

Michael Coupek  
Dr. med. dent.

## **Untersuchung der Original- und Reparaturscherfestigkeiten von faserverstärkten Kompositen nach künstlicher Alterung**

Einrichtung: Mund-Zahn-Kieferheilkunde  
Doktormutter: Prof. (apl) Dr. med. dent. Diana Wolff

Glasfaserverstärkte Komposite gewinnen in der modernen Zahnheilkunde immer mehr an Bedeutung und werden häufig für minimalinvasive Restaurationen verwendet. Vielversprechend ist die Anwendung bei Kompositbrücken, welche beim Auftreten von unerwünschten Ereignissen wie Chipping-Frakturen repariert und somit erhalten werden können. Die Reparaturvorgänge konnten durch Untersuchungen bereits verbessert werden, indem beispielsweise bei glasfaserverstärkten Kompositen, die eine infiltrierbare Polymermatrix besitzen, durch eine oberflächliche sekundäre Infiltration der Haftverbund weiter gestärkt wird. Das Ziel dieser Arbeit ist die Beständigkeit dieser Reparaturen quantitativ zu untersuchen und mit dem Originalhaftverbund zu vergleichen. Dabei wird davon ausgegangen, dass der Originalhaftverbund dem Reparaturhaftverbund überlegen ist und es im Verlauf zu einer Abnahme der Scherfestigkeiten kommt. Für die *in-vitro* Materialtestung werden die vier zugelassenen, unidirektionalen, glasfaserverstärkten Komposite everStick<sup>®</sup> PERIO, GrandTec<sup>®</sup>, Tender Fiber<sup>®</sup> und Dentapreg<sup>®</sup> PFU verwendet. Zur Simulation einer Reparatur wird nach der Polymerisation der Komposite die Sauerstoffinhibitionsschicht entfernt und die Fasern mittels eines Adhäsivkomposits sekundär infiltriert. Die Prüfkörper werden in künstlichem Speichel bei  $37 \pm 1$  °C für sechs oder zwölf Monate gealtert und anschließend einem Scherversuch unterzogen und mit Kontrollgruppen ohne Reparatur verglichen. Jede Gruppe beinhaltet eine Stichprobenanzahl von 30 Prüfkörpern.

Das Material everStick<sup>®</sup> PERIO, das eine infiltrierbare *Semi-Interpenetrating-Network-Matrix* besitzt, weist eine sehr gute Reparaturfähigkeit auf, sodass die Reparaturscherfestigkeiten die Originalscherfestigkeiten signifikant übersteigen. Allerdings kommt es bei beiden Gruppen während dem Beobachtungszeitraum zu signifikanten Einbußen der Scherfestigkeiten, was für eine geringe Materialbeständigkeit mit und ohne Reparatur spricht. Die Materialien GrandTec<sup>®</sup>, Tender Fiber<sup>®</sup> und Dentapreg<sup>®</sup> PFU haben eine *Cross-Linked-Polymer-Matrix*, die kaum infiltrierbar ist, jedoch bei Reparaturen keine signifikanten Einbußen der Scherfestigkeiten aufweist. Bei Tender Fiber<sup>®</sup> ist keine Beständigkeit der Reparaturscherfestigkeiten gegeben, da es nach zwölf Monaten zu einer signifikanten Abnahme der Reparaturscherfestigkeiten im Vergleich zu den Originalscherfestigkeiten der Kontrollgruppe kommt. GrandTec<sup>®</sup> und Dentapreg<sup>®</sup> PFU weisen hingegen eine gute Beständigkeit im Reparatur- als auch im Originalverfahren auf. Bei den durchgeführten Gruppenvergleichen besitzt GrandTec<sup>®</sup> nach sechs und zwölf Monaten die höchsten Scherfestigkeiten, die im Originalverfahren den anderen Produkten signifikant überlegen sind.

Die Ergebnisse von GrandTec<sup>®</sup> legen nahe, dass die enge Vernetzung der Matrixmonomere Urethandimethacrylat (UDMA) und Triethylen-Glycol-Dimethacrylat (TEGDMA) eine Diffusion von Wasser möglicherweise verhindert und somit den Faser-Matrix-Verbund vor einer Hydrolyse schützt. Somit scheint bei glasfaserverstärkten Kompositen eine *Cross-*

*Linked-Polymer-Matrix* aus den eben genannten Monomeren vielversprechend zu sein. Die Materialbeständigkeit von Dentapreg<sup>®</sup> PFU kann durch ein spezielles Konditionierungsverfahren der plasmaunterstützten Gasphasenabscheidung bedingt sein, das einen stabilen Verbund zwischen Faser und Polymermatrix herstellt. Die *Semi-Interpenetrating-Network-Matrix* von everStick<sup>®</sup> PERIO ermöglicht nicht nur die Infiltration des Kompositmaterials und die damit verbundene Reparaturfähigkeit, sondern womöglich auch die Diffusion von Wasser innerhalb des Materials, was letztendlich zur Hydrolyse des Faser-Matrix-Verbunds und der verringerten Langzeitstabilität führt.

Für den klinischen Einsatz von glasfaserverstärkten Kompositen hat die Beständigkeit des Original- und des Reparaturverfahrens eine große Bedeutung. Eine Reparatur kleiner Defekte ist nur wirtschaftlich, wenn das Überleben der gesamten Restauration wesentlich verlängert werden kann. Dies ist jedoch nicht der Fall, wenn bereits der Originalverbund geschwächt ist und ein Versagen an anderer Stelle somit absehbar ist. Aus diesen Gründen sind künftig die Weiterentwicklung von dentalen, glasfaserverstärkten Kompositen und die Optimierung deren Reparaturen notwendig. Diese Untersuchung liefert Erkenntnisse, die als Grundlagen für weiterführende Studien dienen können. Beispielsweise ist eine Alterungsphase von mindestens zwölf Monaten zu empfehlen, um die Beständigkeit der Materialien zu überprüfen. Dieser Alterungsprozess kann zusätzlich durch die Verwendung eines Temperaturwechselbads noch weiter optimiert werden. Außerdem ist es erforderlich mehrere verschiedene Materialtypen in die Untersuchung mit einzubeziehen, da wie in der Literatur beschrieben und in dieser Untersuchung ersichtlich, die Ergebnisse von der Zusammensetzung der Materialien abhängig sind. Ein weiterer vielversprechender Ansatz für die Optimierung von glasfaserverstärkten Kompositen, den es zu untersuchen gilt, ist die plasmaunterstützte Gasphasenabscheidung, zu welcher es zurzeit im zahnmedizinischen Bereich keine Untersuchungen gibt.