. nach der Applikation einer FGV, wobei BPA im Speichel, Blut und Urin quantifiziert wurde [Kloukos et al. 2013]. In dem systematischen Review kommt die Autorengruppe zu der Schlussfolgerung, dass BPA auch im Anschluss an die Applikation einer FGV freigesetzt wird [Kloukos et al. 2013]. Dabei ist die Konzentration im Speichel am höchsten und beträgt bis zu 30 µm/ml Speichel. Im Urin sind deutlich niedrigere Mengen BPA auffindbar. Zudem ist auszuführen, dass sich BPA innerhalb von wenigen Tagen abbaut [Paula et al. 2019, Löfroth et al. 2019, Kloukos et al. 2013]. Eine groß angelegte Studie, welche die Anzahl von FGV mit der Urinausscheidung von BPA korrelierte, konnte keinen signifikanten Zusammenhang zwischen den beiden Variablen herstellen [McKinney et al. 2014]. In 2 Studien wurden keine BPA-Rückstände im Blut nachgewiesen. Es kann also davon ausgegangen werden, dass FGV keinen systemischen Effekt aufweisen [Fung et al. 2000, Zimmerman-Downs et al. 2010, Rathee et al. 2012].

Hinweise, dass es durch die Exposition mit BPA aus einer FGV zu östrogen-bedingten Nebenwirkungen kommt, sind bis heute nicht eindeutig belegt. Der Umfang der Exposition scheint dabei von der Anzahl der versiegelten Zähne abhängig zu sein [Joskow et al. 2006, Becher et al. 2018, McKinney et al. 2020]. Aufgrund der sehr niedrigen Konzentrationen ist das Risiko als äußerst gering einzustufen [Hamid & Hume 1997, Schafer et al. 1999, Pulgar et al. 2000, Azarpazhoooh & Main 2008, Fleisch 2010, ADA 2016, Priscilla et al. 2022]. Nichtsdestotrotz wurde mehrfach gefordert, eine potentielle Exposition mit BPA im zahnärztlichen Bereich zu minimieren [Fleisch et al. 2010, McKinney et al. 2014].

Vereinzelt gab es Behauptungen, allerdings ohne wissenschaftlichen Beleg, dass Versiegelungsmaterialien auf Kunststoffbasis kanzerogen seien. Wissenschaftlich bewiesen ist, dass in der oberflächlichen Schicht durch Sauerstoffinhibition während der Polymerisation Monomere freigesetzt werden und Formaldehyd in geringen Mengen entsteht [Ruyter 1980, Oysaed et al. 1988, Oilo 1992, Mousavinasab 2011, Gökem Ulu Güzel & Sönmez 2018]. Diese Schicht wird bei der Politur entfernt. Außerdem sind die freigesetzten Mengen so gering, dass eine gesundheitliche Beeinträchtigung nach heutigem Kenntnisstand nicht gegeben ist [Stansbury et al. 1995, Nilsson et al. 1998].

Frühere Untersuchungen haben im Tierversuch nach der Aufnahme und Metabolisierung einzelner Monomere aus Komposit-Kunststoffen, z. B. TEGDMA, HEMA oder BisGMA, Hinweise auf mögliche toxische Zwischenprodukte ergeben [Reichl et al. 2002a, 2002b, 2008a, Seiss et al. 2007, Mousavinasab 2011]. Die freigesetzten bzw. aufgenommenen Mengen sind allerdings sehr gering, und bislang wurde keine klinische Relevanz beschrieben. Synergistische toxische Wechselwirkungen von TEGDMA mit H₂O₂ wurden in Zellkulturversuchen mit Gingivazellen beschrieben [Reichl et al. 2008b, Gavić et al. 2021]. Eine gesundheitliche Beeinträchtigung ist aber nach heutigem Kenntnisstand ebenfalls nicht gegeben.

Einige licht-polymerisierende Versiegelungsmaterialien enthalten in geringen Mengen Fluorid als Zusatz, um eine lokale kariespräventive Wirkung bzw. Remineralisation zu ermöglichen. Toxikologische Bedenken oder mögliche Nebenwirkungen wurden diesbezüglich nicht publiziert [Benton et al. 1993]; hier dürften die kariespräventiven Effekte überwiegen.

GIZ enthalten neben organischen Säuren (z. B. Polyacrylsäure) Gläser, die in Spuren Aluminium-, Kalzium-, Strontium- und Fluoridionen freisetzen. In den Hybrid-GIZ sind zusätzlich Kunststoffanteile enthalten, die analog den Versiegelungskunststoffen (siehe oben) zu bewerten sind. Nebenwirkungen durch FGV mit GIZ wurden bislang nicht publiziert.

Als weiteres Szenario wäre ein Verschlucken von polymerisierten Anteilen einer FGV zu erwähnen, da (minimale) Retentionsverluste im Laufe der Nutzungsperiode einer FGV auftreten können. Berichte über nachteilige Auswirkungen liegen aus der Literatur nicht vor.

Bei der Applikation einer FGV ist immer mit einer BPA-Exposition zu rechnen. Diese ist mengenmäßig als sehr gering zu beurteilen. Gerade auch dann, wenn die Kunststoffmengen betrachtet werden, die im Rahmen einer kariesbedingten Füllungstherapie notwendig wären. Daher geht die präventive Umsetzung der FGV hypothetisch mit einer deutlich geringeren BPA-Exposition im Vergleich zur kariesbedingten Füllungstherapie einher. Um die systemische Aufnahme von BPA zu verringern, wird eine ausreichende Polymerisation des FGV-Materials empfohlen. Die Benutzung eines Kofferdams sowie das gründliche Abspülen mit Wasser nach der Polymerisation reduzieren des Weiteren eine systemische Exposition [Azarpazhooh & Main 2008].

15.6 Literatur

- Aalto-Korte K, Alanko K, Kuuliala O, Jolanki R: Methacrylate and acrylate allergy in dental personnel. *Contact Dermatitis* 57(2007)324-330
- ADA Professional Product Review: Bisphenol A Released from Resin Based Dental Sealants 2016;11(1)
- Ahovuo-Saloranta A, Forss H, Hiiri A, Nordblad A, Mäkelä M: Pit and fissure sealants versus fluoride varnishes for preventing dental decay in the permanent teeth of children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;2016(1):CD003067
- Ahovuo-Saloranta A, Forss H, Walsh T, Nordblad A, Mäkelä M, Worthington HV: Pit and fissure sealants for preventing dental decay in permanent teeth. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;7(7):CD001830
- Alanko K, Kanerva L, Jolanki R, Kannas L, Estlander T: Oral mucosal diseases investigated by patch testing with a dental screening series. *Contact Dermatitis* 34(1996)263-270
- Axéll T: Hypersensitivity of the oral mucosa: clinics and pathology. *Acta Odontol Scand.* 2001;59(5):315-9
- Azarpazhooh A, Main P: Is there a risk of harm or toxicity in the placement of pit and fissure sealant materials? A systematic review. *JCDA* 74(2008)179-183.
- Becher R, Wellendorf H, Sakhi AK, Samuelsen JT, Thomsen C, Bølling AK, Kopperud HM: Presence and leaching of bisphenol a (BPA) from dental materials. *Acta Biomater Odontol Scand.* 2018;4(1):56-62
- Benton JB, Zimmerman BF, Zimmerman KL, Rawls HR: In vivo biocompatibility of an acrylic, fluoride-releasing, anion-exchange resin. *J Appl Biomater.* 1993;4(1):97-101
- Berge TLL, Lygre GB, Lie SA, Lindh CH, Björkman L: Bisphenol A in human saliva and urine before and after treatment with dental polymer-based restorative materials. *Eur J Oral Sci.* 2019;127(5):435-444
- Blomgren J, Axéll T, Sandahl O, Jontell M: Adverse reactions in the oral mucosa associated with anterior composite restorations. *J Oral Pathol Med.* 1996;25(6):311-3
- Bundesinstitut für Risikobewertung: Bisphenol A: BfR schlägt gesundheitsbasierten Richtwert vor, für eine vollständige Risikobewertung werden aktuelle Expositionsdaten benötigt. 2023 1-135.
- Buonocore MG: A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 34(1955)849-853.
- Cueto EI, Buonocore MG: Sealing of pit and fissures with an adhesive resin: its use in caries prevention. *J Am Dent Assoc* 75(1967)121-128.
- Cvikl B, Moritz A, Bekes K (2018) Pit and Fissure Sealants-A Comprehensive Review. *Dent J;* 6(2):18.

- Fleish AF, Shellis PE, Chinn B, Edelstein BL, Landrigan PJ: Bisphenol A and related compounds in dental materials. *Pediatrics* 126(2010)760-768.
- Fung EY, Ewoldsen NO, St Germain HA Jr, Marx DB, Miaw CL, Siew C, Chou HN, Gruninger SE, Meyer DM: Pharmacokinetics of bisphenol A released from a dental sealant. *J Am Dent Assoc.* 2000;131(1):51-8
- Gavić L, Goršeta K, Buterin A, Glavina D, Želježić D, Tadin A: Assessment of Cytotoxic and Genotoxic Effect of Fissure Sealants in Buccal Epithelial Cells. *Acta Stomatol Croat.* 2021;55(1):10-17
- Goon AT, Isaksson M, Zimerson E, Goh CL, Bruze M: Contact allergy to (meth)acrylates in the dental services in southern Sweden: simultaneous positive patch test reaction patterns and possible screening allergens. *Contact Dermatitis* 55(2006)219-226.
- Görkem Ulu Güzel K, Sönmez I: Assessment of monomer release from 3 different fissure sealants. *J Appl Biomater Funct Mater.* 2018;16(2):90-96
- Hallström U: Adverse reaction to a fissure sealant: report of case. *ASDC J Dent Child* 60(1993)143-146.
- Hamid A, Hume WR: A study of component release from resin pit and fissure sealants in vitro. *Dent Mater* 13(1997)98-102.
- Jaakkola MS, Leino T, Tammilehto L, Ylöstalo P, Kuosma E, Alanko K: Respiratory effects of exposure to methacrylates among dental assistants. *Allergy* 62(2007)648-654.
- Johns DA, Hemaraj S, Varoli RK: Allergic contact stomatitis from bisphenol-a-glycidyl dimethacrylate during application of composite restorations: a case report. *Indian J Dent Res.* 2014;25(2):266-8
- Joskow R, Barr DB, Barr JR, Calafat AM, Needham LL, Rubin C: Exposure to bisphenol A from bis-glycidyl dimethacrylate-based dental sealants. *J Am Dent Assoc.* 2006;137(3):353-62
- Kanerva L, Jolanki R, Leino T, Estlander T: Occupational allergic contact dermatitis from 2-hydroxyethyl methacrylate and ethylene glycol dimethacrylate in a modified acrylic structural adhesive. *Contact Dermatitis* 33(1995)84-89.
- Kanerva L, Lauerma AI: Iatrogenic acrylate allergy complicating amalgam allergy. *Contact Dermatitis* 38(1998)58-59.
- Kanerva L, Lahtinen A, Toikkanen J, Forss H, Estlander T, Susitaival P, Jolanki R: Increase in occupational skin diseases of dental personnel. *Contact Dermatitis* 40(1999)104-108.
- Kloukos D, Pandis N, Eliades T: In vivo bisphenol-a release from dental pit and fissure sealants: a systematic review. *J Dent* 41(2013)659-667
- Laine J, Kalimo K, Forssell H, Happonen RP: Resolution of oral lichenoid lesions after replacement of amalgam restorations in patients allergic to mercury compounds. *Br J Dermatol* 126(1992)10-15.
- Lam PP, Sardana D, Lo EC, Yiu CK: Fissure Sealant in a Nutshell. Evidence-Based Meta-Evaluation of Sealants' Effectiveness in Caries Prevention and Arrest. *J Evid Based Dent Pract.* 2021;21(3):101587
- Lee JH, Yi SK, Kim SY, Kim JS, Son SA, Jeong SH, Kim JB: Salivary bisphenol A levels and their association with composite resin restoration. *Chemosphere.* 2017;172:46-51
- Löfroth M, Ghasemimehr M, Falk A, Vult von Steyern P: Bisphenol A in dental materials existence, leakage and biological effects. *Heliyon.* 2019;5(5):e01711
- Marquardt W, Seiss M, Hickel R, Reichl FX: Volatile methacrylates in dental practices. *J Adhes Dent.* 2009;11(2):101-7
- McKinney C, Rue T, Sathyanarayana S, Martin M, Seminario AL, DeRouen T: Dental sealants and restorations and urinary bisphenol A concentrations in children in the 2003-2004 National Health and Nutrition Examination Survey. *J Am Dent Assoc* 45(2014)745-750.
- McKinney CM, Leroux BG, Seminario AL, et al. A Prospective Cohort Study of Bisphenol A Exposure from Dental Treatment. *J Dent Res* 2020;22034520934725.

- Mousavinasab SM: Biocompatibility of composite resins. Dent Res J (Isfahan). 2011;8(Suppl 1):S21-9
- Munksgaard EC, Hansen EK, Engen T, Holm U: Self-reported occupational dermatological reactions among Danish dentists. Eur J Oral Sci 104(1996)396-402.
- Nilsson JA, Zheng X, Sundqvist K, Liu Y, Atzori L, Elfving A, Arvidson K, Grafström RC: Toxicity of formaldehyde to human oral fibroblasts and epithelial cells: influences of culture conditions and role of thiol status. J Dent Res 77(1998)1896-1903
- Novy B, Young D, Fontana M, Tinanoff N, Slayton R: Bisphenol A Released from Resin Based Dental Sealants. ADA Professional Product Review 2016;11(1)
- de Nys S, Duca RC, Vervliet P, Covaci A, Boonen I, Elskens M, Vanoirbeek J, Godderis L, Van Meerbeek B, Van Landuyt KL: Bisphenol A release from short-term degraded resin-based dental materials. J Dent. 2022;116:103894
- Ohlsson CG, Svensson L, Mossberg B: Prevalence of contact dermatitis among dental personnel in a Swedish rural county. Swed Dent J 25(2001)13-20.
- Ohlsson CG, Svensson L: Prevention of allergy to acrylates and latex in dental personnel. Swed Dent J 26(2002)141-147.
- Oilo G: Biodegradation of dental composites/glass-ionomer cements. Adv Dent Res 6(1992)50-54.
- Ortengren U, Andreasson H, Karlsson S, Meding B, Barregård L: Prevalence of self-reported hand eczema and skin symptoms associated with dental materials among Swedish dentists. Eur J Oral Sci 107(1999)496-505.
- Ortengren U: On composite resin materials. Degradation, erosion and possible adverse effects in dentists. Swed Dent J Suppl 24(2000)1-61.
- Örtengren U, Stephen EG: Bisphenol A Released from Resin Based Dental Sealants. ADA Professional Product Review 2016;11(1)
- Oysaed H, Ruyter IE, Sjøvik Kleven IJ: Release of formaldehyde from dental composites. J Dent Res 67(1988)1289-1294.
- Paula AB, Toste D, Marinho A, et al. Once Resin Composites and Dental Sealants Release Bisphenol-A, How Might This Affect Our Clinical Management? A Systematic Review. Int J Environ Res Public Health 2019;16(9).
- Priscilla S, Gs P, Mohandoss S, Kavitha M: Moisture Tolerant Pit and Fissure Sealant: A Literature Review. Int J Clin Pediatr Dent. 2022;15(2):233-239
- Pulgar R, Olea-Serrano MF, Novillo-Fertrell A, Rivas A, Pazos P, Pedraza V, Navajas JM, Olea N: Determination of bisphenol A and related aromatic compounds released from bis-GMA-based composites and sealants by high performance liquid chromatography. Environ Health Perspect 108(2000)21-27
- Ramamurthy P, Rath A, Sidhu P, Fernandes B, Nettem S, Fee PA, Zaror C, Walsh T: Sealants for preventing dental caries in primary teeth. Cochrane Database Syst Rev. 2022;2(2):CD012981
- Rathee M, Malik P, Singh J: Bisphenol A in dental sealants and its estrogen like effect. Indian J Endocrinol Metab. 2012;16(3):339-42
- Reichl FX, Durner J, Kehe K, Manhart J, Folwaczny M, Kleinsasser N, Hume WR, Hickel R: Uptake, clearance and metabolism of TEGDMA in guinea pigs.
- J Dent 30(2002):353-358.
- Reichl FX, Durner J, Hickel R, Spahl W, Kehe K, Walther U, Gempel K, Liebl B, Kunzelmann KH, Hume W: Uptake, clearance and metabolism of TEGDMA in guinea pigs. Dent Mater 18(2002)581-589.
- Reichl FX, Seiss M, Kleinsasser N, Kehe K, Kunzelmann KH, Thomas P, Spahl W, Hickel R: Distribution and excretion of BisGMA in guinea pigs. J Dent Res 87(2008)378-380.

- Reichl FX, Seiss M, Marquardt W, Kleinsasser N, Schweikl H, Kehe K, Hickel R: Toxicity potentiation by H₂O₂ with components of dental restorative materials on human oral cells. Arch Toxicol 82(2008)21-28
- Ren F, Liu J, Huang S, Li Y, Fan W, Chen X, Chen Q: Application of glass ionomer and light-cured resin sealant to the pit and fissure of deciduous teeth. Journal of Clinical Rehabilitative Tissue Engineering Research 2011;15(38):7165-7169
- Ruyter IE: Release of formaldehyde from denture base polymers. Acta Odontol Scand 38(1980)17-27.
- vom Saal FS, Vandenberg LN: Update on the Health Effects of Bisphenol A: Overwhelming Evidence of Harm. Endocrinology. 2021;162(3):bqaa171
- Schafer TE, Lapp CA, Hanes CM, Lewis JB, Wataha JC, Schuster GS: Estrogenicity of bisphenol A and bisphenol A dimethacrylate in vitro. J Biomed Mater Res 45(1999)192-197.
- Seiss M, Nitz S, Kleinsasser N, Buters JT, Behrendt H, Hickel R, Reichl FX: Identification of 2,3-epoxymethacrylic acid as an intermediate in the metabolism of dental materials in human liver microsomes. Dent Mater 23(2007)9-16.
- Stansbury JW: Cyclopolymerizable monomers for use in dental resin composites. J Dent Res. 1990;69(3):844-8
- Stansbury JW, Dickens B, Liu DW: Preparation and characterization of cyclopolymerizable resin formulations. J Dent Res 74(1995)1110-1115.
- Syed M, Chopra R, Sachdev V: Allergic Reactions to Dental Materials-A Systematic Review. J Clin Diagn Res 10(2015)4-9.
- Wrangsjö K, Swartling C, Meding B: Occupational dermatitis in dental personnel: contact dermatitis with special reference to (meth)acrylates in 174 patients. Contact Dermatitis 45(2001)158-163.
- Wright JT, Crall JJ, Fontana M, Gillette EJ, Novy BB, Dhar V, Donly K, Hewlett ER, Quinonez RB, Chaffin J, Crespín M, Iafolla T, Siegal MD, Tampi MP, Graham L, Estrich C, Carrasco-Labra A: Evidence-based clinical practice guideline for the use of pit-and-fissure sealants: A report of the American Dental Association and the American Academy of Pediatric Dentistry. J Am Dent Assoc;147(2016):672-682.e12.
- Zhang Y, Wang Y, Chen Y, Chen Y, Zhang Q, Zou J: The clinical effects of laser preparation of tooth surfaces for fissure sealants placement: a systematic review and meta-analysis. BMC Oral Health. 2019;19(1):20
- Zimmerman-Downs JM, Shuman D, Stull SC, Ratzlaff RE: Bisphenol A blood and saliva levels prior to and after dental sealant placement in adults. J Dent Hyg. 2010;84(3):145-50

16 Nutzen-Schaden-Abwägung

16.1 Zusammenfassung des Nutzens der Fissuren- und Grübchenversiegelung

Das Ziel bei der Anwendung der FGV ist die Vermeidung einer Kariesinitiation bzw. die Arretierung kariöser Frühstadien an den Kariesprädispositionsstellen der Fissuren und Grübchen. Der kariespräventive Effekt an bleibenden Molaren ist im Kapitel 13 dargelegt, wobei die Effektivität durch die Nutzung von Materialien mit einer hohen Überlebenswahrscheinlichkeit begünstigt wird (Kapitel 12). Der Nutzen der Präventionsmaßnahme ist für Individuen bzw. Molaren mit einem erhöhten Kariesrisiko (Kapitel 10) sowie für Kinder und Jugendliche mit Behinderungen besonders gegeben (Kapitel 10). Positive Effekte der FGV sind auch für Molaren beschrieben, welche von einer MIH betroffen sind (Kapitel 11).

16.2 Potenzielle Schädigungen

16.2.1 Kooperativität von Kindern und Jugendlichen

Obwohl der klinische Workflow der FGV mit wenigen Minuten Behandlungszeit pro Zahn vergleichsweise kurz und einfach umzusetzen ist, soll darauf verwiesen werden, dass die Applikation bei Kindern und Jugendlichen mit einer eingeschränkten Kooperativität im Einzelfall entweder gar nicht oder nur eingeschränkt gelingt. Diese Einschätzung gilt ebenso für Patienten mit einem Würgereiz, z. B. bei einer eingeschränkten Nasenatmung. In Fall von kooperationsbedingten Einschränkungen ist mit erhöhten bzw. vorzeitigen Retentionsverlusten zu rechnen. Daher sollte im klinischen Alltag darauf geachtet werden, eine gute Kooperation im Zuge der Applikation einer FGV sicherzustellen. Ist keine ausreichende Kooperativität gegeben, stehen neben dem Gesundheitsmonitoring kooperationsfördernde Maßnahmen im Vordergrund der zahnärztlichen Betreuung. Im Übrigen ist darauf zu verweisen, dass die FGV eine nicht invasive Präventionsmaßnahme darstellt, die zur Heranführung von Kindern an invasive zahnmedizinische Therapiemaßnahmen gut geeignet erscheint. Die klinische Umsetzung der FGV zulasten der Kooperativität des Kindes ist abzulehnen.

16.2.2 Unerwünschte Ereignisse

Im Kapitel 15 wurden potenziell unerwünschte Ereignisse zusammengefasst. Hierbei ist auszuführen, dass beispielsweise allergische Reaktionen nur extrem selten vorkommen. Gleichermäßen ist ein unsachgemäßer Gebrauch oder das versehentliche Verschlucken von Versiegelungsmaterialien als extrem selten zu beurteilen.

16.2.3 Toxikologische Überlegungen

Die klinische Applikation von Fissurenversiegelungsmaterialien geht immer mit einer materialspezifischen Exposition von Abbauprodukten aus der Polymerisation der methacrylat-basierten Kunststoffe einher. Die toxikologischen Betrachtungen wurden dazu im Kapitel 15 ausgeführt. Diese Exposition ist als geringfügig zu beurteilen. Vor allem, wenn in den Betrachtungen berücksichtigt wird, dass bei der FGV Kleinstmengen an Kunststoffen Verwendung finden. Im Fall einer notwendigen Füllungstherapie sind die notwendigen Materialmengen deutlich größer.

16.3 Abschließende Nutzen-Schaden-Betrachtung

Da die Karies in kindlichen und jugendlichen Populationen in der Bundesrepublik Deutschland nach wie vor prävalent ist und dem präventiven Nutzen der FGV nur geringfügige Nachteile gegenüberstehen, kann von einem hohen Nutzen und niedrigen Schaden ausgegangen werden. An dieser Stelle ist nochmals darauf hinzuweisen, dass die FGV Karies kann nur an versiegelbaren Zahnflächen– Fissuren und Grübchen – verhindern kann. Die Maßnahme hat keinen Einfluss auf das orale bzw. patientenbezogene Risikoprofil. Daher ergänzt die FGV als evidenzbasierte Maßnahme das individuelle Präventionskonzept.

Soll bzw. muss auf eine Anwendung der FGV verzichtet werden, so ergeben sich daraus die nachstehenden klinischen Konsequenzen:

- Bestehende Kariesrisiken sollten identifiziert und konsequent reduziert werden.
- Im Fall von material- oder vorgehensspezifischen Bedenken, stehen alternative Werkstoffe zur Verfügung, z.B. BPA-reduzierte Versiegelungskunststoffe. Alternativ kann auf GIZ ausgewichen werden, welche jedoch mit niedrigeren Retentionsraten einhergehen.

17 Patientenperspektive

Zur Fragestellung der FGV aus Patientensicht (Kinder und Jugendliche) und aus Sicht der Sorgeberechtigten finden sich fast ausschließlich außereuropäische Studien. So zeigt sich anhand von Surveys und Querschnittuntersuchungen aus Nordamerika [Al Agili und Griffin, 2015, Bufano et al. 2006, Junger et al. 2019, Mejia et al. 2011], Israel [Blumer et al. 2018], Südafrika [Ayo-Yusuf et al. 2011], dem Iran [Tahani et al. 2017] und der Volksrepublik China [Chen et al. 2020] übereinstimmend, dass das Wissen über die FGV und die Bereitschaft, diese an ihren Kindern durchführen zu lassen, signifikant vom Sozialgradienten und vom Bildungsstand der Sorgeberechtigten abhängt. So konnten signifikante Zusammenhänge zwischen einem höheren Einkommen/einem höheren Bildungsstand und einer höheren Prävalenz von FGV [Al Agili und Griffin 2015, Ayo-Yusuf et al. 2011] bzw. einer größeren Inanspruchnahme von Versiegelungsmaßnahmen [Mejia et al. 2011] ermittelt werden. Es zeigten sich auch eine größere Akzeptanz gegenüber dem Einsatz von Versiegeln (sowie Fluoridpräparaten zur lokalen Anwendung) [Blumer et al. 2018, Selwitz et al. 1992], signifikant bessere Kenntnisse zur Kariesprävention mittels FGV bei Familien mit hohem Bildungsstand, hohem Einkommen und aus sozial gut gestellten Verhältnissen [Chen et al. 2020, Junger et al. 2019, Tahani et al. 2017]. Die Kenntnisse zur Einsatzmöglichkeit von FGV sowie deren präventiven Potenzials scheinen jedoch bei vielen Sorgeberechtigten im Allgemeinen noch immer begrenzt zu sein [Aljafari et al. 2022, Kaur et al. 2019, Selwitz et al. 1992]. Interessanterweise stuften Sorgeberechtigte von 6- bis 12-jährigen Kindern, trotz eines eingeschränkten Wissensstands, das Versiegeln von Grübchen und Fissuren in einer pakistanischen Befragungsstudie als eine kosteneffektive Maßnahme zur Kariesprävention ein [Iftikhar et al. 2023].

Der Wissensstand der Sorgeberechtigten und die Akzeptanz zur Durchführung von Versiegelungsmaßnahmen werden in entscheidendem Maße durch die behandelnden Zahnärzt*innen und dem zahnmedizinischen Personal positiv beeinflusst [Aljafari et al. 2022, Bowman und Zinner 1994, Kaur et al. 2019, Selwitz et al. 1992]. Wenn die Wissensvermittlung in der Zahnarztpraxis stattfand, war der damit in Verbindung stehende Erkenntnisgewinn bei den Sorgeberechtigten zudem signifikant besser, als wenn die Informationen aus den Medien gewonnen wurden [Tahani et al. 2017]. Daher empfehlen viele Autoren eine vermehrte fachliche Aufklärung der Sorgeberechtigten in Bezug auf die präventiven Effekte von FGV sowie auf die Vermittlung präventiver Inhalte durch das Praxispersonal, um das Wissen der Sorgeberechtigten und ihre Akzeptanz u. a. von Versiegelungsmaßnahmen auf einer fachlich validen Grundlage zu erhöhen [Aljafari et al. 2022, Mafeni und Messer 1994, Tahani et al. 2017]. Die Effekte eines besseren Wissensstands auf die praktische Umsetzung oral-präventiver Maßnahmen scheinen im Allgemeinen jedoch begrenzt zu sein. So ergab eine Befragung in Chennai/Indien, dass der Großteil der befragten Sorgeberechtigten trotz ihres guten Wissensstands und einer Achtsamkeit (awareness) gegenüber oral-präventiven Maßnahmen, diese Maßnahmen (darunter auch FGV) nicht in die Praxis umsetzte [Lakshmanan und Gurunathan 2020].

Die Akzeptanz von Kindern gegenüber Versiegelungsmaßnahmen scheint grundsätzlich erhöht zu sein, wenn diese bereits FGV erhalten haben (und somit bereits eine einschlägige (positive) Behandlungserfahrung mit Versiegelungsmaßnahmen besitzen) [Morgan et al. 2014], wenn die Versiegelungsmaßnahme mit einer anderen positiven Erfahrung verbunden war („fun to visit the mobile dental unit and receiving a sticker“) [Morgan-Trimmer et al. 2019], oder wenn die Kinder die Zahnarztpraxis regelmäßig und nicht nur mit Zahnschmerzen aufsuchen [Ayo-Yusuf et al. 2011].

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich diese Ergebnisse auf europäische/deutsche Verhältnisse nur eingeschränkt übertragen lassen. Häufig erfolgten die Surveys und Kohortenstudien u. a. mit Kindern, welche Versiegelungsmaßnahmen im Rahmen schulischer Präventionsprogramme erhalten hatten [Morgan-Trimmer et al. 2019, Pichot et al. 2020, Scherrer et al. 2022], die beispielsweise nicht Bestandteil gruppenprophylaktischer Maßnahmen, in Deutschland auf Grundlage von § 21 SGB V, sind. Auch ist hierbei zu beachten, dass einige dieser Untersuchungen in Schwellenländern durchgeführt wurden, in denen andere Gesundheitssysteme bestehen und daher nicht von vergleichbaren ökonomischen Voraussetzungen und Bildungsmöglichkeiten ausgegangen werden kann, wie sie unter europäischen/deutschen Verhältnissen zu erwarten sind.

Die Studienlage zur Zufriedenheit der Kinder und Sorgeberechtigten sowie zur mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität (oral health-related quality of life, OHRQoL) nach Versiegelungsmaßnahmen ist ebenfalls sehr begrenzt. In einer israelischen Umfrage von Sorgeberechtigten, die ihre Kinder in der Abteilung für Kinderzahnheilkunde der Universität von Tel Aviv behandeln ließen, wurde von einer sehr hohen Zufriedenheit mit den präventiven Maßnahmen berichtet, die u. a. den Einsatz von FGV und die Anwendung lokaler Fluoridprodukte beinhalteten [Blumer et al. 2018]. In einer modellierten US-amerikanischen Studie mit 7-jährigen Kindern (zu Studienbeginn) von März 2020 bis Februar 2024 zum Einfluss der COVID-19 Pandemie und dem damit verbundenen reduzierten Zugang zu zahnerhaltenden Maßnahmen u. a. der FGV wurde die Reduktion der OHRQoL anhand des Verlusts behinderungsbereinigter Jahre (disability-adjusted life years [DALYs]) berechnet. Dieser lag bei Kindern aus benachteiligten sozialen Verhältnissen (Hispanic/not-Hispanic black) bei 2,07/1,75 DALYs und somit im Vergleich zu Kindern aus weniger prekären sozialen Verhältnissen (not-Hispanic white) mit 0,94 DALYs signifikant höher [Scherrer et al. 2022]. Durch die Versorgung mit FGV nach Ende der Pandemie konnten die sozial bedingten Unterschiede während des noch laufenden Beobachtungszeitraums zumindest teilweise abgemildert werden. Im Rahmen einer quasi-experimentellen, 4-armigen Studie über einen Interventionszeitraum von 3 Jahren und einem Beobachtungszeitraum von 5,5 Jahren konnte kein Zugewinn an OHRQoL nach 1) FGV + Lokalfluoridierung, 2) FGV, 3) Lokalfluoridierung oder 4) keiner Intervention innerhalb der Gruppen ermittelt werden [Hita Iglesias et al. 2007]. Auch im Gruppenvergleich war kein signifikanter Unterschied der OHRQoL zwischen den 4 Gruppen messbar.

Auf die Grundlage dieser Erkenntnisse scheint die Messung von Effekten der FGV auf die OHRQoL schwierig bis unmöglich zu sein, da ein Zusatznutzen bzw. ein spürbarer Unterschied nach der FGV symptomloser Molaren und einem Zugewinn von OHRQoL offenbar nicht messbar ist.

Die direkte Messung der Verbesserung der OHRQoL dürfte nur dann möglich zu sein, wenn die FGV bei Zähnen mit einer Schmerzsymptomatik/ Funktionseinschränkung angewendet wird und dadurch eine Verbesserung der Schmerzsymptomatik/ Funktion erzielt werden kann. Dieser Effekt wurde beispielsweise bei der Behandlung von Patienten mit einer Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation (MIH) beobachtet. Eine MIH kann, je nach Grad der Ausprägung, mit einem chronischen Schmerzgeschehen und in der Folge mit einer reduzierten OHRQoL verbunden sein [Altner et al. 2022, Dias et al. 2021, Jawdekar et al. 2022, Joshi et al. 2022, Reissenberger et al. 2022]. Ergebnisse zweier deutscher Kohortenstudien konnten in diesem Zusammenhang zeigen, dass durch die FGV von MIH-Zähnen ohne okklusale Schmelzeinbrüche aber mit einer Schmerzsymptomatik eine signifikante Verbesserung der OHRQoL bei den behandelten Kindern eintrat [Bekes et al. 2021, Bekes et al. 2022]. Demnach eignen sich Ver-

siegelungsmaßnahmen von MIH-Zähnen mit Schmerzsymptomatik und ohne okklusale Schmelzeinbrüche zur Minderung der Schmerzsymptome und zur Verbesserung der OHRQoL [Bekes et al. 2022, Elhennawy und Schwendicke 2016].

Literatur

- Al Agili, D. E. and Griffin, S. O.: Effect of Family Income on the Relationship Between Parental Education and Sealant Prevalence, National Health and Nutrition Examination Survey, 2005-2010. *Prev Chronic Dis* 2015; 12, E138.
- Aljafari, A., ElKarmi, R., Nasser, O., Atef, A. and Hosey, M. T.: Oral health status and practices of 6- to 7-year-old children in Amman, Jordan: a cross-sectional study. *BMC Oral Health* 2022; 22, 307.
- Altner, S., Ebel, M., Ritschl, V., Stamm, T., Hirsch, C. and Bekes, K.: Treatment of Severe Caries and Molar Incisor Hypomineralization and Its Influence on Oral Health-Related Quality of Life in Children: A Comparative Study. *Int J Environ Res Public Health* 2022; 19.
- Ayo-Yusuf, O. A., Okagbare, T. E. and Ayo-Yusuf, I. J.: Prevalence and socio-economic disparities in fissure sealant placement among adolescents in the Limpopo Province, South Africa. *Sadj* 2011; 66, 380-3.
- Bekes, K., Amend, S., Priller, J., Zamek, C., Stamm, T. and Krämer, N.: Changes in oral health-related quality of life after treatment of hypersensitive molar incisor hypomineralization-affected molars with a sealing. *Clin Oral Investig* 2021; 25, 6449-6454.
- Bekes, K., Amend, S., Priller, J., Zamek, C., Stamm, T. and Krämer, N.: Hypersensitivity relief of MIH-affected molars using two sealing techniques: a 12-week follow-up. *Clin Oral Investig* 2022; 26, 1879-1888.
- Blumer, S., Ratson, T., Peretz, B. and Dagon, N.: Parents' Attitude towards the Use of Fluorides and Fissure Sealants and its Effect on their Children's Oral Health. *J Clin Pediatr Dent* 2018; 42, 6-10.
- Bowman, P. A. and Zinner, K. L.: Utah's parent, teacher, and physician sealant awareness surveys. *J Dent Hyg* 1994; 68, 279-85.
- Bufano, U. B., Macek, M. D., Wagner, M. L., Manz, M. C., Goodman, H. S. and Marrazzo, I. D.: Survey of dental sealants in Maryland third graders. *Gen Dent* 2006; 54, 186-90.
- Chen, L., Hong, J., Xiong, D., Zhang, L., Li, Y., Huang, S. and Hua, F.: Are parents' education levels associated with either their oral health knowledge or their children's oral health behaviors? A survey of 8446 families in Wuhan. *BMC Oral Health* 2020; 20, 203.
- Dias, F., Gradella, C. M. F., Ferreira, M. C. and Oliveira, L. B.: Molar-incisor hypomineralization: parent's and children's impact perceptions on the oral health-related quality of life. *Eur Arch Paediatr Dent* 2021; 22, 273-282.
- Elhennawy, K. and Schwendicke, F.: Managing molar-incisor hypomineralization: A systematic review. *J Dent* 2016; 55, 16-24.
- Hita Iglesias, C., Prados Atienza, M. B., Bravo, M., Prados Sánchez, E., Muñoz Soto, E. and González Rodríguez, M. P.: Impact of public preventive programmes on oral quality of life of 11 to 12-yr-old school students. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2007; 12, E408-11.
- Iftikhar, A., Lal, A., Imran, A., Wasif, M., Ahmed, N. and Heboyen, A.: Parental Knowledge, Attitude and Practices Toward Dental Sealants as Preventive Strategy for Dental Caries in Children: A Cross Sectional Study. *Glob Pediatr Health* 2023; 10, 2333794x231214090.
- Jawdekar, A. M., Kamath, S., Kale, S. and Mistry, L.: Assessment of oral health-related quality of life (OHRQoL) in children with molar incisor hypomineralization (MIH) A systematic review and meta-analysis of observational studies. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2022; 40, 368-376.

- Joshi, T., Rahman, A., Rienhoff, S., Rienhoff, J., Stamm, T. and Bekes, K.: Impact of molar incisor hypomineralization on oral health-related quality of life in 8-10-year-old children. *Clin Oral Investig* 2022; 26, 1753-1759.
- Junger, M. L., Griffin, S. O., Lesaja, S. and Espinoza, L.: Awareness Among US Adults of Dental Sealants for Caries Prevention. *Prev Chronic Dis* 2019; 16, E29.
- Kaur, S., Telgi, R. L., Tandon, V., Kaur, R. and Bhattacharyya, S.: Parents outlook on preventive dental modalities for their children in Udham Singh Nagar, India. *J Educ Health Promot* 2019; 8, 60.
- Lakshmanan, L. and Gurunathan, D.: Parents' knowledge, attitude, and practice regarding the pit and fissure sealant therapy. *J Family Med Prim Care* 2020; 9, 385-389.
- Mafeni, J. O. and Messer, L. B.: Parental knowledge and attitudes towards pit and fissure sealants. *Aust Dent J* 1994; 39, 172-80.
- Mejia, G. C., Weintraub, J. A., Cheng, N. F., Grossman, W., Han, P. Z., Phipps, K. R. and Gansky, S. A.: Language and literacy relate to lack of children's dental sealant use. *Community Dent Oral Epidemiol* 2011; 39, 318-24.
- Morgan, A. G., Madahar, A. K. and Deery, C.: Acceptability of fissure sealants from the child's perspective. *Br Dent J* 2014; 217, E2.
- Morgan-Trimmer, S., Chadwick, B. L., Hutchings, S., Scoble, C., Lises, C., Drew, C. J., Murphy, S., Pickles, T., Hood, K. and Chestnutt, I. G.: The acceptability of fluoride varnish and fissure sealant treatments in children aged 6-9 delivered in a school setting. *Community Dent Health* 2019; 36, 33-38.
- Pichot, H., Pereira, B., Magnat, E., Hennequin, M. and Tubert-Jeannin, S.: Implementation and impact of a dental preventive intervention conducted within a health promotion program on health inequalities: A retrospective study. *PLoS One* 2020; 15, e0230639.
- Reissenberger, T., Ebel, M., Klode, C., Hirsch, C. and Bekes, K.: Hypomineralized Teeth and Their Impact on Oral-Health-Related Quality of Life in Primary School Children. *Int J Environ Res Public Health* 2022; 19.
- Scherrer, C., Naavaal, S., Lin, M. and Griffin, S. O.: COVID-19 Pandemic Impact on US Childhood Caries and Potential Mitigation. *J Dent Res* 2022; 101, 1147-1154.
- Selwitz, R. H., Colley, B. J. and Rozier, R. G.: Factors associated with parental acceptance of dental sealants. *J Public Health Dent* 1992; 52, 137-45.
- Tahani, B., Yadegarfar, G. and Ahmadi, A.: Knowledge, attitude, and practice of parents of 7-12-year-old children regarding fissure sealant therapy and professional fluoride therapy. *J Educ Health Promot* 2017; 6, 106.

18 Abkürzungsverzeichnis/ Glossar

AAPD	American Academy of Pediatric Dentistry
ADA	American Dental Association
ART-Versiegelungen/ ART-Sealants	In Anlehnung an die ART-Technik (Atraumatic Resorative Treatment/Atraumatische Füllungstherapie) modifizierte Versiegelungstechnik, die vorzugsweise in Entwicklungs- bzw. Schwellenländern zum Einsatz kommt. Die Versiegelung erfolgt mit einem Glas-Ionomer-Zement (GIZ) i. d. R. ohne die Verfügbarkeit einer zahnärztlichen Behandlungseinheit.
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V.; http://www.awmf.org
BisGMA	Bisphenolglycidylmethacrylat
BPA	Bisphenol-A
DAJ	Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege e.V. http://www.daj.de
Dentinkaries	Kariöse Läsion, die den Zahnschmelz penetriert und das Dentin erreicht hat (D3-4-Niveau, siehe auch D-Klassifikation).
DGKiZ	Deutsche Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde e.V. http://dgkiz.de
DGZ	Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung e.V. http://www.dgz-online.de/
DGZMK	Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde e.V. http://www.dgzmk.de
D-Klassifikation	Die D(ecay)-Klassifikation wurde von Marthaler [1966] eingeführt und hat sich vor allem für die Beurteilung der Kariesprogression mit Röntgenaufnahmen und der histologischen Läsionsausdehnung etabliert. Die Unterteilung erfolgt in: D0 – Vollständig gesunde Zahnfläche D1 – Kariesprogression bis in die äußere Schmelzhälfte D2 – Kariesprogression bis in die innere Schmelzhälfte D3 – Kariesprogression bis in die äußere Dentinhälfte D4 – Kariesprogression bis in die innere Dentinhälfte.
DMF-Index	Der D(ecay)M(missing)F(illed)-Wert kann zahn(tooth)und zahnflächen(surface)bezogen angegeben werden, und ist der weltweit akzeptierte Basiswert für die Charakterisierung der kariösen Destruktion im Milchgebiss (dmft/dmfs) und in der bleibenden Dentition (DMFT/DMFS).
EAPD	European Academy of Paediatric Dentistry
GIZ	Glas-Ionomer-Zement. Materialgruppe, welche u. U. auch zur Versiegelung von Zähnen eingesetzt wird.
FGV	Fissuren- und Grübchenversiegelung
HEMA	Hydroxyethylmethacrylat

ICDAS	International Caries Detection and Assessment System. Kriterien zur visuellen Beurteilung des Erscheinungsbildes kariöser Läsionen.
Initialkaries, initial kariöse Läsion	Synonym zu ‚nicht kavitierte kariöse Läsion‘. Siehe dort.
IP5	Abrechnungsposition für die Fissuren- und Grübchenversiegelung laut BEMA.
Kariesaktivität	Wahrscheinlichkeit, mit der eine kariöse Läsion im zeitlichen Verlauf weiter voranschreitet oder stagniert. Die Kariesaktivität ist eine klinische Diagnose und wird von Faktoren, wie z. B. Alter, Mundhygiene, Kariesrisiko und Ernährungsweise beeinflusst. Prinzipiell kann jede vorhandene Schmelzoder Dentinkaries aktiv oder inaktiv sein [Machiulskiene et al. 2020]
Kariesdetektion	Erfassung bzw. Erkennung einer (nicht kavitierten) kariösen Läsion mit einer Diagnostikmethode.
Kariesdiagnostik	Präzise Beschreibung des Progressionsgrades einer (nicht kavitierten) kariösen Läsion mit einer Diagnostikmethode.
Kariesprogression	Die Kariesprogression gibt an, wie weit eine Karies im Zahnschmelz bzw. dem Dentin vorangeschritten ist.
Kariesrisiko (individuell)	Als individuelles Kariesrisiko wird die Wahrscheinlichkeit eines Individuums definiert, zukünftig in einem bestimmten Zeitintervall neue kariöse Läsionen (nicht kavitierte oder kavitierte Karies) zu entwickeln [Machiulskiene et al. 2020]
Kariesrisiko (zahnflächen-spezifisch)	Tiefe retentive okklusale Fissuren und nicht kavitierte kariöse Läsionen (Schmelzkaries) charakterisieren ein zahnflächen-spezifisches Kariesrisiko der Kauflächen von Milch- und bleibenden Molaren sowie deren Wahrscheinlichkeit eine zukünftige manifeste kavitierten Karies zu entwickeln.
Kavitation	Als kariös bedingte Kavitationen werden entsprechend der WHO-Definition (WHO 1997) visuell-taktil erfassbare kariöse Läsionen definiert. Als Kriterium gilt die Penetration der abgerundeten Spitze der CPI-Sonde durch den Zahnschmelz in das Dentin.
Nicht kavitierte kariöse Läsionen	Unter einer nicht kavitierten kariösen Läsion wird eine visuell erfassbare kariös bedingte Demineralisation oder Verfärbung verstanden, die nicht mit der CPI-Sonde (WHO 1997) sondierbar ist. Klinisch bzw. histologisch können diese Läsionen mit einer Schmelzoder Dentinkaries vergesellschaftet sein. Da sich im angelsächsischen Sprachraum der Terminus ‚non cavitated caries lesion‘ etabliert hat, wird dieser als ‚nicht kavitierte kariöse Läsion‘ auch in der vorliegenden Leitlinie verwandt.
Schmelzkaries	Kariöse Läsion, die auf den Zahnschmelz begrenzt ist und das Dentin noch nicht erreicht hat (D1-2-Niveau, siehe auch D-Klassifikation).

19 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Die rasterelektronenmikroskopische Aufnahme (A) verdeutlicht das zerklüftete, plaqueretentive Fissurenrelief der Okklusalfäche. Die mikroradiografische Aufnahme (B) zeigt eine Y-förmige Fissur und die geringe Schmelzdicke am Fissurenfundus, die u. U. eine rasche Kariesprogression in das Dentin bedingt, da die Fissur einer effektiven Entfernung des Biofilms nur bedingt zugänglich ist.	6
Abbildung 2	Die mikro-computertomografische Aufnahme zeigt einen Dentindefekt im Fissurenfundus eines dritten Molaren. Anatomische Irregularitäten wie diese können eine rasche Kariesinitiation und -progression begünstigen und wurden als Ursache für das Auftreten von Karies in Fissuren und Grübchen diskutiert [Kühnisch et al. 2012].	6
Abbildung 3	Nicht kavitierte kariöse Okklusalläsionen: Diese klinischen Zustandsbilder treten insbesondere bei Kindern und Jugendlichen mit erhöhter Kariesaktivität häufiger auf und sind aus diagnostischer Sicht für den Zahnarzt bezüglich der Therapieentscheidung oftmals schwierig zu beurteilen. Die Kariesinitiation ist durch die FGV vermeidbar.	7
Abbildung 4	Kavitierte kariöse Okklusalläsionen: Diese Läsionsstadien erfordern im Regelfall eine restaurative Versorgung.	7
Abbildung 5	Ein oberer, erster bleibender Molar mit einer nicht kavitierten kariösen Läsion vor und nach der Applikation einer FGV.	9
Abbildung 6	Diagnostischer Entscheidungsprozess zur Fissuren- und Grübchenversiegelung.	23
Abbildung 7	Klinisches Erscheinungsbild von MIH-betroffenen ersten bleibenden Molaren mit weißlich-gelblicher (links) bis hin zu gelblich-bräunlicher Schmelzopazität (mittig). Ein ausgeprägter post-eruptiver Schmelzeinbruch besteht im Bereich der okklusal-bukkalen braunen Schmelzopazitäten des ersten bleibenden Molaren (rechts).	55
Abbildung 8	Die Bilder zeigen exemplarisch MIH-Molaren mit einer intakten FGV (links), mit einem partiellen Materialverlust (mittig) und einen ersten bleibenden Molaren mit einem post-eruptiven Schmelzeinbruch, der den Verlust der Kompositabdeckung und ergänzenden partiellen Versiegelung aufweist (rechts).	56
Abbildung 9	Das klinische Bild des ersten oberen Molaren eines 10-jährigen Patienten weist eine nicht kavitierte, braun verfärbte Fissur auf (A). Die Auswertung der vorhandenen Bissflügelröntgenaufnahme zeigt keine Radioluzenz im Dentin (B). Nach dem klinisch-röntgenologischen Ausschluss einer Dentinkaries wurde die Indikation zur FGV gestellt. Nach Säurekonditionierung (C), Absprayen des Phosphorsäure-Gels und forcierter Lufttrocknung der geätzten Areale erscheint die Schmelzoberfläche weißlich kreidig (D). Unter relativer Trockenlegung wurde das opak eingefärbte Versiegelungsmaterial (E) appliziert und polymerisiert. Die Fotodokumentation nach einem Jahr (F) zeigt keine Retentionsverluste.	121

DIE RASTERELEKTRONENMIKROSKOPISCHE AUFNAHME (A) VERDEUTLICHT DAS ZERKLÜFTETE, PLAQUERETENTIVE FISSURENRELIEF DER OKKLUSALFLÄCHE. DIE MIKORADIOGRAFISCHE AUFNAHME (B) ZEIGT EINE Y-FÖRMIGE FISSUR UND DIE GERINGE SCHMELZDICKE AM FISSURENFUNDUS, DIE U. U. EINE RASCHE KARIESPROGRESSION IN DAS DENTIN BEDINGT, DA DIE FISSUR EINER EFFEKTIVEN ENTFERNUNG DES BIOFILMS NUR BEDINGT ZUGÄNGIG IST.	6
DIE MIKRO-COMPUTERTOMOGRAFISCHE AUFNAHME ZEIGT EINEN DENTINDEFEKT IM FISSURENFUNDUS EINES DRITTEN MOLAREN. ANATOMISCHE IRREGULARITÄTEN WIE DIESE KÖNNEN EINE RASCHE KARIESINITIATION UND -PROGRESSION BEGÜNSTIGEN UND WURDEN ALS URSACHE FÜR DAS AUFTRETEN VON KARIES IN FISSUREN UND GRÜBCHEN DISKUTIERT [KÜHNISCH ET AL. 2012].....	6

NICHT KAVITIERT KARIÖSE OKKLUSALLÄSIONEN: DIESE KLINISCHEN ZUSTANDSBILDER TRETEN INSBESONDERE BEI KINDERN UND JUGENDLICHEN MIT ERHÖHTER KARIESAKTIVITÄT HÄUFIGER AUF UND SIND AUS DIAGNOSTISCHER SICHT FÜR DEN ZAHNARZT BEZÜGLICH DER THERAPIEENTSCHEIDUNG OFTMALS SCHWIERIG ZU BEURTEILEN. DIE KARIESINITIATION IST DURCH DIE FGV VERMEIDBAR.	7
KAVITIERT KARIÖSE OKKLUSALLÄSIONEN: DIESE LÄSIONSTADIEN ERFORDERN IM REGELFALL EINE RESTAURATIVE VERSORGUNG.	7
EIN OBERER, ERSTER BLEIBENDER MOLAR MIT EINER NICHT KAVITIERTEN KARIÖSEN LÄSION VOR UND NACH DER APPLIKATION EINER FGV.	9
DIAGNOSTISCHER ENTSCHEIDUNGSPROZESS ZUR FISSUREN- UND GRÜBCHENVERSIEGELUNG.	23
KLINISCHES ERSCHEINUNGSBILD VON MIH-BETROFFENEN ERSTEN BLEIBENDEN MOLAREN MIT WEIßLICH-GELBLICHER (LINKS) BIS HIN ZU GELBLICH-BRÄUNLICHER SCHMELZOPAZITÄT (MITTIG). EIN AUSGEPRÄGTER POST-ERUPTIVER SCHMELZEINBRUCH BESTEHT IM BEREICH DER OKKLUSAL-BUKKALEN BRAUNEN SCHMELZOPAZITÄTEN DES ERSTEN BLEIBENDEN MOLAREN (RECHTS).	55
DIE BILDER ZEIGEN EXEMPLARISCH MIH-MOLAREN MIT EINER INTAKTEN FGV (LINKS), MIT EINEM PARTIELLEN MATERIALVERLUST (MITTIG) UND EINEN ERSTEN BLEIBENDEN MOLAREN MIT EINEM POST-ERUPTIVEN SCHMELZEINBRUCH, DER DEN VERLUST DER KOMPOSITABDECKUNG UND ERGÄNZENDEN PARTIELLEN VERSIEGELUNG AUFWEIST (RECHTS).	56
DAS KLINISCHE BILD DES ERSTEN OBEREN MOLAREN EINES 10-JÄHRIGEN PATIENTEN WEIST EINE NICHT KAVITIERT, BRAUN VERFÄRBTE FISSUR AUF (A). DIE AUSWERTUNG DER VORHANDENEN BISSFLÜGELRÖNTGENAUFNAHME ZEIGT KEINE RADIOLUZENZ IM DENTIN (B). NACH DEM KLINISCH-RÖNTGENOLOGISCHEN AUSSCHLUSS EINER DENTINKARIES WURDE DIE INDIKATION ZUR FGV GESTELLT. NACH SÄUREKONDITIONIERUNG (C), ABSPRAYEN DES PHOSPHORSÄURE-GELS UND FORCIERTER LUFTTROCKNUNG DER GEÄTZTEN AREALE ERSCHEINT DIE SCHMELZ OBERFLÄCHE WEIßLICH KREIDIG (D). UNTER RELATIVER TROCKENLEGUNG WURDE DAS OPAK EINGEFÄRBTE VERSIEGELUNGSMATERIAL (E) APPLIZIERT UND POLYMERISIERT. DIE FOTODOKUMENTATION NACH EINEM JAHR (F) ZEIGT KEINE RETENTIONSVERLUSTE.	121

20 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Entwicklung des Kariesbefalls bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland im Zeitraum zwischen 1973 anhand 2023 anhand bevölkerungsrepräsentativer Untersuchungen.	10
Tabelle 2	Übersicht zur Häufigkeit und Qualität von Fissuren- und Grübchenversiegelungen aus epidemiologischen Studien in der Bundesrepublik Deutschland von 1994 bis 2023	12
Tabelle 3	Zusammenfassung relevanter Parameter der Kariesaktivität, welche im Rahmen der klinischen Untersuchung von kariösen Läsionen erfasst werden können.	21
Tabelle 4	DAJ-Kriterien zur Kariesrisikobestimmung	22
Tabelle 5	Evidenztabelle zur Nutzung der FGV bei Kindern und Jugendlichen mit einem Kariesrisiko im Rahmen von systematischen Übersichtsarbeiten.	43
Tabelle 6	Evidenztabelle zur Nutzung der FGV bei Kindern und Jugendlichen mit einem Kariesrisiko im Rahmen von klinischen Studien.	44
Tabelle 7	Evidenztabelle zur Nutzung der FGV bei Kindern und Jugendlichen mit Behinderungen und besonderem medizinischen Unterstützungsbedarfen.	52
Tabelle 8	Evidenztabelle zur Nutzung der FGV bei Kindern und Jugendlichen mit MIH im Rahmen von systematischen Übersichtsarbeiten.	59
Tabelle 9	Evidenztabelle zur Nutzung der FGV bei Kindern und Jugendlichen mit Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation (MIH) im Rahmen von klinischen Studien.	60
Tabelle 10	Pooled retention rate estimates (RRE) mit 95% Konfidenzintervallen (CI) aus dem Meta-Analyse-Modell von Kühnisch et al. [2020].	67

Tabelle 11	Zusammenfassende Übersicht zu den gemittelten, prozentualen Retentions- bzw. Überlebensraten von intakten FGV an bleibenden Molaren aus prospektiv angelegten, klinischen Studien mit einer Mindestlaufzeit von 2 Jahren. Die den Daten zugrunde liegenden klinischen Studien sind in den Evidenztabelle (siehe Evidenzreport) dargestellt (SÄT – Säure-Ätz-Technik).	68
Tabelle 12	Anzahl der eingeschlossenen (randomisierten) klinischen Studien zur Beurteilung des Retentionsverhaltens.	70
Tabelle 13	Evidenztabelle zum Retentionsverhalten der FGV.	71
Tabelle 14	Evidenztabelle zum materialabhängigen Retentionsverhalten der FGV bei Kindern und Jugendlichen im Rahmen von systematischen Reviews/ Meta-Analysen.	72
Tabelle 15	Dokumentation neuer nicht kavierter kariöser Läsionen in Relation zum Versiegelungsmaterial und zur Beobachtungszeit aus den inkludierten klinischen Studien.	83
Tabelle 16	Dokumentation neuer kavierter kariöser Läsionen in Relation zum Versiegelungsmaterial und zur Beobachtungszeit aus den inkludierten klinischen Studien.	84
Tabelle 17	Evidenztabelle zum Auftreten nicht kavierter kariöser Läsionen nach der FGV in Relation zur Materialgruppe.	87
Tabelle 18	Evidenztabelle zum Auftreten kavierter kariöser Läsionen nach der FGV in Relation zur Materialgruppe.	88
Tabelle 19	Verwendete Ätzzeiten, die in klinischen Studien in Kombination mit methacrylat-basierten Versiegelungsmaterialien (Licht-Polymerisate und fluorid-freisetzende Licht-Polymerisate) eingesetzt wurden.	101
Tabelle 20	Übersicht klinischer Studien in denen methacrylat-basierte Versiegelungsmaterialien (Licht-Polymerisate und fluorid-freisetzende Licht-Polymerisate, keine mechanische Schmelzpräparation) in Kombination mit einer verkürzten Säurekonditionierung (<30 Sekunde) zum Einsatz kamen.	102
Tabelle 21	Evidenztabelle zur Nutzung der FGV in klinischen Studien mit einer verkürzten Säurekonditionierung (<30 Sekunde).	103
Tabelle 22	Arbeitsschritte bei der Fissuren- und Grübchenversiegelung (FGV) am bleibenden Zahn	120
Tabelle 22	Fachgesellschaften, Arbeitsgemeinschaften oder Berufsverbände	141
Tabelle 23	Übersicht der federführenden Autorgruppe.	143

21 Informationen zu dieser Leitlinie

21.1 Zusammensetzung der Leitliniengruppe

21.2 Federführende Fachgesellschaften

Die Erstellung dieser Leitlinie erfolgte unter Federführung der nachgenannten Fachgesellschaften.

- Deutsche Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde e.V. (DGKiZ)
- Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ)
- Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK)

21.3 Beteiligung weiterer Fachgesellschaften/ Organisationen

An der Leitlinienentwicklung waren die nachstehenden Fachgesellschaften, Arbeitsgemeinschaften oder Berufsverbände beteiligt:

Tabelle 23 Fachgesellschaften, Arbeitsgemeinschaften oder Berufsverbände

Fachgesellschaft/Verband/Organisation	Mandatsträger
Deutsche Gesellschaft für Kinderzahnmedizin (DGKiZ)	PD Dr. Ina Schüler
Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ)	Prof. Dr. Christian Hannig
Deutsche Gesellschaft für Zahn- Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK)	Prof. Dr. Alexander Rahman
Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. (DGKFO)	Prof. Dr. Sinan Şen
Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin (DGKJ)	Prof. Dr. K.-E. Bergmann
Deutsche Gesellschaft für Orale Epidemiologie und Versorgungsforschung (DGOEV)	Prof. Dr. Jablonski-Momeni
Deutsche Gesellschaft für Orale Epidemiologie und Versorgungsforschung (DGOEV)	Dr. Reinhard Schilke (Stellvertreter)
Deutsche Gesellschaft für Restaurative und Regenerative Zahnerhaltung (DGR2Z)	Prof. Dr. Marianne Federlin
Deutsche Gesellschaft für Dentalhygieniker*innen (DGDH)	Sylvia Fresmann
Deutsche Gesellschaft für Lasierzahnheilkunde (DGL)	Dr. M.Sc. M.Sc. Gabriele Schindler-Hultzsch
Deutsche Gesellschaft Zahnmedizin für Menschen mit Behinderung oder besonderem medizinischen Unterstützungsbedarf (DGZMB)	Prof. Dr. Andreas Schulte
Verband medizinischer Fachberufe (VMF)	Sylvia Gabel
Arbeitsgemeinschaft für Grundlagenforschung (AfG)	Prof. Dr. Fabian Cieplik

Neue Gruppe – wissenschaftliche zahnärztliche Vereinigung	Dr. Walter Denner
Arbeitskreis für die Weiterentwicklung der Lehre in der Zahnmedizin (AKWLZ)	PD Dr. Yvonne Wagner
Bundesverband der Zahnärzte des Öffentlichen Gesundheitsdienstes e.V. (BZÖG)	Dr. Pantelis Petrakakis
Bundeszahnärztekammer (BZÄK)	Prof. Dr. Christoph Benz
Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung (KZBV)	Dr. Ralf Wagner
Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung (KZBV)	Dr. Jörg Beck (Stellvertreter)
Freier Verband Deutscher Zahnärzte (Fissurenversiegelung DZ)	Prof. Dr. Thomas Wolf

21.3.1 Autorengruppe

Vertreter der maßgeblich an der Thematik beteiligten Fachbereiche (Kinderzahnmedizin, Präventivzahnmedizin und Zahnerhaltung) gehören der Kernarbeitsgruppe an (Tabelle 24). Alle federführenden Autoren weisen projektbezogene Forschungsschwerpunkte auf und sind mehrheitlich in universitären Abteilungen tätig, welche an der präventiven, minimal-invasiven und restaurativen zahnärztlichen Versorgung von Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen beteiligt sind. Damit liegt eine umfangreiche klinische Expertise vor, um alle Fragen zur Fissurenversiegelung in Relation zur verfügbaren Literatur für den nationalen Versorgungskontext darstellen zu können.

21.4 Methodik

- Dr. Monika Nothacker (AWMF, zertifizierte Leitlinienberaterin)
- Dr. Anke Weber, M.Sc. (DGZMK, Leitlinienbeauftragte)
- Dr. Birgit Marré (DGZMK, Leitlinienbeauftragte)

21.5 Patientenvertreter

Die Mitwirkung von Selbsthilfegruppen, Patientenverbänden und Patientennetzwerken war ausdrücklich erwünscht. Die Einladungen an die Patientenvertreter wurden mit dem Projektstart ausgesprochen. Keine der eingeladenen Organisationen hat sich zu dem damaligen Zeitpunkt bereit erklärt, mitzuwirken. Im Rahmen einer wiederholten Abfrage konnte die Bundeselternvertretung für Kinder in Kindertageseinrichtungen und Kindertagespflege (BEVKi, Katharina Queisser) gewonnen werden, mit dem Ziel die Patientenperspektive zu vertreten.

Tabelle 24 Übersicht der federführenden Autorgruppe.

Name	Institution	Telefon, Fax, E-Mail	Verantwortlichkeit/ Rolle
Projektleitung/ Konsortialführung			
Jan Kühnisch, Prof. Dr.	Klinikum der LMU München, Poliklinik für Zahnerhaltung & Parodontologie (LMU-ZE)	Fon: 089 440059343 Fax: 089 440059349 <a href="mailto:jan.kuehnisch@med.uni-muen-
chen.de">jan.kuehnisch@med.uni-muen- chen.de	Projektleitung/ Konsortialführung
Deutsche Gesellschaft f. Kinder- und Jugendzahnheilkunde (DGKiZ)/AWMF-Mitglied			
Jan Kühnisch, Prof. Dr.	Klinikum der LMU München, Poliklinik für Zahnerhaltung & Parodontologie (LMU-ZE)	Fon: 089 440059343 Fax: 089 440059349 <a href="mailto:jan.kuehnisch@med.uni-muen-
chen.de">jan.kuehnisch@med.uni-muen- chen.de	Federführung
Felicitas Zöllner			
Ina Schüler, PD Dr.	Universitätsklinikum Jena, Poliklinik f. Kie- ferorthopädie, Sek- tion Präventive ZHK u. Kinderzahnheil- kunde (UKJ-KZHK)	Fon: 03641 9323624 Fax: 03641 9323622 Ina.Schueler@med.uni-jena.de <a href="mailto:roswi-
tha.heinrichweltzien@gmail.com">roswi- tha.heinrichweltzien@gmail.com	Federführung
Roswitha Hein- rich-Weltzien, Prof. Dr.			
Deutsche Gesellschaft f. Zahnerhaltung (DGZ)/AWMF-Mitglied			
Alexandra Simon- Krier, Dr.	Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden, Poliklinik für Zahnerhaltung (UKD-ZE)	Fon: 0351 458 2713 Fax: 0351 458 5381 <a href="mailto:Christian.Hannig@uniklinikum-dres-
den.de">Christian.Hannig@uniklinikum-dres- den.de ; <a href="mailto:alexandra.Simon@unikli-
nikum-dresden.de">alexandra.Simon@unikli- nikum-dresden.de	Federführung
Christian Hannig, Prof. Dr.			

22 Redaktionelle Unabhängigkeit

Für die vorliegende Aktualisierung der Leitlinie „Fissuren- und Grübchenversiegelung“ wurde im September 2021 unter Leitung von Prof. Dr. Jan Kühnisch ein Antrag auf Förderung aus Mitteln des Innovationsfonds zur Förderung von Versorgungsforschung (§ 92a Absatz 2 Satz 4 zweite Alternative SGB V) gestellt. Der Antrag wurde mit Datum vom 18. August 2022 vom Innovationsausschuss beim Gemeinsamen Bundesausschuss (GBA) positiv beschieden und eine Fördersumme von insgesamt 159.550,00 € zugesprochen. Das Förderkennzeichen lautet 01VSF22015. Die Projektlaufzeit für die Ersterstellung belief sich vom 1. Oktober 2022 bis 30. Juni 2024. Dabei hatte die finanzierende Organisation keinen inhaltlichen Einfluss auf die Leitlinienerstellung.

Weiterführende Informationen zu dieser Leitlinie finden Sie im Evidenzreport und dem Evidenzbericht.

Versionsnummer:	5.0
Erstveröffentlichung:	30. Oktober 2005
Gültigkeit von:	30. Juni 2024
Gültigkeit bis:	29. Juni 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