

Oberflächenkonditionierung von indirekten und semi-direkten Restaurationen unmittelbar vor der Befestigung: 23 Empfehlungen eines Expertengremiums

Die Oberflächenkonditionierung für die adhäsive Befestigung von dentalen Restaurationen umfasst mechanische und chemische Vorbehandlungsschritte. Die Qualität dieser Schritte entscheidet maßgeblich darüber, wie dauerhaft eine Restauration haftet. Dennoch ist dieser Prozess in der Praxis weit weniger standardisiert als wünschenswert, weshalb die vorliegende Studie die Bedeutung der korrekten Arbeitsabläufe bei der adhäsiven Befestigung von Restaurationen untermauert.

Bei der mechanischen Vorbehandlung durch Korundstrahlen werden Schleifpartikel auf die Restaurationsoberfläche gestrahlt. Restaurationen aus Zirkonoxid, Legierungen, PEEK und Polymeren (PMMA, Komposite) sollten grundsätzlich vor der Befestigung korundgestrahlt werden. Die Parameter müssen dabei stets materialspezifisch angepasst werden, da eine unsachgemäße Anwendung durch Mikrorisse und Oberflächenbeschädigungen die Biegefestigkeit beeinträchtigen kann. In der Praxis wird meist Aluminiumoxid in Korngrößen von 25–250 µm verwendet, bei einem Druck von bis zu 1,2 MPa (bei Zirkonoxid nur 0,1 MPa), einem Abstand von 5–10 mm und einem Winkel von 45° zur Restauration. Je nach Partikelgröße und Druck lässt sich die Oberfläche reinigen, vergrößern und ihr Rauheitsprofil verändern. Diese Rauheit ist entscheidend für den mechanischen Verbund und verbessert zugleich die Benetzbarkeit mit Adhäsivsystemen. Im Anschluss erfolgt die chemische Vorbehandlung mit einem geeigneten Adhäsivsystem, um eine dauerhafte Haftfestigkeit zu gewährleisten.

Wie ist die Untersuchung aufgebaut?

Im ersten Schritt wurde eine anonyme Querschnittsbefragung unter 267 Teilnehmenden (Zahnärzte, Zahntechniker, Zahnmedizinische Fachangestellte) aus Deutsch-

land, Österreich und der Schweiz von April bis Juli 2023 durchgeführt. Mit insgesamt 47 Fragen zur Oberflächenkonditionierung und zu Befestigungsprotokollen wurden Wissen und Anwendungspraxis der Teilnehmenden erfasst. Auf Basis dieser Ergebnisse erarbeitete ein Expertengremium aus 23 Fachleuten 23 praxisrelevante Empfehlungen für allgemeine und materialspezifische Oberflächenkonditionierung bei der adhäsiven Befestigung von Restaurationen.

Was zeigt die Umfrage?

Die Ergebnisse zeigen, dass Korundstrahlen in der Praxis weit verbreitet ist: Fast alle Teilnehmer (96 %) verfügen über ein Gerät, und über 94 % gaben an, Aluminiumoxid zu verwenden. Über 87 % der Befragten haben bereits praktische Erfahrung mit dem Korundstrahlen von Aluminiumoxid gesammelt, knapp ein Viertel wendet es täglich mehr als viermal an. Gleichzeitig gaben zwei Drittel (66 %) an, nie eine formale Einweisung erhalten zu haben. Die Mehrheit (57 %) orientiert sich bei der Parameterwahl an der eigenen Erfahrung. Herstellerangaben und wissenschaftliche Evidenz werden seltener genannt.

Korundstrahlen wird laut Umfrage am häufigsten bei Zirkonoxid eingesetzt (83 %), gefolgt von PMMA-basierten Kunststoffen (56 %), Legierungen (55 %) und indirekten/semidirekten Kompositen (54 %). Bei Silikatkeramiken kommt es deutlich seltener zur Anwendung (28 %). Bei über der Hälfte (57 %) wird die zu behandelnde Oberfläche vorab nicht speziell vorbereitet, ein Drittel nutzt Wasserdampf, 12 % markieren mit Bleistift oder Filzstift. Rund ein Viertel der Teilnehmer gab an, dass die korrekten Parameter für Zirkonoxid, Polymerrestaurationen oder Legierungen unklar sind. Nur 41 % können sich vorstellen, Korundstrahlen bei Silikatkeramiken als Alternative zur Flusssäureätzung einzusetzen. Ob eine bereits gestrahlte Restauration nach der Anprobe erneut behandelt werden

soll, beantworteten die Teilnehmer nahezu hälftig: 48 % würden das Korundstrahlen wiederholen, 52 % nicht.

Unter den Zahnärzten gaben 86 % an, dass sie eine Zirkonoxidkrone nach provisorischer Befestigung mit eugenolhaltigem Zement, konventionell zementieren würden. Universaladhäsive wurden für Zirkonoxid von 47 % und für Silikatkeramik von 59 % der befragten Zahnärzte verwendet. Knapp 64 % verwendeten für Zirkonoxid ein MDP-haltiges Adhäsiv, 56 % für Silikatkeramik ein Silan. Bei beiden Fragen gab etwa jeder zehnte Zahnarzt an, dass ihm die Zusammensetzung des Adhäsivsystems unklar sei. Drei von vier Teilnehmern (76 %) wünschen sich mehr Ausbildung zum Thema in Studium, Ausbildung oder Fortbildung.

Was sind die 23 Empfehlungen des Expertengremiums?

Allgemeine Empfehlungen:

- **Verfügbarkeit:** Der Zugang zu einem Sandstrahlgerät ist direkt mit einer höheren Anwendungsrate und damit mit dem Langzeiterfolg der Restauration verknüpft. Ein entsprechendes Gerät sollte in jedem Labor oder Praxis vorhanden sein. 
- **Training:** Wissenschaftlich fundierte Parameterauswahl hängt nachweislich mit Erfahrung und gezieltem Training zusammen. Erfahrene Zahntechniker können hier als Mentoren fungieren, ergänzt durch schriftliche Arbeitsanweisungen oder vorprogrammierte Geräte. 
- **Kommunikation:** Nur etwas mehr als die Hälfte der Befragten kommuniziert darüber, ob und wann der Luftstrahltrieb in Labor und Praxis durchgeführt wird. Dies erhöht das Risiko, dass Restaurationen doppelt oder gar nicht gestrahlt werden. Eine klare, idealerweise schriftlich festgehaltene Aufgabenteilung ist empfehlenswert. 
- **Markierung:** Um sicherzustellen, dass alle Oberflächen der Restauration gleichmäßig behandelt werden, emp- 

fieht sich eine vorherige Markierung mit einem Bleistift oder Filzstift. Verbinden bei mehrgliedrigen fest-sitzenden Zahnersatzversorgungen sollten gezielt abgedeckt werden.

- **Vorbereitung des Korundstrahlen:** Alle relevanten Parameter sollten beim Luftstrahltrieb berücksichtigt werden: die Art des Schleifmittels, der ausgeübte Druck, die Dauer, der Abstand zwischen Düse und Restauration sowie der Winkel zwischen Düse und Restauration. 
- **Zielsetzung:** Die Experten nennen folgende Ziele des Korundstrahlen: Oberflächenvergrößerung, Reinigung, Erhöhung der Benetzbarkeit und damit Verbesserung der Stabilität der Restauration. Zudem die effiziente Entfernung von Einbettmasseresten. 
- **Sicherheit:** Die Anwendung im Sitzen ermöglicht eine höhere Präzision, insbesondere bei definitiven Restaurationen. Die Verwendung von Handschuhen ist für alle Berufsgruppen empfohlen. 
- **Reinigung:** Die Reinigungsprotokolle variieren stark laut Querschnittsumfrage stark. Sofern vorhanden, sollten die Herstellerempfehlungen zur Gerätereinigung befolgt werden. 

Parameter Empfehlungen:

Die Einstellungen müssen materialspezifisch angepasst werden. Zu hoher Druck kann Mikrorisse verursachen, zu niedriger Druck eine unzureichende Oberflächenrauheit. Beides gefährdet die Langzeithaftung.

- **Zirkonoxid:** 50 µm Aluminiumoxid bei 0,1 MPa
- **Polymer-Restaurationen:** 50 µm Aluminiumoxid bei 0,1 MPa
- **Legierungen:** 110 µm Aluminiumoxid bei 0,2 MPa
- **Abstand:** Ein Abstand von 5–10 mm zwischen Düse und Restauration haben sich für eine gleichmäßige Abrasion bewährt.

- **Winkel:** Ein Winkel von 45° hat sich für eine gleichmäßige Abrasion bewährt. Bei schlanken und langen Hohlräumen ist ein konstanter Winkel jedoch nicht immer praktikabel.
- **Dauer:** Die Dauer des Korundstrahlen sollte material-spezifisch begrenzt werden. Bei Polymerrestaurationen ist eine Dauer von unter 20 Sekunden empfohlen, da eine zu lange Exposition Mikrorisse und eine übermäßige Oberflächenrauheit verursachen kann.
- **Zirkonoxid:** Die Wahl des Adhäsivsystems beeinflusst die Langzeithaftung direkt. Für die adhäsive Befestigung von Zirkonoxidrestaurationen sollte das Adhäsiv MDP-Monomere enthalten.
- **Silikatkeramik:** Für Silikatkeramik sollte das Adhäsiv Silan enthalten. Ein separater Primer mit Silan und Phosphatmonomer kann dabei eine dauerhaftere Bindung erzielen als Silan, das direkt in ein Universaladhäsiv integriert ist.

Empfehlungen für die Vorbehandlungen zur Befestigung von Zahnrestaurationen:

- **Provisorische Befestigung:** Wurde eine Zirkonoxidrestauration zuvor mit eugenolhaltigem Zement provisorisch befestigt, empfehlen die meisten Experten eine konventionelle, nicht-adhäsive Zementierung. Luftstrahlabrieb allein ist jedoch ausreichend, um polymerisationshemmende Eugenolanteile zu beseitigen und so eine zuverlässige adhäsive Befestigung zu ermöglichen.
- **Reinigung von Silikatkeramik:** Nach der Ätzung mit Flusssäure empfiehlt die Literatur eine Reinigung der Silikatkeramik mit Phosphorsäure vor der Silanisierung, um ÄtZRückstände zu entfernen und die Haftfläche zu optimieren.
- **Phosphorsäure:** Zirkonoxidrestaurationen, die durch Luftstrahlabrieb vorbehandelt wurden, dürfen nicht mit Phosphorsäure gereinigt werden. Diese Methode besetzt zukünftige Bindungsstellen vorzeitig und beeinträchtigt damit die Haftfestigkeit.
- **Universaladhäsive:** Universaladhäsive sind eine praktikable Option für die adhäsive Befestigung. Dehydrierte Restaurationsprimer zeigen jedoch tendenziell höhere und dauerhaftere Haftfestigkeiten.
- **Anprobe:** Kontamination mit Speichel oder Blut beeinträchtigt die Haftfestigkeit nachweislich. Nach der Anprobe empfiehlt sich daher entweder ein erneuter Luftstrahlabrieb oder spezielle Reinigungsprodukte.
- **Abgelöste Restaurationen:** Bei abgelösten Restaurationen besteht unter den Experten Einigkeit: Ein erneuter Luftstrahlabrieb ist obligat, um Zementreste zu entfernen und eine neue Haftfläche zu schaffen. 📄

Detaillierte Ergebnisse, Analysen und Auswertungen sind der folgenden Untersuchung zu entnehmen: Mayinger F, Lankes V, Roos M, Rohr N, Ioannidis A, Elsayed A, Güth J, Edelhoff D, Passia N, Esmail I, Beuer F, Wolfart S, Speis BC, Schimmel M, Abou-Ayash S, Hahnel S, Schlenz M, Frankenberger R, Blunck U, Kraus D, Engelschalk M, Hüttig F, Kern M, Lühns A-K, Gierthmuehlen P, Stawarczyk B. **Surface pretreatment protocols for indirect/semi-direct dental restorations: a cross-sectional survey and expert consensus.** J Adhes Dent 2025;27:123-136. doi:10.3290/j.jad.c_2106