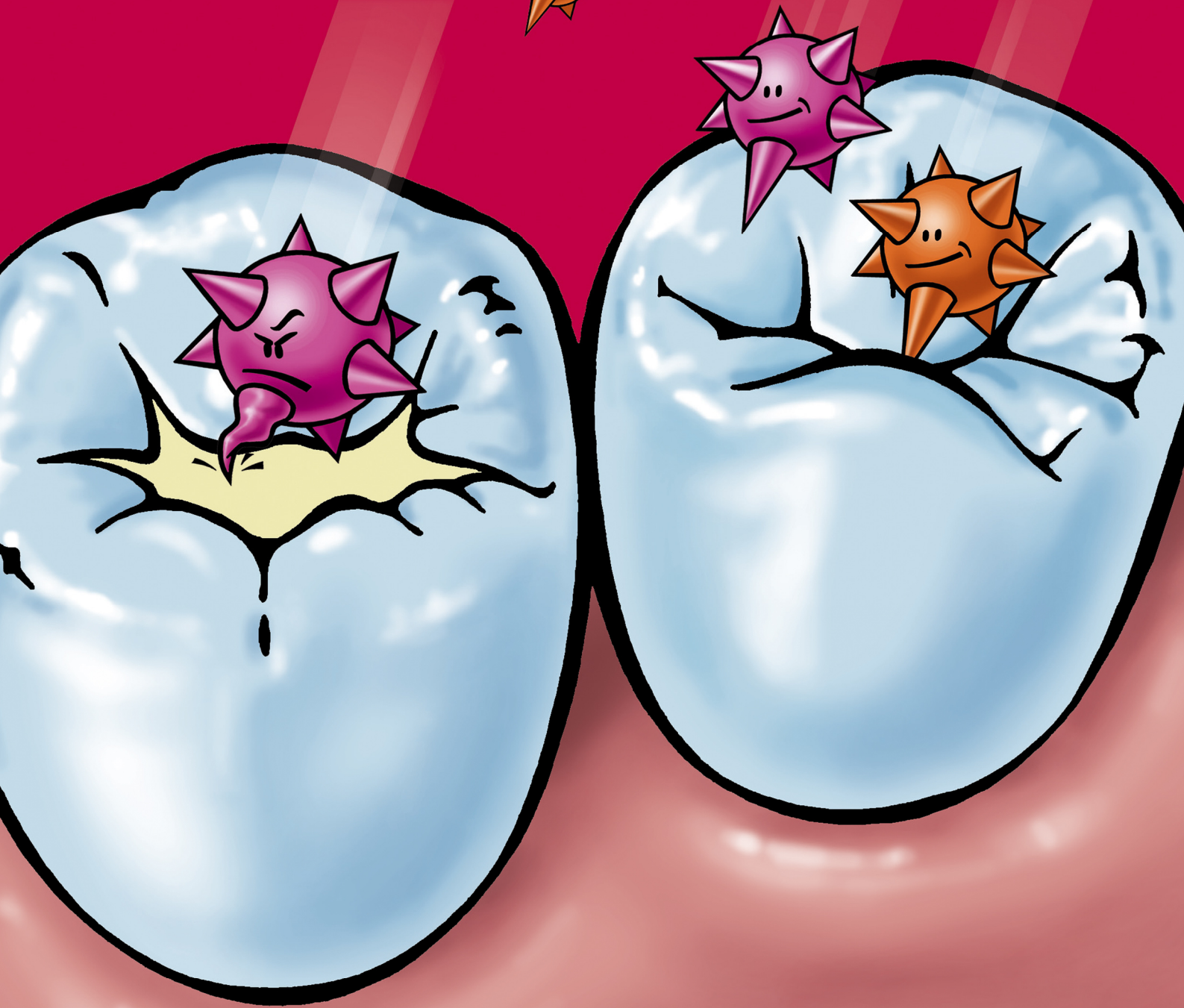


Helioseal[®]



Wissenschaftliche Dokumentation

Inhalt

1. Einleitung	3
1.1 Fissurenkaries	3
1.2 Indikation von Fissurenversiegelung.....	4
1.3 Mechanismus der Schutzwirkung	5
1.4 Eigenschaften von Fissurenversiegeln	6
1.4.1 Chemische Eigenschaften	6
1.4.2 Farbe.....	6
1.4.3 Fluoridierung.....	7
1.5 Die Helioseal Familie.....	8
2. Zusammensetzung	10
3. In-Vitro-Untersuchungen.....	11
3.1 Fluoridfreisetzung von Helioseal F	11
3.2 Haftung am Schmelz	12
3.3 Dichtigkeit (Microleakage).....	12
3.4 Abrasion.....	13
3.5 Zusammenfassung.....	13
4. Klinische Studien.....	14
4.1 Retention.....	14
4.2 Oberflächengüte.....	18
4.3 Reduktion der Kariesinzidenz.....	19
4.4 Fluoridgehalt im Mund.....	20
4.5 Zusammenfassung.....	20
5. Biokompatibilität.....	21
5.1 Toxizität und Genotoxizität	21
5.2 Irritation	21
5.3 Sensibilisierung.....	21
5.4 Freisetzung von Bisphenol A und Monomeren	21
5.5 Zusammenfassung.....	22
6. Literaturverzeichnis.....	23

1. Einleitung

1.1 Fissurenkaries

Weltweite Studien beweisen, dass der Fissurenkaries auch mit einer vernünftigen Ernährungsweise, Mundhygiene und Fluoridierung häufig nur unzureichend beizukommen ist. Denn aufgrund ihrer Morphologie bilden Fissuren den idealen Ansiedlungs- und Nährboden für Mikroorganismen, und damit den Ausgangspunkt für das Entstehen und Entwickeln von Karies. Die Kauflächen können selbst bei sehr guter Mundhygiene lediglich bis zu den Fissureneingängen von Plaque befreit werden. Tiefergelegene Fissurenbereiche stellen Plaqueretentionsstellen dar, da die Borsten der Zahnbürste sie in der Regel nicht erreichen (Abb. 1), so dass sich schnell kariöse Läsionen bilden können.



Abb. 1: Die Borsten einer Zahnbürste erreichen den Boden der Fissur nicht (Bildnachweis Prof. Dr. Zimmer).

Das höchste Fissurenkariesrisiko weisen Molaren sowie Schneidezähne mit tiefen Foramina caeca auf; seltener betroffen sind die Prämolaren [1]. Aufgrund der dünnen, zum Teil unvollständigen Schmelzschicht der Fissuren im pulpanahen Okklusalbereich dringen Defekte rasch ins Dentin vor.

So beträgt sogar in jenen Ländern, in denen allgemein ein starker Rückgang der Kariesprävalenz erzielt wurde, der Anteil der Okklusalkaries am gesamten Kariesaufkommen bei Kindern und Jugendlichen nach wie vor bis zu 90% [2] [3] [4]. Ripa *et al.* berichten, dass nach drei Jahren der prozentuale Anteil von ersten Molaren mit Okklusalkaries oder einer Füllung jährlich um ca. 10% zunahm [5].

Es gibt also gute Gründe, gefährdete Fissuren bei Kindern und Erwachsenen durch eine Versiegelung vor Karies zu schützen. So empfiehlt das nationale Gesundheitsinstitut der USA die Versiegelung von Fissuren und Foramina mit Nachdruck, um die Karies in der Bevölkerung noch beträchtlich unter das durch Fluoridierung und andere Massnahmen bereits erzielte Niveau zu senken [4]. Die Fissurenversiegelung nimmt daher im Bereich der Kariesprävention eine zentrale Stellung ein. Langzeitstudien belegen ihre Effizienz eindrucklich, wie Abbildung 2 zeigt. Mit steigender Zahl von Versiegelungen nimmt die Okklusalkaries ab [6].

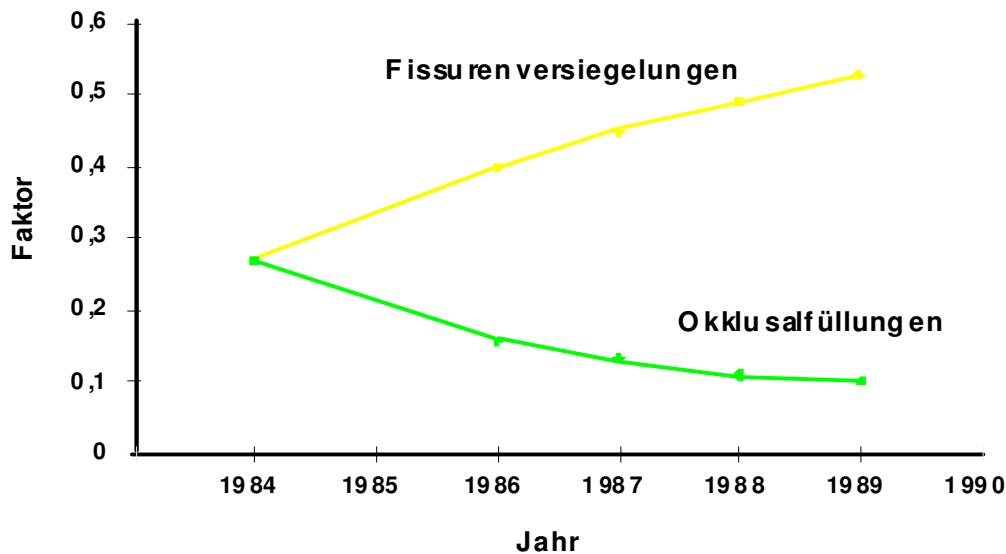


Abb. 2: Zunahme der Fissurenversiegelung und Abnahme der Okklusalkaries bleibender Zähne von 1984 bis 1990 [6].

1.2 Indikation von Fissurenversiegelung

Versiegelungen eignen sich sowohl für Kinder als auch Erwachsene. Das Kariesrisiko ist bakterien- und wirtsabhängig; deshalb ist es wichtig, auch individuelle Faktoren des Patienten zu berücksichtigen, wie z.B. Verhaltensmuster, systemische Einflüsse und die vorangegangene Zahngeschichte – jedoch ist keiner dieser Faktoren altersabhängig [7]. Eine Fissurenversiegelung ist für die folgenden Bereiche indiziert:

- Grübchen und Fissuren der Molaren und Prämolaren
- Foramina Caeca der Frontzähne

Eine erweiterte Fissurenversiegelung kann für Initialläsionen indiziert sein, bei denen keine invasivere Behandlung notwendig ist [8] [1].

Bei Kindern sollte die Behandlung früh erfolgen - sobald die gesamte Okklusionsfläche sichtbar und frei von Weichgewebe ist [9]. Der grösste Erfolg lässt sich erzielen, wenn die Versiegelung vier bis sechs Monate nach dem Zahndurchbruch erfolgt [10]. Geschieht die Applikation zu früh, kann die Zahnstellung oder eine unvollständig freiliegende Kaufläche die Qualität der Versiegelung beeinträchtigen [11]. Abbildung 3 zeigt einen durchgebrochenen Zahn, der sich noch nicht zur Versiegelung eignet, da die Kaufläche teilweise noch von Weichgewebe bedeckt ist. Vollständig durchgebrochene und damit zur Behandlung geeignete Zähne sind in Abbildung 4 zu sehen.

**Abb. 3: Molar ungeeignet zur Versiegelung.****Abb. 4: Molaren geeignet zur Versiegelung.**

Bei Erwachsenen ist die Versiegelung bei hohen Bakterienzahlen (Mutans Streptokokken und Laktobazillen) indiziert. Laktobazillen, die vor allem für die Progression der Karies verantwortlich sind, benötigen zum Überleben Retentionsstellen und Nischen, da sie, im Gegensatz zu den Mutans Streptokokken, nicht die Fähigkeit besitzen, sich auf glatten Oberflächen anzusiedeln zu können. Bei Erwachsenen wie bei Kindern hat man einen signifikanten Zusammenhang zwischen Laktobazillenzahl und Kariesläsionen festgestellt. Kinder mit Kavitäten weisen eine eindeutig höhere Laktobazillenzahl auf als Kinder mit sanierten Zähnen. Ausserdem weist eine hohe Laktobazillenzahl auf einen hohen Zuckerkonsum hin [12]. Die Versiegelung potentieller Retentionsstellen kann bei diesen Patienten die Bakterienzahl eindeutig reduzieren.

Auch kann die Versiegelung als Präventivmassnahme bei Patienten angezeigt sein, deren Nahrung reich an einfachen Kohlenhydraten ist, oder die bestimmte Medikamente einnehmen müssen. Obwohl die Ernährung von Diabetikern einen niedrigen Zuckergehalt aufweist, besteht bei ihnen doch ein erhöhtes Kariesrisiko, da die Speichelfliessrate reduziert ist. Ausserdem kann die Glukosekonzentration in der Mundhöhle erhöht und die lokale Abwehr geschwächt sein [13]. Xerostomie-Patienten, d.h. Patienten, die wegen Medikamenteneinnahme, Bestrahlungstherapie, Stress oder Autoimmunkrankheiten, eine sehr niedrige Speichelfliessrate haben, unterliegen einem besonders hohen Kariesrisiko, da die natürlichen Schutzmechanismen des Speichels, wie die Pufferwirkung und die Versorgung mit remineralisierenden Ionen, bei ihnen nicht ausreichend greifen. Auch hier empfiehlt sich eine Versiegelung.

Bei der erweiterten Fissurenversiegelung handelt es sich um eine minimalinvasive Behandlung der Grübchen und Fissuren vor der Applikation des Versieglers. Dieses Vorgehen kann bei fragwürdigen Verfärbungen und bei Zähnen, die bereits seit mehreren Jahren durchgebrochen sind, in Frage kommen [9]. Für erweiterte Fissurenversiegelungen eignen sich z.B. Flowables [14].

1.3 Mechanismus der Schutzwirkung

Bei der Fissurenversiegelung handelt es sich um eine nicht-invasive Präventionsmassnahme, die Fissuren und Grübchen durch eine undurchlässige Kunststoffschicht schützt. Diese Schicht verhindert das Eindringen von Bakterien und Nahrung in die engen, tiefen Spalten der Fissur (siehe Abbildung 5). Dies blockiert die Substratzufuhr für die Bakterien, die sich evtl. unter dem Versieglermaterial befinden. Damit wird der Stoffwechsel der Bakterien gehemmt, und die Säureproduktion, die zu einer weiteren Demineralisierung der Zahnhartsubstanz führen könnte, wird gestoppt [15]. Die Fissurenversiegelung schützt Prädilektionsstellen nicht nur vor Karies, sondern kann auch die Progression von Initiailläsionen stoppen [16]. Beim Vergleich einer versiegelten mit einer unversiegelten Fissur waren bereits einen Monat nach der Behandlung nur noch 2% der Bakterien lebensfähig [17].

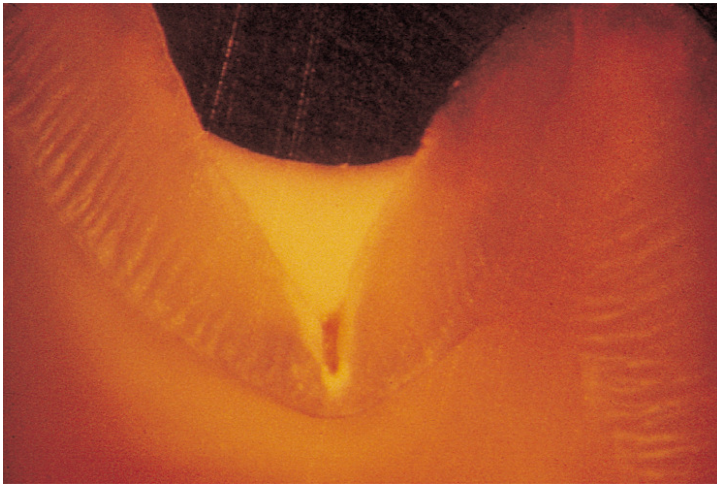


Abb. 5: Der Versiegler bildet eine glatte, hygienische Oberfläche. Bei dichter Versiegelung sind die von der Nahrungszufuhr abgeschlossenen Mikroorganismen nicht überlebensfähig.

Darüber hinaus werden durch die Kunststoffschicht Glattflächen geschaffen, die zum einen schlechtere Plaqueretentionsstellen als Fissuren und Grübchen darstellen, zum anderen eine bessere Mundhygiene ermöglichen. Die Fissurenversiegelung bewirkt somit, dass die Zahl möglicher Retentionsnischen reduziert und die Lebensfähigkeit der Keime gehemmt wird.

Durch die Versiegelung kann das Risiko der Entwicklung einer Okklusalkaries um ca. 70 bis 90% gesenkt werden, wenn folgende Anforderungen erfüllt werden [17]:

- Der Versiegler benetzt die Oberfläche der Fissuren und Grübchen voll, wobei es nicht zwingend ist, dass die ganze Fissurentiefe ausgefüllt wird.
- Der Versiegler geht eine feste und dauerhafte Verbindung mit der Schmelzoberfläche ein.
- Mechanische, thermische oder chemische Reize führen nicht zu Sprüngen im Material oder zu einer Zunahme der Porosität.

1.4 Eigenschaften von Fissurenversiegler

1.4.1 Chemische Eigenschaften

Bei den auf dem Markt erhältlichen Fissurenversiegler handelt es sich überwiegend um gefüllte oder ungefüllte Einkomponenten- bzw. Zweikomponentensysteme. Meist werden Methacrylate, z.B. Bis-GMA, als Kunststoffbasis eingesetzt. Neben den Versiegler auf Kompositbasis werden auch Glasionomere als Fissurenversiegler angewendet. Es gibt Fissurenversiegler mit und ohne Fluoridzusatz. Weiter unterscheidet man selbst- oder lighthärtende Materialien. Selbsthärtende (chemischhärtende) Versiegler werden mit einem Katalysator, meist Benzoylperoxid, vermischt, der die Polymerisation einleitet. Bei lighthärtenden Versiegler erfolgt die Aushärtung unter einer geeigneten Lichtquelle. Auch hier wird die Polymerisation durch einen Katalysator, der Licht einer bestimmten Wellenlänge absorbiert, in Gang gesetzt (z. B. Campherchinon).

Die meisten Fissurenversiegler – die Helioseal Produkte eingeschlossen – härten heute mit Licht aus. In der Regel muss das Zahnhartgewebe vor dem Auftragen des Versiegler mit einem Ätzelgel vorbehandelt werden.

1.4.2 Farbe

Fissurenversiegler gibt es in verschiedenen Farben, wie weiss, transparent oder in auf die natürliche Zahnfarbe abgestimmten Varianten. Andere Farben wie rot oder Versiegler mit Farbumschlag werden ebenfalls angeboten.

Ein z. B. durch weisse Pigmentierung gut sichtbarer Versiegler erleichtert sowohl die Applikation als auch die Kontrolle beim Recall [18] [2]. Zahnfarbene Versiegler zeichnen sich zwar durch günstige ästhetische Eigenschaften aus, lassen sich aber bei der Nachkontrolle häufig nur schwer vom Schmelz unterscheiden.

Transparente Versiegler bieten eine hervorragende Ästhetik. Sie lassen sich zwar ebenfalls nur schwer von der Zahnhartsubstanz unterscheiden, dafür sind aber Veränderungen unter der Versiegelung leicht zu beobachten, z. B. Verfärbungen als Hinweis für beginnende kariöse Prozesse. Des Weiteren gibt es auch Versiegler mit Farbumschlag, z.B. Clinpro Sealant/3M/Espe. Clinpro Sealant kommt rosafarben aus der Spritze und weist nach der Polymerisation eine cremig-weiße, opake Farbe auf. Der Farbumschlag ist irreversibel.

1.4.3 Fluoridierung

Fissurenversiegler sind mit oder ohne Fluorid erhältlich. Es werden unterschiedliche Fluoridverbindungen, z. B. Fluorosilikatglas, fluoridierte Methacrylsäure oder Natriumfluorid, verwendet. Die kariesprotektive Wirksamkeit des Fluorids ist gut dokumentiert und allgemein anerkannt [19; 20]. Fluorid hat die folgenden Effekte:

- Förderung der Remineralisation und Hemmung der Demineralisation
- Erhöhung der Schmelzresistenz
- Reduktion des Plaquewachstums und der Plaqueaktivität

Der Schmelz besteht hauptsächlich aus Hydroxylapatit, das die chemische Formel $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]_3 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$ besitzt. Wenn Hydroxylapatit mit Fluoridionen in Berührung kommt, entsteht Fluorapatit ($[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]_3 \cdot \text{Ca}(\text{F})_2$), das gegenüber Säuren eine weit geringere Löslichkeit besitzt als Hydroxylapatit. Die Ergebnisse zahlreicher Studien dokumentieren, dass bei Verwendung fluoridierter Dentalprodukte Fluorid in den Zahnschmelz eingebaut wird und eine Härtung des Schmelzes erfolgt [21].

Optimal ist eine langsame, kontinuierliche Freisetzung geringer Mengen Fluorid. Es ist deshalb von hohem Nutzen, wenn Materialien wie Fissurenversiegler, die über lange Zeit mit dem Zahn in Berührung stehen, konstant niedrige Mengen von Fluorid freisetzen [22].

Im Rahmen von *In-vitro*-Studien wurde gezeigt, dass nach der Anwendung eines fluoridhaltigen Versieglers die Läsionstiefe im Vergleich zu einem fluoridfreien Produkt signifikant niedriger liegt [23]. Ausserdem wird auch eine Schutzwirkung an den Rändern, d.h. auf den nicht versiegelten Schmelz in direkter Nähe zur Versiegelung, geboten. So kann Fluorid auch bei einer Fraktur oder Beschädigung der Versiegelung die Gefahr einer Kariesentwicklung reduzieren [24].

1.5 Die Helioseal Familie

Ivoclar Vivadent bietet drei lichthärtende Fissurenversiegler an, die sich in ihren Vorteilen klar von einander unterscheiden und sich für verschiedene klinische Anforderungen eignen:

Helioseal®

Helioseal ist der traditionelle Versiegler von Ivoclar Vivadent. Seine weisse Pigmentierung durch geringe Mengen Titandioxid erleichtert die Qualitätskontrolle der Versiegelung während der Nachkontrolle. Helioseal zeichnet sich durch ausgezeichnete Fliesseigenschaften aus.



Helioseal® F

Auch im Fall von Helioseal F erleichtert die weisse Pigmentierung die Kontrolle des Randschlusses und der Retention während der Applikation und der Nachkontrolle (siehe Abb. 6). Helioseal F enthält 40% anorganischem Füller, ein Fluorosilikatglas, das Fluoridionen über einen langen Zeitraum freisetzt. Aufgrund dieses Füllstoffanteils weist Helioseal F eine leicht höhere Viskosität als Helioseal auf, was dem Material Stabilität und Homogenität verleiht. Durch die Kombination von Blockade und Fluoriddepot bietet Helioseal F doppelten Kariesschutz.



Helioseal® Clear

Der klare, transparente Fissurenversiegler Helioseal Clear eignet sich besonders für Zahnärzte und Patienten mit hohen ästhetischen Ansprüchen (siehe Abb. 7). Das Produkt weist eine niedrige Viskosität auf, wodurch das Material optimal in die Fissuren einfließen kann. Die farblose Transparenz erlaubt während der Nachkontrolle die einfache Beobachtung möglicher Veränderungen unter der Versiegelung.



Die Helioseal Fissurenversiegler können mit allen Polymerisationslampen (Halogenlicht, Laser, Plasmalampen, LED) ausgehärtet werden, die eine Lichtintensität von höher als 300 mW/cm^2 aufweisen und im Wellenlängenbereich zwischen 400 nm und 500 nm emittieren. Speziell bei den LED-Lampen gibt es Geräte mit niedrigerer Lichtintensität, so dass länger als 20 Sekunden belichtet werden muss.

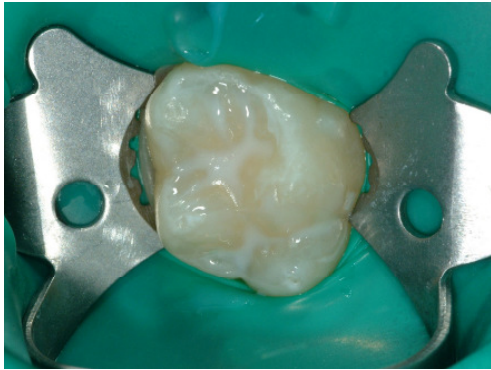


Abb. 6: Versiegelung mit Helioseal F



Abb. 7: Versiegelung mit Helioseal Clear
(Bildnachweis: Prof. Dr. S. Twetman)

2. Zusammensetzung

Zusammensetzung in Gewichts-%:

	Helioseal	Helioseal F	Helioseal Clear
Bis-GMA	58,3	11,8	60,0
TEGDMA	38,1	23,4	39,3
UDMA	-	23,4	-
Fluorsilikatglas, Siliziumdioxid	-	40,5	-
Titandioxid	2,0	0,6	-
Stabilisatoren, Katalysatoren	1,6	0,3	0,7

Physikalische Werte:

	Helioseal	Helioseal F	Helioseal Clear
Vickershärte HV 0,5/30	180 MPa	240 MPa	-
Brechungsindex n_D^{25}	1,5122	-	-
Biegefestigkeit	77 MPa	88 MPa	95 MPa
Biegemodul	2400 MPa	3200 MPa	2700 MPa
Durchhärtungstiefe	2,4 mm	3,3 mm	5,5 mm
Lichtempfindlichkeit	80 s	48 s	29 s
Filmdicke	-	23 μm	28 μm
Fluoridfreisetzung	-	7 $\text{ng}/\text{cm}^2/\text{d}$	-
Scherhaftfestigkeit auf geätztem Rinderschmelz	16,9 MPa	20,6 MPa	
Wasseraufnahme	57,7 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$	54,3 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$	-
Wasserlöslichkeit	3,4 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$	4,5 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$	-

3. In-Vitro-Untersuchungen

3.1 Fluoridfreisetzung von Helioseal F

Fluoridierte Versiegler bieten neben dem rein mechanischen Schutz der Fissuren den Zusatznutzen der lokalen Fluoridfreisetzung, wodurch der Zahnschmelz gestärkt und widerstandsfähiger gegen Säureangriffe wird. Die Fluoridquelle in Helioseal F ist ein Fluorosilikatglas. Dieses ermöglicht – im Gegensatz zu Natriumfluorid - eine langsame, beständige Fluoridfreisetzung.

Die Menge an Fluorid, die ein Versiegler wie Helioseal F freisetzt, lässt sich im Laborversuch bestimmen. Dabei ist die Fluoridfreisetzung in den ersten 24 Stunden hoch, und verringert sich dann auf eine niedrigere Konzentration, die kontinuierlich abgegeben wird (siehe Abbildung 8) [25; 26].

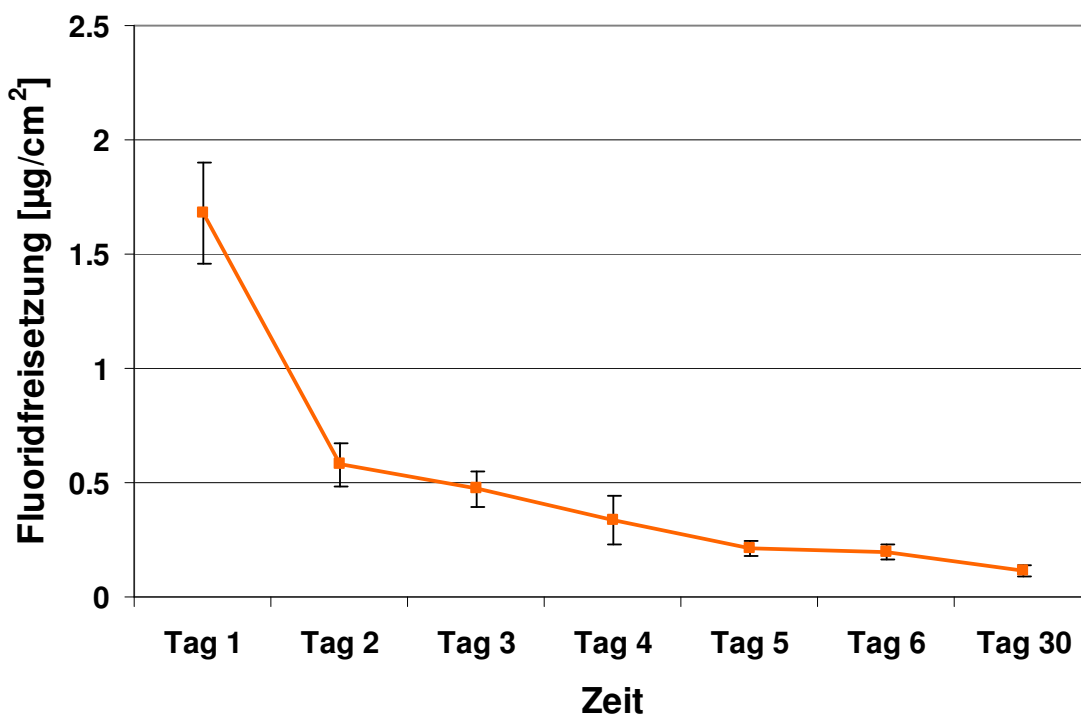


Abb. 8: Fluoridfreisetzung aus Helioseal F über 30 Tage [25].

Summiert man das abgegebene Fluorid über einen Zeitraum von sechs Monaten, ergibt sich das in Abbildung 9 gezeigte Bild. Durch die kontinuierliche Abgabe von Fluorid aus dem Versiegler steigt die Menge freigesetzten Fluorids im Laufe der Zeit stetig an [27]. Da das Fluorid nur in kleinen Mengen über einen langen Zeitraum freigesetzt wird, werden die physikalischen Eigenschaften des Materials nicht beeinflusst.

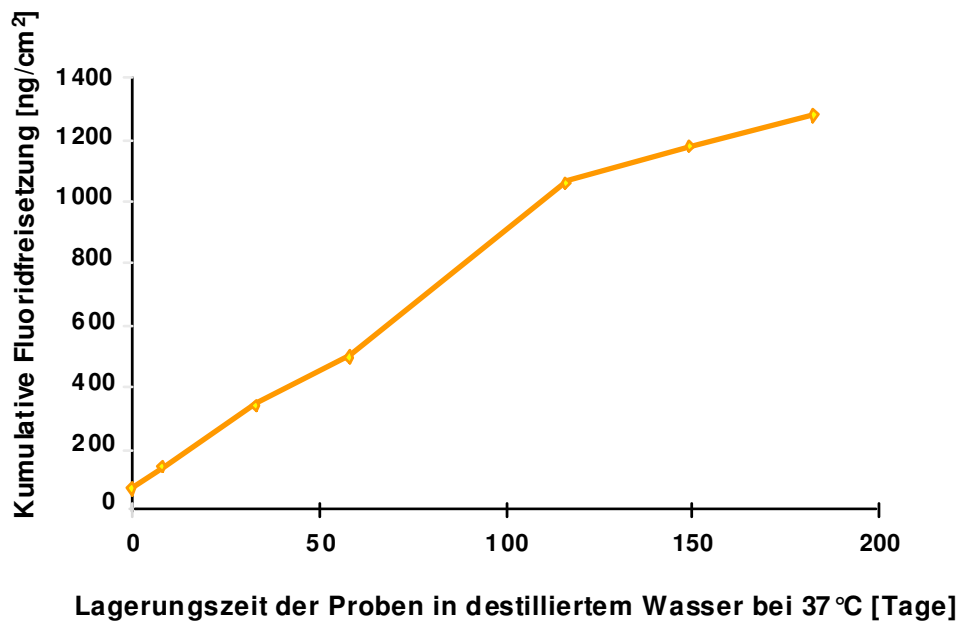


Abb. 9: Kumulative Fluoridfreisetzung aus Helioseal F; Durchschnittswerte von 20 Proben [27].

3.2 Haftung am Schmelz

Die Retention eines Versieglers wird unter anderem durch die Haftung des Materials am Zahnschmelz bedingt. Auch hierzu gibt es Laboruntersuchungen. Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen von extrahierten Zähnen, die mit Helioseal versiegelt wurden, zeigten, dass der Versiegler gut bis in die tiefsten Fissurenteile eindringt, so dass ein optimaler Verbund zwischen geätztem Zahnschmelz und Material erreicht wird [28].

Der Vergleich der Haftwerte zweier Versiegler (Helioseal und Concise) ergab keinen signifikanten Unterschied [29]. Eine Untersuchung über den Einfluss der Dauer der Ätzzeit auf die Haftwerte von Helioseal ergab, dass eine Verdreifachung der Zeit (20 s vs. 60 s) zu höheren Haftwerten führte ($15,4 \pm 4,8$ MPa vs. $20,9 \pm 3,6$ MPa) [30]. Dieses Verhalten – die Verbesserung der Haftung bei längerer Ätzzeit – zeigt sich auch bei anderen Versiegler.

Wird nach dem Ätzen des Zahnschmelzes dieser mit Speichel kontaminiert, kann das die Haftung der Versiegelung beeinträchtigen. Deswegen wird zur Versiegelung optimalerweise eine Trockenlegung mit Kofferdam empfohlen [31]. Eine andere Studie fand jedoch heraus, dass die Kontamination mit Speichel keinen Einfluss auf die Haftwerte von Helioseal F hatte. Auch konnten mit längerem Ätzen (5 s vs. 30 s) nach einer Kontamination keine besseren Haftwerte erzielt werden [32].

3.3 Dichtigkeit (Microleakage)

Fissurenversiegelungen müssen dicht sein, sonst können über undichte Ränder beispielsweise Bakterien unter den Versiegler gelangen und dort, vor mechanischen Reinigungsmassnahmen geschützt, Karies verursachen. Die Dichtigkeit von Versiegler kann z.B. mit Farbpenetrationstests geprüft werden.

Schoch *et al.* untersuchten die Dichtigkeit von Helioseal und fanden unter 8 versiegelten Zähnen in 24 Schnitten keinerlei Farbpenetration; das ergibt eine Dichtigkeit von 100% [33]. Beim Vergleich verschiedener Produkte zeigte sich, dass Helioseal signifikant weniger

Randundichtigkeiten aufwies als Fluoroshield [34]. Generell waren klassische Versiegler wie Helioseal und Helioseal F dichter als Versiegelungen mit Flowables [35].

Zwei Studien untersuchten den Einfluss der Oberflächenkonditionierung vor der Versiegelung auf die Dichtigkeit. Die klassische Phosphorsäureätzung erwies sich als überlegen gegenüber der Konditionierung mit Non-Rinse-Conditionern oder Abrasion mit Aluminiumoxidpartikeln [36; 37].

Auch eine Speichelkontamination kann die Dichtigkeit beeinflussen. Im Vergleich dreier Versiegler (Helioseal F, Enamel Loc und Fuji VII) war Helioseal F statistisch signifikant dichter als die Vergleichsprodukte [38].

3.4 Abrasion

Eine Studie verglich die Abrasion dreier Versiegler (Helioseal, Helioseal F, Concise) durch das Bürsten mit Zahnpasta (My First Colgate und Colgate Total). Die Abrasion war in allen Materialien mit Colgate Total grösser als mit My First Colgate. Zwischen den verschiedenen Materialien gab es weder in der Gruppe mit My First Colgate noch mit Colgate Total signifikante Unterschiede [39].

3.5 Zusammenfassung

Die Laboruntersuchungen der Helioseal-Versiegler bescheinigen den Produkten eine gute Haftung, hohe Dichtigkeit und im Falle von Helioseal F, eine klinisch gewünschte kontinuierliche Fluoridabgabe.

4. Klinische Studien

Zur klinischen Wirksamkeit von Fissurenversiegelungen in der Kariesprophylaxe gibt es umfangreiche wissenschaftliche Daten. Eine Metaanalyse fand durch die Versiegelung mit kunststoffbasierten Versiegeln einen Kariesrückgang um 86% (12 Monate) bis 57% (48 bis 54 Monate) [40]. Nach 9 Jahren lagen die Werte bei 27% Karies in versiegelten Oberflächen. Im Gegensatz dazu waren 77% der unversiegelten Zähne von Karies betroffen [41]. Fissurenversiegler schützen demnach wirkungsvoll vor Okklusalkaries. Zu dieser Schlussfolgerung kommt auch ein Übersichtsartikel, der Veröffentlichungen aus über 30 Jahren berücksichtigt. Die Autoren empfehlen die Fissurenversiegelung ausdrücklich, sie sei „sicher und wirksam“, jedoch leider noch zu wenig verbreitet [42].

Auch die Helioseal-Fissurenversiegler wurden in zahlreichen Studien untersucht. Im Folgenden finden Sie einen Überblick über die wichtigsten Ergebnisse dieser Untersuchungen.

4.1 Retention

Entscheidend für den klinischen Erfolg von Fissurenversiegelungen ist die Retention des Versieglers. Nur wenn das Material dauerhaft in den Fissuren verbleibt, kann die Kariesentstehung dort verhindert werden. Zahlreiche klinische Studien haben in den vergangenen Jahrzehnten die Retention von Helioseal untersucht. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse findet sich in Tabelle 1.

Tab. 1: Retention von Fissurenversiegelungen mit Helioseal. (Es sind jeweils nur die Daten für Helioseal angegeben. Die Daten für etwaige Vergleichsprodukte sind in den entsprechenden Publikationen zu finden).

Studiendesign	Zeit	Vollständige Versiegelung	Teilverlust	Totalverlust	Referenz
150 Patienten (6-14 Jahre) 920 Molaren Helioseal, Versiegelung unter tropischen Bedingungen (29°C, 64,5% Luftfeuchtigkeit)	12 Monate	94,1%	2,3%	3,6%	[44]
52 Patienten (8–19 Jahre) 104 Versiegelungen Helioseal vs. Tetric Flow (Split-Mouth)	12 Monate	100%	0%	0%	[14]
74 Patienten (6-8 Jahre) 252 Versiegelungen Helioseal nach Zähnebürsten oder PZR	12 Monate	97,6% (PZR) 99,6% (Bürsten)		0%	[45]
43 Patienten (12 ± 4 Jahre) 86 Versiegelungen (Molarenpaare)	1 Jahr	76,7%	23,3%	0%	[46]

Helioseal vs. Helioseal Clear Chroma (Split-Mouth)					
92 Patienten (6-17 Jahre) 656 Versiegelungen Helioseal	2 Jahre	96%	4%	0%	[47]
95 Patienten (5-15 Jahre) 354 Versiegelungen (1. & 2. bleibende Molaren) Helioseal vs. Ionosit Seal (Split-Mouth)	3 Jahre	90,4%	6,8%	2,8%	[48]
120 Patienten (je 60 in Test- und Kontrollgruppe, 6-7 Jahre) 161 Versiegelungen Helioseal vs. Unversiegelte Kontrolle	6 Monate	98,6%		1,4%	[49]
	1 Jahr	96,3%		3,7%	
	2 Jahre	89,4%		10,6%	
	3 Jahre	86,5%		13,5%	
	4 Jahre	84%		16%	
81 Patienten 429 Versiegelungen Helioseal	bis zu 8 Jahre	96%	4%	0%	[43]
2415 Versiegelte Flächen (1. Molar) Helioseal / Delton / Mikrofill (retrospektiv)*	1 Jahr	91,5%*	4,8%*	3,7%*	[50]
	9 Jahre	58,2%*	15,4%*	26,4%*	

* Daten für alle drei verwendeten Versiegler zusammen

Helioseal erreicht insgesamt sehr gute Retentionswerte. Nach einem Jahr Liegezeit wurden – mit Ausnahme einer Studie – für Helioseal Retentionswerte von weit über 90% gefunden. Auch nach mehrjähriger Liegedauer werden teilweise noch sehr gute Retentionsraten berichtet. So fanden z.B. Trummler *et al.* eine Retention von 96% nach bis zu 8 Jahren [43]. In Abbildung 10 ist zu sehen, wie sich vollständig intakte und teilweise intakte Versiegelungen über einen Zeitraum von bis 2,5 bis 8 Jahren verteilen.

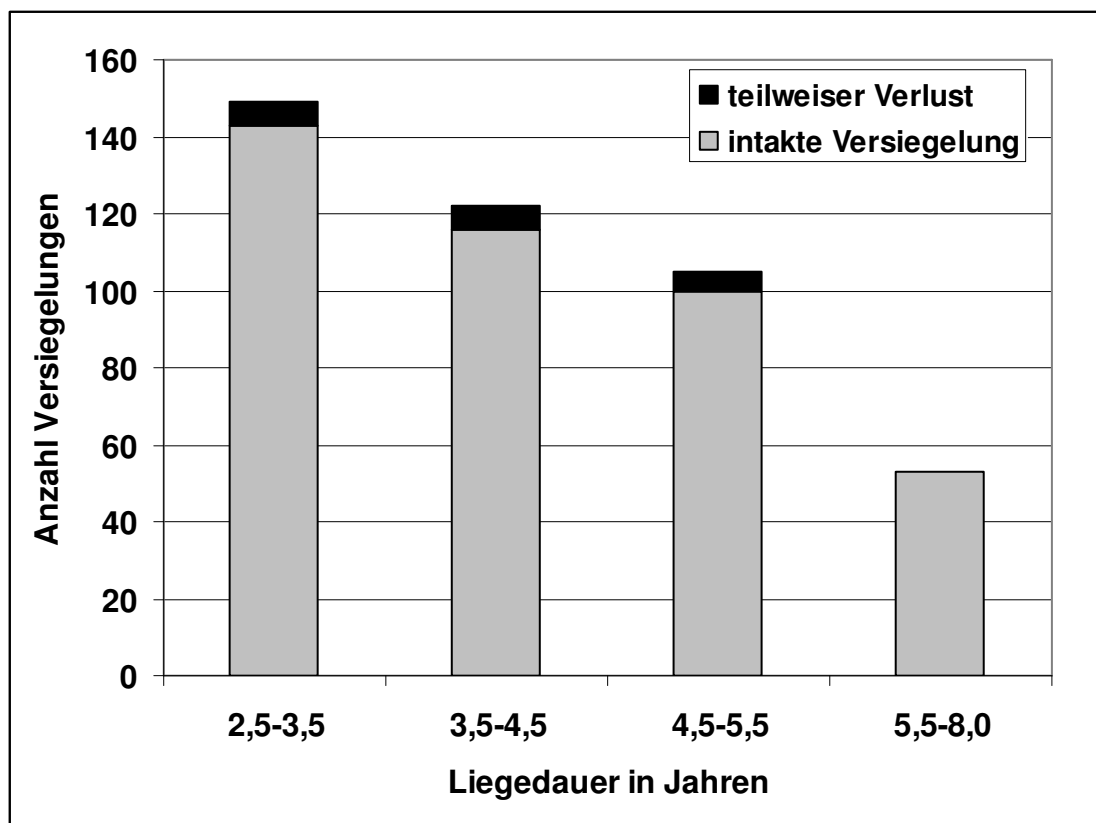


Abb. 10: Retention von Fissurenversiegelungen mit Helioseal. Dargestellt ist die Zahl von intakten Versiegelungen (grau) sowie Teilverlusten (schwarz), aufgegliedert nach der Liegedauer der Versiegelung [51; 52].

Auch die Retention von Helioseal F wurde klinisch gut untersucht (siehe Tabelle 2). Hier wurden ebenfalls hohe Retentionsraten von über 90% auch nach 3 Jahren berichtet. Ausserdem wurde festgestellt, dass kein Unterschied zwischen der Retention auf Milch- und permanenten Zähnen besteht [53-55]. Weiterhin fand eine Studie heraus, dass die Verwendung von Kofferdam zu signifikant besseren Ergebnissen für die Retention von Versiegeln führt als die Isolation mit Watterollen [56].

Tab. 2: Retention von Fissurenversiegelungen mit Helioseal F. (Es sind jeweils nur die Daten für Helioseal F angegeben. Die Daten für etwaige Vergleichsprodukte sind in den entsprechenden Publikationen zu finden).

Studiendesign	Zeit	Vollständige Versiegelung	Teilverlust	Totalverlust	Referenz
10 Patienten (7-14 Jahre) 10 Zahnpaare Helioseal F vs. Dyract Seal (Split-Mouth)	3 Monate	100%	0%	0%	[57]
50 Patienten 200 Versiegelungen Helioseal F vs. Fluoroshield und Delton	6 Monate	87,3%	4,8%	7,9%	[58]

(Split-mouth, immer je Delton und ein Fluoridversiegler)					
58 Patienten 203 Zahnpaare Helioseal F vs. Fissurit F (Split-Mouth, mit und ohne Kofferdam)	12 Monate	68,3% (Kofferdam) 42,3% (Watterollen)	31,7% (Kofferdam) 51,4% (Watterollen)	0% (Kofferdam) 6,3% (Watterollen)	[56]
112 Zähne (je 56 Helioseal F bzw. Glasionomerzement)	12 Monate	80,4%		19,6%	[59]
61 Patienten (6-11 Jahre) Erste Molaren Helioseal F vs. Fissurit F (Split-Mouth, Kofferdam)	12 Monate	83,3%	16,7%	0%	[60]
	24 Monate	40,5%	59,5%	0%	
121 Patienten (6-7 Jahre) mit hohem Kariesrisiko 83 Patienten mit niedrigem Kariesrisiko als Kontrolle Helioseal F	2 Jahre	76,6%	22,0%	1,4%	[61]
797 Versiegelungen (1. Molar) Helioseal F (n=293) vs. Fluoroshield und Delton (Split-mouth, immer je Delton und ein Fluoridversiegler)	6 Monate	89,8%	5,8%	4,4%	[62]
	12 Monate	95,7%	3,3%	1%	
	18 Monate	93,2%	6,1%	0,7%	
	24 Monate	86,3%	12,6%	1,1%	
	30 Monate	91,8%	8,2%	0%	
132 Patienten 195 Milchmolaren (36 Kinder, 4,5 Jahre) 391 permanente Molaren (96 Kinder, 10,5 Jahre) Helioseal F	1 Jahr	98,13% (Milchmolaren) 97,47% (permanente Molaren)	1,87% (Milchmolaren) 2,53% (permanente Molaren)	0% (Milchmolaren) 0% (permanente Molaren)	[53]
	2 Jahre	97,11% (Milchmolaren) 96,85% (permanente Molaren)	2,38% (Milchmolaren) 2,61% (permanente Molaren)	0,51% (Milchmolaren) 0,54% (permanente Molaren)	[54]

	3 Jahre	95,04% (Milch- molaren)	3,12% (Milch- molaren)	1,84% (Milch- molaren)	[63]
		95,81% (permanente Molaren)	2,83% (permanente Molaren)	1,36% (permanente Molaren)	

Für die Versiegelung von Fissuren werden hauptsächlich kunststoffbasierte Materialien verwendet. Es gibt jedoch auch andere Materialien, die zur Anwendung kommen können. Vergleicht man die Retention von Helioseal als Vertreter von Kunststoffversiegeln mit anderen Materialien, so zeigt sich die Überlegenheit von Helioseal gegenüber dem Kompomer (Kombination aus Komposit und Glasionomermolaren) Ionosit Seal [48] sowie Glasionomermolaren [59; 64]. Die Retentionsraten dieser Materialien liegen weit unter 50% nach 1 bzw. 3 Jahren, während Helioseal hier noch in über 90% vollständig vorhanden ist.

4.2 Oberflächengüte

Ein Faktor, der die Retention eines Fissurenversieglers beeinflusst, ist die Oberflächengüte. Eine Versiegelung, die Luftblasen oder Porositäten enthält oder die keinen glatten Übergang zum Schmelz ermöglicht, ist anfälliger für Abrasion und Abplatzungen, und schützt damit den Zahn weniger wirkungsvoll als eine glatte, gut in die Zahnstruktur integrierte Versiegelung.

De Craene *et al.* berichten von einer klinischen Studie, in der 656 Versiegelungen mit Helioseal in 92 Kindern vorgenommen wurden. Sie fanden nach 24 Monaten Liegezeit eine Randanpassung von 93% und in 5% der Versiegelungen Luftblasen [47].

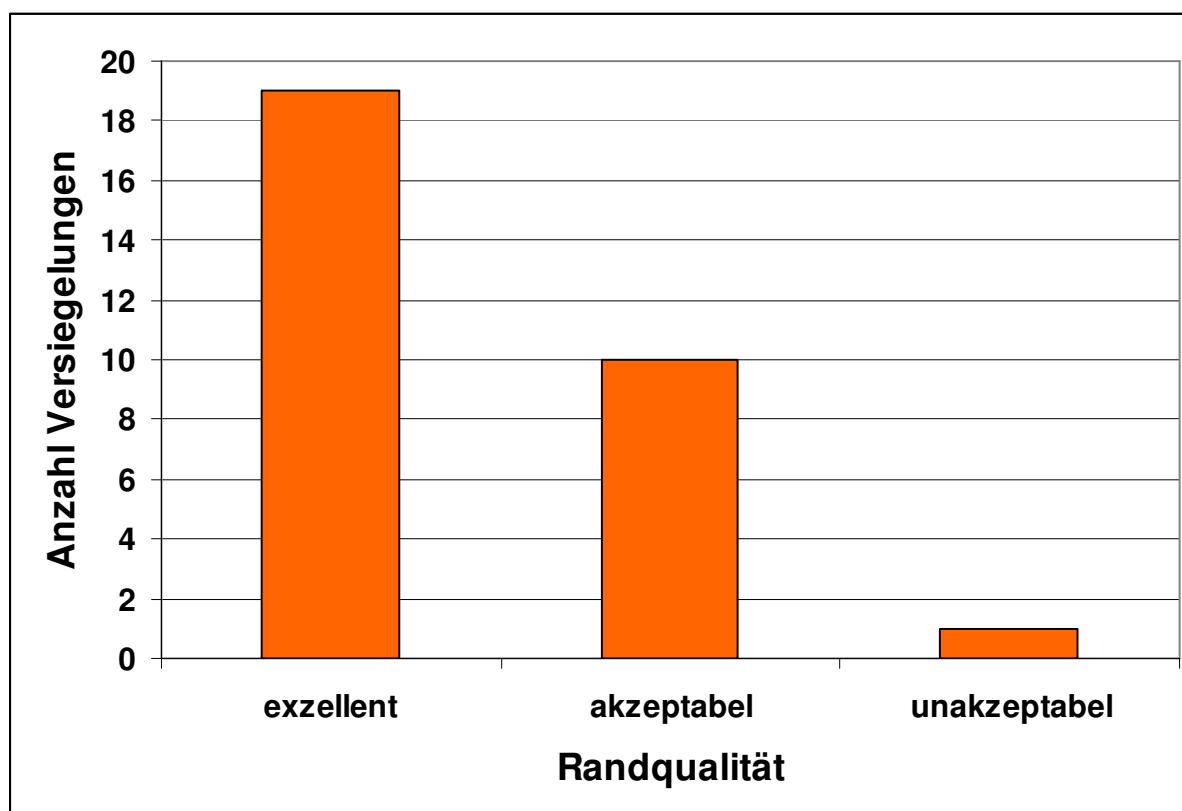


Abb. 11: Randqualität von 30 Fissurenversiegelungen mit Helioseal F nach 12 Monaten Liegezeit [65]

Eine Studie von Koch *et al.* verglich den gefüllten Fissurenversiegler Helioseal F und den ungefüllten Versiegler Delton opaque. Sie fand im Bezug auf die Oberflächengüte (Porositäten, Randqualität) keinen Unterschied zwischen den beiden Versiegler. Die Ergebnisse für die Randqualität sind in Abbildung 11 dargestellt. Die Ränder waren in fast 2/3 der Versiegelungen mit Helioseal F exzellent, und in einem Drittel akzeptabel. Nur eine einzige Versiegelung wurde mit „unakzeptabel“ bewertet [65].

Ebenfalls keinen Unterschied bei den Luftporenschlüssen fanden die Forscher in einer Vergleichsstudie zwischen Helioseal F und Dyract Seal [57].

Überlegen war Helioseal F dagegen Fissurit F in einer 24-monatigen Studie. Die Anzahl von Porositäten und Randdefekten war für Helioseal signifikant kleiner als für Fissurit F [60]. Auch im Vergleich von Helioseal und dem Flowable Tetric Flow schnitt die Oberfläche von Helioseal besser ab. Hier wurden, wie Abbildung 12 darstellt, wesentlich weniger Oberflächenfehler (2,27% für Helioseal vs. 13,84% für Tetric Flow) und eine geringere Zahl von Versiegelungen mit Randstufe beobachtet (1,96% vs. 7,84%) [14].

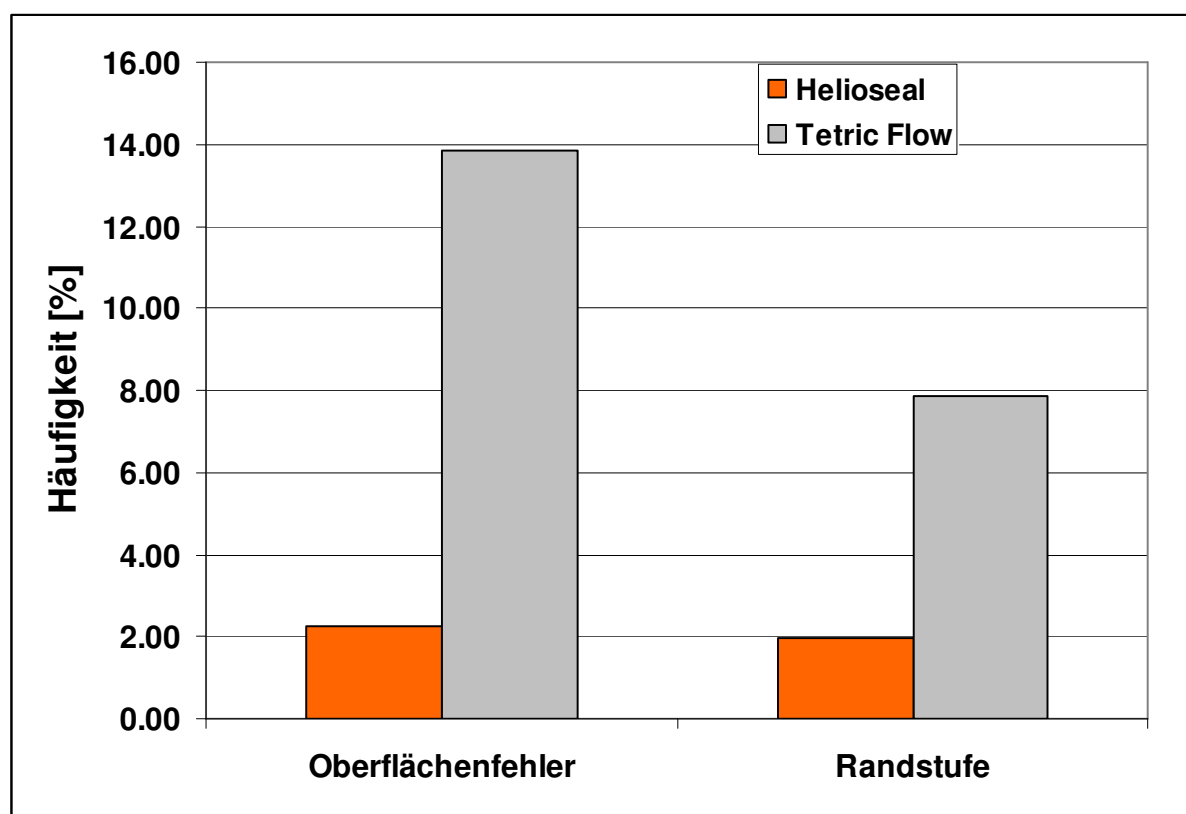


Abb. 12: Rand- und Oberflächenqualität von 104 mit Helioseal bzw. Tetric Flow versiegelten Zähnen nach 12 Monaten Liegezeit [14].

4.3 Reduktion der Kariesinzidenz

Das klinische Ziel einer Fissurenversiegelung besteht darin, die Entstehung von Fissuren- bzw. Okklusalkaries zu verhindern. In einigen der in Tabelle 1 und 2 aufgezählten Studien wurde deshalb auch die Kariesinzidenz erhoben, um den klinischen Erfolg der Versiegelung messen zu können.

Drei Studien verglichen die Kariesinzidenz in mit Helioseal bzw. Helioseal F versiegelten Zähnen mit der Kariesinzidenz in unversiegelten Zähnen. Es wurden unterschiedliche Karieshäufigkeiten gefunden, jedoch waren sie in allen Fällen in versiegelten Zähnen deutlich niedriger als in unversiegelten [49; 50; 61]. Ein Beispiel: Wagner *et al.* fanden nach 9

Jahren Beobachtungszeit Karies in 49,3% der Zähne der Kontrollgruppe, hingegen in nur 7,3% der versiegelten Gruppe.

Andere Studien, in denen es keine unversiegelte Kontrollgruppe gab, berichten ebenfalls über sehr niedrige Kariesinzidenzen nach der Versiegelung mit Helioseal oder Helioseal F. So traten in einer Studie mit 52 Patienten nach 2 Jahren kein Fall von Karies auf; dasselbe Ergebnis erhielt eine Studie mit 61 Kindern (kein Karies) [14; 60]. Grössere Untersuchungen mit 354 Versiegelungen fanden nur 2 Kariesfälle, und eine andere Studie mit 429 Versiegelungen nur einen Fall [48; 51]. Diese Ergebnisse liegen etwa in derselben Grössenordnung wie eine Studie, die eine Kariesinzidenz von 1% nach Versiegelung feststellte [47].

4.4 Fluoridgehalt im Mund

Fluoridierte Versiegler bieten neben dem rein mechanischen Schutz der Fissuren den Zusatznutzen der lokalen Fluoridfreisetzung, wodurch der Zahnschmelz gestärkt und widerstandsfähiger gegen Säureangriffe wird.

Zwei Studien untersuchten, ob durch den Einsatz des fluoridhaltigen Helioseal F die Fluoridkonzentrationen im Speichel und in der Plaque beeinflusst werden. Bei einer Studie mit 121 Kindern wurde nach dem Legen der Versiegelung keine Zunahme des Fluoridgehaltes im Speichel gefunden [61]. Dieses Ergebnis zeigte sich auch in einer weiteren Untersuchung nach der Versiegelung aller vier ersten Molaren in 18 Kindern. Hier wurde jedoch 24 Stunden nach der Versiegelung eine erhöhte Fluoridkonzentration in der Plaque festgestellt [66].

4.5 Zusammenfassung

Die Helioseal-Fissurenversiegler haben sich im langjährigen klinischen Einsatz bewährt. Studien zeigen, dass sie hohe Retentionsraten und eine gute Oberflächenqualität erreichen, auch wenn kein Kofferdam zur Isolation eingesetzt wird. Die Versiegelung mit Helioseal reduziert nachweislich die Kariesinzidenz auf ein sehr geringes Mass und ist damit ein wertvolles Instrument zur Prophylaxe.

5. Biokompatibilität

5.1 Toxizität und Genotoxizität

Helioseal und Helioseal F sind nicht akut toxisch. Für Helioseal wurde ein LD50-Wert von >5000 mg/kg Körpergewicht ermittelt [67]. Die in Helioseal F enthaltene Fluoridmenge gibt ebenfalls keinen Anlass zu toxikologischen Risiken.

Die Zytotoxizität wurde für Helioseal F im Agardiffusionstest untersucht. Es fand sich kein zytotoxisches Potential [68].

Ein chronisch-toxikologisches Risiko könnte nur vom Abrieb des ausgehärteten Versieglers ausgehen. Die geringe Menge Material, die zur Versiegelung nötig ist, und die oben erwähnte Ungiftigkeit lassen jedoch die Schlussfolgerung zu, dass auch hier kein Risiko besteht [68].

Ein Mutagenitätstest in Bakterien (AMES-Test) zeigte keine erbgutschädigende Wirkung von Helioseal F [69].

5.2 Irritation

Ein Test am Kaninchenauge ergab für unausgehärtetes Helioseal die Beurteilung „nicht reizend“ [70] [68]. Diese Daten sind auch auf Helioseal F übertragbar.

5.3 Sensibilisierung

Ein Sensibilisierungstest in Meerschweinchen zeigte keine sensibilisierende Wirkung von Helioseal F [71]. Dennoch ist bekannt, dass Methacrylate ein gewisses allergenes Potential haben und in empfindlichen Personen zu Kontaktallergien führen können. Dieses Risiko besteht jedoch bei allen methacrylathaltigen Fissurenversiegler.

5.4 Freisetzung von Bisphenol A und Monomeren

Gesundheitsrisiken durch Bisphenol A (BPA) sind immer wieder in der Diskussion. Die gesundheitsschädliche Wirkung von Bisphenol A beruht auf der hormonähnlichen Wirkung der Substanz. Das heisst, Bisphenol A kann möglicherweise das hormonelle System des Menschen „durcheinanderbringen“ und damit Einfluss auf Fruchtbarkeit oder die Entstehung hormonabhängiger Tumore nehmen.

Bisphenol A kann eine Verunreinigung in Bis-GMA und anderen Bisphenol-basierten Monomeren sein und in Spuren (ppm-Bereich) in Dentalmaterialien vorhanden sein. Der Abbau von Bisphenol-basierten Monomeren zu Bisphenol A ist unter den physiologischen Bedingungen allerdings nur für Bis-DMA möglich, das in Ivoclar Vivadent-Produkten, also auch in Helioseal, nicht eingesetzt wird.

Zahlreiche Studien haben untersucht, ob Fissurenversiegler BPA freisetzen. Drei Studien (sowohl in vitro als auch in vivo) konnten kein BPA in Helioseal und Helioseal F bzw. in den Körperflüssigkeiten von exponierten Versuchspersonen nachweisen [72-74]. Eine Studie fand BPA, jedoch die vernachlässigbare Dosis von 5,5 µg [75]. Im Vergleich dazu führte die Anwendung von Delton LC zu einer – vielfach höheren -Dosis von 110 µg BPA.

Ein Review über die Auswirkungen einer möglichen BPA-Belastung durch Fissurenversiegelungen kommt zu dem Schluss, dass hier kein Risiko besteht, da wenn überhaupt, nur sehr geringe BPA-Gehalte zu finden sind. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, nach der Versiegelung die Sauerstoffinhibitionsschicht, die am ehesten zu einer Freisetzung von Substanzen aus dem Versieglermaterial führen kann, durch eine Reinigung mit Wasser oder einer Bimsstein-Wasser-Mischung zu entfernen [76].

Was die Freisetzung von Monomeren angeht, wurde in Helioseal TEGDMA gefunden. Allerdings waren auch hier wieder die Gehalte in Helioseal im Vergleich zu anderen Versiegeln geringer [72; 74; 77]. Bis-GMA entdeckte eine Studie in Helioseal-Extrakten, [74], eine andere dagegen nicht [78].

5.5 Zusammenfassung

Helioseal-Versiegler sind weder toxisch noch irritierend. Die Gefahr der Sensibilisierung liegt im Bereich anderer methacrylat-haltiger Dentalmaterialien. Die Belastung durch östrogenartig-wirkendes Bisphenol ist, wenn überhaupt, als äusserst gering einzuschätzen. Betrachtet man die Vorteile, die dem Patienten durch die kariesprotektive Fissurenversiegelung entstehen, ist das mögliche, geringe gesundheitliche Risiko zu vernachlässigen.

6. Literaturverzeichnis

1. Trummler A. Fissurenversiegelung als Grundpfeiler der Individualprophylaxe. Phillip J 1993;10:377-381.
2. Ganss C, Klimek J. Die Fissurenversiegelung - Indikation und praktisches Vorgehen. DHZ 1993;4:210-214.
3. Lutz F, Suhonen J, Imfeld T, Curilovic Z. Prävention der Fissurenkaries. Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin 1990;100:446-451.
4. Consensus development conference statement on dental sealants in the prevention of tooth decay. National Institutes of Health. J Am Dent Assoc 1984;108:233-236.
5. Ripa LW, Leske GS, Varma AO. Longitudinal study of the caries susceptibility of occlusal and proximal surfaces of first permanent molars. J Public Health Dent 1988;48:8-13.
6. Trummler A, Trummler H. Fissurenversiegelung. Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin 1990;100:61-65.
7. Rethman J. Trends in preventive care: caries risk assessment and indications for sealants. J Am Dent Assoc 2000;131 Suppl:8S-12S.
8. Einwag J. Langzeiterfahrungen mit einer modifizierten Technik der Fissurenversiegelung. Dtsch Zahnärztl Z 1989;44:110-112.
9. Pit and fissure sealants, current questions and concepts. CRA Newsletter 2001;25:1-3.
10. Clark J. Clinical Dentistry II: Prevention Orthodontics Occlusion. Philadelphia PA J.B. Lippincott; 1990.
11. Weerheijm KL, Gruythuysen RJ, van Amerongen WE. Prevalence of hidden caries. ASDC J Dent Child 1992;59:408-412.
12. Beighton D BS. Lactobacilli and actinomyces: their role in the caries process. Stösser, L; Berlin 1998.
13. Fedele DJ AK. Assessment and dental treatment considerations of diabetic patients. Journal of Practical Hygiene 1996;5:17-19.
14. Trummler A, Weiss V. Studie über Fissurenversiegelung. zm 2001;4:38-42.
15. Going RE, Loesche WJ, Grainger DA, Syed SA. The viability of microorganisms in carious lesions five years after covering with a fissure sealant. J Am Dent Assoc 1978;97:455-462.
16. Mertz-Fairhurst EJ, Schuster GS, Fairhurst CW. Arresting caries by sealants: results of a clinical study. J Am Dent Assoc 1986;112:194-197.
17. Hellwege K. Die Praxis der zahnmedizinischen Prophylaxe. Hüthig Verlag; Heidelberg 1991.
18. Riethe P. Langzeiterfahrungen mit kariesprophylaktischer Versiegelung. Dtsch Zahnärztl Z 1988;43:253-262.
19. Toumba., Curzon EJ. Slow-release fluoride. Caries Res 1993;27:43-46.
20. Featherstone JD. Prevention and reversal of dental caries: role of low level fluoride. Community Dent Oral Epidemiol 1999;27:31-40.
21. Tanaka M, Ono H, Kadoma Y, Imai Y. Incorporation into human enamel of fluoride slowly released from a sealant in vivo. J Dent Res 1987;66:1591-1593.

22. McKnight Hanes CM, Hanes PJ. Effective delivery systems for prolonged fluoride release: review of literature. *J Am Dent Assoc* 1986;113:431-436.
23. Hicks MJ, Flaitz CM. Caries-like lesion formation around fluoride-releasing sealant and glass ionomer. *Am J Dent* 1992;5:329-334.
24. Dijkman GEHM, Arends J. Secondary caries in situ around fluoride-releasing light-curing composites: A quantitative model investigation on four materials. *Caries Res* 1992;26:351-357.
25. Garcia-Godoy F, Abarzua I, De Goes MF, Chan DC. Fluoride release from fissure sealants. *J Clin Pediatr Dent* 1997;22:45-49.
26. Delille F, Ramos JC, Reis J, Cruz N. Fluoride release from six fissure sealants. *J Dent Res* 1998;77:973.
27. Angeletakis C. Forschungsbericht Helioseal F. Ivoclar Vivadent Schaan 1992.
28. Heinrich-Weltzien, R., Kühnisch J. Häufigkeit und Qualität der Fissurenversiegelung bei 8- und 14jährigen. *prophylaxe impuls* 1999;1:6-14.
29. Perez Lajarin L, Garcia-Ballesta C, Cortes-Lillo O, Chiva-Garcia F. An evaluation of the bond strengths to enamel of two fissure sealants. *J Clin Pediatr Dent* 2000;24:287-290.
30. Osorio R, Toledano M. Etching time and enamel bond strength of fissure sealants. *J Dent Res* 1996;75:180.
31. Castro JCM, Sundfeld RH, Holland C, Konatsu J. Estudo in vitro da penetracao de sealantes de fossulas e fissuras no esmalte dental humano, com ou sem contaminacao. *Revista Brasileira de Odontologia* 1991;48:14-20.
32. Puppin-Rontani R, M., Garcia GF, Jackson D. Effect of saliva contamination and re-etching time on the shear bond strength of pit and fissure sealant. *J Dent Res* 1999;5:965.
33. Schoch M, Krämer N, Frankenberger R, Petschelt A. Fissurenversiegelung mit einem fließfähigen Komposit. *Dtsch Zahnärztl Z* 1999;54:459-462.
34. Cooley RL, McCourt JW, Huddleston AM, Casmedes HP. Evaluation of a fluoride-containing sealant by SEM, microleakage, and fluoride release. *Pediatr Dent* 1990;12:38-42.
35. Duangthip D, Lussi A. Variables contributing to the quality of fissure sealants used by general dental practitioners. *Oper Dent* 2003;28:756-764.
36. Eronat N, Bardakci Y, Sipahi M. Effects of different preparation techniques on the microleakage of compomer and resin fissure sealants. *J Dent Child (Chic)* 2003;70:250-253.
37. Güngör HC, Altay N, Batirbaygil Y, Ünlü N. In vitro evaluation of the effect of a surfactant-containing experimental acid gel on sealant microleakage. *Quintessence Int* 2002;33:679-684.
38. Topaloglu Ak A, Riza Alpoz A. Effect of saliva contamination on microleakage of three different pit and fissure sealants. *Eur J Paediatr Dent*;11:93-96.
39. Uctasli S, Volpe AR. Abrasivity of dentifrices on resin-based fissure sealants. *J Dent Res* 1988;77:973.
40. Ahovuo-Saloranta A, Hiiri A, Nordblad A, Worthington H, Makela M. Pit and fissure sealants for preventing dental decay in the permanent teeth of children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 2004:CD001830.

41. Ahovuo-Saloranta A, Hiiri A, Nordblad A, Makela M, Worthington HV. Pit and fissure sealants for preventing dental decay in the permanent teeth of children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 2008;CD001830.
42. Simonsen RJ. Pit and fissure sealant: review of the literature. *Pediatr Dent* 2002;24:393-414.
43. Trummler A, Trummler H. Erfahrungsbericht über Fissurenversiegelung mit Helioseal bei einer Liegedauer bis zu 96 Monaten. *Oralprophylaxe* 1992;14:120-124.
44. Garcia-Godoy F. Retention of a light-cured fissure sealant (Helioseal) in a tropical environment after 12 months. *Clin Prev Dent* 1986;8:11-13.
45. Gillcrist JA, Vaughan MP, Plumlee GN, Wade G. Clinical sealant retention following two different tooth-cleaning techniques. *J Public Health Dent* 1998;58:254-256.
46. Schmidt N, Ganss C, Papparone J, Klimek J. Elektronenmikroskopische Randspaltuntersuchung von Kompositen in Klasse-II- Kavitäten. *ConsEuro* 2003:135.
47. De Craene LGP, Martens LC, Dermaut LR, Surmont PAS. A clinical evaluation of a light-cured fissure sealant (Helioseal). *J Dent Child* 1989;4:97-102.
48. Zimmer S, Strafela N, Bastendorf K-D, Bartsch A, Lang H, Barthel CR. Klinische Erfolgsraten von Fissurenversiegelungen mit Kompomer oder bis-GMA nach drei Jahren. *Oralprophylaxe & Kinderzahnheilkunde* 2009;31:8-12.
49. Andjelic P, Vojinovic J, Tatic E, Pintaric J. Fissurenversiegelungen als primäre Vorbeugungsmassnahme - Eine vierjährige Bewertungsstudie in Stara Pazova. *Oralprophylaxe* 1991;13:3-10.
50. Wagner M, Lutz F, Menghini GD, Helfenstein U. Erfahrungsbericht über Fissurenversiegelungen in der Privatpraxis mit einer Liegedauer bis zu zehn Jahren. *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin* 1994;104:156-159.
51. Trummler A. Twenty four years of experience with fissure sealing. *Int Dent J* 1998;48:422.
52. Trummler A, Trummler H. Erfahrungsbericht über Fissurenversiegelung. *zm* 1989;79:2472-2476.
53. Vrbic FV. Sealing of primary and permanent teeth with Helioseal F. *J Dent Res* 1997;76:191.
54. Vrbic V. Retention of Helioseal F on primary and permanent teeth 2 years after placement. *J Dent Res* 1998;77:637.
55. Vrbic V. Retention of Helioseal F on primary and permanent teeth 3 years after placement. *J Dent Res* 2000;79:439.
56. Ganss C, Klimek J, Gleim A. One year clinical evaluation of the retention and quality of two fluoride releasing sealants. *Clinical Oral Invest* 1999;3:188-193.
57. Sehrer G, Hirsch C, Schaller HG. Clinical comparison of two different fissure sealant materials. *Conseuro* 2000 2000;0:77.
58. Fornieles F, Toledano M, Osorio R, Garcia-Godoy F. Retention of fluoride releasing resins as pit and fissure sealants. *J Dent Res* 1998;77:1023.
59. Skrinjaric K, Vranic DN, Glavina D, Skrinjaric I. Heat-treated glass ionomer cement fissure sealants: retention after 1 year follow-up. *Int J Paediatr Dent* 2008;18:368-373.
60. Hirsch C, Schuster H, Waurick M, Lautenschläger C. Auswirkungen unterschiedlicher Füllstoffanteile und Fluoridzusätze auf die Qualität von Kunststoffversiegeln. *Dtsch Zahnärztl Z* 1999;54:572-574.

61. Carlsson A, Petersson M, Twetman S. 2-year clinical performance of a fluoride-containing fissure sealant in young schoolchildren at caries risk. *Am J Dent* 1997;10:115-119.
62. Toledano M, Osorio R, Pons C, Garcia-Godoy F. Retention of fluoride releasing resins as pits and fissure sealants. 30-months clinical trial. *J Dent Res* 2000;79:417.
63. Vrbic V. Retention of a fluoride-containing sealant on primary and permanent teeth 3 years after placement. *Quintessence Int* 1999;30:825-828.
64. Amin HE. Clinical and antibacterial effectiveness of three different sealant materials. *J Dent Hyg* 2008;82:45.
65. Koch MJ, Garcia-Godoy F, Mayer T, Staehle HJ. Clinical evaluation of Helioseal fissure sealant. *Clin Oral Investig*. 1997;1:199-202.
66. Rajtboriraks D, Nakornchai S, Bunditsing P, Surarit R, Iemjarern P. Plaque and saliva fluoride levels after placement of fluoride releasing pit and fissure sealants. *Pediatr Dent* 2004;26:63-66.
67. Leimgruber R. Toxikologisches Sachverständigen-Gutachten. RCC Report No. 036450. 1984.
68. Heidemann A. Agar Diffusion test. RCC Report No. 409904. 1993.
69. Poth A. Salmonella typhimurium reverse mutation assay. RCC Report No. 427206. 1993.
70. Ullmann L. Primary eye irritation study. RCC Report No. 034604. 1984.
71. Arcelin G. Contact hypersensitivity. RCC Report No. 347095. 1993.
72. Geurtsen W, Spahl W, Leyhausen G. Variability of cytotoxicity and leaching of substances from four light-curing pit and fissure sealants. *J Biomed Mater Res* 1999;44:73-77.
73. Hamid A, Hume WR. Release of estrogenic component Bisphenol-A not detected from fissure sealants in vitro. *J Dent Res* 1997;76:321.
74. Nathanson D, Lertpitayakun P, Lamkin M, Edalatpour M, Chou L. In vitro elution of leachable components from dental sealants. *J Dent Res* 1998;77:241.
75. Joskow R, Barr DB, Barr JR, Calafat AM, Needham LL, Rubin C. Exposure to bisphenol A from bis-glycidyl dimethacrylate-based dental sealants. *J Am Dent Assoc* 2006;137:353-362.
76. Azarpazhooh A, Main PA. Is there a risk of harm or toxicity in the placement of pit and fissure sealant materials? A systematic review. *J Can Dent Assoc* 2008;74:179-183.
77. Hamid A, Hume WR. TEGDMA diffusion from resin pit and fissure sealants in vitro. *J Dent Res* 1996;75:289.
78. Hamid A, Hume WR. A study of component release from resin pit and fissure sealants in vitro. *Dent Mater* 1997;12:98-102.

Diese Dokumentation enthält einen Überblick über interne und externe wissenschaftliche Daten ("Informationen"). Die Dokumentation und die Informationen sind allein für den internen Gebrauch von Ivoclar Vivadent und externen Ivoclar Vivadent-Partnern bestimmt. Sie sind für keinen anderen Verwendungszweck vorgesehen. Obwohl wir annehmen, dass die Informationen auf dem neuesten Stand sind, haben wir sie nicht alle überprüft und können und werden nicht für ihre Genauigkeit, ihren Wahrheitsgehalt oder ihre Zuverlässigkeit garantieren. Für den Gebrauch der Informationen wird keine Haftung übernommen, auch wenn wir gegenteilige Informationen erhalten. Der Gebrauch der Informationen geschieht auf eigenes Risiko. Sie werden Ihnen "wie erhalten" zur Verfügung gestellt, ohne explizite oder implizite Garantie betreffend Brauchbarkeit oder Eignung (ohne Einschränkung) für einen bestimmten Zweck.

Die Informationen werden kostenlos zur Verfügung gestellt und weder wir, noch eine mit uns verbundene Partei, können für etwaige direkte, indirekte, mittelbare oder spezifische Schäden (inklusive aber nicht ausschliesslich Schäden auf Grund von abhandeln gekommener Information, Nutzungsausfall oder Kosten, welche aus dem Beschaffen von vergleichbare Informationen entstehen) noch für pönale Schadenersätze haftbar gemacht werden, welche auf Grund des Gebrauchs oder Nichtgebrauchs der Informationen entstehen, selbst wenn wir oder unsere Vertreter über die Möglichkeit solcher Schäden informiert sind.

Ivoclar Vivadent AG
Forschung und Entwicklung
Wissenschaftlicher Dienst
Bendererstrasse 2
FL - 9494 Schaan
Liechtenstein

Inhalt: Dr. Kathrin Fischer
Ausgabe: Februar 2011
