

Zusammenfassung

Die (Un-)Verträglichkeit von Zahnersatz ist ein brisantes Thema. Eine erhebliche Rolle spielen dabei aus allergologischer Sicht die Problematiken, die aus der Reaktion verschiedener Metalllegierungen im Mund eines Patienten sowie der unerwünschten Nebenwirkungen einer Korrosion hervorgerufen werden können. Der Autor stellt dar, wie einer Patientin mit Allergien durch eine Versorgung mit dem keramikverstärkten Hochleistungspolymer BioHPP geholfen werden konnte.

Indizes

Allergien, metallfreie herausnehmbarer Zahnersatz, Doppelkronen, PEEK, BioHPP



Doppelkronentechnik mit keramikverstärktem Hochleistungspolymer auf PEEK-Basis

Herausnehmbarer Zahnersatz, metallfrei gestaltet

Sebastian Schuldes, Olaf Peterseim

Allergische Reaktionen im Zusammenhang mit Dentallegierungen sind bekannt. Gemessen an der großen Zahl von Patienten, die mit Metalllegierungen versorgt werden, ist deren Auftreten jedoch relativ selten. Wird aber die Diagnose gestellt, muss bei einer prothetischen Versorgung eine Alternative zur metallbasierten Restauration gefunden werden. Jede Form einer metallischen Versorgung im Mund des betroffenen Patienten kann pathologische Reaktionen auslösen. Die Folgen einer Metallunverträglichkeit sind oft mit multiplen Beschwerdebildern verbunden und nicht nur auf den Kontaktbereich (Mundschleimhaut) beschränkt. Die Symptomatik reicht von Hautekzemen, allgemeinem Unwohlsein, Müdigkeit, Konzentrationsbeschwerden bis hin zu Autoimmunerkrankungen. Die Patienten haben meistens einen langen Leidensweg hinter sich.

In solchen Fällen ist bei einer prothetischen Neuversorgung die Wahl des Materials der Ästhetik überzuordnen. Die geplagten Patienten wünschen sich in erster Linie ein Leben frei von allergiebedingten Beeinträchtigungen. Dank der Entwicklungen in diesem Bereich

Einleitung

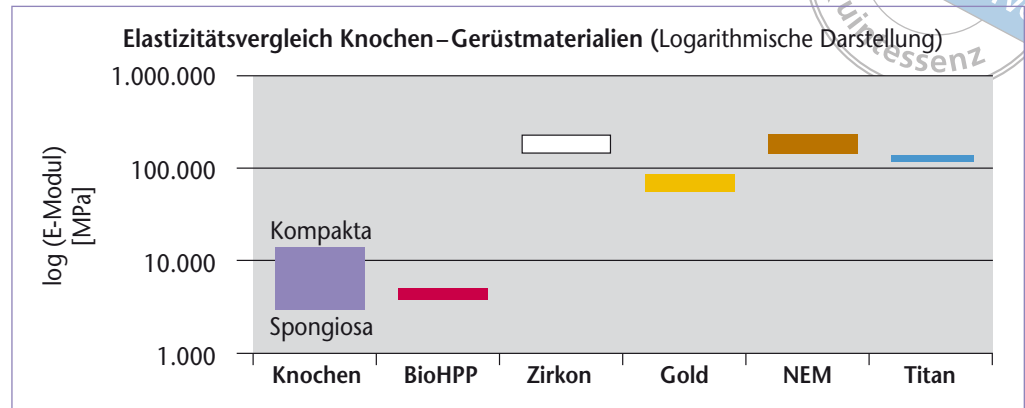


Abb. 1 Der Elastizitäts-Modul von BioHPP ähnelt dem des Knochens.

stehen gute Materialien für die metallfreie prothetische Versorgung zur Verfügung (Zirkonoxid, Lithiumdisilikat, Komposite etc.). Neuralgischer Punkt war bislang ein metallfreier, herausnehmbarer Zahnersatz. Im hier vorgestellten Fall konnte einer Patientin mit bedachter Materialwahl ein neues Lebensgefühl gegeben werden. Ihre allergisch bedingten Beschwerden wurden mit einer metallfreien Neuversorgung therapiert. Das Wort „Therapie“ gewinnt in solchen Fällen eine neue Dimension.

Kasuistik Ausgangssituation

Die Patientin konsultierte die Zahnarztpraxis mit einer nachgewiesenen multiplen Unverträglichkeit gegen Metalllegierungen. Die Reaktion ihres Körpers auf den inklinierten Zahnersatz war extrem. Neben den starken Ekzemen im Kopf-, Hals- und Oberkörperbereich sowie dem Verlust ihrer Haare zeigte sie körperliche sowie psychische Beeinträchtigungen.

Die Patientin war im Ober- und Unterkiefer mit einem teleskopierenden Zahnersatz versorgt. Die Doppelkronen bestanden aus einer Goldlegierung. Zudem trug sie Vollgusskronen (Palladium-Basis-Legierung) sowie einige Amalgamfüllungen.

Der behandelnde Zahnmediziner gliederte ihr nach dem Nachweis der Unverträglichkeit jedweden Zahnersatz aus. Ziel war nun, eine Möglichkeit zu finden, um der Patientin mit einer adäquaten metallfreien Versorgung zu helfen.

Materialwahl

Bisher gab es kaum eine Möglichkeit, Patienten mit einer Metallunverträglichkeit mit einem herausnehmbaren Zahnersatz zu versorgen. Seit seiner Vorstellung auf der IDS 2013, gestattet es ein keramikverstärktes Hochleistungspolymer (BioHPP, bredent, Senden), den betroffenen Patienten eine metallfreie, bioverträgliche Versorgung anzubieten. BioHPP (High Performance Polymer) ist ein teilkristallines Thermoplast auf PEEK- (Polyetheretherketon) Basis, welches zur Optimierung der mechanischen Eigenschaften mit 20 Gew.% Keramikpartikeln verstärkt wurde. PEEK wird seit vielen Jahren als ein bioinertter Werkstoff in der Humanmedizin erfolgreich eingesetzt (Fingerprothesen, Wirbelsäulen-Zwischenkörper, Hüftgelenkprothesen).^{2,4,6} Bislang konnten keine klinisch relevanten Materialermüdungen nachgewiesen werden.^{8,9} Es zeigt sich sogar die Tendenz, dass durch den Werkstoff PEEK, Titan sowie Aluminium ersetzt werden könnten.^{3,5}

Der Elastizitäts-Modul von BioHPP beträgt 4 GPa und liegt somit im Bereich des E-Moduls von Knochen (Abb. 1). Dies kann insbesondere bei implantatgetragenen Versorgungun-



Abb. 2 und 3 Alle metallischen Strukturen sind bei der Patientin mit nachgewiesener Metallunverträglichkeit entfernt worden. Die Zähne sind für teleskopierende Prothesen vorbereitet.

gen positiv sein. Hinzu gesellt sich die hohe Biegefestigkeit von > 150 MPa. Die Verarbeitung von BioHPP kann im Vakuum-Press-Verfahren oder CAD/CAM-gestützt erfolgen.

Nachdem der metallische Zahnersatz der Patientin ausgegliedert und die Therapieentscheidung getroffen worden war, konnte die Umsetzung der zahntechnischen Arbeit beginnen.

Prothetische Versorgung Primärteile

Materialkomposition

Primärteile = Zirkonoxid & Sekundärstruktur = BioHPP

Tertiärversorgung: Verblendung aus Komposit (Frontzahnbereich visio.lign-Verblendsystem)

Bei einem reduzierten Zahnbestand sowie der entsprechenden statischen Verteilung der Restzähne sind Teleskopprothesen für die Autoren das Mittel der Wahl. Die Doppelkrontechnik hat sich als Halte- und Stützmethode in der prothetischen Zahnmedizin bewährt. Die guten parodontalhygienischen Eigenschaften, die sekundäre Verblockung der noch vorhandenen Zähne sowie die unkomplizierte Erweiterbarkeit sind Fürsprecher. Unter „normalen“ Gegebenheiten favorisieren die Autoren das Konzept der Galvano-Doppelkronen-Technik⁷, in diesem speziellen Fall wurde das Konzept abgewandelt und aus bereits dargelegten Gründen eine metallfreie Variante gewählt.

Im Oberkiefer waren die Zähne 17, 16, 14 und 23, 26, 28 sowie im Unterkiefer die Zähne 42 bis 32 für die Verankerung der teleskopierenden Versorgung vorbereitet (Abb. 2 und 3). Für die Herstellung der Primärteile erfolgten die Abformungen respektive die Herstellung der Modelle. Metallfreie Primärteile können sowohl aus Zirkonoxid als auch aus BioHPP gefertigt werden. Im Labor des Autors hat sich Zirkonoxid seit 15 Jahren für Primärkronen bewährt, insbesondere die hervorragende Schleimhautverträglichkeit sowie die Abrasionsbeständigkeit seien hierzu erwähnt. Da BioHPP als Sekundärstruktur sehr gute Laufeigenschaften auf Zirkonoxid-Primärteilen hat, bevorzugt das zahntechnische Team im Labor diese Materialkomposition. Die Primärkronen wurden im hauseigenen Fräszentrum (zaxocad®, Dental Solution) CAD/CAM-gestützt in Zirkonoxid gefertigt (Abb. 4 bis 6). Die Erfahrung zeigt, dass mit klassischen Teleskop-Kronen (0°) sehr gute Passungs- und Haftungsergebnisse erzielt werden können.

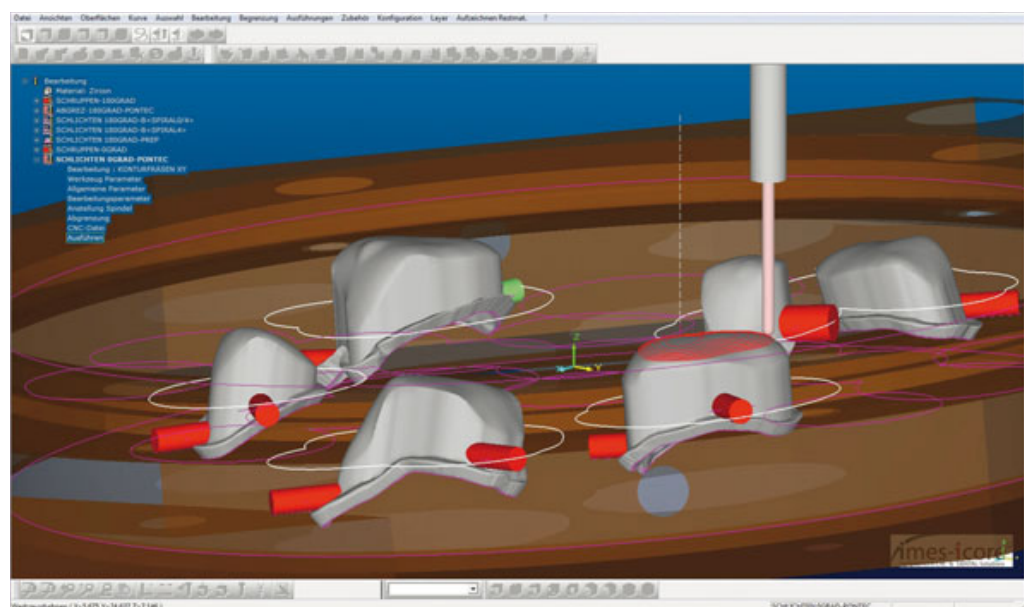
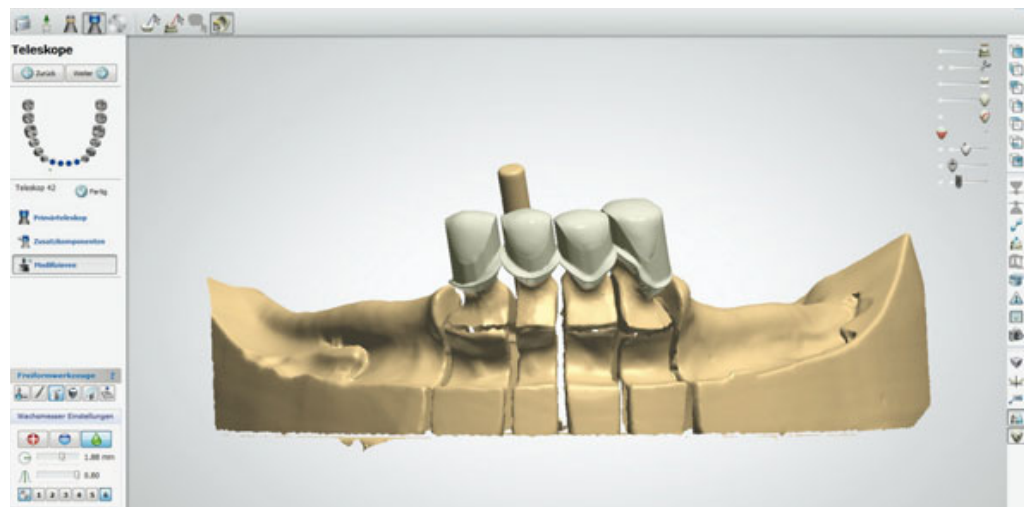
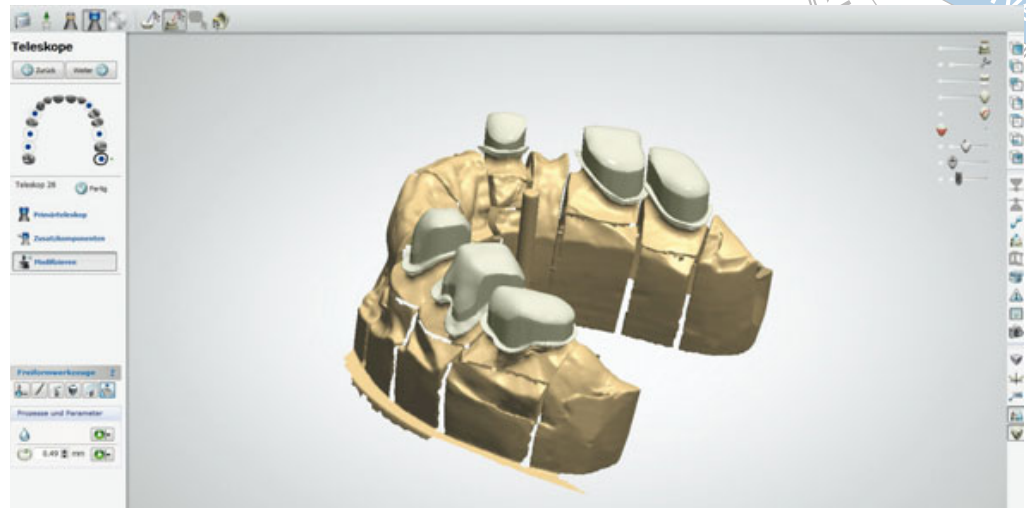


Abb. 4 bis 6 Die Primärkronen wurden CAD/CAM-gestützt aus Zirkonoxid gefertigt.



Abb. 7 und 8 Anprobe der Primärteile im Mund der Patientin. Die aufgebrauchten Stipps aus Kunststoff dienten der Retention der Kronen in der Abformmasse.



Abb. 9 Die Abformung im Oberkiefer erfolgte synchron zur Gesichtsbogenregistrierung.

Abb. 10 Grundlage für den Langzeiterfolg der teleskopgetragenen Prothese sind die glatt-polierten Zirkonoxid-Primärkronen.



Für eine intraorale Einprobe der Primärteile hat sich das Team im Labor angewöhnt, die Zirkonoxid-Gerüste zu beschriften sowie kleine Stipps aus Kunststoff (Pattern Resin) darauf zu adaptieren (Abb. 7 und 8). Für die Befestigung der Stipps auf der glatten Zirkonoxid-Oberfläche dient ein Primer (mkz-Primer, bredent). Gleichsam mit Retentionsperlen kann dadurch der Halt der Kronen in der Überabformung garantiert werden. Um das Oberkiefer-Modell in korrekter Schädel-Achs-Position in den Artikulator zu bringen, erfolgte zeitgleich zur Abformung eine Gesichtsbogenübertragung (Abb. 9).

Mit einer wassergekühlten Turbine und diamantierten Schleifkörpern mit absteigender Körnung wurden die Kronen auf Mindestwandstärke (0,3 mm) geschliffen und finalisiert. Das Ergebnis waren hochglatte Oberflächen, welche die verschleißfreie Funktion und somit den dauerhaften Halt der Restaurationen gewährleisten (Abb. 10). Bis zu diesem Zeitpunkt unterscheiden sich die Arbeitsprozesse nicht vom gewohnten Prozedere der Galvano-Doppelkronen-Technik. Allerdings werden nun keine separaten Sekundärteile gefertigt, die spä-

Modellierung der Sekundärstruktur



Abb. 11 Die Modellation des Unterkiefergerüsts. Um Stabilität zu erhalten, wurde der „Sublingualbügel“ geschlossen.



Abb. 12 Die Modellation des Oberkiefergerüsts. Die palatinalen Bereiche der Zähne sind vollanatomisch gestaltet. Zudem wirkt die basale Auflage verwindungsstabil.

ter mit einer Tertiärstruktur (NEM) verklebt werden sollen. Bei einer Überkonstruktion aus BioHPP wird dies über nur ein Gerüst (Sekundärstruktur) realisiert; das Vorgehen kann als Einstück-Pressverfahren titulierte werden.

Wie bei der konventionellen Herstellung einer Modellguss-Prothese wurde das Modell mit Primärteilen dupliert und ein Einbettmassemmodell als Basis für die Wachs-Modellierung der Sekundärstruktur gefertigt. Aufgrund der spezifischen Materialeigenschaften des Gerüstmaterials waren bei der Gestaltung einige Besonderheiten zu beachten. Es sollte also bedacht werden, dass das Gerüst entsprechend stabil zu gestalten ist. Daher wurde im Unterkiefer auf einen Sublingualbügel verzichtet und die Modellation so angelegt, dass der linguale Frontzahnbereich geschlossen war (Abb. 11). Die girlandenförmige Abschlusskante garantierte einen sauberen Übergang zwischen Verblendung und unverblendetem Gerüst. Im Oberkiefer war eine gaumenfreie Variante erwünscht.

Um auch hier die erforderliche Stabilität zu erreichen, wurden die palatinalen Bereiche der „Zähne“ vollanatomisch modelliert und der basale Bereich aufliegend gestaltet (Abb. 12). Ähnlich wie ein T-Profil wirkt dies zusätzlich verwindungsstabil auf das Gerüst.

Umsetzung der Sekundärstruktur in BioHPP

Das modellierte Gerüst konnte nun für die Umsetzung in BioHPP vorbereitet werden. Das Schöne ist, dass die aus der Modellgusstechnik gewohnten Herstellungsprozesse nicht sonderlich verändert werden müssen; nur dass nicht gegossen, sondern gepresst wird. Die Umsetzung der modellierten Struktur in das Gerüstmaterial erfolgte im „for 2 press-System“ (bredent). Zum System gehören neben dem Granulat (BioHPP) der Muffelteller mit Silikonring, die Einbettmasse, der Einwegpress-Stempel sowie das pneumatische Vakuum-Pressgerät. Mit Wachsdrahten wurde die Modellation auf den Muffelträger angestiftet. Wichtig waren ausreichend stark dimensionierte Luftabzugskanäle sowie die Vermeidung scharf-

all rights reserved



Abb. 13 Die Modellation ist für das Einbetten vorbereitet.



Abb. 14 Pressung im Vakuum-Pressgerät.



Abb. 15 Nach dem Ausbetten der in BioHPP gepressten Struktur.

kantiger Übergänge. Um ein gutes Pressergebnis zu garantieren, wurde die Modellation etwa 6 mm vom Silikonring entfernt und außerhalb des Hitzezentrums platziert (Abb. 13). Etwa 20 Minuten nach dem Einbetten konnten die Muffel und der Einwegpress-Stempel in den Vorwärmofen gebracht und auf eine Temperatur von 630 °C erhitzt werden. Nach der empfohlenen Haltezeit wurde die Temperatur auf Presstemperatur reduziert.

Erst als im Schmelzkanal der Muffel eine Temperatur von etwa 400 °C erreicht war, wurde das Granulat eingefüllt und die Muffel für weitere 20 Minuten auf Temperatur gehalten. Nun musste lediglich der Press-Stempel aufgebracht und die bestückte Muffel im Vakuum-Pressgerät positioniert werden. Durch das Verschließen der Presskammer startete automatisch der Press-Vorgang (Dauer: 35 Minuten). Die Besonderheit ist, dass der Pressvorgang während des Abkühlens der Muffel fortgesetzt wird (Abb. 14). Dieses Prinzip gewährleistet die guten Werkstoffeigenschaften des Materials.

Das Ausbetten erfolgte wie gewohnt: Einbettmasse grob entfernen und Abstrahlen des Objekts mit Aluminiumoxid (Abb. 15). Bereits jetzt war ersichtlich, wie gut die Modellation ausgepresst war (Abb. 16). Nach dem Abtrennen der Presskanäle (Trennscheibe) konnte die Sekundärstruktur vorsichtig auf das Arbeitsmodell aufgesetzt beziehungsweise die Passung der Primärkronen kontrolliert werden. Im Idealfall ist fast keine Nacharbeit nötig. Allerdings muss dafür die Einbettmasse optimal eingestellt werden. Wie bei der konventionellen Doppelkronen-Technik kann die Einbettmasseexpansion exakt gesteuert werden (Mischungsverhältnis).

In diesem Fall war kein aufwendiges Einpassen der Doppelkronen notwendig, die Passung war nahezu perfekt. Nach dem Ausarbeiten des Gerüsts mit kreuzverzahnten Fräsern wurden die nicht zu verblendeten Bereiche des Gerüsts mit Gummipolierern, Pinsel-Bürstchen sowie Zirkonoxid-Polierpaste (Zi-polish, bredent) poliert (Abb. 17 und 18) und die Gerüste für eine Einprobe im Mund der Patientin vorgenommen (19 und 20).

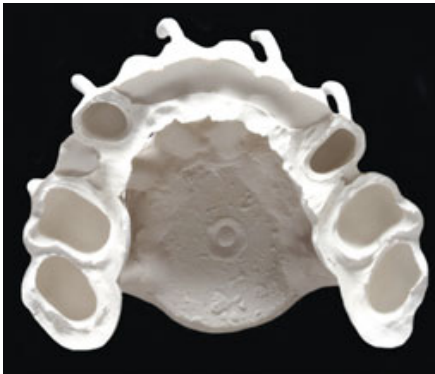


Abb. 16 Die gepresste Struktur direkt nach dem Ausbetten von basal. Die Modellation war gut im keramikverstärkten Hochleistungspolymer ausgepresst.



Abb. 17 und 18 Die für eine Einprobe vorbereiteten Gerüste. Die Anteile, die unverblendet bleiben sollten, sind poliert.

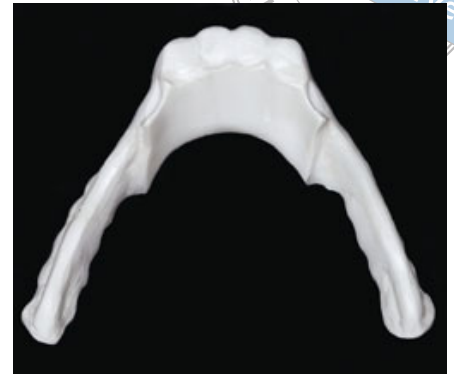


Abb. 19 und 20 Einprobe der Gerüste aus BioHPP im Mund der Patientin.



Fertigstellung der Teleskopprothesen

Für die ästhetische Umsetzung bevorzugt das Team im Labor ein System aus mehrschichtigen Verblendschalen (novo.lign, bredent). Im rationellen Vorgehen und mit wenigen Arbeitsschritten werden ästhetische Ergebnisse erreicht. In diesem Fall wurden die Gerüste im Frontzahnbereich mit den Verblendschalen komplettiert. Im Seitenzahnbereich wurde aufgrund des geringen Platzangebots auf die herkömmliche Schichttechnik (Sinfony, 3M ESPE) zurückgegriffen.

Entscheidend für den dauerhaften Erfolg dieser Art der Restauration ist der Verbund zwischen Gerüstmaterial und Verblendkomposit. Dies erfolgte hier ausschließlich chemisch. Zusätzliche mechanische Retentionen (Perlen oder Splitter) werden vom Hersteller zwar empfohlen, aber man kann erfahrungsgemäß mit gutem Gewissen darauf verzichten. In einer Studie zur Verbundfestigkeit wurde dieses subjektive Empfinden des Laborteams ratifiziert (Abb. 21). Zwar liege die Verbundfestigkeit zwischen dem Gerüst und der Verblendung mit Haftvermittler und mechanischer Retention höher, allerdings sind die Werte ohne Retentionsperlen noch immer in einem sehr guten Bereich.¹

Die Gerüstoberfläche wurde mit 110 µm und einem Druck von 2 bis 3 bar korundgestrahlt, wobei der Abstand der Strahldüse zum Objekt nicht unter 3 cm lag. Für den Haftverbund wurde ein spezieller Haftvermittler (visio.link, bredent) aufgetragen. Im ersten Schritt erfolgte die Verblendung der Frontzähne. Hierfür wurden die Verblendschalen mit Wachs auf dem Gerüst fixiert und die Situation mit einem transparenten (für die Lichthärtung)

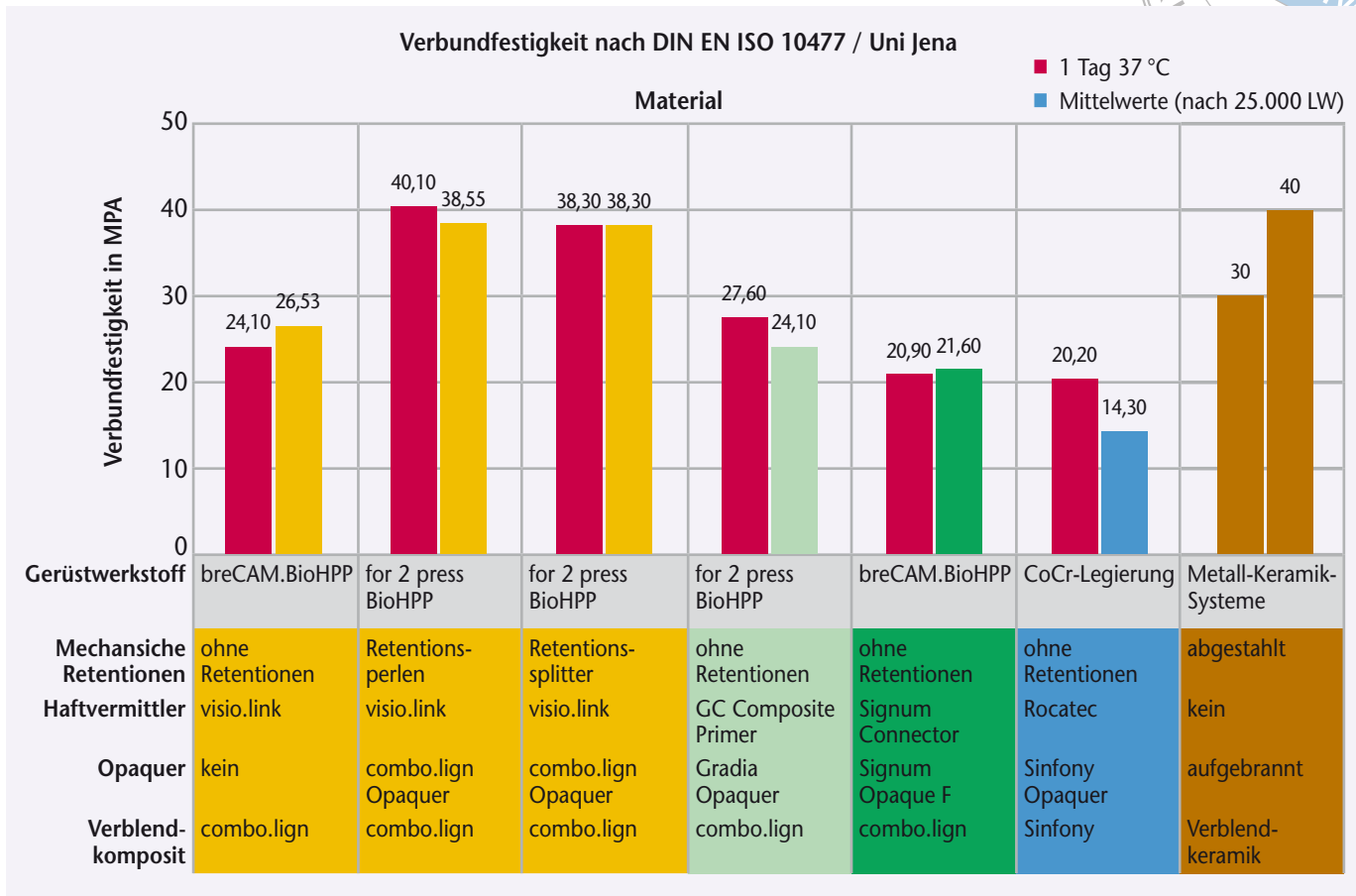


Abb. 21 Dieser Auszug einer Studie zur Verbundfestigkeit besagt, dass auch ohne Retentionsperlen eine ausreichende Verbundfestigkeit erreicht werden kann.¹

Vorwallsilikon fixiert (Abb. 22 und 23). Danach wurden die Schalen (Innenflächen) mit Korundstrahlmittel aufgeraut, mit Haftvermittler konditioniert und in den Silikonschlüssel reponiert. Nach dem Aufbringen des Silikonschlüssels auf dem Modell konnten die Schalen mit einem lichthärtenden Komposit-Befestigungsmaterial (combo.lign, bredent) durch das transparente Vorwallmaterial auf dem Gerüst fixiert werden. In wenigen Arbeitsschritten waren die Frontzähne verblendet (Abb. 24). Über die Schichttechnik wurden nun die Kronen der Oberkieferseitenzähne mit einem zahnfarbenen Komposit verblendet und die Prothese im Unterkiefer mit Konfektionszähnen sowie rosafarbenem Kunststoff fertiggestellt (Abb. 25 bis 28). Wichtig war – insbesondere bei der Allergiepantin – die ausreichend lange Polymerisation im Lichthärtegerät mit optimaler Intensität. Abschließend wurden erneut die Friktion respektive die Laufeigenschaften der Doppelkronen geprüft.



Abb. 22 und 23 Die Verblendung der Frontzähne erfolgte mit dem Verblendschalensystem visio.lign (bredent).



Abb. 24 Die Schalen wurden durch lichthärtenden Komposit-Zement mit dem Gerüst verbunden.



Abb. 25 und 26 Die fertige Oberkieferprothese. Die basalen Flächen sind in BioHPP gestaltet. Das gibt dem Gerüst die notwendige Verwindungsstabilität.



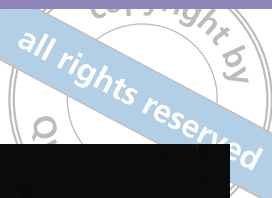


Abb. 27 und 28 Die Unterkiefer-Teleskopprothese. Das Gerüst ist im Sublingualbereich geschlossen. Im Seitenzahnbereich wurde die Arbeit mit konfektionierten Kunststoffzähnen sowie rosafarbenem Kunststoff fertiggestellt.

Die Teleskopprothesen beeindruckten mit ihrem geringen Gewicht. Die Patientin fand Gefallen an der gaumenfreien Gestaltung, der weißlichen Farbe der unverblendeten Gerüstteile sowie der ästhetischen Verblendungen. Nach dem definitiven Zementieren der Primärteile wurden ihr die Prothesen inseriert (Abb. 29 und 30). Passung und Funktion waren hervorragend; die Prothesen saßen fest. Das Ein- und Ausgliedern bereitete der Patientin keine Schwierigkeiten. Die Restaurationen fügten sich natürlich und unauffällig in den Mund ein. Nach der langen Leidensphase und der Zeit der Metall-Ausleitung aus ihrem Körper sowie der ästhetisch und funktionell unzulänglichen Interimsversorgung war sie glücklich über die definitive Versorgung. Der metallfreie Zahnersatz gab ihr ein völlig neues Lebensgefühl. Die Hautekzeme hatten sich signifikant verringert. Die pathologischen Symptome, die auf die Metallunverträglichkeit zurückgeführt werden konnten, minimierten sich innerhalb kurzer Zeit beziehungsweise verschwanden gänzlich (Abb. 31).

Fertigstellung

Eine metallfreie Versorgung war bislang für einen herausnehmbaren Zahnersatz stark kompromissbehaftet. Das in der Zahnmedizin relativ junge Material BioHPP kann dank der hohen Festigkeit, hoher Abrasionsstabilität und geringer Plaqueaffinität sowie der optimalen Polierfähigkeit diese „Lücke“ füllen. Der pigmentierte, lineare, semikristalline Thermoplast scheint die restriktiven Eigenschaften eines herkömmlichen Komposits nicht aufzuweisen. Der Basiswerkstoff von BioHPP ist Polyetheretherketon (PEEK), der speziell für den intraoralen Einsatz entwickelt wurde. Durch die presstechnische Verarbeitung im Vakuum-Pressgerät werden die hervorragenden Werkstoffeigenschaften nicht beeinträchtigt. Restaurationen aus BioHPP können auch CAD/CAM-gestützt gefertigt werden. Allerdings erachtet der Autor in einem Fall wie diesem das presstechnische Vorgehen als effizienter. Im Laboralltag setzt er die CAD/CAM-Technik nur in den Bereichen ein, in denen es für ihn Sinn ergibt. Die Gestaltung des Gerüsts für die CAD/CAM-Fertigung wäre kompliziert gewesen, insbesondere im Bereich der Schleimhautauflagen. Der geübte Zahntechniker hat derartige Sekundärstrukturen in wenigen Handgriffen ganz gezielt modelliert und das vorgestellte Pressverfahren ermöglicht sehr gute Ergebnisse.

Fazit



Abb. 29 bis 31 Die herausnehmbaren Versorgungen im Mund der Patientin mit einer extremen Metallunverträglichkeit. Mit dieser metallfreien Versorgung (BioHPP, bredent) konnte sie erfolgreich therapiert werden.

- Literatur*
1. Eichner K, Kappert HF. Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung. Ort: Thieme, 1996:326-372.
 2. Kim MM, Boahene KD O, Byrne PJ. Use of customized polyetheretherketone (PEEK) implants in the reconstruction of complex maxillofacial defects. Arch Facial Plast Surg 2009;11:53-57.
 3. Mattila R. Non-resorbable glass fibre-reinforced composite with porous surface as bone substitute material. Experimental studies in vitro and in vivo focused on bone-implant interface. Dissertation. Turku: University of Turku, 2009.
 4. Nieminen T, Kallela I, Wuolijoki E, Kainulainen H, Hiidenheimo I, Rantala I. Amorphous and crystalline polyetheretherketone: Mechanical properties and tissue reactions during a 3-year followup. J Biomed Mater Res A 2008;84:377-383.
 5. Ponnappan RK, Serhan H, Zarda B, Patel R, Albert T, Vaccaro AR. Biomechanical evaluation and comparison of polyetheretherketone rod system to traditional titanium rod fixation. Spine J 2009;9:263-267.
 6. Ratner BD. Biomaterials Science. An introduction to materials in medicine. Amsterdam: Elsevier Acad. Press, 2008.
 7. Schuldes S. Implantatprothetik-Trilogie. Dent Dialogue 2013;14:60-71.
 8. Williams D. Polyetheretherketone for long-term implantable devices. Medical Device Technology 2008;19:10-11.
 9. Zhang G, Latour RA, Kennedy JM, Del Schutte H, Friedman RJ. Long-term compressive property durability of carbon fibre-reinforced polyetheretherketone composite in physiological saline. Biomater 1996;17:781-789.



ZTM Sebastian Schuldes (M.Sc.)

Dental-Labor Schuldes
Johann-Sebastian-Bach-Straße 2
99817 Eisenach
E-Mail: info@zahn-neu.de

Dr. Olaf Peterseim

Johannisstraße 9-10
99974 Mühlhausen