

## 8 Zusammenfassung

Aufgrund der gestiegenen Nachfrage nach ästhetischen Füllungsmaterialien und deren ständiger Weiterentwicklung hat die Produktvielfalt bei direkten, plastischen, zahnfarbenen Füllungsmaterialien in den letzten Jahren stetig zugenommen. Zur Erweiterung des Behandlungsspektrums wurden Hybridkomposite mit veränderten Viskositäten entwickelt. Ziel der vorliegenden Arbeit war die werkstoffkundliche Untersuchung der fließfähigen und stopfbaren Kompositmaterialien im Vergleich zu herkömmlichen Hybridkompositen.

Herculite XRV (Kerr- Sybron GmbH, Karlsruhe, Deutschland), Tetric Ceram (Ivoclar Vivadent, Ellwangen, Deutschland), Tetric Flow (Ivoclar Vivadent GmbH, Ellwangen, Deutschland), Tetric Ceram HB (Ivoclar Vivadent, Ellwangen, Deutschland), Solitaire 2 (Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Deutschland) und SureFil (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Deutschland) wurden in Hinblick auf Biegefestigkeit, Elastizitätsmodul, Wasseraufnahme, Löslichkeit, Röntgenopazität, Polymerisationstiefe, Härteprofil und Polierbarkeit geprüft. Bei der Biegefestigkeit, dem Elastizitätsmodul und der Polierbarkeit wurde eine künstliche Alterung durch 30-tägiger Wasserlagerung und Temperaturlastwechsel von 5000 Zyklen zwischen + 5 und + 55 °C simuliert. Die Bestimmung der Biegefestigkeit und des E-Moduls erfolgte im Drei-Punkt-Biegeversuch. Es wurden zwei Messserien mit jeweils 10 Probekörpern durchgeführt. In Messserie 1 bei 24-stündiger Wasserlagerung bei 37 °C, gemäß EN ISO 4049 ergaben sich folgende Mittelwerte: Herculite XRV (93 MPa), Tetric Flow (109 MPa), Tetric Ceram (95 MPa), Tetric Ceram HB (103 MPa), Solitaire 2 (95 MPa) und SureFil (100 MPa). Der Scheffé- Test ergab keinen signifikanten Unterschied ( $p > 0,05$ ) zwischen den Materialien. Alle Komposite entsprechen der Norm. Nach einer Lagerungsdauer von 4 Wochen bei 37 °C und anschließendem Thermocycling zeigten sich in Messserie 2 folgende Biegefestigkeiten: Herculite XRV (89 MPa), Tetric Flow (89 MPa), Tetric Ceram (86 MPa), Tetric Ceram HB (91 MPa), Solitaire 2 (65 MPa) und SureFil (89 MPa). Die Mittelwerte unterscheiden sich nicht signifikant. Nach künstlicher Alterung erfüllt die Biegefestigkeit von Solitaire2 nicht mehr die Norm für den kautragenen Bereich. Die Biegefestigkeiten vor und nach künstlicher Alterung unterscheiden sich nicht signifikant voneinander. Für den E-Modul zeigten sich nach 24h Wasserlagerung folgende Werte: Herculite XRV (8268 MPa), Tetric Flow (5156 MPa), Tetric Ceram (6556 MPa), Tetric

Ceram HB (10054 MPa), Solitaire 2 (6962 MPa) und SureFil (12578 MPa). Nach 30 d Wasserlagerung und 5000 Temperaturlastwechseln ließen sich folgende Werte ermitteln: Herculite XRV (8066 MPa), Tetric Flow (4481 MPa), Tetric Ceram (7976 MPa), Tetric Ceram HB (9368 MPa), Solitaire 2 (6058 MPa) und SureFil (11945 MPa). Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen dem E-Modul des jeweiligen Kompositmaterials vor und nach künstlicher Alterung festgestellt werden.

Die Wasseraufnahme wurde nach 7 Tagen Wasserlagerung gemäß der EN ISO 4049 berechnet. Es wurden für jedes Komposit zehn Probekörper hergestellt. Die Wasseraufnahme der untersuchten Kompositmaterialien war bei Herculite XRV ( $13,48 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ ), bei Tetric Flow ( $18,54 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ ), bei Tetric Ceram ( $12,43 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ ), bei Tetric Ceram HB ( $8,5 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ ), bei Solitaire 2 ( $17,81 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ ) und bei SureFil ( $9,34 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ ). Alle Materialien liegen weit unter der von der Norm festgesetzten Grenze von  $40 \mu\text{g}/\text{mm}^3$  Wasseraufnahme.

Die Löslichkeit ergab sich nach der vollständigen Trocknung der wassergelagerten Probekörper. Für die Löslichkeit konnten folgende Werte ermittelt werden: Herculite XRV ( $2,81 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ ), Tetric Flow ( $0,55 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ ), Tetric Ceram ( $0,58 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ ), Tetric Ceram HB ( $-0,41 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ ), Solitaire 2 ( $3,22 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ ) und bei SureFil ( $-0,04 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ ). Alle Mittelwerte lagen weit unter der von der Norm vorgegebenen Löslichkeitsgrenze von  $7,5 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ .

Die Röntgenopazität ergab sich gemäß der EN ISO 4049 aus dem Vergleich mit einem 99,5% Aluminiumstufenkeils. Die höchsten Aluminiumäquivalenzwerte konnten für Tetric Ceram (400 %) und Tetric Ceram HB (350 %) ermittelt werden. Es folgten Herculite XRV, Tetric Flow und SureFil mit 250 %. Die Röntgenopazität für Solitaire 2 (200 %) entspricht zwar noch der Norm, ist aber für die klinische Empfehlung zu gering.

Die Polymerisationstiefe wurde durch einseitige Polymerisation eines Kunststoffzylinders ermittelt. Es wurden jeweils 5 Proben hergestellt. Die Polymerisationstiefe ergab für Herculite XRV (3,6 mm), Tetric Flow (3,8 mm), Tetric Ceram (3,9 mm), Tetric Ceram HB (3 mm), Solitaire 2 (3,6 mm) und SureFil (4,6 mm). Damit entsprachen alle Kompositmaterialien der Norm, die eine Mindestpolymerisation von 1,5 mm fordert.

Die Vickershärte wurde an der Oberfläche und der Unterseite eines 2 mm dicken, von einer Seite bestrahlten Prüfkörpers vorgenommen. Es wurde fünf Proben hergestellt. An der Oberfläche zeigten sich folgende Härtewerte: Herculite XRV (52 MPa), Tetric Flow (33 MPa), Tetric Ceram (49 MPa), Tetric Ceram HB (68 MPa), Solitaire 2 (54 MPa) und SureFil (77 MPa). Der Härteabfall in 2 mm Tiefe betrug für Herculite XRV (59,6 %), für Tetric Flow (78,8 %), für Tetric Ceram (81,6 %), für Tetric Ceram HB (63,2 %), für Solitaire2 (56 %) und für SureFil (80,5 %).

Die Politur wurden zum einem mit dem Tastschnittverfahren, zum anderen durch visuelle Beurteilung mittels REM eingeschätzt. Die Kompositmaterialien zeigten folgenden arithmetische Mittenrauwert: Herculite XRV (64 nm), Tetric Flow (46 nm), Tetric Ceram (46 nm), Tetric Ceram HB (71 nm), Solitaire 2 (83 nm) und SureFil (76 nm). Nach künstlicher Alterung stellten sich Rauheitswerte dar: Herculite XRV (66 nm), Tetric Flow (41 nm), Tetric Ceram (51 nm), Tetric Ceram HB (67 nm), Solitaire 2 (66 nm) und SureFil (100 nm). Alle sechs untersuchten Hybridkomposite weisen eine gute Polier auf, die auch nach künstlicher Alterung bestand.

Fließfähige und stopfbare Komposite zeigen sich als Bereicherung für die moderne adhäsive Füllungstherapie und entsprechen in ihren werkstoffkundlichen Eigenschaften den normalviskösen, bewährten Hybridkompositen.