

Warum Röntgenopazität ein wichtiges Merkmal von Dentaladhäsiven ist

Dr. John O. Burgess

Was würden Sie tun, wenn Sie auf einer Röntgenaufnahme unter zwei Kompositrestaurationen röntgendurchlässige Bereiche erkennen würden, wie sie in Abbildung 1 dargestellt sind? Zahnärzte, die meine Vorträge besuchen, sind sich oft einig, dass ein Austausch die beste Option ist, besonders wenn die Restauration in einer anderen Zahnarztpraxis durchgeführt wurde.

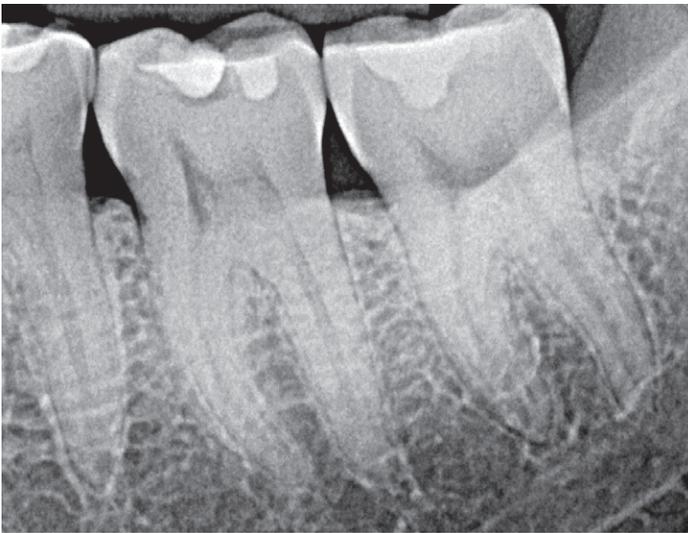


Abbildung 1: Röntgendurchlässige Bereiche unter Kompositrestaurationen durch Pooling des Adhäsivs.

Der Grund ist ziemlich offensichtlich: Trotz gründlicher klinischer Untersuchung ist es unmöglich festzustellen, ob die Aufhellung das Ergebnis von Sekundärkaries, eines mangelnden Randschlusses (der Spalten oder Lufteinschlüsse verursacht) oder einfach nur einer dicken Schicht eines röntgendurchlässigen Dentaladhäsivs ist (Abbildung 2). Insofern ist die Entfernung einer vorhandenen Restauration die einzige Möglichkeit, die Quelle der Aufhellung sofort zu ermitteln. Sollte das Adhäsiv der Grund gewesen sein, wird man unter der Restauration nichts finden und hat im Endergebnis überbehandelt. Um diese mögliche Überbehandlung zu vermeiden, sollte man als Zahnarzt die Situation beobachten und nur dann handeln, wenn während einem der nächsten Besuche klinische oder radiografische Veränderungen festgestellt werden.

Die Tatsache, dass die Entscheidung für oder gegen einen Austausch der (Komposit-)Restauration oft von einer

darunterliegenden dicken Schicht eines röntgendurchlässigen Adhäsivs abhängt, wurde in verschiedenen wissenschaftlichen Studien belegt.^{1,2} Die Ergebnisse einer an der Federal University of Santa Maria in Brasilien durchgeführten In-Vitro-Studie zeigen, dass die Wahrscheinlichkeit, dass ein Zahnarzt eine Restauration austauscht, doppelt so hoch ist, wenn ein dunkler Bereich auf einer Röntgenaufnahme auftaucht, der durch eine dicke Schicht eines nicht-röntgenopaken Dentaladhäsivs hervorgerufen wird.¹ Eine andere In-Vitro-Studie der Ege University School of Dentistry in Izmir, Türkei, zeigt, dass die Verwendung eines röntgendurchlässigen Adhäsivs zu einer höheren Anzahl durch Röntgen bedingter falscher Entscheidungen für den Austausch von Restaurationen führt, als die Verwendung eines röntgenopaken Adhäsivs.²

Das Prinzip der Röntgendiagnostik

Jeder Zahnarzt bedient sich tagtäglich des Effekts der Röntgenopazität: Röntgenbilder sind ein nützliches Diagnosewerkzeug in der Zahnmedizin, da gesunder Zahnschmelz und gesundes Dentin einen gewissen Grad an Röntgenopazität aufweisen. Dieser Effekt wird durch Hydroxylapatit hervorgerufen, oder genauer, durch Kalzium und Phosphor, das im Hydroxylapatit, dem Hauptmineral von Zahnschmelz und Dentin, enthalten ist. Da der Hydroxylapatitgehalt im Zahnschmelz höher ist (etwa 97 Gewichtsprozent) als im Dentin (etwa 70 Gewichtsprozent)³, erscheint Zahnschmelz auf Röntgenaufnahmen heller (röntgenopaker). Da der Hydroxylapatitgehalt in an Karies erkrankter Zahnschmelz durch Demineralisierung erheblich verringert ist, erscheinen kariöse Läsionen im Vergleich zu gesundem Zahnschmelz und Dentin röntgendurchlässig (dunkel). Folglich kann man sie auf einer Röntgenaufnahme von gesunder Zahnschmelz unterscheiden.

Röntgenopazität von Dentalmaterialien

Um gewährleisten zu können, dass man Dentalrestaurationen auch von Defekten der Zahnschmelz dieser Arten unterscheiden kann, sind restaurative Materialien und Dentalzemente entweder von Natur aus röntgenopak (z. B. Amalgam und Metalllegierungen), oder sie werden mithilfe von speziellen Füllkörpern (die z. B. in Kompositen und Befestigungsmaterialien vorkommen) röntgenopak gemacht. Die meisten Dentaladhäsive sind jedoch röntgendurchlässig.^{4,5} Das gilt für alle handelsüblichen Universaladhäsive, die vor September 2020 auf den Markt gebracht wurden.

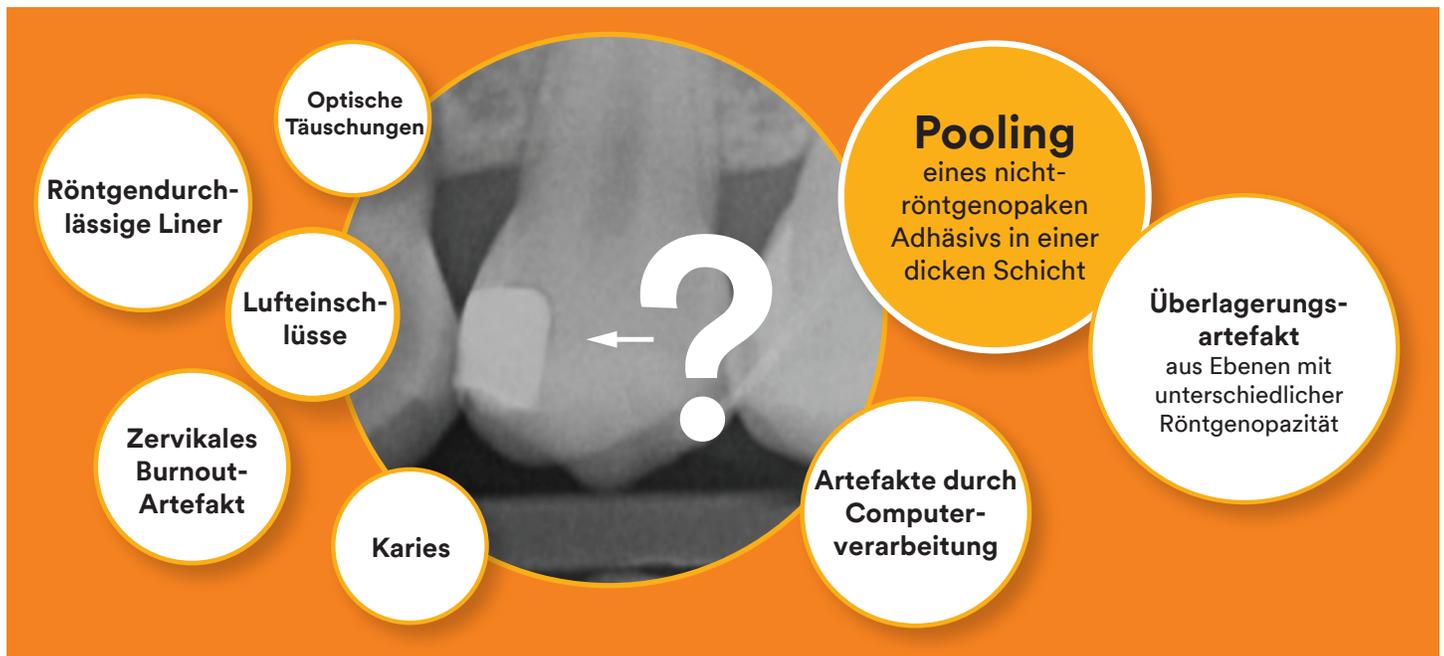


Abbildung 2: Mögliche Gründe für röntgendurchlässige Bereiche unter einer Restauration.

Warum sind so viele Dentaladhäsive röntgendurchlässig?

Unter idealen Bedingungen bilden Adhäsive eine sehr dünne Schicht unter der direkten Restauration oder einer dickeren Schicht Kompositzement. In einer idealen Situation wird diese Schicht bei der Röntgenbildgebung nicht erkannt, so dass man den Schluss ziehen könnte, dass es einfach nicht notwendig ist, dass Dentaladhäsive röntgenopak sind. Dennoch treten im klinischen Umfeld erhöhte Schichtdicken und Pooling des Adhäsivs auf. Das ist nicht das Ergebnis von Behandlungsfehlern, sondern oftmals der Schwerkraft geschuldet. Pooling kommt oft in Kavitätenhohlräumen und -spalten vor. Die Schichtdicke in den Pooling-Bereichen nimmt tendenziell mit dem Füllkörperinhalt der aufgetragenen Adhäsive² und mit der Zahl der Adhäsivschichten zu. Doch auch Adhäsive ohne Füller können zu Adhäsiv-Pooling mit einer Dicke von mehr als 40 µm führen. Das ist der Grenzwert für die Feststellbarkeit einer röntgendurchlässigen Zone auf einer Röntgenaufnahme.⁶

Insofern ist das Pooling von Adhäsiven ein bekanntes Phänomen, dass das Risiko einer Fehldiagnose und Überbehandlung erhöht, wenn ein nicht-röntgenopaker Dentalhaftvermittler verwendet wird. Dies kann unter einer aus Komposit bestehenden Restauration vorkommen, aber auch unter einer Schicht von röntgenopakem Befestigungsmaterial, welches im Rahmen einer adhäsiven Befestigung aufgetragen wurde. Folglich sollten nicht nur Restaurationsmaterialien und Zemente, sondern auch Adhäsive einen gewissen Grad an Röntgenopazität bieten, damit

diese besser von Sekundärkaries oder Spalten und Lufteinschlüssen an den Kontaktflächen der Zahnrestauration zu unterscheiden sind. Der Grad der Röntgenopazität des Adhäsivs sollte mindestens dem des gesunden Dentins entsprechen (und über denselben Grad an Röntgenopazität einer Aluminiumprobe identischer Dicke verfügen), wodurch es von kariösen Bereich unterscheidbar ist.^{4,7}

Warum die Zugabe von röntgenopaken Füllkörpern nicht die richtige Lösung ist

Obwohl die Zugabe von anorganischen röntgenopaken Füllkörpern zu Dentalzementen eine adäquate Lösung darstellt, schafft diese Strategie bei Dentaladhäsiven doch Probleme. Niedrige oder ungefüllte, niedrigviskose Adhäsive bieten die besten Eigenschaften in Bezug auf die Benetzung der und das Eindringen in die präparierte Zahnschicht und gewährleisten somit eine gute Adaptation an die Kavitätenwände.² Die Zugabe von röntgenopaken Füllstoffen zur Formulierung würde zu einer Erhöhung der Viskosität führen und somit Auswirkungen auf die Handhabungseigenschaften und die Adaptation des Materials haben. Ein weiterer Effekt ist, dass sich die Füllkörper von den Monomeren im Adhäsiv trennen und die Flasche vor dem Gebrauch geschüttelt werden muss. Wird das Schütteln vergessen oder nicht korrekt ausgeführt, variieren die Eigenschaften des Adhäsivs, wie Viskosität, Handhabung, Benetzungsverhalten, Haftfestigkeit und Röntgenopazität stark, was zu ungleichmäßigen Ergebnissen führt. Folglich funktioniert die Strategie der Zugabe von röntgenopaken Füllkörpern zwar gut bei hochviskosen Dentalmaterialien, jedoch nicht bei Dentaladhäsiven.



Abbildung 3: Das Verhalten von Sand in Wasser: a) stockender Sand und Wasser in einer Flasche; b) Sand und Wasser unmittelbar nach kräftigem Schütteln der Flasche; c) Situation nach einigen Sekunden, wenn der Sand sich auf dem Boden absetzt.

Sand-Wasser-Vergleich

Die Wirkung von Füllstoffen, die sich in einer ansonsten ungefüllten Zusammensetzung von den Monomeren trennen, ist vergleichbar mit dem Verhalten von Sand in einer Wasserflasche. Wenn man die Flasche zur Seite stellt, setzt sich der Sand am Boden der Flasche ab. Durch das Schütteln der Flasche werden die Bestandteile zwar wieder vermischt, der Sand setzt sich nach dem Mischen jedoch wieder ab.

Die Qualität der Mischung hängt davon ab, wie gut die Flasche geschüttelt wird und auch davon, wie viel Zeit zwischen dem Mischen und dem Gebrauch der Flüssigkeit vergeht (Abbildung 3).

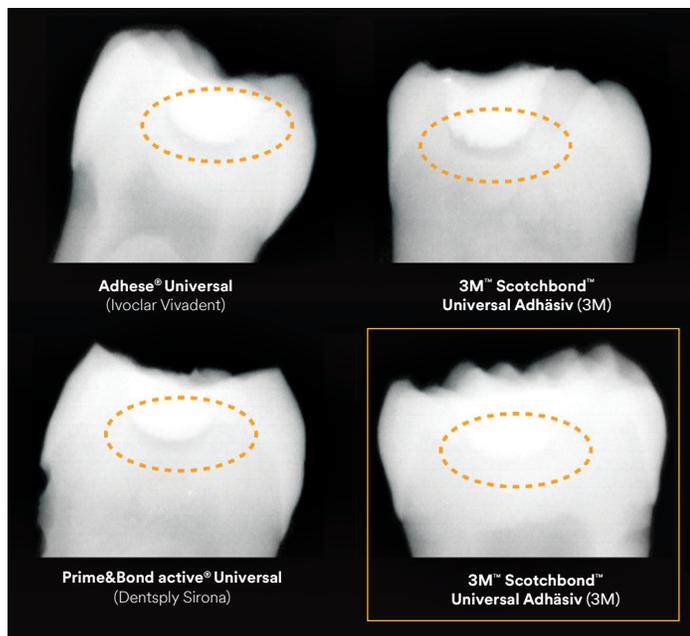


Abbildung 4: Bewusst herbeigeführtes Pooling eines Adhäsivs führt zu Aufhellungen, die bei drei verschiedenen Universaladhäsiven zu einer Fehldiagnose führen. Dank seiner Röntgenopazität passt sich 3M™ Scotchbond™ Universal Plus Adhäsiv gut an das umgebende Dentin an, so dass die Interpretation dieser Röntgenaufnahme weniger herausfordernd ist.⁸

Der andere Weg zur Röntgenopazität

Um diese Probleme zu lösen, hat 3M eine verbesserte Version des 3M™ Scotchbond™ Universaladhäsivs entwickelt. Das neue Produkt, 3M™ Scotchbond™ Universal Plus Adhäsiv, bietet die gewünschte dentinähnliche Röntgenopazität und eine niedrige Viskosität, so dass das Schütteln vor dem Gebrauch entfällt. Damit wird das Risiko der sich absetzenden Partikel beseitigt. (Abbildung 3).

3M gelang dies durch die Entwicklung eines neuen röntgenopakten Monomers. Die Röntgenopazität ist Bestandteil des Monomers und gewährleistet so die homogene Verteilung im gesamten Material sowie eine konstante Leistung. Zusätzlich zu seiner Röntgenopazität ist das neue Monomer kein Bisphenol-A-Derivat. Da das röntgenopake Monomer das BisGMA-haltige Komposit der ursprünglichen Scotchbond Universal-Formulierung ersetzt, ist die Formulierung des neuen Scotchbond Universal Plus Adhäsivs BPA-derivatfrei.

Fazit

Das Merkmal der Röntgenopazität des neuen 3M™ Scotchbond™ Universal Plus Adhäsivs ist eine Besonderheit, da es die Leistung des Produktes nicht beeinträchtigt und gleichzeitig die Interpretation von dentalen Röntgenaufnahmen vereinfacht, wenn Adhäsiv-Pooling auftritt. Auf diese Weise kann man das Rätselraten bei der Entscheidung für den Austausch einer Restauration in der täglichen Praxis reduzieren und in vielen Fällen eine Überbehandlung verhindern, wenn Adhäsiv-Pooling auftritt (Abbildung 4).

Natürlich sollte man stets daran denken, dass Röntgenaufnahmen immer nur als Ergänzung zu einer klinischen Untersuchung verwendet werden, da Aufhellungen viele Ursachen haben können, einschließlich Röntgenartefakte.

Quellenangaben

1. Fröhlich TT, Nicoloso GF, Lenzi TL, Soares FZM, De Oliveira Rocha R. The Thickness of the Adhesive Layer Increases the Misdiagnosing of the Radiolucent Zones and Restoration Replacement Indication. *J Esthet Restor Dent.* 2017; 29(3): 193-200.
2. Pamir T, Kaya AD, Baksi BG, Sen BH, Boyacioglu H. The influence of bonding agents on the decision to replace composite restorations. *Oper Dent.* 2010; 35(5): 572-578
3. Enax J, Epple M. Synthetic Hydroxyapatite as a Biomimetic Oral Care Agent. *Oral Health Prev Dent.* 2018; 16(1): 7-19.
4. de Moraes Porto IC, Honório NC, Amorim DA, de Melo Franco AV, Penteado LA, Parolia A. Comparative radiopacity of six current adhesive systems. *J Conserv Dent.* 2014; 17(1): 65-69
5. Oztas B, Kursun S, Dinc G, Kamburoglu K. Radiopacity evaluation of composite restorative resins and bonding agents using digital and film x-ray systems. *Eur J Dent.* 2012; 6(2): 115-122.
6. Choi KK, Condon JR, Ferracane JL. The effects of adhesive thickness on polymerization contraction stress of composite. *J Dent Res.* 2000; 79(3): 812-817.
7. International Standards Organization ISO 4049: *Dentistry – polymer-based restorative materials, 5th ed.*, ISO, Geneva, 2019
8. H. Loll, O. Brinkmann, B. Anich, K. Dede, B., Craig, A.S. Abuelyaman, C. Thalacker. Radiopacity of an experimental universal adhesive, *J Dent Res* 99 (Spec Iss A): 191, IADR, 2020



3M Oral Care

2510 Conway Avenue
St. Paul, MN 55144-1000 USA

Telefon 1-800-634-2249

Web [3M.com/dental](https://www.3m.com/dental)

3M ist eine Marke der 3M. Alle anderen Marken sind Eigentum der jeweiligen Eigentümer.
Gedruckt in den USA. © 3M 2020. Alle Rechte vorbehalten.