



Polyetheretherketon (PEEK) – ein neuartiger Werkstoff für die Gerüstherstellung

Teil 2: Vergleich der Verarbeitungsmethoden und Erkenntnisse zur Langzeitanwendung

► Dr. Bernd Siewert

Das Hochleistungspolymer Polyetheretherketon (PEEK) hat sich seit einigen Jahren in vielen Bereichen der Medizin bewährt und findet dank seiner guten physikalischen Eigenschaften und der chemischen Beständigkeit auch immer mehr Anhänger in der Zahnmedizin. Darüber hinaus eröffnet die CAD/CAM-gestützte Verarbeitung von PEEK neue Möglichkeiten.

Im ersten Teil dieser Publikation wurden die Fertigung einer Versorgung aus diesem Material sowie dessen Vorteile für den Patienten beschrieben. Nachfolgend zeigt der Autor die Möglichkeit auf, PEEK im CAD/CAM-Verfahren aus industriell hergestellten Materialblöcken zu fräsen und stellt anhand eines zweiten Patientenfalles die Langzeitdokumentation einer prothetischen Versorgung bei Bruxismus dar. Die gewonnenen Erkenntnisse aus der Beobachtungszeit lassen beim Vergleich der Verarbeitungsmethoden die folgend genannten Aussagen zu.

Vorteile der im Spritzgussverfahren hergestellten Brückengerüste

Werden für die implantatprothetische Versorgung industriell vorgefertigte Elemente verwendet, besteht die Möglichkeit, diese mit PEEK zu überspritzen (Thermopressanlage, bredent). Dadurch entfällt eine zusätzliche Verklebung, was vor allem bei einem geringen Platzangebot – zum Beispiel im anterioren Bereich – von Vorteil sein kann. Außerdem sind bei der Verwendung der Spritzgusstechnik geringere Investi-

tionen notwendig als bei einer CAD/CAM-gestützten Fertigung der Gerüste aus PEEK. Im Vorgehen überzeugt jedoch der letztgenannte Weg mit Effizienz.

Nachteile der im Spritzgussverfahren hergestellten Brückengerüste

Der gesamte Herstellungsprozess von der Wachsmodellation, Einbettung und Ausarbeitung ist zeitaufwendig. Mit der Thermopressanlage war das Vorgehen technisch noch nicht vollkommen ausgereift. Bedingt durch die beim Spritzguss bekannten Probleme kam es in einigen Fällen zu offensichtlichen Lunkern und Rissen im Gerüst. In diesen Fällen musste der komplette Herstellungsprozess wiederholt werden. Durch die teilweise notwendige Nachbearbeitung der Oberfläche war es nicht immer möglich, die in der Wachsmodellation angestrebte Oberflächenform exakt beizubehalten. Dies ist insbesondere bei vollanatomisch gestalteten Brückengerüsten kontraproduktiv. Gerade bei thermoplastischen Hochleistungspolymeren wie PEEK beeinträchtigt die Überführung in die plastische Phase (Erhitzung und nachfolgende Abkühlung) die materialtechnischen Eigenschaften. Es besteht die Gefahr von Veränderungen in der Kristallgitterstruktur. Trotz dieser eventuell qualitätsmindernden Umstände gab es jedoch bei den von uns eingegliederten Brücken keine Probleme hinsichtlich

Rissbildung, Materialermüdung oder gar Bruch. Seit Kurzem sind industriell hergestellte Blanks mit einer Zulassung für definitiven, bedingt herausnehmbaren Zahnersatz verfügbar (Juvora Dental Disc, Juvora dental, Thornton Cleveleys, Großbritannien). Dieses Material hat keine Zusätze – ist also hochrein – und wird in der Medizin seit vielen Jahren verwendet (Invivio Optima PEEK, Juvora).

Vorteile CAD/CAM-gestützt generierter Brückengerüste

Der Vorteil von CAD/CAM-gestützt hergestellten Brückengerüsten ist, dass das Material bei einer fachgerechten Anwendung nicht leidet. Die Brückengerüste, die aus einem hochwertigen, industriell hergestellten Materialblock gefräst werden (Abb. 15 und 16), unterliegen keinen physikalischen Veränderungen im Herstellungsprozess und weisen gleiche oder wahrscheinlich bessere materialtechnische Eigenschaften auf (Abb. 17 und 18).

Vorteile:

- hochwertige Brückengerüste ohne Materialfehler
- präziser Herstellungsprozess
- kein großer Zeitaufwand
- einfach wiederholbarer Herstellungsprozess.



Abb. 15 und 16: Im CAD/CAM-gestützten Verfahren erarbeitetes Gerüst (links: basal, rechts: okklusale), (Juvora Dental Disc).



Abb. 17: Die verblendete Brücke auf dem Meistermodell (Ansicht von palatinal).



Abb. 18: Die Brücke im Mund des Patienten nach zehn Monaten Tragezeit. Die sekundäre Teleskopkrone 16 sowie das Brückenglied 15 sind vollanatomisch gestaltet. Die Farbe des nicht verblendeten PEEK ist für die Kauflächengestaltung im posterioren Bereich akzeptabel. Es zeigen sich exzellente Gingivaverhältnisse.



Abb. 19: Ausgangssituation: zahnloser Oberkiefer.



Abb. 20a: Nach der Insertion von vier Implantaten.

Die erforderliche Nachbearbeitung beschränkt sich – bei korrekter CAD/CAM-Fertigungskette – auf eine Hochglanzpolitur. Dadurch ist der exakte Erhalt der modellierten Form bei der softwaregestützten Herstellung garantiert.

Langzeitdokumentation einer prothetischen Versorgung eines Bruxismus-Patienten

Mit einem über 17 Jahre lang dokumentierten Patientenfall möchten wir zeigen, wie schwierig, langwierig und komplex die Therapie eines physisch bedingten Bruxismus-Patienten sein kann. Auf der Suche nach der optimalen prothetischen Lösung ist unserer Meinung nach noch nicht der ideale Weg gefunden. Acrylzähne wirken dämpfend, unterliegen aber der Abrasion. Metall- oder Vollkeramiklösungen sind bruchgefährdet und bieten keinerlei stoßdämpfende Wirkung, um einer Überbelastung des Knochens an eigenen Zähnen und Implantaten vorzubeugen.

Erste prothetische Versorgung

Die damals 55-jährige Patientin wurde im Jahr 1996 im Oberkiefer implantatprothetisch versorgt (Abb. 19). Die steggetragene Prothese (vier Implantate, Pitt-Easy, Sybron Implant Solutions, Bremen; vormals Oraltronics) wurde nach chirurgischer Entfernung der retinierten und verlagerten Eckzähne und einer simultanen Implantation gefertigt und eingesetzt (Abb. 20a bis d).

Schon der Ausgangsbefund manifestierte eine Tendenz zu Bruxismus. Im Jahr 2001 erfolgte die Entfernung des parodontal nicht mehr erhaltungsfähigen Zahnes 16. Sechs Jahre später (2007) musste am Implantat regio 12 eine chirurgische Periimplantitis-Behandlung vorgenommen werden, we-



Abb. 20b bis d: Die prothetische Versorgung erfolgte zum damaligen Zeitpunkt (1996) über eine steggetragene Prothese.

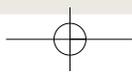




Abb. 21: Stabile Situation nach einer chirurgischen Periimplantitis-Behandlung.

gen der Taschentiefe größer 8 Millimeter und Sekretaustritt. Im Jahr 2009 war die orale Situation stabil (Abb. 21).

Zweite prothetische Versorgung

Die Deckprothese war nach 13 Jahren von starkem Bruxismus lädiert und nicht mehr suffizient. Sie wurde durch eine festsitzende, bedingt herausnehmbare horizontal-verschraubte Brücke ersetzt (Friktion Splint, bredent, Senden; Abb. 22a bis c). Die Doppelkronen aus einer Chrom-Kobalt-Molybdän-Legierung auf vier Implantaten und zwei Molaren wurden in ein Brückengerüst aus PEEK, BioXS, bredent, eingeklebt.

Nach dreijähriger Tragezeit kam es aufgrund des Bruxismus zu einer kompletten Abrasion der Kauflächen (Verblendschalen) im Seitenzahnbereich und später zu einer Abplatzung der Verblendschale am Zahn 12 (Abb. 23 und 24). Eine Neuanfertigung der prothetischen Versorgung war unumgänglich. Das Gerüst aus dem PEEK-Material BioXS war vollkommen intakt. Nach der Abrasion der Acrylzähne stand die Gerüst-Oberfläche aus PEEK in direktem Okklusionskontakt und es zeigten sich nur geringfügige Abnutzungsspuren. Basal waren weder Risse noch eine Dezementierung der Dop-

picodent
qualität pur. bewusst innovativ.

Majesthetik[®] Stumpfix

Neu: Für die Herstellung von Kunststoffstümpfen nach Überabformungen

Tel.: 0 22 67 - 65 80 - 0 • www.picodent.de



Abb. 22a bis c: 13 Jahre später. Aufgrund von starkem Bruxismus musste die Deckprothese ersetzt werden: bedingt herausnehmbare, horizontal-verschraubte Brückenversorgung.



Abb. 23: Nach drei Jahren Tragezeit kam es erneut zu Abplatzungen der Verblendungen (Bruxismus) ...



Abb. 24: ... das PEEK-Gerüst zeigt jedoch keinerlei Beeinträchtigungen.



Abb. 25: Weder die Implantate noch die Molaren (Primärkronen) zeigen klinische Auffälligkeiten.

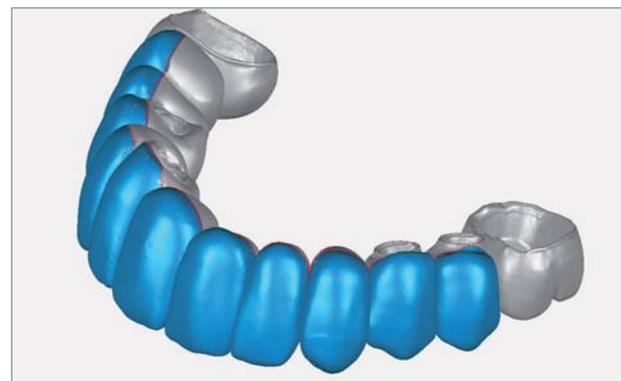
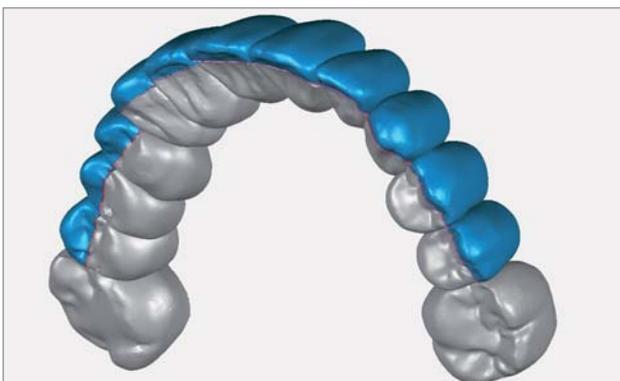


Abb. 26 und 27: Die Neuanfertigung der Brückenversorgung erfolgte CAD/CAM-gestützt.



Abb. 28a und b: Die fertige Brücke: Das Gerüstmaterial PEEK-Optima wurde an den funktionell kritischen Bereichen vollanatomisch gestaltet.

pelkronen zu beobachten. Weder die Implantate noch die Molaren mit den zementierten Primärkronen zeigten klinische Auffälligkeiten (Abb. 25). Naheliegender ist folgende Annahme: Die Verbundbrücken-Konstruktion des PEEK-Brückengerüsts ist ausreichend resistent, um auch enorm großen Kaukräften zu widerstehen. Der Schwachpunkt bei Patienten mit Bruxismus sind die Acrylzähne im Seitenzahnbereich.

Dritte prothetische Versorgung

Bei der Neuanfertigung der prothetischen Versorgung entschieden wir uns jetzt für ein CAD/CAM-gestützt gefertigtes, vollanatomisches Brückengerüst. Als Material diente das ungefüllte PEEK, Juvora Dental Disc, Juvora dental, mit welchem sich hochpräzise Rekonstruktionen herstellen lassen. Der basale Bereich wurde vollanatomisch in konvexer Form gestaltet (Abb. 26 bis 28). Die vestibulären Anteile wurden im sichtbaren Bereich (Zähne 15 bis 25) verblendet. Da sowohl die Protrusions- und Laterotrusionsbewegungen auf dem Gerüst aus PEEK-Material erfolgen sollten, dienten hier keine vorgefertigten Verblendschalen, sondern individuell gefräste Komposit-Veneers (siehe Abb. 26a und b). Die Kauflächen sowie die funktionellen Gleitbahnen sind unverblendet (Abb. 28a und b).

Alle kritischen Bereiche wurden somit vollanatomisch gestaltet:

1. Kauflächen (Abrasion)
2. basale Flächen (Schleimhautkontakt)

Wir entschieden uns für eine okklusal verschaubbare Variante; im Praxisalltag hat sich gezeigt, dass horizontale Verschraubungen in Kombination mit dem Doppelkronenprinzip hygienisch problema-

tisch sein können. Um den Passiv-Fit der Brücke zu gewährleisten, wurden die vier Implantat-Copyings im Mund verklebt und danach die neue Restauration eingegliedert. Das unverblendete Material Juvora Dental Disc als Kauflächenmaterial fällt kaum auf. Die grau-bräunliche Farbe der okklusalen beziehungsweise oralen Anteile wurde ohne Weiteres von der Patientin akzeptiert (Abb. 29a und b). Der Fokus liegt in solchen Fällen darauf, einen dauerhaft funktionierenden Zahnersatz zu erhalten. Durch die stoßdämpfenden Eigenschaften sollte die neue Konstruktion die Implantate sowie die eigenen Zähne vor den destruktiven Kräften des Bruxismus schützen. Das PEEK-Material Juvora Dental Disc enthält keine Zusätze – wie zum Beispiel Bariumsulfat – und ist daher auf der Panoramaschichtkontrollaufnahme nicht sichtbar; ein Detail, an das man sich gewöhnen muss (Abb. 30).

Diskussion

Das Invibio Optima PEEK ist seit über zehn Jahren als Material für Implantate im Medizinbereich erprobt. Die hohe Biokompatibilität ist in mehreren klinischen Untersuchungen bewiesen [1]. Das geringe spezifische Gewicht, die knochenähnliche Elastizität, die Metallfreiheit, die Zähigkeit, kombiniert mit einer fast nicht existierenden Materialermüdung, machen den Werkstoff zu einem idealen Partner in der prothetischen Zahnmedizin. Die CAD/CAM-gestützte Verarbeitung von PEEK eröffnet neue Möglichkeiten. Die physikalischen Eigenschaften des beschriebenen Materials lassen in etwa die gleichen Konstruktionsdimensionen wie metallische Werkstoffe zu. Bisher ist die Zulassung des Materials auf herausnehmbaren beziehungsweise bedingt herausnehmbaren (verschraubten) Zahnersatz beschränkt. Dies bedeutet, dass mit dem beschriebenen Material Modellgussprothesen, Sekundärteile, Überkonstruktionen bei kombiniertem Zahnersatz, Einzelkronen (Seitenzahnbereich) und – wie in dieser Veröffentlichung dargestellt – bedingt herausnehmbare, verschraubte Brücken realisierbar sind. Bei Patienten mit Bruxismus beziehungsweise starkem Pressen wurden in der Vergangenheit mit einer Goldlegierung im Kauflächenbereich dauerhafte klinische Resultate erzielt. Nun ist auch für diese Indikationen ein Material verfügbar, welches eine kaukraftdämpfende Wirkung hat und gleichzeitig durch seine hell gräuliche Farbe die Anwendung in der Kauflächengestaltung zulässt – metallfrei und biokompatibel.

Fazit

Die positiven klinischen Erfahrungen mit vollanatomischen Brückengerüsten aus PEEK, hergestellt im Spritzgussverfahren, können auf die CAD/CAM-



Abb. 29a und b: Die eingegliederte Versorgung.



xAbb. 30: Das Röntgenkontrollbild: Juvora Dental Disc ist hochrein und enthält keine Zusätze – wie zum Beispiel Bariumsulfat – und ist daher radiologisch nicht sichtbar.

Verarbeitung übertragen werden. Das ermöglicht, die Gerüste in einem abgesicherten und reproduzierbaren Produktionsvorgang herzustellen. Außerdem ist eine gleichbleibende Materialqualität auf höchstem Niveau garantiert. Die chemischen Eigenschaften von PEEK lassen keine transparenten Varianten zu. Allerdings wird es wahrscheinlich in Zukunft möglich sein, durch die Beimischung anorganischer Farbstoffe die Farben gemäß der Vita-Farbskala zu reproduzieren. Dann wären Vollkronen aus diesem Material auch hinsichtlich ästhetischer Parameter mit gutem Gefühl einsetzbar und somit ein Material gefunden, welches an die positiven Erfahrungen von Gold anknüpft.

LITERATUR

- 1 Siewert B, Parra M: Eine neue Werkstoffklasse in der Zahnmedizin. PEEK als Gerüstmaterial bei 12-gliedrigen implantatgetragenen Brücken. *Z Zahnärztl Implantol* 2013;29:148–159. DOI 10.3238/ZZI.2013.0148–0159.

MATERIALIEN

Gerüstmaterial:
PEEK Bio XS, bredent, Senden
Juvora Dental Disc, Juvora dental, Thornton
Cleveleys, Großbritannien

PMMA-Veneers:
neo.lign, bredent, Senden

DR. BERND SIEWERT

Calle Aquilón, 2 Local 7/8
28223 Pozuelo de Alarcón (Madrid)
Spanien
Tel.: 0034 91 5188101
E-Mail: Siewert@dental-med.com

Dr. Bernd Siewert studierte von 1981 bis 1986 an der Christian-Albrechts Universität, Kiel. Seine zweijährige Assistenzzeit verbrachte er in einer Praxis in der Nähe von Hamburg. Im Jahr 1989 promovierte Dr. Siewert zum Dr. med. dent. (Dissertation: Die Verkalkung der Falx cerebri als pathognomonisches Zeichen beim Gorlin-Goltz-Syndrom). Danach verlegte er seinen Wohnsitz nach Spanien, wo er von 1989 bis 1991 in einer Privatpraxis in Madrid tätig war. Von 1991 bis 1996 führte er mit seinem Kollegen Dr. Achim M. Vietze eine Gemeinschaftspraxis in Malaga. Seit 1996 ist Dr. Siewert mit eigener Privatpraxis in Madrid niedergelassen und auf implantatologische Therapien spezialisiert. Der erfahrene Implantologe ist seit 2007 als Ausbilder am Internationalen Fortbildungszentrum für Zahnärztliche Implantologie (IFZI), Nürnberg, tätig, hält Vorträge auf nationaler und internationaler Ebene und ist Autor zahlreicher Veröffentlichungen.

