



S3-Leitlinie (Langversion)

Fissuren- und Grübchenversiegelung

AWMF-Registernummer: 083-002

Stand: Januar 2017

Gültig bis: Januar 2022

Federführende Fachgesellschaften:

Deutsche Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde e.V. (DGKiZ)

Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ)

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

Beteiligung weiterer AWMF-Fachgesellschaften:

Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. (DGKFO)

Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin (DGKJ)

Beteiligung weiterer Fachgesellschaften/ Organisationen:

Berufsverband der Kinder- und Jugendärzte (BVKJ)

Bundesverband der Zahnärzte des Öffentlichen Gesundheitsdienstes e.V. (BZÖG)

Bundeszahnärzte-Kammer (BZÄK)

Deutsche Gesellschaft für Präventivzahnmedizin (DGPZM)

Freier Verband Deutscher Zahnärzte (FVDZ)

Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung (KZBV)

publiziert
bei:



Autoren:

Prof. Dr. Jan Kühnisch (DGKiZ; Federführender Autor und Leitlinienkoordination)¹
Prof. Dr. Franz Xaver Reichl (Autor)¹
Prof. Dr. Roswitha Heinrich-Weltzien (DGKiZ; Autor)²
Prof. Dr. Reinhard Hickel (DGZ; Autor)¹

¹ Ludwig-Maximilians-Universität München, Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie
² Universitätsklinikum Jena, Poliklinik für Präventive Zahnheilkunde und Kinderzahnheilkunde

Ko-Autoren:

Dr. Andreas Kessler (Literaturrecherche)
Dr. Dominik-Patrick Müller (Literaturrecherche)
Prof. Dr. Christian Splieth (DGKiZ)
Dr. Pantelis Petrakakis (BZÖG)
Prof. Dr. Carolina Ganß (DGPZM)
Prof. Dr. Paul-G. Jost-Brinkmann (DGKFO)
Prof. Dr. Christoph Benz (BZÄK)
ZA Ralf Wagner (KZBV)
Dr. B. Lawrenz (BVKJ)
Prof. Dr. Karl-E. Bergmann (DGKJ)

Methodische Begleitung:

Dr. Monika Nothacker (AWMF)
Dr. Regine Chenot (ZZQ)

Jahr der Erstellung: Oktober 2005

vorliegende 2. Aktualisierung/ Stand: Januar 2017

gültig bis: Januar 2022

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.

Inhaltsverzeichnis

1	Informationen zu dieser Leitlinie	3
1.1	Herausgeber	3
1.2	Federführende Fachgesellschaften	3
1.3	Finanzierung der Leitlinie	3
1.4	Redaktionelle Unabhängigkeit.....	3
1.5	Ansprechpartner für Aktualisierung und Kontakt.....	3
1.6	Zitierweise	3
1.7	Geschlechtergerechte Sprache	3
1.8	Weitere Dokumente zu dieser Leitlinie	4
1.9	Zweck der Leitlinie	4
1.10	Zusammensetzung der Leitliniengruppe.....	5
1.11	Methodik der Leitlinie	6
1.12	Gültigkeit	6
1.13	Schlüsselfragen der Leitlinie.....	6
2	Fissuren- und Grübchenkaries	7
3	Fissuren- und Grübchenversiegelung.....	10
4	Epidemiologie	12
4.1	Kariesepidemiologische Trends in der Bundesrepublik Deutschland.....	12
4.2	Häufigkeit und Qualität von Fissuren- und Grübchenversiegelungen in der Bundesrepublik Deutschland.....	15
5	Diagnostik vor der Fissuren- und Grübchenversiegelung	18
5.1	Kariesdiagnostik.....	18
5.2	Kariesaktivitäts- und Kariesrisiko-Einschätzung	23
6	Kariespräventiver Effekt der Fissuren- und Grübchenversiegelung	27
7	Retentionsverhalten von Fissuren- und Grübchenversiegelungen.....	31
7.1	Werkstoffkundliche Betrachtungen	31
7.2	Materialspezifisches Retentionsverhalten.....	32
7.3	Retentionsverhalten von erweiterten Fissurenversiegelungen.....	36
7.4	Vergleich der Retentionsraten an Milch- und bleibenden Zähnen.....	37
7.5	Retentionsunterschiede zwischen unterschiedlichen Zahngruppen.....	38
8	Indikationen und Kontraindikationen zur Versiegelung	43
9	Nichtbehandlung/Nichtversiegelung von Fissuren und Grübchen.....	48
10	Betrachtungen zur Kosten-Nutzen-Effektivität	50
11	Klinisches Vorgehen bei der Fissurenversiegelung	53
11.1	Fissurenreinigung.....	53
11.2	Trockenlegung	55
11.3	Konditionierung der aprismatischen Schmelzschicht.....	57
11.3.1	Säurekonditionierung	57
11.3.2	Anwendung von Self-Etch-Adhäsiven	60
11.3.3	Air Abrasion	61
11.3.4	Laserkonditionierung	63
11.3.5	Entfernung der aprismatischen Schmelzschicht mit rotierenden Instrumenten	64
11.4	Applikation des Versiegelungsmaterials	64
11.5	Polymerisation, Okklusionskontrolle und Politur	65
11.6	Monitoring	66
11.7	Ursachen für Retentionsverluste und Nachversiegelung	67
11.8	Zusammenfassung zum klinischen Procedere	68
12	Mögliche unerwünschte Nebenwirkungen	71
12.1	Lokale Effekte	71
12.2	Toxikologische und allergologische Aspekte	71
13	Abkürzungsverzeichnis/ Glossar	75
14	Anhang – Übersicht der Studien zum Retentionsverhalten.....	77

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

Der Benutzer selbst bleibt verantwortlich für jede diagnostische und therapeutische Applikation, Medikation und Dosierung.

In dieser Leitlinie sind eingetragene Warenzeichen (geschützte Warennamen) 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.

1 Informationen zu dieser Leitlinie

1.1 Herausgeber

Die Erstellung dieser Leitlinie erfolgte im Auftrag der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) und der Deutschen Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ). Die Leitlinienentwicklung wurde beraten durch die Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) und organisatorisch unterstützt durch das Zentrum Zahnärztliche Qualität (ZZQ).

1.2 Federführende Fachgesellschaften

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

1.3 Finanzierung der Leitlinie

Diese Leitlinie wurde vom Zentrum Zahnärztliche Qualität (ZZQ) und der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) finanziert.

1.4 Redaktionelle Unabhängigkeit

Die Erstellung der vorliegenden Leitlinie erfolgte unabhängig von den finanzierenden Stellen (ZZQ und DGZMK). Eine Beeinflussung der Entwicklergruppe durch Financier/ Unterstützer oder externe Personen/ Interessengruppen hat nicht stattgefunden. Mögliche Interessenskonflikte sind im Leitlinienreport dargelegt.

1.5 Ansprechpartner für Aktualisierung und Kontakt

Dr. Silke Auras (Leitlinienbeauftragte der DGZMK)

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

Liesegangstr. 17a, 40211 Düsseldorf

leitlinien@dgzmk.de

Kommentare und Änderungsvorschläge zur Leitlinie sind bitte an diese Adresse zu richten.

1.6 Zitierweise

S3-Leitlinie zur Fissuren- und Grübchenversiegelung, Langversion 2016, AWMF Registernummer: 083/002, <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/083-002.html>.

1.7 Geschlechtergerechte Sprache

Im Interesse einer besseren Lesbarkeit wird nicht in geschlechtsspezifische Personenbezeichnungen differenziert. Die gewählte männliche Form schließt eine adäquate weibliche Form gleichberechtigt ein.

1.8 Weitere Dokumente zu dieser Leitlinie

Neben der vorliegenden Langversion gibt es folgende ergänzende Dokumente:

- Leitlinienreport
- Kurzfassung der Leitlinie
- Patientenversion

1.9 Zweck der Leitlinie

Begründung für die Auswahl des Leitlinienthemas. Karies gehört nach wie vor zu den häufigsten Erkrankungen in der Bevölkerung. Im Kindes- und Jugendalter konzentriert sich der Kariesbefall auf die bleibenden Molaren bzw. deren Fissuren und Grübchen. Damit wird deutlich, dass diese Zahngruppe die Zahnflächen mit der höchsten Kariesgefährdung in dieser Lebensphase aufweist. Da die Fissuren- und Grübchenversiegelung auf die Verhinderung einer Kariesinitiation bzw. Arrestierung kariöser Frühstadien exakt an diesen Kariesprädispositionsstellen abzielt, ist es erforderlich, die Fissuren- und Grübchenversiegelung einer evidenzbasierten Bewertung zu unterziehen.

Zielorientierung. Die S3-Leitlinie zur Fissuren- und Grübchenversiegelung stellt ein evidenz- und konsensbasiertes Instrument dar, um die Indikationsstellung, den kariespräventiven Wert, das Retentionsverhalten unterschiedlicher Werkstoffgruppen sowie die klinische Durchführung zusammenzufassen und schlussendlich zu verbessern. Eltern und Zahnärzte sollen damit bei der klinischen Entscheidungsfindung unterstützt werden. Die Leitlinie zielt darauf ab, ein angemessenes und wissenschaftlich begründetes Vorgehen anzubieten.

Die 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 von Karies an Fissuren und Grübchen bei Kindern und Jugendlichen in der Bundesrepublik Deutschland verhindert, mindestens jedoch gesenkt werden.

Patientenzielgruppe. 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 bzw. mit Komorbiditäten. Geschlechtsspezifische Unterschiede sind nicht bekannt und werden daher nicht betrachtet.

Zudem dient die Leitlinie Eltern bzw. sorgeberechtigten Personen als Orientierungs- und Entscheidungshilfe zur Präventivbetreuung ihrer Kinder.

Versorgungsbereich. Primärzahnärztliche, ambulante Versorgung.

Anwenderzielgruppe. Die direkte Anwendergruppe der Leitlinie sind Zahnärzte sowie das zahnärztliche Fachpersonal. Indirekt kann die Leitlinie bei (Kinder- und Jugend-)ärzten, anderen Angehörigen der Gesundheitsberufe und Krankenkassen bzw. Krankenversicherern zur Anwendung kommen.

1.10 Zusammensetzung der Leitliniengruppe

Repräsentativität der Leitliniengruppe: Die federführenden Autoren Prof. Dr. Jan Kühnisch, Prof. Dr. Franz Xaver Reichl, Prof. Dr. Reinhard Hickel, (Ludwig-Maximilians-Universität München, Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie) und Prof. Dr. Roswitha Heinrich-Weltzien (Universitätsklinikum Jena, Poliklinik für Präventive Zahnheilkunde und Kinderzahnheilkunde) üben diese Funktion bereits seit der Erstellung der Erstfassung aus und wurden damals durch die Deutsche Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde (DGKiZ) bzw. die Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ) für diese Aufgabe benannt.

Die zweite inhaltliche Überarbeitung der Leitlinie erfolgte im Jahr 2015/16 durch nachstehende Entwicklergruppe.

- Prof. Dr. Jan Kühnisch, Ludwig-Maximilians-Universität München, Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie, Deutsche Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde (DGKiZ), Autor
- Dr. Andreas Kessler, Ludwig-Maximilians-Universität München, Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie, Literaturrecherche
- Dr. Dominik-Patrick Müller, Ludwig-Maximilians-Universität München, Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie, Literaturrecherche
- Prof. Dr. Franz Xaver Reichl, Ludwig-Maximilians-Universität München, Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie, Autor
- Prof. Dr. Roswitha Heinrich-Weltzien, Universitätsklinikum Jena, Poliklinik für Präventive Zahnheilkunde und Kinderzahnheilkunde, Deutsche Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde (DGKiZ), Autor
- Prof. Dr. Reinhard Hickel, Ludwig-Maximilians-Universität München, Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie, Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung, Autor

Reviewgruppe im Konsensusverfahren. Da die Thematik auch andere Interessensgruppen mit betrifft, wurden zu dem Konsensusprozess weitere relevante Berufsgruppen umfänglich eingeladen. Die nachstehend genannten Personen bzw. Organisationen nahmen am Konsensusverfahren unter der Leitung von Frau Dr. Nothacker (AWMF) teil.

- Prof. Dr. Christian Splieth, Deutsche Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde (DGKiZ)
- Prof. Dr. Jan Kühnisch, Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ)
- Dr. Pantelis Petrakakis, Bundesverband der Zahnärzte des Öffentlichen Gesundheitsdienstes e.V. (BZÖG)
- Prof. Dr. Carolina Ganß, Deutsche Gesellschaft für Präventivzahnmedizin (DGPZM)
- Prof. Dr. Paul-G. Jost Brinkmann, Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. (DGKFO)
- Prof. Dr. Christoph Benz, Bundeszahnärzte-Kammer (BZÄK)
- ZA Ralf Wagner, Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung (KZBV)
- Dr. Burkhard Lawrenz, Berufsverband der Kinder- und Jugendärzte (BVKJ)
- Prof. Dr. Karl-E. Bergmann, Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin (DGKJ)

Dr. Thomas Wolf, Vertreter des Freien Verbands Deutscher Zahnärzte (FVDZ), hat nach abgeschlossener Konsentierung die finale Fassung der Leitlinie gesichtet und sich für seinen Verband an der Gesamtverabschiedung der Leitlinie beteiligt.

1.11 Methodik der Leitlinie

Die Methodik kann dem Leitlinienreport entnommen werden.

1.12 Gültigkeit

Die konsentrierte Leitlinie „Fissuren- und Grübchenversiegelung“ wird voraussichtlich im Jahr 2021 einer turnusmäßigen inhaltlichen Revision unterzogen, um anhand des dann aktuellen Standes der Evidenzlage Ergänzungen und eine Neubestimmung vorzunehmen.

1.13 Schlüsselfragen der Leitlinie

Mit Verweis auf den Zweck der Leitlinie ist es erforderlich, die kariesepidemiologische Situation bei Kindern und Jugendlichen, die aktuelle Nutzung der Fissuren- und Grübchenversiegelung in der klinischen Praxis, den kariespräventiven Wert der zahnflächenspezifischen Präventionsmaßnahme, sowie das Retentionsverhalten bzw. Überleben von Fissuren- und Grübchenversiegelungen in Relation zum verwendeten Material zu reflektieren. Daraus ergeben sich folgende Schlüsselfragen:

1. Wie ist die aktuelle kariesepidemiologische Situation bei Kindern und Jugendlichen, und wie wird die Fissuren- und Grübchenversiegelung als Kariespräventionsmaßnahme in der Bundesrepublik Deutschland genutzt?
2. In welchen klinischen Situationen ist die Fissuren- und Grübchenversiegelung indiziert bzw. kontraindiziert?
3. Ist die Fissuren- und Grübchenversiegelung eine kariespräventive Maßnahme?
4. Wie hoch sind die Retentionsraten in Abhängigkeit vom verwendeten Material nach einer Mindestliegedauer von zwei Jahren?
5. Welche Empfehlungen ergeben sich für die klinische Applikation einer Fissuren- und Grübchenversiegelung?

2 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 wurde zudem gezeigt, dass anatomische Variationen im Bereich des Fissurenfundus mit Hartgewebsdefekten bis in das Dentin einhergehen können (Abbildung 2, Kühnisch et al. 2012). 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.

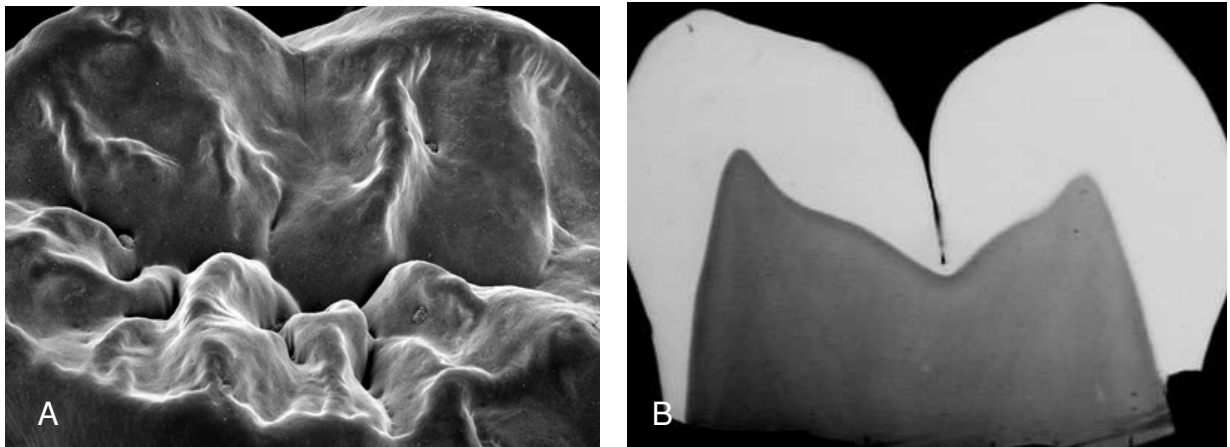


Abbildung 1: Die rasterelektronenmikroskopische Aufnahme (A) verdeutlicht das zerklüftete, plaqueretentive Fissurenrelief der Okklusalfäche. Die mikroradiografische Aufnahme (B) zeigt eine Y-förmige Fissur und die geringe Schmelzdicke am Fissurenfundus, die u. U. eine rasche Kariesprogression in das 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).

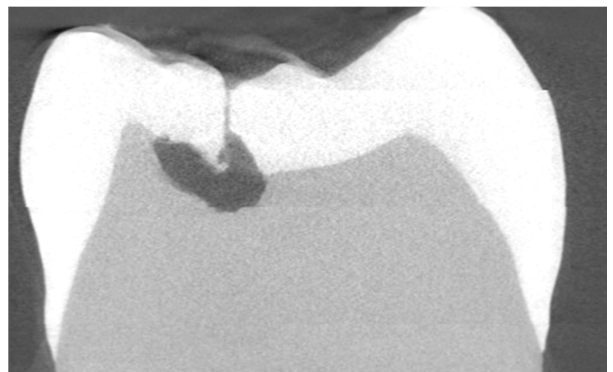




Abbildung 3: Nicht kavitierte kariöse Läsionen der Okklusalfächen: Diese klinischen Bilder treten im Kindes- und Jugendalter gehäuft auf und sind aus diagnostischer Sicht für den Zahnarzt bezüglich der Therapieentscheidung oftmals schwierig zu beurteilen. Die Kariesinitiation ist durch die Fissuren- und Grübchenversiegelung vermeidbar.

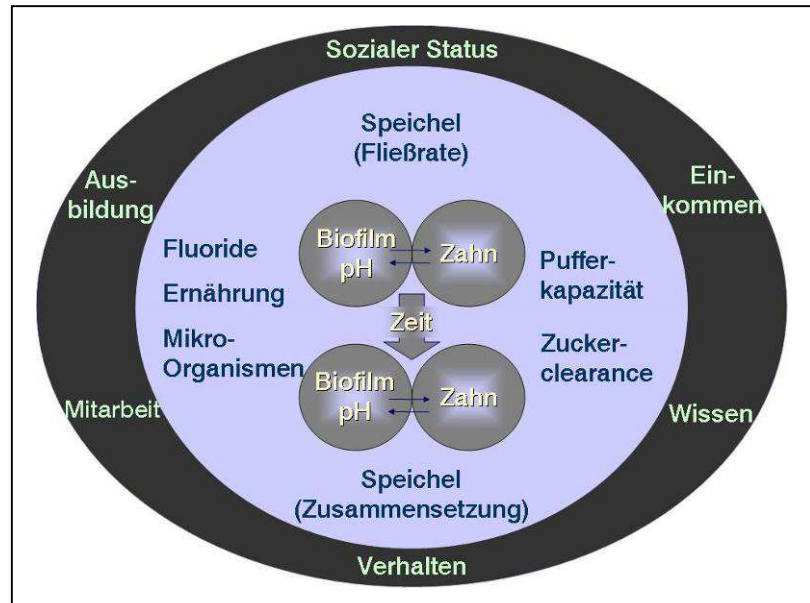


Abbildung 4: Kavitierte kariöse Läsion der Okklusalfächen: Diese Läsionsstadien erfordern eine restaurative Versorgung.

Vor dem Hintergrund der anatomischen und biologischen Besonderheiten der Fissuren und Grübchen ergibt sich ein erhöhtes zahnflächenspezifisches Kariesrisiko an den bleibenden Molaren. Das klinische Erscheinungsbild kariöser Fissuren und Grübchen verschob sich in den vergangenen Jahrzehnten zugunsten von nicht kavitierten Kariesvorstufen (Abbildung 3, Kühnisch et al. 2003). Manifeste kavitierte Läsionen (Abbildung 4) werden im Kindes- und Jugendalter vorrangig in Gruppen mit 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 kann das von Fejerskov und Kidd (2003) erarbeitete Ätiologiemodell (Abbildung 5) herangezogen werden. Dieses berücksichtigt sowohl allgemeine als auch sozio-ökonomische Variablen, die das Gesundheitsbewusstsein und -verhalten abbilden. Weiterhin wird das Zusammenspiel zahnbezogener Variablen, wie z. B. die (frequente) Verfügbarkeit und Aufnahme zuckerhaltiger Nahrungsmittel und/oder Getränke, die Häufigkeit und Qualität der täglichen Mundhygiene, die Fluoridbilanz und Speichelfaktoren verdeutlicht.

Abbildung 5:
Ätiologiemodell der Karies
(Fejerskov und Kidd 2003).



Literatur

1. AXELSSON P. An introduction to risk prediction and preventive dentistry. Carol Stream, USA: Quintessence Publishing (1999).
2. CARVALHO JC, EKSTRAND KR, THYLSTRUP A. Dental plaque and caries on occlusal surfaces of first permanent molars in relation to stage of eruption. J Dent Res 68(1989)773-9.
3. 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.
4. CARVALHO JC: Caries process on occlusal surfaces: Evolving evidence and understanding. Caries Res 48(2014)39-346.
5. ROHR M, MAKINSON OF, BURROW MF: Pits and fissures: morphology. ASDC J Dent Child 58(1991)97-103.
6. FEJERSKOV O, KIDD EAM: Dental Caries. The disease and its clinical management. Oxford: Blackwell Munksgaard (2008).
7. HEINRICH-WELTZIEN R, WALTHER M, GODDON I, KÜHNISCH J: Zahngesundheit erster Molaren bei westfälischen Migranten und deutschen Schülern. Bundesgesundheitsblatt 57(2014)128-134.
8. HEMPEL E, LIMBERGER K, MÖLLER M, HEINRICH-WELTZIEN R: Mundgesundheit von Erfurter Schüler/innen mit und ohne Behinderungen. Gesundheitswesen 77(2015)263-268.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. NYVAD B, CRIELAARD W, MIRA A, TAKAHASHI N, BEIGHTON D: Dental caries from molecular microbiological perspective. Caries Res 47(2013)89-102.

3 Fissuren- und Grübchenversiegelung

Unter einer Versiegelung wird der präventive Verschluss der kariesanfälligen Fissuren und Grübchen verstanden, um einer Kariesinitiation vorzubeugen und/oder kariöse Frühstadien zu arretieren (Welbury et al. 2004). Die Fissuren- und Grübchenversiegelung ist damit eine zahnflächenspezifische Präventionsmaßnahme (Abbildung 6). 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 (Smallridge 2010, NSW Ministry of Health 2013, Hellwig et al. 2013).

Die Versiegelung 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 Milchzähnen, bleibenden Front- und Eckzähnen sowie Prämolaren, an bleibenden Molaren zu erwarten ist, wurden vielfältige Fragestellungen vorrangig an den ersten und zweiten bleibenden Molaren untersucht. Zudem wird die Abrechenbarkeit der Versiegelung (IP5-Position) in der Bundesrepublik Deutschland auf diese Zähne für gesetzlich versicherte Patienten begrenzt und damit priorisiert.

Das Verfahren der Fissuren- und Grübchenversiegelung 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 6: Erster bleibender Molar mit einer nicht kavitierten kariösen Läsion vor und nach der Applikation einer Fissuren- und Grübchenversiegelung.

Literatur

1. HELLWIG E, SCHIFFNER U, SCHULTE A: Fluoridierungsmaßnahmen zur Kariesprophylaxe. AWMF Leitlinie. Register-Nummer 083/001. 2013.
2. NSW MINISTRY OF HEALTH: Policy Directive – Pit and fissure sealants: Use of in Oral Health Services NSW. North Sydney (Australia) 2013 (PD2001325).
3. 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.
4. WELBURY R, RAADAL M, LYGIDAKIS NA: EAPD guidelines for the use of pit and fissure sealants. Eur J Paediatr Dent 5(2004)179-184.

4 Epidemiologie

4.1 Kariesepidemiologische Trends in der Bundesrepublik Deutschland

Zu Beginn der achtziger Jahre wurde erstmals über einen drastischen *Kariesrückgang* (*caries decline*) in kindlichen und jugendlichen Populationen westlicher Industrienationen berichtet (Glass 1982), welcher sich bis in die jüngere Vergangenheit fortgesetzt hat (Marthaler 2004). Dieser Trend konnte in den beiden vergangenen Jahrzehnten 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 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) – bereits heute erreicht ist.

Tabelle 1: Entwicklung des Kariesbefalls in der BRD im Zeitraum von 1973 bis 2009 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 ^{ABL}	5,2
1992	DMS II (Micheelis, Bauch 1992)	1,1	3,3 ^{NBL}	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 ^{ABL} /2,6 ^{NBL}	-
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 ^{ABL} /1,1 ^{NBL}	1,8 ^(15-Jährige)
2009	DAJ (Pieper 2010)	-	0,6 - 1,0	0,9 - 2,0 ^(15-Jährige)

ABL – Alte Bundesländer; NBL – Neue Bundesländer; 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 Fissuren- und Grübchenversiegelung 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).

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 im Rahmen der jüngsten Deutschen Mundgesundheitsstudie eindeutig bestätigt (Micheelis und Schiffner 2006).

Parallel zu dem beobachteten ‚caries decline‘ 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 et al. 2014). Darüber hinaus 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) bzw. wurde deren weitreichende Bedeutung in der Epidemiologie erkannt (Pitts 2009).

Zusammenfassung

Karies ist nach wie vor eine prävalente Erkrankung im Kindes- und Jugendalter insbesondere dann, wenn nicht kavitierte kariöse Läsionen Berücksichtigung finden. Als Kariesrisikoflächen sind neben den Fissuren und Grübchen die Approximalfächen herauszustellen.

Literatur

1. GLASS RL (ED): The first international conference on the declining prevalence of dental caries. J Dent Res 61(1982)1301-1383.
2. 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.
3. HEINRICH-WELTZIEN R, WALTHER M, GODDON I, KÜHNISCH J: Zahngesundheit erster Molaren bei westfälischen Migranten und deutschen Schülern. Bundesgesundheitsblatt 57(2014)128-134.
4. HEINRICH-WELTZIEN R, KÜHNISCH J, WEERHEIJM KL, STÖSSER L: Diagnostik der versteckten Okklusalkaries mit Bissflügel-Aufnahmen. Dtsch Zahnärztl Z 56(2001)476-480.
5. 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 -ncisor hypomineralisations and the presence of dental caries. Int J Paediatr Dent 23(2013)116-124
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. KÜNZEL W: Caries Decline in Deutschland - Eine Studie zur Mundgesundheit. Hüthig: Heidelberg (1997).

10. 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.
11. MARTHALER TM: Changes in dental caries 1953-2003. *Caries Res* 38(2004)173-181.
12. MEJÅRE 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.
13. MICHEELIS W, BAUCH J (BEARB): Mundgesundheitsstudie in der Bundesrepublik Deutschland. Hrsg v Instit d Dtsch Zahnärzte. IDZ-Broschürenreihe Band 3. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag, 1990.
14. 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.
15. 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.
16. MICHEELIS W, SCHIFFNER U: Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV). Materialienreihe Band 31. Deutscher Zahnärzte Verlag, 2006.
17. MICHEELIS W, SCHIFFNER U, HOFFMANN T, KERSCHBAUM T, JOHN MT: Ausgewählte Ergebnisse der Deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS IV). *Dtsch Zahnärztl Z* 62(2007)218-240.
18. NAUJOKS R, HÜLLEBRAND G: Mundgesundheit in der Bundesrepublik. *Zahnärztl Mitt* 75(1985)417-419.
19. PIEPER K: Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 1995 - Gutachten. Bonn: Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege (DAJ), 1996.
20. PIEPER K: Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 1997 - Gutachten. Bonn: Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege (DAJ), 1998.
21. PIEPER K: Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 2000 - Gutachten. Bonn: Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege (DAJ), 2001.
22. PIEPER K: Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 2004 - Gutachten. Bonn: Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege (DAJ), 2005.
23. PIEPER K: Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 2009 - Gutachten. Bonn: Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege (DAJ), 2010.
24. 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.
25. PITTS NB: Detection, assessment, diagnosis and monitoring of caries. *Monographs in Oral Science*, Vol. 21. Basel: Karger, 2009.
26. POORTERMAN JHG, AARTMAN ICH, KALSBECK H: Underestimation of the prevalence of approximal caries and inadequate restorations in a clinical epidemiological study. *Community Dent Oral Epidemiol* 27(1999)331-337.
27. POORTERMAN JHG, AARTMAN ICH, KIEFT JA, KALSBECK H: Value of bite-wing radiographs in a clinical epidemiological study and their effect on the DMFS index. *Caries Res* 34(2000)159-163.
28. WHO: International collaborative study of dental manpower systems in relation to oral health status. Geneva: World Health Organization, 1975.
29. WHO: Gesundheit21: Das Rahmenkonzept "Gesundheit für alle" für die Europäische Region der WHO. Europäische Schriftenreihe "Gesundheit für alle"; Nr. 6 (1999).

4.2 Häufigkeit und Qualität von Fissuren- und Grübchenversiegelungen in der Bundesrepublik Deutschland

Die Versiegelung von Fissuren und Grübchen an den bleibenden Molaren kann bei allen bis zu 17-Jährigen in der Bundesrepublik Deutschland als kassen- bzw. privatärztliche Leistung seit 1993 abgerechnet werden. Sie steht demzufolge allen Kindern und Jugendlichen zur Verfügung. Mit Einführung dieser Präventionsmaßnahme kam es zu einem sprunghaften Anstieg der Häufigkeit versiegelter Molaren (Tabelle 2).

Tabelle 2: Übersicht zur Häufigkeit und Qualität von Fissuren- und Grübchenversiegelungen in der Bundesrepublik Deutschland von 1973 bis 2014

Jahr	Studie	Altersgruppe	Kinder ≥ 1 FV in %	\bar{X}	Part. Verlust in %
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	-
		6-Jährige	38	-	-
1995	Irmisch et al. 1997	8-9-Jährige	46,8	-	55
		14-18-Jährige	33,3	-	-
1997	Heinrich-Weltzien et al. 1998	8-Jährige	30,7	1,1	51,1
		14-Jährige	33,3	1,2	63,6
1997	Micheelis & Reich 1999 (DMSIII) ¹	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) ¹	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) ¹	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) ¹	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	8-Jährige	39,1/33,8 ²	0,9/1,3 ²	72,0/72,1 ²
2008	Heinrich-Weltzien et al. 2014	10-Jährige	47,4/39,4 ²	1,7/1,2 ²	89,3/92,2 ²
2009	Pieper 2010 (DAJ) ¹	12-Jährige	-	2,2 - 3,0	-
2009	Pieper 2010 (DAJ) ¹	15-Jährige	-	2,6 - 4,3	-
2011	Hempel et al. 2014	6-12-Jährige	53,0/37,4 ³	1,5/1,0 ³	-
2011	Hempel et al. 2014	13-18-Jährige	71,5/61,7 ³	3,0/2,4 ³	-

¹ Repräsentative Untersuchung für die Bundesrepublik Deutschland; ² Migranten; ³ Schüler mit Behinderungen

Neben der zunehmenden Inanspruchnahme und Akzeptanz dieser kariespräventiven Maßnahme zeigten verschiedene epidemiologische Querschnittsuntersuchungen nicht zu vernachlässigende Qualitätsmängel, z. B. Teilverluste, bei der Fissuren- und Grübchenversiegelung auf. Darüber hinaus liegen Berichte vor, dass Kinder und Jugendliche aus sozial benachteiligten Bevölkerungsgruppen, mit einem Migrationshintergrund sowie mit Behinderungen wesentlich seltener und weniger Fissuren- und Grübchenversiegelungen aufweisen als ihre gesunden Altersgefährten (Kühnisch et al. 1998 und 2003, van Steenkiste et al. 2004, Micheelis und Schiffner 2006, Bissar et al. 2007, Hempel et al. 2014, Heinrich-Weltzien et al. 2014).

Zusammenfassung

Die Fissuren- und Grübchenversiegelung wird in der Bundesrepublik Deutschland im Rahmen der Individualprophylaxe genutzt. In nahezu allen epidemiologischen Erhebungen der zurückliegenden beiden Jahrzehnte waren durchschnittlich etwa 2 bis 3 Molaren pro Kind versiegelt (Tabelle 2). Wurde das Retentionsverhalten mit berücksichtigt, so war ein Großteil der Versiegelungen oft nur partiell intakt.

Literatur

1. BISSAR AR, OIKONOMOU C, KOCH MJ, SCHULTE AG: Dental health, received care, and treatment needs in 11- to 13-year-old children with immigrant background in Heidelberg, Germany. *Int J Paediatr Dent* 17(2007)364-370.
2. BOLIN AK, BOLIN A, KOCH G: Children's dental health in Europe: caries experience of 5- and 12-year-old children from eight EU countries. *Int J Paediatr Dent* 6(1996)155-162.
3. 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.
4. 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.
5. HEINRICH-WELTZIEN R, KÜHNISCH J, SENKEL H, STÖSSER L: Welchen Beitrag leistet die Fissurenversiegelung zur Zahngesundheit? *Oralprophylaxe* 20(1998)146-154.
6. HEINRICH-WELTZIEN R, WALTHER M, GODDON I, KÜHNISCH J: Zahngesundheit erster Molaren bei westfälischen Migranten und deutschen Schülern. *Bundesgesundheitsblatt* 57(2014)128-134.
7. HEMPEL E, LIMBERGER K, MÖLLER M, HEINRICH-WELTZIEN R: Mundgesundheit von Erfurter Schüler/innen mit und ohne Behinderungen. *Gesundheitswesen* 77(2015)263-268.
8. IRMISCH B, RÖSLER I, RANGE U: Häufigkeit und Retention von Fissurenversiegelungen - eine Querschnittsstudie. *Dtsch Zahnärztl Z* 52(1997)190-192.
9. 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. *Sozial- und Präventivmedizin* 49(2004)344-351.
10. 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.
11. 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.

12. MICHEELIS W, REICH E: Dritte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS III). Materialienreihe Band 21. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag, 1999.
13. MICHEELIS W, SCHIFFNER U: Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV). Materialienreihe Band 31. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag, 2006.
14. MOMENI A, HARTMANN T, BORN C, PIEPER K: Kariesprävalenz und Behandlungsbedarf bei 12-Jährigen im Kreis Marburg-Biedenkopf. Oralprophylaxe Kinderzahnheilkd 26(2005)153-156.
15. 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.
16. 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.
17. PIEPER K: Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 2009 - Gutachten. Bonn: Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege (DAJ), 2010.
18. 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.
19. 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.
20. VAN STEENKISTE M: Kariesbefall, Fissurenversiegelungen und Mundhygiene bei Schülern der Grund- und weiterführenden Schulen des Rems-Murr-Kreises. Oralprophylaxe 17(1995)55-63.
21. VAN STEENKISTE M: Kariespräventive Strategien im Hinblick auf den aktuellen Kariesrückgang. Oralprophylaxe 24(2002)103-109.
22. 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.

5 Diagnostik vor der Fissuren- und Grübchenversiegelung

5.1 Kariesdiagnostik

Die Indikation zur Fissuren- und Grübchenversiegelung ist grundsätzlich erst nach einer kariesdiagnostischen Untersuchung zu stellen (Smallridge 2010, Irish Oral Health Services Guideline Initiative 2010, Ismail et al. 2013, NSW Ministry of Health 2013, Ahovuo-Saloranta et al. 2013).

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. 2006), ist die Verwendung der spitzen zahnärztlichen Sonde heute nicht mehr angezeigt (Pitts 2001). Seitens der WHO (1997) wird als Diagnostikinstrument die abgerundete CPI- bzw. Parodontalsonde für die taktile Kariesdiagnostik empfohlen. Des Weiteren kann eine stumpfe Sonde zum drucklosen Abtasten der Zahnoberfläche verwendet werden, um Informationen über die Oberflächenbeschaffenheit bzw. -rauigkeit zu erhalten.

Von den visuellen Methoden ist Diagnostiksystemen, die auch nicht kavitierte kariöse Läsionen einschließen, der Vorzug einzuräumen (Irish Oral Health Services Guideline Initiative 2010). Dazu zählen die ICDAS-II- (International Caries Detection and Assessment System, www.icdas.org, Pitts et al. 2009) oder UniViSS-Kriterien (www.univiss.net, Kühnisch et al. 2009 und 2011). Unabhängig von den verwandten Diagnostikkriterien muss die visuelle Untersuchung an gereinigten und getrockneten Zahnflächen vorgenommen werden (Irish Oral Health Services Guideline Initiative 2010). Vergrößerungshilfen werden als hilfreich eingeschätzt.

Die röntgenologische Kariesdiagnostik mit Bissflügelröntgenaufnahmen ist im Milch- und bleibenden Gebiss die Methode der Wahl zur Erfassung approximaler Läsionen. Der Nutzen von Bissflügelröntgenaufnahmen zur Okklusalkaries-Diagnostik wurde hingegen lange Zeit unterschätzt. Vergleichende klinisch-röntgenologische Untersuchungen zeigten, dass mit Bissflügelröntgenaufnahmen an bis zu 50 % aller Molaren „versteckte“ okklusale Dentinläsionen bei Kindern und Jugendlichen diagnostiziert werden können (Weerheijm et al. 1992, Kidd et al. 1992, Creanor et al. 1992). Vorhandene Bissflügelröntgenaufnahmen sind daher zur Detektion von okklusalen Dentinläsionen ein wertvolles ergänzendes Untersuchungsverfahren. Unter Berücksichtigung der Strahlenexposition muss die rechtfertigende Indikation (RöV 2002) gerade bei Kindern und Jugendlichen besonders sorgfältig gestellt werden (Espelid et al. 2003, Irish Oral Health Services Guideline Initiative 2010, European Commission 2004).

Als lichtoptische Diagnostikmethode für okklusale Fissuren und Grübchen steht die Laserfluoreszenzmessung (DIAGNOdent 2095 und DIAGNOdent 2190/Pen, KaVo, Biberach, Deutschland) in einer begrenzten Anzahl von Zahnarztpraxen zur Verfügung. Die Domäne der laseroptischen Fluoreszenzmessung liegt derzeit in der Detektion kariöser Läsionen in Fissuren und Grübchen. Untersuchungen zur Validität und Reliabilität der Laserfluoreszenzmessung scheinen weitestgehend vielversprechend (Lussi 2004). Jedoch besteht bei einer geringen 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 Läsionen besser ist (Gimenez et al. 2015). Dies wäre bei der klinischen Verwendung des Verfahrens zu berücksichtigen.

Mit der Nahinfrarot-Transillumination (DIAGNOcam, KaVo, Biberach, Deutschland) steht seit kurzem ein bildgebendes, lichtoptisches Verfahren zur Kariesdetektion zur Verfügung, welches neben den Zahnzwischenräumen auch eine Option für die Okklusalfäche sein kann. Während das Potenzial der Methode insbesondere zur Approximalkaries-Diagnostik dokumentiert ist (Söchtig et al. 2014, Kühnisch et al. 2015), liegen Erfahrungen zur Okklusalkaries-Diagnostik aus klinischen Studien bislang noch nicht vor.

Dass validierte visuelle Diagnostiksysteme, z. B. ICDAS II, über eine höhere Genauigkeit verfügen und dadurch bevorzugt in der Klinik eingesetzt werden sollen, ist die wesentliche Schlussfolgerung einer systematischen Übersichtsarbeit und Meta-Analyse zur visuellen Kariesdiagnostik (Gimez et al. 2015). Diese Aussage wird von einer systematischen Übersichtsarbeit zur Detektion initialkariöser Läsionen gestützt, die aus praktischen Gesichtspunkten und Kostengründen die visuelle Diagnostik als Standardmethode zur klinischen Erfassung von Kariesfrühstadien in der zahnärztlichen Praxis empfehlen (Gomez et al. 2013). Die Laserfluoreszenz- und elektrische Widerstandsmessung können die visuelle und röntgenologischen Diagnostik ergänzen, obwohl ihre Evidenz begrenzt ist (Twetman et al. 2013).

Unter Berücksichtigung der methodischen Vor- und Nachteile der einzelnen Diagnostikverfahren und Abwägung der Ergebnisse aus wissenschaftlichen Studien stellt die visuelle Inspektion die primäre Untersuchungsmethode sowohl an den Fissuren und Grübchen als auch an allen anderen Zahnflächen dar. Die visuelle Inspektion ist individualisiert in Abhängigkeit vom Alter, Zahnstatus und Kariesrisiko des Patienten durch Bissflügelröntgenaufnahmen zu ergänzen, um approximale Kontaktareale und die Okklusalfächen beurteilen zu können (Mejare et al. 2007, Ismail et al. 2013). An den okklusalen Fissuren können im Röntgenbild allerdings nur kariöse Dentinläsionen detektiert werden. Die Erfassung okklusaler Schmelzläsionen ist mit Röntgenaufnahmen aufgrund von Überlagerungen nicht möglich. Die Laserfluoreszenzmessung ist als ergänzendes Verfahren an Okklusalfächen dann indiziert, wenn die visuelle Kariesdiagnostik zu keinem eindeutigen Ergebnis führt und/oder Bissflügelröntgenaufnahmen nicht verfügbar sind (Twetman et al. 2013). Einige Autoren befürworten den Einsatz der Laserfluoreszenzmessung als zweite diagnostische Säule an Fissuren und Grübchen, um die bestehenden Nachteile der Röntgendiagnostik (Verwendung ionisierender Strahlen, keine Erkennung von Schmelzläsionen) auszugleichen (Lussi 2000, Lussi et al. 2001).

Aus praktischer Sicht ist nach der kariesdiagnostischen Untersuchung eine der nachfolgenden Diagnosen zu stellen:

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

Zusammenfassung

Eine Beurteilung der Evidenzstärke von Diagnostikstudien ist anhand der AWMF-Kriterien (2001, 2012 siehe auch Leitlinien-Report) nicht möglich, da diese ausschließlich für Therapiestudien gelten. Daher wird an dieser Stelle eine Zusammenfassung gegeben.

Der Nutzen der visuellen, kariesdiagnostischen Untersuchung wurde in einer aktuellen Meta-Analyse herausgearbeitet (Gimenez et al. 2015). Die diagnostische Aussagekraft wird als gut eingeschätzt, obwohl auf die Heterogenität der Studien verwiesen wird. Allerdings weist die alleinige visuelle Untersuchung insbesondere an nicht kavitierten kariösen Fissuren und Grübchen diagnostische Schwächen auf, so dass in diesen klinischen Situationen weitere Verfahren die Diagnostik ergänzen sollten.

Schlüsselempfehlungen

Vor der Fissuren- und Grübchenversiegelung soll eine sorgfältige diagnostische Untersuchung dieser Areale erfolgen. Dabei soll als primäre Methode die visuelle Untersuchung an den gereinigten und getrockneten Zahnflächen eingesetzt werden.

Empfehlungsstärke für die getroffenen Aussagen:

Stark ↑↑

Moderat

Offen

Konsensstärke: Stark; 10 Ja-Stimmen/ 10 Teilnehmer

An nicht kavitierten kariösen Läsionen sollten ergänzende diagnostische Verfahren, wie z.B. die Röntgendiagnostik mit Bissflügelaufnahmen oder lichtoptische Verfahren indikationsgerecht genutzt werden, um versteckte Dentinläsionen zu erkennen (Kontraindikation für Fissuren- und Grübchenversiegelung).

Empfehlungsstärke für die getroffenen Aussagen:

Stark

Moderat ↑

Offen

Konsensstärke: Stark; 10 Ja-Stimmen/ 10 Teilnehmer

Literatur

1. 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.
2. ARBEITSGEMEINSCHAFT DER WISSENSCHAFTLICHEN MEDIZINISCHEN FACHGESELLSCHAFTEN (AWMF): Das Leitlinien-Manual von AWMF und ÄZQ. Z Ärtzl Fortbildung Qualitätssicherung 95 Suppl.(2001)1-84.
3. ARBEITSGEMEINSCHAFT DER WISSENSCHAFTLICHEN MEDIZINISCHEN FACHGESELLSCHAFTEN (AWMF). Ständige Kommission Leitlinien. AWMF-Regelwerk „Leitlinien“. 1. Auflage 2012.
4. 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.

5. 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.
6. EKSTRAND KR, QVIST V, THYLSTRUP A: Light microscope study of the effect of probing in occlusal surfaces. *Caries Res* 21(1987)368-374.
7. 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.
8. ESPELID I, MEJARE I, WEERHEIJM K: EAPD guidelines for use of radiographs in children. *Eur J Paediatr Dent* 4(2003)40-48.
9. EUROPEAN COMMISSION: Radiation Protection 136. European guidelines on radiation protection in dental radiology. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities (2004).
10. 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.
11. GIMENEZ T, PIOVESAN C, RAGGIO DP, DEERY C, RICKETTS DN, MENDES FM: Fluorescence-based methods for detecting caries lesions: systematic review, meta-analysis and sources of heterogeneity. *PLoS One* 8(2013)e60421
12. 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.
13. 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. <http://ohsrc.ucc.ie/html/guidelines.html>. Abruf: Dezember 2015.
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. 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.
18. 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.
19. 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*(2015) im Druck.
20. LUSSI A, HIBST R, PAULUS R: DIAGNOdent: an optical method for caries detection. *J Dent Res* 83 Spec No C(2004)C80-83.
21. 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.
22. LUSSI A: Laserinduzierte Fluoreszenz zur Erkennung der Okklusalkaries. *Acta Med Dent Helv* 5(2000)15-19.
23. LUSSI A: Validity of diagnostic and treatment decisions of fissure caries. *Caries Res* 25(1991)296-303.

24. MEJARE I, NORLUND A, AXELSSON A, SVENSSON A, DAHLEN G, TRANAUS 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).
http://www.sbu.se/upload/publikationer/content1/1/caries_summary_2008.pdf Abruf: Dezember 2015.
25. NSW Ministry of Health: Policy Directive – Pit and fissure sealants: Use of in Oral Health Services NSW. North Sydney (Australia) 2013 (PD2001325).
26. 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.
27. PENNING C, VAN AMERONGEN JP, SEEF RE, TEN CATE JM: Validity of probing for fissure caries diagnosis. *Caries Res* 26(1992)445-449.
28. PITTS NB: Clinical diagnosis of dental caries: a European perspective. *J Dent Educ* 65(2001)972-978.
29. PITTS NB: Detection, assessment, diagnosis and monitoring of caries. *Monographs in Oral Science*, Vol. 21. Basel: Karger, 2009.
30. Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlen (Röntgenverordnung - RÖV). Zuletzt geändert am 11.12.2014.
31. SÖCHTIG F, HICKEL R, KÜHNISCH J: Caries detection and diagnostics with near-infrared light transillumination: clinical experiences. *Quintessence Int* 45(2014)531-538
32. 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.
33. TWETMAN S, AXELSSON S, DAHLEN G, ESPELID I, MEJARE I, NORLUND A, TRANAUS S: Adjunct methods for caries detection: A systematic review of literature. *Acta Odontol Scand* 71(2013)388-397.
34. WEERHEIJM KL, GRUYTHUYSEN RJ, VAN AMERONGEN WE: Prevalence of hidden caries. *ASDC J Dent Child* 59(1992)408-412.
35. WHO: Oral Health Surveys. Basic methods. 4th Edition. Geneva: WHO (1997).

5.2 Kariesaktivitäts- und Kariesrisiko-Einschätzung

Neben dem Kariesrisiko, welches die Wahrscheinlichkeit beschreibt, dass ein Patient zukünftig neue und 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 (Fejerskov und Kidd 2008, Ekstrand et al. 2009). Die Kariesaktivität ist keinesfalls unabhängig von dem allgemeinen Kariesrisiko zu betrachten, da sie in der Regel durch dieses beeinflusst bzw. unterhalten wird.

Aus diagnostischer Sicht ist die Beurteilung der Aktivität einer kariösen Läsion Bestandteil der klinischen Untersuchung und nach der Detektion kariöser Läsionen unabhängig von deren Progressionsstadien vorzunehmen (Kidd 2011, Ismail et al. 2013). Grundsätzlich kann jede kariöse Läsion zu jedem Lebenszeitpunkt aktive bzw. inaktive Merkmale aufweisen (Carvalho 2014). Als Kennzeichen der Aktivität kariöser Läsionen wird ihre Lokalisation in plaqueretentiven Arealen, das Vorhandensein von Plaque (Biofilm) auf der Läsionsoberfläche, eine Oberflächenrauigkeit des Zahnschmelzes und die Präsenz von feuchtem erweichtem Dentin bei kavitierten Läsionen diskutiert (Ekstrand et al. 2007, Kühnisch et al. 2008, Carvalho 2014). Die Kariesaktivität wird maßgeblich durch das allgemeine Kariesrisiko und Alter des Patienten beeinflusst (Irish Oral Health Services Guideline Initiative 2010, Kidd 2011, Ismail et al. 2013).

Die klinische Diagnostik des erhöhten Kariesrisikos eines Patienten erfolgt primär durch die Detektion und Diagnostik 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). Dieser altersabhängige Zusammenhang wird mit den DAJ-Kriterien für ein erhöhtes Kariesrisiko (www.daj.de) oder der Dentoprogramm-Methode (Marthaler et al. 1997) reflektiert. Zur Identifikation von 3- bis 12-jährigen Kindern mit einem erhöhtem Kariesrisiko werden folgende von der DAJ (www.daj.de) vorgeschlagene Kriterien genutzt:

bis 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-/Glatflächen > 0

Eine unlängst erschienene systematische Übersichtsarbeit wies den aktuellen Kariesbefall als den validesten Einzelfaktor bzw. Prädiktor für ein erhöhtes Kariesrisiko aus (Mejare et al. 2014). Weiterhin war das post eruptive Zahnalter ein wesentlicher Kariesrisikoprädiktor; die ersten Jahre nach dem Zahndurchbruch sind die Periode mit der höchsten Kariesinzidenz. Das Ernährungsverhalten, insbesondere der Konsum zuckerhaltiger Nahrungsmittel, ist als Einzelprädiktor in Populationen mit einer regelmäßigen Fluoridexposition von begrenztem Wert. Für die Speichelpufferkapazität wurde genauso wie für die Anzahl oraler Mikroorganismen, die Mundhygiene, die Verwendung von Fluoriden und die subjektive Einschätzung des

Risikolevels nur eine unzureichende Genauigkeit ausgewiesen. Aus klinischer Sicht sind die ersten fünf Jahre nach dem Zahndurchbruch bei allen Kindern und Jugendlichen als Periode eines erhöhten Kariesrisikos anzusehen (Mejare et al. 2014).

Darüber hinaus beeinflussen die Allgemeingesundheit, vorliegende Behinderungen, die Ernährungsweise, das Mundhygieneverhalten, die regelmäßige Verwendung von Fluoriden, das Inanspruchnahmeverhalten von zahnärztlichen Betreuungsleistungen sowie soziodemografische Variablen maßgeblich das individuelle Kariesrisiko eines Patienten (Irish Oral Health Services Guideline Initiative 2010, Kidd 2011, Ismail et al. 2013). Obwohl das Kariesrisiko eines Patienten schwierig vorhersagbar ist (Irish Oral Health Services Guideline Initiative 2010, Kidd 2011, Mejare et al. 2007), steht die Kariesrisiko-Einschätzung bei jeder Erstvorstellung des Patienten außer Frage (Irish Oral Health Services Guideline Initiative 2010, Kidd 2011, Ismail et al. 2013). Weiterhin wird die regelmäßige Re-Evaluation im Rahmen der Kontrolluntersuchungen (mindestens alle zwei Jahre) empfohlen, da sich das Risikoprofil eines Patienten durch Veränderungen seiner Lebensumstände verändern kann (Irish Oral Health Services Guideline Initiative 2010, Ismail et al. 2013).

Zusammenfassung

Eine Beurteilung der Evidenzstärke von Diagnostikstudien ist anhand der AWMF-Kriterien (2001, 2012) nicht möglich, da diese ausschließlich für Therapiestudien gelten. Daher wird an dieser Stelle eine Zusammenfassung gegeben.

Das individuelle Kariesrisiko bzw. die Zahnflächen-spezifische Kariesaktivität werden als relevante Einflussvariablen bei der Indikationsstellung zur Fissuren- und Grübchenversiegelung diskutiert. Gleichwohl fehlen 1) valide und reproduzierbare Methoden zur Kariesrisikodiagnostik (Tellez et al. 2013) sowie 2) prospektiv angelegte, vergleichende, methodisch gut angelegte, klinisch kontrollierte Studien zum Einfluss des Kariesrisikos bzw. der Kariesaktivität bei der Indikationsstellung zur Fissuren- und Grübchenversiegelung.

Unter Verweis auf die von Mejare et al. (2003 und 2007) publizierten systematischen Literaturübersichten sowie die in den Meta-Analysen von Ahovuo-Saloranta et al. (2013 und 2008) herausgearbeitete Notwendigkeit, die Indikations- bzw. Kontraindikationsstellung zur Fissuren- und Grübchenversiegelung in Bezug auf die Kariesrisiko-Prognose anhand randomisierter, klinischer Studien zu beschreiben, liegt nur eine unzureichende Evidenz vor.

Schlüsselempfehlungen

Eine Kariesaktivitäts- und Kariesrisikoeinschätzung sollte durchgeführt werden.

Empfehlungsstärke für die getroffenen Aussagen:

Stark

Moderat ↑

Offen

Konsensstärke: Stark; 10 Ja-Stimmen/ 10 Teilnehmer

Bei Kindern und Jugendlichen mit einem erhöhten Kariesrisiko und bestehender Kariesaktivität sollte die Fissuren- und Grübchenversiegelung prioritär eingesetzt werden.

Empfehlungsstärke für die getroffenen Aussagen:

Stark

Moderat ↑

Offen

Konsensstärke: Stark; 10 Ja-Stimmen/ 10 Teilnehmer

Literatur

1. 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*.
2. 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*.
3. ARBEITSGEMEINSCHAFT DER WISSENSCHAFTLICHEN MEDIZINISCHEN FACHGESELLSCHAFTEN (AWMF): Das Leitlinien-Manual von AWMF und ÄZQ. *Z Ärztl Fortbildung Qualitätssicherung 95 Suppl.(2001)1-84*.
4. ARBEITSGEMEINSCHAFT DER WISSENSCHAFTLICHEN MEDIZINISCHEN FACHGESELLSCHAFTEN (AWMF). Ständige Kommission Leitlinien. AWMF-Regelwerk „Leitlinien“. 1. Auflage 2012.
5. CARVALHO JC: Caries process on occlusal surfaces: Evolving evidence and understanding. *Caries Res 48(2014)339-346*
6. 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*.
7. EKSTRAND KR, ZERO DT, MARTIGNON S, PITTS NB: Lesion activity assessment. *Monogr Oral Sci 2009;21:63-90*.
8. FEJERSKOV O, KIDD EAM: *Dental Caries. The disease and its clinical management*. Oxford: Blackwell Munksgaard (2008).
9. 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. <http://ohsrc.ucc.ie/html/guidelines.html>. Abruf: Dezember 2015.
10. 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, MARTIGNON S, FONTANA M, ZANDONA A: Caries management pathways preserve dental tissues and promote oral health. *Community Dent Oral Epidemiol 41(2013)e12-e40*.
11. KIDD E: The implication of the new paradigm of dental caries *J Dent 39S2(2011)S3-S-8*.
12. 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*.
13. MARTHALER TM, STEINER M, HELFENSTEIN U: Praktischer Gebrauch der Dentoprog-Methode zum Auffinden der Kinder mit hohem Kariesrisiko. *Oralprophylaxe 19(1997)40-47*.
14. 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*.
15. 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).
http://www.sbu.se/upload/publikationer/content1/1/caries_summary_2008.pdf. Abruf: Dezember 2015.
16. 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.
 17. REICH E, LUSSI A, NEWBRUN E: Caries-risk assessment. *Int Dent J* 49(1999)15-26.
 18. TAGLIAFERRO EP, 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.
 19. 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.
 20. 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.
 21. 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.
 22. 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.

6 Kariespräventiver Effekt der Fissuren- und Grübchenversiegelung

Methodische Überlegungen. Nach Inauguration der adhäsiven Verbundtechnologie von Methacrylat-Kunststoffen am Zahnschmelz (Buonocore 1955) sowie der erstmaligen Beschreibung der Fissuren- und Grübchenversiegelung (Cueto und Buonocore 1967) wurde bis Ende der siebziger Jahre 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 nachgewiesenen kariespräventiven Effektes der Fissuren- und Grübchenversiegelung war das gewählte Studiendesign seit den 1980iger Jahren aus ethischer Sicht nicht weiter zu rechtfertigen, so dass seitdem ein Split-Mouth-Design ohne unversiegelte Kontrollzähne angewendet wird. In diesem Studien-Setup werden zwei oder mehr Versiegelungsmaterialien oder –prozeduren ohne unversiegelte Kontrollgruppe miteinander verglichen. Als Endpunkt für die Erfassung von Karies wird mehrheitlich das Auftreten einer Kavitation bzw. Füllung erfasst. Darüber hinaus wird typischer Weise das Überleben der Versiegelung dokumentiert.

Grundsätzlich ist mit Verweis auf die Regeln der guten klinischen Praxis in wissenschaftlichen Studien (ICH Expert Working Group, 1996) auszuführen, dass Patienten keinen gesundheitlichen Schaden nehmen und damit vorhersehbare Risiken, z. B. auch das Auftreten von Karies, minimiert werden müssen. Dies lässt den Endpunkt der nicht kavitierten kariösen Läsion im Vergleich zu dem Endpunkt einer Kavitation bzw. Füllung grundsätzlich als geeigneter erscheinen. Bedauerlicherweise findet dieser bislang nur selten Berücksichtigung. Zudem ist hypothetisch anzunehmen, dass sowohl in Populationen mit einem niedrigen/moderaten Kariesrisiko als auch unter den Bedingungen einer kontrollierten, klinischen Studie der Endpunkt der Kavitation bzw. Füllung nur selten erreicht wird, und demzufolge die Über- bzw. Unterlegenheit eines bestimmten Materials/Vorgehens heute nur (noch) schwer aufzeigbar ist.

Meta-Analysen/Systematische Übersichtsarbeiten zur Kariesprävention. Der kariespräventive Effekt der Fissuren- und Grübchenversiegelung wurde wiederholt in Meta-Analysen der Cochrane Collaboration bewertet (Ahovuo-Saloranta et al. 2013 und 2008). Unter Berücksichtigung der eingeschlossenen (randomisierten), klinisch kontrollierten Studien kommen die Autoren zu dem Schluss, dass es sich bei der Fissuren- und Grübchenversiegelung, um eine kariespräventive Maßnahme handelt. Diese Schlussfolgerung stimmt grundsätzlich mit früher publizierten, systematisch erarbeiteten Übersichtsarbeiten von Rock und Anderson (1982), Llodra et al. (1993) und Mejare et al. (2003) überein. Die Größenordnung des kariespräventiven Effektes fällt 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.

Darüber hinaus war die Beschreibung des kariespräventiven Effektes in Relation zum verwendeten Material – methacrylatbasierter Versiegelungskunststoffe oder Glas-Ionomer-Zemente (GIZ) – Gegenstand verschiedener Analysen. Die Meta-Analysen (Vergleich Versiegelung versus keine Versiegelung) der Cochrane Collaboration zu den methacrylatbasierten Materialien dokumentieren hierbei einen kariespräventiven Effekt (Ahovuo-Saloranta et al. 2013). Für GIZ war dieser Effekt nicht aufzeigbar

(Ahovuo-Saloranta et al. 2013). Yengopal et al. (2008) sowie Mikenautsch und Yengopal (2011, 2013) konnten demgegenüber keine Überlegenheit für eine der beiden Materialgruppen auffinden. Weiterhin dokumentierten de Amorim et al. (2012) für GIZ-Versiegelungen, die in ART-Technik (Atraumatic Restorative Treatment) appliziert wurden, einen hohen kariesprotektiven Effekt.

Untersuchungen zum kariespräventiven Effekt in der Bundesrepublik Deutschland. Aus den Deutschen Mundgesundheitsstudien III und IV liegen Daten zur Fissurenversiegelung in Beziehung zum Kariesbefall vor. Für die Altersgruppe der 12-Jährigen zeigten beide bevölkerungsrepräsentativen Untersuchungen einen signifikant niedrigeren Kariesbefall für Kinder mit mindestens einer Fissurenversiegelung im Vergleich zu Gleichaltrigen ohne Fissurenversiegelungen auf (Micheelis und Reich 1999; Micheelis und Schiffner 2006, Berger et al. 2010). Der gleiche Trend wurde in weiteren Untersuchungen sowohl für deutsche Kinder und Jugendliche als auch für Migranten aufgezeigt (Heinemann et al. 2013, Heinrich-Weltzien et al. 2014). Bei Kindern und Jugendlichen mit Behinderungen wird der kariesprotektive Effekt der Fissurenversiegelung im Vergleich zu Altersgefährten ohne Behinderungen besonders deutlich (Hempel et al. 2014). Kinder und Jugendliche mit Behinderungen haben signifikant seltener und weniger Fissurenversiegelungen als Gesunde, wobei Kinder und Jugendliche mit geistigen Behinderungen besonders benachteiligt sind. In der Gesamtheit betrachtet weisen die verfügbaren epidemiologischen Daten aus der Bundesrepublik Deutschland darauf hin, dass Kinder mit Versiegelungen einen niedrigeren Kariesbefall aufweisen. Im Gegensatz dazu publizierten Heyduck et al. (2006) bzw. Berndt et al. (2007) in einer longitudinalen Beobachtungsstudie gegenteilige Schlussfolgerungen für 12- bis 15-Jährige mit einem hohen Kariesbefall. Einerseits wird in den Arbeiten auf das grundsätzlich erhöhte, flächenspezifische Kariesrisiko der ersten und zweiten Molaren mit ihren Okklusalfächen verwiesen. Andererseits wird anhand einer logistischen Regressionsanalyse ein protektiver Nutzen der Versiegelung unter Einbeziehung des Schultyps, der Anzahl der Versiegelungen, 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 Versiegelungen insgesamt deutlich mehr Karies im Vergleich zu Kindern mit initial niedrigen Karieswerten (Berndt et al. 2007). Schlussfolgerung der Arbeit war, dass die alleinige Versiegelung bei Kariesrisikokindern nicht erfolgreich ist, sondern begleitende Präventionsmaßnahmen notwendig sind.

Arretierung vorhandener nicht kavittierter kariöser Läsionen. Während die Mehrzahl aller klinischen Untersuchungen zur Fissuren- und Grübchenversiegelung gesunde bleibende Molaren einschloss, wurde die Versiegelung auch an Kariesvorstufen eingesetzt. Die Studien wurden von Griffin et al. (2008) systematisch recherchiert und einer Meta-Analyse unterzogen. Im Ergebnis der vorhandenen Studien bzw. Daten errechneten die Autoren eine mittlere jährliche Progressionsrate von 2.6 % an versiegelten und von 12.6 % an unversiegelten Fissuren mit nicht kavitierten kariösen Läsionen. Daher befürworteten die Autoren den Einsatz der Fissuren- und Grübchenversiegelung an nicht kavitierten kariösen Läsionen.

Evidenzstärke

Anhand der vorliegenden Meta-Analysen kann geschlussfolgert werden, dass mit der Fissuren- und Grübchenversiegelung eine Kariesinitiation und -progression verhindert werden kann.

**Schlüsselempfehlung**

Der kariespräventive Nutzen der Fissuren- und Grübchenversiegelung an Zähnen bzw. Molaren mit gesunden Fissuren und nicht kavitierten kariösen Läsionen ist belegt.

**Literatur**

1. 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.*
2. 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.*
3. 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.*
4. BERNDT C, MELLER C, SCHWAHN C, SPLIETH C: Effektivität von Versiegelungen bei Jugendlichen hoher und niedriger Karieserfahrung. *Dtsch Zahnärztl Z 62(2007)747-753*
5. BUONOCORE MG: A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res 34(1955)849-853.*
6. 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.*
7. DE AMORIM RG, LEAL SC, FRENCKEN JÉ: Survival of atraumatic restorative treatment (ART) sealants and restorations: a meta-analysis. *Clin Oral Invest 16(2012)429-441.*
8. 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.*
9. HEINRICH-WELTZIEN R, WALTHER M, GODDON I, KÜHNISCH J: Zahngesundheit erster Molaren bei westfälischen Migranten und deutschen Schülern. *Bundesgesundheitsblatt 57(2014)128-134.*
10. HEMPEL E, LIMBERGER K, MÖLLER M, HEINRICH-WELTZIEN R: Mundgesundheit von Erfurter Schüler/innen mit und ohne Behinderungen. *Gesundheitswesen 77(2015)263-268.*

11. ICH EXPERT WORKING GROUP: Guideline for good clinical practice. 1996.
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.
13. 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.
14. MICHEELIS W, REICH E: Dritte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS III). Materialienreihe Band 21. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag, 1999.
15. MICHEELIS W, SCHIFFNER U: Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV). Materialienreihe Band 31. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag, 2006.
16. 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* 4(2011)22.
17. 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.
18. RIPA LW: Sealants revisited: An update of the effectiveness of pit-and-fissure sealants. *Caries Res* 27 Suppl 1(1993)77-82.
19. ROCK WP, ANDERSON RJ: A review of published fissure sealant trials using multiple regression analysis. *J Dent* 10(1982)39-43.
20. 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.

7 Retentionsverhalten von Fissuren- und Grübchenversiegelungen

7.1 Werkstoffkundliche Betrachtungen

Generationen von Versiegelungsmaterialien. Während die erste Generation der UV-Licht-polymerisierenden Materialien heute nicht mehr auf dem Dentalmarkt verfügbar ist, sind Versiegelungskunststoffe der zweiten Generation (auto- bzw. chemisch-polymerisierend) und jene der dritten Generation, die mit sichtbarem (blauem) Licht polymerisiert werden, erhältlich. Als eine zukünftige Generation zeichnen sich lichtpolymerisierende Materialien ab, die anstelle der Säurekonditionierung ein Adhäsiv zur Haftvermittlung nutzen.

Materialgruppen. Methacrylatbasierte Materialien sind UV-Polymerisate, Auto-Polymerisate, Lichtpolymerisate mit der Untergruppe der fluoridfreisetzenden Lichtpolymerisate und fließfähige Komposite, deren klinische Anwendung zur Fissuren- und Grübchenversiegelung an die vorherige Säurekonditionierung gekoppelt ist. Versiegelungsmaterialien sind mehrheitlich als dünnfließende, weiß-opak eingefärbte Versiegelungsmaterialien erhältlich; klare, transparente Materialien werden seltener angeboten und auch seltener klinisch 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 eignen sich niedrigvisköse Materialien bevorzugt zur Fissuren- und Grübchenversiegelung. Zudem sind fluoridfreisetzende Versiegelungsmaterialien verfügbar.

Erstmals werden in der überarbeiteten Leitlinie lichtpolymerisierende Materialien betrachtet, welche anstelle der üblichen Säurekonditionierung einen selbst-ätzenden/selbst-adhäsiven Haftvermittler zum Verbund am Zahnschmelz nutzen. Einen ähnlichen Ansatz stellten bereits kompomer-basierte Versiegelungen dar, die in Verbindung mit einem „Non-Rinse-Conditioner“ aufgetragen wurden.

GIZ (Glas-Ionomer-Zemente) sind eine weitere Materialgruppe. Diese werden in konventionelle und kunststoff-verstärkte GIZ differenziert. GIZ werden sowohl ohne vorherige Säurekonditionierung als auch mit Verwendung der Flüssigkomponente oder eines Primers zur Schmelzkonditionierung eingesetzt (Baseggio et al. 2010, Monse et al. 2012, Liu et al. 2014, Zhang et al. 2014). GIZ werden auch als ART-Versiegelung in Populationen in Entwicklungs- und Schwellenländern eingesetzt, die einen hohen Kariesbefall aufweisen, aber auch durch stark limitierte finanzielle und personelle Ressourcen im zahnärztlichen Versorgungssystem charakterisiert sind (Baseggio et al. 2010, Monse et al. 2012, Liu et al. 2014, Zhang et al. 2014). Zudem finden GIZ in der Übergangsphase des Zahndurchbruchs Anwendung (Axelsson 1999, Antonson et al. 2012).

Im Rahmen der systematischen Literaturrecherche wurden die verfügbaren Studien unter Berücksichtigung der jeweiligen Materialgruppe zusammengefasst und ausgewertet.

7.2 Materialspezifisches Retentionsverhalten

Meta-Analysen/Systematische Übersichtsarbeiten zum Retentionsverhalten. Im Zuge der Literaturrecherche wurde eine Meta-Analyse zum materialspezifischen Retentionsverhalten identifiziert (Kühnisch et al. 2012, Tabelle 3 und Abbildung 7). Die Autoren ermittelten die günstigsten Retentionsraten für methacrylatbasierte Materialien. Die ungünstigsten Retentionsraten wurden für Materialgruppen registriert, die auf eine Säurekonditionierung verzichteten, z. B. GIZ oder Kompomere.

Klinische Studien. Entsprechend den Einschlusskriterien für klinische Studien wurden die Retentionsraten intakter Fissuren- und Grübchenversiegelungen an bleibenden Molaren in Abhängigkeit von der Materialgruppe bei der Überarbeitung der Leitlinie aktualisiert (siehe auch Leitlinien-Report). Um die Vergleichbarkeit der Daten zu ermöglichen, wurden prozentuale Mittelwerte für das Kriterium der vollständigen Versiegelungsretention berechnet (siehe auch Leitlinien-Report). Bei Betrachtung der Daten zeigten sich im Wesentlichen die gleichen Trends wie in den vorherigen Analysen. Anhand der Tabelle 4 (siehe auch Anhang für Details) wird deutlich, dass grundsätzlich die Anzahl intakter Versiegelungen mit zunehmender Liegedauer abnimmt. Für die auto-polymerisierenden Versiegelungsmaterialien sind die längsten klinischen Erfahrungen mit 20 Jahren Beobachtungszeit publiziert. Für Licht-Polymerisate und fluoridfreisetzende Versiegelungsmaterialien sind klinische Studien mit einer Laufzeit von sieben bzw. vier Jahren verfügbar. Für beide Materialgruppen unter Anwendung der Säurekonditionierung wurden die günstigsten Retentionsraten aufgefunden. Hier liegen etwa 80 % intakte Fissurenversiegelungen nach vier Jahren Liegezeit vor (Tabelle 4/ Anhang). Bei Verwendung eines selbstkonditionierenden Haftvermittlers anstelle der Säurekonditionierung reduzierte sich die Anzahl intakter Fissurenversiegelungen auf unter 50 % nach bereits zwei Jahre Liegedauer (siehe auch Leitlinien-Report).

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 diese beiden Materialgruppen als gleichwertig in Bezug auf das Retentionsverhalten anzusehen. Direkte Vergleiche aus klinischen Studien zwischen auto-/licht-polymerisierenden und fluoridfreisetzenden Materialien mit einer mindestens zweijährigen Beobachtungszeit liegen in der verfügbaren Literatur gegenwärtig nicht vor.

Für fließfähige Komposite liegen derzeit Langzeiterfahrungen bei der Anwendung zur Fissuren- und Grübchenversiegelung von lediglich zwei Jahren vor. Die verfügbaren Daten deuten auf ein ähnliches Retentionsverhalten wie bei den o. g. methacrylat-basierten Versiegelungsmaterialien hin. Allerdings erscheint aufgrund der deutlich höheren Viskosität ein Einsatz bevorzugt bei der minimalinvasiven Füllungstherapie (Synonym: erweiterte Fissuren- und Grübchenversiegelung) geeignet.

Kompomere wiesen bei ihrer Verwendung zur Fissuren- und Grübchenversiegelung ein unzureichendes Retentionsverhalten auf. Als wesentliche Ursache ist die in der Regel nicht vorgenommene Säurekonditionierung zu diskutieren. Lediglich zwei Arbeitsgruppen konditionierten die Schmelzoberfläche vor Applikation eines kompomer-basierten Versiegelungsmaterials (Pardi et al. 2004, 2005, Yilmaz et al. 2010).

Für GIZ wurde im Vergleich zu allen anderen Versiegelungswerkstoffen das ungünstigste Retentionsverhalten aufgefunden. Bereits nach zwei Jahren waren etwa 80 bis 90 % aller Versiegelungen nicht mehr intakt oder verloren gegangen (Tabelle 4/ Anhang). Dies wurde auch in vergleichenden klinischen Studien deutlich, die methacrylatbasierte Materialien und GIZ miteinander verglichen. Als wesentliche Ursache für das ungünstige Retentionsverhalten ist die geringere Haftung bei fehlender Säurekonditionierung zu nennen. Wird als Outcome-Variable jedoch das (partielle) Vorhandensein einer Versiegelung mit GIZ herangezogen, so lassen sich deutlich günstigere Überlebensraten für ART-Versiegelungen berechnen (de Amorim et al. 2012).

Evidenzstärke

Im Rahmen einer Meta-Analyse, welche die verfügbaren klinischen Studien mit einer Mindestlaufzeit von zwei Jahren berücksichtigte, wurde gezeigt, dass das Überleben bzw. Retentionsverhalten von Fissuren- und Grübchenversiegelungen in Abhängigkeit vom verwendeten Material Unterschiede aufweist. Auto- und lichtpolymerisierende Versiegelungsmaterialien wiesen dabei das günstigste Retentionsverhalten auf. Insbesondere Materialgruppen bzw. Vorgehensweisen, die auf eine Säurekonditionierung verzichteten, waren mit z. T. deutlich höheren Verlustraten verbunden.

Evidenzstärke

I II III IV

Schlüsselempfehlungen

Es sollen Materialgruppen mit einer hohen Retentionsrate und damit Überlebenswahrscheinlichkeit bevorzugt in der klinischen Praxis eingesetzt werden. Dazu zählen niedrigvisköse methacrylatbasierte Versiegelungskunststoffe, die in Verbindung mit Säurekonditionierung angewendet werden. Bei Zähnen im Durchbruch bzw. wenn keine adäquate Trockenlegung möglich ist, kann alternativ der Einsatz von GIZ erwogen werden.

Empfehlungsstärke für die getroffenen Aussagen:

Stark ↑↑ Moderat Offen

Konsensstärke: Stark; 10 Ja-Stimmen/ 10 Teilnehmer

Licht-Polymerisate sollten als Einkomponenten-Materialien im Vergleich zu Auto-Polymerisaten bevorzugt verwendet werden. Die Materialien sind weniger techniksensitiv zu verarbeiten, da der Anmischvorgang entfällt und die sofortige Lichtpolymerisation die Behandlungszeit verkürzt.

Empfehlungsstärke für die getroffenen Aussagen

Stark **Moderat** ↑ Offen

Konsensstärke: Stark; 10 Ja-Stimmen/ 10 Teilnehmer

Tabelle 3: Materialspezifische Retentionsraten (hier intakte Fissurenversiegelungen) mit 95% Konfidenzintervallen (95 % CI), die im Rahmen der Meta-Analyse berechnet wurden (Kühnisch et al. 2012). Fließfähige Licht-Polymerisate wurden in dem Modell nicht betrachtet, da lediglich 2-Jahres-Daten verfügbar waren.

Retentionsraten	2 Jahre		3 Jahre		5 Jahre	
	Rate	95%CI	Rate	95%CI	Rate	95%CI
UV-Polymerisate	51.1 %	37.6 - 64.0	38.6 %	26.0 - 52.7	19.3 %	7.9 - 39.9
Auto-Polymerisate	84.0 %	79.8 - 87.5	78.8 %	75.3 - 82.9	64.7 %	57.1 - 73.1
Licht-Polymerisate	77.8 %	64.3 - 88.9	80.4 %	63.6 - 89.8	83.8 %	54.9 - 94.7
Fluoridfreisetzende Licht-Polymerisate	81.1 %	45.8 - 97.8	75.3 %	59.4 - 88.8	69.9 %	51.5 - 86.5
Kompomer-Versiegeler	52.0 %	18.8 - 94.9	17.9 %	8.2 - 58.0	3.8 %	0.2 - 31.8
Glas-Ionomer-Zemente	12.3 %	7.6 - 19.0	8.8 %	4.3 - 13.7	5.2 %	1.3 - 15.5

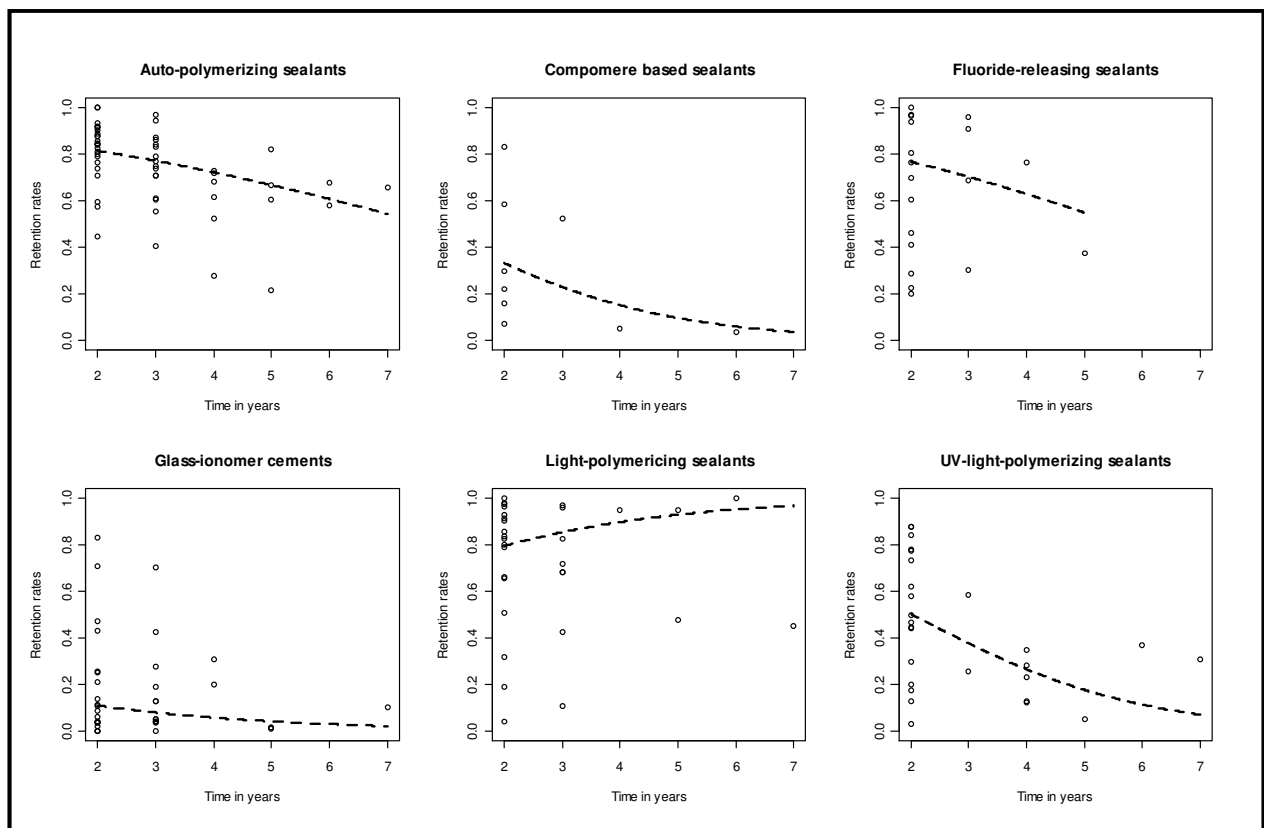


Abbildung 7: Retentionsverhalten in Relation zur Liegedauer der Versiegelung (Kühnisch et al. 2012).

Tabelle 4: Übersicht zu den mittleren, prozentualen Raten intakter Fissurenversiegelungen an bleibenden Molaren aus prospektiv angelegten, klinischen Studien (Stand 2015). Details finden sich im Leitlinienreport

Studien bis 2015	Intakte Fissurenversiegelungen an bleibenden Molaren (%) in Relation zur Gesamtzahl der applizierten Fissurenversiegelungen in Abhängigkeit von der Liegedauer in Jahren										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
UV-Licht-Polymerisate	56.9	37.9	24.7	5.0	37.0	31.1	-	-	-	-	-
Auto-Polymerisate	78.7	74.7	56.1	72.4	58,0	55.8	70.1	-	56.7	44.8	65.4
Licht-Polymerisate	78.5	82.0	96.7	73.3	100.0	45.4	-	-	-	-	-
Fluoridfreisetzende Licht-Polymerisate	67.3	85.8	76.5	22.3	-	-	-	-	-	-	-
Fließfähige Komposite als Versiegeler	76.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Adhäsive Vorbehandlung/ Licht-Polymerisat	41.3	45.0	42.5	19.6	-	-	-	-	-	-	-
Kompomere	36.1	9.7	5.3	-	3.4	-	-	-	-	-	-
Glas-Ionomer-Zemente	16.1	10.3	20.2	3.0	-	10.3	-	-	-	-	-

7.3 Retentionsverhalten von erweiterten Fissurenversiegelungen

In der Vergangenheit wurde die sogenannte erweiterte Fissurenversiegelung (Englisch: preventive resin restoration, sealant with tooth preparation o. ä.) mit dem Ziel eingeführt, mögliche Retentionsverluste zu kompensieren. Mit der „Erweiterung“ der oftmals engen Fissuren und Grübchen mit einem diamantierten Schleifkörper oder einem abrasiven Partikelstrahl (Air Abrasion) wird die aprismatische Schmelzoberfläche angeraut bzw. entfernt. Die anschließend mit der Säure-Ätz-Technik freigelegten Schmelzprismen dienen wie bei der Standard-Versiegelung als Grundlage für den adhäsiven Verbund zwischen dem Zahnschmelz und dem dünnfließenden Versiegelungsmaterial.

Nach Durchsicht der verfügbaren Untersuchungen zur erweiterten Fissuren- und Grübchenversiegelung ist festzustellen, dass die Studienanzahl vergleichsweise gering ist und systematische Untersuchungen fehlen. Im Wesentlichen können zwei Kategorien von Studien gebildet werden: 1) Klinische Verlaufsbeobachtungen von erweiterten Fissurenversiegelungen bzw. minimal invasiven Füllungen (Gerke 1987, Haupt et al. 1985, 1986, 1988, 1994, Einwag 1989, do Rego & de Araujo 1996, Gray 1999, Güngör et al. 2004, Kim et al. 2008) und 2) klinische Studien mit einem Vergleich von konventionellen und erweiterten Fissuren- und Grübchenversiegelungen (Shapira und Eidelman 1984, 1986, Städtler 1993, Lygidakis et al. 1994, Yazici et al. 2006, Dhar & Chen 2010, Dhar & Chen 2012). Letztere zeigten klinische Vorteile im Überleben für die erweiterte Fissurenversiegelung auf.

Nach dem heutigen Therapieverständnis (Kidd 2011, Ismail et al. 2013) ist jedoch ethisch zu hinterfragen, eine Erweiterung, Schmelzbiopsie, Fissurotomie oder prophylaktische Odontotomie durchzuführen, da diese Techniken als invasiv einzustufen sind (Simonsen 2011, Deery 2013, Holmgren et al. 2014). Darüber hinaus scheint eine mechanische Präparation die Retention von Fissurenversiegelungen nur geringfügig zu verbessern (Irish Oral Health Services Guideline Initiative 2010).

Evidenzstärke

Zur erweiterten Fissuren- und Grübchenversiegelung liegen klinische Studien bzw. Fallberichte vor. Allerdings fehlen systematische Untersuchungen.

Evidenzstärke:

I II III IV

Schlüsselempfehlung

Aufgrund des invasiven Vorgehens und der begrenzten Studienlage wird die Erweiterung von gesunden Fissuren und Grübchen zur Retentionsverbesserung heute kritisch betrachtet und soll daher nicht angewendet werden.

Empfehlungsstärke für die getroffenen Aussagen:

Stark ↑↑ Moderat Offen

Konsensstärke: Stark; 10 Ja-Stimmen/ 10 Teilnehmer

7.4 Vergleich der Retentionsraten an Milch- und bleibenden Zähnen

Zum Retentionsverhalten von Fissuren- und Grübchenversiegelungen an Milchmolaren liegen wenige und widersprüchliche Informationen vor, die u. a. auf die eingeschränkte Kooperationsfähigkeit von (Klein)Kindern sowie das oftmals wenig retentive Fissurenrelief der (ersten) Milchmolaren zurückzuführen sein dürften. Die Mehrzahl der Untersuchungen dokumentierte hohe Verlustraten an Milchmolaren innerhalb der ersten zwei Jahre (Ferguson & Riva 1980, Fuks et al. 1982, Vrbic 1986, Duggal et al. 1997, Ünal et al. 2015). Lediglich eine Studie zeigte keine Unterschiede zwischen Milch- und bleibenden Molaren (Vrbic 1999). Simonsen (1981) beobachtete mehr als 94 % intakte Versiegelungen an Milchmolaren nach dreijähriger Beobachtungszeit.

Evidenzstärke

Es liegen nur wenige klinische Studien zum Retentionsverhalten der Fissuren- und Grübchenversiegelung an Milchmolaren vor. Daten zum kariesprotektiven Effekt sind begrenzt.



Schlüsselempfehlung

Die Fissuren- und Grübchenversiegelung kann an Milchmolaren bei Patienten mit frühkindlicher Karies bzw. einem hohen Kariesrisiko im Rahmen des Präventionskonzeptes in Erwägung gezogen werden.



7.5 Retentionsunterschiede zwischen unterschiedlichen Zahngruppen

Seit Beginn der klinischen Prüfung von Versiegelungsmaterialien wurden Vergleiche zwischen unterschiedlichen Zahngruppen vorgenommen.

A) Prämolaren und Molaren. Für Prämolaren konnten in der Regel höhere Retentionsraten als für Molaren nach zwei und mehr Jahren Liegedauer nachgewiesen werden (Messer & Cline 1980, Li et al. 1981, Handelman et al. 1987, Städtler 1993, Yazici et al. 2009, Hevinga et al. 2010). Die Überlebensrate vollständig intakter Versiegelungen an Prämolaren lag in den wenigen verfügbaren Studien in der Regel bei nahezu 100 %.

B) 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). Als Ursachen der höheren Verlustraten an Oberkiefermolaren werden vor allem verarbeitungsbedingte Fehler, wie z. B. eine Überschussbildung, ein nach distal gerichteter Fluss des Materials während der Applikation am liegenden Patienten, die Speichelkontamination geätzter Schmelzareale, Blasenbildungen oder unzureichend polymerisierte Materialanteile diskutiert. Daraus folgt, dass der Patient korrekt in der Liegeposition zu lagern ist, um eine adäquate Trockenlegung sowie ein optimales Instrumentieren bei guter Sicht zu ermöglichen.

C) 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). In diesen Fällen kann eine Versiegelung mit Komposit oder einem Versiegelungsmaterial empfohlen werden, um einer kariösen Entwicklung und/oder einer Pulpaschädigung präventiv zu begegnen (Bishop & Alani 2008). Gleiches gilt für zusätzliche Höckerformationen (Tuberculum Carabelli), welche ebenfalls eine zusätzliche Fissur aufweisen (Messer et al. 1997).

Evidenzstärke

Klinische Studien haben Unterschiede bezüglich der Überlebensraten zwischen einzelnen Zahngruppen in der bleibenden Dentition aufgezeigt.

Evidenzstärke:

I II III IV

Schlüsselempfehlung

Die Fissuren- und Grübchenversiegelung kann an Prämolaren bei Patienten mit einem hohen Kariesrisiko sowie bei anatomischen Variationen zum Einsatz kommen.

Empfehlungsstärke für die getroffenen Aussagen:

Stark Moderat Offen ↔

Konsensstärke: Stark; 10 Ja-Stimmen/ 10 Teilnehmer

Literatur

1. 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.
2. ANTONSON SA, ANTONSON DE, BRENER S, CRUTCHFIELD J, LARUMBE J, MICHAUD C, 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.
3. AXELSSON P. An introduction to risk prediction and preventive dentistry. Carol Stream, USA: Quintessence Publishing (1999).
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. BAUMGART M, HÄNNI S, SUTER B, SCHAFFNER M, LUSSI A: Dens invaginatus. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 119(2009)697-705
8. 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.
9. BISHOP K & ALANI A: Dens invaginatus. Part 2: clinical, radiographic features and management options. *Int Endod J* 41(2008)1137–1154.
10. 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
11. 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
12. DEERY C: Caries detection and diagnosis, sealants and management of the possibly carious fissure. *Brit Dent J* 214(2013)551-557.
13. 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.
14. EINWAG J: Langzeiterfahrungen mit einer modifizierten Technik der Fissurenversiegelung. *Dtsch Zahnärztl Z* 44(1989)110-112.
15. FERGUSON FS, RIVA LW: Evaluation of the retention of two sealants applied by dental students. *J Dent Educ* 44(1980)494-496.
16. 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.
17. 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.
18. 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.
19. GERKE DC: Modified enameloplasty-fissure sealant technique using an acid-etch resin method. *Quintessence Int* 18(1987)387-390.
20. GRAY GB: An evaluation of sealant restoration after 2 years. *Br Dent J* 186(1999)569-575.
21. 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.
22. 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.

23. 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.
24. 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.
25. HOUPPT 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.
26. HOUPPT 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.
27. HOUPPT M, FUKS A, EIDELMAN E: The preventive resin (composite resin/ sealant) restoration: Nine-year results. *Quintessence Int* 25(1994)155-159.
28. HOUPPT M, FUKS A, EIDELMAN E, SHEY Z: Composite/sealant restoration: 6 1/2-year results. *Pediatr Dent* 10(1988)304-306.
29. 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. <http://ohsrc.ucc.ie/html/guidelines.html>. Abruf: Dezember 2015.
30. 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.
31. 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.
32. 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.
33. KIDD E: The implication of the new paradigm of dental caries. *J Dent* 39S2(2011)S3-S-8.
34. KIM J, SHIN CH, PARK K: Long-term evaluation of sealants applied with an invasive technique. *Int Dent J* 58(2008)323-328.
35. 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.
36. 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.
37. 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.
38. 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.
39. MEJARE I, MJÖR IA: Glass ionomer and resin-based fissure sealants: A clinical study. *Scand J Dent Res* 98(1990)345-350.
40. 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.
41. MORGAN MV, ADAMS GG, CAMPAIN AC, WRIGHT FAC: Assessing sealant retention using a Poisson frailty model. *Community Dent Health* 22(2005)237-245.
42. MONSE B, HEINRICH-WELTZIEN R, MULDER J, HOLMGREN C, VAN PALENSTEIN HEIDERMAN 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.
43. MULLER-BOLLA M, LUPU-PEGURIER L, TARDIEU C, VELLY AM, AN TOMARCHI C: Retention of resin-based pit and fissure sealants: A systematic review. *Community Dent Oral Epidemiol* 34(2006)321-336.

44. 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.
45. 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.
46. 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.
47. 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.
48. 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.
49. 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.
50. 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.
51. 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.
52. SHAPIRA J, FUKS A, CHOSACK A, HOUPM M, EIDELMAN E: A comparative clinical study of autopolymerized and light-polymerized fissure sealants: Five-year results. *Pediatr Dent* 12(1990)168-169.
53. SIMONSEN RJ: The clinical effectiveness of a colored pit and fissure sealant after 36 months. *J Am Dent Assoc* 102(1981)323-327.
54. SIMONSEN RJ: From prevention to therapy: minimal intervention with sealants and resin restorative materials. *J Dent* 39 Suppl 2(2011)S27-S33.
55. SMALES RJ, WONG KC: 2-year clinical performance of a resin-modified glass ionomer sealant. *Am J Dent* 12(1999)59-61.
56. 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..
57. 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.
58. STÄDTLER P: Five-year survival rate of fissure sealings and fissure restorations. *Int J Clin Pharmacol Ther Toxicol* 31(1993)361-364.
59. 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.
60. SVEEN OB, JENSEN OE: Two-year clinical evaluation of Delton and Prisma-Shield. *Clin Prev Dent* 8(1986)9-11.
61. ÜNAL M, OZTURHAN 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
62. VRBIC V: Five-year experience with fissure sealing. *Quintessence Int* 17(1986)371.
63. VRBIC V: Retention of a fluoride-containing sealant on primary and permanent teeth 3 years after placement. *Quintessence Int* 30(1999)825-828.
64. 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.
65. WRIGHT GZ, FRIEDMAN CS, PLOTZKE O, FEASBY WH: A comparison between autopolymerizing and visible-light-activated sealants. *Clin Prev Dent* 10(1988)14-17.
66. YAZICI AR, KIREMITÇI A, CELIK C, OZGÜNALYAY 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.

67. 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.
68. YILMAZY, BELDÜZ N, EYÜBOĞLU O. A two year evaluation of four different fissure sealants. *Eur Arch Paediatr Dent* 11(2010)88-92.
69. 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.

8 Indikationen und Kontraindikationen zur Versiegelung

Die Indikationsstellung zur Fissuren- und Grübchenversiegelung erfolgt auf Grundlage der Karies- und Kariesrisiko-Diagnostik (Ismail et al. 2013). Bei karies(risiko)freien Patienten kann aus heutiger Sicht auf die Fissuren- und Grübchenversiegelung 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 eingeschätzt wird (Tagliaferro et al. 2011, Ismail et al. 2013). Nichtsdestotrotz wird an Zähnen mit einem erhöhten Zahnflächen-spezifischen Risiko die Fissuren- und/oder Grübchenversiegelung auch bei Nicht-Kariesrisiko-Patienten empfohlen (Smallridge 2010, NSW Ministry of Health 2013, Ismail et al. 2013).

Für Kinder, Jugendliche und junge Erwachsene mit einem erhöhten Kariesrisiko ist die Fissuren- und Grübchenversiegelung an gesunden und nicht kavitierten kariösen Läsionen wesentlicher Bestandteil der kariespräventiven Behandlungsstrategie (Ismail et al. 2013). Bei Erwachsenen und älteren Patienten kann die Indikation zur Versiegelung restriktiver gestellt werden (Bakhshandeh et al. 2012, Holmgren et al. 2013).

In Abhängigkeit von der Diagnose – gesund, nicht kavitierte kariöse Läsion oder Dentinkaries – wird die Indikation zur präventiven Fissuren- und Grübchenversiegelung bzw. minimal invasiven Restauration gestellt (Abbildung 8). An gesunden Fissuren und Grübchen sowie nicht kavitierten Dentinläsionen erscheint die präventive Versiegelung prinzipiell indiziert. Bedenken, dass der kariöse Prozess unter einer intakten Versiegelung entstehen oder voranschreiten könnte, sind bei richtiger Indikationsstellung widerlegt (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 einer kavitierten Dentinkaries wird die Kariesexkavation nach wie vor als Vorgehen der Wahl angesehen und diese defektorientiert vorgenommen. Anschließend werden die Kavität mit einer (adhäsiven) Füllung versorgt, und die nicht in die Kavität bzw. Füllung einbezogenen (Para-)Fissuren präventiv versiegelt (Smallridge 2010, Kidd 2011, Simonsen 2011). Ziel der Maßnahmen ist die Umgestaltung eines plaqueretentiven Fissurenreliefs in eine prophylaxefähige Oberfläche.

In jüngster Zeit wird die Fissuren- und Grübchenversiegelung weiterhin zum nicht-invasiven Management von kavitierten bzw. fortgeschrittenen Dentinläsionen an Fissuren und Grübchen diskutiert (Hevinga et al. 2008, Bakhshandeh et al. 2012, Borges et al. 2012, Carvalho 2015). 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), zeigte demgegenüber eine In-vitro-Studie die deutlichen Grenzen der Versiegelung bei diesem Vorgehen auf. Dies begründet sich in einer ungenügenden Penetration des Versiegelungsmaterials sowie einem nachgewiesenen Microleakage (Hevinga et al. 2008). Das Vorgehen wird auch in Analogie zu den Prinzipien der Infektionskontrolle und guten Gesundheit abgelehnt, da aufgrund der Eigenschaften von Versiegelungsmaterialien ein optimaler Langzeitverschluss der Kavität fraglich ist (Simonsen 2011). Bei guter Kooperation des Patienten ist die Karies an okklusalen Dentinläsionen nach wie vor zu exkavieren und der Zahn minimal invasiv restaurativ zu versorgen (Smallridge 2010, Kidd 2011, NSW Ministry of Health 2013). Wird eine Dentinkaries bei fehlender

Kooperation versiegelt, müssen die Eltern über mögliche Risiken und den temporären Charakter der Behandlungsmaßnahme informiert und aufgeklärt werden (Smallridge 2010).

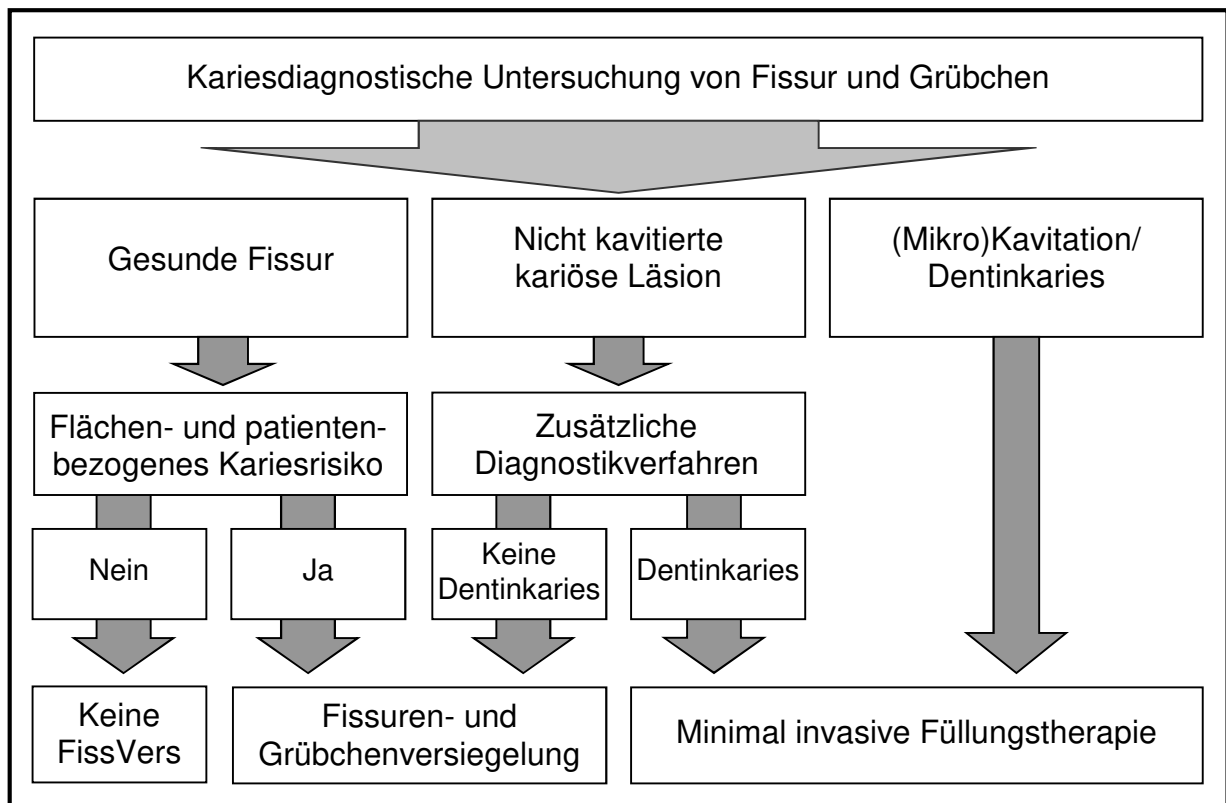


Abbildung 8: Diagnostischer Entscheidungsprozess zur Fissuren- und Grübchenversiegelung.

Die *Indikation zur Fissuren- und Grübchenversiegelung an bleibenden Molaren* sollte in folgenden klinischen Situationen gestellt werden:

- Kariesfreie Fissuren und Grübchen bei Patienten mit einem erhöhtem Kariesrisiko. Dazu zählen z. B. Patienten mit Karieserfahrung im Milchgebiss sowie Patienten, die bereits einen kariösen bleibenden Molaren aufweisen (Smallridge 2010, NSW Ministry of Health 2013, Irish Oral Health Services Guideline Initiative 2010, Holmgren et al. 2014).
- Kariesfreie Fissuren und Grübchen mit einem anatomisch kariesanfälligen Fissurenrelief (nach subjektiver Einschätzung) unabhängig von der Kariesrisiko-Einschätzung.
- Fissuren und Grübchen mit nicht kavitierten kariösen Läsionen unabhängig von der Kariesrisiko-Einschätzung (Griffin et al. 2008, Smallridge 2010, NSW Ministry of Health 2013).
- Fissuren und Grübchen an hypomineralisierten oder hypoplastischen Zähnen unabhängig von der Kariesrisiko-Einschätzung (Smallridge 2010, Irish Oral Health Services Guideline Initiative 2010, NSW Ministry of Health 2013).
- Fissuren und Grübchen bei Patienten mit Allgemeinerkrankungen bzw. körperlichen und/oder geistigen Behinderungen, die eine effektive tägliche Mundhygiene nur begrenzt umsetzen können (Smallridge 2010, Irish Oral Health Services Guideline Initiative 2010, Ismail et al. 2013, NSW Ministry of Health 2013, Ahovuo-Saloranta et al. 2008 und 2013).

- Partiiell oder vollständig verloren gegangene Fissurenversiegelungen sollten bei unverändertem Kariesrisiko repariert bzw. erneuert werden (Smallridge 2010, Irish Oral Health Services Guideline Initiative 2010).

Die *Indikation zur Fissuren- und Grübchenversiegelung* an Milchmolaren oder anderen bleibenden Zähnen kann bei einem erhöhten individuellen oder zahnflächen-spezifischen Risiko in Erwägung gezogen werden.

Relative Kontraindikationen zur Fissuren- und Grübchenversiegelung bestehen in folgenden Situationen:

- Ist der betreffende Zahn noch nicht vollständig in die Mundhöhle durchgebrochen und sind die Okklusallfläche bzw. die palatinalen/bukkalen Grübchen nicht oder nur begrenzt einer adäquaten Trockenlegung bzw. Instrumentierung zugänglich, ist auf die Versiegelung vorerst zu verzichten. Bis zum vollständigen Zahndurchbruch haben lokale präventive Maßnahmen, wie eine adäquate Plaqueentfernung und die Lokalapplikation von Fluorid(lack)en Vorrang (Hilgert et al. 2015). Bei Kariesrisiko-Patienten kann die temporäre Fissurenversiegelung mit einem GIZ (Prä-Fissurenversiegelung) in Erwägung gezogen werden (Taifour et al. 2003, Smallridge 2010, Irish Oral Health Services Guideline Initiative 2010, Simonsen 2011, NSW Ministry of Health 2013, Ngo und Opsahl-Vital 2014). Es ist eine einfache präventive, aber provisorische Interimslösung (Baseggio 2010, Irish Oral Health Services Guideline Initiative 2010, NSW Ministry of Health 2013).
- Bei Zähnen mit einer nachgewiesenen Dentinkaries im Bereich der Fissuren bzw. Grübchen ist die Versiegelung aus heutiger Sicht kontraindiziert und eine minimal invasive Füllungstherapie angezeigt (Smallridge 2010, Simonsen 2011, SW Ministry of Health 2013). Nichtsdestotrotz wurde jüngst eine klinische Studie vorgestellt, in der kavitierte Okklusalläsionen mit Fissuren- und Grübchenversiegelungen versorgt wurden (Carvalho 2015).
- Milchzähne, deren Exfoliation unmittelbar bevorsteht, bedürfen keiner Versiegelung.

Eine *absolute Kontraindikation* zur Fissuren- und Grübchenversiegelung besteht bei einer nachgewiesenen Allergie gegenüber Versiegelungsmaterialien oder einzelnen Materialbestandteilen.

Schlüsselempfehlungen

Die Fissuren- und Grübchenversiegelung soll indikationsgerecht an gesunden Fissuren zur Kariesprävention und an Fissuren mit nicht kavitierten kariösen Läsionen zur Kariesarretierung zum Einsatz kommen.

Empfehlungsstärke für die getroffenen Aussagen:

Stark ↑↑

Moderat

Offen

Konsensstärke: Stark; 10 Ja-Stimmen/ 10 Teilnehmer

Während bei Nicht-Risiko-Patienten die Indikation zur Fissuren- und Grübchenversiegelung an kariesfreien Zähnen restriktiv gestellt werden soll, profitieren Kariesrisiko-Patienten von der Fissuren- und Grübchenversiegelung

besonders, weshalb die Versiegelung bei diesen Patienten bevorzugt durchgeführt werden soll.

Empfehlungsstärke für die getroffenen Aussagen:

Stark ↑↑

Moderat

Offen

Konsensstärke: Stark; 10 Ja-Stimmen/ 10 Teilnehmer

An Fissuren und Grübchen mit nicht kavitierten kariösen Läsionen soll die Indikation zur Versiegelung im Kindes- und Jugendalter unabhängig von der Kariesrisiko-Einschätzung mit dem Ziel der Kariesarretierung gestellt werden.

Empfehlungsstärke für die getroffenen Aussagen:

Stark ↑↑

Moderat

Offen

Konsensstärke: Stark; 10 Ja-Stimmen/ 10 Teilnehmer

Literatur

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. CARVALHO J: Risk factors for occlusal caries initiation and arrest. ORCA Saturday Afternoon Symposium. Brüssel, Juli 2015.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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. <http://ohsrc.ucc.ie/html/guidelines.html>. Abruf: Dezember 2015.

11. 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.
12. KIDD E: The implication of the new paradigm of dental caries *J Dent* 39 Suppl 2(2011)S3-S-8.
13. 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.
14. 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. NSW MINISTRY OF HEALTH: POLICY DIRECTIVE – PIT AND FISSURE SEALANTS: Use of in Oral Health Services NSW. North Sydney (Australia) 2013 (PD2001325).
16. SIMONSEN JJ: From prevention to therapy: Minimal intervention with sealants and resin restorative materials. *J Dent* 39 Suppl 2(2011)S27-S33.
17. 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..
18. 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.
19. TAIFOUR D, FRENCKEN JE, VAN'T HOF MA, BEIRUTI 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.

9 Nichtbehandlung/Nichtversiegelung von Fissuren und Grübchen

Unter Berücksichtigung eines gezielten und Ressourcen-effektiven Einsatzes der Fissuren- und Grübchenversiegelung muss die Nichtbehandlung von Fissuren und Grübchen diskutiert werden. Wie schon im Kapitel zuvor dargelegt, geht die Nichtversiegelung bei karies(risiko)freien Patienten mit einer hohen Wahrscheinlichkeit einher, dass kurz- und mittelfristig keine Kariesentwicklung bei sichergestellter Prävention an Fissuren und Grübchen stattfindet (Zenkner et al. 2015). Dies wurde jüngst auch in einer Kariesrisiko-Population gezeigt, bei der ein tägliches supervidiertes Zähneputzen mit der Versiegelung verglichen und die Entwicklung einer Kavitation als Endpunkt genutzt wird (Hilgert et al. 2015). Aus klinischer Sicht muss dieses Vorgehen jedoch mit regelmäßigen Kontrollen verbunden sein, um frühzeitig nicht kavitierte kariöse Läsionen oder restaurationsbedürftige Kavitationen bzw. Dentinläsionen zu erkennen. Zu betonen ist, dass gegenwärtig klinische Studien fehlen, die die langfristigen Effekte über 5, 10 oder gar 20 Jahre in unterschiedlichen Settings dokumentieren.

Bei einem allgemein erhöhten oder hohen Kariesrisiko und/oder der Nichtnutzung etablierter Präventionsmaßnahmen ist im Umkehrschluss darauf zu verweisen, dass insbesondere Molaren sowie deren Fissuren und Grübchen eine erhöhte Wahrscheinlichkeit aufweisen können, kariös zu erkranken.

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 (Ismail et al. 2013, NSW Ministry of Health 2013). Zudem sind die modifizierbaren und Ätiologie-relevanten Faktoren in der Kariesentstehung möglichst positiv zu beeinflussen, wie z. B. Sicherstellung einer zahngesunden Ernährung und optimalen Mundhygiene.

Als Alternative zur Fissurenversiegelung kann in ressourcenarmen Settings, wie z. B. Entwicklungsländern, die (halbjährliche) Fluoridlackapplikation in Betracht gezogen werden (Liu et al. 2012), während bei vorhandenen Ressourcen die Fissurenversiegelung die Methode der Wahl bleibt.

Evidenzbasierte Informationen zeigen zudem, dass Fluoridlacke nicht mit einer der Versiegelung vergleichbaren Kariesreduktion einhergehen (Hiiri et al. 2010).

Literatur

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. LIU BY, LO EC, CHU CH, LIN HC. Randomized trial on fluorides and sealants for fissure caries prevention. *J Dent Res* 8(2012)753-758.

5. NSW MINISTRY OF HEALTH: Policy Directive – Pit and fissure sealants: Use of in Oral Health Services NSW. North Sydney (Australia) 2013 (PD2001325).
6. 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.

10 Betrachtungen zur Kosten-Nutzen-Effektivität

Die praktische Umsetzung und Akzeptanz der Fissuren- und Grübchenversiegelung wird neben zahnmedizinischen Gesichtspunkten auch von der Kostenübernahme durch die Krankenversicherungen sowie Kosten-Nutzen-Überlegungen beeinflusst. In der Bundesrepublik Deutschland steht die Fissuren- und Grübchenversiegelung an den bleibenden Molaren allen bis 17-jährigen Kindern und Jugendlichen kostenfrei zur Verfügung. Die Abrechnung bei gesetzlich versicherten Patienten erfolgt über den mit der BEMA-Position Nr.IP5 (ca. 16 €) festgelegten Punktwert. Bei privat versicherten Patienten wird die Versiegelung über die GOZ-Position 2000 abgerechnet. Hier wird dem Zahnarzt die Applikation einer Fissuren- und Grübchenversiegelung mit etwa 11-17€ bei einem 2,3- bis 3,5-fachen Steigerungsfaktor honoriert.

Aus ökonomischer Sicht finden sich in der internationalen Literatur unterschiedliche Überlegungen, welche die Indikation zur Versiegelung beeinflussen können:

- Im Vergleich zu Patienten mit einem niedrigen Kariesrisiko wird für Patienten mit einem erhöhten Kariesrisiko grundsätzlich eine günstigere Kosten-Nutzen-Relation herausgestellt (Leskinen et al. 2007, 2008a und 2008b, Weintraub et al. 2001, Neusser et al. 2014). Darüber hinaus nimmt die Kosten-Nutzen-Relation in Populationen mit einer niedrigen Kariesprävalenz ab, da nur bei wenigen Kindern bzw. Jugendlichen kariöse Läsionen an den Fissuren und Grübchen verhindert werden können (Dennison et al. 2000, Weintraub et al. 2001). Im Widerspruch zu dieser Position schlussfolgerten Heyduck et al. (2006) und Berndt et al. (2007) aus ihren Studienergebnissen, dass nur Jugendliche mit einer geringen Kariesaktivität von der Fissuren- und Grübchenversiegelung profitieren.
- Präventionsprogramme mit implementierter Fissuren- und Grübchenversiegelung sowie einer indikationsgerechten Fluoridapplikation werden als vorteilhaft diskutiert (Whelton und O'Mullane 2001, Armfield und Spencer 2007).
- Den Kosten für eine Fissuren- und Grübchenversiegelung werden oft die Kosten für eine einzelne okklusale Füllung gegenübergestellt (Mitchell und Murray 1990, Griffin et al. 2002). Da die Kosten einer Versiegelung länder-spezifisch sind, können sie für die Bundesrepublik Deutschland nicht übernommen werden. Auch müssen Kosten für Nachversiegelungen bzw. Folgerestaurationen Berücksichtigung finden. Ungeklärt ist zudem, welcher monetäre Gegenwert für eine gesund erhaltende Zahnfläche anzusetzen ist.
- Die Kosten für die Gesundheitssysteme werden durch den Leistungserbringer, z. B. den niedergelassenen Zahnarzt oder Zahnarzt des öffentlichen Gesundheitsdienstes bzw. Public Dental Health Service, maßgeblich beeinflusst (Griffin et al. 2002, Zalos et al. 2002, Task Force on Community Preventive Strategies 2002, Quinonez et al. 2005).

Bis in die Gegenwart liegen nur wenige Betrachtungen zur medizinischen Wirksamkeit und Kosteneffektivität der Fissuren- und Grübchenversiegelung für die Bundesrepublik Deutschland vor (Neusser et al. 2014a und 2014b). Die Autoren verweisen auf protektive Effekte der Fissuren- und Grübchenversiegelung, insbesondere bei Kindern und Jugendlichen mit hohem Kariesrisiko. Dabei gibt es Hinweise darauf, dass diese Effekte auf längere Sicht tendenziell mit Kosteneinsparungen verbunden sein könnten. In ihrem HTA-Report verweisen die Autoren auf die Möglichkeit systematischer Verzerrungen und der Überschätzung des präventiven Effektes. Weitere

Einschränkungen sehen die Autoren in der begrenzten Übertragbarkeit der Studienergebnisse auf den deutschen Versorgungskontext sowie in den methodischen Schwächen von Primärstudien und Modellen zur Berechnung der Kosteneffektivität. Aufgrund ihrer Analyse empfehlen Neusser et al. (2014a und 2014b) eine methodisch hochwertige Studie zur Prüfung der Kosteneffektivität der Fissuren- und Grübchenversiegelung bei Kindern und Jugendlichen im deutschen Versorgungskontext durchzuführen. In einem weiteren Schritt wäre bei nachgewiesener Effektivität zu prüfen, wie diese Zielgruppe erreicht und ihre Inanspruchnahme erhöht werden kann. Diese Einschätzung ist prinzipiell auch auf den internationalen Kontext zu übertragen (Ahovuo-Saloranta et al. 2008, Källestal et al. 2003, Deery 1999, Lewis und Morgan 1994, Burt 1984).

Zusammenfassung

Für den deutschen Versorgungskontext liegen keine belastbaren Kosten-Nutzen-Analysen vor. Unter Verweis auf begrenzte finanzielle Ressourcen im Gesundheitssystem soll die Fissuren- und Grübchenversiegelung – wie bereits zuvor ausgeführt – indikationsgerecht genutzt werden.

Literatur

1. 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*.
2. ARMPFIELD JM, SPENCER AJ: Community effectiveness of fissure sealants and the effect of fluoridated water consumption. *Community Dent Health 24(2007)4-11*.
3. BERNDT C, MELLER C, SCHWAHN C, SPLIETH C: Effektivität von Versiegelungen bei Jugendlichen mit hoher und niedriger Karieserfahrung. *Dtsch Zahnärztl Z 62(2007)747-753*.
4. BURT BA: Fissure sealants: clinical and economic factors. *J Dent Educ 48 suppl(1984)96-102*.
5. DEERY C: The economic evaluation of pit and fissure sealants. *Int J Paediatr Dent 9(1999)235-241*.
6. DENNISON JB, STRAFFON LH, SMITH RC: Effectiveness of sealant treatment over five years in an insured population. *J Am Dent Assoc 131(2000)597-605*.
7. GRIFFIN SO, GRIFFIN PM, GOOCH BF, BARKER LK: Comparing the costs of three sealant delivery strategies. *J Dent Res 81(2002)641-645*.
8. 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*.
9. KÄLLESTÅL C, NORLUND A, SÖDER B, NORDENRAM G, DAHLGREN H, PETERSSON LG, LAGERLÖF F, AXELSSON S, LINGSTRÖM P, MEJÅRE I, HOLM AK, TWETMAN S: Economic evaluation of dental caries prevention: a systematic review. *Acta Odontol Scand 61(2003)341-346*.
10. LESKINEN K, SALO S, SUNI J, LARMAS M: A practice-based study of the sealant treatment effectiveness in Finns. *J Dent 35(2007)338-342*.
11. LESKINEN K, SALO S, SUNI J, LARMAS M: Comparison of dental health in sealed and non-sealed first permanent molars: 7 years follow-up in practice-based dentistry. *J Dent 36(2008a)27-32*.
12. LESKINEN K, SALO S, SUNI J, LARMAS M: Practice-based study of the cost-effectiveness of fissure sealants in Finland. *J Dent 36(2008b)1074-1079*.
13. LEWIS JM, MORGAN MV: A critical review of methods for the economic evaluation of fissure sealants. *Community Dent Health 11(1994)79-82*.

14. MITCHELL L, MURRAY JJ: Caries in fissure sealed teeth - a retrospective evaluation. *J Paediatr Dent* 6(1990)91-96.
15. NEUSSER S, KRAUTH C, HUSSEIN R, BLITZER EM: Molarenversiegelung als Kariesprophylaxe bei Kindern und Jugendlichen mit hohem Kariesrisiko. Köln: Schriftenreihe Health Technology Assessment, Bd. 132, 2014a.
16. NEUSSER S, KRAUTH C, HUSSEIN R, BLITZER EM: Clinical effectiveness and cost-effectiveness of fissure sealants in children and adolescents with high caries risk. *GMS Health Technol Assess* 10(2014b) Doc02. DOI:10.3205/hta000118, URL:urn:nbn:0183-hta0001180.
17. QUIÑONEZ RB, DOWNS SM, SHUGARS D, CHRISTENSEN J, VANN WF JR: Assessing cost-effectiveness of sealant placement in children. *J Public Health Dent* 65(2005)82-89.
18. TASK FORCE ON COMMUNITY PREVENTIVE SERVICES: Recommendations on selected interventions to prevent dental caries, oral and pharyngeal cancers, and sports-related craniofacial injuries. *Am J Prev Med* 23/1Suppl(2002)16-20.
19. WEINTRAUB JA, STEARNS SC, ROZIER RG, HUANG CC: Treatment outcomes and costs of dental sealants among children enrolled in Medicaid. *Am J Public Health* 91(2001)1877-1881.
20. WHELTON H, O'MULLANE D: The use of combinations of caries preventive procedures. *J Dent Educ* 65(2001)1110-1113.
21. ZABOS GP, GLIED SA, TOBIN JN, AMATO E, TURGEON L, MOOTABAR RN, NOLON AK: Cost-effectiveness analysis of a school-based dental sealant program for low-socioeconomic-status children: a practice-based report. *J Health Care* 13(2002)38-48.

11 Klinisches Vorgehen bei der Fissurenversiegelung

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 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).

11.1 Fissurenreinigung

Um eine saubere Zahnoberfläche und damit optimale Bedingungen für die Säure-Ätz-Technik zu erhalten, muss anhaftende Plaque entfernt werden. Hierzu stehen dem Zahnarzt unterschiedliche Vorgehensweisen zur Verfügung:

- Zahnreinigung mit rotierendem Bürstchen und einer Prophylaxepaste
- Zahnreinigung mit rotierendem Bürstchen ohne Prophylaxepaste
- Pulver-Wasser-Strahlreinigung (Air Polishing bzw. Air Flow) mit unterschiedlichen Strahlmitteln

Die Zahnreinigung mit einem rotierenden Bürstchen mit bzw. ohne Verwendung einer Prophylaxepaste ist aus heutiger Sicht als das Routinevorgehen anzusehen, da dieses sowohl in einer Vielzahl klinischer Untersuchungen eingesetzt wurde und unter Praxisbedingungen einfach, schnell und kindgerecht durchführbar ist (Irish Oral Health Services Guideline Initiative 2010).

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 diskutiert. 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 ein Jahr Beobachtungszeit keine Unterschiede bezüglich der gewählten Form der Zahnreinigung (Donnan & Ball 1988, Scott et al. 1988, Gillcrist et al. 1998).

Evidenzstärke

Im Rahmen von klinischen Studien wurden unterschiedliche Vorgehensweisen bei der professionellen Zahnreinigung vor der Versiegelung nur in wenigen klinischen Untersuchungen in Relation zur Retention untersucht. Die Mehrheit aller klinischen Studien verweist auf eine vorab durchgeführte Zahnreinigung.

Evidenzstärke:

I II III IV

Schlüsselempfehlung

Die Zahnreinigung ist ein unverzichtbarer Teilarbeitsschritt der Grübchen- und Fissurenversiegelung und soll daher immer vor der Versiegelung erfolgen. Dieser Arbeitsschritt ist zudem Grundlage für eine korrekte kariesdiagnostische Untersuchung an den Fissuren und Grübchen.

Empfehlungsstärke für die getroffenen Aussagen:

Stark ↑↑

Moderat

Offen

Konsensstärke: Stark; 10 Ja-Stimmen/ 10 Teilnehmer

Literatur

1. 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.
2. 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.
3. GARCIA-GODOY F, MEDLOCK JW: An SEM study of the effects of air-polishing on fissure surfaces. Quintessence Int 19(1988)465-467.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. SCOTT L, GREER D: The effect of an air polishing device on sealant bond strength. J Prosthet Dent 58(1987)384-387.
9. SOL E, ESPASA E, BOJ JR, CANALDA C: Effect of different prophylaxis methods on sealant adhesion. J Clin Pediatr Dent 24(2000)211-214.
10. STRAND GV, RAADAL M: The efficiency of cleaning fissures with an air-polishing instrument. Acta Odontol Scand 46(1988)113-117.

11.2 Trockenlegung

Die Frage, inwieweit eine relative Trockenlegung bei der Fissuren- und Grübchenversiegelung ausreichend ist, oder ob das klinische Procedere eine absolute Trockenlegung erfordert, wurde in der Vergangenheit kontrovers diskutiert. Grundsätzlich muss bei der Abwägung der Argumente auf die Kooperationsfähigkeit der in der Regel kindlichen oder jugendlichen Patienten bei der Anwendung von Kofferdam verwiesen werden. Da die Versiegelung der ersten und zweiten bleibenden Molaren häufig noch in einem Stadium erfolgt, in welchem die Okklusalfäche vollständig durchgebrochen ist und die Gingivagrenze mitunter noch nicht unter dem Zahnäquator liegt, kann die Kofferdammklammer nur subgingival und damit nicht schmerzfrei positioniert werden (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 nutzen.

Bei der Betrachtung vergleichender Untersuchungen zur Verwendung der absoluten Trockenlegung mit Kofferdam und der relativen mit Watterollen zur Fissurenversiegelung wurden tendenziell höhere Retentionsraten bei Kofferdamnutzung erzielt; signifikante Unterschiede der Überlebenszeit von Fissuren- und Grübchenversiegelung konnte die Mehrzahl der Studien jedoch nicht nachweisen (Eidelman et al. 1983, Straffon et al. 1985, Wright et al. 1988, Wood et al. 1989, Lygidakis et al. 1994, Albani et al. 2005). An dieser Stelle ist nochmals auf die Einhaltung der Vierhand-Technik zu verweisen, die ein sicheres und effizientes Arbeiten ermöglicht (Griffin et al. 2008, Irish Oral Health Services Guideline Initiative 2010, NSW Ministry of Health 2013). Die absolute Trockenlegung zeigte nur in wenigen Untersuchungen signifikante Vorteile im Vergleich zur relativen Trockenlegung (McConnachie 1992, Ganss et al. 1999). Aus praktischer Sicht ist festzustellen, dass die absolute Trockenlegung ein sicheres Arbeiten gewährleistet, von Kindern und Jugendlichen jedoch oftmals nur wenig akzeptiert wird. Allerdings stellt die Kofferdamverwendung die Methode der Wahl bei der Versieglerapplikation ohne Assistenz dar. Voraussetzung für den Behandlungserfolg unter relativer Trockenlegung ist in der Regel ein vierhändiges Arbeiten mit einer effektiven Absaugung, um eine Speichelkontamination zu verhindern (Griffin et al. 2008, Beauchamp et al. 2008).

Als mögliche Alternative zur absoluten oder relativen Trockenlegung ist auf das Isolite System zu verweisen. Dazu liegen Erfahrungsberichte im Zusammenhang mit der Versiegelung vor (Collette et al. 2010, Lyman et al. 2013, Alhareky et al. 2014).

Evidenzstärke

Der Einfluss der Trockenlegung auf die Retentionsrate von Fissuren- und Grübchenversiegelungen wurde in einzelnen vergleichenden klinischen Untersuchungen verifiziert. Die dokumentierten Retentionsraten deuten auf eine Gleichwertigkeit der absoluten im Vergleich zur relativen Trockenlegung hin.

Evidenzstärke:

III

IV

Schlüsselempfehlung

Eine sichere Trockenlegung soll bei der Fissuren- und Grübchenversiegelung die Einhaltung der relevanten Arbeitsschritte, Konditionierung, Materialauftrag und Polymerisation gewährleisten. Kann kein vierhändiges Arbeiten mit relativer Trockenlegung im Praxisalltag umgesetzt werden, wird die Applikation der Fissuren- und Grübchenversiegelung unter Zuhilfenahme von Kofferdam empfohlen.

Empfehlungsstärke für die getroffenen Aussagen:

Stark ↑↑

Moderat

Offen

Konsensstärke: Stark; 10 Ja-Stimmen/ 10 Teilnehmer

Literatur

1. ALBANI F, BALLELIO I, CAMPANELLA V, MARZO G: Pit and fissure sealants: results at five and ten years. Eur J Paediatr Dent 6(2005)61-65.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. LYMAN T, VISWANATHAN K, MCWHORTER A: Isolite vs cotton roll isolation in the placement of dental sealants. Pediatr Dent 35(2013)E95-99.
11. MCCONNACHIE I: The preventive resin restoration: A conservative alternative. J Can Dent Assoc 58(1992)197-200.
12. NSW Ministry of Health: Policy Directive – Pit and fissure sealants: Use of in Oral Health Services NSW. North Sydney (Australia) 2013 (PD2001325).
13. STRAFFON LH, DENNISON JB, MORE FG: Three-year evaluation of sealant: effect of isolation on efficacy. J Am Dent Assoc 110(1985)714-717.
14. WOOD AJ, SARAVIA ME, FARRINGTON FH: Cotton roll isolation versus Vac-Ejector isolation. J Dent Child 56(1989)438-441.
15. WRIGHT GZ, FRIEDMAN CS, PLOTZKE O, FEASBY WH: A comparison between autopolymerizing and visible-light-activated sealants. Clin Prev Dent 10(1988)14-17.

11.3 Konditionierung der aprismatischen Schmelzschicht

Die äußere aprismatische Schmelzschicht, die unbehandelt einen adhäsiven Verbund zu Versiegelungsmaterialien verhindert (Gwinnet 1973), kann mit verschiedenen Methoden entfernt bzw. modifiziert werden. Insgesamt ist anzumerken, dass zu allen Vorgehensweisen deutlich mehr In-vitro-Studien vorliegen und klinische Studien zum Retentionsverhalten in der Minderheit sind.

11.3.1 Säurekonditionierung

Als Standardvorgehen zur Herstellung eines adhäsiven Verbundes zwischen Zahnschmelz und Methacrylat-basierten (Versiegelungs-)Kunststoffen gilt bis heute die Säurekonditionierung. Damit die äußere aprismatische Schmelzschicht entfernt. Dies führt zur Freilegung der darunter liegenden Schmelzprismen. Im Ergebnis liegt ein mikroretentives Oberflächenrelief vor, welches sich mit dem hydrophoben Versiegelungskunststoff verzahnt. Dieses Vorgehen ist seit Jahrzehnten Garant für die Langlebigkeit von adhäsiv befestigten Restaurationen oder Fissuren- und Grübchenversiegelungen. Typischerweise werden Methacrylat-basierte Versiegelungsmaterialien in Verbindung mit der Säurekonditionierung eingesetzt.

Zur Schmelzkonditionierung findet mehrheitlich 35- bis 37%ige Ortho-Phosphorsäure 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). Nach gründlichem Absprayen der Säure und forcierter Trocknung muss eine kreidig weiße Schmelzoberfläche sichtbar sein. Dieses Merkmal gilt als Kontrolle für einen erfolgreichen Ätzzvorgang.

Die überwiegende Mehrzahl der klinischen Studien nutzte eine mindestens 30-sekündige Applikationszeit; lediglich wenige Arbeitsgruppen konditionierten den Zahnschmelz in klinischen Studien vor der Versiegelung kürzer (Tabelle 5); in vier von sieben Untersuchungen wurden extrem niedrige Erfolgsraten beobachtet (Tabelle 6).

Tabelle 5: Verwendete Ätzzeiten, die in klinischen Studien in Kombination mit Methacrylat-basierten Versiegelungsmaterialien (Lichtpolymerisate & fluoridfreisetzende Lichtpolymerisate) eingesetzt wurden

60 Sekunden	30-40 Sekunden	<30 Sekunden	Keine Angaben
Rock & Evans (1982, 1983) Williams et al. (1986) Houpt et al. (1987) Rock et al. (1990) Trummler & Trummler (1990) Shapira et al. (1990) Raadal et al. (1991) Gandini et al. (1991) Rock et al. (1996) Carlsson et al. (1997) Holst et al. (1998) Lygidakis & Oulis (1999) Vrbic (1999) Lampa et al. (2004) Zimmer et al. (2009) Erdemir et al. (2013)	Stephen et al. (1985) De Craene et al. (1989) Forss et al. (1994, 1998) Smales & Wong (1999) Pinar et al. (2005) Beiruti et al. (2006) Puppini-Rontani (2006) Yakut & Sönmez (2006) Dukic & Glavina (2007) Amin (2008) Baseggio et al. (2010) Bendinskaite et al. (2010) Ulusu et al. (2012) Karaman et al. (2013)	Barrie et al. (1990) Raadal et al. (1996) Ganesh & Tandon (2006) Yilmaz et al. (2010) Oba et al. (2011) Guler & Yilmaz (2013) Nazari et al. (2013)	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) Guler & Yilmaz (2013)

Quellenangaben: Siehe Leitlinienreport.

Tabelle 6: Übersicht klinischer Studien in denen methacrylat-basierte Versiegelungsmaterialien (Licht-Polymerisate & fluoridfreisetzende Licht-Polymerisate, keine mechanische Schmelzpräparation) in Kombination mit einer verkürzten Säurekonditionierung (< 30 s) zum Einsatz kamen

Studie	Verkürzte Säurekonditionierung und Retentionsrate
Barrie et al. (1990)	20-Sekunden Säurekonditionierung für 4 Licht-Polymerisate/ 53 %/71 %/81 %/88 % intakte Versiegelungen nach 24 Monaten
Raadal et al. (1996)	20 Sekunden Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 100 % bzw. 97 % intakte Versiegelungen nach 24 bzw. 36 Monaten
Ganesh & Tandon (2006)	15 Sekunden Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 4 % intakte Versiegelungen nach 24 Monaten
Yilmaz et al. (2010)	15-20 Sekunden Säurekonditionierung für 3 Licht-Polymerisate/ 29 %/22 %/25 % intakte Versiegelungen nach 24 Monaten
Oba et al. (2011)	20 Sekunden Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 81 % intakte Versiegelungen nach 24 Monaten
Guler & Yilamz (2013)	15-20 Sekunden Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 3 % intakte Versiegelungen nach 24 Monaten
Nazar et al. (2013)	15 Sekunden Säurekonditionierung für ein Licht-Polymerisat/ 25 % intakte Versiegelungen nach 24 Monaten

Systematische Übersichtsarbeiten oder Meta-Analysen, die den Zusammenhang zwischen Ätzzeit und Überleben der Fissuren- und Grübchenversiegelung analysierten, liegen bislang nicht vor. Klinische Studien, die den Einfluss unterschiedlicher Ätzzeiten direkt miteinander über mindestens zwei Jahre verglichen, konnten gleichfalls 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 Versiegelungen mit Werten zwischen etwa 40,0 %, 50,9 %, 41,8 % und 43,6 % nach nur einem Jahr Liegezeit in einem ungewöhnlich niedrigen Bereich für ein lichtpolymerisierendes Material. Zu erwarten wären hier Retentionsraten von etwa 80 % nach zwei Jahren Liegedauer. Daher sind 1) andere Einflussgrößen nicht auszuschließen und 2) müssen die dokumentierten Daten eine zurückhaltende Interpretation erfahren.

Im Gegensatz zu den wenigen klinischen Studien (Simonsen 1978, Stephen et al. 1982, Eidelman et al. 1984 und 1988, Chosack et al. 1987, Duggal et al. 1997), die den Einfluss der Säurekonditionierung auf die Retention untersuchten, wurde in einer Vielzahl von (jüngeren) Laborstudien eine verkürzte Ätzzeit angewendet. Rückschlüsse für den zahnärztlichen Alltag können hieraus allerdings nur bedingt gezogen werden.

Obwohl eine Verkürzung der Säurekonditionierung von Beginn der Verfügbarkeit der Fissuren- und Grübchenversiegelung immer wieder diskutiert wurde (Stephen et al. 1982, Eidelman et al. 1984, 1988), ist zu konstatieren, dass dieser Ansatz einerseits nur durch wenige klinische Daten gestützt wird, und andererseits die wenigen klinischen Daten ein sehr heterogenes Bild in Bezug auf die Retention und damit auf das Überleben der Versiegelung dokumentieren (Tabelle 6). Daher kann eine Verkürzung der Säurekonditionierung auf unter 30 Sekunden derzeit nicht empfohlen werden.

Evidenzstärke

Die Säurekonditionierung ermöglicht die mikromechanische Verankerung Methacrylat-basierter Materialien und ist seit Jahrzehnten Bestandteil der klinischen Anwendung bei der Fissuren- und Grübchenversiegelung. Ausnahmslos greifen alle im Leitlinienreport aufgeführten klinischen Studien zu UV-Licht-polymerisierenden, autopolymerisierenden, Licht-polymerisierenden und fluoridfreisetzenden Licht-polymerisierenden Materialien auf die Anwendung der Säurekonditionierung zurück.

Evidenzstärke:

I II III IV

Schlüsselempfehlungen

Die Säurekonditionierung stellt das Vorgehen der Wahl zur Konditionierung des Zahnschmelzes vor der Fissuren- und Grübchenversiegelung dar. Daher soll dieser Arbeitsschritt zur Anwendung kommen.

Empfehlungsstärke für die getroffenen Aussagen:

Stark ↑↑ Moderat Offen

Konsensstärke: Stark; 10 Ja-Stimmen/ 10 Teilnehmer

Die Einwirkzeit der Säure soll am unbehandelten Zahnschmelz vor der konventionellen Fissurenversiegelung mindestens 30 Sekunden betragen. Ein opakes Ätzmuster gilt als adäquates Ergebnis des Ätzborgangs.

Empfehlungsstärke für die getroffenen Aussagen:

Stark ↑↑ Moderat Offen

Konsensstärke: Stark; 10 Ja-Stimmen/ 10 Teilnehmer

Eine Verkürzung der Säurekonditionierung auf weniger als 30 Sekunden kam in einigen klinischen Studien zum Einsatz. Die Ergebnisse zeigen ein heterogenes Retentionsverhalten mit zum Teil sehr niedrigen Raten intakter Versiegelungen nach zwei Jahren Liegedauer. Es fehlen aussagekräftige und langfristige klinische Studien zu der Fragestellung, auf welche Zeit die Säurekonditionierung verkürzt werden kann, ohne dass mit Retentionseinbußen zu rechnen ist.

Empfehlungsstärke für die getroffenen Aussagen:

Stark Moderat **Offen** ↔

Konsensstärke: Stark; 10 Ja-Stimmen/ 10 Teilnehmer

Literatur

1. 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.
2. 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.
3. EIDELMAN E, SHAPIRA J, HOUPM M: The retention of fissure sealants using twenty-second etching time. ASDC J Dent Child 51(1984):422-424.
4. EIDELMAN E, SHAPIRA J, HOUPM M: The retention of fissure sealants using twenty-second etching time: three-year follow-up. ASDC J Dent Child 55(1988)119-120.
5. GARCIA-GODOY F, GWINNETT AJ: Penetration of acid solutions and gel in occlusal fissures. J Am Dent Assoc 114(1987)809-810.
6. GWINNETT AJ: Human prismless enamel and its influence on sealant penetration. Arch Oral Biol 18(1973)441-444.
7. 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.
8. SIMONSEN RJ: Fissure sealants: deciduous molar retention of colored sealant with variable etch time. Quintessence Int 9(1978)71-77.

11.3.2 Anwendung von Self-Etch-Adhäsiven

In den vergangenen Jahren wurden selbst-konditionierende Adhäsive (Self-etch-Adhäsive) entwickelt, die auch bei der Fissuren- und Grübchenversiegelung zur Vorbehandlung des Zahnschmelzes zum Einsatz kamen. Dabei wird typischer Weise auf die separate Säurekonditionierung mit Phosphorsäure verzichtet. Ziel der Anwendung ist es, mit dem Auftrag des selbst-konditionierenden Adhäsivs eine (milde) Ätzung der äußeren aprismatischen Schmelzschicht und einen gleichzeitigen adhäsiven Verbund zu erreichen. Die wenigen verfügbaren Studien (siehe Leitlinienreport) zeigen, dass nach zwei Jahren weniger als die Hälfte der gelegten Fissuren- und Grübchenversiegelungen noch intakt waren.

Mit Verweis auf eine verkürzte klinische Arbeitszeit als auch eine stetige Weiterentwicklung der Adhäsivtechnik sind Verbesserungen im Retentionsverhalten zukünftig vorstellbar. Dies signalisiert jedoch einen weiteren Forschungs- und Entwicklungsbedarf, um einen verlässlicheren adhäsiven Verbund zu generieren, bevor eine klinische Eignung ausgewiesen werden kann.

Evidenzstärke

Die Retention bzw. das Überleben von selbst-konditionierenden Adhäsiven wurde in mehreren klinischen Studien überprüft.

Evidenzstärke:



Schlüsselempfehlung

Die Anwendung von selbst-konditionierenden Adhäsiven stellt eine Möglichkeit dar, den klinischen Arbeitsprozess zu verkürzen. Allerdings erreichen die bislang dokumentierten Retentionsraten nicht die mit dem konventionellen Vorgehen publizierten Überlebensraten. Daher kann die klinische Anwendung selbst-konditionierender Adhäsive gegenwärtig nicht vorbehaltlos empfohlen werden.

Empfehlungsstärke für die getroffenen Aussagen:

Stark

Moderat

Offen ↔

Konsensstärke: Stark; 10 Ja-Stimmen/ 10 Teilnehmer

Literatur: Siehe Anhang

11.3.3 Air Abrasion

Als eine weitere Möglichkeit zur Entfernung bzw. Modifikation der äußeren aprismatischen Schmelzoberfläche ist das Partikelstrahlen (Air Abrasion) zu nennen. Während verschiedene In-vitro-Studien Vorteile in Bezug auf ein 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).

Es liegen nur wenige vergleichende klinische Studien zwischen der Air Abrasion (ohne Säurekonditionierung) und der konventionellen Phosphorsäure-Ätzung vor. Eine 12-monatige Studie zeigte deutlich niedrigere Retentionsraten für die Air Abrasion im direkten Vergleich zur Säurekonditionierung (Kanellis et al. 2000). Über eine Laufzeit von zwei Jahren konnten Yazici et al. (2006) Vorteile für die Air Abrasion dokumentieren; diese Untersuchung ist jedoch aufgrund der geringen Patientenzahl (n=16) sowie des hohen Anteils von Prämolaren (57 Zahnpaare von 81) nur von begrenzter Aussagekraft. In einer klinischen Verlaufsstudie über 5 Jahre konnte kein Unterschied zwischen der Air Abrasion und der Säurekonditionierung festgestellt werden (Bendinskaite et al. 2010).

Evidenzstärke

Insgesamt bleibt festzuhalten, dass nur wenige aussagekräftige klinische Daten zur Nutzung der Air Abrasion im Rahmen der Fissuren- und Grübchenversiegelung vorliegen. Die vorhandenen Daten konnten keinen signifikanten Vorteil im Vergleich zur konventionellen Säurekonditionierung aufzeigen.

Evidenzstärke:

I

(II)

III

IV

Schlüsselempfehlung

Die Air Abrasion kann prinzipiell für die Vorbehandlung der Schmelzoberfläche vor der Fissuren- und Grübchenversiegelung genutzt werden. Dem steht jedoch ein zusätzlicher Geräteaufwand gegenüber.

Empfehlungsstärke für die getroffenen Aussagen:

Stark

Moderat

Offen ↔

Konsensstärke: Stark; 10 Ja-Stimmen/ 10 Teilnehmer

Literatur

1. BENDINSKAITE R, PECIULIENE V, BRUKIENE V: A five years clinical evaluation of sealed occlusal surfaces of molars. *Stomatologija* 12(2010)87–92.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
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.
9. 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.
10. KANELIS MJ, WARREN JJ, LEVY SM: A comparison of sealant placement techniques and 12-month retention rates. *J Public Health Dent* 60(2000):53-56.
11. 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.
12. YAZICI AR, KIREMITÇI A, CELIK C, OZGÜNALYAY 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.

11.3.4 Laserkonditionierung

Die Verwendung von Lasern zur Modifizierung der äußeren prismatischen Schmelzschicht wurde immer wieder diskutiert und in verschiedenen Laborstudien getestet. Demgegenüber liegen nur sporadische klinische Erfahrungen vor. In einer Untersuchung wurde an 16 Patienten kein Unterschied in der Retention von Versiegelungen nach einer Laserkonditionierung im Vergleich zur konventionellen Säurekonditionierung über zwei Jahre 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). Ergänzend wäre anzumerken, dass eine Schmelzrissbildung aufgrund thermischer Effekte möglich und beschrieben ist.

Evidenzstärke

Da die Laserkonditionierung keine Vorteile gegenüber der Säurekonditionierung aufweist, wird sie aufgrund des deutlich höheren Geräteaufwandes nicht empfohlen. Es liegen nur sehr wenige klinische (Fall)Untersuchungen unter Nutzung der Laserkonditionierung bei der Fissuren- und Grübchenversiegelung vor. Die vorhandenen Daten sind unzureichend und zeigten keinen Vorteil der Laserkonditionierung im Vergleich zur konventionellen Säurekonditionierung.

Evidenzstärke:



Schlüsselempfehlung

Für die Nutzung der Laserkonditionierung zur Vorbehandlung der Schmelzoberfläche liegen nur unzureichende klinische Daten vor. Zudem ist ein zusätzlicher Geräteaufwand notwendig. Daher kann die klinische Anwendung der Laserkonditionierung gegenwärtig nicht vorbehaltlos empfohlen werden.

Empfehlungsstärke für die getroffenen Aussagen:

Stark Moderat Offen ↔

Konsensstärke: Stark; 10 Ja-Stimmen/ 10 Teilnehmer

Literatur

1. KARAMAN 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.
2. WALSH LJ: Clinical studies of carbon dioxide laser etching. J Clin Laser Med Surg 12(1994)311-314.

11.3.5 Entfernung der aprismatischen Schmelzschicht mit rotierenden Instrumenten

Durch die Nutzung rotierender Instrumente kann eine Entfernung der äußeren aprismatischen Schmelzschicht und Freilegung des prismatischen Zahnschmelzes erfolgen. Dieses Vorgehen wird jedoch aufgrund seiner ausgeprägteren Invasivität nicht empfohlen; es wird nur beim Vorliegen einer behandlungsbedürftigen Dentinkaries empfohlen. Informationen finden sich dazu im Kapitel „Retentionsverhalten von erweiterten Fissurenversiegelungen“.

11.4 Applikation des Versiegelungsmaterials

Aus klinischer Sicht sind Materialgruppen mit hohen Retentionsraten und hohen Überlebenswahrscheinlichkeiten zu favorisieren. Dazu zählen Methacrylat-basierte Versiegelungskunststoffe, die in Verbindung mit der Säurekonditionierung angewendet werden. Licht-Polymerisate werden als Einkomponenten-Materialien im Vergleich zu Auto-Polymerisaten bevorzugt verwendet. Die Materialien sind 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.

Ausführliche Information zum Retentionsverhalten der einzelnen Materialgruppen können dem entsprechenden Kapitel der Leitlinie entnommen werden.

Evidenzstärke

Klinische Studien, welche den Applikationsvorgang des Versiegelungsmaterials (vergleichend) untersuchten liegen nicht vor.

Evidenzstärke:

I II III IV

Schlüsselempfehlung

Die Applikation des Versiegelungsmaterials soll grazil im Fissurenrelief erfolgen. Materialüberschüsse, die zu okklusalen Vorkontakten und einem partiellen oder vollständigen Retentionsverlust führen können, sollen vermieden werden.

Empfehlungsstärke für die getroffenen Aussagen:

Stark ↑↑ Moderat Offen

Konsensstärke: Stark; 10 Ja-Stimmen/ 10 Teilnehmer

11.5 Polymerisation, Okklusionskontrolle und Politur

Zur Lichtpolymerisation können handelsübliche Halogen- oder LED-Lampen mit ausreichender Intensität genutzt werden. Beide Lampentypen sind zur Polymerisation von Versiegelungen als gleichwertig anzusehen (Nalcaci et al. 2007). Die produktabhängige Polymerisationszeit – typischerweise 20 Sekunden – ist zu beachten. Bei kleinem Durchmesser des Lichtaustrittsfensters muss mehr als einmal und räumlich versetzt die Okklusalfäche belichtet werden

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

Evidenzstärke

Der Arbeitsschritt der Lichtpolymerisation ist für Licht-polymerisierende Materialien obligatorisch und neben der Okklusionskontrolle Bestandteil klinischer Studien.

Evidenzstärke:

I II III IV

Schlüsselempfehlungen

Die Polymerisationszeit ist abhängig von der Lichtintensität und dem Versiegelungsmaterial und soll in der Regel 20 Sekunden betragen (Beachten: alle Versiegelungsanteile müssen vom Licht ausreichend erfasst werden). Nach der Aushärtung soll eine Okklusionskontrolle erfolgen; interferierende Überschüsse sollen korrigiert werden.

Empfehlungsstärke für die getroffenen Aussagen:

Stark ↑↑ Moderat Offen

Konsensstärke: Stark; 10 Ja-Stimmen/ 10 Teilnehmer

Zum Entfernen der oberflächlichen Sauerstoffinhibitionsschicht soll eine Politur der Fissuren- und Grübchenversiegelung erfolgen. Zur Remineralisation geätzter aber nicht versiegelter Schmelzareale wird die Lokalapplikation eines Fluoridpräparates empfohlen.

Empfehlungsstärke für die getroffenen Aussagen:

Stark ↑↑ Moderat Offen

Konsensstärke: Stark; 10 Ja-Stimmen/ 10 Teilnehmer

Literatur

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

11.6 Monitoring

Aufgrund eines möglichen Retentionsverlustes wird eine regelmäßige Kontrolle vorhandener Fissuren- und Grübchenversiegelungen alle 6 bis 12 Monate empfohlen (Irish Oral Health Services Guideline Initiative 2010, Smallridge 2010). Die Kontrollintervalle sollten bei Patienten mit einem hohen 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 Fissuren- und Grübchenversiegelung analog der oben 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. Eine vollständige Entfernung fest anhaftender Materialreste ist nicht erforderlich.

Evidenzstärke

Die Kontrolle von Versiegelungen in regelmäßigen Abständen ist Kennzeichen aller klinischen Studien.



Schlüsselempfehlungen

Versiegelte und unversiegelte Fissuren und Grübchen sollen einer regelmäßigen Kontrolle unterzogen werden. Die Verlaufskontrollen sollen sich an den durch die Kariesrisikoeinstufung festgelegten Intervallen orientieren.



Im Fall eines Retentionsverlustes soll die Nachversiegelung entsprechend den Indikationsempfehlungen geprüft werden.



Literatur

1. 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.
2. 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. <http://ohsrc.ucc.ie/html/guidelines.html>. Abruf: Dezember 2015.
3. LAVONIUS E, KEROSUO E, KERVANTO-SEPPÄLÄ S, HALTTUNEN N, VILKUNA 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.
4. 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..
5. 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.
6. 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.

11.7 Ursachen für Retentionsverluste und Nachversiegelung

Unabhängig vom verwandten Versiegelungsmaterial kann ein Retentionsverlust eintreten. Als Ursache für einen Retentionsverlust ist vordergründig der mangelnde Verbund zwischen dem Zahnschmelz und dem Versiegelungswerkstoff zu betrachten. Der nach wie vor günstigste Verbund wird durch Säurekonditionierung erreicht. Eine verkürzte Applikationszeit bzw. unvollständige Benetzung der Zahnfläche mit Säure können Retentionsverluste nach sich ziehen. Als weitere Verarbeitungsfehler sind z. B. eine unzureichende Reinigung, Speichelkontamination, Materialüberschüsse, unvollständig polymerisierte Versiegelungen neben materialspezifischen Besonderheiten, wie z. B. Fülleranteil, Schrumpfung und Abrasionsverhalten zu diskutieren. Zahnbezogene Einflussfaktoren kommen vorrangig in der Fissurenanatomie und Ausprägung der oberflächlichen aprismatischen Schmelzschicht zum Tragen. Als wesentlicher patientenbezogener Einflussfaktor ist die Kooperation während der Applikation zu nennen. Ist ein Retentionsverlust eingetreten, so ist die erneute Applikation bzw. Reparatur einer Fissurenversiegelung zu prüfen.

11.8 Zusammenfassung zum klinischen Procedere

Zur Vorbeugung der Okklusalkaries steht Zahnärzten die Fissuren- und Grübchenversiegelung bei Kindern und Jugendlichen als effektive Maßnahme zur Verfügung, deren kariespräventiver Nutzen in systematischen Literaturübersichten der Cochrane Collaboration (Ahovuo-Saloranta et al. 2008, Ahovuo-Saloranta et al. 2013) herausgearbeitet wurde. Neben der Versiegelung gesunder Fissuren und Grübchen wird die Applikation einer Versiegelung auch an nicht kavitierten kariösen Läsionen empfohlen, um den kariösen Prozess zu arretieren (Abbildung 9). Dieses Vorgehen führt zu einer deutlichen Abnahme kariogener Mikroorganismen in der Fissur unterhalb der Versiegelung (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 Versiegelung des Fissurenreliefs unter Einhaltung der entsprechenden Arbeitsschritte und Wahrung des Qualitätsmanagements (Tabelle 7, Abbildung 9).

Literatur

1. 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*.
2. 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*.
3. 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*.
4. HANDELMAN SL, WASHBURN F, WOPPERER P: Two-year report of sealant effects on bacteria in dental caries. *J Am Dent Assoc 93(1976)967-970*.
5. JERONIMUS DJ, TILL MJ, SVEEN OB: Reduced viability of microorganisms under dental sealants. *J Dent Child 42(1975)275-280*.
6. 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*.
7. 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*.

Tabelle 7: Arbeitsschritte bei der Fissuren- und Grübchenversiegelung am bleibenden Zahn

	Fissuren- und Grübchenversiegelung
Zahnreinigung	Rotierendes Bürstchen
Präparation des Schmelzes mit rotierenden Instrumenten	Nein
Trockenlegung	Absolute Trockenlegung (Kofferdam) oder Relative Trockenlegung mit effektiver Absaugung zur Vermeidung einer Speichelkontamination
Säurekonditionierung	30 bis 60 Sekunden am bleibenden Zahn
Schmelz- und Dentinbonding	Grundsätzlich nicht erforderlich, zusätzlicher Auftrag eines Haftvermittlers aber möglich
Bevorzugtes Material	Methacrylat-basierter Versiegelungskunststoff
Lichtpolymerisation	Abhängig vom verwandtem Material und Polymerisationslampe (i. d. R. 20 Sekunden)
Okklusionskontrolle und ggf. -korrektur	Ja
Politur und Fluoridierung	Ja

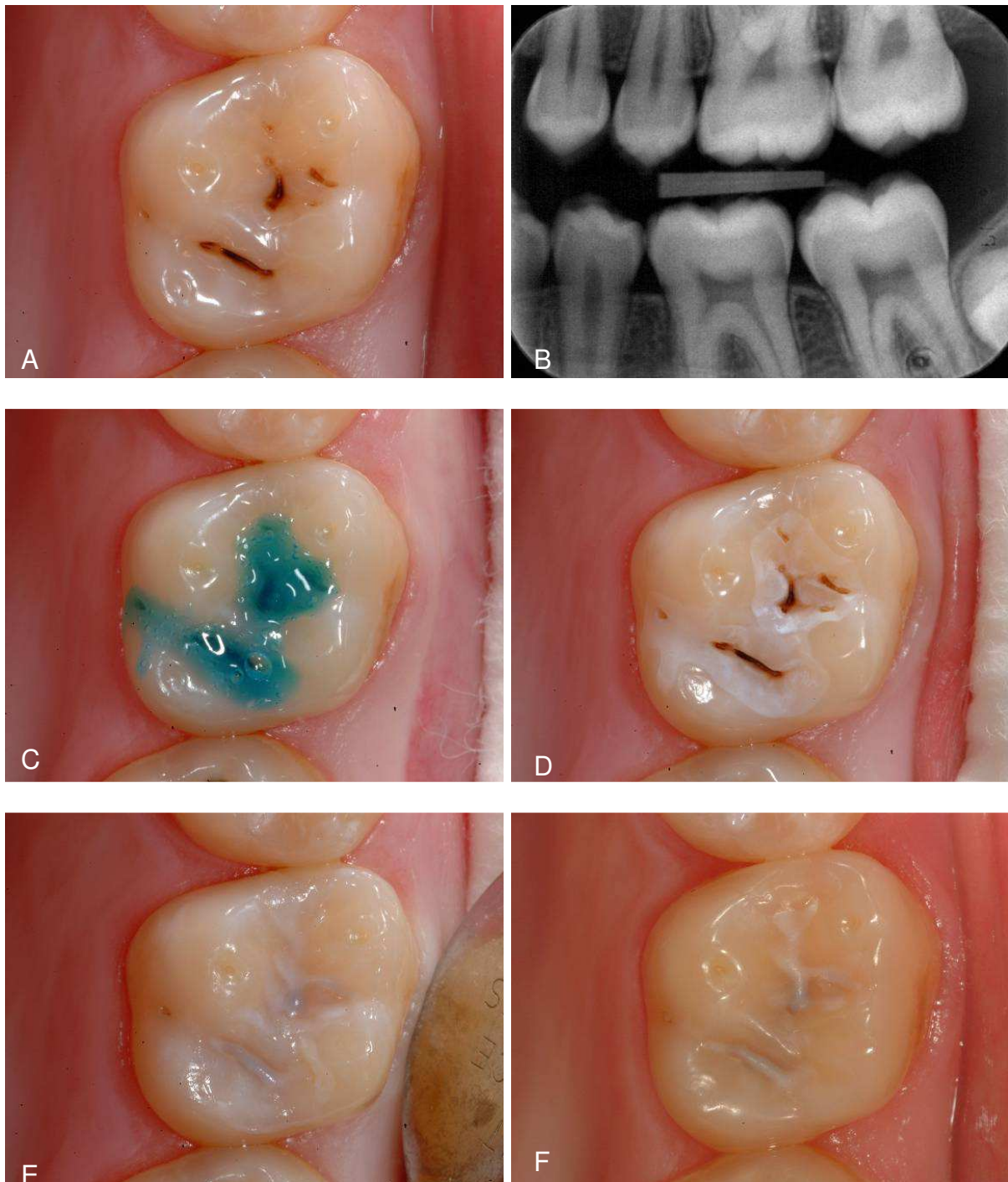


Abbildung 9: Das klinische Bild des ersten oberen Molaren eines 10-jährigen Patienten weist eine nicht kavitierte, braun verfärbte Fissur auf (A). Die Auswertung der vorhandenen Bissflügelröntgenaufnahme zeigt keine Radioluzenz im Dentin (B). Nach dem klinisch-röntgenologischen Ausschluss einer Dentinkaries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

12 Mögliche unerwünschte Nebenwirkungen

12.1 Lokale Effekte

Unerwünschte, lokale Effekte können vor allem beim Umgang mit Säuren beobachtet werden. Beim Auftrag während der Einwirkzeit und beim Absprühen der Phosphorsäure ist darauf zu achten, dass durch die Isolation des Zahnes, das adäquate Abhalten benachbarter Weichgewebe sowie ein gute Absaugung während des Absprayvorgangs ein versehentlicher Säurekontakt zu Schleimhäuten, Zähnen und/oder anderen Geweben wirksam unterbunden wird. Während des Absprayens wird dem Patienten zudem empfohlen, die Augen zu schließen (oder ggf. eine Schutzbrille aufzusetzen), um der seltenen Situation vorzubeugen, dass während des Absprayens Säure u. U. unkontrolliert in die Augen gelangt. Pulpaschäden durch Anwendung der Ätzung mit Phosphorsäure etc. sind bei der Fissuren- und Grübchenversiegelung nie beobachtet worden.

12.2 Toxikologische und allergologische Aspekte

Systemische Nebenwirkungen, die durch die Fissuren- und Grübchenversiegelung verursacht werden, sind extrem selten (Syed et al. 2015). In der Literatur wurden bislang nur wenige ernsthafte Zwischenfälle beschrieben:

- Allergische Reaktion nach der Applikation von Fissuren- und Grübchenversiegelungen (Hallström 1993, Ortengren 2000, Ohlson et al. 2001),
- Kontaktallergie gegenüber HEMA bzw. TEGDMA (Kanerva et al. 1995, Ortengren 2000, Wrangsjö et al. 2001) und
- Kontaktallergie bei kunststoff-modifizierten bzw. icht-härtenden GIZ (Laine et al. 1992, Kanerva & Lauerma 1998).

Unabhängig davon ist jedoch festzustellen, dass wahrscheinlich aufgrund der vermehrten Anwendung von (zahnärztlichen) Kunststoffen - und damit auch Monomeren - in den letzten Jahren ein Anstieg der Allergien bzw. Unverträglichkeitsreaktionen gegenüber Monomeren bei Zahnärzten und zahnärztlichem Personal registriert 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 ist Bestandteil von zahnärztlichen Kunststoffen bzw. Versiegelungsmaterialien und nach der Applikation im Speichel nachweisbar (Kloukos et al. 2013). Eine groß angelegte Studie, welche die Anzahl von Versiegelungen mit der Urinausscheidung von Bisphenol A korrelierte, konnte keinen signifikanten Zusammenhang zwischen den beiden Variablen herstellen (McKinney et al. 2014).

Hinweise, dass es durch Verunreinigungen von Bisphenol A in einem Versiegler zu östrogenen Nebenwirkungen kommt, sind bis heute nicht belegt. Aufgrund der sehr niedrigen Konzentrationen ist das Risiko als äußerst gering einzustufen (Hamid & Hume 1997, Schafer et al. 1999, Pulgar et al. 2000, Azarpazhooh & Main 2008). Darüber hinaus haben die Hersteller mittlerweile die Herstellungsverfahren optimiert. Nichtsdestotrotz wurde mehrfach betont, eine potentielle Exposition mit Bisphenol A im zahnärztlichen Bereich zu minimieren (Fleisch et al. 2010, McKinney et al. 2014).

Vereinzelt gab es Behauptungen, allerdings ohne wissenschaftlichen Beleg, dass Fissurenversiegelungsmaterialien 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). Diese Schicht wird bei der Politur entfernt. Außerdem sind die freigesetzten Mengen so gering, dass eine gesundheitliche Beeinträchtigung nach heutigem Kenntnisstand dadurch nicht gegeben ist (Stansbury et al. 1995, Nilsson et al. 1998).

Neuere Untersuchungen haben im Tierversuch nach Resorption bestimmter Monomere von Komposit-Kunststoffen (z. B. TEGDMA, HEMA, BisGMA) Hinweise auf mögliche toxische Zwischenprodukte ergeben (Reichl et al. 2002a,b, 2008a). Tatsächlich konnte beim Abbau von Monomeren eine solche Substanz quantifiziert werden (Seiss et al. 2007). Die freigesetzten bzw. aufgenommenen Mengen sind allerdings sehr gering, und bislang ist keine klinische Relevanz beschrieben worden. Synergistische toxische Wechselwirkungen von TEGDMA mit H₂O₂ wurden in Zellkulturversuchen mit Gingivazellen beschrieben (Reichl et al. 2008b). Eine gesundheitliche Beeinträchtigung ist aber nach heutigem Kenntnisstand ebenfalls nicht gegeben.

Einige lichtpolymerisierende Fissurenversiegelungsmaterialien enthalten in geringen Mengen Fluorid als Zusatz, um eine lokale kariesprotektive Wirkung bzw. auch Remineralisation zu ermöglichen. Toxikologische Bedenken oder mögliche Nebenwirkungen wurden diesbezüglich nicht publiziert.

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

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

Literatur

1. AALTO-KORTE K, ALANKO K, KUULIALA O, JOLANKI R: Methacrylate and acrylate allergy in dental personnel. *Contact Dermatitis* 57(2007)324-330.
2. 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.
3. 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.
4. FLEISCH AF, SHEFFIELD PE, CHINN C, EDELSTEIN BL, LANDRIGAN PJ: Bisphenol A and related compounds in dental materials. *Pediatrics* 126(2010)760-768.
5. 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.

6. HALLSTRÖM U: Adverse reaction to a fissure sealant: report of case. *ASDC J Dent Child* 60(1993)143-146.
7. HAMID A, HUME WR: A study of component release from resin pit and fissure sealants in vitro. *Dent Mater* 13(1997)98-102.
8. 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.
9. 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.
10. KANERVA L, LAUERMA AI: Iatrogenic acrylate allergy complicating amalgam allergy. *Contact Dermatitis* 38(1998)58-59.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. MUNKSGAARD EC, HANSEN EK, ENGEN T, HOLM U: Self-reported occupational dermatological reactions among Danish dentists. *Eur J Oral Sci* 104(1996)396-402.
16. NILSSON JA, ZHENG X, SUNDQVIST K, LIU Y, ATZORI L, ELFWING 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.
17. OILO G: Biodegradation of dental composites/glass-ionomer cements. *Adv Dent Res* 6(1992)50-54.
18. OHLSON CG, SVENSSON L, MOSSBERG B, HÖK M: Prevalence of contact dermatitis among dental personnel in a Swedish rural county. *Swed Dent J* 25(2001)13-20.
19. OHLSON CG, SVENSSON L: Prevention of allergy to acrylates and latex in dental personnel. *Swed Dent J* 26(2002)141-147.
20. 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.
21. ORTENGREN U: On composite resin materials. Degradation, erosion and possible adverse effects in dentists. *Swed Dent J Suppl* 24(2000)1-61.
22. OYSAED H, RUYTER IE, SJØVIK KLEVEN IJ: Release of formaldehyde from dental composites. *J Dent Res* 67(1988)1289-1294.
23. 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.
24. REICHL FX, DURNER J, KEHE K, MANHART J, FOLWACZNY M, KLEINSASSER N, HUME WR, HICKEL R: Toxicokinetic of HEMA in guinea pigs. *J Dent* 30(2002):353-358.
25. 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.
26. 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.
27. 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.

28. RUYTER IE: Release of formaldehyde from denture base polymers. *Acta Odontol Scand* 38(1980)17-27.
29. 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.
30. 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.
31. STANSBURY JW, DICKENS B, LIU DW: Preparation and characterization of cyclopolymerizable resin formulations. *J Dent Res* 74(1995)1110-1115.
32. SYED M, CHOPRA R, SACHDEV V: Allergic Reactions to Dental Materials-A Systematic Review. *J Clin Diagn Res* 10(2015)4-9.
33. 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.

13 Abkürzungsverzeichnis/ Glossar

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
DAJ	Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege e.V. http://www.daj.de/
Dentinkaries/ D3-4-Niveau	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://www.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 (issing) 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).
GIZ	Glas-Ionomer-Zement. Materialgruppe, welche u. U. auch zur Versiegelung von Zähnen eingesetzt wird.
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 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 Schmelz- oder Dentinkaries aktiv oder inaktiv sein.

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.
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 Schmelz- oder 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/ D1-2-Niveau	Kariöse Läsion, die auf den Zahnschmelz begrenzt ist und das Dentin noch nicht erreicht hat (D1-2-Niveau, siehe auch D-Klassifikation).
TEGDMA	Triethylenglycoldimethacrylat
ZZQ	Zentrum Zahnärztliche Qualität. Einrichtung in gemeinsamer Trägerschaft von Bundeszahnärztekammer - Arbeitsgemeinschaft der Deutschen Zahnärztekammern e.V. (BZÄK) und Kassenzahnärztlicher Bundesvereinigung K.d.ö.R. (KZBV) http://www.zzq-berlin.de

14 Anhang – Übersicht der Studien zum Retentionsverhalten

Tabelle 1: Zusammenfassung des Retentionsverhaltens UV-Licht-polymerisierende Versiegler an bleibenden Molaren aus prospektiv angelegten, klinischen Studien.

UV-Licht-Polymerisate Quelle	Design	Produkt	Studienpopulation (Beginn)			Intakte Fissurenversiegelungen (N) in Relation zur Gesamtzahl der applizierten Fissurenversiegelungen (Σ) in Abhängigkeit von der Liegedauer in Jahren															
			Alter (Jahr)	N Proband.	N Molaren	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20					
						N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ
Buonocore (1971)	CT	-	4-15	60	200	99	113														
Rock (1974)	CT	1	11-13	100	k.A.	4	23														
Rock (1974)	CT	2	11-13	100	k.A.	17	34														
Williams & Winter (1976)	CT	1	6-13	295	k.A.	44 ⁺¹	100 ⁺¹														
Williams & Winter (1976)	CT	2	6-13	295	k.A.	360 ⁺¹	581 ⁺¹														
Williams & Winter (1981)	CT	2	6-13	295	k.A.	-	-	-	-	33 ⁺	263 ⁺										
Gourly (1975)	CT	2	3-11	k.A.	k.A.	186	239														
Meurman & Helminen (1976)	CT	2	k.A.	150	k.A.	129	166														
Going et al. (1976)	CT	2	10-14	84	479 ¹	71	152														
Going et al. (1977)	CT	2	10-14	84	479 ¹	-	-	-	-	41	144										
Higson (1976)	CT	2	6-8	50	200	3	90														
Brooks et al. (1979a)	CT	2	5-10	126	410	150	258														
Brooks et al. (1979b)	CT	2	5-10	126	410	-	-	98	168												
Messer & Cline (1980)	CT	2	6-13	600	1166	53	177	75	289												
Cline & Messer (1979)	CT	2	6-13	740	2994	#	#	#	#	79	342										
Horowitz et al. (1974)	CT	2	5-14	429	k.A.	111	249														
Horowitz et al. (1976)	CT	2	5-14	429	k.A.	-	-	-	-	39 ⁺	307 ⁺										
Horowitz et al. (1977)	CT	2	5-14	429	k.A.	-	-	-	-	-	14 ⁺	281 ⁺									
Stephen et al. (1981)	CT	2	6-11	k.A.	k.A.	116	138														
Stephen et al. (1981)	CT	3	6-11	k.A.	k.A.	102	139														
Mertz-Fairhurst et al. (1981)	CT	2	5-10	382	294	-	-	-	-	62	177										
Mertz-Fairhurst et al. (1982)	CT	2	5-10	382	294	-	-	-	-	-	-	37	100								
Mertz-Fairhurst et al. (1984)	CT	2	5-10	382	294	-	-	-	-	-	-	-	-	37	119						
Williams et al. (1986)	CT	2	k.A.	100	100	11	86														
Williams et al. (1986)	CT	2	k.A.	64	64	12	60														
Stephen et al. (1985)	CT	4	5-11	72	61	44	50														
Σ						1512	2655	173	457	339	1370	14	281	37	100	37	119	-	-	-	-
CT - Intakte FV in %						56.9		37.9		24.7		5.0		37.0		31.1		-	-	-	-

k.A. - keine Angaben verfügbar
 + - Angabe als Sites
 * - Eigene Berechnung
 1 - Molaren und Prämolaren
 # - Identisch zur übergeordneten Zahl

1 - Epoxylite; 2 - Nuva-Seal; 3 - Alphaseal; 4 - Nuva-Cote

RCT - Randomisierte, klinisch kontrollierte Studie; CT – Klinisch kontrollierte Studie; FT - Feldstudie im Rahmen eines Präventionsprogramms

Literatur/ UV-Licht- polymerisierende Versiegelungsmaterialien

1. Blankenau RJ, Cavel WT, Kelsey WP, Blankenau P: Wavelength and intensity of seven systems for visible light-curing composite resins: A comparison study. J Am Dent Assoc 106(1983)471-474.
2. Brooks JD, Mertz-Fairhurst EJ, Della-Giustina VE, Williams JE, Fairhurst CW: A comparative study of two pit and fissure sealants: two-year results in Augusta, Ga. J Am Dent Assoc 98(1979a)722-722.
3. Brooks JD, Mertz-Fairhurst EJ, Della-Giustina VE, Williams JE, Fairhurst CW: A comparative study of two pit and fissure sealants: three-year results in Augusta, Ga. J Am Dent Assoc 99(1979b)42-46.
4. Buonocore MG: Caries prevention in pits and fissures sealed with an adhesive resin polymerized by ultraviolet light: A two-year study of a single application. J Am Dent Assoc 82(1971)1090-1093.
5. Cline JT, Messer LB: Long term retention of sealants applied by inexperienced operators in Minneapolis. Community Dent Oral Epidemiol 7(1979)206-212.
6. Going RE, Haugh LD, Grainger DA, Conti AJ: Two-year clinical evaluation of a pit and fissure sealant. J Am Dent Assoc 92(1976)388-397.
7. Going RE, Haugh LD, Grainger DA, Conti AJ: Four-year clinical evaluation of a pit and fissure sealant. J Am Dent Assoc 95(1977)972-981.
8. Gourly JM: A two-year study of a fissure sealant in two Nova Scotia communities. J Public Health Dent 35(1975)132-137.
9. Higson JF: Caries prevention in first permanent molars by fissure sealing. J Dent 4(1976)218-222.
10. Horowitz HS, Heifetz SB, McCune RJ: The effectiveness of an adhesive sealant in preventing occlusal caries: findings after two years in Kalispell, Montana. J Am Dent Assoc 89(1974)885-890.
11. Horowitz HS, Heifetz SB, Poulsen S: Adhesive sealant clinical trial: an overview of results after four years in Kalispell, Montana. J Prev Dent 3(1976)38-47.
12. Horowitz HS, Heifetz SB, Poulsen S: Retention and effectiveness of a single application of an adhesive sealant in preventing occlusal caries: Final report after five years of a study in Kalispell, Montana. J Am Dent Assoc 95(1977)1133-1139.
13. Mertz-Fairhurst EJ, Della-Giustina VE, Brooks JD, Williams JE, Fairhursts CW: A comparative study of two pit and fissure sealants: results after 4,5 years in Augusta. J Am Dent Assoc 103(1981)235-238.
14. Mertz-Fairhurst EJ, Fairhurst CW, Williams JE, Della-Giustina VE, Brooks JD: A comparative clinical study of two pit and fissure sealants: six-year results in Augusta, GA. J Am Dent Assoc 105(1982)237-239.
15. Mertz-Fairhurst EJ, Fairhurst CW, Williams JE, Della-Giustina VE, Brooks JD: A comparative clinical study of two pits and fissure sealants: 7-year results in Augusta, GA. J Am Dent Assoc 109(1984)252-255.
16. Mertz-Fairhurst EJ, Schuster GS, Williams JE, Fairhurst CW: Clinical progress of sealed and unsealed caries. Part I: Depth changes and bacterial counts. J Prosthet Dent Assoc 42(1979)521-526.
17. 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.
18. Meurman JH, Helminen SKJ: Effectiveness of fissure sealant 3 years after application. Scand J Dent Res 84(1976)218-223.
19. Rock WP: Fissure sealants: further results of clinical trials. Br Dent J 136(1974)317-321.
20. Rock WP, Gorden PH, Bradnock G: The effect of operator variability and patient age on the retention of fissure sealant resin. Br Dent J 145(1978)72-75.
21. Stephen KW, Campbell D, Kirkwood M, Strang R: A two-year visible light/ UV light filled sealant study. Br Dent J 159(1985)404-405.
22. Stephen KW, Kirkwood M, Campbell D, Young KC, Gillespie FC, Boyle P: Fissure sealing with Nuva-seal and Alphaseal: two-year data. J Dent 9(1981)53-57.
23. Williams B, Ward R, Winter GB: A two-year clinical trial comparing different resin systems used as fissure sealants. Br Dent J 161(1986)367-370.
24. Williams B, Winter GB: Fissure sealants. A 2-year clinical trial. Br Dent J 141(1976)15-18.
25. Williams B, Winter GB: Fissure sealants. Further results at 4 years. Br Dent J 150(1981)183-187.

Tabelle 2: Zusammenfassung des Retentionsverhaltens von auto-polymerisierenden Versiegelungsmaterialien an bleibenden Molaren aus prospektiv angelegten, klinischen Studien.

Auto-Polymerisate I Quelle	Design	Produkt	Studienpopulation (Beginn)			Intakte Fissurenversiegelungen (N) in Relation zur Gesamtzahl der applizierter Fissurenversiegelungen (Σ) in Abhängigkeit von der Liegedauer in Jahren																					
			Alter (Jahr)	N Proband.	N Molaren	2		3		4		5		6		7		8		9		10		15		20	
						N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ
Thylstrup & Poulsen (1978)	CT	1	7	217	k.A.	269 ⁺	452 ⁺																				
Brooks et al. (1979a)	CT	2	5-10	126	402	196	233																				
Brooks et al. (1979b)	CT	2	5-10	126	402	-	-	139	165																		
Charbeneau & Dennison (1979)	CT	3	5-8	143	229	132	186	117	193	97	185																
Richardson et al. (1978)	CT	4	8	266	425	302	352																				
Richardson et al. (1980a)	CT	4	8	266	425	-	-	252	337																		
Richardson et al. (1980b)	CT	4	8	266	425	-	-	-	-	226	330																
Mertz-Fairhurst et al. (1981)	CT	2	5-10	382	294	-	-	-	-	120	167																
Mertz-Fairhurst et al. (1982)	CT	2	5-10	382	294	-	-	-	-	-	-	-	-	68	100												
Mertz-Fairhurst et al. (1984)	CT	2	5-10	382	294	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67	102										
Sheykhoslam & Houpt (1978)	CT	2	6-10	205	205	148	175																				
Houpt & Shey (1983)	CT	2	6-10	205	205	233 ⁺	265	208 ⁺	250	180 ⁺	247	130 ⁺	194	67 ⁺	115	(Alle Angaben als sites)											
McCune et al. (1979)	CT	2	6-8	200	318	224	252	238	272																		
Rock & Bradnock (1981)	CT	2	6-7	220	k.A.	136	305	125	307																		
Li et al. (1981)	CT	2	5-16	200	844 ⁺¹	414 ⁺¹	450 ⁺¹																				
Simonsen (1981)	CT	1	7-11	148	k.A.	-	-	571 ¹	605 ¹																		
Simonsen (1987)	CT	1	7-11	148	k.A.	-	-	-	-	-	-	173	211	-	-	-	-	-	-	-	-	-	131	231			
Simonsen (1991)	CT	1	5-15	200	k.A.	-	-	-	-	-	-	#	#	-	-	-	-	-	-	-	-	#	#	53	192		
Stephen et al. (1982)	CT	5	6-8	41	227 ⁺	53 ⁺	58 ⁺																				
Rock & Evans (1983)	CT	2	7-8	114	k.A.	-	-	91	164																		
Little (1986)	CT	2	5-15	96	437 ¹	134	143	25	29	16	26	(Alle Angaben als sites)															
Williams et al. (1986)	CT	1	k.A.	64	64	46	60																				
Sveen & Jensen (1986)	CT	2	6-15	99	84	51	51																				
Houpt et al. (1987)	CT	2	6-8	73	144	-	-	78	110																		
Zwischensumme						2338	2982	1844	2432	639	955	303	405	135	215	67	102	-	-	-	-	131	231	53	192		
k.A. - keine Angaben verfügbar + - Angabe als Sites * - Eigene Berechnung ¹ - Molaren und Prämolaren # - Identisch zur übergeordneten Zahl						1 - Concise; 2 - Delton; 3 - Kerr Pit and Fissure Sealant; 4 - 3M Pit and Fissure Sealant; 5 - SCS; 6 - Oralin; 7 - Contact Seal																					
RCT - Randomisierte, klinisch kontrollierte Studie; CT - Klinisch kontrollierte Studie; FT - Feldstudie im Rahmen eines Präventionsprogramms																											

Fortsetzung von Tabelle 2

Auto-Polymerisate II		Design	Produkt	Studienpopulation (Beginn)			Intakte Fissurenversiegelungen (N) in Relation zur Gesamtzahl der applizierter Fissurenversiegelungen (Σ) in Abhängigkeit von der Liegedauer in Jahren																			
Quelle	Alter (Jahr)			N Proband.	N Molaren	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20										
				N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ							
Σ Übertrag				2338	2982	1844	2432	639	955	303	405	135	215	67	102	-	-	-	-	131	231	53	192	-	-	
Brooks et al. (1988)	CT	2	5-14	68	87 ¹	37	50																			
Brooks et al. (1988)	CT	1	5-14	68	86 ¹	44	50																			
Brooks et al. (1988)	CT	6	5-14	68	95 ¹	55	50																			
Wendt & Koch (1988)	CT	2	6-9	250	758	k.A.	713	k.A.	549	k.A.	481	k.A.	432	k.A.	344	k.A.	243	75*	107	-	-	k.A.	105			
Rock et al. (1990)	CT	2	6-7	186	744	242	298	245	318																	
Shapira et al. (1990)	CT	2	6-8	73	144 ⁺	-	-	78 ⁺	110 ⁺	-	-	49 ⁺	81 ⁺													
Gandini et al. (1991)	CT	2	6-11	62	76	59	70																			
Mills & Ball (1993)	CT	2	5-16	53	120	34	59																			
Forss et al. (1994)	CT	2	5-14	166	k.A.	125	151																			
Forss & Halme (1998)	CT	2	5-14	166	k.A.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	97									
Arrow & Riordan (1995)	CT	2	7±0,7	465	465	-	-	-	-	113	405															
Karlsen-Reuterving & Dijken ('95)	CT	2	6-7	47	74	65 ⁺	72	57 ⁺	72																	
Williams et al. (1996)	CT	2	6-8	228	430	233	295	136	222																	
Wendt et al. (2001)	CT	2	6-7	72	288	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	105	161	100	153
Poulsen et al. (2001)	CT	2	7	179	179	92	115	86	116																	
Barja-Fidalgo et al. (2007)	CT	2	6-8	35	46	-	-	-	-	-	-	-	6	28												
Σ				3465	4403	2524	3378	840	1497	352	486	141	243	111	199	75	107	-	-	131	231	158	353	100	153	
CT - Intakte FV in %				78.7	74.7	56.1	72.4	58.0	55.8	70.1	-	56.7	44.8	65.4												
Vrbic (1983)	FT	7	6.8	244	413	306*	373																			
Vrbic (1986)	FT	7	6.8	244	413	-	-	-	-	-	152*	293														
Romcke et al. (1990)	FT	2	6-7	k.A.	8340	3923*	4849	2640*	3548	1815*	2665	1286*	1972	800*	1232	624*	984	472*	798	249*	431	27*	66			
Barrie et al. (1990)	FT	1	5-6	58	239 ⁺	117 ⁺	133 ⁺																			
Songpaisan et al. (1995)	FT	2	12-13	1143	802	658 ⁺	774																			
Σ				5004	6129	2640	3548	1815	2665	1438	2265	800	1232	624	984	472	798	249	431	27	66	-	-	-	-	
FT - Intakte FV in %				81.6	74.4	68.1	63.5	64.9	63.4	59.1	57.8	40.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
k.A. - keine Angaben verfügbar																										
+ - Angabe als Sites																										
* - Eigene Berechnung																										
¹ - Molaren und Prämolaren																										
# - Identisch zur übergeordneten Zahl																										
		1 - Concise; 2 - Delton; 3 - Kerr Pit and Fissure Sealant; 4 - 3M Pit and Fissure Sealant; 5 - SCS; 6 - Oralin; 7 - Contact Seal																								
		RCT - Randomisierte, klinisch kontrollierte Studie; CT - Klinisch kontrollierte Studie; FT - Feldstudie im Rahmen eines Präventionsprogramms																								

Literatur/ Auto-polymerisierende Versiegelungsmaterialien

1. 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.
2. 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.
3. Brooks JD, Pruhs RJ, Azhdari S, Ashrafi MH: A pilot study of three tinted unfilled pit and fissure sealants: 23-month results in Milwaukee, Wisconsin. *Clin Prev Dent* 10(1988)18-22.
4. Charbeneau GT, Dennison JB: Clinical success and potential failure after single application of a pit and fissure sealant: a four-year report. *J Am Dent Assoc* 98(1979)559-564.
5. 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.
6. 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.
7. Gandini M, Vertuan V, Davis JM: A comparative study between visible-light-activated and autopolymerizing sealants in relation to retention. *J Dent Child* 58(1991)297-299.
8. Houpt M, Fuks A, Shapira J, Chosack A, Eidelman E: Autopolymerized versus light-polymerized fissure sealant. *J Am Dent Assoc* 115(1987)55-56.
9. Houpt M, Shey Z: The effectiveness of a fissure sealant after six years. *Pediatr Dent* 5(1983)104-106.
10. 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.
11. 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.
12. Little NJ: Sealant retention rates in a community children's dental clinic. *Dent Hyg Chic* 60(1986)62-65.
13. McCune RJ, Bojanini J, Abodeely RA: Effectiveness of a pit and fissure sealant in the prevention of caries: Three-year clinical results. *J Am Dent Assoc* 99(1979)619-623.
14. Mertz-Fairhurst EJ, Della-Giustina VE, Brooks JD, Williams JE, Fairhurst CW: A comparative study of two pit and fissure sealants: results after 4,5 years in Augusta. *J Am Dent Assoc* 103(1981)235-238.
15. Mertz-Fairhurst EJ, Fairhurst CW, Williams JE, Della-Giustina VE, Brooks JD: A comparative clinical study of two pit and fissure sealants: six-year results in Augusta, GA. *J Am Dent Assoc* 105(1982)237-239.
16. Mertz-Fairhurst EJ, Fairhurst CW, Williams JE, Della-Giustina VE, Brooks JD: A comparative clinical study of two pits and fissure sealants: 7-year results in Augusta, GA. *J Am Dent Assoc* 109(1984)252-255.
17. Mills RW, Ball IA: A clinical trial to evaluate the retention of a silver cermet-ionomer cement used as a fissure sealant. *Oper Dent* 18(1993)148-154.
18. Poulsen S, Beiruti N, Sadat N: A comparison of retention and the effect on caries of fissure sealing with a glass-ionomer and a resin-based sealant. *Community Dent Oral Epidemiol* 29(2001)298-301.
19. Richardson AS, Gibson GB, Waldman R: Chemically polymerized sealant in preventing occlusal caries. *J Can Dent Assoc* 46(1980a)259-260.
20. Richardson AS, Gibson GB, Waldman R: The effectiveness of a chemically polymerized sealant: four-year results. *Pediatr Dent* 2(1980b)24-26.
21. Richardson AS, Waldman R, Gibson GB: The effectiveness of a chemically polymerized sealant in preventing occlusal caries: two year results. *J Canad Dent Assoc* 44(1978)269-272.
22. Rock WP, Bradnock G: Effect of operator variability and patient age on the retention of fissure sealant resin: 3-year results. *Community Dent Oral Epidemiol* 9(1981)207-209.
23. 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.

24. 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.
25. Romcke RG, Lewis DW, Maze BD, Vickerson RA: Retention and maintenance of fissure sealants over 10 years. *J Can Dent Assoc* 56(1990)235-237.
26. 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.
27. Sheykhleslam Z, Houpt M: Clinical effectiveness of an autopolymerized fissure sealant after 2 years. *Community Dent Oral Epidemiol* 6(1978)181-184.
28. Simonsen RJ: The clinical effectiveness of a colored pit and fissure sealant after 36 months. *J Am Dent Assoc* 102(1981)323-327.
29. Simonsen RJ: Retention and effectiveness of a single application of white sealant after 10 years. *J Am Dent Assoc* 115(1987)31-36.
30. Simonsen RJ: Retention and effectiveness of dental sealants after 15 years. *J Am Dent Assoc* 122(1991)34-42.
31. 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.
32. Stephen KW, Kirkwood M, Main C, Gillespie FC, Campbell D: Retention of a filled fissure sealant using reduced etch time. *Br Dent J* 153(1982)232-233.
33. Sveen OB, Jensen OE: Two-year clinical evaluation of Delton and Prisma-Shield. *Clin Prev Dent* 8(1986)9-11.
34. Thylstrup, Poulsen S: Retention and effectiveness of chemically polymerized pit and fissure sealant after 2 years. *Scand J Dent Res* 86(1978)21-24.
35. Vrbic V: Retention of fissure sealants and caries reduction. *Quintessence Int* 4(1983)421-422.
36. Vrbic V: Five-year experience with fissure sealing. *Quintessence Int* 17(1986)371.
37. Wendt LK, Koch G: Fissure sealant in permanent first molars after 10 years. *Swed Dent J* 12(1988)181-185.
38. 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.
39. 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.
40. Williams B, Ward R, Winter GB: A two-year clinical trial comparing different resin systems used as fissure sealants. *Br Dent J* 161(1986)367-370.

Tabelle 3: Zusammenfassung des Retentionsverhaltens von licht-polymerisierenden Versiegelungsmaterialien an bleibenden Molaren aus prospektiv angelegten, klinischen Studien.

Licht-Polymerisate I Quelle	Design	Produkt	Studienpopulation (Beginn)			Intakte Fissurenversiegelungen (N) in Relation zur Gesamtzahl der applizierter Fissurenversiegelungen (Σ) in Abhängigkeit von der Liegedauer in Jahren																					
			Alter (Jahr)	N Proband.	N Molaren	2		3		4		5		6		7		8		9		10		15		20	
						N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ
Rock & Evans (1983)	CT	1	7-8	114	k.A.	-	-	70	164																		
Williams et al. (1986)	CT	1	k.A.	100	100	69	86																				
Stephen et al. (1985)	CT	2	5-11	72	75	53	58																				
Hardison (1985)	CT	3	>6	103	383	300	350																				
Sveen & Jensen (1986)	CT	2	6-15	99	84	46	47																				
Haupt et al. (1987)	CT	4	6-8	73	144	-	-	78	114																		
De Craene et al. (1989)	CT	5	6-17	92	k.A.	28**	31**																				
Trummler & Trummler (1990)	CT	5	10-17	81	429	-	-	143	149	116	122	100	105	53	53												
Rock et al. (1990)	CT	4	6-7	186	744	117	140	131	158																		
Rock et al. (1990)	CT	2	6-7	186	744	125	158	115	160																		
Shapira et al. (1990)	CT	4	6-8	73	160 ⁺	-	-	78 ⁺	114 ⁺	-	-	43 ⁺	90 ⁺														
Raadal et al. (1991)	CT	1	6-14	60	117 ⁺	114 ⁺	117 ⁺																				
Raadal et al. (1991)	CT	4	6-14	60	117 ⁺	113 ⁺	117 ⁺																				
Gandini et al. (1991)	CT	7	6-11	62	77	66	71																				
Gandini et al. (1991)	CT	8	6-11	62	76	46	70																				
Forss et al. (1994)	CT	4	5-14	166	k.A.	125	151																				
Raadal et al. (1996)	CT	1	5-7	53	136 ⁺	136	136 ⁺	132	136 ⁺																		
Forss & Halme (1998)	CT	4	5-14	166	k.A.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	97				
Smales & Wong (1999)	CT	7	15-27	19	62 ¹	13	41																				
Feigal & Quelhas (2003)	CT	5	7-13	k.A.	18	11	18																				
Lampa et al. (2004)	CT	4	6-13	31	100	66	100																				
Yildiz et al. (2004)	CT	7	18-20	57	61	31 [*]	61																				
Beirut et al. (2006)	CT	3	7-8	50	180	k.A.	161	k.A.	138	k.A.	123	k.A.	76														
Ganesh & Tandon (2006)	CT	7	6-7	100	100	4	100																				
Zimmer et al. (2009)	CT	5	5-15	95	177	-	-	160	177																		
Baseggio et al. (2010)	CT	14	12-16	320	640	600	640	572	628																		
Yilmaz et al. (2010)	CT	15	7-13	20	80	17	67																				
Zwischensumme						2080	2559	1479	1800	116	122	143	195	53	53	44	97										
k.A. - keine Angaben verfügbar + - Angabe als Sites * - Eigene Berechnung 1 - Molaren und Prämolaren # - Identisch zur übergeordneten Zahl						1 - ICI Resin; 2 - Prismashield; 3 - Visio-Seal; 4 - Delton; 5 - Helioseal; 6 - Estiseal LC; 7 - Concise; 8 - Sealite Kerr; 9 - Conseal; 10 - Grandio Seal; 11 - Clinpro pink Sealant; 12 - Clinpro Sealant; 13 - Ultraseal XT; 14 - Fluorshield; 15 - Admira Seal																					
RCT - Randomisierte, klinisch kontrollierte Studie; CT - Klinisch kontrollierte Studie; FT - Feldstudie im Rahmen eines Präventionsprogramms																											

Fortsetzung von Tabelle 3

Licht-Polymerisate II Quelle	Design	Produkt	Studienpopulation (Beginn)		Intakte Fissurenversiegelungen (N) in Relation zur Gesamtzahl der applizierter Fissurenversiegelungen (Σ) in Abhängigkeit von der Liegedauer in Jahren																						
			Alter (Jahr)	N Proband.	N Molaren	2		3		4		5		6		7		8		9		10		15		20	
						N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ
			Σ Übertrag		2080	2559	1479	1800	116	122	143	195	53	53	44	97											
Dhar & Chen (2012)	CT	11	6-10	25	25	0	25																				
Chen et al. (2012)	CT	11	8.0	108	357	-	-																				
Karaman et al. (2013)	CT	12	20-23	16	32	47	56																				
Chen & Liu (2013)	CT	7	6-8	61	79	54	75	46	60	45	60																
Guler & Yilamz (2013)	CT	15	7-13	50	100	2	66																				
				Σ		2183	2781	1525	1860	176	182	143	195	53	53	44	97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			CT - Intakte FV in %			78.5	82.0	96.7	73.3	100	45.4																

k.A. - keine Angaben verfügbar
+ - Angabe als Sites
* - Eigene Berechnung
1 - Molaren und Prämolaren
- Identisch zur übergeordneten Zahl

1 - ICI Resin; 2 - Prismashield; 3 - Visio-Seal; 4 - Delton; 5 - Helioseal; 6 - Estiseal LC; 7 - Concise; 8 - Sealite Kerr; 9 - Con Seal; 10 - Grandio Seal; 11 - Clinpro pink Sealant; 12 - Clinpro Sealant; 13 - Ultraseal XT; 14 - Fluorshield; 15 - Admira Seal

RCT - Randomisierte, klinisch kontrollierte Studie; CT - Klinisch kontrollierte Studie; FT - Feldstudie im Rahmen eines Präventionsprogramms

Fortsetzung von Tabelle 3

Quelle	Design	Produkt	Studienpopulation (Beginn)			Intakte Fissurenversiegelungen (N) in Relation zur Gesamtzahl der applizierter Fissurenversiegelungen (Σ) in Abhängigkeit von der Liegedauer in Jahren																					
			Alter (Jahr)	N Proband.	N Molaren	2		3		4		5		6		7		8		9		10		15		20	
						N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ
Barrie et al. (1990)	FT	2	5-6	58	226 ⁺	122 ⁺	172 ⁺																				
Barrie et al. (1990)	FT	6	5-6	58	226 ⁺	91 ⁺	172 ⁺																				
Barrie et al. (1990)	FT	2	5-6	58	249 ⁺	105 ⁺	130 ⁺																				
Barrie et al. (1990)	FT	7	5-6	58	226 ⁺	117 ⁺	133 ⁺																				
Messer et al. (1997)	FT	9	6-12	774	5127 ⁺	2777 ⁺	5127 ⁺																				
Holst et al. (1998)	FT	4	>6	976	3218	2655	3218	2655	3113	2421	2989	1824	2640														
Poulsen et al. (2006)	FT	4	8-13	153	364 ⁺	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.																		
Kervanto-Seppälä et al. (2007)	FT	4	12-16	388	559	-	-	532	559																		
					Σ	5750	8819	3187	3672	2421	2989	1824	2640	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
					FT - Intakte FV in %	59.9	86.8	81.0	69.1																		
k.A. - keine Angaben verfügbar + - Angabe als Sites * - Eigene Berechnung ¹ - Molaren und Prämolaren # - Identisch zur übergeordneten Zahl						1 - ICI Resin; 2 - Prismashield; 3 - Visio-Seal; 4 - Delton; 5 - Helioseal; 6 - Estiseal LC; 7 - Concise; 8 - Sealite Kerr; 9 - Conseal																					
						RCT - Randomisierte, klinisch kontrollierte Studie; CT - Klinisch kontrollierte Studie; FT - Feldstudie im Rahmen eines Präventionsprogramms																					

Literatur/ Licht-polymerisierende Versiegelungsmaterialien

1. 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.
2. Baseggio W, Naufel FS, Davidoff DCO, Nahsan FP, Flury S, Rodrigues JA. *Oral Health Prev Dent* 8(3) (2010) 261-268.
3. Beiruti N, Frencken JE, Mulder J: Comparison between two glass-ionomer sealants placed using finger pressure (ART approach) and a ball burnisher. *Am J Dent* 19(2006)159-162.
4. Chen X, Du M, Fan M, Mulder J, Huysmans MC, Frencken JE. Effectiveness of two new types of sealants: retention after 2 years. *Clin Oral Investig* 16(5) (2012) 1443-1450.
5. Chen X, Liu XG. Clinical comparison of Fuji VII and a resin sealant in children at high and low risk of caries. *Dent Mater J.* 32(3)(2013) 512-518.
6. de Craene GP, Martens C, Dermaut R, Surmont AS: A clinical evaluation of a light-cured fissure sealant (Helioseal). *J Dent Child* 56(1989)97-102.
7. 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.
8. 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* 16(2003)249-251.
9. 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.
10. 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.
11. Gandini M, Vertuan V, Davis JM: A comparative study between visible-light-activated and autopolymerizing sealants in relation to retention. *J Dent Child* 58(1991)297-299.
12. Ganesh M, Tandon S: Clinical evaluation of FUJI VII sealant material. *J Clin Pediatr Dent* 31(2006)52-57.
13. Guler C, Yilmaz Y. A two-year clinical evaluation of glass ionomer and ormocer based fissure sealants. *J Clin Pediatr Dent.* 37(13)263-7.
14. Hardison JR: The clinical effectiveness of a transparent visible lighth-polymerized sealant: 24-month results. *Compend Contin Educ Dent* 6(1985)229-233.
15. Holst A, Braune K, Sullivan A: A five-year evaluation of fissure sealants applied by dental assistants. *Swed Dent J* 22(1998)195-201.
16. Houpt M, Fuks A, Shapira J, Chosack A, Eidelman E: Autopolymerized versus light-polymerized fissure sealant. *J Am Dent Assoc* 115(1987)55-56.
17. Karaman 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)151-8.
18. 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* 18(2008)56-61.
19. 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* 71(2004)152-157.
20. 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.
21. 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.
22. 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* 34(2006)36-40.
23. Raadal M, Utkilen AB, Nilsen OL: A two-year clinical trial comparing the retention of two fissure sealants. *Int J Paediatr Dent* 2(1991)77-81.

24. 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.
25. 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.
26. 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.
27. 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.
28. Smales RJ, Wong KC: 2-year clinical performance of a resin-modified glass ionomer sealant. *Am J Dent* 12(1999)59-61.
29. Stephen KW, Campbell D, Kirkwood M, Strang R: A two-year visible light/ UV light filled sealant study. *Br Dent J* 159(1985)404-405.
30. Sveen OB, Jensen OE: Two-year clinical evaluation of Delton and Prisma-Shield. *Clin Prev Dent* 8(1986)9-11.
31. Trummler A, Trummler H: Fissurenversiegelung. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 100(1990)61-64.
32. Williams B, Ward R, Winter GB: A two-year clinical trial comparing different resin systems used as fissure sealants. *Br Dent J* 161(1986)367-370.
33. Yildiz E, Dörter C, Efes B, Koray F: A comparative study of two fissure sealants: a 2-year clinical follow-up. *J Oral Rehabil* 31(2004)979-984.
34. Yilmaz Y¹, Beldüz N, Eyüboğlu O: A two-year evaluation of four different fissure sealants. *Eur Arch Paediatr Dent* 11(2010)88-92.
35. Zimmer S, Strafela N, Bastendorf K.-D., Bartsch A, Lang H, Barthel C.R: Klinische Erfolgsraten von Fissurenversiegelungen mit Kompomer oder bis_GMA nach drei Jahren. *Oralprophylaxe Kinderzahnheilkd* 31(2009)8-12.

Tabelle 4: Zusammenfassung des Retentionsverhaltens von fluoridfreisetzenen, licht-polymerisierenden Versiegelungsmaterialien an bleibenden Molaren aus prospektiv angelegten, klinischen Studien.

Fluoridfreisetzende Licht-Polymerisate Quelle	Design	Produkt	Studienpopulation (Beginn)			Intakte Fissurenversiegelungen (N) in Relation zur Gesamtzahl der applizierter Fissurenversiegelungen (Σ) in Abhängigkeit von der Liegedauer in Jahren																					
			Alter (Jahr)	N Proband.	N Molaren	2		3		4		5		6		7		8		9		10		15		20	
						N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ
Rock et al. (1996)	CT	1	7-8	86	k.A.	92	132	91	132																		
Carlsson et al. (1997)	CT	2	6-7	121	431	330	431																				
Lygidakis & Oulis (1999)	CT	1	7-8	112	k.A.	-	-	-	-	124	162																
Vrbic (1999)	CT	2	10,5	96	243	223	230	210	219																		
Yilidz et al. (2004)	CT	2	18-20	57	61	25	61																				
Pinar et al (2005)	CT	4	8-10	30	60	30	44																				
Puppin-Rontani et al. (2006)	CT	1	7-9	57	114	10	50																				
Dukic & Glavina (2007)	CT	3	7-17	41	33	20	33																				
Amin (2008)	CT	2	7-10	45	30	21	26																				
Yakut & Sönmez (2006)	CT	4	6-9	60	60	60	60																				
Yilamz (2010)	CT	4	7-13	40	80	18	62																				
Yilmaz (2010)	CT	6	7-13	40	80	14	62																				
Bendinskaite et al. (2010)	CT	4	6-9	88	121	105 ⁺	109	101 ⁺	109	-	-	58 ⁺	93														
Oba et al. (2011)	CT	4	9-20	35	43	30	37																				
Ulusu et al. (2012)	CT	4	7-15	173	173	30	137																				
Erdemir et al. (2013)	CT	2	16-22	34	110	82	96																				
Nazar et al. (2013)	CT	5	6-9	78	156	-	-	-	-	-	-	60	240														
					Σ	996	1479	301	351	124	162	107	480														
					CT - Intakte FV in %	67.3	85.8	76.5	22.3																		

k.A. - keine Angaben verfügbar
+ - Angabe als Sites
* - Eigene Berechnung
¹ - Molaren und Prämolaren
- Identisch zur übergeordneten Zahl

1 - FluoroShield; 2 - Helioseal F; 3 - Teethmate F1; 4 - Fissurit F; 5 - Delton Plus; 6 - Fissurit FX
1 - 3M Scotchbond Multi Purpose Plus system

RCT - Randomisierte, klinisch kontrollierte Studie; CT - Klinisch kontrollierte Studie; FT - Feldstudie im Rahmen eines Präventionsprogramms

Literatur/ Licht-polymerisierende und fluoridfreisetzungsfähige Versiegelungsmaterialien

1. Amin HE: Clinical and antibacterial effectiveness of three different sealant materials. J Dent Hyg 82(2008)45.
2. Bendinskaite R, Peciuliene V, Brukiene V: A five years clinical evaluation of sealed occlusal surfaces of molars. Stomatologija.12(3) (2013) 87-92.
3. 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 10(1997)115-119.
4. Dukic W, Glavina D: Clinical evaluation of three fissure sealants: 24 month follow-up. Eur Arch Paediatr Dent 8(2007)163-166.
5. 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. 42(2013)149-57
6. Nazar H, Mascarenhas AK, Al-Mutwaa S, Ariga J, Soparkar P: Effectiveness of fissure sealant retention and caries prevention with and without primer and bond. Med Princ Pract. 22(2013)12-7.
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. 21(2012)234-7.
8. Pinar A, Sepet E, Aren G, Bölükbaşı N, Ulukapi H, Turan N. Clinical performance of sealants with and without a bonding agent. Quintessence Int 36(2005)355-60.
9. 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 73(2006)31-36.
10. 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.
11. 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 13(2012):94-7.
12. Vrbic V: Retention of a fluoride-containing sealant on primary and permanent teeth 3 years after placement. Quintessence Int 30(1999)825-828.
13. 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 30(2006)215-218.
14. Yıldız E, Dörter C, Efes B, Koray F: A comparative study of two fissure sealants: a 2-year clinical follow-up. J Oral Rehabil 31(2004)979-984.
15. Yilmaz Y, Beldüz N, Eyüboğlu O: A two-year evaluation of four different fissure sealants. Eur Arch Paediatr Dent. 11(2010)88-92.

Tabelle 5: Zusammenfassung des Retentionsverhaltens von fließfähigen, licht-polymerisierenden (Versiegelungs)Materialien (Flowables) an bleibenden Molaren aus prospektiv angelegten, klinischen Studien.

Flowables als Versiegeler Quelle	Design	Produkt	Studienpopulation (Beginn)			Intakte Fissurenversiegelungen (N) in Relation zur Gesamtzahl der applizierter Fissurenversiegelungen (Σ) in Abhängigkeit von der Liegedauer in Jahren																					
			Alter (Jahr)	N Proband.	N Molaren	2		3		4		5		6		7		8		9		10		15		20	
						N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ
Pardi et al. (2005)	CT	1	7-8	113	119	71	93																				
Dukic & Glavina (2007)	CT	2	7-17	41	34	26	34																				
Amin (2008)	CT	3	7-10	45	30	24	28																				
Oba et al. (2013)	CT	6	9-20	35	41	20	35																				
Oba et al. (2013)	CT	4	9-20	35	38	23	38																				
Erdemir et al. (2013)	CT	5	16-22	34	110	85	96																				
					Σ	249	324																				
					CT - Intakte FV in %	76.9																					
k.A. - keine Angaben verfügbar + - Angabe als Sites * - Eigene Berechnung 1 - Molaren und Prämolaren # - Identisch zur übergeordneten Zahl			1 - Revolution; 2 - Flow Line; 3 - Tetric Flow; 4 - Admira Flow; 5 - Tetric EvoFlow; 6 - Grandio Flow RCT - Randomisierte, klinisch kontrollierte Studie; CT - Klinisch kontrollierte Studie; FT - Feldstudie im Rahmen eines Präventionsprogramms																								

Literatur/ Fließfähige Komposite (Flowables) als Versiegelungsmaterial

1. Amin HE: Clinical and antibacterial effectiveness of three different sealant materials. J Dent Hyg 82(2008)45.
2. Dukic W, Glavina D: Clinical evaluation of three fissure sealants: 24 month follow-up. Eur Arch Paediatr Dent 8(2007)163-166.
3. 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. 42(2) (2013) 149-57
4. 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. 21(3) (2012) 234-7.
5. 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.

Tabelle 6: Zusammenfassung des Retentionsverhaltens von licht-polymerisierenden Versiegelungsmaterialien auf Kompomerebasis an bleibenden Molaren aus prospektiv angelegten, klinischen Studien.

Kompomere Quelle	Design	Produkt	Studienpopulation (Beginn)			Intakte Fissurenversiegelungen (N) in Relation zur Gesamtzahl der applizierter Fissurenversiegelungen (Σ) in Abhängigkeit von der Liegedauer in Jahren																		
			Alter (Jahr)	N Proband.	N Molaren	2		3		4		5		6		7		8		9		10		15
Pardi et al. (2004)	CT	1	6-8	185	370	-	-	-	-	10	187	-	-	5	148									
Lampa et al. (2004)	CT	3	6-13	31	100	16	100																	
Pardi et al. (2005)	CT	2	7-8	113	119	52 [*]	89																	
Ram et al. (2005)	CT	3	2,5-13	176	97	9 [*]	30	10 [*]	19															
Puppin-Rontani et al. (2006)	CT	4	7-9	57	114	11	50																	
Yakut & Sönmez (2006)	CT	2	6-9	60	60	50	60																	
Zimmer et al (2009)	CT	6	5-15	95	177	-	-	9	177															
Yilmaz et al. (2010)	CT	5/1	7-13	20	80	5	67																	
					Σ	143	396	19	196	10	187	-	-	5	148									
					CT - Intakte FV in %	36.1		9.7		5.3				-									3.4	
k.A. - keine Angaben verfügbar						1 - Variglass VLC; 2 - Dyract Flow; 3 - Dyract Seal; 4 - Compoglass; 5 - Dyract Seal; 6 - Inonit Seal																		
+ - Angabe als Sites						1 - Prime-Bond NT																		
* - Eigene Berechnung						RCT - Randomisierte, klinisch kontrollierte Studie; CT - Klinisch kontrollierte Studie; FT - Feldstudie im Rahmen eines Präventionsprogramms																		
¹ - Molaren und Prämolaren																								
# - Identisch zur übergeordneten Zahl																								

Literatur/ Kompomere als Versiegelungsmaterial

1. 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* 71(2004)152-157.
2. Nicholson JW: Polyacid-modified composite resins ("compomers") and their use in clinical dentistry. *Dent Mater* 23(2007)615-622.
3. 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.
4. 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.
5. Pereira AC, Pardi V, Mialhe FL, Meneghim MC, Basting RT, Werner CW: Clinical evaluation of a polyacid-modified resin used as a fissure sealant: 48-month results. *Am J Dent* 13(2000)294-296.
6. 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* 73(2006)31-36.
7. Ram D, Mamber E, Fuks AB: Clinical performance of a non-rinse conditioning sealant in three paediatric dental practices: a retrospective study. *Int J Paediatr Dent* 15(2005)61-66.
8. 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* 30(2006)215-218.
9. Yilmaz Y, Beldüz N, Eyüboğlu O: A two-year evaluation of four different fissure sealants. *Eur Arch Paediatr Dent*. 11(2) (2010) 88-92.
10. Zimmer S, Strafela N, Bastendorf K.-D., Bartsch A, Lang H, Barthel C.R: Klinische Erfolgsraten von Fissurenversiegelungen mit Kompomer oder bis_GMA nach drei Jahren. *Oralprophylaxe. Kinderzahnheilkd* 31 (2009) 8-12.

Tabelle 7: Zusammenfassung des Retentionsverhaltens von Glas-Ionomer-Zementen als Versiegelungsmaterial an bleibenden Molaren aus prospektiv angelegten, klinischen Studien mit einer mindestens zweijährigen Laufzeit. (Kursiv gedruckte Zahlenwerte wurden nicht aufsummiert)

Quelle	Design	Produkt	Studienpopulation (Beginn)			Intakte Fissurenversiegelungen (N) in Relation zur Gesamtzahl der applizierter Fissurenversiegelungen (Σ) in Abhängigkeit von der Liegedauer in Jahren																					
			Alter (Jahr)	N	N Proband. Molaren	2		3		4		5		6		7		8		9		10		15		20	
						N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ
Williams & Winter (1976)	CT	1	6-13	295	k.A.	35 ⁺¹	166 ⁺¹																				
Williams & Winter (1981)	CT	1	6-13	295	k.A.	-	-	-	-	39 ⁺	126 ⁺																
Mills & Ball (1993)	CT	2	5-16	53	120	49	59																				
Komatsu et al. (1994)	CT	3	4-10	91	k.A.	108	152	71	101																		
Forss et al. (1994)	CT	3	5-14	166	k.A.	39	151																				
Forss & Halme (1998)	CT	3	5-14	166	k.A.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	97									
Arrow & Riordan (1995)	CT	4	7±0,7	465	465	-	-	-	-	82	405																
Karlzen-Reuterving & Dijken ('95)	CT	3	6-7	47	74	31	72	20	72																		
Raadal et al. (1996)	CT	5	5-7	53	73	8	133 ^{+,*}	7	132 ^{+,*}																		
Rock et al. (1996)	CT	6	7-8	86	>162	0	132	0	130																		
Williams et al. (1996)	CT	3	6-8	228	430	12	295	9	222																		
Smales & Wong (1999)	CT	9	15-27	19	69 ¹	0	47																				
Ho et al. (1999)	CT	7	26.0±7.2	23	53	2	53																				
Ho et al. (1999)	CT	8	27.4±8.3	23	42	0	42																				
Poulsen et al. (2001)	CT	3	7	179	179	13	115	4	116																		
Abid et al. (2002)	CT	7	8-9	242	80	-	-	20 [*]	47																		
Pereira et al. (2001, 2003)	CT	11	6-8	100	200	7	170	7	172																		
Pereira et al. (2001, 2003)	CT	12	6-8	100	200	18	170	22	172																		
Pardi et al. (2003)	CT	11	6-8	100	200	6	170	7	172	-	-	2	128														
Pardi et al. (2003)	CT	12	6-8	100	200	24	170	22	172	-	-	2	128														
Taifour et al. (2003) ^{ART Sealant}	CT	7	6-7	60	101	-	-	-	-	-	-	1 [*]	95														
Pardi et al. (2005)	CT	12	7-8	113	117	46 [*]	97																				
Beiruti et al. (2006) ^{AH1 Sealant}	CT	7	7-8	50	180	k.A.	154	k.A.	154	k.A.	143	k.A.	80														
Ganesh & Tandon (2006)	CT	13	6-7	100	100	2	100																				
Amin (2008)	CT	8	7-10	45	30	6	24																				
Zwischensumme						406	2318	189	1508	82	405	5	351	-	-	10	97										

k.A. - keine Angaben verfügbar
 + - Angabe als Sites
 * - Eigene Berechnung
 1 - Molaren und Prämolaren

1 - ASPA II; 2 - Ketac Silver; 3 - Fuji III; 4 - Ketac Fil; 5 - Vitrebond; 6 - Baseline; 7 - Fuji IX; 8 - ChemFil Superior; 9 - Fuji III LC; 10 - Ketac Molar; 11 - Ketac Bond; 12 - Vitremer; 13 - Fuji VII, 14 - GC Fuji Triage White

RCT - Randomisierte, klinisch kontrollierte Studie; CT - Klinisch kontrollierte Studie; FT - Feldstudie im Rahmen eines Präventionsprogramms

Fortsetzung von Tabelle 7

Quelle	Design	Produkt	Studienpopulation (Beginn)		Intakte Fissurenversiegelungen (N) in Relation zur Gesamtzahl der applizierter Fissurenversiegelungen (Σ) in Abhängigkeit von der Liegedauer in Jahren																						
			Alter (Jahr)	N Proband.	N Molaren	2		3		4		5		6		7		8		9		10		15		20	
						N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ
			Σ Übertrag		406	2318	189	1508	82	405	5	351	-	-	10	97											
Barja-Fidalgo et al. (2009) ^{ART Sealant}	RCT	7	5-8	36	46	-	-	-	-	-	6	21															
Baseggio et al. (2010)	CT	12	12-16	320	640	56	640	32	628																		
Antonson et al. (2012)	CT	14	5-9	39	39	12	27																				
Dhar & Chen (2012)	CT	13	6-10	25	25	0	25																				
Ulusu et al. (2012)	CT	13	7-15	173	173	20	139																				
Chen & Liu (2013)	CT	13	6-8	61	79	27	75																				
Guler & Yilmaz (2013)	CT	13	7-13	50	100	9	68																				
			Σ		530	3292	221	2136	82	405	11	372	-	-	10	97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			CT - Intakte FV in %		16.1	10.3	20.2	3.0	-	10.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
k.A. - keine Angaben verfügbar + - Angabe als Sites * - Eigene Berechnung 1 - Molaren und Prämolaren			1 - ASPA II; 2 - Ketac Silver; 3 - Fuji III; 4 - Ketac Fil; 5 - Vitrebond; 6 - Baseline; 7 - Fuji IX; 8 - ChemFil Superior; 9 - Fuji III LC; 10 - Ketac Molar; 11 - Ketac Bond; 12 - Vitremer; 13 - Fuji VII, 14 – GC Fuji Triage White RCT - Randomisierte, klinisch kontrollierte Studie; CT - Klinisch kontrollierte Studie; FT - Feldstudie im Rahmen eines Präventionsprogramms																								

Fortsetzung von Tabelle 7

Quelle	Design	Produkt	Studienpopulation (Beginn)			Intakte Fissurenversiegelungen (N) in Relation zur Gesamtzahl der applizierter Fissurenversiegelungen (Σ) in Abhängigkeit von der Liegedauer in Jahren																										
			Alter (Jahr)	N Proband.	N Molaren	2		3		4		5		6		7		8		9		10		15		20						
						N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ					
Songpaisan et al. (1995)	FT	3	7-8	875	405	11*	380																									
Songpaisan et al. (1995)	FT	3	12-13	1143	760	7*	682																									
Frencken et al. (1998) ^{ART Sealant}	FT	8	13-9	569	511	k.A.	332	k.A.	283																							
Holmgren et al. (2000) ^{ART Sealant}	FT	10	12-13	140	191	k.A.	184	k.A.	178																							
Poulsen et al. (2006)	FT	3	8-13	153	364 ⁺	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.																							
Kervanto-Seppälä et al. (2007)	FT	3	12-16	388	559	-	-	40	559																							
Holmgren et al (2013) ^{AH¹ Sealant}	FT	10	11-14	140	191	114	184	-	-	65	130	-	-	37	107																	
						Σ	132	1246	40	559	65	130	-	-	37	107	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
						FT - Intakte FV in %	10.6	7.2	50.0	-	34.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
k.A. - keine Angaben verfügbar + - Angabe als Sites * - Eigene Berechnung ¹ - Molaren und Prämolaren # - Identisch zur übergeordneten Zahl						1 - ASPA II; 2 - Ketac Silver; 3 - Fuji III; 4 - Ketac Fil; 5 - Vitrebond; 6 - Baseline; 7 - Fuji IX; 8 - ChemFil Superior; 9 - Fuji III LC; 10 - Ketac Molar; 11 - Ketac Bond; 12 - Vitremer; 13 - Fuji VII;																										
																	RCT - Randomisierte, klinisch kontrollierte Studie; CT - Klinisch kontrollierte Studie; FT - Feldstudie im Rahmen eines Präventionsprogramms															

Literatur/ Glass-Ionomer-Zemente als Versiegelungsmaterialien

1. Abid A, Chkir F, Ben Salem K, Argoubi K, Sfar-Gandoura M: Atraumatic restorative treatment and glass ionomer sealants in Tunisian children: survival after 3 years. *East Mediterr Health J* 8(2002)315-323.
2. Amin HE: Clinical and antibacterial effectiveness of three different sealant materials. *J Dent Hyg* 82(2008)45.
3. Antonson SA, Antonson DE, Brener S, Crutchfield J, Larumbe J, Michaud C, 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)115-22.
4. 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.
5. 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).* 76 (2009):34-40.
6. Baseggio W, Naufel F.S, Davidoff D. C. O, Nahsan F. P, Flury S, Rodrigues J. A. *Oral Health Prev Dent* 8(3) (2010) 261-8
7. Beiruti N, Frencken JE, van't Hof MA, Taifour D, van Palenstein Helderma WH: Caries-preventive effect of a one-time application of composite resin and glass ionomer sealants after 5 years. *Caries Res* 40(2006)52-59.
8. X, Liu XG. Clinical comparison of Fuji VII and a resin sealant in children at high and low risk of caries. *Dent Mater J.* 32(3)(2013) 512-8.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. Frencken JE, Makoni F, Sithole WD, Hackenitz E: Three-year survival of one-surface ART restorations and glass-ionomer sealants in a school oral health programme in Zimbabwe. *Caries Res* 32(1998)119-126.
13. Ganesh M, Tandon S: Clinical evaluation of FUJI VII sealant material. *J Clin Pediatr Dent* 31(2006)52-57.
14. Guler C, Yilmaz Y. A two-year clinical evaluation of glass ionomer and ormocer based fissure sealants. *J Clin Pediatr Dent.* 37(2013) 263-7.
15. Ho TF, Smales RJ, Fang DT: A 2-year clinical study of two glass ionomer cements used in the atraumatic restorative treatment (ART) technique. *Community Dent Oral Epidemiol* 27(1999)195-201.
16. Holmgren CJ, Lo ECM, Hu DY, Wan HC: ART restorations and sealants placed in Chinese school children - results after three years. *Community Dent Oral Epidemiol* 28(2000)314-320.
17. Holmgren CJ, Lo EC, Hu D. Glass ionomer ART sealants in Chinese school children-6-year results. *J Dent.* 41(2013) 764-70.
18. 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.
19. Kervanto-Seppälä S, Lavonius E, Pietilä I, Pitkääniemi 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* 18(2008)56-61.
20. Komatsu H, Shimokobe H, Kawakami S, Yoshimura M: Caries-preventive effect of glass ionomer sealant reapplication: study presents three-year results. *J Am Dent Assoc* 125(1994)543-549.
21. Mills RW, Ball IA: A clinical trial to evaluate the retention of a silver cermet-ionomer cement used as a fissure sealant. *Oper Dent* 18(1993)148-154.
22. 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.

23. Pardi V, Pereira AC, Mialhe FL, Meneghim Mde C, Ambrosano GM: A 5-year evaluation of two glass-ionomer cements used as fissure sealants. *Community Dent Oral Epidemiol* 31(2003)386-391.
24. Pereira AC, Pardi V, Basting RT, Menighim MC, Pinelli C, Ambrosano GM, García-Godoy F: Clinical evaluation of glass ionomers used as fissure sealants: twenty-four-month results. *ASDC J Dent Child* 68(2001)168-174.
25. Pereira AC, Pardi V, Mialhe FL, Meneghim Mde C, Ambrosano GM: A 3-year clinical evaluation of glass-ionomer cements used as fissure sealants. *Am J Dent* 16(2003)23-27.
26. Poulsen S, Beiruti N, Sadat N: A comparison of retention and the effect on caries of fissure sealing with a glass-ionomer and a resin-based sealant. *Community Dent Oral Epidemiol* 29(2001)298-301.
27. 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* 34(2006)36-40.
28. 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.
29. 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.
30. Smales RJ, Wong KC: 2-year clinical performance of a resin-modified glass ionomer sealant. *Am J Dent* 12(1999)59-61.
31. 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.
32. Taifour D, Frencken JE, van't Hof MA, Beiruti 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.
33. 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 Apr;13(2):94-7.
34. 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.
35. Williams B, Winter GB: Fissure sealants. A 2-year clinical trial. *Br Dent J* 141(1976)15-18.
36. Williams B, Winter GB: Fissure sealants. Further results at 4 years. *Br Dent J* 150(1981)183-187.
37. Yip HK, Smales RJ: Glass ionomer cements used as fissure sealants with the atraumatic restorative treatment (ART) approach: review of literature. *Int Dent J* 52(2002)67-70.

Tabelle 8: Zusammenfassung des Retentionsverhaltens von licht-polymerisierenden Versiegelungsmaterialien an bleibenden Molaren aus prospektiv angelegten, klinischen Studien, in denen anstatt der konventionellen Säurekonditionierung eine Vorbehandlung mit einem Adhäsiv durchgeführt wurde

Adhäsive Vorbehandlung und Licht-Polymerisate Quelle	Design	Produkt	Studienpopulation (Beginn)			Intakte Fissurenversiegelungen (N) in Relation zur Gesamtzahl der applizierter Fissurenversiegelungen (Σ) in Abhängigkeit von der Liegedauer in Jahren															
			Alter (Jahr)	N Proband.	N Molaren	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20					
						N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ	N	Σ
Feigal et al. (2000)	CT	-	k.A.	165	k.A.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Feigal & Quelhas (2003)	CT	5	7-13	k.A.	18	11	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pinar et al. (2005)	CT	6	8-10	30	60	33	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mascarenhas et al. (2008)	CT	7	6-9	78	156	k.A.	k.A.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Yazici et al. (2009)	CT	1	18-21	16	64	46	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Yazici et al. (2009)	CT	2	18-21	16	64	6	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Antonson et al. (2012)	CT	3	5-9	39	39	11	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Karaman et al. (2013)	CT	1	18-21	16	64	-	-	46	60	45	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Karaman et al. (2013)	CT	2	18-21	16	64	-	-	8	60	6	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nazar et al. (2013)	CT	4	6-9	78	156	-	-	-	-	-	-	47	240	-	-	-	-	-	-	-	-
			Σ			107	259	54	120	51	120	47	240	-	-	-	-	-	-	-	-
			CT - Intakte FV in %			41.3		45.0		42.5		19.6		-	-	-	-	-	-	-	-
k.A. - keine Angaben verfügbar + - Angabe als Sites * - Eigene Berechnung 1 - Molaren und Prämolaren # - Identisch zur übergeordneten Zahl			1 – Solobond M/ Grandio Seal; 2 – Futurbond NR/ Grandio Seal; 3 – Prime & Bond NT/ Delton; 4 – 3M Scotchbond / Delton Plus; 5- Prompt L-POP/ Delton Plus 6 – One Coat Bond/Fissurit F; 7 – Scotchbond Multipurpose Plus/ Delton Plus																		
			RCT - Randomisierte, klinisch kontrollierte Studie; CT - Klinisch kontrollierte Studie; FT - Feldstudie im Rahmen eines Präventionsprogramms																		

Literatur/ Adäsive Vorbehandlung

1. Antonson SA, Antonson DE, Brener S, Crutchfield J, Larumbe J, Michaud C, 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)115-22.
2. Feigal RJ, Musherure P, Gillespie B, Levy-Polack M, Quelhas I, Hebling J. Improved sealant retention with bonding agents: a clinical study of two-bottle and single-bottle systems. *J Dent Res.* 79(2000):1850-1856.
3. 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* 16(2003)249-251.
4. Karaman E, Yazici AR, Tuncer D, Firat E, Unluer S, Baseren M: 48-month clinical evaluation of fissure sealants placed with different adhesive systems. *Oper Dent* 38(2013)369-375.
5. Mascarenhas AK, Nazar H, Al-Mutwaa S, Soparkar P: Effectiveness of primer and bond in sealant retention and caries prevention. *Pediatr Dent* 30(2008) 25-28.
6. Nazar H, Mascarenhas AK, Al-Mutwaa S, Ariga J, Soparkar P: Effectiveness of fissure sealant retention and caries prevention with and without primer and bond. *Med Princ Pract.* 22(2013)12-17.
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* 36(2005) 355-360.
8. 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.