

**RETENTIONS-RATEN UND KLINISCHE
VERARBEITUNGSEIGENSCHAFTEN DER
FISSURENVERSIEGLER
HELIOSEAL-F UND FISSURIT-F IM VERGLEICH
EINE PROSPEKTIVE DOPPELBLINDSTUDIE**

ANDREA GLEIM



INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Zahnheilkunde
des Fachbereichs Medizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

édition scientifique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung ist ohne schriftliche Zustimmung des Autors oder des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

1. Auflage 2006

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the Author or the Publishers.

1st Edition 2006

© 2006 by VVB LAUFERSWEILER VERLAG, Giessen
Printed in Germany



VVB LAUFERSWEILER VERLAG
édition scientifique

STAUFENBERGRING 15, D-35396 GIESSEN
Tel: 0641-5599888 Fax: 0641-5599890
email: redaktion@doktorverlag.de

www.doktorverlag.de

**RETENTIONS-RATEN UND KLINISCHE
VERARBEITUNGSEIGENSCHAFTEN
DER FISSURENVERSIEGLER
HELIOSEAL-F UND FISSURIT-F IM VERGLEICH**

-

eine prospektive Doppelblindstudie

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Zahnheilkunde
des Fachbereichs Medizin der
Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von

ANDREA GLEIM
aus Worms

Gießen 2005

Aus dem Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Abteilung Zahnerhaltungskunde

Leiter: Prof. Dr. Klimek

des Klinikums der Justus-Liebig-Universität Gießen

Gutachterin: Frau PD Dr. Ganß

Gutachter: Prof. Dr. Wetzel

Tag der Disputation: 24.1.2006

1	EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG	1
2	LITERATURÜBERSICHT	2
2.1	Effektivität von Prophylaxemaßnahmen	3
2.2	Effektivität der Prophylaxe bezogen auf die Zahnflächen und Besonderheiten der Okklusalfächen	7
2.3	Kariesreduktion durch Fissurenversiegelung	9
2.4	Versieglermaterialien	11
2.4.1	Komposite	11
2.4.2	Glasionomerzemente (GIZ)	13
2.5	Versieglerqualität und Retention	16
3	PROBANDEN, MATERIAL UND METHODEN	20
3.1	Studiendesign und Teilnehmer	20
3.2	Verwendete Materialien und klinischer Ablauf	21
3.2.1	Klinisches Vorgehen	23
3.2.2	Fotodokumentation	27
3.3	Statistik	27
4	ERGEBNISSE	28
4.1	Retention	28
4.2	Oberfläche	32
4.2.1	Lufteinschlüsse	32
4.2.2	Beschaffenheit	35
4.3	Rand	37
4.3.1	Verfärbungen im Randbereich	37
4.3.2	Übergang Versiegler/Zahn	38
4.4	Karies	39
5	DISKUSSION	40
5.1	Untersuchungskriterien	44
6	ZUSAMMENFASSUNG	55
7	LITERATURVERZEICHNIS	56

1 Einleitung und Zielsetzung

Die Kariesprävalenz ist in den letzten Jahren deutlich zurückgegangen. Dabei konnte vor allem eine Abnahme der Glattflächen- und Approximalkaries, weniger jedoch eine Verringerung der Okklusalkaries beobachtet werden (Ripa et al.1983, Sterritt et al.1990, Vehkalati et al.1991).

Klinische Studien haben gezeigt, dass mit Fissurenversiegelungen eine zusätzliche Reduktion des Karieszuwachses erzielt werden kann (Bagramian et al. 1977; Selwitz et al. 1995). Voraussetzung dafür ist eine sichere und langfristige Retention des Versieglers sowie die Verwendung eines Materials, das auch in schwierigen Behandlungssituationen eine einfache und sichere Anwendung erlaubt. Zudem sollte das Material auch nach längerer Liegedauer eine glatte Oberfläche aufweisen und das Fissurensystem randspaltfrei verschließen. Obwohl an die Qualität einer Fissurenversiegelung damit ähnliche Anforderungen gestellt werden sollten wie an eine Füllung, hat die Mehrzahl der klinischen Studien, auch im Rahmen von Materialvergleichen, allein die Frage nach der Retention des Versieglermaterials zum Inhalt. Ziel der vorliegenden Untersuchung war es daher, neben den Retentionsraten auch die Qualität von Versiegelungen in Bezug auf Oberflächeneigenschaften und Randqualität zu beurteilen.

Weiterhin wird in der Regel in Anlehnung an das Vorgehen bei der Verarbeitung zahnfarbener Füllungsmaterialien die Applikation des Versieglers unter absoluter Trockenlegung empfohlen. Allerdings ist bisher nicht belegt, dass ein solches Vorgehen die Retention und Qualität von Fissurenversiegelungen wirklich verbessert.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Arbeit war es daher, den Einfluss der Art der Trockenlegung auf die Retention und die oben beschriebenen Qualitätsmerkmale der Versiegelung zu untersuchen.

Die Studie wurde prospektiv, doppelblind und im „split mouth“ Design angelegt, wobei der Untersuchungszeitraum 1 Jahr betrug. Da die Qualität von Versiegelungen auch von der Zusammensetzung des Versieglermaterials abhängen kann, wurden zwei verschiedene Versiegler im Rahmen der beiden Fragestellungen untersucht.

2 Literaturübersicht

Die Gruppenprophylaxe hat seit der Finanzierung durch die Krankenkassen und der systematischen Einbindung in das Sozialgesetzwesen einen deutlich größeren Stellenwert erhalten. Dabei hat sich die Anzahl der verschiedenen gruppenprophylaktischen Maßnahmen beispielsweise von 1995/96 zu 1996/97 verdoppelt. So fanden bundesweit 9500 Praxisbesuche von Gruppen statt. Weiter wurden ebenso 4100 Elternabende durchgeführt, von denen über 4/5 in Kindergärten stattfanden, circa 6500 Veranstaltungen mit Kindern, Erziehern und Lehrern und circa 2400 Fortbildungsveranstaltungen mit den zuletzt genannten Berufsgruppen.

Ebenso haben individualprophylaktische Maßnahmen, vor allem seit der Aufnahme in den Leistungskatalog der gesetzlichen Krankenkassen (seit 1991 für die 12-19jährigen, seit 1993 für die 6-11jährigen), einen Zuwachs erfahren. Nahmen im ersten Halbjahr 1991 in Westdeutschland nur 8,7% und in Ostdeutschland nur 2,3% der Versicherten die Individualprophylaxe in Anspruch, waren es nach vier Jahren bereits 24,2 bzw. 41,1%. Laut Statistik der Kassenzahnärztlichen Bundesvereinigung (KZBV) wurden in den Jahren zwischen 1993 und 1996 21 Millionen Versiegelungen an Molaren vorgenommen (Pieper 1998).

Die DMS III Studie (Deutsche Mundgesundheitsstudie III) des Instituts der Deutschen Zahnärzte (Micheelis u. Reich 1999) hat gezeigt, dass sich die Mundgesundheit in der Bundesrepublik deutlich verbessert hat. Als Grundlage dienten dabei die epidemiologischen Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe der Deutschen Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege (DAJ) in 13 Bundesländern von 1989-1997 (Pieper 1996, 1998). In der Gruppe der 12jährigen wurde eine Kariesreduktion zwischen 8% (innerhalb von 1¼ Jahren in Sachsen-Anhalt) und 40,4% (innerhalb von 3 Jahren in Baden-Württemberg) erzielt. Die mittleren DMF-T-Werte gingen in Baden-Württemberg von 2,4 auf 1,4 in Thüringen von 2,6 auf 2,0 und in Westfalen-Lippe von 2,2 auf 1,7 zurück. Die durchschnittliche Abnahme der DMF-T-Werte pro Jahr betrug 15% in der Gruppe der 9jährigen und 10% bei den 12jährigen (Pieper 1998).

Wenn auch das von der WHO für das Jahr 2000 formulierte Ziel (DMFT < 2) in der Gruppe der 12jährigen mit einem Wert von 1,7 erreicht ist (World Health Organisation 1984), sollten

die Bemühungen zur Kariesprophylaxe, auch hinsichtlich der erkennbaren Polarisierung der Fissurenkaries, fortgesetzt werden.

2.1 Effektivität von Prophylaxemaßnahmen

Roulet (1995) unterschied drei Arten der Prophylaxe (Kollektiv-, Gruppen- und Individualprophylaxe), die verschiedene Zielgruppen haben.

Die Trinkwasserfluoridierung hat in der Reihe der kollektivprophylaktischen Maßnahmen einen hohen Stellenwert. Sie hat den Vorteil, dass die ganze Bevölkerung ohne besonderen Aufwand davon Nutzen zieht. Nach Angaben der *WHO* lässt sich mit der Trinkwasserfluoridierung eine Karieshemmung von 40-49% bei Milchzähnen und von 50-59% an bleibenden Zähnen erzielen.

Gülzow et al. (1982) konnten in einer Untersuchung mit 7-15jährigen Basler Schulkindern sogar eine Kariesreduktion um 70% nachweisen. In dieser Studie wurden 9042 Schulkinder im Zeitraum von 15 Jahren mit Trinkwasserfluoridierung (1 ppm) im Abstand von 5 Jahren untersucht. Im Verlauf der 15 Jahre erfolgte eine signifikante Abnahme von Kariesbefall und -frequenz. Beispielsweise konnte in der Gruppe der 8jährigen eine Abnahme der DMF-T-Werte von 1,83 (1961) auf 0,55 (1976), in der der 12jährigen von 4,75 auf 1,73 und in der der 14jährigen von 6,87 auf 2,38 festgestellt werden. Entsprechend nahm die Anzahl der Kinder mit kariesfreien bleibenden Gebissen signifikant zu. Im Jahr der Veröffentlichung (1982) hatten 76% der 7jährigen (1961: 25%), 62% der 8jährigen (9%), 42% der 9jährigen, 40% der 10jährigen und 15% der 14-15jährigen ein naturgesundes Gebiss. In der gleichen Untersuchung wurde eine Erhebung über Mundhygienestatus und Zuckerkonsum der Patienten erstellt. Aus den Resultaten ging hervor, dass weder die Instruktion zur Verbesserung der Mundhygiene noch eine Ernährungsberatung, sondern erst die Trinkwasserfluoridierung zu dieser Kariesreduktion geführt hatte.

Einen ebenso deutlichen Erfolg der Trinkwasserfluoridierung hat die niederländische Tiel-Culemborg Studie (Kalsbeek et al. 1993) gezeigt. In den Jahren 1968/69 lag der DMF-S-Wert der 15jährigen in Tiel nach 15jähriger Trinkwasserfluoridierung bei 10,8, in der Stadt Culemborg ohne Trinkwasserfluoridierung bei 27,7. 1973 wurde die Trinkwasserfluoridierung in Tiel beendet. Danach fand sich bei Untersuchungen im Abstand von zwei

Jahren ein etwa konstanter DMF-S-Wert von 9,6, der sich jedoch im gleichen Zeitraum in Culemborg nach Einführung der Trinkwasserfluoridierung von 27,7 auf 7,7 reduzierte.

Neben der Trinkwasserfluoridierung wird der Einsatz von fluoridiertem Speisesalz (250 mg/kg) im Rahmen der Kollektivprophylaxe als eine wichtige Maßnahme erachtet, um eine kostengünstige und breitenwirksame Kariesprophylaxe zu ermöglichen (Burt u. Marthaler 1996, Hellwig 1998).

Fluoridiertes Speisesalz wurde erstmals 1955 in der Schweiz eingeführt. Nach fünfjährigem Konsum von fluoridiertem Speisesalz in ausgewählten Haushalten konnte bei den 8-9jährigen Schülern gegenüber der Kontrollgruppe ohne fluoridiertem Speisesalz eine signifikant niedrigere Kariesprävalenz festgestellt werden. Eine Studie an 700 Schulkindern in Zürich über 6-18 Monate konnte diesen Effekt zeigen. Zum Untersuchungszeitpunkt wiesen die 8-9jährigen Schüler mit regelmäßigem Salzkonsum 4,9, diejenigen ohne fluoridiertes Speisesalz jedoch 5,9 gefüllte Flächen auf. Der Anteil der Kinder mit DMF-S-Wert gleich Null betrug bei der ersten Gruppe 10,3% und bei der zweiten Gruppe 12,8% (Marthaler 1961, Marthaler und Schenardi 1962, Marthaler 1982, Marthaler et al. 1988).

Eine Studie von Marthaler und Schenardi (1962) bestimmte den DMF-S-Index von 1241 Kindern, die zum Teil fluoridiertes Tafelsalz (Fluorvollsatz, 200 mg NaF/kg) seit 1955 konsumierten. Bei den 7-12jährigen Kindern, die fluoridiertes Speisesalz erhielten, wurde ein geringerer DMF-S-Index und eine statistisch relevante Karieshemmung festgestellt. Vor allem an den Approximal- und Glattflächen der 7-10jährigen erwies sich die Fluoridprophylaxe mit einer durchschnittlichen Verteilung der Karieshemmung zwischen 12% und 22% als wirksam; die Okklusalfächen blieben dagegen mit nur 7% wenig beeinflusst.

In der Bundesrepublik spielt im Rahmen der Kollektivprophylaxe jedoch die Verwendung von fluoridhaltigen Zahnpasten die größte Rolle.

Reed konnte bereits 1973 den kariesprotektiven Effekt von fluoridierten Zahnpasten zeigen. Er untersuchte 400 Probanden im Alter von 5-14 Jahren, die über ein Jahr eine Zahnpasta mit 1000 ppm Fluorid und im Vergleich ein Placeboprodukt verwendeten. Die Zahl der Zähne mit einer neuen kariösen Läsion betrug bei der Placebogruppe 4,0, die Kontrollgruppe mit fluoridierter Zahnpaste zeigte dagegen einen signifikant niedrigeren Anstieg von 3,2.

Die Verwendung einer höher konzentrierten Zahnpasta konnte den Karieszuwachs sogar nochmals verringern. In einer Studie von Conti et al. (1988) zeigte sich nach 3 Jahren der

Verwendung von Zahnpasta mit 1000 ppm Fluorid ein Anstieg des DMF-S-Wertes um 2,4. Die Verwendung einer Zahnpasta mit 1500 ppm Fluorid führte im gleichen Zeitraum zu einem signifikant niedrigerem Anstieg von 1,9.

Vergleichende Untersuchungen mit weniger als 250 ppm Fluorid ergaben nach drei Jahren keine signifikante Kariesreduktion (Peterson et al. 1989, Koch et al. 1990).

Auch im Rahmen von Maßnahmen der Gruppenprophylaxe ist eine deutliche Reduktion der Karieshäufigkeit erreicht worden.

Zur Förderung der Zahngesundheit der Patienten, die das 12. Lebensjahr noch nicht vollendet haben, wurde 1989 der gesetzliche Auftrag der Gruppenprophylaxe im Gesundheitsreformgesetz festgehalten. Die Maßnahmen sollten vorwiegend in Schüler- und Kindergartengruppen vorgenommen werden und erstrecken sich auf Ernährungsberatung, Fluoridierungsmaßnahmen und Mundhygieneinstruktionen.

In einer ausführlichen 13-Jahres Studie aus Schweden untersuchte Axelsson (1989) die Wirksamkeit präventiv-zahnmedizinischer Programme an Patienten verschiedener Altersgruppen. Hierbei wurde bei den 3jährigen nach wiederholter Ernährungsschulung der Eltern und Verwendung von niedrig konzentrierter Fluoridzahnpaste Karies zu 91% gegenüber 30% in einer Gruppe, die nicht am Programm teilnahm, vermieden. Bei Hochrisikopatienten wurde zusätzlich 2-4 mal pro Jahr ein Fluoridlack appliziert. Dadurch konnte Karies zu 60% anstatt 20% vermieden werden. Entscheidende Ergebnisse wurden bei Patienten zwischen 6 und 19 Jahren erzielt. Die Therapie bestand aus professioneller Zahnreinigung, der Anwendung von Fluoridlack und Fissurenversiegelung. Daraus resultierte bei den 6-19jährigen eine Verringerung des DMF-S-Werts um 60-80%, speziell bei den 12jährigen war ein Rückgang von 25% auf 2% zu verzeichnen.

Ähnliche Resultate zeigten sich in einer Untersuchung von Büttner (1998). Ein kariesfreies Gebiss wiesen zum Untersuchungszeitpunkt 41% der Jugendlichen nach 6-7jähriger gruppenprophylaktischer Betreuung auf, jedoch nur 23% der Kontrollgruppe ohne Prophylaxe.

Carvalho et al. (2001) untersuchten die Kariesentwicklung von 12jährigen belgischen Kindern anhand zweier Querschnittstudien von 1983 (n=533) und 1998 (n=496). Hierbei wurde der Einfluss häuslicher Zahnpflegegewohnheiten sowie zahnärztlicher Kontrolle ohne zusätzliche Prophylaxemaßnahmen in der Praxis berücksichtigt. Insgesamt konnte nach 15 Jahren eine Reduktion der Kariesprävalenz von 78% festgestellt werden. Die Anzahl der Kinder mit

kariesfreien Zähnen stieg innerhalb der 15 Jahre von 4% auf 50% an. Dabei reduzierte sich im Mittel der DMF-T-Wert von 7,5 auf 1,6. Der DMF-S-Wert sank sogar signifikant von 11,5 auf 2,5. Es konnte gezeigt werden, dass ein maßgeblicher Zusammenhang zwischen regelmäßigen Besuchen beim Zahnarzt sowie der Verwendung von fluoridierten Zahnpasten und dem Rückgang der Kariesentstehung bestand.

Ripa et al. (1980 und 1983) untersuchten die Kariesprävalenz über den Zeitraum von 6 Jahren von durchschnittlich 750 Kindern aus Kindergärten und Grundschulen vor und nach der einmal wöchentlichen Anwendung einer 0,2%igen NaF-Lösung. Die Zwischenbilanz nach 3 Jahren ergab bereits eine Kariesreduktion von annähernd 30%. Nach 6 Jahren konnte eine Kariesreduktion von über 50% festgestellt werden.

Innerhalb der Untersuchungen der Deutschen Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege (Pieper 1996 und 1998) konnte gezeigt werden, dass die DMF-T-Werte der 12jährigen in Deutschland zum Untersuchungsanfang 1996 zwischen 2,1 und 2,6 und nach zwei Jahren zwischen 1,4 und 2,8 lagen.

In Deutschland sind individuelle Prophylaxemaßnahmen im Gesundheitsreformgesetz geregelt. Dieses Sozialgesetzbuch V formulierte erstmals verbindliche Vorgaben für Prophylaxemaßnahmen in der zahnärztlichen Praxis. Eine weitere Neuorientierung für die kurativ/präventive Patientenbehandlung konnte 1991 durch die Einführung der Abrechnungspositionen IP1-IP4 sowie 1993 durch das Gesundheitsstrukturgesetz geschaffen werden.

Durch dieses Gesetz wurde das Leistungsspektrum der gesetzlichen Krankenkassen für die 6-18jährigen auf fünf Individualprophylaxe-Leistungen (IP1-IP5) erweitert, welche im Rhythmus von drei Jahren regelmäßig erbracht werden können.

Die Individualprophylaxe beginnt mit der Erstellung des Mundhygienestatus (**IP1**). Falls notwendig folgt eine Intensivmotivation (**IP2**) mit der Information über Krankheitsursachen und ggf. eine Remotivation (**IP3; diese galt nur bis Ende 2003**). Die Behandlung wird unterstützt durch die lokale Fluoridierung der Zähne (**IP4**) mit Gel oder Lack. Zusätzlich können Versiegelungen der bleibenden Molaren (**IP5**) erfolgen.

Die Akzeptanz der Individualprophylaxe in der Praxis und die Auswirkung auf Plaque- und Gingiva-Index konnte 1993 von Klimek et al. verdeutlicht werden. Bei einer schriftlichen Befragung von 88 Zahnärzten in zwei hessischen Landkreisen konnte anhand 31 Rücksendungen eine Akzeptanz von 80% errechnet werden. Zusätzlich wurden in sechs

Praxen bei 92 Patienten im Abstand von einem halben Jahr ein Plaqueindex (API) und bei 54 auch ein Index zur Beurteilung der Parodontalgesundheit (PBI) erhoben. Der API verringerte sich von anfangs durchschnittlich 64,2% signifikant auf 54,8%. In der Gruppe der 12-14jährigen verbesserte sich der API nicht signifikant von 71,2 auf 63,3. Die 15-17jährigen zeigten eine signifikante Verbesserung von 67,1% auf 55,4%. Der durchschnittliche PBI veränderte sich über den Untersuchungszeitraum nicht signifikant und blieb bei 36,6%.

Insgesamt konnten die Kariesprävalenz und -inzidenz durch die verschiedenen Prophylaxemaßnahmen im Allgemeinen deutlich verringert werden. Dennoch bleiben Risikogruppen, die den Großteil der Karies auf sich vereinen und andererseits Risikoflächen, die von Fluoridierungsmaßnahmen oder verbesserter Mundhygiene weniger profitieren (Marthaler 1978, Pieper 1998).

2.2 Effektivität der Prophylaxe bezogen auf die Zahnflächen und Besonderheiten der Okklusalflächen

Während die okklusalen Flächen nur 12,5% aller Zahnflächen ausmachen, entstehen hier bei Schulkindern immer noch 50% der kariösen Läsionen, zeitlich geschieht dies 2-4 Jahre nach Zahndurchbruch (Hellwig, Klimek, Attin 1995).

Als Hauptursache gilt die Form der Fissuren. Bei einer tiefen spalt- und ampullenförmigen Fissur ist die Zahnreinigung nur schwer möglich und erleichtert die Entstehung einer Läsion. In zurückliegenden Untersuchungen wurde die erhöhte Anfälligkeit der Fissuren hauptsächlich durch ihre spezielle Morphologie erklärt (König 1963, Riethe 1985).

Nagano klassifizierte 1960 vier verschiedene Grundtypen von Fissuren: **V**-Typ, **U**-Typ, **I**-Typ und **IK**-Typ (Riethe 1985).

Die Kariesanfälligkeit nimmt hierbei in absteigender Reihenfolge zu. Die beiden Letzteren sind aufgrund ihrer Topographie für Mundhygienemaßnahmen nur schwer zugänglich. Es konnte gezeigt werden, dass mehrere „Naganotypen“ in einer Fissur vorkommen können (Galil u. Gwinnet 1975, Rohr et al. 1991).

König (1963) stellte fest, dass der Zusammenhang zwischen Kariesentstehung und Zahnmorphologie zusätzlich von Faktoren wie Parodontalzustand, Breite des Interdentalraumes und Zahnbeweglichkeit beeinflusst werden. Er zeigte sowohl eine erhöhte Plaqueakkumulation in engen Fissuren und steilen Höckerabhängen, wie auch die

Auswirkungen auf die Kariesentstehung (beginnende Karies in flachen Regionen, fortgeschrittene Läsionen in engen Regionen der Fissuren).

Carvalho et al. (1989) zeigten den signifikanten Einfluss der Funktion (fehlender Antagonistenkontakt) und der speziellen Zahnanatomie auf die Plaqueakkumulation. Es wurden drei Zeitpunkte für das bevorzugte Entstehen von Okklusalkaries beschrieben:

die Zeit während des Zahndurchbruchs, die Zeit direkt nach dem Zahndurchbruch und die Zeit 1-3 Jahre nach dem Zahndurchbruch.

Während des Zahndurchbruchs zeigen Molaren bei Fluoridierung im Fissurenbereich einen deutlich geringeren Fluorideinbau als Glattflächen. Sie weisen eine nicht ausreichend mineralisierte Oberfläche und somit ungenügende Kariesresistenz auf. Zusätzlich haben sie ein noch deutlich ausgeprägtes Fissurenrelief, welches die Plaqueanheftung fördert.

Schröder (1976) sah die Problematik unter anderem im präeruptiven Fluorideinbau in den Schmelz. Er zeigte, dass die Mineralisation an den Inzisalkanten und Höckerspitzen beginnt. Beim Durchbruch ist daher der Fluoridgehalt an diesen Stellen am größten und in den Fissuren am geringsten. Zudem zeigten strukturbioologische Untersuchungen, dass der Zahnschmelz beim Durchbruch relativ durchlässig ist und eine geringe Resistenz gegenüber dem Säureangriff hat.

In einer Studie mit 450 8jährigen Kindern des Ennepe-Ruhr Kreises hat sich gezeigt, dass trotz regelmäßiger Prophylaxe 96% des Gesamtkariesbefalls die ersten Molaren betraf. Hierbei entfielen 60,6% der kariösen Defekte auf die Okklusalfächen und nur 21,9% auf die Glattflächen (Heinrich-Weltzien et al. 1999).

Nach einer Studie von Vehkalahti et al. (1991) mit 7-15jährigen finnischen Kindern ist das Auftreten von Okklusalkaries bei 7-9jährigen am häufigsten und mit einem Zuwachs von 5,9% pro Jahr signifikant verschieden zu der Inzidenz der Approximalkaries (1,3% karieserkrankte Zähne/Jahr). Die Approximalläsionen kamen dagegen am häufigsten bei den 11-13jährigen vor.

Ripa et al. (1980) untersuchten bei durchschnittlich 4000 Kindern und Schülern den Einfluss einer kontrollierten Anwendung einer fluoridhaltigen Mundspülung (0,2% NaF) in einem Beobachtungszeitraum von drei Jahren. Die Kariesprävalenz konnte bei den approximalen Flächen um 48,7%, bei den okklusalen Flächen jedoch nur um 28,2% reduziert werden. Die allgemeine Kariesreduktion lag bei 28,5%.

2.3 Kariesreduktion durch Fissurenversiegelung

In einer Reihe von Studien konnte gezeigt werden, dass die Okklusalkaries durch Versiegelungen deutlich reduziert werden kann (Nikiforuk 1985, Lutz et al. 1990, Irmisch 1992, Lussi et al. 1995, Irmisch et al. 1997, Heinrich-Weltzien et al. 1999).

In einer 6-Jahres Studie von Houpt und Shey (1983) wurde festgestellt, dass 75% der Personen einer Kontrollgruppe ohne Fissurenversiegelungen Karies oder aufgrund von Karies restaurierte Zähne aufwiesen, bei Personen deren Fissuren bei Studienbeginn versiegelt wurden, hatten dagegen nur 25% Karies entwickelt.

Nach einer Studie von Wendt u. Koch (1988) wurde zusammengefasst, dass nach einem Beobachtungszeitraum von 8 Jahren die Versiegelungen an ersten bleibenden Molaren zu 80% intakt und die Okklusalfächen kariesfrei waren. In der Nachuntersuchung nach 10 Jahren hatten die Patienten nur zu 5,7% Karies bzw. Füllungen.

Simonsen (1987) dokumentierte in einer Studie über 10 Jahre hinweg, dass bei versiegelten Zähnen im Vergleich zu unversiegelten Zähnen 22% weniger Karies und 70% weniger Füllungen zu beobachten waren.

Irmisch (1992) erzielte in einer 13-Jahres Studie eine Kariesreduktion von insgesamt 83% (79% an Molaren, 90% an Prämolaren). Von anfänglich 166 Zahnpaaren wurden nach 13 Jahren 122 Paare nachkontrolliert. Es zeigte sich, dass vor allem an den Prämolaren die Effizienz einer Fissurenversiegelung über die Jahre zunimmt und das kariesaktive Gebiss besonders gut geschützt werden kann.

Selwitz et al. (1995) stellten fest, dass die Kariesinzidenz einer Fluoridlack-Versieglergruppe nach 4 Jahren um 51% signifikant niedriger lag, als in einer Vergleichsgruppe mit alleiniger Fluoridlackbehandlung.

Ein Vergleich zwischen lokaler Fluoridierung der Fissuren und Fissurenversiegelung zur Kariesprophylaxe an ersten bleibenden Molaren von 5-8jährigen Kindern zeigte, dass innerhalb eines Jahres sechs mal mehr Okklusalfächen von fluoridierten als von den versiegelten Zähnen kariös wurden (Splieth et al. 1998).

Auch bei kariesaktiven Gebissen kann bei Jugendlichen nach frühzeitiger Versiegelung eine deutliche Kariesreduktion (99,1%) nach 2 Jahren erreicht werden (Merte et al. 1995).

Dabei betrug der Anteil kariesfreier Zähne mit intakten Versiegelungen nach 2 Jahren etwa 88% (Barrie et al 1990).

In der Literatur wird u.a. auch der Frage nachgegangen, ob die Fissurenversiegelung Einfluss auf die Plaqueakkumulation am Zahn und die Bakterienkonzentration des Speichels nimmt.

Carlsson et al. (1992 und 1997) stellten fest, dass während eines Beobachtungszeitraum von längstens 2 Jahren die Kariesinzidenz bei Helioclear-F versiegelten Molaren um 45% signifikant niedriger war als in der Kontrollgruppe ohne Versiegelungen. Kinder mit hoher Lactobazillenkonzentration wiesen während des Untersuchungszeitraums eine Abnahme der Bakterienkonzentration auf. Streptokokken- und Fluoridkonzentration des Speichels blieben unbeeinflusst.

Mass et al. (1999) beobachteten dagegen, dass bei 74 Kindern im Alter von 6-8 Jahren die Molarenversiegelungen der einen Kieferhälfte im Gegensatz zur unversiegelten Hälfte nach 3 und 6 Monaten zu einer signifikanten Reduzierung der Streptokokkenkonzentration auf der Zahnoberfläche führten.

Baca et al. (2002) untersuchte die Streptokokken- und Lactobazillenkonzentration direkt vor der Applikation einer Fissurenversiegelung sowie 4 und 12 Wochen später. Hierzu wurden 63 7jährige Kinder in 2 Gruppen eingeteilt. Bei der ersten Gruppe wurden kariesfreie 1. Molaren von Kindern ohne eine anderweitige Karies im Mund versiegelt. In der zweiten Gruppe befanden sich Kinder, die zwar kariesfreie bleibende Molaren aber auch andere kariöse Zähne besaßen. Direkt vor der Applikation waren die Bakterienkonzentrationen in der zweiten Gruppe signifikant höher. Weiterhin gab es in der ersten Gruppe nach 4 und 12 Wochen wieder eine signifikante Reduktion der Streptokokkenkonzentration. Die Bakterienkonzentrationen der zweiten Gruppe verminderten sich zwar auch, jedoch nicht signifikant.

Insgesamt besteht Einigkeit darüber, dass Okklusalkaries am wirkungsvollsten durch die Versiegelung der Fissuren verhindert werden kann (National Institutes of Health 1984, Wendt u. Koch 1988, Trummler u. Trummler 1990, Axelsson et al. 1981, Lutz et al. 1990, Selwitz et al. 1995, Hickel 1996, Wendt et al. 2001).

2.4 Versieglermaterialien

2.4.1 Komposite

Vorläufer der heute verwendeten Materialien waren die sog. Polymethylmethacrylate (PMMA), die bereits bei Mundtemperatur polymerisierten. Die Nachteile dieser Materialien waren hohe Polymerisationsschrumpfung, ausgeprägte Abrasion, unzureichende Druck- und Biegefestigkeit und Pulpentoxizität aufgrund erhöhten Restmonomergehalts. Ein Produkt mit besseren chemischen und physikalischen Eigenschaften konnte 1962 von Bowen (USA) entwickelt werden. Die Monomerflüssigkeit ist ein Bisphenol-A-Glycidylmethacrylat (BIS-GMA), ein Reaktionsprodukt von einem Epoxidderivat Bisphenol-A mit Methylmethacrylsäure als organischer Matrix. Der zur Synthese des Makromoleküls notwendige Aktivator Dimethylparatoluidin bewirkt unter Reaktion mit dem Katalysator Benzoylperoxid die endgültige Polymerisation. Zusätzlich wurden anorganische Füllpartikel (Quarzmehl), die mit einer Silanverbindung überzogen waren, zugesetzt. Die Silanschicht sollte eine chemische Bindung mit der organischen Matrix und mit den anorganischen Füllern eingehen. Die ersten klinischen Anwendungen dieser Materialien sind bereits von Cueto u. Buonocore (1967) und Ripa u. Cole (1970) durchgeführt worden.

Neben den chemisch härtenden Materialien wurden weiterführend UV-Licht härtende Kunststoffe entwickelt, die durch das Einwirken des energiereichen Lichtes schneller polymerisierten. In Bezug auf die Retentionsraten zeigten diese Materialien jedoch keine Vorteile.

Klinische Untersuchungen mit den Fissurenversiegern vom Bis-GMA-Typ (UV-Licht härtend) wurden unter anderen von Rieth und Maupai (1975) durchgeführt. Nach 15 Monaten konnten gegenüber den Kontrollgruppen Retentionsraten zwischen 64,8% und 80% festgestellt werden.

Brooks et al. (1979) verglichen Retention und Wirksamkeit eines chemisch härtenden (Delton) gegenüber eines UV-Licht ausgehärteten (Nuva-Seal) Versieglers an bleibenden Molaren. Nach drei Jahren waren 80% der Versiegelungen mit Delton vollständig erhalten. Die Retentionsrate für Nuva-Seal lag nur bei 60%.

Generell werden hinsichtlich des Aushärtungsmodus drei Typen von Fissurenversiegern unterschieden (Ripa 1993): Versiegler der 1. Generation: **UV-Licht** härtende, Versiegler der 2. Generation: **chemisch** härtende und Versiegler der 3. Generation: **Halogenlicht** härtende.

Die Versiegler der 1. Generation wurden aufgrund ihrer schlechten Materialeigenschaften wie schlechte Tiefenpolymerisation, ungenügende Retention und daraus resultierende mangelnde Kariesprävention mittlerweile vom Markt genommen (Ripa 1993).

Heute sind sowohl chemisch- als auch lighthärtende Materialien erhältlich, die sich im Hinblick auf Füller und Farbe unterscheiden.

Allgemein besitzen heutige Komposite drei Hauptbestandteile; die organische Matrix, die disperse Phase (Füller) und die Verbundphase (Silane, Kopolymere). Die Matrix besteht im nicht ausgehärteten Zustand aus Monomeren, Initiatoren, Stabilisatoren, Farbstoffen, Pigmenten und anderen Zusätzen, der Fülleranteil beträgt bis zu 50 Massenprozent. Darüber hinaus sind seit einiger Zeit fluoridfreisetzende Versieglermaterialien auf dem Markt. Vergleichende klinische Studien haben jedoch widersprüchliche Resultate hinsichtlich der Retentionsraten der verschiedenen Versiegler erbracht, so dass bislang keine Materialgruppe bevorzugt empfohlen werden kann.

Rock et al. (1990) zeigten, dass der photopolymerisierende ungefüllte Versiegler nach drei Jahren in 82,9% der Fälle vollständig erhalten war. Das photopolymerisierende gefüllte Material war mit 71,9% signifikant schlechter.

Barrie et al. (1990) untersuchten bei 133 Kindern im Alter zwischen 5-6 Jahren zwei Kombinationen von drei verschiedenen Versieglermaterialien. In der ersten Studie wurden zwei photopolymerisierende gefüllte Materialien über 24 Monate miteinander verglichen. Bei der Nachuntersuchung lagen die Retentionswerte zwischen 53% und 71%. In der zweiten Untersuchung wurde ein photopolymerisierendes gefülltes Material mit einem chemisch härtenden ungefüllten Versiegler verglichen. Nach zwei Jahren waren in 81% bzw. 88% der Fälle die Versiegelungen vollständig erhalten.

Ripa (1993) hat in einer Übersichtsarbeit zur Retention von Fissurenversiegelungen einige wichtige Studien zusammengefasst. Bezogen auf den Beobachtungszeitraum von 8-60 Monaten fand er keine signifikanten Unterschiede zwischen chemisch härtenden und photopolymerisierenden Versieglermaterialien.

De Craene et al. (1989) veröffentlichten die Ergebnisse einer klinischen Studie mit einem photopolymerisierenden Versiegler (Helioseal). Untersucht wurden Retention, marginale Adaption, die Entstehung von Sekundärkaries und das Vorkommen von Luftblasen an Molaren und Prämolaren. Der Beobachtungszeitraum von 24 Monaten wurde ergänzt durch halbjährliche Kontrollen. Für all diese Kriterien fand der Autor keine signifikanten Unterschiede zu chemisch härtenden Produkten.

Bereits 1976 konnte Swartz nachweisen, dass Fluorid aus Versieglermaterialien in den umgebenden Schmelz aufgenommen werden kann.

Fluoridhaltige Versiegler enthalten entweder Natriumfluorid oder spezielle Fluorosilikatgläser. In einem in-vitro Versuch (Angeletakis 1992) konnte festgestellt werden, dass diese Materialien auch wirklich Fluorid freisetzen. Im Versuch zeigte der mit Fluorosilikatgläsern angereicherte Versiegler (Helioseal-F) innerhalb eines halben Jahres eine langsame kontinuierliche Fluoridabgabe, wie sie auch für eine ausreichende Kariesprävention gefordert wird. Die kumulative Fluoridfreisetzung nach 6 Monaten lag bei 1300 ng/cm^2 .

Allerdings bleibt unklar, wie relevant die abgegebene Fluoridmenge gerade im Zusammenhang mit der allgemein üblichen Verwendung von fluoridhaltigen Zahnpasten ist (Klimek et al. 1997). Im Versuch wurden dritte Molaren mit Füllungen aus herkömmlichem und fluoridangereichertem Komposit sowie Glassionomer versorgt. Danach putzten die Probanden über acht Wochen jeweils 4 Wochen ihre Zähne mit nichtfluoridierter oder mit fluoridierter Zahnpasta. Es zeigte sich bei der Verwendung einer fluoridfreien Zahnpasta, dass das verwendete fluoridhaltige Komposit die Entstehung einer Sekundärkaries besser verhindern konnte als ein fluoridfreies Komposit. Wurde hingegen mit einer fluoridhaltigen Zahnpasta geputzt, wiesen beide Komposite keine Unterschiede auf.

2.4.2 Glasionomerzemente (GIZ)

Aufgrund ihres hohen Fluoridanteils sind neben den Kompositen auch Glasionomerzemente zur Fissurenversiegelung verwendet worden. Glasionomerzemente sind Mischungen aus organischen (Hydroxycarbonsäuren) und anorganischen (Aluminium-Silikatgläsern) Komponenten. Glasionomerzemente härten nach einer Säure-Base-Reaktion aus, wobei Fluorid nicht mit in die Reaktion eingeht. Sie weisen einen Fluoridgehalt von bis zu 22,7 Massenprozent auf. Ihr Vorteil ist eine langsame kontinuierliche Abgabe von Fluoridionen an den Zahnschmelz (Stahle u. Bößmann 1984, Kullmann 1989).

Als Haftmechanismus zwischen Glasionomerzement und Zahnhartsubstanz wird neben der mikromechanischen Retention eine chemische Bindung von Hydroxylgruppen zu Ca-Ionen im Hydroxylapatit diskutiert. Die Haftwerte sind jedoch im Vergleich zu denen der Komposite nach Säure-Ätztechnik um ein vielfaches geringer. Sie gelten als ausgesprochen

hydrophile Materialien, die auch eine gute Verarbeitung unter relativer Trockenlegung zulassen.

Für die Fissurenversiegelung wurden dünnfließende, schnell härtende Glasionomerezemente verwendet. In dünnen Schichten aufgetragen ist das Material jedoch wenig verschleißfest und frakturgefährdet. Daher ist mit einem relativ raschen partiellen oder vollständigen Verlust der Versiegelung zu rechnen (Kullmann 1986 und 1987).

In mehreren Studien (Hickel u. Voß 1989, Raadal et al. 1996, Winkler et al. 1996, Smales u. Wong 1999) wurde bestätigt, dass die Glasionomerezemente in Bezug auf die Retentionsraten den Kunststoffen deutlich unterlegen sind, wobei auch durch eine Schmelzvorbereitung mit Phosphor- oder Zitronensäure keine Verbesserung erzielt werden konnte (Aboush u. Jenkins, 1986).

Hickel und Voß (1989) versiegelten 52 Molaren von 6-12jährigen Kindern. Im Halbseitenvergleich wurden ein Kompositversiegler und ein Cermet-Zement untersucht. Das Komposit wurde gemäß Säure-Ätz-Technik und Kofferdam appliziert, der Zement wurde unter relativer Trockenlegung verwendet. Nach 18-20 Monaten konnten 96% intakte Kompositversiegelungen und nur 69% intakte Zementversiegelungen diagnostiziert werden.

Williams et al. (1996) konnten klinisch anhand 590 ersten Molaren von 228 6-8jährigen Kindern zeigen, dass die Retentionsraten im Halbseitenvergleich nach 4jähriger Liegedauer der Materialien für GIZ (FUJI, GC) nur noch 4% und bei Komposit (Delton, Johnson und Johnson) 61% betragen. Hierbei wurden zu Beginn der Untersuchung nach randomisierten Verfahren die Zähne der rechten Seite mit GIZ und die der linken Seite mit Komposit versiegelt. Allerdings zeigten am Ende der Beobachtung nur 10% der Zementversiegelungen und 7% der Kunststoffversiegelungen neue Defektstellen im Sinne von Randdefekten und geringen Verlusten. Die Werte zeigten keine Signifikanz und verdeutlichten die gleichwertige Kariesprävention durch GIZ und Kunststoffversiegler.

Ähnliche Resultate fanden sich in einer 7-jährigen klinischen Vergleichsstudie im „split mouth“ Verfahren von Forss und Halme (1998). Die Autoren untersuchten 166 Patienten im Alter zwischen 5 und 14 Jahren. Die ersten und zweiten bleibenden Molaren wurden kurz nach dem Durchbruch versiegelt. Bei der Enduntersuchung konnten 66,8% der ursprünglich in die Studie aufgenommenen Patienten untersucht werden. Bei den mit GIZ (Fuji III) versiegelten Zähnen waren 10,3% der Versiegelungen, bei den mit Kunststoff (Delton) versiegelten dagegen 45,4 % vollständig erhalten. Keine signifikanten Unterschiede gab es

hinsichtlich der Prävention von Karies. In beiden Gruppen hatten etwa 20% der Zähne Karies oder waren gefüllt.

Noch ungünstigere Ergebnisse erbrachte eine „split mouth“ Studie von Raadal et al. (1996). Bereits nach einem Jahr waren nur noch 18,8% der GIZ- Versiegelungen (Vitrebond, 3M) jedoch noch 100% der Versiegelungen mit Komposit (Concise white sealant, 3M) intakt. Die entsprechenden Retentionsraten nach 3 Jahren betragen 9% bzw. 97,1%.

Allerdings ist trotz der hohen Verlustrate der GIZ-Versiegelungen eine relativ gute Effektivität dieses Materials gezeigt worden. Trotz der insgesamt wahrscheinlich ähnlichen Effektivität konnten sich GIZ zur Fissurenversiegelung jedoch allein aufgrund der schlechten Retentionsraten nicht durchsetzen, so dass in der Regel nur noch Kompositmaterialien zur Anwendung kommen.

2.5 Versieglerqualität und Retention

Zahlreiche Studien haben sich mit der Untersuchung der Retention verschiedener Versieglermaterialien im Fissurensystem beschäftigt (Simonsen 1980, Wendt u. Koch 1988, Barrie et al. 1990, Trummler u. Trummler 1990, Wiesner u. Wetzel 1990, Wagner et al. 1994, Merte et al 1995).

Tab 1: Übersicht über die Retentionsraten chemisch und lichthärtender Materialien nach unterschiedlichen Beobachtungszeiträumen.

<i>Autoren</i>	<i>Beobachtungszeit (Monate)</i>	<i>Retention in %</i> <i>chem-härtend / lichthärtend</i>	
Rock u. Evans [1982]	12	76	75
Rock et al. [1989]	12	86	82 84
Wright et al. [1988]	18	60	61
Sveen u. Jensen [1986]	24	100	98
Barrie et al. [1990]	24	88	81
Haupt et al. [1987]	31	71	78
Rock u. Evans [1983]	36	56	43
Rock et al. [1990]	36	80	83 72
Shapira et al. [1990]	60	59	48
Bravo et al. [1996]	12		87
	24		75
	36		62

Bei der Mehrzahl der Studien handelt es sich um longitudinale Studien, bei denen entweder nur ein Material verwendet wurde oder bei denen mehrere Materialien an verschiedenen Personengruppen untersucht wurden.

Nur wenige klinische Studien wurden im „split mouth“ Verfahren durchgeführt und befassen sich mit dem Einfluss von verschiedenen Behandlungstechniken auf den Erfolg von Versiegelungen, obwohl bestimmte Faktoren immer wieder als wesentlich erachtet werden.

Dies sind Erfahrung und Geschick des Behandlers, Patientenalter, Zahntyp bzw. -position, Durchbruchsstadium, Präparation (prophylaktische oder erweiterte Fissurenversiegelung), Reinigung und Konditionierung (Ätzdauer) und Trockenlegung (Watterollen, Kofferdam). Dabei reichen die Beobachtungszeiträume von 1-15 Jahren. Die Kriterien für die Retention des Versieglermaterials sind in der Regel: vollständig erhalten, Teilverlust und vollständiger Verlust (Quellen: Städtler 1984, Nikiforuk 1985, Riethe 1985, DeCraene 1989, Hickel 1989, Irmisch 1992, Ripa 1993, Merte et al. 1995, Bravo et al. 1996).

Wagner et al. (1994) untersuchten 2415 versiegelte Flächen an ersten bleibenden Molaren. Die Zahl der vollständig erhaltenen Versiegelungen betrug nach 1 Jahr 91,5% und sank nach 9 Jahren auf 58,2%.

Insgesamt 911 Kinder im Alter von 6-9 Jahren nahmen an einer 2-Jahres Studie (mit Nachversiegelung im Beobachtungszeitraum) teil. Nach dem 1. Jahr waren 11,6% der Versiegelungen und im 2. Jahr 17,5% erneuert. Zusammen wurden in der Zeit von 2 Jahren 507 neue Versiegelungen vorgenommen. Die Retentionsrate betrug 73,5%. Allerdings zeigte sich bei dieser Studie, dass nur durch strenge Kontrolle und rechtzeitige Nachversiegelung eine Effizienzsteigerung zu erzielen war (Ismail u. Gagnon 1995).

Simonsen (1980) versiegelte 148 Zähne von 7-11jährigen Patienten mit einem verdünnten BIS-GMA Komposit. Nach 3 Jahren lag die Retentionsrate bei 94,4%. In der gleichen Studie wurden an 6-8jährigen Kindern drei verschiedene Behandlungsmodi durchgeführt. In der 1. Gruppe wurden die Fissuren nur minimal mit Prophylaxebürstchen und Bimsmehl gereinigt, in der 2. Gruppe wurden die Fissuren mit feinen Instrumenten ausgeschliffen und in der letzten Gruppe bestand die Therapie aus einer minimalen Kavitätenpräparation. Die Retentionsraten betrugen nach 3 Jahren 98,9 bzw. 97,3 und 100%.

Weitere Studien mit einem Beobachtungszeitraum von 8-10 Jahren zeigten, dass die Retentionsraten (ohne Nachversiegelung während der Kontrolluntersuchungen) 80-95% betrugen (Mertz - Fairhurst 1984, Wendt u. Koch 1988, Trummler u. Trummler 1990).

Das Ziel der Studie von Wendt und Koch (1988) war die Beobachtung und Kontrolle von versiegelten bleibenden Zähnen über einen Zeitraum von 10 Jahren. Die Versiegelungen wurden einmal pro Jahr untersucht. Nach 8 Jahren konnte bei 80% der versiegelten Zähne eine vollständige Retention des Versieglermaterials festgestellt werden, zudem war im Beobachtungszeitraum keine neue Karies aufgetreten.

Die in den erwähnten Studien publizierten Retentionszahlen erscheinen zusammen mit der insgesamt guten Effektivität der Fissurenversiegelung positiv. Allerdings sind dies

kontrollierte, prospektive Studien, deren Resultate nicht unbedingt denen der Massenversorgung im Gesundheitsdienst oder in der zahnärztlichen Praxis entsprechen müssen.

So zeigten zwei Querschnittsstudien nur eher entmutigende Ergebnisse in Bezug auf Qualität und Retention. Anhand einer Querschnittsstudie zum Zeitpunkt des 3-jährigen Bestehens der Fissurenversiegelung als Kassenleistung konnten Irmisch et al. (1997) geringe Retentionsraten aufzeigen. Von allen versiegelten Molaren wiesen nur 45% eine vollständig erhaltene Versiegelung auf.

Heinrich-Weltzien (1998b) untersuchte die Qualität der Fissurenversiegelung 4 Jahre nach Einführung als Kassenleistung im Ennepe-Ruhr-Kreis. Dabei zeigte sich, dass die Versiegelungen bei den 8jährigen nur zu 50% und bei den 14jährigen nur zu 37% vollständig intakt waren.

Hier scheint es also notwendig, praxistaugliche und klinisch erprobte Empfehlungen zu geben, die die Retention der Versieglermaterialien wieder verbessern. Viele Empfehlungen sind jedoch bestenfalls an in-vitro Studien abgeleitet, in der Regel jedoch eher „nach Gefühl“ formuliert und selten durch klinische Studien gestützt.

Besonders am Beispiel der Forderung nach der Applikation der Versiegler unter Kofferdam lässt sich verdeutlichen, dass einerseits nur wenige Studien diese Art der Verarbeitung überhaupt untersuchen (Eidelman et al. 1983, Lygidakis et al. 1994, Raskin et al. 1999), andererseits darüber hinaus die Ergebnisse keinen Vorteil der Verarbeitung unter Kofferdam ergaben.

Nach Durchsicht der vorliegenden Literatur sind allgemeine Fragestellungen hinsichtlich der Effektivität von Versiegelungen und der Retention von Versieglermaterialien hinreichend bearbeitet. Weniger geklärt erscheint dagegen, welchen Einfluss verschiedene Materialien oder Verarbeitungstechniken auf die Qualität von Versiegelungen haben.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es deshalb neben der Retention auch die Qualität von Versiegelungen in Bezug auf Oberflächeneigenschaften und Randqualität zu erfassen. Da die Qualität von Versiegelungen auch von der Zusammensetzung des Versieglermaterials abhängen kann, wurden zwei verschiedene gängige Versiegler im Rahmen der beiden Fragestellungen untersucht. Weiterhin wird in der Regel in Anlehnung an das Vorgehen bei der Verarbeitung zahnfarbener Füllungsmaterialien die Applikation des Versieglers unter absoluter Trockenlegung empfohlen. Allerdings ist bisher nicht belegt, dass ein solches Vorgehen die Retention und Qualität von Fissurenversiegelungen wirklich verbessert.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Arbeit war es daher, den Einfluss der Art der Trockenlegung auf die Retention und die oben beschriebenen Qualitätsmerkmale der Versiegelung zu untersuchen.

Die Studie wurde prospektiv, doppelblind und im „split mouth“ Verfahren durchgeführt, wobei der Untersuchungszeitraum 1 Jahr betrug.

3 Probanden, Material und Methoden

3.1 Studiendesign und Teilnehmer

Die Studie wurde als klinisch prospektive Doppelblindstudie im „split-mouth“ Design angelegt. Das Studienprotokoll wurde 1996 der Ethik-Kommision der Justus-Liebig-Universität Gießen vorgelegt. Die Ethik-Kommision der Justus-Liebig-Universität Gießen hat der Untersuchung zugestimmt. Ihre Durchführung entspricht den Bestimmungen der Deklaration von Helsinki und den GCP-Kriterien. Der Untersuchungszeitraum betrug ein Jahr.

Alle Teilnehmer entstammten dem Klientel einer zahnärztlichen Praxis. Nach einem ersten Gespräch wurden die Probanden und deren Eltern mündlich über Ziel und Risiken der Untersuchung aufgeklärt, zusätzlich erhielten sie einen Aufklärungsbogen und ein Formular zur schriftlichen Einverständniserklärung.

Das von Teilnehmern und Eltern unterschriebene Formular wurde zur folgenden Sitzung wieder mitgebracht und gegengezeichnet.

Einschlusskriterien für die Teilnahme an der Untersuchung waren:

- Einverständnis des Teilnehmers und der Eltern („informed consent“)
- schriftlich erklärtes Einverständnis der Eltern auf dem Aufklärungsbogen
- Bereitschaft zur Kontrolluntersuchung
- ausreichende Mitarbeit während der Behandlung
- Indikation zur einfachen bzw. erweiterten Versiegelung mindestens eines korrespondierenden Zahnpaares.

Teilnehmergruppen

Gruppe 1:

Personen, bei denen im selben Kiefer korrespondierende Zähne prophylaktisch versiegelt wurden (entweder immer mit oder immer ohne Kofferdam).

Gruppe 2:

Personen, bei denen im selben Kiefer korrespondierende Zähne mit einer erweiterten Versiegelung versorgt wurden (entweder immer mit oder immer ohne Kofferdam).

Stets wurde das gesamte Fissurenrelief einschließlich der palatinalen Fissuren im Oberkiefer versiegelt. Sowohl die Indikation zur prophylaktischen/erweiterten Versiegelung als auch die Art der Trockenlegung (relativ/absolut) musste immer für ein korrespondierendes Zahnpaar gegeben sein.

Es wurden Molaren und Prämolaren im Ober- und Unterkiefer behandelt, Versiegelungen an Frontzähnen wurden nicht vorgenommen.

3.2 Verwendete Materialien und klinischer Ablauf

Folgende Versiegler kamen zur Anwendung:

- **Helioseal-F®**
Fa. Vivadent, Schaan / Liechtenstein
- **Fissurit-F®**
Fa. Voco; Cuxhaven / Deutschland

Die verwendeten Produkte Helioseal-F und Fissurit-F befanden sich zu Beginn der Studie bereits in breiter klinischer Anwendung und waren auf dem deutschen Markt erhältlich. Es handelt sich um fluoridhaltige, lighthärtende Materialien mit einem Anteil von organischen Füllstoffen. Die genaue Zusammensetzung nach Herstellerangaben zeigt Tabelle 2.

Tab 2: Zusammensetzung der Versiegler nach Herstellerangaben

<i>Helioseal F</i>	<i>Gew. %</i>
Bis-GMA	12.0
Urethandimethacrylat und aliphatisches Dimethacrylat	46.0
Fluorosilikatglas	20.0
Hochdisperses Siliciumdioxid, silanisiert/ hydrophob	21.1
Titandioxid	0.6
Katalysator, Stabilisator	0.3

<i>Fissurit F</i>	
Bis-GMA	366 mg/ml
Hexandioldimethacrylat	285 mg/ml
7,7,9-Trimethyl- 4,13-dioxo-3, 14dioxo-5, 12-diazahehexandecan-1, 16diylidimethacrylat	299 mg/ml
NaF	32,5
Hochdisperses Siliciumdioxid	9,5Gew.%

Beide Produkte wurden als Materialien **1** und **2** in neutralen Behältnissen verwendet.

Nach der Versiegelung wurden die Versiegler in den Dokumentationsbögen ebenfalls mit **1** und **2** bezeichnet.

Die Kodierung war weder bei Applikation noch Auswertung bekannt.

Da bei jedem Teilnehmer beide Produkte angewendet wurden, bezog sich die Randomisierung nur auf die zu versorgenden Kieferhälften und Zahngruppen (Prämolaren/Molaren). Vor der Behandlung wurde per Los entschieden mit welchem Quadrant begonnen und welcher Versiegler zuerst benutzt wird.

Insgesamt wurden 58 Personen in die Studie aufgenommen, davon 23 weibliche und 35 männliche Probanden.

Nach 12 Monaten konnten 54 Personen nachuntersucht werden (21 weibliche, 33 männliche), das Durchschnittsalter betrug $13,7 \pm 3,6$ Jahre.

Von den vier Personen, die nicht zur Nachuntersuchung kommen konnten, waren zwei aus organisatorischen Gründen und eine wegen Krankheit verhindert. Der vierte Teilnehmer mit nur einem versiegelten Zahnpaar war inzwischen alio loco mit einer Füllung unbekannter Indikation versorgt worden.

Insgesamt wurden 203 Zahnpaare versiegelt (97 im Oberkiefer und 96 im Unterkiefer), von denen 193 ein Jahr später nachuntersucht werden konnten. Die Verteilung der Versiegelungen auf die Zahngruppen zeigt Tabelle 3.

Tab.3: Anzahl der versiegelten Zahnpaare im Ober- und Unterkiefer

	<i>1. Prämolar</i>	<i>2. Prämolar</i>	<i>1. Molar</i>	<i>2. Molar</i>
<i>Oberkiefer</i>	34	32	24	7
<i>Unterkiefer</i>	33	27	25	11

Insgesamt wurden 126 Prämolarenpaare und 67 Molarenpaare versiegelt.

Die Applikation des Versieglers erfolgte bei 82 Zahnpaaren unter absoluter Trockenlegung mit Kofferdam und bei 111 unter relativer Trockenlegung mit Watterollen. Die Verteilung der Zahngruppen auf die Isolationsverfahren zeigt Tabelle 4.

Tab.4: Verteilung der Zahngruppenpaare auf die Isolationsverfahren

	<i>Prämolaren</i>	<i>Molaren</i>
<i>Kofferdam</i>	58	24
<i>Watterollen</i>	68	43

Von 25 erweiterten Fissurenversiegelungen wurden 11 unter absoluter und 14 unter relativer Trockenlegung vorgenommen.

Die prophylaktische Versiegelung wurde in 71 Fällen mit Kofferdam und in 97 Fällen mit Watterollen vorgenommen. Die prozentuale Verteilung der Versiegelungsart auf die Art der Trockenlegung zeigt Tabelle 5.

Tab.5: Verteilung der Versiegelungsart auf die Art der Trockenlegung

	<i>prophylaktische</i>	<i>erweiterte</i>
<i>Kofferdam</i>	86,6%	13,0%
<i>Watterollen</i>	87,4%	12,6%

3.2.1 Klinisches Vorgehen

Die Indikation zur prophylaktischen Versiegelung bestand bei kariesfreien, nicht verfärbten Fissuren bei kompliziert gestalteter Kaufläche. Die Notwendigkeit einer erweiterten Versiegelung bei kariesfreier, verfärbter Fissur.

Die Versiegelungen wurden immer in der gleichen Weise mit einem standardisierten Behandlungstray durchgeführt. Hierzu zählten eine neue spitze zahnärztliche Sonde (Orbis Dental, Offenbach, D.), ein kleiner Kugelstopfer (Orbis Dental, Offenbach, D.), ein Gummikelch (Hawe-Neos, Bioggio, Schweiz), Ätzel (Email Preparator, Vivadent, Schaan, Liechtenstein), das Versieglermaterial, eine zahnärztliche Pinzette (Orbis Dental, Offenbach,

D.) und ein zahnärztlicher Spiegel (Gr.5, Orbis-Dental, Offenbach, D.) sowie Okklusionspapier (BK 1002, Bausch KG, Köln, D.), eine Stoppuhr und eine Polymerisationslampe (Lux II, 3M, D.).

Das klinische Vorgehen war wie folgt:

- Reinigung des Zahnes mit wässriger Bimsmehlauflösung und Gummikelch und der Fissuren mit einer spitzen zahnärztlichen Sonde
- Verfärbte Fissuren wurden angefärbt (Caries Detector, Kuraray, Düsseldorf, D.) und mit einem Rosenbohrer (Gr.6, Komet Gebr. Brasseler, Lemgo, D.) erweitert. Falls es während der Erweiterung zu einer Dentinbeteiligung kam, wurde der Zahn mit einer Füllung versorgt und das entsprechende Zahnpaar nicht weiter in die Studie mit einbezogen.
- Trockenlegung: Die Verwendung von Kofferdam wurde zunächst immer angestrebt. Die letztlich verwendete Art der Trockenlegung (relativ/absolut) wurde von Patientenalter und -verfassung, anatomischen Verhältnissen sowie der Patientencompliance bestimmt. Die relative Trockenlegung wurde im Oberkiefer bukkal mit Parotisrollen (Parotis Roll, Roeko, Langenau, D.) und im Unterkiefer mit kleinen Watterollen (Watterollen klein, Roeko, Langenau, D.) von bukkal und lingual vorgenommen. Zusätzlich wurde mit einem Speichelsauger (Kunststoffspeichelsauger mittel, Roeko, Langenau, D.) abgesaugt.
Bei der absoluten Trockenlegung wurde bei nur einem zu versiegelnden Zahnpaar der jeweilige Zahn, bei mehreren Zahnpaaren der ganze Quadrant unter Kofferdam (Medium, Roeko, Langenau, D.) gelegt.
- Ätzen mit 37%iger Phosphorsäure (Email Preparator, Vivadent, Schaan, Liechtenstein) für 40 Sek.
- Abspülen: 20 Sek. / Fläche und Auftragen des Versieglers mit einem kleinen Kugelstopfer von peripher nach zentral, Durchfahren des nicht ausgehärteten Materials mit einer zahnärztlichen Sonde
- Polymerisation: 20 Sek./ Fläche (LUX II, 3M, D.) und Dokumentation der erzielten Versieglerqualität. Bei Lufteinschlüssen oder Unterschüssen wurde erneut geätzt und nachversiegelt.

- Okklusionskontrolle mit Okklusionspapier und abschließende Fotodokumentation mit Kamera (CANON EOS 500) und Diafilmen (Elite II, Kodak, Stuttgart, D.)
- Fluoridierung mit Elmex-Gelee (Wybert GmbH, Lörrach, D.)

Nach einem Jahr wurden die versiegelten Zähne nachuntersucht, dabei wurden die gleichen Kriterien wie zur Dokumentation der Versieglerqualität direkt nach der Applikation verwendet.

Auch nach der Enduntersuchung wurden wieder alle versiegelten Zähne in der beschriebenen Weise fotografiert.

Tab.6: Definition der Untersuchungskriterien

Retention	Die Versiegelungen wurden als vollständig erhalten beurteilt, wenn das Fissurensystem genau wie nach der Applikation vollständig mit Versiegler bedeckt war. Für Teilverlust galt, dass Teile des Fissurensystems (auch geringfügig) wieder exponiert waren und für vollständigen Verlust, dass die Kaufläche frei von Versiegler war.
Rand <i>Übergang</i>	Der Übergang Versiegler/Zahn wurde mit einer spitzen zahnärztlichen Sonde beurteilt, übergangsloses Gleiten wurde als nicht tastbar, leichtes Haken als geringfügig tastbar, und deutliches Haken, Eindringen der Sonde oder deutlich sichtbarer Höhenunterschied als deutliche Stufe bewertet.
<i>Verfärbung</i>	Bereits vorhandene Verfärbungen oder Farbstoffretentionen wurden nach Anfärben als ja/nein Entscheidung festgehalten.
Oberfläche <i>Lufteinschlüsse</i> <i>Beschaffenheit</i>	Nach Sondierung wurde die Anzahl der Lufteinschlüsse festgehalten, als große Blasen wurden deutlich sichtbare, als kleine eher nur sondierbare, sondenspitzen große definiert. Bei <u>optischer</u> Beurteilung wurde eine Oberfläche als glänzend definiert, die das mit einem Spiegel gelenkte Licht reflektierte, (andernfalls galt sie als stumpf), zusätzlich wurde die Oberfläche <u>taktil</u> durch Sondieren als glatt oder rauh beurteilt.
Nachversiegelung	Die Indikation zur Nachversiegelung wurde gestellt, wenn der Versiegler ganz oder in größeren Teilen verloren gegangen war oder Lufteinschlüsse vorhanden waren und wurde als ja/nein Entscheidung festgehalten.
Karies	Die Diagnose Karies- ja/nein wurde nach visueller Beurteilung der Kauflächen (Kavitation, opake Veränderungen am Fissureneingang, deutlich unterminierend durchscheinende Verfärbung) gestellt.

3.2.2 Fotodokumentation

Alle versiegelten Zähne wurden direkt nach der Versiegelung und bei der Enduntersuchung mit der gleichen Kamera (Canon EOS 500) und mit den gleichen Diafilmen (Elite II, Kodak, Stuttgart, D.) fotografiert.

Die Diapositive dienten zur Unterstützung des klinischen Befunds und ermöglichten die quantitative vergleichende Beurteilung des Versieglermaterials bei der Anfangs- und Enduntersuchung.

Zur Auswertung wurden die direkt nach dem Legen der Versiegelungen und bei der Enduntersuchung angefertigten Diapositive parallel projiziert und die Ergebnisse der Bewertung in den Dokumentationsbogen eingetragen.

3.3 Statistik

Die handschriftlich erhobenen Daten wurden von den Dokumentationsbögen in eine Datenbank (Access 2000) eingegeben und auf Plausibilität überprüft. Anschließend erfolgte die Auswertung der Daten mit SPSS 7.5 für Windows 95. Der Vergleich der Zielvariablen erfolgte für die verschiedenen Gruppen mit dem Wilcoxon-Test und Mann-Whitney-Test, das Signifikanzniveau wurde bei 0,05 festgelegt.

4 Ergebnisse

4.1 Retention

Direkt nach der Applikation kam es bei einer Versiegelung mit Helioseal-F (unter relativer Trockenlegung) und bei zwei Versiegelungen mit Fissurit-F (eine absoluter und eine unter relativer Trockenlegung) zu einem Teilverlust (Abb. 1). Ein vollständiger Verlust der Versiegler wurde nicht beobachtet.

Bei der Enduntersuchung zeigte Helioseal-F insgesamt signifikant bessere Ergebnisse als Fissurit-F ($p \leq 0,05$), hier waren 53,4% der Versiegelungen vollständig intakt, bei 43,1% war es zu einem teilweisen und bei 3,6% zu einem vollständigen Verlust gekommen. Bei Fissurit-F fanden sich 44,6% der Versiegelungen intakt, bei 51,5% war es zu einem teilweisen und bei ebenfalls 3,6% zu einem vollständigen Verlust gekommen.

Die Verarbeitung der Versiegler unter Kofferdam hatte einen sehr deutlichen Einfluss auf die Retentionsraten: beide Materialien zeigten hochsignifikant ($p \leq 0,001$) bessere Ergebnisse bei absoluter Trockenlegung, zudem fanden sich hier keine signifikanten Unterschiede mehr zwischen den Versieglermaterialien. Bei relativer Trockenlegung dagegen schnitt Helioseal-F signifikant ($p \leq 0,05$) besser ab als Fissurit-F (Abb. 2).

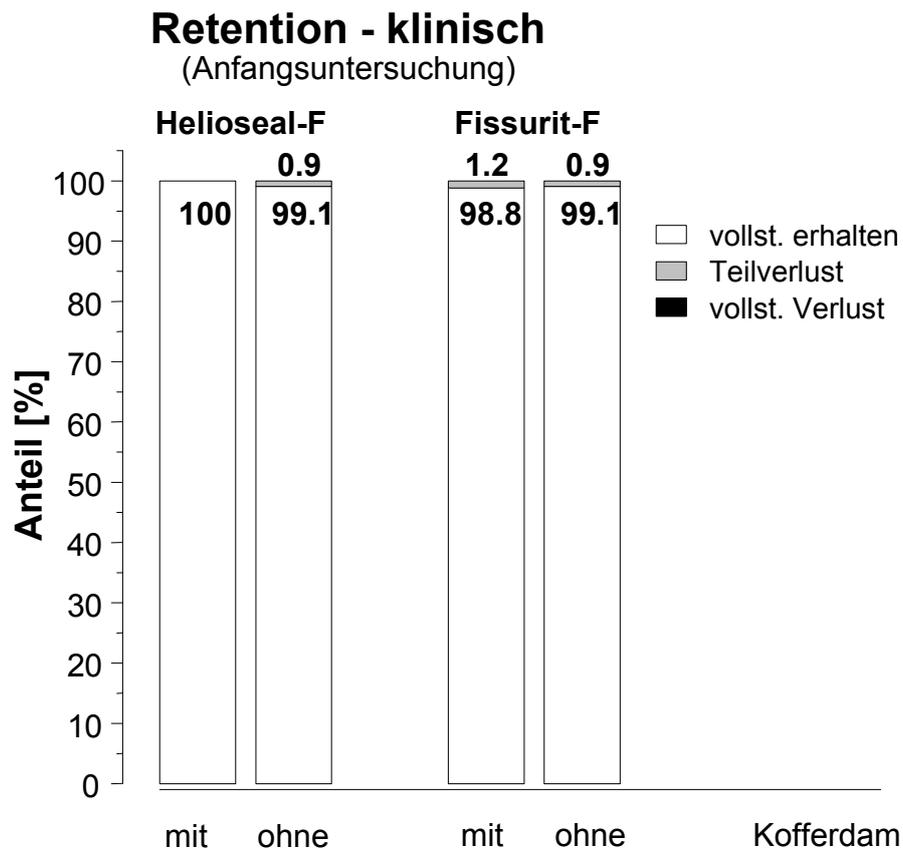


Abb. 1: Klinische Beurteilung der Versieglerretention direkt nach der Applikation (mit Kofferdam n=82, ohne Kofferdam n=111)

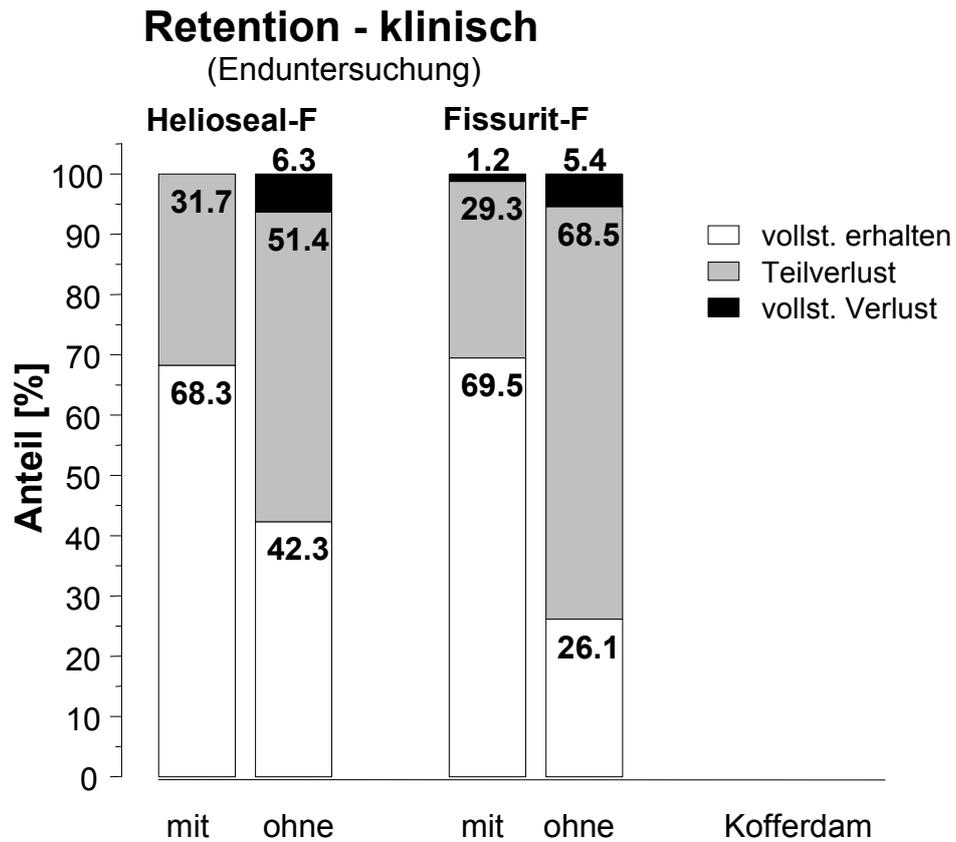


Abb. 2: Klinische Beurteilung der Versieglerretention nach einem Jahr in situ (mit Kofferdam n=82, ohne Kofferdam n=111)

Diese Ergebnisse wurden bei der Auswertung der Diapositive bestätigt (Abb.3 und 4).

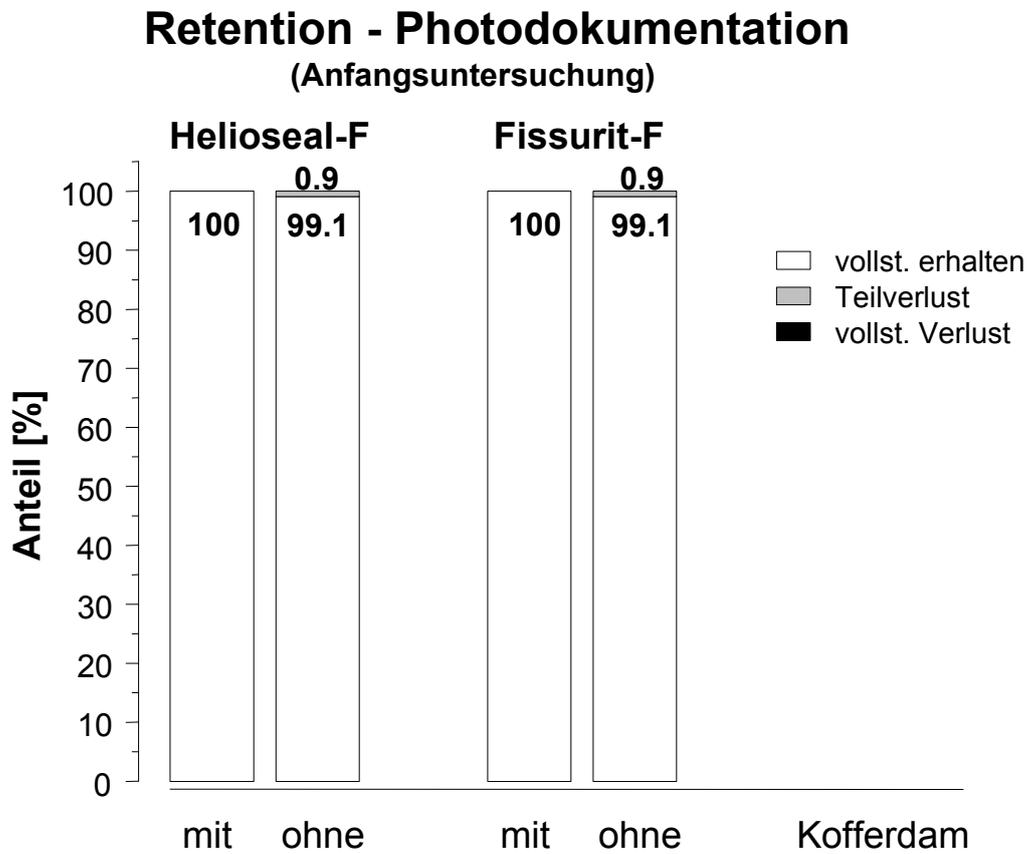


Abb. 3: Beurteilung der Versieglerretention direkt nach der Applikation anhand von Dias (mit Kofferdam n=82, ohne Kofferdam n=111)

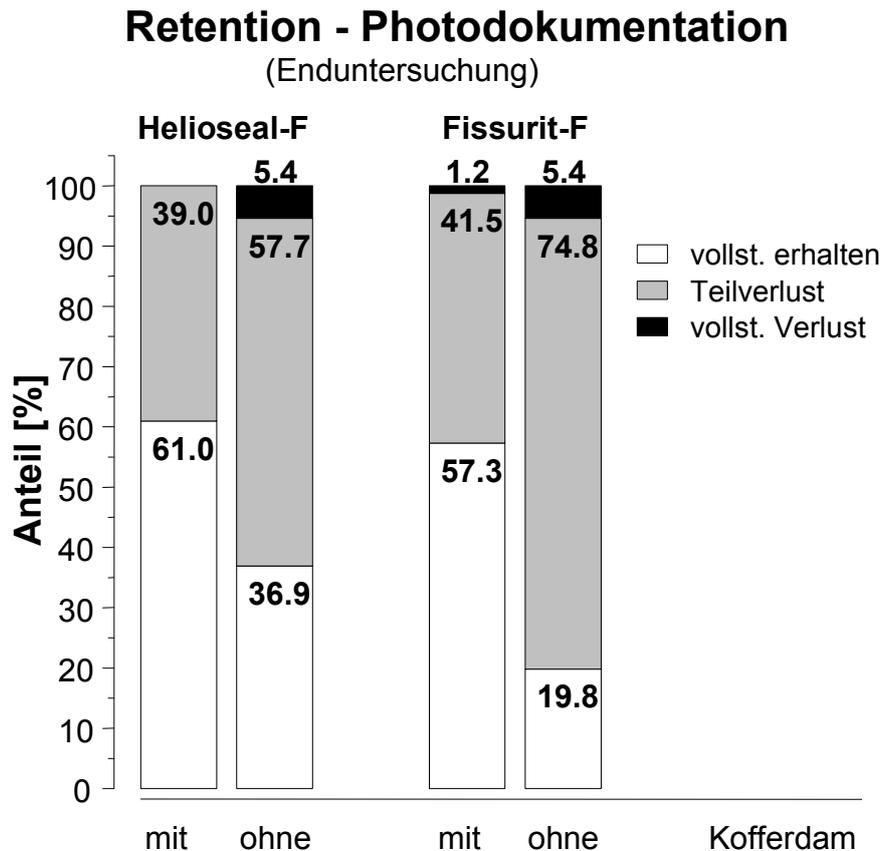


Abb. 4: Beurteilung der Versieglerretention nach einem Jahr in situ anhand von Dias (mit Kofferdam n=82, ohne Kofferdam n=111)

4.2 Oberfläche

4.2.1 Lufteinschlüsse

Lufteinschlüsse kamen bei der Applikation der Versiegelungen bei beiden Materialien in etwa 10% der Fälle vor.

Hinsichtlich der Anzahl der Lufteinschlüsse unterschieden sich die Materialien insgesamt nicht signifikant. Die Verarbeitung unter Kofferdam hatte hier aber einen deutlichen Einfluss: während sich die Materialien unter absoluter Trockenlegung nicht statistisch unterschieden, zeigten die Versiegelungen mit Fissurit-F bei Verarbeitung unter relativer Trockenlegung signifikant mehr Lufteinschlüsse ($p \leq 0,05$) als Helioseal-F (Abb. 5).

Bei Heliöseal-F fanden sich nach Applikation unter Kofferdam bei 6,1% und unter relativer Trockenlegung bei 3,1% der Versiegelungen große Lufteinschlüsse, bei Fissurit-F waren es 6,1% mit und 8,1% ohne Kofferdam. Alle Werte unterschieden sich statistisch nicht signifikant.

Alle Versiegelungen mit Lufteinschlüssen wurden nachversiegelt.

Nach einem Jahr waren erneut Lufteinschlüsse zu finden: hier schnitt Heliöseal-F hinsichtlich der Anzahl insgesamt besser ab ($p \leq 0,05$), der Unterschied zeigte sich noch deutlicher, wenn nur mit relativer Trockenlegung gearbeitet worden war ($p \leq 0,01$), war jedoch statistisch nicht mehr signifikant wenn unter absoluter Trockenlegung gearbeitet worden war (Abb. 6).

Ebenso fanden sich bei Heliöseal-F weniger große Lufteinschlüsse als bei Fissurit-F wenn nur mit Watterollen isoliert worden war ($p \leq 0,05$), während nach Arbeiten unter Kofferdam hinsichtlich der großen Lufteinschlüsse kein signifikanter Unterschied mehr zu finden war.

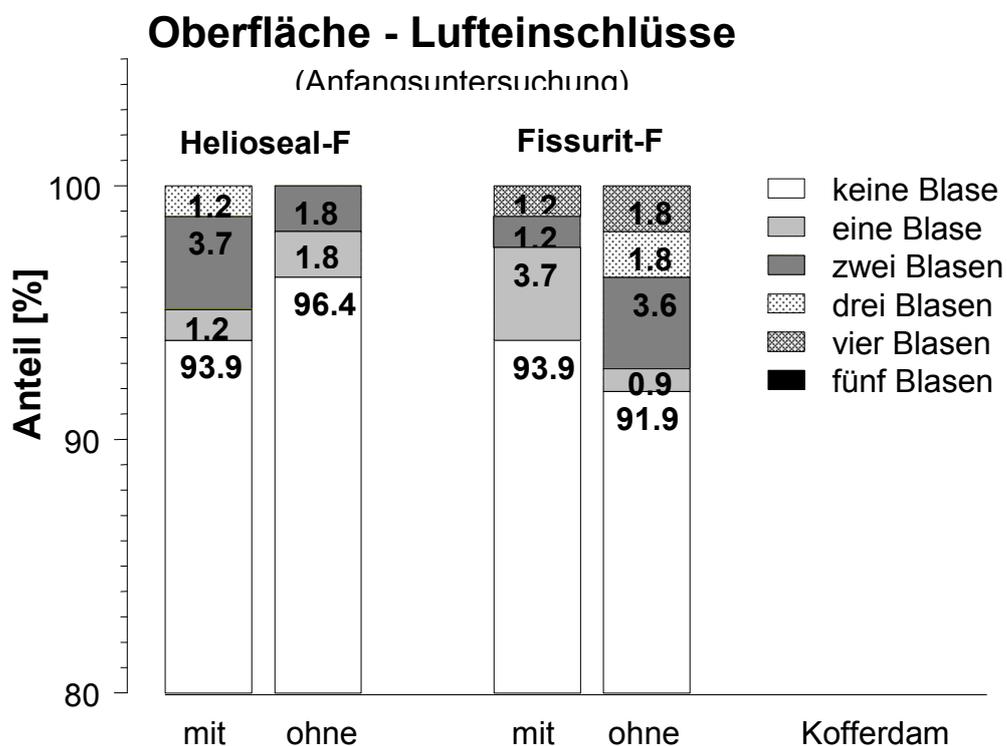


Abb. 5: Anzahl der Lufteinschlüsse direkt nach der Applikation (mit Kofferdam n=82, ohne Kofferdam n=111)

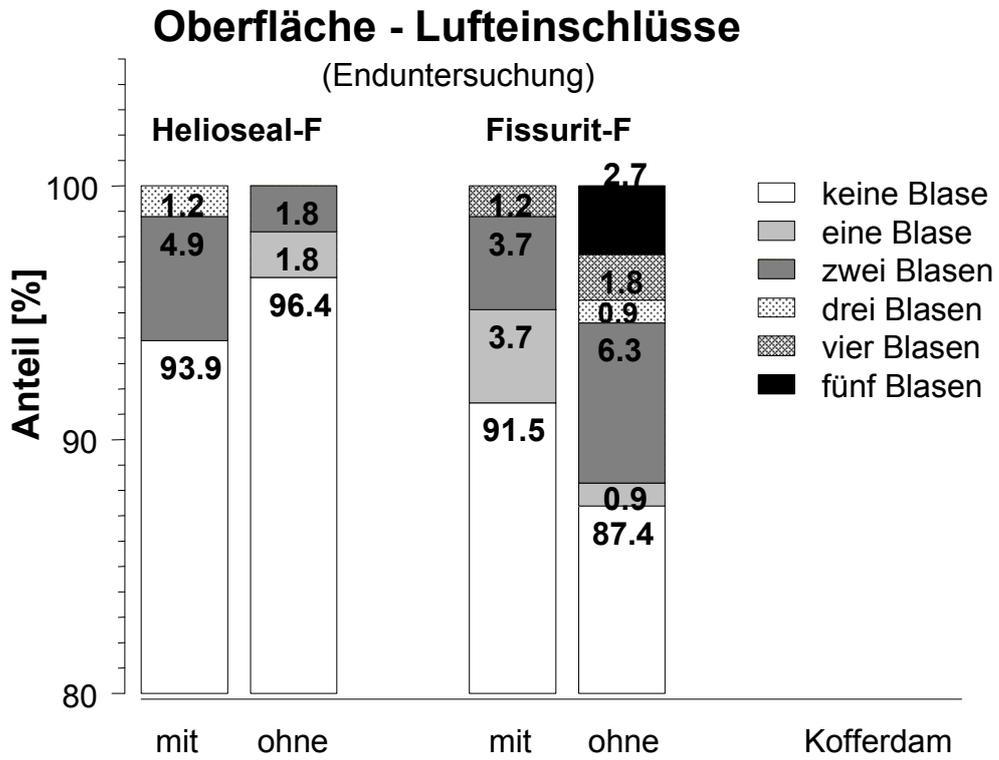


Abb. 6: Anzahl der Lufteingänge nach einem Jahr in situ (mit Kofferdam n=82, ohne Kofferdam n=111)

4.2.2 Beschaffenheit

Direkt nach dem Legen war die Oberfläche bei allen Versiegelungen glatt und glänzend. Nach einem Jahr war bei unwesentlichen Unterschieden zwischen den Materialien der Glanz bei über 90% der Versiegelungen verlorengegangen und die Oberfläche fühlte sich nur noch bei 20-25% der Versiegelungen beim Sondieren glatt an (Abb. 7 und 8).

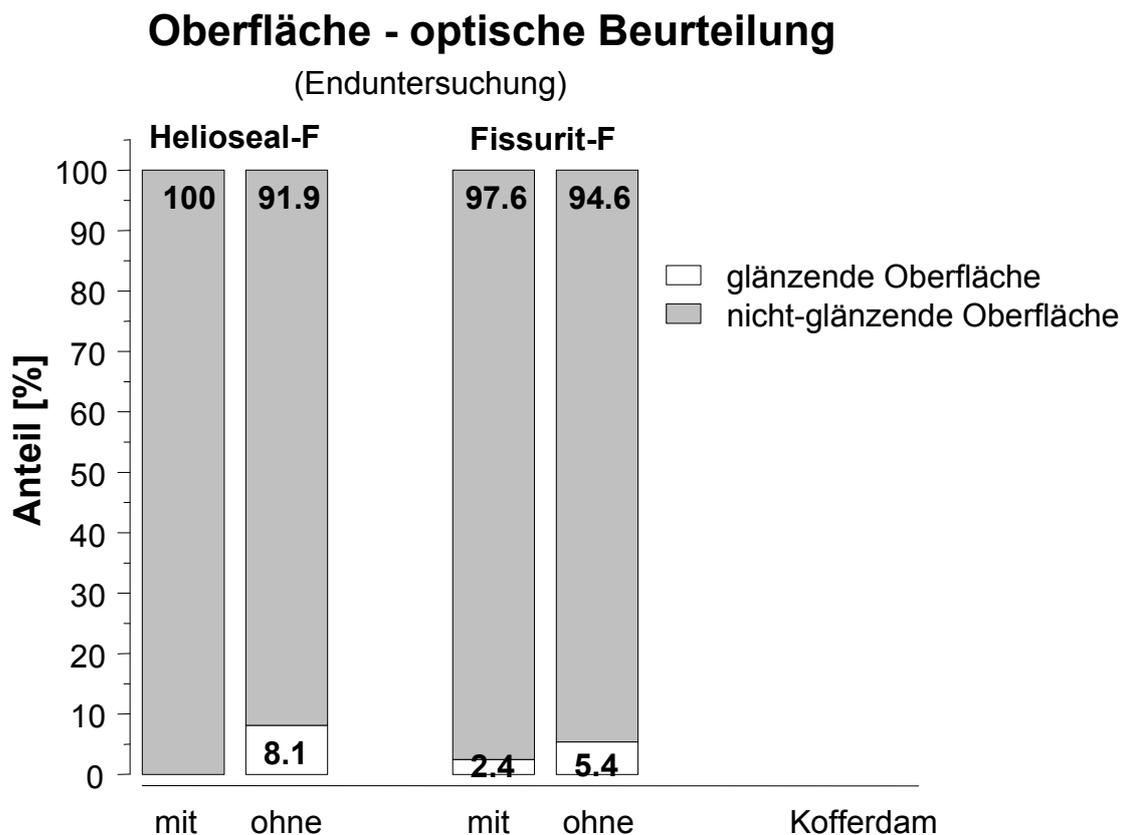


Abb. 7: Oberflächenqualität bei optischer Beurteilung nach einem Jahr in situ (mit Kofferdam n=82, ohne Kofferdam n=111)

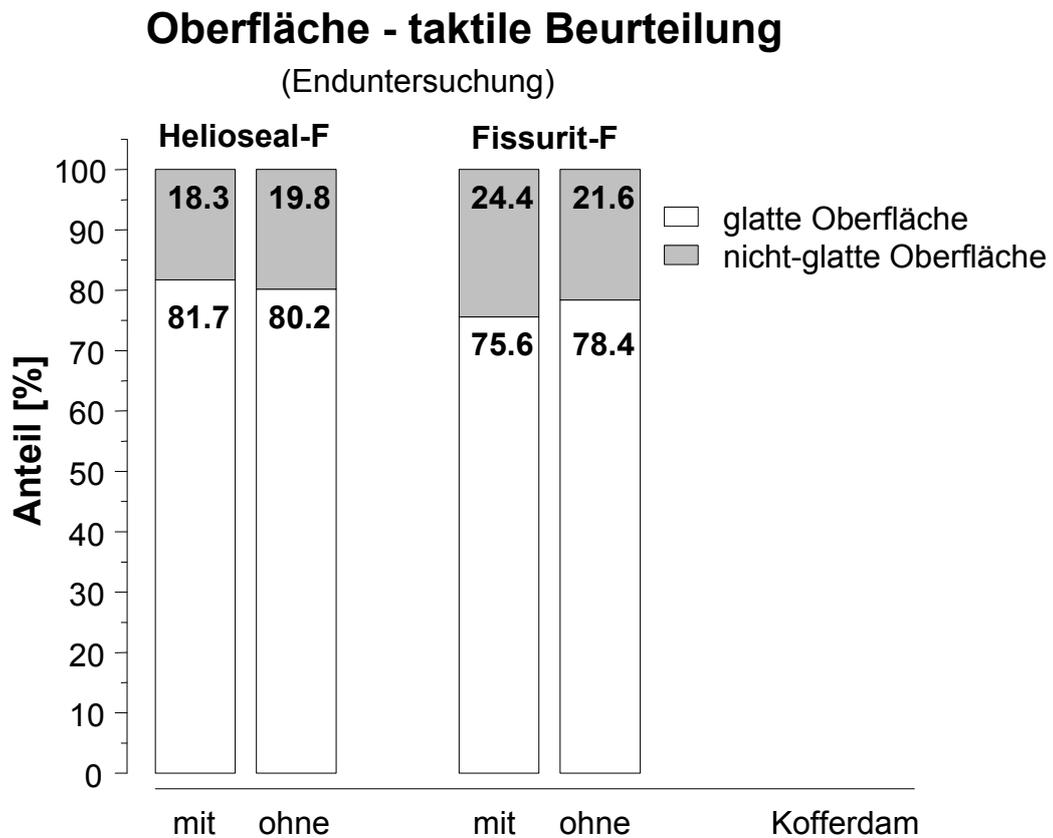


Abb. 8: Beurteilung der Oberflächenqualität durch Sondieren nach einem Jahr in situ (mit Kofferdam n=82, ohne Kofferdam n=111)

4.3 Rand

4.3.1 Verfärbungen im Randbereich

Verfärbungen im Randbereich waren direkt nach dem Legen auch nach Anfärben bei keiner Versiegelung zu erkennen.

Nach einem Jahr traten Verfärbungen im Randbereich insgesamt bei Heliocem-F 18 mal und bei Fissurit-F 15 mal auf (Abb. 9). Diese Verfärbungen waren häufiger zu beobachten, wenn ohne Kofferdam gearbeitet worden war (Heliocem-F: $p \leq 0,68$, Fissurit-F: $p \leq 0,05$).

Klinisch unverfärbte Randbereiche ließen sich bei Versiegelungen mit Heliocem-F auch mit Farbstoff nicht anfärben, bei Fissurit-F färbten sich eine unter Kofferdam gelegte und 5 unter relativer Trockenlegung applizierte Versiegelungen. Es fanden sich keine statistisch signifikanten Unterschiede.

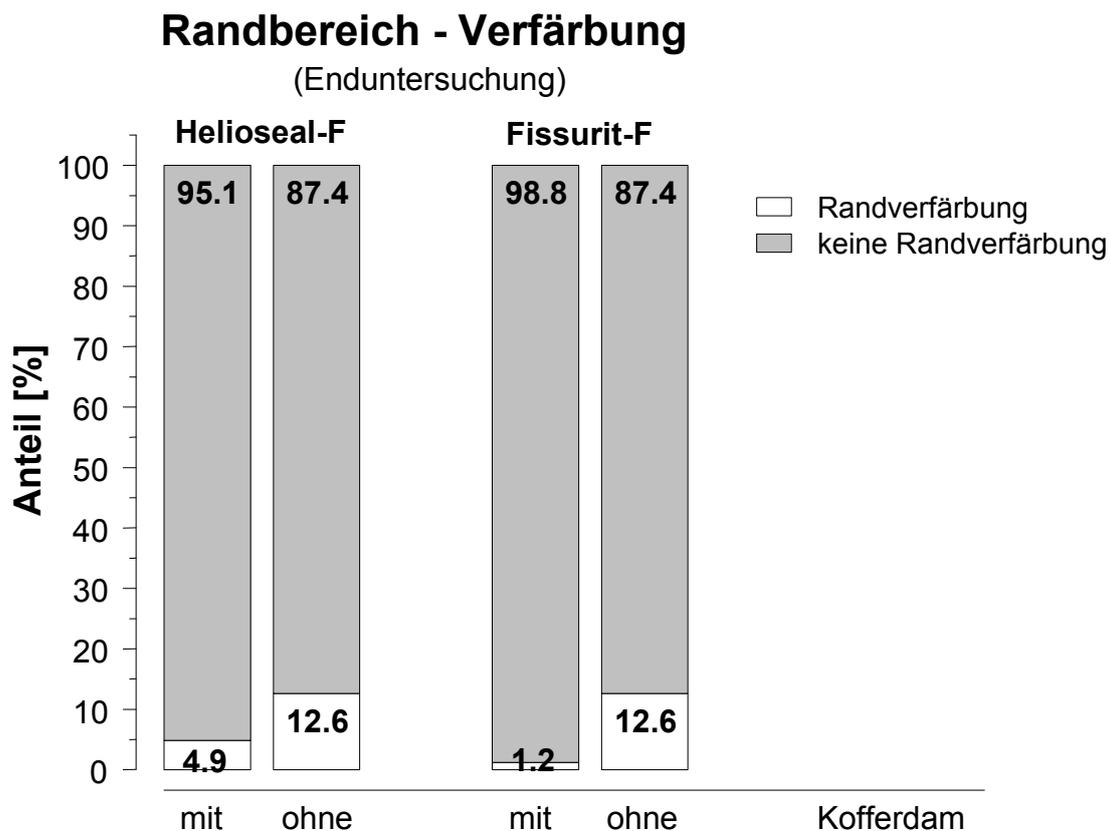


Abb. 9: Anteil der Versiegelungen mit klinischer Verfärbung im Randbereich nach einem Jahr in situ. (mit Kofferdam $n=82$, ohne Kofferdam $n=111$)

4.3.2 Übergang Versiegler/Zahn

Bereits beim Legen der Versiegelungen zeigten sich geringfügig tastbare Stufen am Übergang Versiegler/Zahn (Abb. 10). Versiegelungen, die unter absoluter Trockenlegung appliziert waren, schnitten hier nicht besser ab als die unter relativer Trockenlegung applizierten. Ebenso fand sich sowohl nach Verarbeitung mit als auch ohne Kofferdam kein signifikanter Unterschied zwischen den Materialien.

Bei der Kontrolle nach einem Jahr zeigten die Versiegelungen mit Fissurit-F insgesamt jedoch signifikant mehr Stufenbildungen als Versiegelungen mit Helioseal-F ($p \leq 0,001$). Bei Verarbeitung unter Kofferdam waren die Unterschiede wiederum nicht statistisch signifikant, wenn jedoch nur mit Watterollen trockengelegt war, zeigten sich bei Fissurit-F fast in der Hälfte der Versiegelungen deutlich tastbare Stufen während es bei Helioseal-F nur knapp 20% waren ($p \leq 0,001$, Abb. 11)

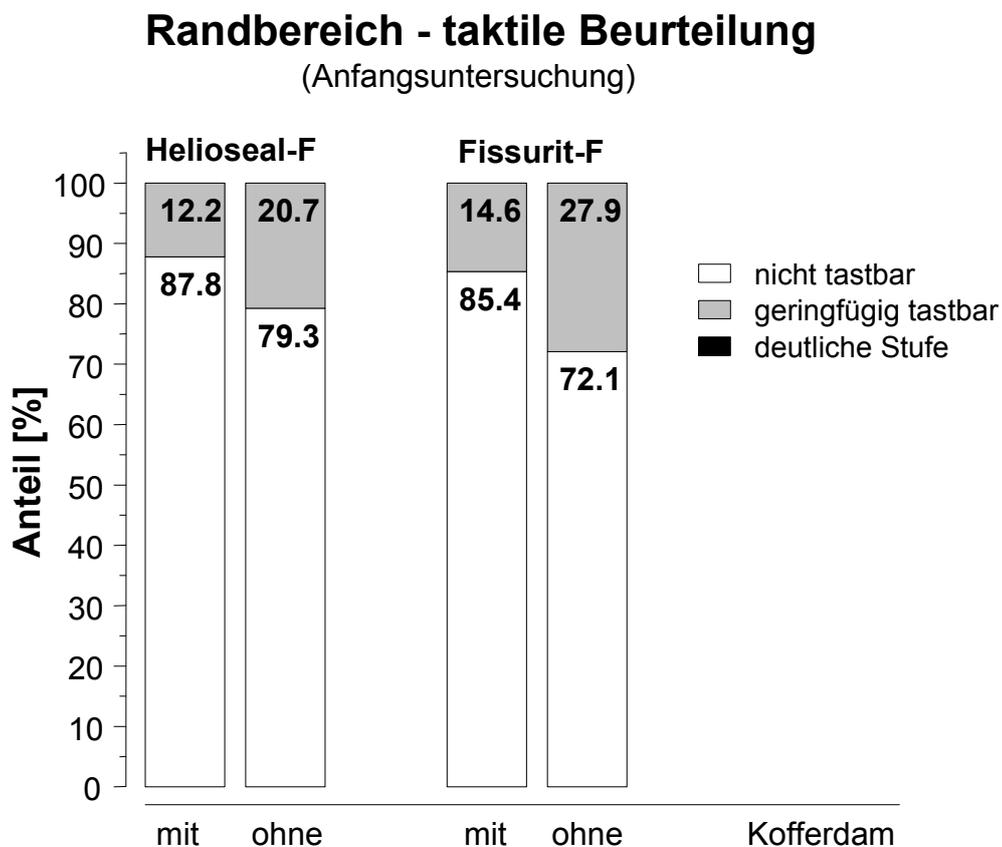


Abb. 10: Beurteilung des Übergangs Versiegler/Zahn direkt nach der Applikation (mit Kofferdam n=82, ohne Kofferdam n=111)

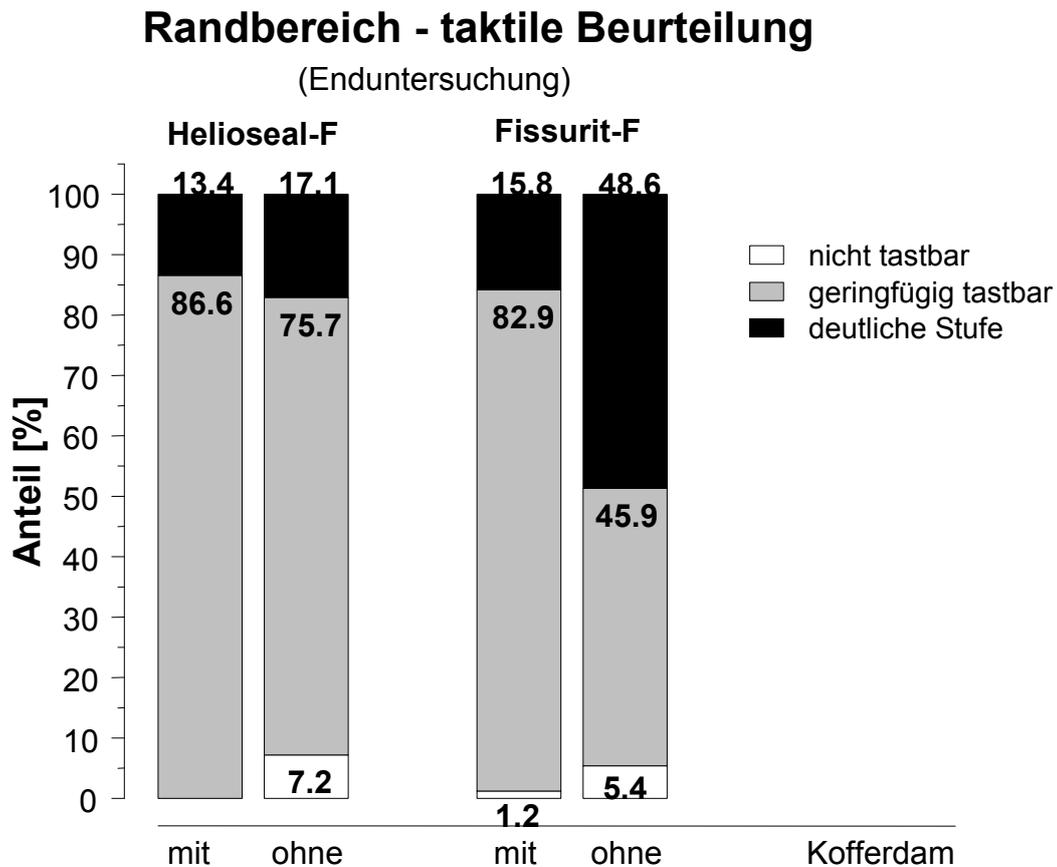


Abb. 11: Beurteilung des Übergangs Versiegler/Zahn nach einem Jahr in situ (mit Kofferdam n=82, ohne Kofferdam n=111)

4.4 Karies

Sowohl bei Fissurit-F als auch bei Helioclear-F war bei fünf Zähnen (2,6%) Karies aufgetreten. Betroffen waren insgesamt vier Patienten, bei zweien waren jeweils zwei Zahnpaare kariös geworden (alles erweiterte Versiegelungen bei Teilverlust des Versieglermaterials) und bei zwei weiteren jeweils ein Zahn mit je einer prophylaktischen Versiegelung. Alle Versiegelungen waren ohne Kofferdam appliziert worden.

5 Diskussion

Ein Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, die Qualität von Versiegelungen in Bezug auf Oberflächeneigenschaften und Randqualität sowie die Retention in Bezug auf die Art der Trockenlegung zu beurteilen. Hierbei wurden zwei Materialien zur Fissurenversiegelung verwendet, die sich bereits in breiter klinischer Anwendung befinden. Die Versiegelungen wurden nach einem Standardverfahren, welches dem verbreiteten Vorgehen in der zahnärztlichen Praxis entspricht, durchgeführt. Die mechanische Reinigung der Oberfläche wurde mit rotierendem Bürstchen und Bimssteinmehl sowie einer zahnärztlichen Sonde vorgenommen. Beim Verdacht auf Karies wurde die Zahnoberfläche mit Kariesdetektor angefärbt und die Fissur mit Rosenbohrer bzw. Diamantkugel erweitert. Im Anschluss erfolgte die Trockenlegung entweder mit Watterollen oder Kofferdam. Die Konditionierung des Schmelzes erfolgte mit 35%iger Phosphorsäure. Nach ausreichender Einwirkzeit, Absprayen des Ätzgels und Kontrolle des retentiven Ätzmusters erfolgte die Versiegelung mit einem Kugelstopfer von zentral nach peripher. Nach Oberflächen- und Okklusionskontrolle wurden die Zähne abschließend fluoridiert.

Zu technischen Fragen ist eine Vielzahl von Laborstudien publiziert, die beispielsweise den Einfluss spezieller Arten der Reinigung, Konditionierung sowie verschiedener Applikationsformen auf die Retention beschreiben.

Brocklhurst et al. (1992) untersuchten den Einfluss der Reinigung der Zahnoberfläche auf Retention und Tiefenpenetration eines Versieglers. Bei dieser in-vitro Untersuchung wurden 46 Testzähne in 3 Gruppen unterteilt. Die erste Gruppe wurde vor der Versiegelung mit einem Pulverstrahlgerät, die zweite Gruppe mit Bimsmehl und Bürstchen gereinigt. Als Kontrollgruppe dienten die Zähne, die ohne Reinigung versiegelt wurden. Nach der Versiegelung wurden die Schliffe der Testzähne unter dem Mikroskop untersucht. In Gruppe 1 wurde eine signifikant tiefere Penetration des Versieglermaterials in die Fissuren beobachtet. Es zeigte sich, dass in Gruppe 2 die herkömmliche Reinigung nicht ausreichend war, um den Versiegler bis zur tiefsten Stelle der Fissur zu verteilen.

Koch und Stähle (1993) untersuchten die Adhäsivflächen von 30 extrahierten Weisheitszähnen in Abhängigkeit der vorhergehenden Reinigung. Dazu wurden in einer Kontrollgruppe nur mit Bimsmehl gereinigte und in einer weiteren Gruppe zusätzlich mit Pulverstrahlgerät gereinigte Zähne nach Säurekonditionierung versiegelt. Nach der

Versiegelung wurden die Zähne für 48 Stunden in Salpetersäure aufgelöst. Danach konnte die Unterseite des isolierten Versiegelungsmaterials rasterelektronenmikroskopisch analysiert werden. Es wurde gezeigt, dass retentive Ätzmuster, wie sie für die Adhäsivtechnik gefordert werden, unabhängig von der Art der Reinigung nicht in der gesamten Fissur zu erzielen waren.

Chan et al. (1999) stellte in einer umfangreich angelegten Laboruntersuchung fest, dass nur die Vorbereitung der Oberfläche mit einem Pulverstrahlgerät oder das Erweitern der Fissuren mit einer Diamantbirne zu einer signifikant besseren Penetration und einer geringeren Randspaltbildung des Materials führte. Hierbei schnitten die Kontrollgruppen mit verschiedenen Kombinationen der herkömmlichen Reinigung wie z.B. Bürste mit und ohne Bimsmehl sowie längere Ätzzeiten, schlechter ab.

Weitere Untersuchungen beschäftigten sich mit der Untersuchung der Zahnoberfläche nach Bearbeitung mit verschiedenen Schleifkörpern sowie der Bonding- und Laserkonditionierung.

Jung et al. (1999) untersuchten die Haftkraft von Komposit an der Schmelzoberfläche in Abhängigkeit von der Vorbehandlung mit acht verschiedenen Schleifkörpern. Es konnte keine signifikante Verbesserung der Haftkraft durch das Aufrauen der Schmelzoberfläche vor der herkömmlichen Anwendung der Säure-Ätz-Technik festgestellt werden.

Dagegen stellten Geiger et. al. (2000) im Experiment fest, dass das Aufrauen kariesfreier Molaren mit verschiedenen Schleifkörpern vor der Applikation des Versieglers (Helioseal) zu einer signifikant besseren Retention führte. Hierbei zeigte die Verwendung eines diamantierten birnenförmigen Schleifers signifikant bessere Resultate als die der Korundschleifer.

Pinkernell (1994) untersuchte den Einfluss einer Bondingkonditionierung direkt vor der Applikation von Helioseal-F auf die Penetration des Materials in tiefe Fissuren. Hierbei sollte geklärt werden, ob der Gebrauch eines niedrig viskosen Bondings eine bessere Penetration des viskoserer gefüllten Versieglers ermöglicht. Er konnte zeigen, dass zwar weniger Luftblasen als in der Kontrollgruppe mit ungefülltem Versiegler entstanden, aber auch eine vermehrte Stufenbildung zum Schmelzrand zu beobachten war. Selbst beim Gebrauch von Bonding penetrierte das Material nicht immer bis in die tiefsten Fissurenbereiche.

Die Ergebnisse von Perlea et al. (1997b) verdeutlichten, dass der Gebrauch von Schmelz-Dentin-Adhäsiv im Ergebnis zu einer signifikant geringeren Farbpenetration in die versiegelten Testzähne führte. In einer zweiten Testreihe unter dem Elektronenmikroskop wiesen ebenfalls die „Adhäsivzähne“ eine signifikant geringere Anzahl von Randspaltbildung

auf. Die Ergebnisse verdeutlichten, dass die Anwendung eines Adhäsivs vor der Fissurenversiegelung hinsichtlich Haftung und Randverhalten vorteilhaft sein könnte.

Geibel et al. (1995) untersuchten den Einfluss der Präkonditionierung der Schmelzoberfläche mit einem Er:YAG-Laser auf die Haftkraft des Versieglers (u.a. Helioseal und Fissurit). Für Helioseal zeigte sich nach Konditionierung mit 125 mJ/2Hz und darauf folgender Schmelzätzung wesentlich geringere Spaltbreiten im Farbpenetrationstest als bei herkömmlicher Versiegelungstechnik. Es konnte aber auch nachgewiesen werden, dass zu hohe Pulsenergien eines Lasergeräts auch zu einer Ablösung der oberen Schmelzschichten und damit zu nicht ausreichender Retention führten. Selbst bei Laserkonditionierung der Schmelzoberfläche mit niedrigen Pulsenergien schnitt die herkömmliche Säure-Ätz-Technik bezüglich der Retention signifikant besser ab. Die Pulsenergien mit maximaler Retention betrugen 200 mJ. Randdefekte des Versieglers konnte an 55% der Testzähne festgestellt werden. Die Resultate der herkömmlichen Säure-Ätz-Technik lagen mit 24,4% hochsignifikant besser (Becker et al. 1996, Ceballo et al. 2002).

Perlea et al. (1997a) untersuchten die Qualität der Versiegelung nach der Applikation mit einem ultraschallaktivierten Instrument. In 25 von 59 ausgewerteten Fissuren waren nach Ultraschallanwendung blasenförmige Porositäten im Versiegelungsmaterial zu beobachten. Gleichartige Porositäten wurden in der Kontrollgruppe mit herkömmlicher Applikation bei nur 9 von 65 Fissurenquerschnitten festgestellt. Die Ergebnisse zeigten statistisch signifikant mehr Porositäten bei der Applikation mit Ultraschallinstrument.

Ziel der folgenden klinischen Untersuchungen war ebenfalls, die verschiedenen Arten der Reinigung und Vorkonditionierung der Fissur und deren Einfluss auf die Haftkraft des Versieglers zu beobachten.

Hierbei konnten Donnan und Ball (1988) erkennen, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen der Reinigung mit Bürstchen und Bimsmehl vor der herkömmlichen Säure-Ätz-Technik und der alleinigen Säure-Ätz-Technik gab. Innerhalb einer randomisierten Doppelblindstudie untersuchten sie die Versiegelung mit Helioseal an 7-16jährigen Kindern im Zeitraum zwischen 6 und 12 Monaten. Nach 12 Monaten betrug die Retention in beiden Gruppen zwischen 96% und 97%. Die Autoren gaben jedoch zu bedenken, dass der Einsatz von Bürstchen nicht ausreichend ist, um Plaque in tiefliegenden Arealen der Fissur zu entfernen.

Gillcrist et al. (1998) verglichen ebenso zwei verschiedene Arten der Vorreinigung und ihren Einfluss auf die Versieglerretention. In dieser randomisierten Doppelblindstudie wurden bei 74 Schulkindern jeweils an den ersten bleibenden Molaren Fissurenversiegelungen vorgenommen. Die Zähne der ersten Gruppe wurden mit rotierendem Prophylaxebürstchen und Fluoridpaste, die der zweiten Gruppe dagegen nur mit herkömmlicher Zahnbürste ohne Paste gereinigt. Die Nachuntersuchung fand nach 12 Monaten statt und ergab für die Retentionswerte (um 98%) keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Methoden.

In einer weiteren klinischen Untersuchung konnten Kanellis et al. (2000) feststellen, dass kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Techniken der herkömmlichen Säure-Ätz-Technik und Pulverstrahlreinigung ohne anschließende Säure-Ätz-Technik bestand. Nach 12 Monaten untersuchten sie die Retention an Molaren von 58 der ursprünglich 84 Kinder. Obwohl es keinen signifikanten Vorteil gab, ergab die Säure-Ätz-Technik mit 95% absoluter Retention ein besseres Ergebnis als die Reinigung mit Pulverstrahlgerät ohne Säure-Ätz-Technik mit nur 87%. Deutlich nachteiliger schnitt jedoch die Pulverstrahlreinigung flächenbezogen an den bukkalen sowie distolingualen Fissurenabschnitten ab. Hierbei lag die Retention mit 6% und 28% hoch signifikant schlechter als die Retention bei herkömmlicher Säure-Ätz-Technik mit 65% und 58%.

Boksman et al. (1993) konnten klinisch keine signifikant verbesserte Retention durch Konditionierung mit und ohne Dentinadhäsiv feststellen. Zwei Versiegler (Concise und Prisma Shield) wurden in einer Doppelblindstudie mit und ohne Verwendung von Bonding (Scotchbond2 und Prisma Universal Bond) auf Molaren der 2. Dentition appliziert. Nach 2 Jahren betrug die Retention der Versiegelungen mit Adhäsiv 77% und 81% ohne die Verwendung von Dentinadhäsiv.

Wenn auch die oben beschriebenen in-vitro Studien mit aufwendigsten Verfahren bessere Ergebnisse erzielt haben, hat sich klinisch kein Vorteil gegenüber dem herkömmlichen Verfahren gezeigt. Da es sich dabei um ein bewährtes, kostengünstiges und einfaches Vorgehen handelt, haben wir uns auch in der vorliegenden Studie auf die Reinigung der Fissur mit Bimsmehl, die einfache Konditionierung mit Phosphorsäure und die Applikation des Materials mit einem Kugelstopfer beschränkt.

5.1 Untersuchungskriterien

Die Definition für einen Totalverlust der Versiegelung ist eindeutig und zeigt, dass das Resultat von 3,6% Verlusten für beide Materialien aus der vorliegenden Arbeit durchaus im Bereich von anderen Studienergebnissen liegt (Mertz-Fairhurst et al. 1984, Garcia-Godoy 1986, Irmisch 1992, Winkler et al. 1996).

Beispielsweise fand Garcia-Godoy (1986) nach 12 Monaten bei 1,3% der Fälle einen totalen Verlust des Versieglers Helioseal.

Bei Irmisch (1992) traten innerhalb der 13-Jahres Studie bereits nach 1 Jahr ca. 10% Totalverluste ein.

Durch Wagner et al. (1994) wurden 2415 versiegelte Molarenflächen (u.a. Helioseal) von Patienten einer Privatpraxis untersucht. Der Beobachtungszeitraum erstreckte sich auf 10 Jahre. Nach 1 Jahr konnten 3,7% Totalverluste vorgefunden werden.

Koch et al. (1997) verglich über einen Beobachtungszeitraum von einem Jahr Helioseal-F mit einem ungefüllten Versiegler. Bei der Abschlussuntersuchung konnte nur an einem von 31 Zähnen ein Totalverlust erkannt werden.

Hirsch et al. (1999) untersuchten bei 61 Probanden im Alter von 6-11 Jahren unter anderem die Retention der Versiegler Helioseal-F und Fissurit-F im Vergleich. Ein Totalverlust konnte nach 12 Monaten bei beiden Materialien nicht festgestellt werden.

Die in vorliegender Studie gefundenen Ergebnisse für einen Teilverlust der Versiegelung betragen hingegen bereits nach einem Jahr bei Helioseal-F 43,1% und bei Fissurit-F 51,5%. Damit erscheint im Vergleich der Teilverlust eher höher als gemeinhin festgestellt. Allerdings müssen hierbei der unterschiedliche Studienaufbau der meisten anderen Untersuchungen sowie die überwiegend wenig definierten Beurteilungskriterien einer Versiegelung erwähnt werden. In Feldstudien sind oft nur grobe Kriterien wie „Fissurensystem teilweise exponiert“ für die Definition eines Teilverlusts zugrunde gelegt. In der vorliegenden Materialstudie wurden dagegen feinere Kriterien gewählt. So ermöglichte die Fotodokumentation den genauen Vergleich jeder Versiegelung, was die Diagnose auch geringfügiger Versieglerverluste ermöglichte.

Es bleibt festzustellen, dass selbst gleich angelegte Untersuchungen doch sehr unterschiedliche Ergebnisse bezüglich der Versieglerretention ergaben. Der Grund hierfür dürfte aber auch in der unterschiedlichen Auslegung von „Teilverlust des Versieglers“ liegen.

In der Literatur wurden nur sehr selten Angaben über den Bewertungsmaßstab hierfür gegeben. Da es schwierig erscheint klinisch relevante von nicht relevanten Verlusten abzugrenzen, hat die vorliegende Studie eher strenge Kriterien zur Grundlage der Bewertung einer Fissurenversiegelung. Die Versiegelungen wurden als vollständig erhalten beurteilt, wenn das Fissurensystem genau wie nach der Applikation vollständig mit Versiegler bedeckt war. Für Teilverlust galt, dass Teile des Fissurensystems (auch geringfügig) wieder exponiert waren und für vollständigen Verlust, dass die Kaufläche frei von Versiegler war.

Dagegen bewertet Simonsen (1987) eine Versiegelung selbst dann noch als intakt, wenn geringfügige Materialverluste im Fissurenrandbereich eingetreten sind. Solche, die jedoch einen deutlichen Rand entstehen ließen, werden als Teilverlust deklariert.

Trummler und Trummler (1990) definieren einen allgemeinen Substanzverlust als klinisch irrelevant, solange die „retentiven“ Fissuren und Grübchen bedeckt bleiben. Teilverlust lag dann vor, wenn die bukkalen bzw. palatinalen Fissuren der 1. Molaren exponiert waren oder die okklusale Kontinuität durch Luftblasen unterbrochen war.

In anderen Studien wurden dagegen überhaupt keine Bewertungskriterien erwähnt (Hickel u. Voß 1989, Wagner et al. 1994).

Heinrich-Weltzien et al. (1998b) bewertete Fissurenversiegelungen dann als intakt, wenn keine peripheren oder zentralen Anteile des Versieglers verloren gegangen waren.

Dementsprechend liegen die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung bei vergleichbar strengen Untersuchungskriterien etwa im Bereich einer Studie von Irmisch (1992), in der die Retention des Versieglers Delton in einem ähnlichen Design geprüft wurde. Der Versiegler wurde nach der herkömmlichen Weise unter Säure-Ätz-Technik auf Prämolaren und Molaren appliziert. Nach 13 Jahren konnten von ursprünglich 166 immerhin noch 122 Zahnpaare nachkontrolliert werden. Während der Studie, die 1977 begann, wurden die Zähne 5 Jahre regelmäßig kontrolliert. Irmisch definierte einen Teilverlust bereits dann, wenn die Sonde an einer Stelle der obersten Versieglungsschicht hakte, aber in der Tiefe der Fissur noch Versieglermaterial vorhanden war. Nach einem Beobachtungszeitraum von einem Jahr war unter diesen Kriterien in 50% der Fälle ein Versieglerverlust beobachtet worden. Das Risiko des Versieglerverlustes war bald nach der Applikation des Materials (im 1. und 2. Jahr) am größten. Ungenügende Retention war häufiger an Molaren als an den Prämolaren zu beobachten.

Feigal et al. (1993) fanden in ihrer klinischen Untersuchung durchaus vergleichbare Werte zu den Ergebnissen der vorliegenden Studie. Nach einem Jahr lag die Zahl der vollständig

erhaltenen Versiegelungen unter relativer Trockenhaltung bei 63%, Teilverlust war in 33% der Fälle und Totalverlust zu 3% aufgetreten. Hierbei waren die Untersuchungskriterien für die Versiegelung ähnlich streng gehalten wie in der oben genannten Studie von Irmisch. Die Untersuchung der Versiegelungen wurde mit Spiegel und zahnärztlicher Sonde vorgenommen. Die Versiegelung galt als intakt, wenn kein „erkennbarer“ Verlust des Materials vorlag. Teilweise exponiert waren die Nebenfissuren abseits der Hauptfissur, wenn ein Teilverlust eingetreten war und vollständig verloren war die Versiegelung dann, wenn auch die Hauptfissur von sondierbaren Materialverlusten betroffen war.

Bei weiter gefassten Untersuchungskriterien treten natürlich deutlich geringere Teilverluste auf.

Garcia-Godoy (1986) untersuchte die Retention des Versieglers Helioseal an 138 Kindern der Dominikanischen Republik. Teilverlust trat nach einer Liegedauer von 12 Monaten dann auf, wenn Teile der Fissuren nicht mehr vollständig bedeckt waren. Der Anteil der Teilverluste lag bei 2,3%. Hier wurde die Versiegelung allerdings ohne direkten Vergleich zur Anfangssituation beurteilt. Weiterhin gab es keine Angaben darüber, wie viel der Fissuren bereits kurz nach der Applikation nachversiegelt wurden!

Wagner et al. (1994) konnten ebenfalls nach einem Jahr eine komplette Retention des Versieglers (u.a. Helioseal) von 91,5% feststellen. Der Teilverlust lag nach 12 Monaten bei 3,7%. Hierbei wurden 1034 versiegelte Molarenflächen von Patienten einer Privatpraxis untersucht. Der gesamte Beobachtungszeitraum betrug 10 Jahre. Die Untersuchung der Versiegelung wurde mit Spiegel und Sonde vorgenommen, auf die genauen Bewertungskriterien wurde nicht eingegangen.

Die Qualität der Versiegelungen ist selten Gegenstand klinischer Studien. Da rauhe Oberflächen und stufige Ränder die Plaqueanlagerung begünstigen, erschien es gerade beim Vergleich zweier Materialien wichtig, Kriterien zur Oberflächenbeschaffenheit und zur Randqualität zu erfassen. Die Qualitätsbeurteilung erfolgte in Anlehnung an die Ryge-Kriterien (Ryge und Snyder, 1973). Hierbei handelt es sich in ursprünglicher Form um Beurteilungskriterien für die klinische Untersuchung von zahnärztlichen Restaurationen. Unterschieden wurde nach zufriedenstellenden und nicht akzeptablen Untersuchungsergebnissen einer Restauration. Zufriedenstellend war das Ergebnis dann, wenn sowohl Oberfläche und Farbe, die Form als auch die Randqualität der Restauration

keine direkte Behandlung und Erneuerung erforderte. Nicht akzeptable Ergebnisse waren dadurch charakterisiert, dass die Restauration eine direkte Erneuerung erforderte.

Für die Beurteilung von Fissurenversiegelungen gelten diese Kriterien in modifizierter Form. Dies sind 1. die Retention (a. kein tastbarer Übergang zwischen Material und Zahn, b. teils exponierte Stellen der Fissur, c. Totalverlust des Versieglers), 2. die Sekundärkaries (ja/nein), 3. die Mängel am Materialrand (a. Randkontur ununterbrochen, b. Randkontur weniger als 50% unterbrochen, c. Randkontur mehr als 50% unterbrochen), 4. die Verfärbungen am Übergang zwischen Versiegler und Zahn (a. keine Verfärbung, b. Randverfärbung, c. Verfärbung bis unter die Versiegelung).

Hirsch et al. (1999) fanden nach 12 Monaten einer klinischen Studie im Halbseitenvergleich keine Retentionsunterschiede zwischen Helioseal-F (Füllstoffanteil: 41%) und Fissurit-F (Füllstoffanteil: 9%). Hierbei wurden bei 61 Probanden im Alter von 6-11 Jahren die ersten bleibenden Molaren nach randomisierter Zuteilung jeweils mit einem der beiden Materialien versiegelt. Für die Qualitätseinschätzung der Versiegelungen dienten die modifizierten „Ryge-Kriterien“ (Ryge u. Snyder, 1973). Demnach wurden die Retention aber auch das Vorliegen einer Sekundärkaries, Mängel im Randbereich sowie Verfärbungen der Versiegelung untersucht.

In Anlehnung an die von Ryge und Snyder aufgestellten Kriterien, wurde die Qualitätseinschätzung in der vorliegenden Studie ebenfalls in vereinfachter und modifizierter Art vorgenommen. Kontrolliert wurden das Vorhandensein von Blasen (ja/nein; große/kleine), der Charakter der Oberfläche (glatt/rauh, glänzend/stumpf), der Übergang zwischen Versiegler und Zahn (tastbar, gering tastbar, deutliche Stufe), sowie Randverfärbung und Karies.

Bei Helioseal-F fanden sich direkt nach Applikation unter relativer Trockenlegung bei 3,6% der Versiegelungen große Lufteinschlüsse, bei Fissurit-F waren es 8,1% ohne Kofferdam. Die Werte unterschieden sich statistisch nicht signifikant.

Direkt nach dem Legen war die Oberfläche bei allen Versiegelungen glatt und glänzend.

Unter relativer Trockenlegung und direkt nach der Applikation zeigte sich bei Helioseal-F zu 79,3% und bei Fissurit-F zu 72,1% kein tastbarer Übergang zwischen Versiegler und Zahn. Ein geringfügig tastbarer Übergang konnte bei Helioseal-F zu 20,7% und bei Fissurit-F zu 27,9% festgestellt werden. Deutlich tastbare Stufen zwischen Material und Zahn sowie Randverfärbungen konnten im Anschluss an die Applikation für beide Materialien nicht festgestellt werden. Insgesamt schnitt Helioseal-F in der Untersuchung direkt nach der

Applikation knapp besser ab. Dies lässt sich möglicherweise durch die unterschiedliche Viskosität der beiden Materialien begründen. Fissurit-F erschien durch den geringeren Füllstoffanteil flüssiger und anfälliger für die Entwicklung von Blasen.

Nach einem Jahr war bei unwesentlichen Unterschieden zwischen den Materialien der Glanz bei über 90% der Versiegelungen verloren gegangen und die Oberfläche fühlte sich nur noch bei 20-25% der Versiegelungen beim Sondieren glatt an.

Zu beobachten waren erneute Lufteinschlüsse; wobei Helioseal-F hinsichtlich der Anzahl insgesamt besser abschnitt ($p \leq 0,05$). Der Unterschied zeigte sich noch deutlicher, wenn nur mit relativer Trockenlegung gearbeitet worden war ($p \leq 0,01$). Bei Helioseal-F kam es dabei zu 3,6% und bei Fissurit-F zu 12,6% Blasen.

Nach einem Jahr traten Verfärbungen im Randbereich insgesamt bei Helioseal-F 18 mal und bei Fissurit-F 15 mal auf. Diese Verfärbungen waren häufiger zu beobachten, wenn ohne Kofferdam gearbeitet worden war (Helioseal-F: n.s., Fissurit-F: $p \leq 0,05$). Klinisch unverfärbte Randbereiche ließen sich bei Versiegelungen mit Helioseal-F auch mit Farbstoff nicht anfärben, bei Fissurit-F färbten sich eine unter Kofferdam gelegte und 5 unter relativer Trockenlegung applizierte Versiegelungen. Genauer betrachtet gab es unter relativer Trockenlegung bei Fissurit-F 5,4% und bei Helioseal-F 4,5% Randverfärbungen bei der Verwendung von Kariesdetektor. Es fanden sich keine statistisch signifikanten Unterschiede.

Nach 12 Monaten zeigten die Versiegelungen mit Fissurit-F signifikant mehr Stufenbildungen als Versiegelungen mit Helioseal-F ($p \leq 0,001$). Wurde nur unter relativer Trockenlegung versiegelt, zeigten sich bei Fissurit-F fast in der Hälfte der Versiegelungen deutlich tastbare Stufen während es bei Helioseal-F nur knapp 20% waren ($p \leq 0,001$).

De Craene et al. (1989) untersuchten klinische Randbeschaffenheit und die Häufigkeit der Lufteinschlüsse des Fissurenversieglers Helioseal unter relativer Trockenlegung nach einer Liegedauer von 6, 12, 18, und 24 Monaten. Nach 12 Monaten konnten bei 82% der Versiegelungen eine gute Randbeschaffenheit und bei 8% Lufteinschlüsse festgestellt werden, was etwa den Resultaten der vorliegenden Studie entspricht. In der zitierten Untersuchung wurde jedoch nach 6 Monaten nachversiegelt, wobei die Autoren über das Zwischenergebnis keine Angaben machen.

In der Literatur finden sich nur wenig vergleichende Untersuchungen zur Frage der Feuchtigkeitskontrolle bei der Applikation des Versieglers, obwohl die Verwendung von

Kofferdam für die Säure-Ätz-Technik empfohlen wird (Riethe 1985, Ganß u. Klimek 1993; Hellwig, Klimek, Attin 1995).

Hierbei haben die Kontamination des Zahns mit Speichel und damit der Verlust des retentiven Ätzmusters für eine ausreichende Haftkraft großen Einfluss. Es bleibt fraglich, ob allein Watterollen wirklich geeignet sind die Zähne frei von Speichel zu halten. Kofaktoren wie Luftfeuchtigkeit in der Mundhöhle, versehentlicher Kontamination der Zähne mit Speichel beim Watterollenwechsel sowie dem Schlucken sollten mitberücksichtigt werden.

Die Auswirkungen der Feuchtigkeitskontamination der angeätzten Schmelzoberfläche waren gleichfalls Gegenstand einer klinisch experimentellen Studie von Barghi et al. (1991), in der je 18 zur Extraktion vorgesehene Zähne unter relativer oder absoluter Trockenlegung mit Komposit beklebt wurden. Nach der Extraktion der Zähne wurde die Haftkraft dieses Materials zur Schmelzoberfläche ermittelt. Das unter Kofferdam aufgebraute Material hatte die signifikant bessere Haftkraft zur Schmelzoberfläche.

Knight et al. (1993) untersuchten in einer ähnlichen Studie die Undichtigkeit und das Auftreten von Porositäten zwischen Schmelzoberfläche und dem Komposit. Nach der Extraktion der Zähne wurden beide Gruppen in einer Methylenlösung eingefärbt und anschließend unter dem Lichtmikroskop untersucht. Das unter Kofferdam angebrachte Material zeigte weniger Mikropalte als die Kontrollgruppe.

Feigal et al. (1993) untersuchten die Retention eines Fissurenversieglers (Concise White Sealant), der auf speichelkontaminierten Molaren appliziert wurde. Nach einer Woche trat an allen 40 Zähnen ein Totalverlust auf.

Webster et al. (2001) verglichen in-vitro die Haftkraft eines Komposit unter Verwendung von unterschiedlichen Bondings auf 4 verschieden konditionierten Zahnoberflächen. In Gruppe eins wurde die Schmelzoberfläche der Testzähne angeätzt und dann getrocknet, in der zweiten Gruppe wurde ebenfalls geätzt und dann mit Speichel kontaminiert, bevor das Bonding appliziert wurde. In der dritten Gruppe wurde nach dem Ätzen der Primer aufgetragen und erst dann mit Speichel benetzt. Die vierte Gruppe entsprach der dritten bis auf das Repriming nach der Speichelbenetzung. Danach wurde auf alle Schmelzoberflächen ein Bracket geklebt. Hierbei zeigte sich, dass verglichen mit Gruppe 1 die speichelbenetzten Schmelzoberflächen in Gruppe 2 und 3 die signifikant schlechtere Haftkraft zum Bracket besaßen.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es deshalb auch, den Einfluss des jeweiligen Isolationsverfahrens auf die Retention zu untersuchen. Hierbei zeigten sich einerseits deutlich

verbesserte Retentionswerte, wenn unter absoluter Trockenlegung gearbeitet wurde, andererseits aber auch, dass verschiedene Versieglermaterialien unterschiedlich verarbeitungsempfindlich sein können. Während der Anteil intakter Versiegelungen unter Kofferdam für beide Materialien vergleichbar war, sank dieser bei relativer Trockenlegung bei Helioseal-F um 26%, bei Fissurit-F dagegen um 43%. Totaler Verlust trat bei beiden Versieglermaterialien nur unter der Verwendung von Watterollen, nicht jedoch unter Trockenlegung mit Kofferdam auf.

Bei der Enduntersuchung zeigte Helioseal-F insgesamt signifikant bessere Ergebnisse als Fissurit-F, hier waren mehr als die Hälfte der Versiegelungen vollständig intakt. Dagegen war es bei Fissurit-F bei mehr als der Hälfte der Versiegelungen zu einem Teilverlust gekommen. Einen vollständigen Verlust zeigten beiden Materialien zu geringen Anteilen in gleicher Weise. Begutachtet man die Ergebnisse unter dem Aspekt, dass Kofferdam verwendet wurde, schneidet Helioseal-F wieder geringfügig jedoch nicht signifikant besser ab. Hierbei waren die Versiegelungen in zwei Drittel der Fälle vollständig erhalten. Totalverlust trat unter der absoluten Trockenlegung nicht auf. Für Fissurit-F ergaben sich ebenfalls zwei Drittel vollständig erhaltene Versiegelungen, wobei auch ein geringer Totalverlust zu verzeichnen war.

Straffon et al. (1985) untersuchten den Einfluss des jeweiligen Isolationsverfahrens (Verwendung von Watterollen oder Kofferdam) auf Versieglerretention und -effektivität. Nach drei Jahren konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Methoden festgestellt werden. Die Retention lag nach der Trockenlegung mit Watterollen bei 100%, bei Kofferdam konnten 96,6% festgestellt werden. Die Nachversiegelungsrate lag nach 6 Monaten allerdings bei 11,3%. Die Ergebnisse für eine vollständige Retention, wenn während des Untersuchungszeitraums nicht nachversiegelt worden wäre, lägen für Kofferdam bei 62,2% und für Watterollen bei 65,2%. Randverfärbungen fanden über den Untersuchungszeitraum bei beiden Methoden ungefähr gleich häufig statt. Wurde allerdings mit Kofferdam gearbeitet konnten weniger Übergänge zwischen Versiegler und Zahn ertastet werden.

Lygidakis et al. (1994) untersuchten den Einfluss der Isolationsmethode auf die Versieglerretention über den Zeitraum von 4 Jahren. Hierbei wurden 95 Kinder im Alter von 7-8 Jahren untersucht. Jeweils der erste Molar aus jedem Quadrant wurde bei jedem Kind unter insgesamt 4 verschiedenen Isolationsmethoden versiegelt. Zahn 16 wurde mit Watterollen isoliert und zuvor mit Bürstchen und fluoridfreier Paste gereinigt. Am Zahn 26

wurde unter Erweiterung der Fissur mit einer Diamantbirne und Kofferdam versiegelt. Wiederum Kofferdam aber mit Bürstchen und fluoridfreier Paste wurden bei Zahn 36 verwendet. Schließlich wurde bei Zahn 46 mit Watterollen isoliert und die Fissur mit einer Diamantbirne erweitert. Nach vier Jahren ergab sich für die Isolation mit Watterollen und Vorreinigung mit Bürstchen eine vollständige Retention des Versieglers von 81%, wurde hingegen mit Kofferdam gearbeitet lag die Retention bei 91%. Die Ergebnisse unter der Verwendung der Diamantbirne ergaben bei Watterollen eine Retention von 93% und bei Kofferdam von 88%. Hierbei zeigte sich eine insgesamt bessere Retention bei Isolation mit Kofferdam, die jedoch nicht im statistisch signifikanten Bereich lag.

Durch weitere vergleichende Studien wurden ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Isolationsverfahren gefunden. Dennoch empfehlen die Autoren, sofern es die anatomischen Verhältnisse zulassen, während der Säure-Ätz-Technik eine Isolation der Zähne mit Kofferdam (Straffon et al. 1985, Heringer et al. 1993, Smales 1993, Waggoner u. Siegal 1996, Raskin et al. 1999).

Dennoch sollte nicht nur der Einfluss des Isolationsverfahrens auf die Retention, sondern auch auf die Qualität beobachtet werden.

Lufteinschlüsse kamen bei der Applikation bei beiden Materialien zu gleichen Anteilen vor. Während sich die Materialien unter absoluter Trockenlegung nicht statistisch unterschieden, zeigten die Versiegelungen mit Fissurit-F bei Verarbeitung unter relativer Trockenlegung signifikant mehr Lufteschlüsse als Helioseal-F. Alle Versiegelungen mit Lufteschlüssen wurden nachversiegelt. Nach einem Jahr waren erneut Lufteschlüsse zu finden, hierbei schnitt Helioseal-F hinsichtlich der Anzahl insgesamt besser ab und der Unterschied zeigte sich ganz deutlich, wenn nur mit relativer Trockenlegung gearbeitet worden war.

Deutliche Stufen waren direkt nach der Applikation weder bei Helioseal-F noch Fissurit-F tastbar. Der Übergang zwischen Material und Zahn war bei mehr als zwei Drittel der Fälle für beide Materialien unter relativer Trockenlegung nicht tastbar. Bei der Kontrolle nach einem Jahr zeigten die Versiegelungen mit Fissurit-F insgesamt jedoch signifikant mehr Stufenbildung als Versiegelungen mit Helioseal-F. Bei Verarbeitung unter Kofferdam waren die Unterschiede nicht signifikant, wenn jedoch nur mit Watterollen trockengelegt wurde, zeigten sich bei Fissurit-F fast in der Hälfte der Versiegelungen deutlich tastbare Stufen, während es bei Helioseal-F nur knapp 20% waren.

Helioseal-F zeigte nach einem Jahr insgesamt mehr Randverfärbungen als Fissurit-F. Diese Verfärbungen waren bei Fissurit-F signifikant häufiger zu beobachten, wenn ohne Kofferdam

gearbeitet worden war. Wurde Kariesdetektor zur Überprüfung des Randes verwendet, zeigte Helioseal-F unter absoluter Trockenlegung am Ende der Untersuchung keine Randverfärbungen. Dagegen kam es bei Fissurit-F zur Penetration des Detektors unter den Versieglerrand sowohl unter relativer wie auch absoluter Trockenlegung.

Verschiedene Fissurenversiegler können im Laborversuch unterschiedliche Ergebnisse im Randverhalten haben. Theodoridou-Pahini et al. (1996) stellten fest, dass von den fünf untersuchten Fissurenversiegler (u.a. Helioseal und Fissurit) alle deutliche Mikrospalte zeigten. Hierbei wurden die Materialien jeweils in zwei Gruppen geteilt, wovon immer die erste Gruppe eines Materials einer Temperaturwechsellast unterzogen wurde. Im Anschluss wurden wieder alle Gruppen einer 0,5%igen Fuchsinlösung ausgesetzt. Die Untersuchung unter dem Stereomikroskop ergab, dass vor allem die „Wechsellast-Gruppen“ eine deutliche Farbpenetration in die Tiefe der versiegelten Testzähne zeigten. Hierbei zeigte Helioseal sowohl bei der Temperaturwechsellast als auch in der Kontrollgruppe die zweithöchste Spaltbildung. Fissurit zeigte nach Wechsellast bzw. in der Kontrollgruppe deutlich geringere Mikrospaltbildung.

Ein Faktor, der die Qualität einer Versiegelung zusätzlich beeinflussen könnte, ist der Gehalt an Füllern. Koch et al. (1997) konnten zeigen, dass ein gefülltes Material (Helioseal-F) im Vergleich zu einem ungefüllten (Delton) eine schlechtere marginale Adaptation haben kann. Bei diesem Versuch wurden die UK-Molaren von 5-16jährigen Schülern mit Helioseal-F und Delton versiegelt. Nach 12 Monaten konnten 31 von 33 Personen nachuntersucht werden. In der Deltongruppe hatten 30 Versiegelungen einen einwandfreien Rand während in der Helioseal-Gruppe nur noch 19 Versiegelungen intakt waren. Jedoch waren die Unterschiede nicht signifikant. Weiterhin kam es in beiden Gruppen in 14 Fällen zu sichtbaren oberflächlichen Porositäten der Versiegelung.

Hirsch et al. (1999) untersuchten in einer klinischen Doppelblindstudie die Auswirkung unterschiedlicher Füllstoffanteile auf die Qualität von zwei Kunststoffversiegler (Helioseal-F und Fissurit-F). Sie stellten fest, dass die gefundenen Unterschiede im Retentionsverhalten nach einem Jahr (Helioseal-F zu 87% und Fissurit-F zu 79,6% vollständig erhalten) nicht statistisch signifikant waren. Dagegen war die mittlere Anzahl oberflächlicher Porositäten und marginaler Defekte beim weniger gefüllten Fissurit-F signifikant größer. Hier wurden nach 12 Monaten im Durchschnitt 3,9 und nach 24 Monaten 5,3 Porositäten und Randdefekte gezählt. Die Zunahme der Defektanzahl im Untersuchungszeitraum war für Fissurit-F signifikant größer. Die Applikation des Materials erfolgte unter absoluter Trockenlegung.

Dennoch bleibt festzuhalten, dass das Zielkriterium für den Erfolg einer Fissurenversiegelung in erster Linie immer noch die Vermeidung von Karies und nicht etwa die Qualität oder die Retention sind. Auch hierzu zeigt die Literaturübersicht Studienergebnisse, die die Kariesreduktion durch Fissurenversiegelungen klar belegen (Merte et al. 1995, Splieth et al. 1998).

In der vorliegenden Studie wurde demnach auch die Entstehung von Karies am Versieglerrand untersucht. Hierbei entstand trotz Materialunterschied und relativ hoher Teilverlustraten nach zwölf Monaten für beide Versiegler in nur 2,6% der Fälle eine Karies. Alle Versiegelungen waren unter relativer Trockenlegung vorgenommen worden. Betrachtet man das Ergebnis unter dem Aspekt, dass der Beobachtungszeitraum eher kurz war, stellt sich die Frage ob nicht möglicherweise zu einem späteren Zeitpunkt ein höherer Karieszuwachs zu verzeichnen gewesen wäre.

Heinrich-Weltzien et al. (1998a) untersuchten hierzu in der „Erfurter Kariesrisiko-Studie“ den Karieszuwachs bei Kindern mit mindestens einer defekten Versiegelung. Die bei Studienbeginn 7-8-jährigen Kinder entwickelten innerhalb von 2 Jahren 15,4% und nach 4 Jahren sogar bis zu 30% Karies. Bei den Älteren (11-12jährige) entwickelten sogar mehr als die Hälfte mit einem Versieglerverlust eine Karies innerhalb von 4 Jahren.

Wenn auch in Bezug auf die Kariesvermeidung aus der vorliegenden Arbeit keine ausreichenden Ergebnisse abgeleitet werden können, so hat sich als klinische Relevanz doch ganz klar die unterschiedliche Verarbeitungsempfindlichkeit der beiden Versiegler gezeigt.

Helioseal-F zeigte durchweg die besseren Ergebnisse bei der Retention und dem Randverhalten. Der weniger gefüllte Versiegler Fissurit-F (Füllstoffanteil: 9,5%) zeigte bei relativer Trockenlegung verglichen mit dem stärker gefüllten Helioseal-F (Füllstoffanteil: 41%) klare Nachteile. Es zeigte sich sehr deutlich, dass unter relativer Trockenlegung die Verlustrate von Fissurit-F im Vergleich zur Applikation unter Kofferdam signifikant höher war.

Mit den Ergebnissen dieser klinischen Untersuchung konnte erstmals gezeigt werden, dass solche Qualitätsunterschiede durch die Verarbeitung unter absoluter Trockenlegung minimiert werden konnten. Demnach kann die Verwendung von Kofferdam, in Abhängigkeit vom Material, die Retention und Qualität deutlich verbessern.

Die Frage ob Fissurit-F im Vergleich zu Helioseal-F hydrophober und damit feuchtigkeitsempfindlicher bei der Verarbeitung ist, wäre Anlass für weiterführende

Untersuchungen, sowie auch die Frage inwiefern die Qualitätsunterschiede sich auf die Entstehung von Karies wirklich auswirken.

6 Zusammenfassung

Ziel dieser klinischen Studie war, die Qualität von Versiegelungen mit zwei verschiedenen lighthärtenden und fluoridfreisetzenden Materialien (Helioseal-F, Fissurit-F) bei Applikation und nach einer Beobachtungszeit von einem Jahr zu vergleichen. Die Untersuchung, an der 58 Personen (23 weibl., 35 männl.) mit einem Durchschnittsalter von $13,7 \pm 3,6$ Jahren teilnahmen, war blind und als „split mouth“- Studie angelegt. Insgesamt wurden 203 Zahnpaare versiegelt, 193 konnten nach einem Jahr nachuntersucht werden. Es wurden 168 prophylaktische und 25 erweiterte Versiegelungen durchgeführt, wobei insgesamt 82 Zahnpaare unter Kofferdam behandelt werden konnten. Bei der Applikation der Versiegler zeigten sich nur geringe Unterschiede: mit Fissurit-F war zweimal eine Nachversiegelung notwendig, mit Helioseal-F dagegen nur einmal. Der Übergang von Versiegler zu Zahn war bei Versiegelungen mit Fissurit-F häufiger geringfügig tastbar ($p \leq 0,01$). Luft einschüsse fanden sich bei beiden Materialien etwa gleich oft. Nach einem Jahr zeigten sich jedoch deutliche Unterschiede: die Versiegelungen mit Helioseal-F waren zu 53,4% vollständig intakt, bei 43,1% war es zu einem Teilverlust und bei 3,6% zu einem vollständigen Verlust gekommen. Dagegen waren bei Versiegelungen mit Fissurit-F nur 44,6% vollständig erhalten, bei 51,5% kam es zu einem teilweisen und bei 3,6% zu einem vollständigen Verlust ($p \leq 0,5$). Während sich die Materialien unter absoluter Trockenlegung nicht statistisch unterschieden, war die Verlustrate bei Fissurit-F bei relativer Trockenlegung deutlich erhöht. Hier waren nur 26,1% der Versiegelungen intakt, während nach absoluter Trockenlegung noch 69,5% der Versiegelungen vollständig erhalten waren ($p \leq 0,001$). Zudem fanden sich bei 48,6% der Fissurit-F- Versiegelungen ohne Kofferdam (dagegen nur 15,8% mit Kofferdam) deutlich tastbare Stufen ($p \leq 0,001$). Totalverluste und Randverfärbungen kamen bei beiden Materialien nur bei Behandlung ohne Kofferdam vor. Fissurenversiegelungen mit Helioseal-F zeigten durchweg bessere Resultate; es zeigte sich erstmals deutlich, dass die Behandlung unter Kofferdam die Qualität der Versiegelungen mit Fissurit-F erheblich verbessern konnte.

7 Literaturverzeichnis

1. Aboush YEY, Jenkins CBG: An evaluation of the bonding of glass-ionomer restoratives to dentine and enamel. *Br Dent J* 1986, 161: 179-184
2. Angeletakis C: Forschungsbericht Helioseal-F. Vivadent Schaan, Juni 1992
3. Axelsson P, Lindhe J: Effect of controlled hygiene procedures on caries and periodontal disease in adults. Results after 6 years. *J Clin Periodontol* 1981, 8: 239-248
4. Axelsson P: Preventive Programs. Preventive Dental Health Center, Karlstad Schweden, 1988a und 1988b. In Lutz F, Reimer MK, Suhonen J: Präventivzahnmedizinische Programme. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1989, 9: 1045-1048
5. Baca P, Castillo AM, Bravo M, Junco P, Baca AP, Llodra JC: Mutans streptococci and lactobacilli in saliva after the application of fissure sealants. *Oper Dent*. 2002, 27: 107-111
6. Bagramian RA, Graves RC, Srivastava S: Sealant effectiveness for children receiving a combination of preventive methods in a fluoridated community: two-year results. *J Dent Res* 1977, 56: 1511-1519
7. Barghi N, Knight GT, Berry TG: comparing two methods of moisture control in bonding to enamel: a clinical study. *Oper Dent* 1991, 16: 130-135
8. Barrie AM, Stephen KW, Kay EJ: Fissure sealant retention: a comparison of three sealant types under field conditions. *Community Dent Health* 1990, 7: 273-277
9. Becker J, Ramil-Diwo M, Heidemann D: Einfluß der Pulsenergie bei Laserkonditionierung auf die Retention von Fissurenversiegelungen. *Dtsch Zahnärztl Z* 1996 51: 386-388
10. Boksman L, Mc Connell RJ, Carson B, McCutcheon-Jones EF: A 2-year clinical evaluation of two pit and fissure sealants placed with and without the use of a bonding agent. *Quintessence Int* 1993, 24: 131-133
11. Bravo M, Osorio E, Garcia-Anllo I, Llodra JC, Baca P: The influence of dft index on sealant success: A 48-month survival analysis. *J Dent Res* 1996, 75: 768-774
12. Brocklehurst PR, Joshi RI, Northeast SE: The effect of air-polishing occlusal surfaces on the penetration of fissures by a sealant. *Int J Ped Dent* 1992, 2: 157-162

13. Brooks JD, Mertz-Fairhurst EJ, Della-Guistina VE, Williams JE, Fairhurst CW: A comparative study of two pit and fissure sealants: three-year results in Augusta, GA. *J Am Dent Assoc* 1979, 99: 42-46
14. Burt BA, Marthaler TM: Flouride tablets, salt flouridation, and milk flouridation. In: Fejerskov O, Ekstrand J, Burt BA: *Fluoride in Dentistry*. 2nd ed. 1996; Munksgaard, Copenhagen: S. 291-309
15. Büttner M: Das kariesfreie Gebiß ist keine Utopie mehr. *Zahnärztl Mit* 1998, 88: 76-77
16. Carlsson A, Jonsson Y, Svensson K, Stahl B, Twetman S: Pit and fissure sealing and streptococci levels in saliva. *Am J Dent* 1992, 5: 280-282
17. 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
18. Carvalho JC, Ekstrand KR, Thylstrup A: Dental plaque and caries in occlusal surfaces of first permanent molars in relation to stage of eruption. *J Dent Res* 1989, 68: 773-779
19. Carvalho JC, van Nieuwenhuysen JP, D'Hoore W : The decline in dental caries among belgian children between 1983 and 1998. *Community Dent Oral Epidemiol* 2001, 29: 55-61
20. Ceballo L, Toledano M, Osorio R, Tay FR, Marshall GW: Bonding to Er-YAG-laser-treated dentin. *J Dent Res* 2002, 81: 199-122
21. Chan DCN, Summit JB, Garcia-Godoy F, Hilton TJ, Chung KH: Evaluation of different methods for cleaning and preparing occlusal fissures. *Oper Dent* 1999, 24: 331-336
22. Conti AJ, Lotzkar S, Daley R, Cancro L, Marks RG, McNeal DR: A 3-year clinical trial to compare efficacy of dentifrices containig 1.14% and 0.76% sodium monofluorophosphate. *Community Dent Oral Epidemiol* 1988, 16: 135-138
23. Cueto EI, Buonocore MG: Sealing of pit and fissures with an adhesive resin: Ist use in caries prevention. *J Am Dent Assoc* 1967, 75: 121-128
24. DeCraene LGP, Martens LC, Dermaut LR, Surmont PAS: A clinical evaluation of a light-cured fissure sealant (Helioseal®). *ASDC J Dent Child* 1989, 56: 97-101
25. Donnan MF, Ball IA: a double-blind clinical trial to determine the importance of pumice prophylaxis on fissure sealant retention. *Br Dent J* 1988, 22: 283-286
26. Eidelman E, Fuks AB, Chosack A: The retention of fissure sealants: rubber dam or cotton rolls in a private practice. *ASDC J Dent Child* 1983, 50: 259-261

27. Feigal RJ, Hitt J, Splieth C: Retaining sealant on salivary contaminated enamel. *J Am Dent Assoc* 1993, 124: 88-97
28. Forss H, Halme E: Retention of a glass ionomer cement and a resin-based fissure sealant and effect on carious outcome after 7 years. *Community Dent Oral Epidemiol* 1998, 26: 21-25
29. Galil KA, Gwinnett AJ: Three-dimensional replicas of pif and fissures in human teeth: scanning electron microscopy study. *Arch Oral Biol* 1975, 20: 493-495
30. Ganß C, Klimek J: Die Fissurenversiegelung- Indikation und praktisches Vorgehen. *Der Hessische Zahnarzt* 1993, 4: 210-212
31. Garcia-Godoy F: Retention of a light-cured fissure sealant (Helioseal ®) in a tropical environment after 12 month. *Clin Prev Dent* 1986, 8: 11-13
32. Geibel MA, Hofmann W, Raab W H-M: Untersuchungen zum Einsatz des Er:YAG-Lasers im Rahmen der Fissurenversiegelung. *Dtsch Zahnärztl Z* 1995, 50: 248-251
33. Geiger SB, Gulayev S, Weiss EI: Improving fissure sealant quality: mechanical preparation and filling level. *J Dent Res* 2000, 28: 407-412
34. Gillcrist JA, Vaughan MP, Plumlee GN Jr, Wade G: Clinical sealant retention following two different tooth-cleaning techniques. *J Public Health Dent* 1998, 58: 254-256
35. Gülzow HJ, Maeglin B, Mühlemann R, Ritzel G, Stähli D: Kariesbefall und Kariesfrequenz bei 7-15jährigen Basler Schulkindern im Jahre 1977, nach 15jähriger Trinkwasserfluoridierung. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1982, 92: 255-263
36. Heinrich-Weltzien R, Kneist S, Fischer T, Stößer L: Ist eine effektive Kariesprävention ohne Fissurenversiegelung möglich? *Quintessenz* 1998a, 49: 1099-1108
37. Heinrich-Weltzien R, Kühnisch J, Senkel H, Stößer L: Welchen Beitrag leistet die Fissurenversiegelung zur Zahngesundheit? *Oralprophylaxe* 1998b, 3: 146-154
38. Heinrich-Weltzien R, Kühnisch J, Senkel H: Kann die Kariesrisiko-Einschätzung die Indikation zur Fissurenversiegelung beeinflussen? *Quintessenz* 1999, 50: 245-251
39. Hellwig E, Klimek J, Attin T: Einführung in die Zahnheilkunde. Urban und Schwarzenberg, München 1995
40. Hellwig E: Stellungnahme der DGZMK: Salzfluoridierung. *Zahnärztl Mitt* 1998, 14: 42
41. Heringer M, Almeida MA, Miquel JA: Direct bond brackets: cotton roll versus rubber dam isolation. *Angle Orthod* 1993, 63: 231-234
42. Hickel R: Indikation und Materialien für die Fissurenveriegelung. *ZWR* 1989, 98: 944-951

43. Hickel R: Stellungnahme der DGZMK: Fissurenversiegelung. Dtsch Zahnärztl Z 1996, 51: 724-725
44. Hickel R, Voß A: Vergleichende Untersuchung über Fissurenversiegelung: Komposit versus Cermetzement. Dtsch Zahnärztl Z 1989, 44: 472-474
45. Hirsch CH, Schuster H, Waurick M, Lautenschläger CH: Auswirkungen unterschiedlicher Füllstoffanteile und Fluoridzusätze auf die Qualität von Kunststoffversiegeln. Dtsch Zahnärztl Z 1999, 54: 572-574
46. Houpt M, Shey Z: The effectiveness of a fissure sealant after six yeears. Pediatr Dent 1983, 5: 104-106
47. Houpt M, Fuks A, Shapira J, Chosack A, Eidelman E: Autopolymerized versus light-polymerized fissure sealant. J Am Dent Assoc 1987, 115: 55-6.
48. Micheelis W, Reich E: Dritte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS III). Institut der Deutschen Zahnärzte (Hrsg.), IDZ-Materialreihe Band 21. Deutscher Ärzte Verlag, Köln 1999
49. Irmisch B: Kariesprophylaxe mittels Fissurenversiegelung. Dtsch Zahnärztl Z 1992, 47: 790-793
50. Irmisch B, Rößler I, Range U: Häufigkeit und Retention von Fissurenversiegelungen-eine Querschnittsstudie. Dtsch Zahnärztl Z 1997, 52: 190-192
51. Ismail AI, Gagnon P: A longitudinal evaluation of fissure sealants applied in dental practices. J Dent Res 1995, 74: 1583-1590
52. Jung M, Wehlen LO, Klimek J: Surface roughness and bond strength of enamel to composite. Dent Mater 1999,15: 250-256
53. Kalsbeek H, Kwant GW, Groeneveld A, Dirks OB, van Eck AA, Theuns HM: Caries experience of 15-year old children in the Netherlands after discontinuation of water fluoridation. Caries Res 1993, 27: 201-205
54. Kanellis MJ, Warren JJ, Levy SM: A comparison of sealant placement techniques an 12- month retention rates. J Public Health Dent 2000, 60: 53-56
55. Klimek J, Ganss C, Bünker H: Secondary Caries around different restorative materials in relation to the use of nonfluoridated or fluoridated toothpaste in situ. Caries Res 1997, 31: 314 (Abstr.)
56. Klimek J, Ganss C, Wagner R, Kielbassa AM, Stein K: Individualprophylaxe: Akzeptanz in der Praxis und Auswirkungen auf Plaque- und Gingiva-Index. Oralprophylaxe 1993, 15: 106-110

57. Knight GT, Berry TG, Barghi N, Burns TR: Effects of two methods of moisture control on marginal microleakage between resin composite and etched enamel: a clinical study. *Int J Prosthodont* 1993, 6: 475-479
58. Koch G, Bergmann-Arnadottir I, Bjarnason S, Finnbogason S, Hoskuldsson o, Karlsson R: Caries preventive effect of flouride dentifrices with and without anticalculus agents: a 3-year controlled clinical trial. *Caries Res* 1990, 24: 72-79
59. Koch MJ, Garcia-Godoy F, Mayer T, Staehle HJ: Clinical evaluation of Helioseal F fissure sealant. *Clin Oral Invest* 1997, 1: 199-202
60. Koch MJ, Staehle HJ: Rasterelektronenmikroskopische Untersuchung zur Schmelzätzung von Fissuren nach Pulverstrahlreinigung. *Dtsch Zahnärztl Z* 1993, 48: 423-426
61. König KG: Dental Morphology in Relation to Caries Resistance with Special Reference to Fissures as Susceptible Areas. *J Dent Res* 1963, 42: 461-477 (suppl 1)
62. Kullmann W: Werkstoffkundliche Eigenschaften von Glas-Ionomer-Zementen im Vergleich zu konventionellen Materialien. I. Untersuchungen zur Festigkeit. *Dtsch Zahnärztl Z* 1986, 41: 302
63. Kullmann W: Werkstoffe zur Fissurenversiegelung- Materialeigenschaften und -verarbeitung. *ZWR* 1987, 7: 638-646
64. Kullmann W: Atlas der Zahnerhaltung mit Glas-Ionomer-Zementen und Komposit-Kunststoffen Hanser, München 1989
65. Kullmann W, Pötters G: Vergleichende Untersuchungen zum thermischen Expansionskoeffizienten an 50 verschiedenen Kunststoff-Füllungsmaterialien. *Dtsch Zahnärztl Z* 1984, 39: 96-101
66. Lussi A, Hotz P, Stich H: Die Fissurenkaries. *Dtsch Zahnärztl Z* 1995, 50: 629-634
67. Lutz F, Suhonen J, Imfeld T, Curilovic Z: Prävention der Fissurenkaries. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1990, 100: 446-451
68. Lygidakis NA, Oulis KI, Christodoulidis A: Evaluaton of fissure sealants retention following four different isolation and surface prepararion techniques: four-years clinical trial. *J Clin Pediatr Dent* 1994, 19: 23-25
69. Marthaler TM: Zur Frage des Fluorovollsalzes; erste klinische Resultate. *Schweiz Monatsschr Zahnheilk* 1961, 71: 671-682
70. Marthaler TM: Programme der präventiven Zahnmedizin in der Schule. *Soz präv used* 1978, 23: 177-180

71. Marthaler TM: Wissenschaftliche Grundlagen für neue Empfehlungen zur Kariesprophylaxe mit Fluoriden. Schweiz Monatsschr Zahnmed 1982, 92: 295-303
72. Marthaler TM, Schenardi C: Inhibition of caries in children after 5 ½ years' use of fluoridated table salt. Helv Odont Acta 1962, 6: 1-6
73. Marthaler TM, Steiner M, Menghini G, Bandi A: Kariesprävalenz im Kanton Zürich, Resultate aus dem Zeitraum 1963-1987 Schweiz Monatsschr Zahnmed 1988, 98: 1309-1315
74. Mass E, Eli I, Lev-Dor-Samovici B, Weiss EL: Continuous effect of pit and fissure sealing on s.mutans presence in situ. Pediatr Dent 1999, 21: 164-168
75. Merte K, Rößler C, Arnold A, Wirth-Flynn M: Kariesrisiko und Fissurenversiegelung. Dtsch Zahnärztl Z 1995, 50: 649-652
76. Mertz-Fairhurst EJ, Fairhurst CW, Williams JE, Della-Giustina VE, Brooks JD: A comparative clinical study of two pit and fissure sealants: 7-year results in Augusta, GA. J Am Dent Assoc 1984, 109: 252-255
77. National Institutes of Health: Consensus development conference statement on dental sealants in the prevention of tooth decay. J Am Dent Assoc 1984, 108: 233-236 bzw. Zahnärztliche Mitt 1984, 74: 2121
78. Nikiforuk G: Understanding dental caries. Bd 1. Karger, Basel 1985
79. Perlea P, Aiguier CH, Koch MJ: Applikation von gefülltem Versiegelungsmaterial mit einem ultraschallaktivierten Instrument. Dtsch Zahnärztl Z 1997a, 52: 459-462
80. Perlea P, Koch MJ, Aiguier Ch, Pioch Th: Beeinflussung der Fissurenversiegelung durch ein Schmelz-Dentin-Adhäsiv. Dtsch Zahnärztl Z 1997b, 52: 206-209
81. Peterson LG, Johansson M, Jonsson G, Birkhed D, Gleeurup A: Caries preventive effect of toothpastes containing different concentration and mixture of fluorides and sugar alcohols. Caries Res 1989, 23: 120
82. Pieper K: Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 1995. Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege (DAJ), Bonn 1996
83. Pieper K: Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 1997. Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege (DAJ), Bonn 1998
84. Pinkernell A: REM-Untersuchungen über die Kombination verschiedener Materialien zur Fissurenversiegelung. Dtsch Zahnärztl Z 1994, 49: 288-291

85. 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 Ped Dent* 1996, 6: 235-239
86. Raskin A, Michotte-Theall B, Vreven J, Wilson NH: Clinical evaluation of a posterior composite 10-year report. *J Dent* 1999, 27: 13-19
87. Reed MV: Clinical evaluation of three concentrations of sodium fluoride in dentifrices. *J Am Dent Assoc* 1973, 87: 1401-1403
88. Riethe P: Konservierende Zahnheilkunde. In: Schwenzer N: Zahn-Mund-Kieferheilkunde, Bd.4: 239-251, Thieme Stuttgart 1985
89. Riethe P, Maupai F: Klinische Untersuchungen mit den Fissurenversiegeln vom Bis-GMA-Typ. *Dtsch Zahnärztl Z* 1975, 30: 502-507
90. Ripa LW: Sealants revisited: An update of the effectiveness of pit- and fissure sealants. *Caries Res* 1993, 27: 77-82 (Suppl)
91. Ripa LW, Cole WW: Occlusal sealing and caries prevention: results 12 month after a single application of adhesive resin. *J Dent Res* 1970, 49: 171-173
92. Ripa LW, Leske GS, Sposato A, Rebich T: Supervised weekly rinsing with a 0,2% neutral NaF solution: final results of a demonstration program after six school years. *L Public Health Dent* 1983, 43: 53-62
93. Ripa LW, Levinson A, Leske GS: Supervised weekly rinsing with a 0,2% neutral NaF solution: results from a demonstration program after three school years. *J Am Dent Assoc* 1980, 100: 544-547
94. Rock WP, Evans RJW: A comparative study between a chemically polymerized fissure sealant resin and a light cured resin. *Br Dent J* 1982, 152: 232-234
95. 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* 1983, 155: 344-346.
96. Rock WP, Potts AJ, Marchment MD, Clayton-Smith AJ, Galuszka MA: The visibility of clear and opaque fissure sealants. *Br Dent J* 1989, 167: 395-396.
97. Rock WP, Weatherill S, Anderson RJ: Retention of three fissure sealant resins. The effects of etching agent and curing method. Results over 3 years. *Br Dent J* 1990, 168: 323-325
98. Rohr M, Makinson OF, Burrow MF: Pits and fissures: morphology. *ASDC J Dent Child* 1991, 58: 97-103

99. Roulet JF: Präventive Zahnmedizin- Stand der Wissenschaft im Rahmen der Kariologie. Quintessenz 1995, 46: 765-781
100. Ryge G., Snyder M.: Evaluating the clinical quality of restorations. J Am Dent Assoc 1973; 87: 369-377
101. Schröder HE: Orale Strukturbiologie 1. Auflage Thieme, Stuttgart, pp72-74, 176-177 (1976)
102. Selwitz RH, Nowjack-Raymer R, Driscoll WS, Li S-H,: Evaluation after 4 years of the combined use of fluoride and dental sealants. Community Dent Oral Epidemiol 1995, 23: 30-35
103. Shapira J, Fuks A, Chosack A, Houpt M, Eidelman E: Comparative clinical study of autopolymerized and light-polymerized fissure sealants: five-year results. Pediatr Dent. 1990, 12: 168-9.
104. Simonsen RJ: Preventive resin restorations: three-year results. J Am Dent Assoc 1980, 100: 535-539
105. Simonsen RJ: Retention and effectiveness of a single application of white sealant after 10 years. J Am Dent Assoc 1987, 115: 31-36
106. Smales RJ, Wong KC: 2-year clinical performance of a resin-modified glassionomer sealant. Am J Dent 1999, 12: 59-61
107. Smales RJ: Rubber dam usage related to restoration quality and survival. Br Dent J 1993, 174: 330-333
108. Splieth Ch, Förster M, Meyer G: Vergleich von Lokalfluoridierung zur Kariesprophylaxe an ersten permanenten Molaren bei Kindern. Dtsch Zahnärztl Z 1998, 53: 799-804
109. Städtler P: Effekt verschiedener Fissurenversiegelungen nach einem Jahr: Dtsch Zahnärztl Z 1984, 39: 43-45
110. Staehle HJ, Bößmann K: Experimentelle Untersuchungen über die antikariogene Wirkung von Glasionomercementen. Dtsch Zahnärztl Z 1984, 39: 532-539
111. Sterritt GB, Frew RA, Rozier RG, Brunelle JA: Evaluation of a school-based fluoride mouthrinsing and clinic-based sealant program on a non-fluoridated island. Community Dent Oral Epidemiol 1990, 18: 288-293
112. Straffon LH, Dennison JB, More FG: Three-year evaluation of sealant: effect of isolation on efficacy. J Am Dent Assoc 1985, 110: 714-717

113. Sveen OB, Jensen OK: Two-year clinical evaluation of Delton and Prisma-Shield. *Clin Prev Dent* 1986, 8: 9-11
114. Swartz ML, Phillips RD, Norman RD, Eliason S, Rhodes BF, Clark HE: Addition of fluoride to pit and fissure sealant- a feasibility study. *J Dent Res* 1976, 55: 757-771
115. Theodoridou-Pahini S, Tolidis K, Papadogiannis Y: Degree of microleakage of some pit and fissure sealants: An in vitro study. *Int J paed dent* 1996, 6: 173-176
116. Trummler A, Trummler H: Fissurenversiegelungen. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1990, 100: 61-64
117. Vehkalahti MM, Solavaara L, Rytomaa I: An eight-year follow-up of the occlusal surfaces of first permanent molars. *J Dent Res* 1991, 70: 1064-1067
118. Waggoner WF, Siegal M: Pit and fissure sealant application: updating the technique *J Am Dent Assoc* 1996, 127: 351-361
119. Wagner M, Lutz F, Menghini GD, Helfenstein U: Erfahrungsbericht über Fissurenversiegelungen in der Privatpraxis mit einer Liegedauer bis zu zehn Jahren. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1994, 104: 156-159
120. Webster MJ, Nanda RS, Duncanson MG Jr, Khajotia SS, Sinha PK: The effect of saliva on shear bond strengths of hydrophilic bonding systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001, 119: 54-58
121. Wendt LK, Koch G: Fissure sealant in permanent first molars after 10 years. *Swed Dent J* 1988, 12: 181-185
122. Wendt LK, Koch G, Birkhed D: On the retention and effectiveness of fissure sealant in permanent molars after 15-20 years: a cohort study. *Community Dent Oral Epidemiol* 2001, 29(4): 302-307
123. WHO, World Health Organization: Oral health global indicator for 2000. WHO Genf 1984.
124. Wiesner V, Wetzel WE: Untersuchungen über präventive Fissurenversiegelung bei kariesanfälligen Gebissen. *Zahnärztl Prax* 1990, 41: 86-90
125. Williams B, Laxton L, Holt RD, Winter GB: Fissure sealants: a four-year clinical trial comparing an experimental glass polyalkenoate cement with a bis glycidyl methacrylate resin used as fissure sealants. *Br Dent J* 1996, 180: 104-108
126. Winkler MM, DeSchepper EJ, Dean JA, Moore BK, Cochran MA, Ewoldsen N: Using a resin-modified glass ionomer as an occlusal sealant: A one-year clinical study. *J Am Dent Assoc* 1996, 127: 1508-1514

127. Wright GZ, Friedmann CS, Plotzke O, Feasby WH: A comparison between autopolymerizing and visible-light-activated sealants. Clin Prev Dent 1988, 10: 14-17

LEBENS LAUF

ANDREA BEATE GLEIM

PERSÖNLICHE DATEN

- Staatsangehörigkeit: deutsch
- Geburtstag: 02.12.1970
- Geburtsort: Worms
- Eltern: Renate Gleim, geb. Stein und Dieter Gleim

AUSBILDUNG

1977 - 1981	Westend-Grundschule	Worms
1981 - 1990	Eleonorengymnasium	Worms
1990 - 1991	freiwilliges soziales Jahr im Stadtkrankenhaus	Worms

STUDIUM

1992 - 1997	Studium der Zahnmedizin in Gießen
17.12.1997	Staatsexamen in Gießen

WERDEGANG

1.1.-31.12.1998	Assistenzzeit in der Praxis Dr. Dr. Braun, Worms
1.1.-30.6.1999	Assistenzzeit in der Praxis Dr. Orenstein, Frankfurt
1.10.99 - 30.4.00	Assistenzzeit in der Praxis Dr. Träder, Groß-Umstadt
Seit 1.5.00	Partnerin in der Zahnärztlichen Gemeinschaftspraxis Dr. Träder und Partner

Danksagung

Für die Überlassung des Themas, die freundliche Anleitung und fachgerechte sowie geduldige Unterstützung möchte ich mich ganz herzlich bei PD Frau Dr. C. Ganß bedanken.

Bei Herrn Dr. Dr. Braun bedanke ich mich für die stets freundschaftliche und kollegiale Unterstützung bei der Ausführung des praktischen Teils der Arbeit sowie für die Nutzung seiner Praxisräume und der Mitarbeit des gesamten Praxisteams.

Bedanken möchte ich mich bei Herrn Belzer, der mich in der statistischen Auswertung der Daten unterstützt und angeleitet hat.

Frau Juliane Hofmann danke ich im Besonderen für die tatkräftige Hilfe bei der Überarbeitung und Gestaltung des Layouts der Arbeit.

Meinen Eltern gebührt zuletzt besonderer Dank, die mich auf meinem bisherigen Weg unterstützt haben und immer für mich da waren.

Summary

Quality of fissure sealing using two fluoride-releasing sealant- a prospective, double-blind clinical trial

Sealant retention and quality of two resin-based materials (Heliosael-F-Vivadent; Fissurit-F-Voco) were studied in a one-year, double-blind, randomized, prospective clinical trial (split-mouth-design). Two-hundred and three tooth pairs were sealed in 54 subjects and 193 tooth pairs could be studied after one year in place. In 82 tooth pairs the sealant was applied using rubber dam and 111 tooth pairs were sealed under isolation with cotton rolls.

The initial quality of the sealants was comparable for both materials. After one year sealant retention was significantly poorer for Fissurit-F than that for Helioseal-F when cotton rolls were used, but showed no significant difference when rubber dam was applied.

Sites sealed with Fissurit-F showed significantly more marginal discrepancy and discoloration than sites sealed with Helioseal-F when applied under isolation with cotton rolls only, but material-dependent differences were minimized when rubber dam was used.

Sealants with use of Helioseal-F showed throughout better results ; the considerably improved quality of sealants using Fissurit-F have been shown for the first time under the application of rubber dam.

“Ich erkläre: Ich habe die vorgelegte Dissertation selbständig, ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe. Die Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus- Liebig Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.“

édition scientifique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

VVB LAUFERSWEILER VERLAG
STAUFENBERGRING 15
D - 3 5 3 9 6 G I E S S E N

Tel: 0641-5599888 Fax: -5599890
redaktion@doktorverlag.de
www.doktorverlag.de

ISBN 3-8359-5057-6



9 7 8 3 8 3 5 1 9 5 0 5 7 3