



Update Adhäsivsysteme – Möglichkeiten und Grenzen

Die Entscheidung über die Befestigungsmethode von festsitzendem definitivem Zahnersatz gehört zum Alltag in der Zahnarztpraxis. Neben der Präparationsart, dem Zahnersatzmaterial sowie der Möglichkeit der Trockenhaltung, müssen die Vorgehensweisen und Indikationen der Befestigungsmaterialien berücksichtigt werden. Vor dem Hintergrund der zunehmenden Vielfalt an Restaurationswerkstoffen steigen auch die Anforderungen an die Befestigungsmaterialien, weshalb eine zuverlässige Absprache zwischen Behandler und Labor unabdingbar ist.

Für den langfristigen klinischen Erfolg prothetischer Rehabilitationen sind fundierte Kenntnisse der Eigenschaften zahnmedizinischer (Befestigungs-)Materialien und deren Anwendungsprotokolle essenziell. Insbesondere bei den zahnfarbenen Restaurationen ist die definitive Befestigung in Bezug auf Ästhetik sowie Funktionalität und Haltbarkeit entscheidend⁶.

Die moderne Adhäsivtechnik hat inzwischen das konventionelle Befestigen mit Ze-

menten weitestgehend abgelöst. Ein breites Anwendungsspektrum sowie chemisch/physikalische Haftung an Zahnhartsubstanz und Restauration bei größerer Zahnhartsubstanzschonung sind zentrale Vorteile im klinischen Alltag⁶. In Bezug auf die Wirtschaftlichkeit und Effizienz im Praxisalltag wurden Universaladhäsive entwickelt, die eine breite Palette von Restaurationsmaterialien zuverlässig und effizient befestigen sollen. Bei der Anwendung der modernen Befestigungsmaterialien ist eine sorgfältige Auswahl bereits bei der Planung der Restauration erforderlich und eine gute Absprache mit dem zahntechnischen Labor obligat.

BEFESTIGUNGSMATERIALIEN

Bei der Auswahl der Befestigungsmaterialien sind die Präparationsform, die Auswahl des Restaurationsmaterials, die Ästhetik sowie die Möglichkeiten der Trockenlegung maßgeblich³.

Eine Möglichkeit für die definitive Befestigung indirekter Restaurationen, abseits des konventionellen Zementierens, sind Befesti-

* Die Originalfassung dieser Veröffentlichung ist in der Quintessenz Zahntechnik erschienen (Quintessenz Zahntechnik 2023;49(11):1042–1047).

gungskomposite in Verbindung mit Adhäsivsystemen, die durch einen chemischen Verbund eine minimalinvasive Präparationsform bis hin zum Non-prep-Design ermöglichen. Ein weiterer Vorteil der adhäsiven Befestigung ist die dadurch gewonnene zusätzliche Stabilisierung der Restauration, sodass auch Materialien mit einer Biegefestigkeit von unter 350 MPa bei der Auswahl des Materials berücksichtigt werden können. Jedoch ist die Anwendung von Adhäsivsystemen techniksensitiv und mit erhöhten Kosten verbunden.

Die Befestigungskomposite werden in selbstadhäsive und konventionelle Befestigungskomposite eingeteilt. Konventionelle Befestigungskomposite erfordern häufig eine komplexe Zahnvorbehandlung mit Adhäsivsystemen, die sich anhand der Konditionierung der Zahnoberfläche in Ätzel-Systeme und selbstkonditionierende Systeme einteilen lassen⁶.

In den vergangenen Jahren hat sich ein deutlicher Trend zu den sogenannten Universaladhäsiven als Untergruppe der Adhäsivsysteme entwickelt. Diese Adhäsive können sowohl auf der Restaurationsoberfläche als auch auf der Zahnhartsubstanz angewendet werden. Der Begriff „universal“ impliziert eine universelle Anwendbarkeit, was eine Vereinfachung und Zeitersparnis im klinischen Alltag verspricht. Besonders wichtige Bestandteile dieser Universaladhäsive sind MDP-Monomere, MMA, Schwefelsäure und Silane, die eine entscheidende Rolle bei der Bindung an Restaurationsmaterialien spielen. Einige dieser Bestandteile bilden die Grundlage für selbstkonditionierende Bondingsysteme an der Zahnhartsubstanz⁶. Diese Materialien zeigen einen guten Haftverbund zur Zahnhartsubstanz, der allerdings zum Schmelz geringer ausfällt als bei Anwendung eines adhäsiven Befestigungskomposits mit entsprechender Zahnhartsubstanzvorbehandlung⁶.



KONDITIONIERUNG VON ZAHNHARTSUBSTANZ

Zahnoberflächen werden mit Phosphorsäure konditioniert, mit dem Ziel, ein retentives Ätzmuster herzustellen. Es wird zwischen Etch-and-Rinse-Technik (Total Etch), selektiver Schmelzätzung (Selective-Etching), sowie der Self-Etching-Technik unterschieden².

KONDITIONIERUNG VON RESTAURATIONSOBERFLÄCHEN

Um eine hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber Kaukräften und eine möglichst lange Haltbarkeit des adhäsiven Verbunds zu erreichen, müssen die Restaurationsoberflächen vor dem Auftragen des Adhäsivsystems systematisch dekontaminiert und konditioniert werden³. Dabei spielt die Kombination aus mechanischer und chemischer Konditionierung eine dominierende Rolle⁶.



Tab. 1 Konventioneller Befestigungskomposit – Vorbehandlung der Restauration.

Glaskeramik	Zirkonoxid
ätzen mit Flusssäure (Dauer abhängig von Keramik)	abstrahlen (Rocatec/Cojet/Aluminiumoxid)
Reinigung (Phosphorsäure) 60 s	Reinigung (Ultraschallbad)
abspülen/Ultraschall/Trocknung	trocknen
silanisieren, einwirken/verdampfen 60 s	silanisieren, 5 s einwirken, verblasen
bonden	Befestigungskomposit
Befestigungskomposite	

Tab. 2 Selbstadhäsive Befestigungskomposite – Vorbehandlungs der Restauration.

Glaskeramik	Zirkonoxid
ätzen mit Flusssäure (Dauer abhängig von Keramik)	abstrahlen (Rocatec/Cojet/Aluminiumoxid)
Reinigung (Phosphorsäure) 60 s	Reinigung (Ultraschallbad)
abspülen/Ultraschall/Trocknung	trocknen
Befestigungskomposit	silanisieren, 5 s einwirken, verblasen
	Befestigungskomposit

GLASKERAMIK

Bei Glaskeramiken ist die Vorbehandlung mit Aluminiumoxid zu vermeiden, da sich hierbei Mikrorisse ausbilden können, im schlimmsten Fall kommt es zur Fraktur der Restauration.

Die Oberflächenvergrößerung des Werkstoffs wird mittels 5- bis 9,5%iger Flusssäure erzielt, indem die enthaltene Glasmatrix partiell gelöst wird. Weiterhin finden sich mehr Si-OH-Gruppen an der Oberfläche, die für die Interaktion mit Konditionierungssystemen (Silan) wesentlich sind.

Aufgrund der verschiedenen chemischen Zusammensetzungen von Glaskeramiken ist stets auf die korrekte Ätzzeit zu achten: Leuzitkeramiken müssen 60s geätzt werden, wobei bei Lithium-(X)-Silikat-Keramiken 20–30 s ausreichend sind. Nach der Konditionierung mit Flusssäure sollte stets mit 35- bis 40%iger Phosphorsäure gereinigt werden, um die Partikel der Flusssäure vollständig zu entfernen. Zuletzt wird die Restauration im Ultraschallbad mit einem Alkohol-Wassergemisch für drei bis fünf Minuten gereinigt.

Säurehaltige Adhäsivsysteme sind eine schnellere und effektive Alternative zur Fluss-

säureätzung, indem schwächere Säuren und Silane in einem System enthalten sind⁶ (Tab. 1 und 2).

ZIRKONOXID

Die Vorbehandlung von Zirkonoxid und Legierungen beinhaltet grundsätzlich das Korundstrahlen (< 50 µm), wobei stets auf den passenden Strahldruck geachtet werden sollte. Bei Zirkonoxiden kann ein zu hoher Druck zu Mikrorissen und daraus folgend zu Frakturen der Restauration führen beziehungsweise zu einer Phasenumwandlung mit konsekutiver Veränderung der Langzeitstabilität vor allem beim 3Y-TZP⁶.

Die Verfahrensanweisungen konventioneller Befestigungskomposite einiger Hersteller empfehlen, Keramik-Primer zu verwenden, wobei dies eben Empfehlungen und keine Verpflichtungen sind. Keramik-Primer in Kombination mit selbstadhäsiven Befestigungskompositen zeigen generell einen positiven Einfluss auf die Verbundfestigkeiten zu Zirkonoxid. Daher sollte zur Befestigung derartiger Restaurationen tatsächlich ein Keramik-Primer verwendet werden.

Weiterhin sollte darauf verzichtet werden, mit Phosphorsäure zu ätzen, da dies dazu führen kann, dass der Haftverbund vermindert ist, vor allem, wenn nach dem Ätzen unzureichend gereinigt wird. Gereinigt wird mit Spezialreinigern oder mittels Ultraschall und alkoholischer Lösung⁶ (siehe ebenfalls Tab. 1 und 2).

IMPLANTATGETRAGENER ZAHNERSATZ

Der adhäsive Verbund ist nicht nur für die Befestigung von konventionellem Zahnersatz möglich, sondern auch im Rahmen von implantatgetragenen Restaurationen.

Bei Implantation im Frontzahnbereich kommen häufig Hybridabutments auf Klebebasis zum Einsatz, bestehend aus einer Titanklebebasis und einem Keramikaufbau (meist Zirkon-



Abb. 1 Zirkonoxidabutment.



Abb. 2 Zirkonoxidabutment mit Titanklebebasis.



Abb. 3 Titanklebebasis mit Klebehilfe.



Abb. 4 Vorbehandlung des Zirkonoxidabutments.



Abb. 5 Korundstrahlen der Titanklebebasis.



Abb. 6 Konditionierung der Titanklebebasis.

oxidabutment)¹ (Abb. 1 und 2). Der adhäsive Verbund zwischen dem Zirkonoxid und der Titanklebebasis beruht auf einer mikromechanischen und einer chemischen Haftung⁴.

Eine adäquate Vorbehandlung der Bestandteile des Hybridabutments ist entscheidend für den zuverlässigen Haftverbund der beiden Materialien⁵. Hierbei sollte mit dem Anteil aus Keramik analog zu keramischen Restaurationen, wie im vorherigen Absatz beschrieben, verfahren werden⁷. Es sollte mit einem

MDP-haltigen Primer oder Universalkomposit konditioniert beziehungsweise befestigt werden⁸ (Abb. 3 und 4). Die Klebefläche der Titanklebebasis wird ebenfalls mit Aluminiumoxidpartikeln (Al_2O_3) (50–110 μm bei 1–1,5 bar) korundgestrahlt und anschließend silanisiert oder silikatisiert. (Abb. 5 und 6).

Befestigungskomposite für adhäsiven Verbund von zweiteiligen Abutments sollten explizit für die extraorale Verarbeitung im Labor zugelassen sein. Dabei haben sich verschiede-



Abb. 7 Verkleben der Titanklebebasis mit Zirkonoxid-abutment. Präzise Passung durch Führungsritzen.



Abb. 8 Zirkonoxidaufbau auf Titanklebebasis, verklebt und Überschüsse entfernt.

ne Materialien auf dem Markt etabliert⁸. Beim Verkleben des Abutments ist weiterhin darauf zu achten, dass die Titanbasis mithilfe opaker Farbe maskiert wird, um einen Farbshift zu verhindern (Abb. 7).

Abschließend werden Überschüsse und Rauigkeiten mit einem Gummipolierer von der Klebefuge entfernt, wobei eine Oberflächenrauigkeit von $0,2\ \mu\text{m}$ erreicht werden sollte. Dadurch verringert sich die Plaqueakkumulation und eine Adhäsion von Fibroblasten wird ermöglicht. Die Klebefuge sollte bei Hybridabutments möglichst minimiert werden ($20\text{--}30\ \mu\text{m}$).

Vor der Eingliederung in der Mundhöhle sollte im Ultraschallbad gereinigt werden⁷ (Abb. 8).

FAZIT

Zu Beginn der Behandlung sollte bereits eine Auswahl von Restaurations- und Befestigungsmaterial getroffen werden, um die im nächsten Schritt anstehende Präparationsform und Passung zu definieren. Wichtige Kriterien zur Auswahl eines geeigneten Befestigungskomposites sind die adhäsiven Eigenschaften, Bio-

kompatibilität, chemische Stabilität, Langzeitbeständigkeit und die einfache und möglichst universelle Anwendbarkeit.

Eine gute Kommunikation zwischen Zahnarzt und Zahntechniker sowie gute Kenntnisse der Werkstoffe sind entscheidend für die spätere Qualität von Restaurationen und deren Langzeitstabilität. Auch die gegenseitige Kenntnis der Arbeitsabläufe verbessert die Zusammenarbeit und führt dazu, dass Fehlerquellen minimiert werden. Beispielsweise ist darauf zu achten, dass erst unmittelbar vor dem definitiven Einsetzen geätzt und konditioniert wird, um eine Überätzung der Restauration und den damit verbundenen verringerten Haftverbund zu vermeiden.

Vergleicht man selbstadhäsive und konventionelle Befestigungskomposite miteinander, so lässt sich vor allem aus zahntechnischer Sicht feststellen, dass ein zeitlicher Vorteil bei der Oberflächenvorbehandlung von Glaskeramiken besteht, da sowohl der Vorgang des Silanisierens als auch des Bondens entfällt. Ein weiterer Vorteil selbstadhäsiver Befestigungssysteme besteht darin, dass eine relative Trockenlegung des Pfeilers ausreichend ist.

Allerdings ist grundsätzlich festzuhalten, dass aufgrund der höheren Verbundfestigkeit konventionelle Befestigungskomposite Mittel der ersten Wahl sind. Grundsätzlich sollten die Zahnhartsubstanz und die Res-

taurationsoberflächen immer genau nach Herstellerangaben konditioniert werden, um Klebefehler zu vermeiden und ein erfolgreiches Langzeitergebnis der Restaurationen zu erzielen.

LITERATUR

1. Al-Thobity AM. Titanium base abutments in implant prosthodontics: A literature Review. *Eur J Dent* 2022;16:49–55.
2. Alsaeed AY. Bonding CAD/CAM materials with current adhesive systems: An overview. *The Saudi Dental Journal* 2022;34:259–269.
3. Cuzic C, Pricop MO, Jivanescu A, Ursoniu S, Negru RM, Romînu M. Assessment of different techniques for adhesive cementation of all-ceramic systems. *Medicina (Kaunas)* 2022;58:1006.
4. Freifrau von Maltzahn N, Holstermann J, Stiesch M, Kohorst P. In vitro evaluation of the influence of titanium nitride coating on the retention force between components of two-part abutments. *BMC Oral Health* 2021;21:285.
5. Hansen NA, Wille S, Kern M. Effect of reduced airborne-particle abrasion pressure on the retention of zirconia copings resin bonded to titanium abutments. *J Prosthet Dent* 2020;124:60–67.
6. Stawarczyk B, Kieschnick A, Rosentritt M. *Dentale Befestigungsmaterialien*. Berlin: Annett Kieschnick Dentale Fachkommunikation, 2019.
7. Wiedenmann F, Liebermann A, Spintzyk S, Eichberger M, Stawarczyk B. Influence of different cleaning procedures on tensile bond strength between zirconia abutment and titanium base. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2019;34:1318–1327.
8. Zöllner CSB, Fischer C, Gehrke P, Liebermann A. Zirkonoxid-abutment auf Titanklebebasis - eine aktuelle Literaturübersicht. *ZWR – Das Deutsche Zahnärzteblatt* 2018;127:346–355.

