

# Herstellung implantatgetragener Brücken aus PEEK-Blanks

Neue Einsatzmöglichkeiten für Hochleistungskunststoffe

Hochleistungskunststoffen wird inzwischen hinsichtlich ihrer Verwendung als Gerüstwerkstoff in der restaurativen Zahnheilkunde ein großes Zukunftspotenzial zugeschrieben. Während sie lange Zeit ausschließlich für temporäre Versorgungen eingesetzt wurden, erschließen sich dank der Verfügbarkeit innovativer, optimierter Werkstoffe, zu denen auch Polyetheretherketon (PEEK) gehört, immer neue Einsatzmöglichkeiten. So lassen sich inzwischen mit diesem Material bei computergestützter Verarbeitung auch beispielsweise langspannige, implantatgetragene

mehr ausschließlich für provisorische Versorgungen freigegeben sind: *Juvora Dental Discs* (Juvora, Thornton-Cleveleys). Die Blanks basieren auf Biomaterialien des Unternehmens Invisio Biomaterial Solutions (Thornton-Cleveleys), die seit mehr als einem Jahrzehnt bereits in der Medizintechnik zum Einsatz kommen.

Angegeben wird für diesen Werkstoff ein für Polymere hoher Schmelzpunkt von mehr als 340 Grad Celsius, dank dem einer Sterilisation der Gerüste nichts im Wege steht, sowie ein dem natürlichen Knochen ähnliches Elastizitätsmodul. Die Biegefest-

an den Zähnen 33 bis 43 und einer daran befestigten Klammerprothese – versorgt (Abb. 1). Die Patientin wies eine asymmetrische Okklusion (Angle-Klasse II) auf. Alle sechs verbleibenden Zähne waren aufgrund von Karies und weit fortgeschrittener Parodontitis nicht erhaltungswürdig (Abb. 2).

Die Patientin wurde über die möglichen Therapieformen aufgeklärt und wählte eine festsitzende Versorgung auf vier Implantaten, angewendet wurde das All-on-4- beziehungsweise *Sky-fast-&-fixed*-Konzept (Nobel Biocare, Köln; Bredent, Senden). Hierbei werden in der Front zwei Implantate gerade und im Seitenzahnbereich zwei Implantate anguliert inseriert, um das vorhandene Knochenangebot optimal auszunutzen und eine Schädigung wichtiger anatomischer Strukturen (Nervus alveolaris inferior) zu vermeiden.

Im vorliegenden Fall wurde geplant, die Implantate minimal-invasiv unter Verwendung einer Bohrschablone zu inserieren. Die Sofortbelastung mit einem vor der Operation angefertigten, metallverstärkten und auf den Implantaten verschraubten Kunststoffprovisorium war vorgesehen. Die allgemeine Anamnese zeigte keine Auffälligkeiten.

Im ersten Schritt wurden die Zähne 32, 41 und 42 extrahiert. Die Eckzähne wurden endodontisch versorgt, mit Radix-Ankern Standard Nr. 1 (Dentsply Maillefer, Ballaigues) versehen und mit Zwei-Komponenten-Komposit (Henry Schein, Langen) aufgebaut. Die alte Brücke mit innen isolierten Kronen 33 und 43 diente als Form für den Stumpfaufbau. Die Eckzähne wurden vorläufig erhalten, diese sollten während des schablonengeführten chirurgischen Eingriffs die Bohrschablone exakt intraoral positionieren und fixieren. Dadurch konnte die Insertion von drei temporären Implantaten mit Kugelhaken vermieden werden.

Im nächsten Schritt erfolgte die Zahnaufstellung in Wachs, um die optimale Kieferrelation zu bestimmen und das gewünschte ästhetische Erscheinungsbild der geplanten Versorgung mit der Patientin zu ermitteln. Auf Basis des erarbeiteten Mock-up wurde daraufhin eine Röntgenschablone aus bariumsulfathaltigem Material hergestellt, diese in den Patientenmund eingesetzt und mit *Gal* (Sirona Dental, Salzburg) eine dreidimensionale Aufnahme angefertigt. Dank der rekonstruierten Stümpfe 33 und 43 war eine zusätzliche Fixierung der Schablone dabei nicht erforderlich.

Der DICOM-Datensatz der Röntgenschablone wurde nachfolgend in die 3-D-Planungssoftware *SkyplanX* (Bredent) importiert. In der Software wurde die op-

timale Position der vier Implantate (*blueSky*, Bredent) virtuell ermittelt. Berücksichtigt wurden dabei die spätere prothetische Versorgung, für die Abutments mit einer Angulation von 0 Grad, 17,5 Grad und 35 Grad (*Sky fast & fixed*) zur Verfügung stehen, sowie die anatomischen Gegebenheiten. Außerdem wurden die Position mittig im Alveolarfortsatz gewählt und die optimale Neigung der distalen Implantate ermittelt, deren Austrittsstelle so weit distal wie möglich liegen sollte. Gleichzeitig müssen die erforderlichen Sicherheitsabstände zu gefährdeten anatomischen Strukturen, in diesem Fall dem Mandibularkanal, eingehalten werden (Abb. 3).

Nach eigenen Erfahrungen sind die Vorteile des digitalen Workflows bei der Implantationsplanung, alle notwendigen Entscheidungen hinsichtlich der Implantatinsertion bereits im Vorfeld der Behandlung treffen und somit einen stressfreien Eingriff sicherstellen zu können. Außerdem wird

**D**r. Bernd Siewert machte 1987 sein Staatsexamen an der Christian-Albrechts-Universität Kiel. Im gleichen Jahr erfolgte seine Approbation als Zahnarzt, von 1987 bis 1989 absolvierte er ein Praktikum in einer Zahnarztpraxis in Kaltenkirchen. 1989 erhielt Siewert seinen Dokortitel mit magna cum laude. Daraus schloss sich seine Tätigkeit als angestellter Zahnarzt in Privatpraxis in Madrid, Spanien, bis 1991 an. Von 1991 bis 1996 arbeitete er in der privaten Gemeinschaftspraxis mit

wird im Labor ein Langzeitprovisorium angefertigt, das direkt nach Implantatinsertion eingegliedert werden kann. Dadurch ist die Gestaltung grazilerer Provisorien möglich, die eine bessere Hygiene und Kontrolle garantieren. Die Gesamtbehandlungsdauer wird erheblich verkürzt.

Bohrschablone umgearbeitet (Abb. 4).

Auf das Gipsmodell des Unterkiefers wurden im zahntechnischen Labor an den entsprechenden Stellen vier Implantat-Analoga gesetzt. Es folgte die Herstellung der provisorischen Versorgung nach den Vorgaben des Wax-up auf diesem Modell: Verwendet wurde ein Gerüst aus Chrom-Kobalt (*Ugires C*, Ugin Dentaire, Frankreich), das mit Acrylkunststoff (*Breformance Liquid Cold-Curing Polymer*, Bredent) verblendet wurde (Abb. 5). Das Innengerüst aus Metall verhindert die Bruchgefahr und lässt ein grazileres Design zu als Brücken ohne eine solche Verstärkung. Einer der vier Schraubenkanäle wurde bereits integriert und diente der Vorfixierung im Patientenmund nach Implantatinsertion bei der Verklebung der restlichen drei Schraubenkanäle. Die provisorische Brücke erhielt keine distalen Friensattel, um Überbelastungen während der Osseointegration zu vermeiden.



Abb. 1: Ausgangssituation



Abb. 2: Situation nach Entfernung der bestehenden Versorgung



Abb. 3: Virtuelle Positionierung der Implantate unter Berücksichtigung der prothetischen Möglichkeiten und anatomischen Strukturen

Versorgungen erfolgreich herstellen.

PEEK ist ein aromatischer, teilkristalliner Thermoplast, der in der Medizin (Orthopädie, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie) seit mehr als zehn Jahren als Werkstoff für Implantate eingesetzt wird. Das thermoplastische Herstellungsverfahren sorgt dafür, dass nahezu keine Restmonomere freigesetzt werden, außerdem bleibt das Material dank des besonderen, teilkristallinen Charakters auch unter aggressiven Bedingungen, wie sie in der Mundhöhle vorherrschen, mechanisch stabil.

In der Zahnheilkunde wird PEEK seit einigen Jahren verwendet, seit September 2012 werden auch PEEK-Blanks für die CAD/CAM-Bearbeitung angeboten, die nicht

tigkeit liegt bei 165 MegaPascal (MPa), die Bruchdehnung bei 40 Prozent, das heißt, ein Bruch tritt erst dann auf, wenn eine Probe im Vergleich zu ihrer Ausgangslänge um 40 Prozent gedehnt (länger geworden) ist. Dies führe dazu, dass das Material bei Belastungen nachgibt, ohne zu frakturieren – eine Eigenschaft, die insbesondere aus funktionstherapeutischen Gesichtspunkten vorteil-

haft erscheint. Freigegeben sind *Juvora Dental Discs* aus PEEK als Gerüstmaterial für die Herstellung von (bedingt) herausnehmbarem Zahnersatz. Dazu gehören beispielsweise Teleskop-, Geschiebe- und Klammerprothesen sowie implantatgetragene, verschraubte Restaurationen. Nachfolgend wird der klinische Einsatz des Materials innerhalb eines vornehmlich digitalen Arbeitsablaufs anhand eines Patientenfalls demonstriert.

## Der Patientenfall

Die 67-jährige Patientin stellte sich im November 2012 in unserer Praxis mit Schmerzen im Unterkiefer vor. Dieser war mit kombiniert festsitzend-herausnehmbarem Zahnersatz – einer zementierten Brücke aus Metallkeramik

## Anzeige



eine minimal-invasive Vorgehensweise ermöglicht, dadurch die Wundheilung beschleunigt, die Operationszeit minimiert und die postoperativen Beschwerden reduziert. Bereits vor dem Eingriff

Nach Abschluss der virtuellen Planung wurden die ermittelten Positionen der vier Implantate auf die Röntgenschablone übertragen und diese durch Einarbeitung von Bohrhülsen in eine



Abb. 4: Umgearbeitete Röntgenschablone



Abb. 5: Provisorium mit Gerüst aus Chrom-Kobalt



Abb. 6: Die Abformpfosten auf den Implantaten im Übertragungsschlüssel



Abb. 7: Modell mit Laboranalogen und künstlicher Gingiva



Abb. 8: Aufgestellte Veneers

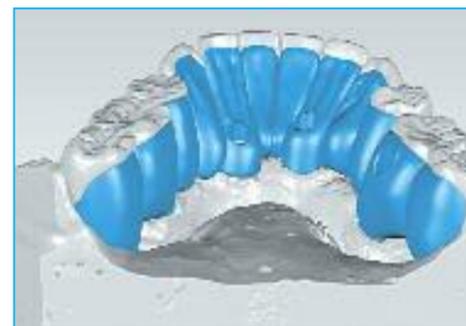


Abb. 9: Eingblendete Veneers auf dem Gerüst

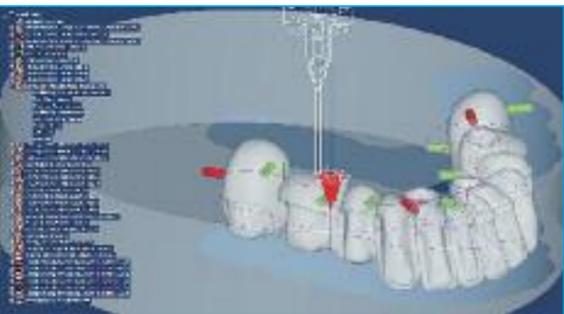


Abb. 10: Berechnung der Fräsbahnen des im Rohling genesteten Brückengerüsts



Abb. 11: Gefrästes Brückengerüst vor der Entnahme aus dem Rohling



Abb. 12: Eingegliederte und verschraubte Brücke vor Verschluss der Schraubenkanäle



Abb. 13: Eingegliederte Brücke

Fotos: Siewert

#### ► Der chirurgische Eingriff

In der Praxis wurde die Schablone auf den Zähnen 33 und 43 positioniert. Es folgte die Insertion der vier *BlueSky*-Implantate mit einer Länge von 16 Millimeter (mm) und einem Durchmesser von 4 mm. Hierzu wurden zunächst die Pilotbohrungen in regio 32 und 42 vorgenommen, die Schablone entfernt und die verbleibenden Zähne extrahiert. Die Schablone wurde anschließend reponiert, die Pilotbohrer in regio 32 und 42 erneut eingedreht, um die Schablone sicher zu fixieren und die weiteren Bohrungen vorzunehmen. Nach der Implantatinsertion wurden die auf den distalen Implantaten um 35 Grad (Implantat in regio 35) beziehungsweise 17,5 Grad (Implantat in regio 45) geneigten Abutments eingesetzt und die provisorische Versorgung befestigt.

Bei der beschriebenen Vorgehensweise beträgt die Dauer für den chirurgischen Eingriff und die Sofortversorgung am Behandlungsstuhl rund zweieinhalb Stunden. In der Regel treten nach der Implantation keine Schwellungen oder Hämatome auf, Schmerzmittel werden lediglich innerhalb der ersten 24 Stunden eingenommen.

#### Herstellung der definitiven Versorgung

Nach einer Einheilzeit von vier Monaten wurde eine Abformung für die Fertigung der definitiven Versorgung durchgeführt. Hierzu wurden die vier Halteschrauben gelöst und die provisorische Brücke abgehoben. Der Knochen hatte sich nivelliert, und es lagen stabile Weichgewebsverhältnisse vor. Da es derzeit noch nicht möglich ist, den digitalen Workflow auch bei der Abdrucknahme konsequent umzusetzen, wurde die konventionelle Vorgehensweise gewählt. Ein Problem der verfügbaren Intraoralscanner besteht darin, die aus der Erfassung großer Schleimhautareale resultierenden Einzelbilder korrekt zu matchen. Deshalb wurden Abformpfosten elektronisch mit einem definierten Drehmoment von 12 Newtonzentimeter (Ncm) eingedreht. Anschließend wurde mit Komposit ein stabiler Übertragungsschlüssel erstellt (Abb. 6), der individuelle, offene Abdrucklöfler einprobiert und ein Abdruck mit A-Silikon (*Normosil Adición Putty fast* und *light fast*, Normon, Madrid) genommen. Das Meistermodell wurde aus Kunststoff gefertigt, um die bei Gips typische Expansion zu vermeiden. Die

Laboranaloge wurden ebenfalls mit einem Drehmoment von 12 Ncm auf dem Modell befestigt. Am gesamten Zahnkranz wurde künstliche Gingiva angebracht, um das komplikationslose Scannen der Laboranaloge sicherzustellen (Abb. 7).

Mit dem *Zfx Scan III* (Zfx, Dachau) wird das Modell am Bildschirm digitalisiert. Im Artikulator wurden die vorgefertigten Veneers (*Visio.lign*, Bredent) in der geplanten Position und in korrekter Okklusion auf dem Modell mit Wachs positioniert und eingescannt. **Abbildung 8** zeigt die positionierten Veneers, deren Formen nach einmaliger Digitalisierung in einer Datenbank der Software hinterlegt werden können, auf dem 3-D-Modell. Nachfolgend wurde das PEEK-Gerüst mit der Software *Exocad DentalCAD* (Darmstadt) konstruiert. Hierzu berechnete die Software einen vollanatomischen Vorschlag, der manuell verändert und anschließend anatomisch reduziert werden konnte.

**Abbildung 9** zeigt das zu fräsende Gerüst (blau) und die später auf dem Gerüst in einem speziellen Verfahren verklebten Veneers (grau). Modifikationen der Gerüstform und -größe sind manuell möglich, der Anwender wird jedoch automatisch gewarnt, wenn beispielsweise empfohlene Mindestwandstärken unterschritten werden. Insgesamt erlaubt das Design am Computer eine präzise vollanatomische Gestaltung im Hinblick auf die Passung der Verblendeneers, der konvexen Gestaltung der basalen Anteile mit optimalem Druck auf die Gingiva sowie der direkten Gestaltung der Schraubenkanäle.

Nach Abschluss der Konstruktion wurden die Daten an die CAM-Software (*SUM3D*, Cimsystem, Mailand) übermittelt. Mit dieser erfolgten unter anderem das Nesting im virtuellen Rohling, die Positionierung der Konnektoren sowie die Berechnung der Fräsbahnen (Abb. 10). Schließlich wurde das Gerüst mit der Fräsmaschine (*DWX-50*, Roland DG, Willich) im Fräszentrum Peek-O-Bello (Madrid) gefertigt.

Das Gerüst aus PEEK (Abb. 11) wurde aus dem Rohling getrennt. Auf dem Meistermodell wurden ein absolut spannungsfreier Sitz und eine präzise Passung bestätigt. Nun wurden die Veneers unter Berücksichtigung eines speziellen Bonding-Verfahrens und Komposit mit dem PEEK-Gerüst verklebt. Nach Ausarbeitung und Hinzufügen der Gingiva-Anteile (*Ufi Gel SC*, Voco, Cuxhaven) erfolgte

die Einprobe im Patientenmund. Da die Passung auch hier überzeugte und keinerlei Veränderungen notwendig waren, konnte die Versorgung direkt auf den vier Implantaten verschraubt werden (Abb. 12 und 13). Die Patientin berichtete von einem angenehmen Kaugefühl und war mit dem optischen Ergebnis ebenfalls äußerst zufrieden.

Diese Fallbeschreibung zeigt, wie PEEK-Discs von Juvora in-

nerhalb des digitalen Workflows eingesetzt werden, um passgenaue implantatgetragene Versorgungen herzustellen.

Nach eigenen Erfahrungen, die in den vergangenen sechs Jahren mit dem Werkstoff PEEK gesammelt wurden, eignet sich dieser ausgezeichnet als Gerüstmaterial für die Herstellung von komplexen, bedingt herausnehmbaren Versorgungen. Durch die Verfügbarkeit von *Juvora Dental Discs* für

die CAD/CAM-Bearbeitung lassen sich nun die Vorteile der positiven Materialeigenschaften mit denen der computergestützten Fertigung – zum Beispiel Effizienz und Präzision – kombinieren. Dank der dem spongiösen Knochen ähnlichen Elastizität des Materials werden Kaukräfte, die auf die Versorgung einwirken, kompensiert. Dank der Elastizität dient PEEK somit als Stoßdämpfer und simuliert den am Implantat nicht

vorhandenen parodontalen Faserapparat. Die klinische Erfahrung mit dem Werkstoff hat gezeigt, dass der periimplantäre Knochen dadurch langfristig stabil bleibt. Ein eventuell nicht zu 100 Prozent erreichbarer passiver Fit wird bei der Verschraubung der Brücke auf den Implantaten im PEEK-Brückengerüst außerdem absorbiert.

**Dr. med. dent. Bernd Siewert Madrid, Spanien** ■