

Inhalt

Vorwort	9
Thematik und Problematik	17
Was ist Adhäsivtechnik?	23
Erklärung stetig wiederkehrender Begriffe	24
Komposite	26
Adhäsive	34
Frühere Erfahrungen mit adhäsiv verarbeiteten Kompositfüllungen	42
Bonding an Schmelz und Dentin	45
Schmelzhaftung	46
Dentinhaftung	53
– Definitionen und Voraussetzungen	53
– Historische Anfänge	54
– Einteilung der Adhäsivsysteme	54
– Adhäsive mit selektiver Schmelzätzung (Drei-/Vier-Schritt-Selective-Etch)	55
– Drei-/Vier-Schritt-Etch-and-rinse-Adhäsive	59
– Zwei-Schritt-Etch-and-rinse-Adhäsive	64
– All-in-one-Adhäsive	66
– Zwei-Schritt-Self-Etch-Adhäsive	68
– Gefüllte Adhäsive	69
– Neuer alter Trend: Selektive Schmelzätzung	71
– Flowable Base	73
Bulk-Fill-Komposite	74
– Auswirkungen auf die Randqualität	75
– Haftung am Kavitätenboden = Dentinversiegelung	76
– Klinische Bilder zu Bulk-Fill-Kompositen	78
Kritische Wertung unterschiedlicher Adhäsivklassen	80
Universaladhäsive	82
– Neue Entwicklungen	84
– Fazit	88
Probleme bei der Anwendung	89

Adhäsivtechnik für Reparaturen zahnärztlicher Restaurationen	94
– Einleitung	94
– Indikationen für Füllungsreparaturen	95
– Reparatur von Kompositfüllungen	97
– Reparatur von Keramikinlays/-teilkronen	101
– Zusammenfassung	101
Verträglichkeit adhäsiver Biomaterialien	103
Klinische Anwendung step by step	105
Komposit im Seitenzahnbereich	106
– Primärversorgung	106
– Sekundärversorgung	126
– Eigene Langzeiterfahrungen mit Komposit im Seitenzahnbereich	135
– Röntgenopazität	141
– Erneuerung und Reparabilität	141
– Postoperative Hypersensitivitäten	142
– Proximal Box Elevation (PBE)	144
Komposit im Frontzahnbereich	147
1. Komposit-Typ	148
2. Farbauswahl	148
3. Formgebung	149
4. Präparation	150
5. Matrizentechnik	151
6. Schichtung	153
7. Indikationsstellung	153
8. Bonding	154
9. Politur	155
10. Übung	155
Keramikinlays und Keramikteilkronen	161
– Eigene Resultate	162
– Klinisches Prozedere	164
– Eigene Langzeiterfahrungen mit Keramikinlays und Keramikonlays anhand klinischer Bilder	191
Postendodontische Versorgung	196
– Wartezeiten nach der Wurzelkanalbehandlung	198
– Planung und alternative Aufbautechniken	199
– Kanalaufbereitung und Präparation für Wurzelstifte	201
– Ferrule- oder Fassreifen-Effekt	201

– Temporäre Versorgung	202
– Metallfreie Stiftsysteme	203
– Definitive Eingliederung von Wurzelkanalstiften	204
– Aufbaumaterialien für direkte Stifte	205
– Misserfolge und klinische Langzeitbewährung	205
Postendodontische Restauration	211
Restaurationen der Klasse V	212

FAQs aus 300 Vorträgen zur Adhäsivtechnik – die 50 meistgestellten

Fragen deutscher Zahnärzte aus 10 Jahren	219
Adhäsivtechnik allgemein	220
Kompositrestaurationen im Seitenzahnbereich	231
Kompositrestaurationen im Frontzahnbereich	238
Keramikinlays	242
Aufbau des endodontisch behandelten Zahnes	247

Hinweise für die Zahnmedizinische Fachangestellte	249
– Arbeitsplatzvorbereitung	250
– Farbauswahl	250
– Kofferdam	251
– Vorbereitung der Präparationsinstrumente	251
– Konditionierung der Zahnhartsubstanzen	252
– Re-wetting	252
– Primer und Bonding	253
– Polymerisation	254
– Politur	256
– Fluoridierung	256
– Vorbehandlung von Keramikinlays	256

Anhang	259
Literatur	260
Abbildungsverzeichnis	280
Sachverzeichnis	281



Univ.-Prof. Dr. med. dent. Prof. h.c

Roland Frankenberger FICD FADM FPFA

Direktor

Poliklinik für Zahnerhaltung

Med. Zentrum für ZMK

Philipps-Universität Marburg und Universitätsklinikum Gießen und Marburg

1967

geboren in Eichstätt/Bayern

1987–1992

Studium der Zahnheilkunde, Universität Erlangen-Nürnberg

ab 04/1994

Wissenschaftlicher Assistent, Zahnklinik 1 Erlangen

1999

Visiting Assistant Professor, University of North Carolina at Chapel Hill, USA

07/2000

Habilitation und Venia legendi, Ernennung zum Priv.-Doz. und Oberarzt

09/2001

Miller-Preis der DGZMK

06/2008

Walkhoff-Preis der DGZ

2009–2012

Stellv. Vorsitzender der APW

5/2009

Universitätsprofessor (W3) und Direktor der Abteilung für Zahnerhaltungskunde, Med. Zentrum für ZMK, Philipps-Universität Marburg

2010

Berufung zum Chefredakteur der Quintessenz Zahnmedizin

2012–2014

Präsident der Deutschen Gesellschaft für Zahnerhaltung

2012–2015

Geschäftsführender Direktor des Med. Zentrums für ZMK Marburg

2012–2019

Präsidiumsmitglied der DGET

2015

Forschungspreis Vollkeramik

seit 2015

Editor-in-Chief, Journal of Adhesive Dentistry

2015

Preis für hervorragende Lehre am Fachbereich Medizin

2016–2018

Studiendekan für Medizin, Zahnmedizin und Humanbiologie

2019–2022

Präsident der DGZMK

seit 2019

Studiengangsleiter Masterstudiengang Kinderzahnheilkunde Gießen/Marburg

seit 2019

Präsidiumsmitglied, Medizinischer Fakultätentag

2022

Deutscher Alumni-Preis

2022

Ryge-Mahler-Award der IADR

Publikationen

mehr als 600

Zitationen

mehr als 13.000

Dissertationen

mehr als 150

Vorträge

mehr als 1.000 in 25 Ländern

Vorwort

Liebe Kolleginnen und Kollegen, liebe – studentische – Jungkolleginnen und Jungkollegen,

als ich gefragt wurde, ob ich ein Buch über Adhäsivtechnik schreiben wolle, hatte ich spontan zwei Gedanken:

1. Es gibt doch schon so viele Bücher!
2. Warum eigentlich nicht? Ich habe nun über 300 Vorträge über Adhäsivtechnik gehalten, und die Unklarheiten und Fragen der Zuhörerschaft betreffen eigentlich immer dasselbe: Hypersensibilitäten, Approximalkontakt, Farbauswahl, Haltbarkeit.

Ich dachte also an eine Adhäsiv-Fibel als klinischen Leitfaden auf der Basis unserer präklinischen und klinischen Studien, die wir in den letzten 15 Jahren auf den Weg brachten. Je länger ich darüber nachdachte, desto mehr war ich von der Fibel-Idee angetan. Ich dachte auch an unsere Studenten, die sich über so eine Hilfestellung sicher freuen würden. Jedoch kamen mir spontan mehrere andere Bücher mit ähnlicher Thematik in den Sinn und mir wurde klar, dass es Sinn machen würde, sich davon abzugrenzen, denn das „Rad der Adhäsivtechnik“ war ja bereits erfunden. Und obwohl ich bestimmt viel Erfahrung auf dem Gebiet der adhäsiven Zahnheilkunde habe, kamen mir einige Illustrationen in anderen Büchern anhand ihrer ästhetischen Perfektion manchmal eher abschreckend als motivierend vor.

Ziel dieses Buches ist es daher *nicht*,

- Ästhetik-Freaks mit noch besseren, absolut perfekten Restaurationen zu ärgern,
- den längsten Roman über adhäsive Zahnmedizin zu schreiben,
- alle 52.898 publizierten Studien (Stand: August 2008) zur Adhäsivtechnik zu erörtern,
- neueste Produkte überschwänglich zu loben, ohne klinische Daten dazu zu haben,
- sich in wissenschaftlichen Details zu verzetteln,
- über die Versorgung kleiner Schneidekantendefekte mit Veneers zu plaudern oder
- die schönsten Kompositfüllungen der Welt nach einer Woche Liegedauer zu präsentieren.

Ziel dieses Buches soll es *vielmehr* sein,

- einen Durchblick im Dschungel der Adhäsive zu vermitteln,
- praktische Schlussfolgerungen aus wissenschaftlichen Studien zu ziehen,
- das klinisch Machbare aus der Sicht des „wet finger dentist“ darzustellen,
- Möglichkeiten und Grenzen der Adhäsivtechnik offen darzulegen und
- objektive Analysen zur Dauerhaftigkeit der Adhäsivtechnik zu vermitteln.

Das sind genau die Dinge, mit denen wir uns in unserer Arbeitsgruppe über mehr als ein Jahrzehnt detailliert und intensiv beschäftigt haben. Daher bekommen Sie die Information aus erster Hand – als Quintessenz aus über 100 Studien und 80 Doktorarbeiten auf dem Gebiet der adhäsiven Zahnmedizin.

Ich würde mir wünschen, dass der Leser nach der Lektüre dieses Buch als „kurz und knapp, auf das Wesentliche reduziert, übersichtlich und lehrreich“ beurteilt. Das wäre das schönste Kompliment.

Viel Spaß beim Lesen.

Ihr

Roland Frankenberger

Erlangen, im Sommer 2008



Vorwort zur 2. Auflage

Liebe Kolleginnen und Kollegen, liebe (studentische) Jungkolleginnen und Jungkollegen!

Seit der Erscheinung der Adhäsiv-Fibel sind nun zwei Jahre vergangen, welche für mich durch den Wechsel von Erlangen nach Marburg sehr aufregend waren.

Ich habe in meinem ersten Vorwort aus dem Jahr 2008 meine Beweggründe beschrieben, warum die Adhäsiv-Fibel entstanden ist. Und heute nach ziemlich genau zwei Jahren ist die erste Auflage bereits vergriffen, so dass nun die 2. Auflage ansteht.

Ich hätte nie mit einem so positiven Feedback meiner Leser gerechnet! Okay, geträumt habe ich vielleicht schon davon, aber erwartet habe ich es nicht. In vielen Briefen, E-Mails und Anrufen wurde mir bestätigt, dass die ursprüngliche Intention, dieses Buch zu schreiben, wohl richtig war. Es gab offensichtlich einige Studenten und Kollegen, die nur auf so ein Buch gewartet haben. Auch die Rezensionen in der Fachliteratur waren sehr positiv. Prof. Ernst brachte seine Einschätzung mit „Kaufen!“ auf den Punkt. Außerdem hat mich sehr gefreut, dass mittlerweile einige Kollegen aus den Hochschulen ihren Studenten die Adhäsiv-Fibel als Lektüre empfehlen. Auch dafür herzlichen Dank!

Inhaltlich musste ich nur wenig verändern, und die FAQs sind auch alle gleich geblieben. Effektive Adhäsivtechnik ist noch immer unersetzlich und der Behandler ist noch immer der wichtigste Faktor. Viel Spaß bei der Lektüre!

Roland Frankenberger

Marburg, im September 2010

Vorwort zur 3. Auflage

Liebe Leserin, lieber Leser,

nun ist also die 2. Auflage der Adhäsiv-Fibel auch schon wieder ausverkauft. Scheinbar habe ich den Nerv getroffen – eine Situation, die ich in der täglichen Arbeit jedoch stets zu vermeiden versuche. Die Erstpublikation dieses Buches ist nun schon wieder fast fünf Jahre her, daher war es an der Zeit, ein paar Aktualisierungen vorzunehmen, auch einmal zervikale Defekte zu beleuchten sowie die aktuellen Adhäsivsysteme und -trends zu bewerten. Ansonsten ist auch in dieser Ausgabe das bewährte Korsett gleich geblieben: nah an der Praxis, Fundamentales ausreichend berücksichtigt und nie die HelferIn vergessen. Ohne meine ZMF Anke Windholz wäre ich als Behandler nur halb so effektiv – ich weiß das jeden Tag aufs Neue zu schätzen. Nicht zuletzt der Teil für die ZAH hat dieses Buch so erfolgreich gemacht – neben dem wirklich konkurrenzlosen Preis.

Viel Spaß bei der Lektüre.

Roland Frankenberger

Marburg, im Mai 2013

Vorwort zur 4. Auflage

Liebe Leserin, lieber Leser,

ein erfahrener Kollege sagte mir einmal: „Bücher schreiben ist toll, aber in der Regel gibt es keine zweite Auflage, weil die Nachfrage einfach nicht groß genug ist“. Für das vorliegende Buch gilt das offensichtlich nicht – wir sind jetzt bereits bei der vierten Auflage und die Nachfrage ist noch immer enorm. Das freut mich natürlich außerordentlich, da ich – verzeihen Sie die zahnärztliche Metapher – den Nerv getroffen zu haben scheine.

Die neue Auflage ist mit den Themen Universaladhäsive und Reparaturen aktualisiert und entspricht somit wieder dem aktuellen Stand. Die anderen Kapitel wurden nur geringfügig modifiziert. Das Kapitel zu den Bulk-Fill-Komposite wurde mit neuen klinischen Bildern ergänzt.

Ich kann mich noch gut erinnern, als ich die erste Auflage vor 10 Jahren begonnen habe. Es war der Sommer der Fußball-EM 2008 und das einzige, was ich mir damals als Freizeit gegönnt habe, waren die Spiele unserer Nationalmannschaft. Ich habe wirklich jedes Wochenende durchgeschrieben, anders war das nicht machbar. Was mir gerade einfällt: Schon damals hatte ich das besondere Talent, bei wichtigen Spielen ausgerechnet einen Flug in die USA gebucht zu haben. Ich habe weder das Endspiel 2008 noch das Finale 2014 live gesehen, weil ich im Flieger saß. 2014 kam ich im Hotel an, rannte an die Bar und sah gerade noch Philipp Lahm den Pokal hochstrecken. Aber ich schweife ab.

Der große Unterschied zwischen 2008 und 2018 ist mein Zeitbudget. Damals war ich Oberarzt und hatte bei weitem noch nicht so viele Verpflichtungen wie heute. Gerade das Amt als Studiendekan für Medizin, Zahnmedizin und Humanbiologie nimmt schon sehr viel Zeit in Anspruch – daher musste der Spitta-Verlag ganz schön lange warten, bis ich mit dieser Überarbeitung endlich fertig war. Aber nun ist es so weit und ich darf Ihnen bei der Lektüre viel Spaß und einen effizienten Erkenntnisgewinn wünschen.

Vorwort zur 5. Auflage

Liebe Leserin, lieber Leser,

herzlich willkommen zur neuen Auflage der Adhäsiv-Fibel!

Dieses Mal war ich nicht überrascht, als die Spitta GmbH anrief und mitteilte, dass die vierte Auflage schon wieder vergriffen war, denn das Buch stößt nach wie vor aufgrund seiner klinischen Relevanz auf ungebrochenes Interesse. Zunächst war ich erstaunt, dass die letzte Auflage beim Durchlesen noch immer in den allermeisten Belangen ziemlich aktuell war. Bei genauerem Hinsehen fiel mir dann aber doch auf, dass die Bereiche Universaladhäsive, indirekte Restauration und postendodontische Restauration kleine Modifikationen und Aktualisierungen benötigten. Gerade beim Thema postendodontische Restauration haben wir in den letzten Jahren erwähnenswerte Daten gesammelt, die ich Ihnen nicht vorenthalten möchte. Mit der Proximal Box Elevation ist auch ein komplett neues Kapitel dazugekommen, da dies bei vielen Kolleginnen und Kollegen auf großes Interesse stößt.

Ganz wichtig: Ich bedanke mich bei meinem großartigen Team der Marburger Zahnerhaltung, es ist mir eine große Freude, diese Mannschaft zu führen, zu fordern und zu fördern. Obwohl wir in einer alten, zu kleinen und baufälligen Klinik hausen, geben wir täglich unser Bestes für leidenschaftliche, kompromisslose Zahnerhaltung. Daher gehe ich jeden Tag gerne zur Arbeit und ich hoffe, meine Mitarbeiter tun das auch.

Viel Spaß bei der Lektüre.

Roland Frankenberger

PS: Unsere Klinik ist zwar alt, aber der Ausblick entschädigt für vieles.



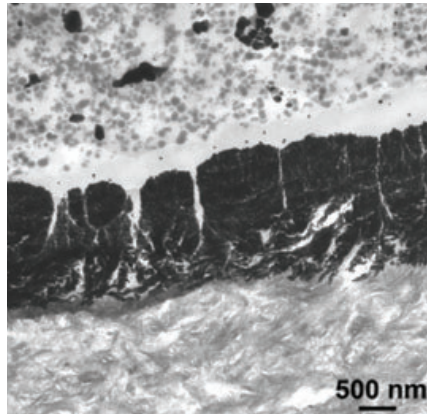
Erklärung stetig wiederkehrender Begriffe

Begriffs- klärungen

Bevor in den folgenden Kapiteln genauer auf die adhäsive Zahnmedizin eingegangen wird, seien hier vorab die wichtigsten stetig wiederkehrenden Begriffe und Abkürzungen kurz erklärt:

Adhäsiv	das eigentliche Adhäsivsystem inklusive aller Komponenten
All-in-one	Adhäsive, welche in <i>einer</i> Flüssigkeit Etchant, Primer und Bonding Agent vereinen
Bonding	Synonym für Adhäsiv
Bonding Agent	das hydrophobe Kunstharz bei Mehrflaschenadhäsiven (z. B. Heliobond), wird im Angloamerikanischen in der Regel „Adhesive“ genannt
CLSM	konfokales Laserrastermikroskop (Confocal Laser Scanning Microscope)
Composite	ursprünglich englische Bezeichnung für Komposit (lat. componere/compositum), wird genauso ausgesprochen und nicht etwa „Komposit“
Etch-and-rinse	Phosphorsäureätzung von Schmelz und Dentin (früher: „total etch“): Schmelz 30 Sekunden, Dentin maximal 15–20 Sekunden. Da das oft nicht umzusetzen ist – im Zweifelsfall Schmelz und Dentin 15–20 Sekunden
Etchant	Ätzmittel, z. B. Phosphorsäure
Primer	Imprägnierungsmittel für demineralisiertes Dentin, charakterisiert durch amphiphile Moleküle (z. B. TEGDMA, HEMA)

REM	Rasterelektronenmikroskop
Re-wetting	Da das Wet bonding fast nicht umsetzbar ist, empfiehlt es sich, das Dentin nach dem Ätzen und Absprayen erst kontrolliert zu trocknen und dann gezielt mit Bürstchen und Leitungswasser wieder anzufeuchten.
Selective-Etch	selektives Ätzen der Schmelzränder mit Phosphorsäure
Self-Etch	Schmelz- und Dentinkonditionierung ohne Phosphorsäure
TEM	Transmissionselektronenmikroskop
Wet bonding	Feuchtbelassen der Dentinoberfläche nach Phosphorsäureätzung und Absprayen

**Abb. 3.21**

Massive Wassereinlagerung im Komposit-Dentin-Interface nach Anwendung eines All-in-one-Adhäsivs [48]

Zwei-Schritt-Self-Etch-Adhäsive

Komplettierung
durch hydrophobes Adhäsiv

Obwohl diese Adhäsivklasse eigentlich vor den All-in-one-Systemen stehen müsste, sind die meisten Entwicklungen auf diesem Sektor jünger als die All-in-one-Adhäsive. Auch hier wird unter Anwendung eines sauren Primers komplett auf die Phosphorsäure verzichtet, das Prozedere wird jedoch durch ein hydrophobes Adhäsiv (Bonding Agent) komplettiert. Diese Tatsache ist dafür verantwortlich, dass die Effektivität dieser Adhäsive bezüglich der Dentinhaftung als sehr gut einzuschätzen ist. Dies spiegelt sich in der klinischen Anwendung in niedrigen Raten postoperativer Hypersensitivitäten wider.



Zwei-Schritt-Self-Etch-Adhäsive weisen eine hervorragende Dentinhaftung auf. Postoperative Hypersensitivitäten sind nachgewiesenermaßen sehr selten.

Problematik
des dauerhaften
Schmelz-
verbunds

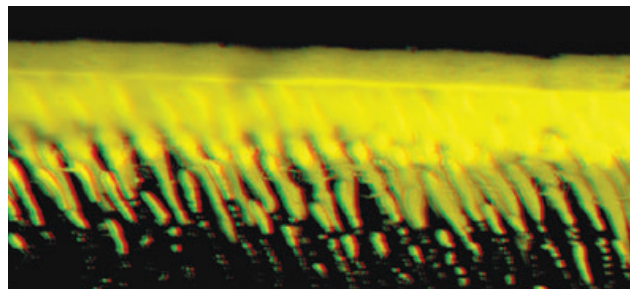
Die Problematik des dauerhaften Schmelzverbunds ohne Phosphorsäure stellt sich aber bei diesen Adhäsiven ebenso wie bei den All-in-one-Systemen. Ein Ausweg wäre jedoch hier eine selektive Schmelzätzung mit Phosphorsäure, die jedoch klinisch nicht immer einfach durchzuführen ist. Während aber bei Syntac oder A.R.T. Bond eine Phosphorsäureätzung des Dentins eher förderlich war, wird die Dentinhaftung bei AdheSE oder Clearfil SE Bond durch Phosphorsäure kompromittiert [136, 137].

Alle Self-Etch-Adhäsive sind im Schmelzrandbereich schlechter als Etch-and-rinse-Adhäsive. Zwei-Schritt-Self-Etch-Adhäsive sind zwar in den meisten Fällen besser als All-in-one-Bondings, an Phosphorsäurekonditionierung reichen sie jedoch allesamt nicht heran.



Abb. 3.22

Gute Dentinversiegelung mit einem Zwei-Schritt-Self-Etch-Adhäsiv (CLSM, 1:2000)



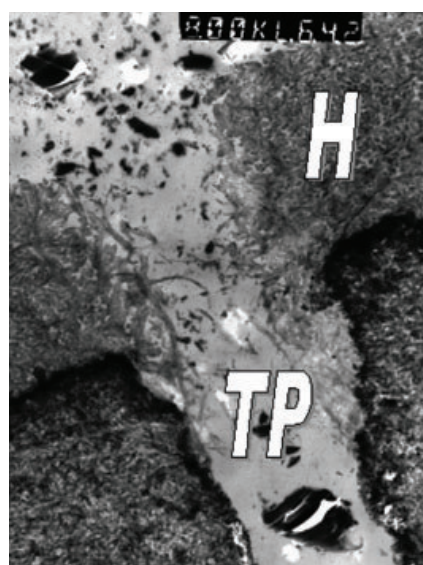
Gefüllte Adhäsive

Unabhängig von der Zugehörigkeit zu den neueren Adhäsivklassen wurde eine bestimmte Modifikation der Bonding Agents lange favorisiert. Durch Zugabe größerer Mengen von anorganischen Füllkörpern (z. B. 48 % bei OptiBond FL und 26 % bei OptiBond Solo, Kerr) gelang es, das adhäsive Potenzial noch zu steigern [35, 48].

Zugabe anorganischer Füllkörper

Abb. 3.23

Komposit-Dentin-Interface nach Anwendung von OptiBond FL (TEM, 1:6000). Neben der Hybridschicht (H) und der tubulären Penetration (TP) sind auch die Füllkörper im Adhäsiv zu erkennen.



Universaladhäsive

Bei der Auswahl von Adhäsivsystemen sind unterschiedliche Mechanismen zu beobachten, so z. B., dass gerne das Adhäsivsystem der eigenen universitären Ausbildung auch später eigenverantwortlich erworben wird, ebenso ist aber ein klarer Trend zur Vereinfachung zu beobachten, der oftmals irrtümlich mit der Möglichkeit des Zeitsparens verwechselt wird. Denn wenn sich ein Umstand in den vergangenen 20 Jahren nicht verändert hat, dann die fundamentale Kernaussage der adhäsiven Zahnmedizin, dass 60 Sekunden Adhäsivtechnik über viele Jahre Lebensdauer von Adhäsivrestorationen entscheiden. Jeder Zahnarzt sollte sich wiederholt die Frage stellen, ob wenige Sekunden Zeitersparnis im Sinne ökonomischer Adhäsivapplikation verglichen mit vielen Jahren Lebensdauer bei unserer Arbeit in der Zahnerhaltung wirklich eine Rolle spielen. Demgegenüber steht die Tatsache, dass wir gerade im Rahmen der adhäsiven Vorbehandlung ein optimales Fundament für jegliche Restauration schaffen. Das manchmal zumindest merkantil beobachtbare Streben nach Zeitersparnis steht dem diametral gegenüber.

Die europaweiten Verkaufszahlen tendierten in der letzten Dekade zu einer Stagnation der konventionellen Etch-and-rinse-Systeme und einer zunehmenden Nachfrage bei den Self-Etch-Systemen. Im Gegenzug nahmen die Umsätze bei konventionellen Bondings eher wenig ab, da noch immer viele Praxen auf ältere Produkte wie Syntac, OptiBond FL oder A.R.T. Bond setzen. Diese Adhäsive bergen zwar den „Nachteil“ mehrerer Fläschchen, zeigen aber auch handfeste Vorteile:

1. Ein nicht zu unterschätzender Vorteil ist, dass ein reines „Bonding Agent“ (hydrophobes Harz wie z. B. Heliobond, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) verwendet ist, das auf geätztem Schmelz auch alleine ohne Primer angewendet werden kann und dazu im Vergleich zu allen anderen Adhäsivklassen keinerlei Lösungsmittel enthält, um dessen Verdunstung man sich kümmern müsste [3, 48]. Man kann es daher verblasen/ausdünnen, ohne auf die Ver-

dunstung eines mehr oder weniger flüchtigen Lösungsmittels achten zu müssen.

2. Probleme beim Feuchtigkeitsmanagement im Rahmen des sogenannten „Wet bonding“ im Zusammenhang mit der Etch-and-rinse-Technik sind bei den o. g. Systemen praktisch unbekannt, da sie in ihren einzelnen Primerkomponenten stets Wasser enthalten und somit der Feuchtigkeitsgrad des Dentins nach durchgeführter Phosphorsäureätzung deutlich weniger entscheidend ist als bei den Nachfolgern (Excite F/Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, Prime&Bond XP/DeTrey Dentsply, Konstanz, Solobond M/Voco, Cuxhaven usw.), deren Wasseranteil chemisch bedingt zu gering ist, um ein intrinsisches Re-wetting gewährleisten zu können [85]. Alleine dieses Dilemma stärkt die Anwenderschaft der Self-Etch-Technik, da die Gefahr für das Auftreten postoperativer Hypersensitivitäten unter Anwendung der Self-Etch-Technik in der Regel einfach geringer ist [217]. Aus eigenen klinischen Studien, aber auch aus der Literatur lässt sich eine erhöhte Gefahr für postoperative Hypersensitivitäten bei der Etch-and-rinse-Technik im Vergleich zur Self-Etch-Technik jedoch nicht ableiten [206].

Langjährige Untersuchungen in der In-vitro-Kausimulation unserer Arbeitsgruppe zeigen, dass ein höherer Zeitaufwand im Rahmen der Adhäsivtechnik mehr klinische Erfolgswahrscheinlichkeit mit sich bringt und dass vor allem der effektivste Weg der Schmelzvorbereitung noch immer die Phosphorsäureätzung darstellt, da alle Etch-and-rinse-Adhäsive hoch signifikant bessere Randqualitäten aufwiesen als alle Self-Etch-Adhäsive [48]. In der Synopse mit den klinischen Vorteilen der Self-Etch-Adhäsive folgt daraus logischerweise die Rückkehr zur traditionellen Technik der selektiven Schmelzätzung. Sowohl A.R.T. Bond (Coltene Whaledent, Altstätten, Schweiz) als auch Syntac (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) waren ja ursprünglich mit selektiver Schmelzätzung eingeführt worden. Die aus unseren bislang dazu erhobenen In-vitro-Daten zu lesende Richtung ist deutlich: Die selektive Schmelzätzung ist bei allen Self-Etch-Adhäsiven sinnvoll und führt zu deutlich besseren Randqualitäten im Schmelz (bislang publiziert für AdheSE/Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein und Clearfil SE Bond/Kuraray, Tokio, Japan) [136], eine Dentinätzung sollte jedoch vermieden werden.

Eine klinisch zuverlässige Vermeidung der Dentinätzung bei selektiver Schmelzätzung ist jedoch ein theoretischer Ansatz, der nichts mit der klinischen Situation zu tun hat. Gerade in häufig vorkommenden minimalinvasiven Kavitäten ist eine selektive Schmelzätzung eine Illusion – und außerdem eine Illusion mit Fehlermöglichkeiten: Ist man zu vorsichtig, wird der Schmelz nicht suffizient geätzt, ist man zu forsch, wird automatisch immer zumindest ein geringer Anteil des Dentins mitgeätzt, meist aber genau die Bereiche, in denen der Abstand zur Pulpa am geringsten ist und die somit auch eher anfällig für postoperative Hypersensitivitäten sind.

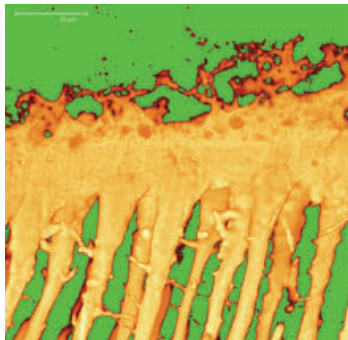


Abb. 3.37:

Komposit-Adhäsiv-Dentin-Interface im konfokalen Laserrastermikroskop (1:3000). Bei Realisierung des optimalen „Window of opportunity“ ist „Wet bonding“ zuverlässig für die Ausbildung einer ausreichend stabilen Dentinversiegelung (hier: Syntac).

Neue Entwicklungen

Die in den letzten Jahren vermehrt vermarkteten Universaladhäsive versprechen mehrere Vorteile im Vergleich zu den Vorgängern, die im Folgenden besprochen und diskutiert werden sollen:

1. Toleranz gegenüber Dentinätzung:

Abgeleitet aus den Ausführungen zur selektiven Schmelzätzung ist die Toleranz gegenüber der Dentinätzung der mit großem Abstand wichtigste Handlingvorteil. Dies bedeutet, dass man bei unintentioneller Dentinätzung (s. o.) mit dem gewählten Universaladhäsiv weiterarbeiten kann, ohne auf ein anderes, für die Etch-and-rinse-Technik entwickeltes Adhäsiv wechseln zu müssen. Aus In-vitro-Untersuchungen unserer und anderer Arbeitsgruppen kann dieser positive Effekt bestätigt werden, d. h., auch bei Dentinätzung mit Phosphorsäure bleibt die Dentinhaftung bei diesen Adhäsiven auch nach Wasserlagerung weit-

gehend stabil (Abb. 3.38) [207, 210–215]. Trotzdem ist der Wert eines hydrophoben Bondings (wie z. B. Heliobond bei Syntac) nach wie vor unbestritten.

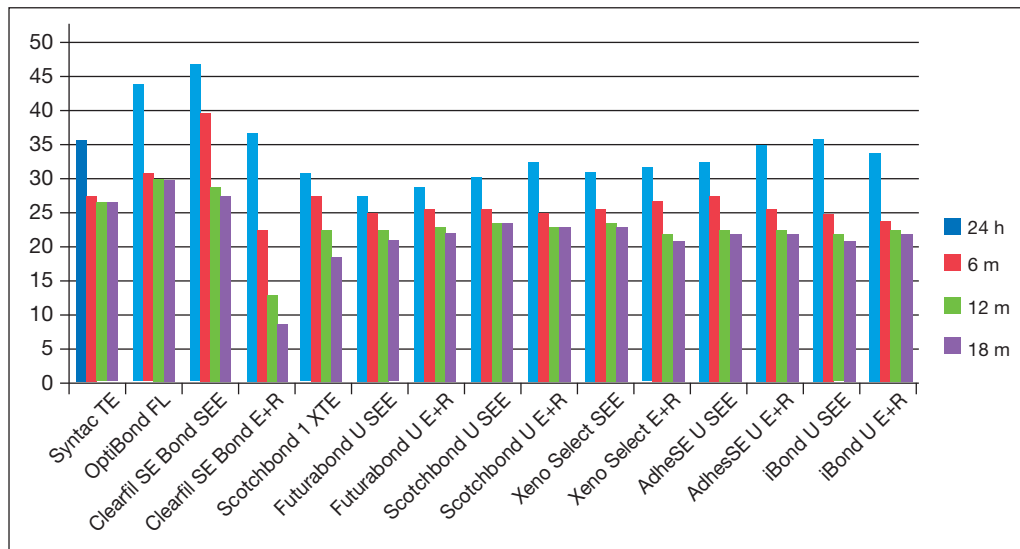


Abb. 3.38:

Dentinhaftung im Microtensile-Verfahren [MPa] nach Wasserlagerung bis zu 18 Monaten. Es wird deutlich, dass konventionelle Self-Etch-Systeme bei Dentinätzung Schwächen zeigen (hier: Clearfil SE Bond, Kuraray). Es wird aber vor allem klar, dass der Ätzmodus (Phosphorsäure vs. Self-Etch) bei den getesteten Universaladhäsiven keinen Einfluss auf die Dauerhaftigkeit der Komposit-Dentin-Verbindung hat.

2. Chemische Haftung:

Die Universaladhäsive enthalten heute das aus Clearfil SE Bond bekannte Monomer MDP. Es wurde nachgewiesen, dass unter Beimengung solcher Monomere ein sogenanntes „Nano-Layering“ im Dentin-Adhäsiv-Komposit-Interface erfolgt, welches die Haftung stabilisieren soll. Vor allem resultiert aus dessen Inkorporation eine nachweisbare chemische Bindung zum Calcium des Dentins, wodurch die Beständigkeit des Dentinbondings verbessert wird [220]. Dies gilt auch für adhäsive Milchzahnfüllungen [209].

3. Indirekte Restaurationen:

Die All-in-one-Vorgänger der neuen Adhäsivgeneration waren ausschließlich für die direkte Komposittechnik entwickelt worden. Die neueren Universaladhäsive sind dagegen in vielen Fällen auch für indirekte Restaurationen freigegeben worden. Auch wenn man als Argu-

ment ins Feld führt, dass bei adhäsiven Befestigungsprozeduren die konsequente Applikation mehrerer Schritte in der Regel im Rahmen des „Zeitmanagement“ gar nicht auffällt, sind diese Adhäsive auch in dieser Indikation interessant geworden. Sie bilden nämlich nach der Lichtpolymerisation dünne und somit beherrschbare Adhäsivschichten, die beim adhäsiven Befestigen nicht „auftragen“, d. h., eine indirekte Restauration gleitet auch bei separater Polymerisation stets sicher in die gewünschte Endposition (Abb. 3.39). Dies gestaltet sich bei konventionellen Adhäsiven oft komplizierter, da hier die Viskosität meist höher war. Bei der indirekten Restauration ist jedoch ebenso wie bei der direkten Füllung die zusätzliche Phosphorsäureätzung sinnvoll.

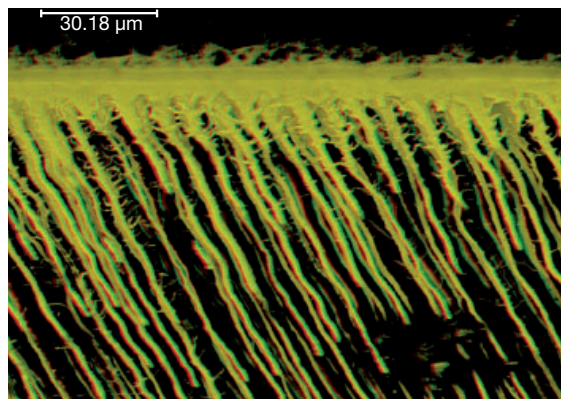


Abb. 3.39:

Komposit-Adhäsiv-Dentin-Interfacei mko nfokalen Laserrastermikroskop(1:5000). Universaladhäsive können nach unseren Messungen vor der Insertion indirekter Restaurationen einfacher präpolymerisiert werden als konventionelle Adhäsive, da die Adhäsivschicht in der Regel sehr dünn ist (hier: 5-10 µm; Xeno Select etch-and-rinse, Dentsply).

4. Beimengung von Silan:

Da Reparaturen, wie in der Einleitung beschrieben, heute bereits routinemäßige Einsätze in der täglichen Praxis erfahren, wurde für ebendiese Indikation z. B. bei Scotchbond Universal (3M Espe, Seefeld) ein Silan beigemischt, um auf der einen Seite Keramik-Werkstücke damit vorzubehandeln und auf der anderen Seite bei Reparaturen eine zusätzliche chemische Verbindung der Adhärenzen zu generieren [208, 219, 221]. Dieser Effekt ist jedoch umstritten, da es z. B. gerade bei der Kompositreparatur gar nicht klar ist, ob ein Silan sinnvoll ist, da der klinische Erfolg der Reparaturmaßnahme primär auf die Qualität der Oberflächenkonditionierung (z. B. Sandstrahlen mit 50 µm Aluminiumoxid, Rondoflex, KaVo) zurückzuführen ist. Darüber hinaus ist bekannt, dass die Silanapplikation die Dentinhaftung reduziert – d. h.,

wenn ein Silan gewünscht wird, dann sollte man lieber ein Universaladhäsiv mit inkorporiertem Silan wählen.

Ein Schwachpunkt aller kommerziell verfügbaren Adhäsive ist die Haftung an sklerotischem Dentin (Abb. 3.40). Für die Universaladhäsive kann man aus unseren bisherigen Labordaten schließen, dass die Etch-and-rinse-Technik hier besser funktioniert als die Technik mit selektiver Schmelzätzung (Abb. 3.41).

Abb. 3.40:

Sklerisiertes Dentin im konfokalen Laserrastermikroskop (1:3000). Die intratubuläre und intertubuläre Hyperkalzifikation ist deutlich zu erkennen.

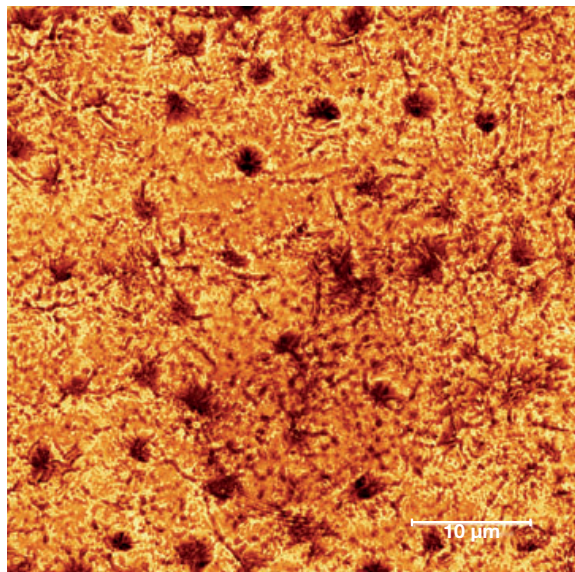
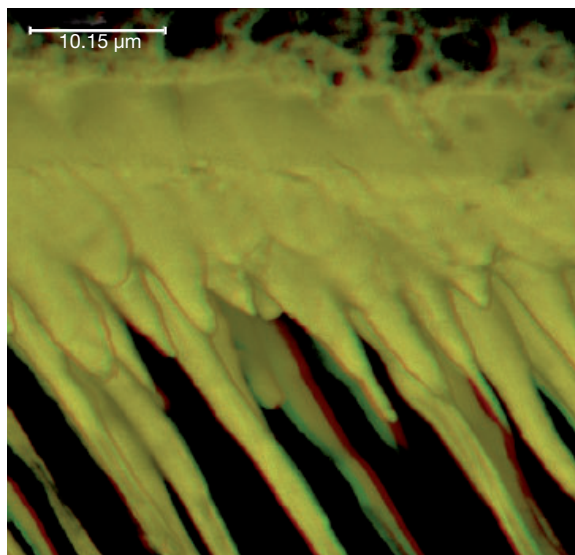


Abb. 3.41:

Komposit-Adhäsiv-Dentin-Interfacei mko nfokalen Laserrastermikroskop (1:3000). Etch-and-rinse-Applikation eines Universaladhäsivs (hier: AdheSE Universal, Ivoclar Vivadent): Bei sklerotisiertem Dentin zeigen sich zwar zum Teil verkürzte „resin tags“ durch die Mineralappositionen in den Dentintubuli, aber das Interface ist insgesamt deutlicher ausgeprägt und stabiler als im „Self-Etch“-Modus.



Fazit

Die Etch-and-rinse-Technik mit Phosphorsäure garantiert noch immer die zuverlässigste Schmelzhaftung. Auch die Dentinhaftungen sind gut, vor allem bei Zwei-Schritt-Etch-and-rinse-Systemen, jedoch führt die Techniksensitivität im Rahmen des „Wet bonding“ zu Problemen mit postoperativen Hypersensitivitäten.

Self-Etch-Adhäsive sind ein zuverlässigeres und wenig(er) fehleranfälliges Mittel zur Vermeidung postoperativer Hypersensitivitäten. Die Schmelzhaftung ist jedoch stets geringer als bei Etch-and-rinse-Adhäsiven.

Daher ist die Kombination selektive Schmelzätzung + Self-Etch-Adhäsiv heute der ideale Weg, dauerhaftes Bonding an die Zahnhartsubstanzen zu erzeugen. Da dies praktisch kaum zuverlässig zu bewerkstelligen ist, stellen die konventionellen Mehrflaschenadhäsive, aber auch die Universaladhäsive heute die beste Lösung der Adhäsivtechnik dar. Letztere helfen dabei, die Techniksensitivität und Fehleranfälligkeit deutlich zu reduzieren und erzeugen darüber hinaus chemische Haftung am Dentin. Die Ausweitung auf indirekte Methoden sowie Füllungsreparaturen sind interessante Add-ons, welche klinisch jedoch noch validiert werden sollten.

Gold-Standard
erreicht

Nach mittlerweile 7 Jahren klinischer Erfahrung mit Universaladhäsiven kann festgestellt werden, dass der ehemalige „Gold-Standard“ von den Universaladhäsiven mittlerweile erreicht wurde. Die Leistungsfähigkeit der Universaladhäsive ist in unseren aktuellen Studien nicht mehr unterhalb des Niveaus der Mehrflaschen-Bondings angesiedelt. Daher kann man heute eine generelle Empfehlung aussprechen.

Warum waren Syntac und OptiBond FL 30 Jahre lang so erfolgreich? Die Antwort ist einfach: Weil „Wet bonding“ bei diesen z. T. wasserbasierten Systemen einfach nicht so wichtig war und am Ende das klinische Resultat in den meisten Fällen gut war. Alle nachfolgenden Generationen hatten hier krasse Defizite, erst mit der Einführung der Universaladhäsive existieren nun wieder Lösungsmittelkonzepte, die das „Wet bonding“ weniger wichtig erscheinen lassen.

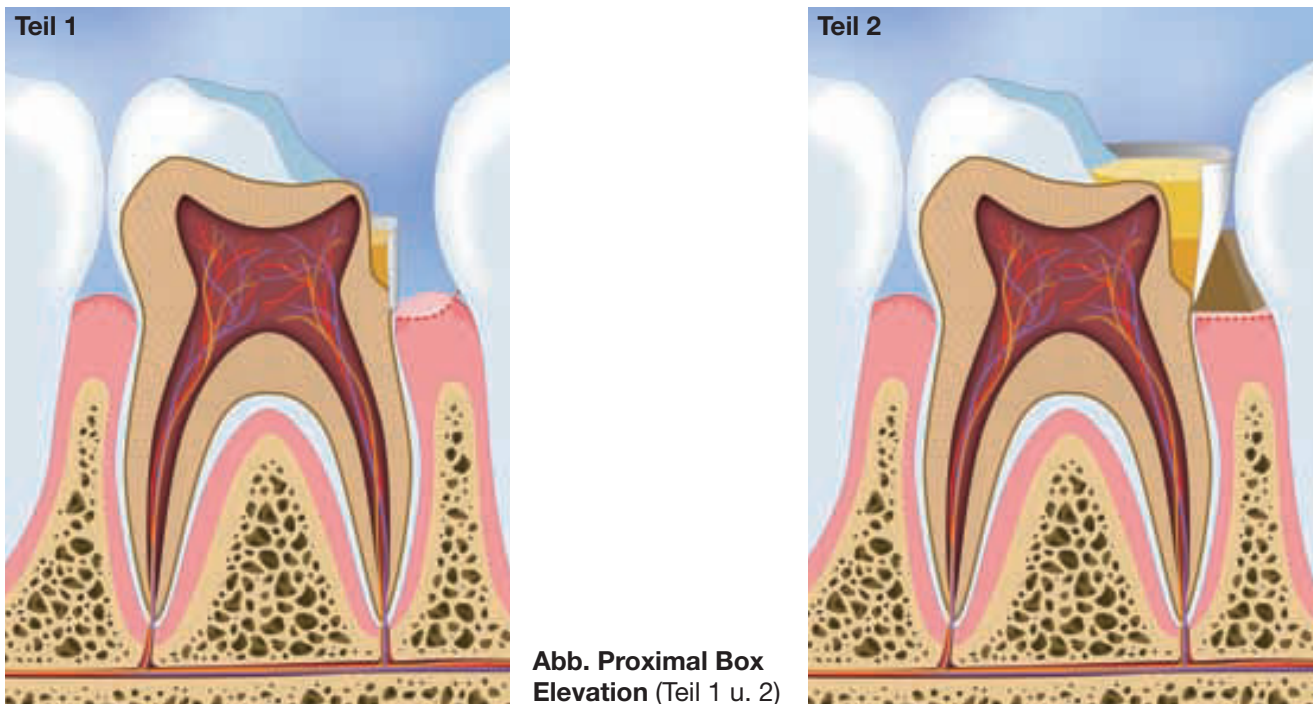


Abb. Proximal Box Elevation (Teil 1 u. 2)

Teil 1: Ein längs durchgeschnittenes Tofflemire-Band wird nur zervikal im Sulkus fixiert und ragt nur minimal (2–3mm) über die approximal-zervikale Präparationsgrenze. Da sich das Matrizenband unter dem Äquator des Zahnes befindet, liegt es in der Regel gut an. Beachte: in diesem Bereich ist die Restauration jetzt mesio-distal unterkontouriert.

Teil 2: Nach der Entfernung des beschnittenen Tofflemire-Bands wird es zunächst bluten, nun steht aber wieder genug „Zahn“, um Kofferdam zu legen und mit dem Sandstrahler zu dekontaminieren. Nun wird mit einem möglichst voluminösen Keil das zweite Matrizenband dicht an der unterkonturierten Komposit-Hilfsstufe adaptiert, dass hier KEIN Spalt entsteht. Dadurch wird vermieden, dass hier Fehlstellen entstehen. Die Unterkontourierung ist in diesem Fall willkommen, damit der Patient hier besser mit Interdentalraumbürstchen arbeiten kann (denn nicht umsonst war die Karies vorher so tief).

Abbildung von S. Geske Illustrationen

Die klinischen Hauptprobleme sind:

1. Zervikale Adaptation: Gerade bei mesialen Einziehungen im Oberkiefer kann es hilfreich sein, den Holzkeil vertikal von oben zwischen die Zähne zu schieben. Sehr hilfreiche Adjuvantien sind auch Teflonbänder, die sich verwirbeln lassen wie Retraktionsfäden und auch dabei helfen können, den Raum zwischen Matrice und Nachbarzahn „auszustopfen“.
2. Blutung: Eigene Untersuchungen bestätigten den Verdacht, dass Adstringenzen die Dentinhaftung reduzieren oder zumindest gefährden, daher sollte man alles unternehmen, die Blutstillung anderweitig zu lösen. Wie oben beschrieben, reicht in den allermeisten Fällen eine Minute Trockenlegung. Auch das gute alte Cavit

**Zervikale
Adaptation**

Blutung

Sachverzeichnis

A

Abrasionsphänomene 42, 135, 137 ff., 150, 192 ff.
 Abrasionsstabilität 28, 42, 195, 230, 236
 Aceton 51, 58, 60 f., 92, 223
 Adaptic 27
 Adhäsion 34 ff., 43, 46, 48, 54, 121, 220, 236
 Adhäsionssubstrat 34, 96, 99, 212
 Adhäsive 34 ff.
 – gefüllte 35, 47, 69 f., 76, 92, 141
 Adhäsivklassen 59, 64 ff., 68 f., 80 ff., 227, 229
 Adhäsiv-Kompositsystem, dualhärtendes 181 f., 204, 243
 Adhäsivsysteme 19, 24, 40 f., 54, 64 f., 67, 71, 74, 76 f., 81 f., 90, 92, 100, 180, 204, 221, 223, 225 f., 228 f., 243
 Adhäsivtechnik
 – Ästhetik 119, 148, 155 ff., 206, 238 f.
 – Begriffsklärungen 24 f.
 – Biokompatibilität 103 f., 226
 – Grundregeln 22
 – historische Entwicklung 26 ff., 33, 35 ff., 57 f.
 – Kostenfaktor 22, 133
 – Zeitsparfaktor 21, 41, 66, 81 f., 183, 225, 251
 AdheSE 56, 68, 80, 181, 228
 AdheSE One 56, 66, 80, 235
 AdheSE Universal 78, 87
 Admira Bond 56, 80
 Adper Prompt L-Pop 51, 66, 72, 76
 Adper Scotchbond 1 XT 56, 64, 66, 80, 85

Adper Scotchbond Multi-Purpose 55, 59, 63, 80, 154, 180, 226
 Alert 32
 Allergisierung 104, 226
 All-in-one-Adhäsive 24, 56, 66 ff., 71 f., 81, 85, 92, 228 f., 253
 – Materiallagerung 253
 Amalgam 19 f., 141, 231
 Amalgamfüllungen 19 ff., 120, 132, 184, 229, 236
 Applikatorbürstchen, angefeuchtetes 91, 222
 Approximalkontakt 20, 108, 110 f., 120, 132 f., 135, 162, 177, 231
 Approximalkontaktgestaltung 111, 132 ff., 224, 231 f.
 Arbeitsplatzvorbereitung, ZFA 250
 Ariston pHc 32
 Arkansassteinchen 123 f., 217, 235
 A.R.T. Bond 55 f., 58 f., 68, 70, 72, 80, 82 f., 154, 175, 180, 225
 Artemis 148
 Astrobrush 124, 155
 Ätzzeiten, Phosphorsäure
 – Dentin 24, 89 f., 113, 179, 252
 – Schmelz 24, 50, 89 f., 113, 252
 Aufbaufüllungen, adhäsive 166, 169, 172 f., 185 f.

B

Befestigungskomposite
 – hochvisköse 116, 181, 244
 – niedrigvisköse 34, 49, 116, 181, 205, 244
 Biokompatibilität 104, 226
 Biomaterialien, adhäsive 103 f., 242
 Biostyle 148
 Bis-GMA 26 f., 30, 50

Bonding Agent 24, 40, 47, 50, 52, 55 f., 58, 67, 89, 91, 93, 114 f., 179, 181, 185, 188, 245
 – hydrophiles 56, 67, 210
 – hydrophobes 24, 36, 39, 53, 56, 58, 64, 68, 223, 228
 Bondingfahnen 121
 Brechen der Kante 108 ff., 234
 Brinell Polierpaste 162
 Brush&Bond 58
 Bruxismus 96, 194
 Bulk-Fill-Flow 74 ff., 79
 Bulk-Fill-Komposite 74 ff.

C

CAD/CAM-Verfahren 174, 185 f., 234, 242
 Cadurit 26
 Calciumhydroxidpräparate 103
 Calibra 181
 C-Faktor 22, 74, 97, 117, 128 ff., 143, 223, 232
 – Definition 129 f.
 Charisma 32
 Chippings 140, 163, 194
 Clearfil Protect Bond 56, 80
 Clearfil S3-Bond 56, 66, 80, 228
 Clearfil SE Bond 56, 68, 78, 209
 Clip 133, 187
 CLSM s. Laserrastermikroskop, konfokales
 cmf Bond 59, 80
 CoJet 142, 195, 233
 Compositight 111, 133, 231
 Condi-Primer 37, 58

D
 Definite 31
 Dentin 212 ff.

Dentinätzung 61, 80, 83 ff., 90, 103, 181, 214

Dentinhaftung 36 ff., 46, 48, 53 f., 68, 70, 89, 112, 166, 175 f., 178, 217, 221, 228, 243

Dentinkanälchen 212

Dentinliquor 57, 67, 103

Dentinschmierschicht 36 ff., 40, 53 f., 57 ff., 176

Dentinüberätzung 113

Dentinversiegelung 67, 69, 71, 77, 81, 84, 90, 100, 104, 154, 169, 175, 181, 185, 223 f.

DGZMK-Richtlinien 198, 233

Diamantpolierpaste 183, 246

Diamantschleifer 210, 233

Diastemaschluss 50, 151

Docht-Effekt 201, 206

Drei-Schritt-Etch-and-rinse-Adhäsive 55, 59 f.

Drei-Schritt-Selective-Etch-Adhäsive 55 ff.

dry spots 92

Dualhärtung 243

Durafill 32

E

Einflaschenadhäsive 40, 47, 56, 64, 66, 93

Einflaschen-Etch-and-rinse-Systeme 77

Ein-Schritt-Self-Etch-Adhäsive 56, 66

Enamel Plus HFO 148

Endodontie 196 ff.

Enhance-System 218

Etch&Prime 3.0 56

Etch-and-rinse-Adhäsive 51, 58 ff., 64 f., 69 f., 72, 81, 88, 91, 114, 180, 228 f.

Etch-and-rinse-Technik 24, 47, 55 f., 58, 64, 78, 83 f., 88, 112, 127, 179, 187

Etchant 24, 40, 55 f.

Excite 57, 80

Experten-Set 4562 164

F

Farbauswahl, Frontzahnbereich 147, 155, 238 f., 250

Fassreifen-Effekt 201, 207, 247

Federränder 170, 174

Feinpartikelhybridkomposite 30

Feinstkorndiamanten 155, 235, 246

Fermit 132, 151, 155

Fermit-Technik 154

Ferrule-Effekt s. Fassreifen-Effekt

Filtek Bulk-Fill 75

Filtek Silorane 32, 74

Filtek Supreme XT 31 f., 148

Filtek Z100/Z250 32

Filzscheiben 162

Finierdiamanten 99, 123 f., 155, 162, 183, 217, 251

Fissuren 19, 48, 120, 170 f.

Fissurenversiegelung 50, 126, 232, 244

Flowable 73 f., 77, 97, 100, 116 f., 215 f.

Fluoridapplikationen 213

Fluoridierung, abschließende 256

Fluorobond 228

Flusssäureätzung 179, 256

Frakturen 132, 141, 161, 164 f., 196, 208, 248

Frakturrisiko 165, 181, 183, 195, 197 f., 180, 182 ff., 247

Frakturresistenz 211

Frontzahnkompositfüllungen

– Bonding 154, 240

– Farbauswahl 148 f., 239 f.

– Formgebung 149 f.

– Indikationsstellung 153 f., 241

– Komposit-Typ 148, 238 f.

– Matrizentechnik 151 f.

– Politur 155

– Präparation 150, 239 ff.

– Reparabilität 240

– Schichtung 153 f.

Füller, ytterbiumfluoridhaltige 137

Füllkörpergröße, Komposite 29

Füllkörpersysteme, Komposite 32

Futurabond M/NR 56, 66, 80

G

G-Bond 56, 66, 80

Gingiva 212 ff.

Glasfaserstifte 203 ff., 209

Glasfüller 26

Glasionomerzemente 20, 35, 46, 131, 204

Glaskeramikfüller 32

Glaskeramikinlays 163, 179

Gluma Comfort Bond 56

Gluma Solid Bond 55, 59, 154

Glyceringel 162, 182, 189, 244

Grandio 32

Guttapercha 199, 207

H

Haftung, chemische 34

Heliobond 24, 57, 67, 82, 85, 100, 115, 181 f., 188

HEMA 24, 38, 58

Holzkeil, trockener 111 f., 231

Hybridkomposite 29 ff., 33

Hybridschicht, Dentin 33, 38, 50, 52, 57 f., 61, 64, 66 f., 69, 223, 229

Hydroxylapatit 40, 48, 58

Hyperkalzifikation 87

Hypersensitivitäten

– persistierende 143

– postoperative 36, 53, 73, 83 f., 88 f., 104, 110, 112, 135, 142 f., 154, 161 ff., 175, 212, 221, 223

I

iBond SE 56, 66, 80

Inlayfrakturen 161, 163

Inlaystraße, Grundregeln 187

Instrumente

- oszillierende 167
- schallschwingende 110, 251

IPS Empress 161 ff., 191 ff.

IPS-Empress-Inlays 163, 191 ff.

Isosit 32

Isthmusbreite 166

Isthmusfraktur 132, 141

K

Kantenabrundung

- Frontzahnbereich 228
- Keramikinlays 164 f.

Karbonstifte 203

Kavitäten 35 ff., 39, 42, 53 f., 58, 77 ff., 84, 89 f., 92, 97, 103 f., 109, 110 f., 113, 116 ff., 125 f., 130, 133, 142, 153, 163 f., 172 ff., 180 f., 185 ff., 196 f., 199 f., 212 ff., 223 ff., 231 ff., 243, 245, 251 ff.

– Klasse I 76 f., 232

– Klasse II 109

– Klasse V 215

Kavitätenboden 76 f., 117, 143, 164

Kavitätengröße, Indikationsgrenze 140, 232, 241

Kavitätenrand 74 f., 99, 167, 169, 171, 232

Kavitätentiefe 103, 134, 223

Kavitätenvorbehandlung, adhäsive 112 ff.

Keramikinlays/Keramikteilkronen 95, 101, 140, 161 ff., 176 f., 179, 181, 183, 199 ff., 242 ff.

– adhäsive Befestigung 177 ff., 245 f.

– adhäsive Unterfüllung 175 f.

– Frakturen 161, 163 f.

– Klebefugenbreite 186, 195, 244

– Langzeiterfahrungen 191 ff., 246

– mehrere Inlays nebeneinander 84 ff., 245

– Passgenauigkeit 186, 195

– Präparation 164 ff., 170 ff., 200, 242 ff., 256 f.

– Überlebensraten 162 f.

Keramikmindeststärke, Inlays 165 ff.

Keramikonlays 95, 162, 177, 181, 183, 191 f., 246

Kerr life 103

Klebefugenbreite, Keramikinlays 186, 195, 244

Kofferdam 122, 148, 174, 177 f., 180, 186, 212, 220 f., 225, 231, 238, 251, 255 f.

Kollagenfaserkollaps 60 ff., 90

Kollagenfasern 38, 41, 57 ff., 63

Kompomere 33, 47

Komposite

– Abrasionsverhalten 135 ff., 139, 192 ff., 230, 236

– Biokompatibilität 103 f., 226 f.

– biomimetische 238

– Bulk Fill 74 ff.

– Definition 26

– dualhärtende 181 f., 204

– Frontzahnbereich 147 ff., 238 ff.

– Füllkörpersysteme 29 ff.

– historische Entwicklung 26 ff., 33

– Klassifikation 29

– Polymerisationsschrumpfung 35, 74

– Schichtung 74, 76 f., 117, 128, 130, 147, 153, 155, 159, 223

– Seitenzahnbereich 26, 42, 106 ff., 231 ff.

– selbstadhäsive 228, 243

Kompositreparatur 142, 233, 240

Kompositstifte, glasfaserverstärkte 202, 248

Komposittechnologie, Meilensteine 33

Kronenverlängerung, chirurgische 202

L

Laserrastermikroskop, konfokales (CLSM) 24, 64, 69, 84, 87, 98

LED-Polymerisationsgeräte 119, 183, 228, 254

Licht, sichtbares/blau 28

Lichtpolymerisation 33, 79, 86, 254

Lichtreflexion, Frontzahnbereich 149

Lichtstabüberprüfung 255

Lining-Technik 70, 92, 116 f., 130, 141, 232

Lupenbrille 120, 141, 186

M

Makrofüller 29

Makroretention 100, 172

Materialien, rein lichthärtende 175 f., 182 f., 188, 243, 245

Matrizentechnik 110 f., 147, 151, 154

Megafüller 29

Mehrflaschenadhäsive 24, 41, 63, 65, 88, 91, 127, 154, 180, 221, 225

Mehrflaschen-Etch-and-rinse-Adhäsive 91

Mehrschrittadhäsive 114, 180, 223, 229

Mehrschritt-Etch-and-rinse-Adhäsive 70, 114, 223, 229

Metallstifte 197, 204 ff.

Microbrush 91, 109, 114, 205, 207, 224, 252 f.

Microetcher 177

Midifüller 29

Mikrofüller 29, 31, 33

Mikroretention 36, 47, 49, 99 f., 233

Milchzahnfüllung 85

Miris 2 148, 239

Modulatoren 75

mod-Kompositfüllungen 139, 251

Monomere 50, 85, 103, 127

Monomerfreisetzung 226

N

Nachpolymerisieren 120 f., 254
 Nanofüller 29, 31 f.
 Nanoleakage 39, 61, 67
 Nekrose, infizierte 198
 No-touch-Technique 104
 NRC 56

O

Occlubrush 120, 124, 134, 155
 od-Kompositfüllung 139
 Okklusalkontakt 137, 234
 one bottle bonds s. Einflaschen-
 adhäsive
 One Coat Bond 56
 One Coat Self-Etch Bond 56, 80,
 228
 One Up Bond F Plus 56, 80
 One-Step Plus 56, 64
 Opazität 96, 148, 153
 OptiBond FL 56, 59, 63, 69 f., 72,
 77, 80 ff., 85, 89, 154, 175, 180
 OptiBond Solo Plus SE 56, 69, 80
 Ormocere 30 f., 33

P

P60 34
 PA-Sonde 216 f.
 Palfique Estelite 34
 Palodent 117, 237
 Panavia F. 2.0 181
 PCP12-Parodontalsonde 118
 Pertac II 32
 Pfützenbildung s. Poolings
 Phosphorsäureätzung
 – Ätzelkonzentration 49 f.
 – Dentin 24, 103, 178 f., 187,
 221 ff.
 – gleichzeitige 39, 59
 – Schmelz 24, 35, 46 f., 49 f., 52,
 57 ff., 81, 154, 221 ff., 227
 – selektive 25, 39, 47 f., 57 ff., 68,
 112 f., 163, 226

Phosphorsäurekonditionierung 50,
 52, 69, 187, 214
 Phosphorsäureverzicht 41, 50, 66,
 68
 Photopolymerisation 35, 46 f., 71,
 91, 93, 116, 119 ff., 183, 189,
 235, 246
 – Grundregeln 254
 – Konstanzprüfung 255
 – separate 242 f.
 Pinselhaltertechnik 178, 181, 186,
 189, 245
 Polierpaste 112, 162, 175, 213 ff.
 Polierscheibchen/Polierstreifen
 155, 235
 Politur
 – Frontzahnbereich 155, 238, 256
 – Keramikinlays 162, 183, 190,
 195, 244, 246, 256
 – Seitenzahnbereich 122 f., 132,
 235, 256
 Politursystem, 5-stufiges 235
 Polymerisation 216 f.
 Polymerisationslampen 122 f.,
 171, 183, 189, 225, 254 f.
 Polymerisationsschrumpfung
 26 ff., 32, 35, 37, 42 f., 46 ff., 74,
 129, 153, 216
 Polymerisationsstress 74 f.
 Polymerisationszeiten 21 f., 118 f.,
 135 f., 225, 254
 Poolings (Pfützenbildung) 115,
 175, 181, 242
 Postendodontische Versorgung
 – alternative Aufbautechniken
 199 ff.
 – Fassreifen-Effekt 201 f., 207,
 247
 – Kanalaufbereitung 201 f.
 – Planung 199 ff., 209
 – temporäre Versorgung 202 f.
 – Versprödung 196, 247
 – Wartezeiten 198 f.
 – Wurzelkanalstifteingliederung
 204 ff., 247 f.
 Präparationsdiamanten 107, 251
 Premise 145

Prime&Bond NT 56, 60 ff., 64, 83
 Primer 24, 40 f., 55 ff., 180, 215,
 253
 – acetonhaltige 60 f.
 – ethanolhaltige 60
 – saure 50, 68
 – wasserhaltige 63, 91, 114, 187,
 223
 Primerlösung 214
 Propyflex 176
 Proximal Box Elevation 144 ff.
 – Hauptprobleme 145 f.
 Pulpaverträglichkeit,
 Adhäsive/Komposite 226 f.

Q

QuixFil 74

R

Radiometer, dentale 254
 Radioopazität, Glasfaserstifte 210
 Randundichtigkeit, erhöhte 89
 Rasterelektronenmikroskop (REM)
 25
 Restaurationsgrenze 212
 Restaurationen
 – postendodontische 211
 – zervikale 212 ff.
 Resulcin Aquaprime+Monobond
 56
 Retentionsformen, Keramik-
 restaurationen 167, 172 f.
 Retraktionsfäden 212 f.
 Re-wetting 22, 25, 39, 60 ff., 65,
 90 f., 114, 127, 180, 187, 224,
 252
 Rillenmorphologie, labiale 150
 Rondoflex 86, 99 f., 177
 Rosenbohrer 107, 125, 213
 Röntgenopazität 28, 92, 115, 141

S

Sandpapierscheiben 122, 256
 Sandstrahlen, intraorales 86, 97,
 99, 101, 142, 233

- Sandstrahler 99 f., 102, 177, 195, 233
- Säureschutz 252
- Schichttechnik 126, 128, 130, 142 f., 154, 232
- biomimetische 159, 232, 239
- Schlund-Effekt 148, 153
- Schmelzabschrägung
- Frontzahnbereich 51, 238
 - Keramikinlays 242
 - Seitenzahnbereich 47, 51, 108 ff., 234
- Schmelzätzmuster 48 f., 90, 108 f., 112, 114, 180, 222, 234
- Schmelz-Ätz-Technik 35, 46 f., 49, 53
- Schmelzätzung 26, 39, 46, 48, 56 f., 59, 71 ff., 83 f., 87 f., 136, 164, 225
- Schmelzhaftung 36, 46 ff., 66, 89, 154, 176, 185, 220, 228, 234, 243
- Schmelzschmierschicht 48 f., 51, 53
- Schutzbrille 252, 256
- Scotchbond SE 80, 228
- SDR (Smart Dentin Replacement) 74 ff.
- Seitenzahnkompositfüllungen
- adhäsive Vorbehandlung 112 ff., 116
 - Applikation 117 f.
 - approximale Ausarbeitung 119 ff.
 - Approximalkontaktgestaltung 132 f., 135, 231
 - C-Faktor 129 f.
 - Langzeiterfahrungen 135 ff., 236
 - Limitationen 136, 236
 - Matrizentechnik 110 ff., 133, 231 f.
 - okklusale Ausarbeitung 122 ff.
 - Politur 119 f., 124, 235 f.
 - Polymerisation 119
 - postoperative Hypersensitivitäten 142 f.
 - Präparation 106 ff., 120
 - Primärversorgung 106 ff.
 - Reparabilität 141 f., 233
 - Röntgenopazität 141
 - Schichtungsgrundregeln 130
 - Sekundärversorgung 126 ff.
- Seitenzahnsclaler 121 f., 134, 235
- Sekundärkaries 21, 35, 42, 46, 93, 108, 115, 126, 132, 141, 163, 184, 202, 205, 236, 254
- Selective Bonding nach Krejci 143, 232
- Selective-Etch-Adhäsive 25, 55, 57 f., 162, 214
- Self-Etch-Adhäsive 25, 49 ff., 56 f., 68 f., 71, 73, 81, 83, 88, 112 f., 154, 215 f., 227 f.
- Self-Etch-Primer 57, 214
- Silan 86 f., 99, 179, 233
- Silanisierung 205, 233, 257
- Siliciumcarbidbürstchen 120, 124, 134, 152, 235, 240 f.
- Siliciumcarbidsteinchen 97 ff., 142, 233
- Silikatisierung, intraorale 99, 101, 233
- Silikonschlüssel 151 f., 155
- Silorane 32 f., 74
- Silux Plus 32
- Simultanätzung 59
- Sklerisiertes Dentin 212 f.
- SofLex-Scheiben 120, 122, 162, 256
- Solitaire/Solitaire II 32
- Solobond M/Plus 56, 63
- SonicFill 75 ff.
- SonicSys Approx 107, 110, 167
- Stahlmatrize 120 f., 167, 254
- Stiftaufbau 196 ff.
- adhäsiver 200, 205
 - klassischer 197, 203 f., 206
- Sulcus-Fluid 212
- Superfloss 182
- Syntac 55 ff., 64, 67 f., 70 ff., 76 f., 80 ff., 89, 114, 154, 162, 175, 180, 225
- Systemp.onlay 136
- ## T
- Techniksensitivität 60, 63, 66 f., 88 f., 91
- TEGDMA 24, 27, 30, 38, 50, 58
- Teilmatrizensysteme 111, 133, 231 f.
- tert-Butanol 60
- Tetric 70 f., 162, 188
- Tetric EvoCeram Bulk Fill 75 ff.
- Tetric Ceram/EvoCeram 32, 162
- Tofflemire-Matrizen 110 f., 133, 231
- Total-Etch-Adhäsive 154
- Total Etching 39, 58 f., 64 f., 143, 156, 163
- TPH Spectrum 32
- Trepanationsverschluss 96
- Transluzenzen 96, 153, 203, 238, 240
- ## U
- Überschüsse, approximale 120 f.
- Überschussentfernung, approximale 167, 187 f., 188, 195, 244 f.
- UDMA 27 f., 30
- Ultraschallbefestigungstechnik 181 f.
- Universaladhäsive 80 ff., 100, 88, 190, 225
- Universalkomposite 148, 240
- Unterfüllung, adhäsive 26, 128, 130, 175 ff., 185 ff., 223
- USI-Technik. Ultraschallbefestigungstechnik
- UV-Licht 28
- ## V
- Variolink II 162, 181, 188
- Veneer, vollkeramisches 147, 152, 199
- Venus 148, 215
- Venus Bulk Fill 75 ff.

Verschluss, bakteriendichter 202

Vier-Schritt-Etch-and-rinse-
Adhäsive 55, 59 f.

Vier-Schritt-Selective-Etch-
Adhäsive 55 ff., 162

Viva Pad 187

W

Water trees 229 f.

Wave bevel s. Wellenschliff

Wellenschliff 150, 238 ff.

Wet bonding 22, 25, 39, 60 ff., 65,
83 f., 88, 91, 113, 180, 223 f.

Wiederholungsfüllung, Seiten-
zahnbereich 141 f.

Wurzelfrakturen 205, 218

Wurzelfrakturnisiko 196 ff., 203,
206, 247

Wurzelkanalaufbereitung 201

Wurzelkanalidentinhaftung 248

Wurzelkanalfüllung, sektionierte
199, 207

Wurzelkanalsealer, eugenol-
basierter 205, 207

Wurzelkanalstifte 196 ff., 204 ff.
– metallische 197, 204 f., 208
– nichtmetallische 203 f., 206

X

Xeno III/V 56, 66, 80

XP Bond 56, 60 f., 64, 80, 181

x-tra Fil 74

X-tra Fil Base 75 f.

Z

Zahnhalbsfüllungen 212

Zahnversprödung 196, 247

Zentripetaltechnik 134, 233

Zervikale Restaurationen 212

Zinkphosphatzement 36, 53

Zirkonoxidkeramik 203, 206

Zwei-Schritt-Etch-and-rinse-
Adhäsive 56, 64 ff.

Zwei-Schritt-Self-Etch-Adhäsive
56, 68 f., 185, 223, 225, 228 f.