



Zusammenfassung

Der Beitrag erläutert die Indikationen von PEEK als zahnmedizinischem Werkstoff an verschiedenen Beispielen und beschreibt die Rolle des Werkstoffs vor dem Hintergrund seiner Entwicklung im Hightech- und Medizinbereich. Anhand einer Oberkiefer-Stegarbeit wird die Arbeit mit PEEK im Einzelnen vorgestellt.

Indizes

Prothetik, CAD/CAM, metallfreier Zahnersatz, PEEK, innoBlanc medical PEEK Juvora, Cer-stabilisiertes Zirkonoxid, Hochleistungskunststoff, Oberkiefer-Stegarbeit, Implantatprothetik, Spritzguss

PEEK und CER-stabilisiertes Zirkonoxid als zahnmedizinische Werkstoffe am Beispiel einer Oberkiefer-Stegarbeit und andere Indikationen

CAD/CAM-gestützter, kombiniert festsitzend-herausnehmbarer, metallfreier Zahnersatz

Martin Wepler, Manes Bogdalik, Peter Leußner

Die Nachfrage nach metallfreiem bzw. metallreduziertem Zahnersatz steigt. Dies war auch der Auslöser für die Autoren, sich seit einigen Jahren mit der Frage auseinanderzusetzen, ob metallfreier, herausnehmbarer Zahnersatz mit der CAD/CAM-Technik umsetzbar ist? Die Idee, diese Form des Zahnersatzes im CAD/CAM-Bereich ansiedeln zu wollen, war damals natürlich weniger dem Wunsch geschuldet, moderne Technologie überall nutzen zu wollen, sondern vielmehr eine Frage des Kostenfaktors. Denn der Trend nach Metallfreiheit begann vor Jahren mit dem klassischen Allergiepateinten – und dessen Versorgung war sehr oft eine undankbare und unwirtschaftliche Aufgabe. Heute findet der Wunsch aber auch seine Fortsetzung im „klassischen“ Patientenpool – mit stark wachsender Tendenz.

Auch die ersten Werkstoffe, die hier zunächst zum Einsatz kamen und oftmals noch in den entwicklungstechnischen Kinderschuhen steckten – was großen Aufwand, eingeschränkte

Einleitung

Prognosen und relativ hohe Versagensraten mit sich brachte – sind inzwischen entweder vom Markt verschwunden oder haben ihren Einsatzbereich eher im provisorischen Milieu gefunden. Die CAD/CAM-Technologie und mit ihr nun verarbeitbar gewordene Hochleistungskunststoffe und Oxidkeramiken scheinen dem offensichtlich ein Ende zu bereiten.

Bei den im Beitrag gezeigten Arbeiten liegt das Hauptaugenmerk auf der Verwendung von PEEK (Polyetheretherketon), einem sogenannten Hochleistungskunststoff, und CER-stabilisiertem Zirkonoxid. Nach Ansicht des Autors sind diese Werkstoffe ein wichtiger Schritt in Richtung metallfreier, CAD/CAM-gefertigter abnehmbarer bzw. bedingt abnehmbarer Zahnersatz.

Die Materialien Cer-stabilisiertes Zirkonoxid

Das hier verwendete Cer-stabilisierte NANO ZR (Panasonic, Kadoma, Osaka, Japan) ist ein mit Nanokristallen verstärktes Zirkonoxid-/Aluminiumoxid-Gemisch, dessen physikalische Eigenschaften laut Hersteller einzigartig sind. Es eignet sich speziell für die Kronen- und Brückentechnik bei geringen Wandstärken sowie für Teleskop-, Supra- und Tertiärkonstruktionen, wo filigrane und dennoch dauerhaft belastbare Geometrien gewünscht sind. Die Unterschiede des Cer-stabilisierten Zirkonoxids zu herkömmlichen Zirkonoxiden liegen laut Herstellerangaben in:

- Einer bis zu zweimal höheren Bruchzähigkeit
- Sehr hohen Biegefestigkeit
- Hohen Defektstabilität
- Resistent gegen Niedertemperatur-Alterungsschwächung (Low Temperature Aging Degradation [LTAD])
- Einem hohen Weibull-Modul
- Hoher Biokompatibilität

PEEK PEEK ist seit der IDS 2013 ein Thema in der Dentalbranche. Das Interesse an dieser Materialgruppe ist groß. PEEK-Materialien sind für vielfältige Indikationen einsetzbar. CAD/CAM ermöglicht es, dass dieses teilkristalline Hochtemperatur-Hochleistungspolymer (Schmelzpunkt 343 °C) neben der manuellen Verarbeitung im Spritzguss auch in industriell präfabrizierten Blanks virtuell verarbeitbar ist. Bei den im Beitrag vorgestellten Arbeiten wurde das PEEK von Juvora (innoBlanc medical PEEK Juvora, z. B. innoBlanc, Engelsbrand) verwendet. Hierbei handelt es sich um chirurgisch einsetzbares PEEK in Reinform, d. h. ohne Einfärbungen und zusätzliche Additive.

Viele Zahnärzte und Labore nutzen PEEK bereits in der Prothetik, auch hier ist die Zahl wachsend (Abb. 1 bis 4).

Warum sollte man nun zugunsten von PEEK auf gewohnte und bewährte Materialien verzichten und neue Versorgungskonzepte ausprobieren?

Innovativ zu sein ist allein natürlich nicht genug. Die Innovation muss ein hohes Maß an klinischer Sicherheit bieten, muss also umfangreiche Untersuchungen und Studien durchlaufen haben und dadurch abgesichert sein. Ein Patient ist kein Versuchskaninchen, einige Literaturbeispiele sind in der Tabelle 1 zu finden.

Im Folgenden soll die Anwendung dieser beiden Werkstoffe PEEK und CER-stabilisiertem Zirkonoxid noch genauer erläutert und anhand einer Kasuistik praktisch dargestellt werden.



Abb. 1 Ein Primärsteg aus innoBlanc medical PEEK Juvora.



Abb. 2 Anstelle von NEM: eine metallfreie Cover Denture aus PEEK.

Abb. 3 Eine Cover Denture, Primärteil aus Zirkonoxid, auch aus PEEK möglich.

PEEK ist kein bahnbrechend neuer Werkstoff. Bereits im Jahre 1978 wurde in den Laboren der ICI Corporation das erste PEEK entwickelt. Die aus diesen Anfängen entstehende Firma Victrex und deren Tochterfirma Invibio (medizinische Sparte) machten PEEK ab 1993 zum bekanntesten und am häufigsten eingesetzten Hochleistungskunststoff. Weitere namhafte Firmen folgten.

PEEK in der Zahnmedizin

Tab. 1 PEEK ist seit ca. 5 Jahren im klinischen Einsatz für bestimmte Indikationen.

	Literatur	Ergebnis
Klammern	Tannous F, Steiner M, Shahin R, Kern M. Retentive forces and fatigue resistance of thermoplastic resin clasps. Dent Mater 2012;28(3):273-278.	"... the retention of adequately designed resin clasps might be sufficient for clinical use."
Implantate	Schwitala AD, Müller WD. PEEK dental implants: A Review of the Literature. J Oral Implantol 2013;39(6):743-749.	"PEEK could represent a viable alternative material for dental implants"
Abutments	Santing HJ, Meijer HJ, Raghoobar GM, Özcan M. Fracture strength and failure mode of maxillary implant-supported provisional single crowns: a comparison of composite resin crowns fabricated directly over PEEK abutments and solid titanium abutments. Clin Implant Dent Relat Res 2012;14(6):882-889.	"Provisional crowns on PEEK abutments showed similar fracture strength as titanium temporary abutments except for central incisors."
Verbund	Schmidlin PR, Stawarczyk B, Wieland M, Attin T, Hämmerle CH, Fischer. Effect of different surface pre-treatments and luting materials on shear bond strength to PEEK. J Dent Mater 2010;26(6):553-559.	"Bonding to PEEK is possible when using a bonding system."
Verbund	Stawarczyk B, Beuer F, Wimmer T, et al. Polyetheretherketone – A suitable material for fixed dental prostheses? J Biomed Mater Res B Appl Biomater 2013;101(7):1209-1216.	"... PEEK might be a suitable material for FDPs, especially in load-bearing areas."

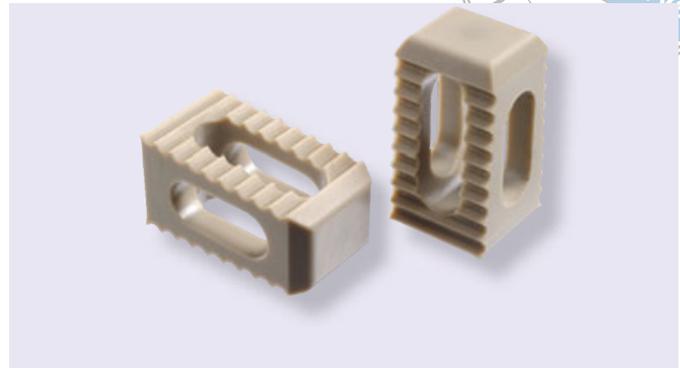


Abb. 5 Cages aus PEEK
Optima als Ersatz für Bandscheibenimplantate aus Titan.

PEEK Optima (Invibio) wird in seiner reinen Form in der Chirurgie und Orthopädie seit vielen Jahren mit großem Erfolg eingesetzt (Abb. 5). Ebenso gibt es Anwendungsfelder im Automobilbau oder in der Luftfahrt, wobei es sich hier um „PEEK-Komposite“ handelt, die mit Füllungsmaterialien verstärkt werden.

Für die Zahnmedizin wird PEEK z. B. von Juvora, dem zahnmedizinischen „Ableger“ der Invibio, produziert.

Da es sich bei der Mundhöhle nicht um ein luftdicht abgeschlossenes System handelt und interne biologische Faktoren, wie z. B. der Speichel, das pH-Gefälle oder das Bakterienmilieu, aber auch externe Faktoren wie Ernährungsgewohnheiten, Dauermedikationen und mechanische Faktoren (Parafunktionen, Bruxismus oder die Nahrungszerkleinerung) Berücksichtigung finden müssen, musste dies bei der Anpassung des Materials an die Mundhöhle Berücksichtigung finden. Ebenso musste einer zu hohen Plaquebesiedelung vorgebeugt werden.

Die Plaquebesiedelung beim PEEK-Material entspricht der eines hochwertigen, klassischen Kompositmaterials. Das Material lässt sich, bei sorgfältiger und gezielter Vorarbeit mit Gummipolierern und Schmirgelleinen, mit Bims und Diamantpolierpasten auf Hochglanz polieren. Zudem ist das Material abrasionsbeständig und angelagerte Plaque lässt sich mit klassischen Reinigungsmethoden oder Reinigungstabletten sehr gut entfernen.

Das biologische System „Zahnärzte und Zahntechniker ersetzen verlorengegangenes Gewebe und deren Funktion“, so lernt man es bereits im ersten Lehrjahr als zukünftiger Zahntechniker. Korrekt sollte es nach Ansicht der Autoren aber lauten: Zahntechniker ersetzen fehlende Strukturen in der Mundhöhle mit Materialien und Techniken, die möglichst wenig negative Interaktionen jeglicher Art mit den vorhandenen, natürlichen Gewebe aufzeigen und eine störungsfreie Funktion ermöglichen sollten: Wir arbeiten in ein biologisches System hinein.

Zahntechniker ersetzen mit Kronen, Brücken und kombiniert festsitzend-herausnehmbarem Zahnersatz Dentin und Schmelz, also körpereigene Materialien, deren mechanische Werte ausreichend untersucht wurden und bekannt sind. Das knochenähnliche Dentin hat eine Biegefestigkeit von ca. 101 MPa, während z. B. Zirkonoxid bei ca. 1.200 bis 1.400 MPa liegt. Das hier vorgestellte PEEK liegt bei einer Biegefestigkeit von 164 MPa. Auch sein Elastizitätsmodul ist dem des Knochens ähnlich, d. h. es ist ausreichend hart, aber den-



Abb. 6 Ein ausgefräster PEEK-Block.

noch flexibel. Dadurch wirkt PEEK wie eine Art „Stoßdämpfer“. Das ist z. B. besonders bei implantatgetragenen Strukturen von Vorteil, bei denen aufgrund der fehlenden Sensorik durch die Implantate deutlich erhöhte Kaukräfte realisiert werden. Man spricht von acht- bis zehnfach erhöhtem Lasteintrag.

Man ersetzt also ein Gewebe, dessen Dichte und Verhalten ähnlich dem des PEEK-Materials ist ($1,32 \text{ g/cm}^3$).

Arbeiten aus PEEK sind leicht und entsprechen auch mit ihrem Gewicht in etwa dem Gewicht der ersetzten natürlichen Substanz. Dies wird nach Erfahrung der Autoren von den Patienten als sehr angenehm und natürlich empfunden.

PEEK hat laut Herstellerangaben die folgenden Eigenschaften, die Hochleistungskunststoffe für herausnehmbaren oder bedingt herausnehmbaren Zahnersatz in der CAD/CAM-Technik benötigen:

- Biokompatibel
- Hohe Oberflächenhärte
- Hervorragende Verschleißbeständigkeit/günstiges Abrasionsverhalten
- Sehr hohe Bruchfestigkeit
- Geringe Wasseraufnahme
- Sehr gut fräs- und polierbar
- Geringe Durchbiegung
- Gute Lagesicherung
- Keine Artefaktbildung bei bildgebenden Verfahren (CT etc.)
- Mit allen gängigen Methoden sterilisierbar

Es gibt weiße oder cremefarbene PEEK-Materialien für die zahntechnische Anwendung (Abb. 6). Das innoBlanc medical PEEK Juvora ist wie erwähnt PEEK in Reinform, also ohne Füllstoffe, seine Farbe ergibt sich mithin daraus, dass reines PEEK diese Farbe hat. Da PEEK bei den meisten Patientenarbeiten ohnehin als Gerüstmaterial Verwendung findet und mit additiven Kunststoffen ummantelt wird, ist es in der definitiven Situation nicht mehr sichtbar. Bei Kauflächeneinheiten, die aufgrund von Bruxismus monolithisch aus PEEK gefertigt werden, bewegen wir uns i. d. R. im posterioren Bereich eines Quadranten und somit im

überwiegend „unsichtbaren“ Bereich. Darüber hinaus überwiegt der Nutzen von PEEK für den extremen Bruxer aufgrund seiner o. g. physikalischen Eigenschaften hier bei Weitem die ästhetischen Einbußen.

PEEK ist als Galvanoersatz verwendbar. Die tribologischen Eigenschaften von reinem PEEK sind exzellent. Das Material ist leicht und der Materialpreis liegt weit unter dem von Galvano. Der Einbau komplett gefasster, intermediärer Kämpchen mit 0,2 bis 0,3 mm Stärke in eine Tertiärstruktur ist möglich. Diese kann aus PEEK aber auch aus anderen Materialien, wie z. B. NEM, sein. Die Passung, respektive der Kapillarspalt, muss über die gefräste Passung erzeugt werden. Dies erfordert selbstverständlich eine optimale Frässtrategie.

CAD/CAM versus Spritzguss

PEEK ist in zwei Varianten verarbeitbar: manuell über eine Art Spritzguss im Labor oder mittels CAD/CAM-Verfahren. Die Verfasser beschreiben bei dem in Folgenden dargestellten Patientenfall ausschließlich den virtuellen Weg. Sie nutzen den Vorteil eines industriell vorgefertigten Materials und können mittels der CAD/CAM-Technik reproduzierbar produzieren.

Der Spritzguss von PEEK unterliegt letztendlich den Risiken einer nicht validierten, nicht kontrollierbaren Herstellung eines Werkstücks, zumindest was die Materialqualität und das Gefüge betrifft. Sehr dünne Wandstärken sind nicht immer optimal umsetzbar. Digitales Backward planning und eine modulare Konstruktion, deren Bauteile jederzeit, auch aus alternativen Materialien, erneut und identisch wiederhergestellt werden können, sind im analogen Prozess so nicht möglich. Hier liegt eindeutig einer der Vorteile der CAD/CAM-Technologie. Darüber hinaus wird die Zukunft den Laboren mehr und mehr Daten aus dem Intraoralscanner bescherehen. Ein analoges Arbeiten auf einem Modell wird dann sukzessive verschwinden. Es erscheint den Autoren sinnvoll, sich so frühzeitig wie möglich mit den digitalen Arbeitsprozessen auseinanderzusetzen und die Verfahrenswege im Labor zu implementieren, um ggf. nicht den Anschluss an die neuen Entwicklungen zu verpassen.

Kasuistik

Bei dem im Folgenden dargestellten Patientenfall gab es mehrere Beweggründe, die zur Entscheidung für PEEK und CER-stabilisiertem Zirkonoxid führten.

Die Patientin hatte einen fast vollbezahnten Unterkiefer mit Brücken zum Lückenschluss im rechten und linken Seitenzahnbereich. Der Oberkiefer war zahnlos mit vier Implantaten (Abb. 7 bis 9). Der Wunsch der Patientin war ein möglichst metallfreier Zahnersatz mit einer hohen Biokompatibilität und Gaumenfreiheit, um ein optimales Temperaturempfinden und ein wieder verbessertes Geschmacksempfinden zu erreichen.

Der behandelnde Zahnarzt bevorzugt grundsätzlich die Stegversorgung bei implantatgetragenen Arbeiten, dies hat den Vorteil der gute Reinigbarkeit der perimplantären Gewebe, optimaler Stützzonen mit Kippmeidern und guten, ausreichenden Friktionsflächen (Abb. 10 bis 19). Darüber hinaus hatte der Zahnarzt von PEEK und CER-stabilisiertem Zirkonoxid gehört und hegte Interesse, diese Materialien für seine Praxis kennenzulernen und zu nutzen.

Aufgrund der guten Restzahnschubstanz im Unterkiefer und der Implantatversorgung im Oberkiefer bestand ein weiteres Argument in den werkstoffkundlichen Eigenschaften von PEEK. Aufgrund seiner stoßdämpfenden Eigenschaften könnte es zum einen die fehlende Sensorik infolge der Implantate kompensieren, zum anderen eine angenehme knochen-

all rights reserved



Abb. 7 bis 9 Backward planning: Aus der virtuellen Situation und dem Patienten-Set-up resultieren alle weiteren wichtigen Informationen und Detailarbeiten, die modular immer wieder abgerufen und, wenn nötig, aus anderen Materialien wiederhergestellt werden können. Primärsteg und Steg-Matrize aus PEEK konnten bereits in die virtuell designte Prothese „hineinkonstruiert“ werden. Dadurch gab es später bei der Aufstellung der präfabrizierten Zähne keine Überraschungen.



Abb. 10 Die Ausgangssituation. Im Oberkiefer ist die Patientin zahnlos und mit 4 Implantaten (Astra Tech Osseospeed 4,0, Dentsply, Konstanz) versorgt. Eine solche Pfeilersituation erlaubt dem Patienten auch im fortgeschrittenen Alter eine sehr gute Zugangs- und Reinigungsmöglichkeit.



Abb. 11 Das Modell der Oberkiefersituation mit Modellimplantaten. Die Patientin besitzt eine sehr dicke, fibröse Gingiva.

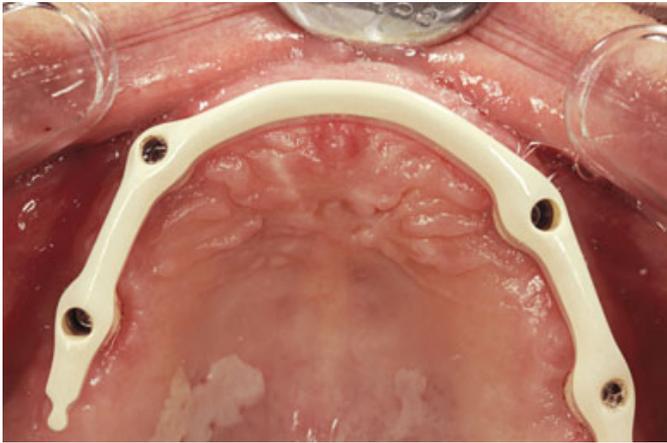


Abb. 12 und 13 Die Suprastruktur wurde im Mund adhäsiv befestigt.

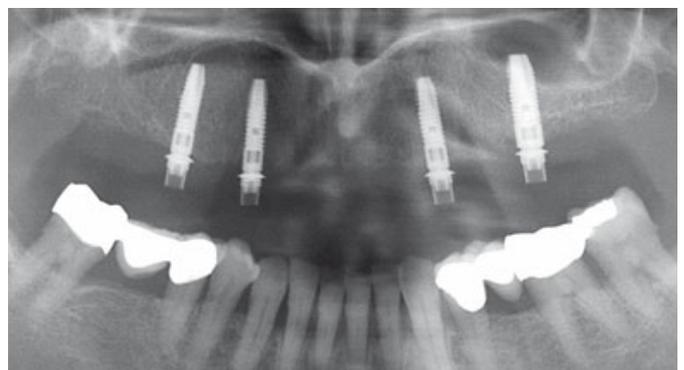
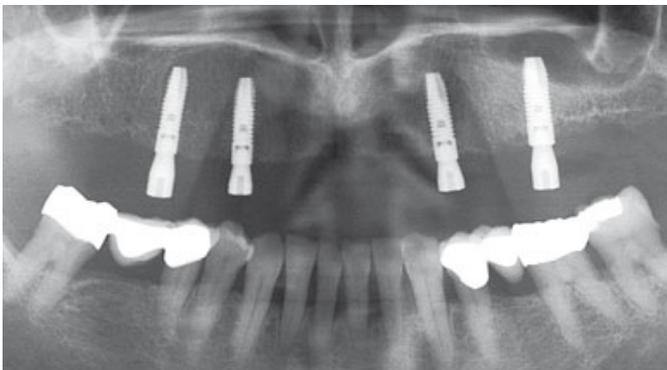


Abb. 14 und 15 Bei einer solchen Situation ist u. U. beim Abformen, nach Einschrauben der Klebebasen und vor dem adhäsiven Befestigen, eine Röntgenkontrolle des finalen Sitzes der Abformpfosten und Klebebasen notwendig. Es muss darauf geachtet werden, dass die Gingivaformer ausreichend Platz für die Abformpfosten und Klebebasen schaffen und mit deren Durchmesser korrelieren. Sonst kann es passieren, dass beim Einschrauben des Stegs ein finaler Sitz der Klebebasen suggeriert wird, da diese auf der sehr festen Gingiva aufsitzen.



Abb. 16 und 17 Wichtig sind gut zugängliche und funktionelle Putznischen für die Interdentalbürste. Das Panasonic Nano Zr hat von Natur aus einen dezenten Elfenbein-Farbtönen.

Copyright by
all rights reserved

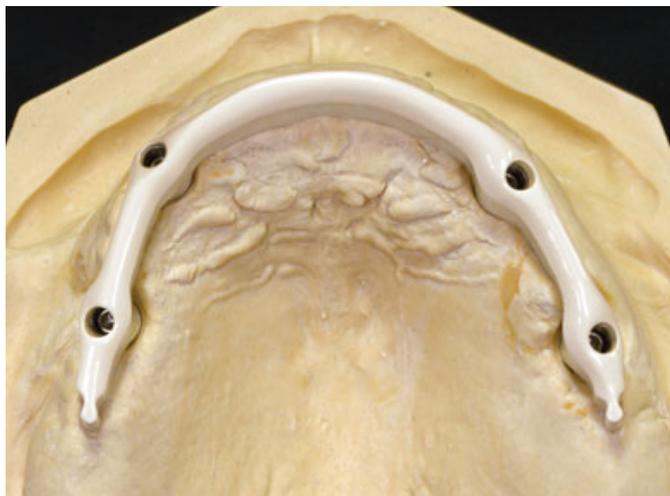


Abb. 18 und 19 Eine metallfreie, stegretinierte Versorgung: Der Steg wurde aus Cer-stabilisiertem Nano Zr von Panasonic und die Superstruktur aus innoBlanc medical PEEK Juvora gefertigt.



Abb. 20 Bei modernen Prothesenzähnen, wie bei den verwendeten Candulor NFC+, liegt die Abrasionsresistenz deutlich unter der von hochvernetztem PMMA, es ist jedoch eine adaptive Abrasion vorhanden. Dies ist gut so, da es der natürlichen Situation im Mund entspricht.

Abb. 21 Die Patientin wünschte eine gaumenfreie Konstruktion.

ähnliche Aufbisshärte des Gerüstmaterials gewährleisten. Es wurde beschlossen, den Steg aus CER-stabilisiertem Zirkonoxid zu fertigen und die Superkonstruktion aus PEEK, wobei, dies als Hinweis, auch der Steg aus PEEK hätte gefertigt werden können. Konsequenterweise wurde die Metallfreiheit jedoch noch nicht umgesetzt: Die Implantate und Klebebasen wurden weiterhin konventionell aus Titan gefertigt. Für die Zähne wurden präfabrizierte Kunststoffzähne aus adaptiv-abrasivem Kompositmaterial gewählt (Candulor NFC+, Candulor, Rielsing-Worblingen), um der natürlichen Situation noch näher zu kommen (Abb. 20 und 21). Auch die Verblendung der Arbeit sollte aus Komposit erfolgen.



Abb. 22 Die Arbeit auf dem Modell. Alle verwendeten Materialien erlauben eine einfache Reparatur oder Änderung der Konstruktion, ohne thermische Vorgänge, wie z. B. Lasern.



Abb. 23 Die prophylaktisch miteingebauten Preci Vertex (Ceka, Hannover) erlauben, falls gewünscht, eine spätere Regulierung der Friktion und bringen von Anfang an ein zusätzliches, sehr weiches Gefühl beim Eingliedern.

Die Versorgung sollte eine gute Nachhaltigkeitsprognose haben. Das bedeutet, eine gute Reparaturfähigkeit, einfache Reinigbarkeit, einfache problemlose Reproduktion aller an der Arbeit beteiligten Elemente (Abb. 22 und 23). Wenn nötig oder gewünscht, sollte auch eine Austauschbarkeit der kautragenden Anteile gegen die vorhandenen oder andere Materialien (z. B. gefräste Nano-Komposit-Kronen) möglich sein.

Die Aufstellung der Arbeit erfolgte anhand funktioneller, phonetischer und ästhetischer Richtlinien (Abb. 24 bis 30) und wird an dieser Stelle nicht näher beschrieben. Das Endergebnis zeigt eine sehr zufriedene Patientin mit einer leichten, physiologischen, angenehm zu tragenden Arbeit im Mund (Abb. 31 und 32). Die fertige Oberkieferprothese wiegt 12,5 g.

Viele Konstruktionen, die in der Zahntechnik angefertigt werden, sind zwar kleine Kunstwerke, die unter erheblichem Aufwand entstehen, deren Gewicht hat jedoch mit dem ursprünglichen Gewicht der fehlenden Körpersubstanz wenig zu tun. Eine monolithische, implantatgetragene, bedingt abnehmbare Arbeit aus Zirkonoxid würde z. B. das 4,7-fache der hier gezeigten Arbeit wiegen.

Ausblick und Fazit

Die neuen, im CAD/CAM-Verfahren verarbeitbaren Kunststoffe und Oxidkeramiken bieten den Anwendern neue Lösungsansätze. Was in der Hightech-Industrie, wie z. B. im Flugzeug- oder Automobilbau, bereits sein Langem „State of the art“ ist, nämlich Metalle durch Kunststoffe zu ersetzen, hat in der zahntechnischen Branche leider noch mit dem negativen Renommee der billigen Plastiktüte zu kämpfen. Noch wird alles über einen Kamm geschoren. Doch so wenig wie Keramik gleich Keramik ist, ist PEEK gleich PEEK. Die gezeigte Arbeit wurde z. B. mit einem Material gefertigt, welches seit vielen Jahren als hochwertiges Material unter dem Namen PEEK Optima in der Chirurgie Verwendung findet, also seit längerem erfolgreich in der klinischen Anwendung ist.



Abb. 24 Das Profil der Patientin vor der Eingliederung. Die alte Versorgung ließ die Oberlippe einklappen, die Patientin wünschte sich mehr Lippenfülle.



Abb. 25 Erste Wachseinprobe mit labialer Auffütterung. Die Oberlippe ist jetzt sichtbar.



Abb. 26 In situ ausgeformtes Wachs zum „Einfrieren“ der gewünschten und benötigten labialen Dimensionen.



Abb. 27 bis 29 Die Feinjustierung der Zentrik erfolgte mithilfe eingebauter Locatoren, die einen sicheren Halt der Schablone gewährleisten.



Abb. 30 Die fertige Arbeit, inklusive PEEK-Gerüst, wiegt nur 12,5 g.



Abb. 31 und 32 Ein Merkmal der Patientin: links ist die Lachlinie deutlich höher. Bei der Wachsprobe wurden die Inzisalkanten anhand des Lippenverlaufs justiert.

Warum sollte man also einem Werkstoff wie PEEK, der in der Chirurgie und Prothetik bereits erhebliche klinische Erprobung aufzuweisen hat, etwas verwehren, was Zirkonoxid, bei deutlich geringerer chirurgischer und prothetischer Vorgeschichte, auch erhalten hatte: den Ritterschlag für prothetische Indikationen?

Völlig neue Fertigungs- und Fertigstellungstechniken, wie z. B. Multi-Layer-Konstruktionen in der Verklebetechnik, im Splitfile-Modus konstruiert, müssen erst auf breiter Ebene verfügbar, machbar und auch im Bewusstsein der Hersteller etabliert sein. Verblendung darf und kann, angesichts solcher Materialien, neu gedacht werden.

Im Bereich der Fertigungstechnik werden hier neue Lernfelder auf die Zahntechniker zukommen. Sicher ist, dass die Hochleistungskunststoffe ihren Weg machen werden.

Die Regel: So einfach wie möglich, so aufwendig wie nötig und so nachhaltig und reparaturfreundlich wie möglich, sollte, auch mit Rücksicht auf das immer älter werdende Patientenklintel, auf alle prothetischen Versorgungen angewendet werden. Dem Patienten muss in diesem Zusammenhang aber klargemacht werden, dass Zahnersatz ein Gebrauchsgegenstand ist der, wenn er funktioniert, auch abgenutzt wird.

Hier erfolgt auch vonseiten der dentalen Branche ein sichtbares Umdenken – auch bei den Materialentwicklern. Es werden wieder Materialien entwickelt, die sich abnutzen. Das Wort Verschleiß und Abrasion, die natürlichsten Vorgänge der Welt, dürfen buchstäblich wieder in den Mund genommen werden. Bei kombiniert festsitzend-herausnehmbaren Arbeiten darf wieder mit (übrigens wunderschönen und funktionellen) präfabrizierten Kunststoffzähnen gearbeitet werden.

Metallfrei, herausnehmbar ist möglich und wird immer möglicher werden. Wir sind am Anfang, aber noch lange nicht am Ende der Entwicklung (Abb. 33). Wir werden in den nächsten Jahren auf dem Gebiet der Hochleistungspolymere noch Manches zu sehen bekommen. Auch der festsitzende Zahnersatz wird hie und da durch geschliffene Nano-Komposite, Hybridkeramiken etc. ersetzt werden, wie im Flugzeugbau wird Vieles geklebt werden, modulare Baukastensysteme (Stichwort echtes Backward planning) werden sich durchsetzen.



Abb. 33 Bei richtiger Einstellung des Zementspalts im Dental Designer, einer entsprechenden Frässtrategie und mit dem richtigen Sinterprogramm sind perfekte Passungen der Klebasen in den Steg-Matrizen vorhersagbar.

Und wer weiß, irgendwann werden sich auch Implantate aus Hochleistungskunststoffen, vielleicht auch aus PEEK, etabliert haben. Die hier gezeigte Arbeit ist nach Überzeugung der Autoren eine der Vorboten und Keimzellen dieser Entwicklung.

Die Arbeiten wurden mit dem 3shape Dental Designer konstruiert und im Core 3-D-Fräszentrum in Engelsbrand auf einer imes-core 550i mit der Hyperdent CAM-Software gefräst. Die Sinterung des Nano Zr erfolgte, nach Herstellerangabe, im Austromat (Dekema).

Nachtrag



ZTM Martin Wepler

innoBlanc GmbH
Gewerbepark 11
75331 Engelsbrand
E-Mail: m.wepler@
innoblanc.com

ZTM Manes Bogdalik

Dentales Service Zentrum
GmbH & Co.KG
Ludwig-Erhard-Straße 7b
37434 Gieboldehausen

Dr. Peter Leußner

Zahnarztpraxis Dr. Bohne &
Kollegen
Fachzahnärztliche Praxis für
Oralchirurgie & Implantologie
Zwinger 5
37154 Northeim