

Komposite auf Dimer-Säure-Basis

Verbesserte chemische Struktur der Kunstharz-Matrix von direkten Restaurationswerkstoffen

Kunststoff-Füllungsmaterialien für direkte adhäsive Restaurationen haben sich als Werkstoffe für die in der Zahnarztpraxis täglich geforderten reparativen Zahnerhaltungsmaßnahmen seit mehreren Jahrzehnten fest etabliert. Ein Grund hierfür ist die sich stetig verbessernde werkstoffkundliche Qualität dieser dentalen Komposite. Zielorientierte Innovationen der zahnmedizinisch-pharmazeutischen Forschung sowie der Hersteller von zahnärztlichen Verbrauchsmaterialien ermöglichen ein immer einfacheres intraorales Verarbeiten der Komposite.

Derartige Verbesserungen sind aber naturgemäß nicht ohne Weiteres zu erzielen, denn gerade bei den lighthärtenden Komposit-Füllungswerkstoffen liegt eine äußerst weitgreifende werkstoffkundliche Komplexität vor. So setzen sich derartige Komposite aus einer Kombination von mehreren zum Teil sehr unterschiedlichen Komponenten zusammen:

- die organische Kunstharz-Matrix (verschiedene Monomere, wie zum Beispiel BisGMA oder UDMA etc.),
- anorganische Füllstoffe verschiedener Größe (zum Beispiel Keramik-Pulver oder Glas-Partikel),
- spezielle Verbundstoffe, die die organische Matrix mit den anorganischen Partikeln verlinken,



Abb. 1: Klinischer Eingangsbefund eines unteren ersten Molaren mit einer gebrochenen Amalgamfüllung, einer alten Komposit-Reparaturfüllung (disto-okklusale) und einem kariesbedingten Abbruch der disto-lingualen Zahnschubstanz; der zweite Molar weist eine Klasse-I-Kompositfüllung auf und zeigt röntgenologisch im mesio-lingualen Approximallbereich eine Kariesläsion.



Abb. 2: Orientierende Zwischenansicht der beiden Molaren vor der Fortsetzung der Dentinwundbehandlung und der restaurativen Füllungsversorgung; der erste Molar lässt nach Entfernung der alten Füllungen noch weitere zu behandelnde Schäden erkennen. Die Karies im inneren, mesio-lingualen Anteil des zweiten Molaren wurde soweit wie möglich ohne unnötige Abtragung der okklusalen Zahnschubstanz entfernt.

- Pigmente zur Erzielung verschiedener Farbtöne und
- Fotoinitiatoren (normalerweise eine Mischung aus Campherchinon, TPO beziehungsweise PPD), durch welche die Füllungsmasse ausgehärtet wird.

Der Kunstharz-Matrix kommt bei Komposit-Füllungsmaterialien allerdings eine ganz entscheidende Bedeutung zu. Neben der Qualität und Quantität der anorganischen Füllstoffe und der Effektivität des Initiator-Systems für die zur Aushärtung führende Foto-Polymerisation ist es vor allem diese organische Matrix, die die klinisch-intraorale Zuverlässigkeit des dentalen Werkstoffs in hohem Maße beeinflusst. Um in einem kritischen Milieu, wie es die Mundhöhle darstellt, zu bestehen, ist es entscheidend, dass sich die Monomer-Moleküle (aus denen die Kunstharz-Matrix besteht) möglichst vollständig und ohne Nachteile auszulösen und miteinander verknüpfen.

Vereinfacht dargestellt, und ohne auf den Einfluss der anorganischen Füllstoffe bei der Aushärtung und Beständigkeit von Kompositen näher einzugehen, lässt sich über diesen Vorgang der Verknüpfung (werkstoffkundlich als Polymerisation bezeichnet) sagen: Je mehr Monomer-Moleküle sich miteinander

fest verbinden (Höhe des Konversionsgrads) und je weniger es bei dieser Vernetzung zu Verkürzungen der sich verbindenden Monomer-Moleküle kommt (Ausmaß der Polymerisations-schrumpfung), desto beständiger und haltbarer ist die Kunstharz-Matrix an sich.

Keine „Schön-Wetter-Werkstoffe“

Komposite, basierend auf der neuen Polymer-Technologie der Nano-Dimer-Konversion – wie das seit der letzten Internationalen Dental-Schau (IDS) in Köln vorgestellte *N'Durance* der Septodont GmbH, Niederkassel –, sind als Universal-Restaurationswerkstoff-System für die kompositbasierte Füllungsversorgung von Front- und Seitenzähnen ein weiterer Schritt in Richtung der Optimierung der werkstoffkundlichen Eigenschaften.

Untersuchungen an der Universität Leuven durch Prof. Lambrechts sowie der Universität Denver Colorado durch Prof. Newman und darüber hinaus erste Anwenderberichte klingen vielversprechend und zeigen die zahlreichen, durchweg positiven Materialeigenschaften dieses neuen Kompositmaterials.



Abb. 3: Die abgeschlossene großflächige Aufbaufüllung aus einem hoch viskosen Komposit auf der werkstoffkundlichen Basis der Nano-Dimer-Konversionstechnologie am ersten Molaren. Gerade bei derartigen Restaurationen, die nahezu die gesamte klinische Zahnkrone umfassen, sind adhäsive Füllungswerkstoffe gefragt, die keine werkstoffkundlichen Nachteile aufweisen und nicht nur „Schön-Wetter-Komposite“ darstellen. – Die Kavität in der mesio-lingualen Approximallfläche des zweiten Molaren wurde ebenfalls mit einem Nano-Dimer-Konversions-Komposit, hier speziell mit der fließfähigen Variante, gefüllt.



Abb. 4: Situation nach Wurzelfüllung eines kariös stark ausgehöhlten unteren ersten Molaren. Zur Wiederherstellung der Kaufunktion sollen adhäsive Restaurationswerkstoffe eingesetzt werden: ein fließfähiges Komposit als Unterfüllung und die stopfbare Materialvariante für die okklusale Deckfüllung. Aufgrund der kritischen Mundhygiene des jungen Patienten wird auf ein besonders widerstandsfähiges und mundbeständiges Kunststoff-Füllungsmaterial wie Nano-Hybrid-Komposit auf Dimer-Säure-Basis zurückgegriffen.

Die verbesserten werkstoffkundlichen Charakteristika beruhen insbesondere auf

- der Nano-Dimer-Konversionstechnologie sowie einer die Kunstharz-Matrix betreffende sorgfältig ausgewogene Mischung von Dimethacrylat-Monomeren:
 - einem proprietären Monomer, basierend auf der Dimer-Säure-Technologie, Dimer-Dicarbamat-Dimethacrylat („Dimer-Säure“, DDCCDMA),
 - Ethoxylat-Dimethacrylat (EBPADMA) sowie dem
 - hinlänglich bekannten und seit langem bewährten Urethan-Dimethacrylat (UDMA).

Diese drei Monomere sind an sich vollständig miteinander vermischbar. Wird dann jedoch eine Polymerisation dieser Monomer-Moleküle gestartet, so geht die Mischbarkeit verloren, und es besteht die Tendenz zur Entwicklung von zwei Phasen innerhalb der organischen Kunstharz-Matrix. Dieser Prozess wird als

- Polymerisationsinduzierte Phasenseparation (PIPS) bezeichnet und bewirkt eine deutlich reduzierte Polymerisationsschrumpfung der Monomer-Moleküle während des Verknüpfungsprozesses.

Darüber hinaus hat die Länge des Monomer-Moleküls des in der Kunstharz-Matrix mit einem Anteil vertretenen Dimer-Dicarbamat-Dimethacrylats einen weiteren positiven Einfluss auf die stark reduzierte Polymerisa-

tionsschrumpfung. Das Dimer-Säure-Molekül ist ungefähr 50 Prozent größer als das einfache Methacrylat-Monomer-Molekül, das sich in vielen herkömmlichen Kompositen findet.

Somit kommt bei diesem neuen Restaurationswerkstoff insgesamt gesehen die vom Hersteller als Nano-Dimer-Konversionstechnologie bezeichnete chemische Gesamtwirkung zum Tragen. Hervorzuheben ist, dass eine Verringerung der generellen Polymerisationsschrumpfung natürlich auch die polymerisationsbedingte Schrumpfungsspannung des Komposit-Füllungsmaterials vermindert. Dies ist umso bedeutungsvoller, da gerade die Schrumpfungsspannung im ausgehärteten Komposit aktiv gegen eine integrale adhäsive, mikro-retentive Haftung des Restaurationswerkstoffs zur Zahnhartsubstanz wirkt. Dadurch können kurz- bis langfristig Beeinträchtigungen, wie Undichtigkeiten und Mikro-Substanzverluste, im Verlauf der gebondeten Komposit-Zahnhartsubstanz-Verbindungsflächen entstehen.

Von großer klinischer Wichtigkeit sind auch

- der hohe Polymerisationsgrad des hier beschriebenen Universal-Komposit-Systems *N'Durance*. Durch die chemische Beschaffenheit der Dimer-Dicarbamat-Dimethacrylat-Moleküle, die sich während des gesamten Polymerisationsprozesses freier und ungehinderter als konventionelle Monomere bewegen können, gelingt es mit normaler Polymerisationslichtzufuhr, einen Vernetzungsgrad (Konversionsgrad) von etwa 80 Prozent zu erzielen. Die



Abb. 5: Die ausgeprägte Fließfähigkeit und der deutliche Chamäleoneffekt von *N'Durance Dimer Flow* machen es zu einem guten Restaurationsmaterial für alle Einsatzbereiche niedrig-visköser Komposite (hier als Unterfüllung). Darüber hinaus erlauben die werkstoffkundlichen Materialcharakteristika auch Verwendungen zur langfristigen Zahnerhaltung in klinisch stark beanspruchten wie auch mundhygienisch kritischen Arealen.



Abb. 6: Klinische Ausgangssituation einer erforderlichen restaurativen Neuversorgung an Zahn 21 und Zahn 22, bedingt durch die bestehenden insuffizienten Füllungen. Die Wahl fiel auf direkte adhäsive Kompositfüllungen. Als Restaurationswerkstoff wurde *N'Durance* ausgesucht. Die innovative Chemie der organischen Kunstharz-Matrix (Nano-Dimer Conversion Technology) und die damit verbundenen positiven mechanisch-werkstoffkundlichen Charakteristika machen dieses Füllungsmaterial zu einem vielversprechenden Werkstoff der restaurativen Zahnheilkunde im Rahmen der Adhäsiv-Technik.

meisten Komposit-Füllungsmaterialien liegen hier bei Werten von nur 45 bis maximal 65 Prozent!

- die Biokompatibilität. Diese hohe Umwandlungsrate bedeutet deutlich weniger Restmonomer-Gehalt im vermeintlich komplett ausgehärteten Komposit, sodass auch erheblich weniger freie Monomere aus der Füllungsmasse herausgelöst werden können. Je weniger Monomere aus einem Komposit-Füllungsmaterial herauslösbar sind, desto geringer ist auch die Wahrscheinlichkeit irgendeiner negativen biologischen Reaktion auf das Material. So lassen sich das Toxizitätspotenzial und auch die Gefahr einer allergischen Reaktion klar vermindern.
- die ausgeprägte Hydrophobie der speziellen Kunstharz-Matrix. Ohne weitere werkstoffkundliche Details auszubreiten, sei darauf verwiesen, dass für diese wichtige positive werkstoffkundliche Eigenschaft vor allem die chemische Struktur der Dimer-Dicarbamat-Dimethacrylat-Moleküle verantwortlich ist. Durch die verminderte Wasseraufnahme des hier beschriebenen Komposit-Materials ist gewährleistet, dass weniger Komponenten der gesamten Füllungsmasse ausgewaschen werden. Hierdurch bleiben die klinisch relevanten physikalisch-mechanischen Materialeigenschaften langfristig besser erhalten.



Abb. 7: Die fertigen Restaurationen direkt nach Abschluss des Füllvorgangs; die hier im Mittelpunkt stehende Versorgung des Zahns 22 wurde mit der Flow-Variante des Komposits als Unterfüllung und der hoch-viskösen Masse aus der Standard-Kartuschen-Spritze (beide im Farbton A2) bewerkstelligt. Die sehr guten ästhetischen Eigenschaften und die ebenso gute Polierbarkeit dieses Restaurationswerkstoffs sind augenfällig. Die vom Hersteller hervorgehobene Biokompatibilität des Füllungsmaterials ist ein weiterer, nicht zu vernachlässigender Pluspunkt dieses Kompositmaterials.

Positive klinische „Performance“

Zur kritischen Bewertung eines Komposits auf Dimer-Säure-Basis wurden alle in der Produktpalette des neuen Nano-Hybrid-Komposit-Systems *N'Durance* zur Verfügung stehenden Materialien (fließfähiges wie auch fest pastöses) im Rahmen der klinischen Füllungsversorgungen in der Praxis des Autors eingesetzt.

Da die Kunstharz-Matrix dieses Restaurationswerkstoffs laut technischem Produktprofil mit sämtlichen Haftvermittlern beziehungsweise Bonding-Systemen kompatibel ist, wurden alle Füllungen mithilfe des vom Autor bevorzugten Adhäsiv-Systems *One-Up Bond F* (Tokuyama Dental Deutschland GmbH, Altenberge) gelegt, da dieses selbstkonditionierende „All-in-One-Adhesive“ sich als sehr zuverlässiges und dabei recht unkompliziert zu handhabendes Haftvermittler-System seit Jahren bewährt.

Sowohl die Komposite der fließfähigen als auch die der pastösen Werkstoffvariante stehen in einer – Septodont sei Dank – überschaubaren Farbton-Auswahl gemäß den bekannten Vita-Zahnfarben bereit. Ebenso erfreulich ist, dass die im Produktprofil beschriebenen Materialeigenschaften sich (soweit während und nach dem Restaurationsvorgang durch den Praktiker überprüfbar) durchweg als stimmig erkennen lassen. Besonders augenfällig ist hierbei die leicht zu

erzielende exzellente Hochglanzpolierbarkeit sowie die ansprechende Ästhetik, genauer gesagt, der sehr gute Farbangleichungseffekt (zur restlichen Zahnhartsubstanz) des ausgehärteten Komposits.

Praktisches Handling

Besondere Erwähnung bei der Betrachtung dieses Kompositensystems gebührt dem Handling des pastösen Füllungsmaterials. Obwohl dieser Restaurationswerkstoff hochviskös ist, lässt er sich dennoch mühelos aus den Schraubspritzen und den Einzel-Dosis-Kapseln entnehmen. Die relativ hohe Viskosität begünstigt eine gezielte, modellierende Einbringung in Frontzahn-Kavitäten der Klassen III und IV sowie ein „stopfendes“ Füllen bei Versorgung von Seitenzahndefekten. Für das Wiederherstellen der Zahnform bei Klasse-V-Kavitäten sowie als generelles Unterfüllungsmaterial ist das fließfähige Komposit am besten geeignet.

Beindruckende Röntgenopazität

Nicht zuletzt sei aus Sicht des Praktikers auch auf die erstaunliche Röntgensichtbarkeit dieses Kompositmaterial-Systems hingewiesen, die in ihrer Röntgenopazität einem „Aluminium-Gleichwert“ von nahezu 4 Millimetern entspricht.

Fazit

Das hier beispielhaft beschriebene, neu auf dem Dentalmarkt erhältliche lichterhärtende Nano-Hybrid-Komposit *N'Durance* stellt ein für alle klinischen Belange der direkten adhäsiven Restaurationstechnik zuverlässiges Fül-

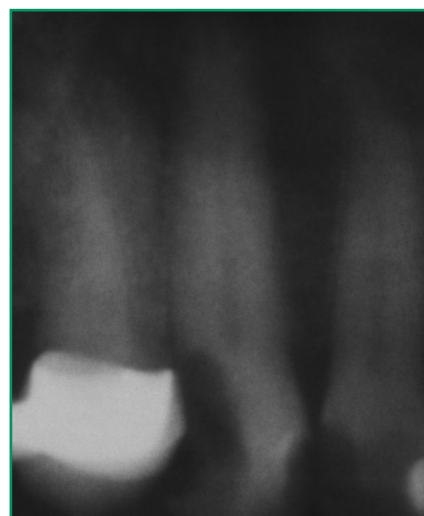


Abb. 8: Röntgenologische Ausgangssituation vor einer erforderlichen Wurzelkanalbehandlung im Bereich von Zahn 14 und 13



Abb. 9: Zahn 13 nach der vorsorglichen Aufbaufüllung mit *N'Durance*. Die außerordentliche Röntgenopazität dieses Nano-Hybrid-Komposits beruht auf einer optimierten Kombination von Ytterbiumfluorid-Nanopartikeln und Nanoclustern, Bariumglas und Siliziumoxid.

lungsmaterial-System dar. Die modifizierte Kunstharzmatrix auf Dimer-Säure-Basis, in Kombination mit der technologischen Möglichkeit der Polymerisationsinduzierten Phasenseparation (PIPS), eröffnet zusätzliche Vorteile bei der Erzielung langlebiger Füllungsversorgungen.

Das hochvisköse Pastenmaterial lässt sich sehr gut verarbeiten und ist ein – für den restaurativ orientierten Praktiker – erfreulicher Kompromiss zwischen leichter Modellierbarkeit der Kompositmasse und „stopfendem“ Füllen, insbesondere von Seitenzahn-Kavitäten. Dazu kommt eine verblüffend ausgeprägte Röntgensichtbarkeit dieses Restaurationswerkstoffs, die keinerlei Schwierigkeiten mehr bei der Interpretierung von Röntgenstrahl-diagnostisch gewonnenen Unterlagen aufwirft.

Die fließfähige Materialvariante des Kunststoff-Füllungsmaterials lässt, wie das Pastenmaterial, eine ansprechend farblich-ästhetische Restauration zu. Das Anfließverhalten ist deutlich ausgeprägt, ohne dass das Komposit zu schnell „wegsackt“ oder aus Klasse-V-Kavitäten ausfließt. Ein sehr großer Vorteil beider Materialvarianten von *N'Durance* ist deren uneingeschränkte Verwendung auch mit systemfremden Haftvermittlern und Bonding-Systemen.

**Dr. Markus Th. Firla,
Hasbergen-Gaste**

N'Durance®

Komposit Lösungen mit der einzigartigen Nano-Dimer Technologie:
Hervorragende Biokompatibilität und Langlebigkeit

N'Durance® Dimer Flow



N'Durance® Universelles Komposit



NANO-DIMER
TECHNOLOGY

Sehr geringe Schrumpfung > bessere marginale Integrität und weniger Microleakage

Hohe Monomerumwandlung > exzellente mechanische Eigenschaften und Biokompatibilität

Hohe Röntgenopazität > sicherere Kontrolle und Nachuntersuchung

Mehr Komfort > mit herkömmlichen Adhäsivsystemen kompatibel

