

**18. Keramiksymposium: Orientierung für Insertion und
Suprastrukturen**

Implantatprothetik im Fokus



Auf dem Keramiksymposium der AG Keramik referierte Dr. Karl-Ludwig Ackermann, Filderstadt, Fachzahnarzt für Oralchirurgie und Vorstandsmitglied der Deutschen Gesellschaft für Implantologie (DGI), über die „Klinische Langzeitbewährung von kombinierten, vollkeramischen Restaurationen auf Implantaten“. Hierbei ging er auf das in der Anatomie begründete unterschiedliche klinische Verhalten von Zähnen und Zahnimplantaten ein.

Ein natürlicher Zahn wird durch das parodontale Ligament aufgehängt, das eine axiale Verschiebung von ca. 25 bis 100 µm ermöglicht, während ein endosseaales Implantat eine knöcherne Grenzfläche mit maximal 3 bis 5 µm aufweist. Das Parodont ist funktional für axiale Lasten ausgerichtet und ermöglicht physiologische Anpassungen als Reaktion auf übermäßige okklusale Belastungen. Darüber hinaus kompensiert es Kieferverformungen und die Torsion der natürlichen Zähne. Dafür enthält das parodontale Ligament neurophysiologische Rezeptoren, die eine Schlüsselrolle für die sensorische Unterscheidungsfähigkeit in der Kieferfunktion spielen. Diese Rezeptoren übertragen Nervenimpulse über Größe, Richtung und Rate der okklusalen Belastung für die neuromotorische Kontrolle. Nach Zahnverlust werden die parodontalen Rezeptoren nekrotisch und resorbieren. Dies führt zum Verlust der feinen propriozeptiven Kontrolle. Durch den Verlust des parodontalen Ligaments sind Implantate sehr anfällig für eine okklusale Überlastung.

Da Zahnimplantaten der unterstützende Mechanismus des Parodonts fehlt, sind die Enossalpeifer völlig von der elastischen Verformung des Stützknochens abhängig. So haben Studien gezeigt, dass mechanische Belastungen jenseits der physikalischen Grenzen von Hartgewebe eine primäre Ursache für Periimplantitis und Knochenverlust rund um das belastete Implantat sind. Deshalb ist eine exakt eingestellte Okklusion bei Implantaten von großer Bedeutung für die orale Funktion und die Prävention von implantatbedingten Komplikationen. Ferner können bei okklusaler Überlastung Schraubenlockerungen und Frakturen im Implantat sowie in der Suprastruktur auftreten.

Positionierung und Okklusion

Die ideale Positionierung des Enossalteils im Knochen trägt entscheidend dazu bei, die Belastung auf das Implantatsystem zu minimieren. Eine axiale Okklusionsbelastung über die Längsachse ei-

nes Implantatkörpers generiert gegenüber einer im Winkel auftreffenden Krafteinwirkung eine geringere Gesamtbelastung und bewirkt eine Druckspannung auf das Implantat. Idealerweise sollte der Implantatkörper senkrecht zu den Wilson- und Spee-Kurven positioniert werden, um nicht-axiale, im Winkel einwirkende Kräfte zu minimieren.

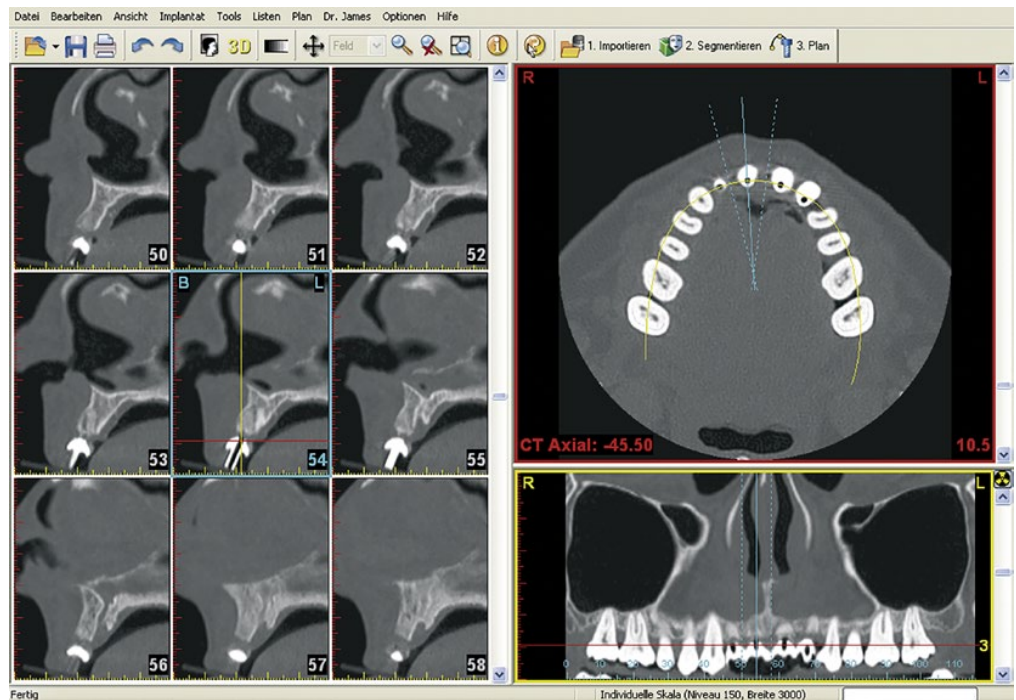
Okklusale Belastung auf Implantaten kann Kompressions-, Zug- und Scherkräfte auslösen. Kaukräfte wirken meist nicht vertikal, sondern horizontal (nicht-axial). Natürliche Zähne kompensieren nicht-axiale Belastungen besser als Implantate – enossal kann es zu einem Trauma des unterstützenden Knochens kommen. Hierbei können Mikrofrakturen und Knochenverlust eintreten oder ein Versagen der prothetischen Komponenten auslösen. Darum muss es Ziel sein, die biomechanische Belastung auf der Implantat-Kontaktebene und auf dem Zahnersatz zu kontrollieren, um damit die Langzeitstabilität des Randknochens, des Weichgewebes und der prothetischen Suprakonstruktion aufrecht zu erhalten.

Navigierte Implantologie

Die Einführung der Digitalisierung und CAD/CAM-Technik in Kombination mit der dreidimensionalen Volumetomographie hat die Entwicklung der computergestützten Implantation gefördert. Um einen Überblick über die noch vorhandenen knöchernen Strukturen und den Grad der Atrophie zu erhalten, eignet sich besonders die DVT-Aufnahme für eine 3-D-Diagnostik (**Abb. 1**). Damit kann für die Umsetzung der anguliert berechneten Implantatposition eine exakte Planung durchgeführt werden. Ferner kann der Bedarf einer periimplantären Augmentation ermittelt werden. Auch kann beantwortet werden, ob die Implantate zunächst gedeckt einheilen sollen oder sofortversorgt und belastet werden können.

Das DVT bietet ein gutes Abbild der knöchernen Struktur sowie des Verlaufs des Nervus al-

Abb. 1: CT zur Evaluation der Quantität des Knochenlagers sowie zur Planung der chirurgischen und prothetischen Behandlung bei Implantatversorgungen
Foto: Ackermann



veolaris. Der DVT-Scan dient auch der Rückwärts-Planung; hierbei wird der prothetische Aufbau geplant, konstruiert und funktionell auf den Antagonisten eingerichtet. Passend zur prothetischen Position werden die Implantate auf Basis der virtuellen Planung im Datensatz inseriert, als digitales Modell im Computer dargestellt oder als Wax-up ausgewiesen. Der DICOM-Datensatz des DVT wird mit dem digitalen Modell deckungsgleich übereinandergelegt. Hilfe bieten hier Referenzpunkte in den Softwareprogrammen, die ein exaktes „Matchen“ ermöglichen. Die meisten Programme bieten eine Funktion, um die zu ersetzenden Zähne direkt im Datensatz aufstellen zu können. Danach erfolgt die Konstruktion der chirurgischen Bohrschablone für die enossale Insertion. Bei mehreren Implantaten kann die Einschubrichtung der Enossalpfeiler individuell anguliert werden.

Digitale Implantologie erhöht die Sicherheit

Studienergebnisse zur klinischen Bewährung implantatgetragener Versorgungen belegen, dass die Überlebensraten im Korridor von 90 Prozent liegen und damit hochgesteckte Erwartungen erfüllen. Überleben ist jedoch nicht gleich Erfolg, denn Übersichtsarbeiten zeigen, dass die ästhetischen, biologischen und technischen Komplikationen mit 13 Prozent immer noch hoch sind. Diese Erkenntnisse basieren darauf, dass Komplikationen bei Patienten mit parodontal kompromittiertem Weichgewebe und das Risiko einer Periimplantitis deutlich höher sind als bei PA-gesunden Patienten.

Deshalb teilt die Implantologie die größte Schnittmenge mit der Parodontologie. Das Management des periimplantären Weichgewebes ist eine Herausforderung für das ästhetische Ergebnis und macht den Aufbau von verloren gegangenem Gewebe zur Bedingung. Auch die Prothetik trägt zum Behandlungserfolg bei. Ist der Zahnersatz nicht putzbar, steigt die Periimplantitisrate und kann zu Knochenverlust führen. Dem Behandler obliegt es, diese Risiken frühzeitig einzuschätzen und dem Patienten gegebenenfalls adjuvante oder alternative Therapieoptionen vorzuschlagen.

Digital und analog kombinieren

Ackermann betonte in seinem Vortrag, dass Digitaldaten für die Zusammenarbeit mit der Zahntechnik vorteilhaft sind, weil die Datensätze in die CAM-Systeme des Labors eingespeist werden können. So können Intraoralabformung (**Abb. 2**), Modelle, Bohrschablone, Provisorien, Kieferrelationsbestimmung in der Praxis computerunterstützt durchgeführt beziehungsweise gefertigt werden; im Labor erfolgen das Setup beziehungsweise Wax-up mit Artikulation, die Gerüst- und Kronenherstellung sowie die Verblendung der Restaurationen. Hierbei profitieren implantatgetragene Einzelkronen und kurzspannige Brücken besonders vom digitalen Workflow, weil mit der virtuellen Konstruktion auf ein physisches Modell verzichtet werden kann; ferner sind die Arbeitszeiten kürzer, die Kosten sinken.

Eine durchgängig navigierte Computerunterstützung wird laut Ackermann dadurch einge-

schränkt, dass der Workflow vor allem im Bereich von Komplettsanierungen mit und ohne Implantate immer noch auf analoge Zwischenschritte angewiesen ist. So bevorzugt der Referent bei komplexen Fällen, beispielsweise bei mehreren Implantatpfeilern für mehrgliedrige Brücken, die analoge Vorgehensweise. Dazu zählen Polyäther-Abformungen, konventionelles Meistermodell, Kieferrelationsbestimmung sowie Artikulation und Setup beziehungsweise Wax-up.

Besonders bei der Implantatversorgung des zahnlosen Kiefers ist der Analogprozess noch der „Goldstandard“, weil für digitale Ganzkieferabformungen Referenzpunkte auf der Schleimhaut fehlen. Lediglich die Gerüstgestaltung wird heutzutage meist komplett im CAD/CAM-Prozess realisiert.

Der Referent empfahl bei komplexeren Fällen eine 3-D-Röntgenanalyse sowie den Einsatz der geführten Bohrschablone mit Digitalunterstützung (**Abb. 3 und 4**). Damit können Risiken eher ausgeschlossen und die OP mit größerer Sicherheit durchgeführt werden. In einer Untersuchung zum Vergleich von freihändig ausgeführten Implantationen am Modell sowie dreidimensional geplanten und navigierten Implantationen konnte eine signifikant präzisere Umsetzung der geplanten Implantatposition mit der geführten Methode erreicht werden. Bei komplexen Behandlungen empfahl Ackermann, das zahn-technische Prozedere einem erfahrenen ZT-Labor zu übertragen. Diese Forderung ist dem schnellen Fortschritt im digitalen Workflow geschuldet, der dazu beiträgt, dass Zahntechniker ihr handwerkliches Geschick mit IT-Fähigkeiten verbinden.

Implantatgetragene Prothetikwerkstoffe

Bei der Auswahl der prothetischen Werkstoffe stehen die Anforderungen an eine natürliche Ästhetik den Bedingungen für eine hohe Stabilität gegenüber. Zudem sind ästhetische Ansprüche, die keine Einschränkungen durch prothetische Materialien zulassen, auf den Front- und Prämolarenbereich beschränkt. Im



Abb. 2: Opto-elektronische Intraoralaufnahme des Scanbodys zur Übertragung der Implantatposition in das virtuelle Modell und zur Konstruktion der prothetischen Suprastruktur Foto: AG Keramik

POS. 6

Abb. 3: Chirurgische Bohrschablone zur Platzierung von Implantatpfeilern, gefertigt auf Basis von DICOM-Daten aus dem DVT. Der PM-MA-Werkstoff wird 5-achsig ausgefräst mit Wandstärken von 2 bis 3 mm. Die Konstruktion mit Bohrhülsen zur definierten Instrumentenführung ermöglicht verschiedene Angulationen der Enossalpfeiler.



Abb. 4: Die Einschubrichtungen zeigen, dass mit der Bohrschablone unterschiedliche Angulationen der Enossalpfeiler im Knochenlager möglich sind.



Foto 3 und 4: Sicut

Molarenbereich dominieren überwiegend mechanische Vorgaben, die damit metallische Werkstoffe (Titan, EM, NEM) in die Wahl einbeziehen (Abb. 5). So entsteht im klinischen Behandlungsalltag nach dem Konzept „so ästhetisch wie möglich, so stabil wie nötig“ ein Materialmix, der den jeweiligen Indikationen angepasst ist.

Für die prothetischen Aufbauten zweiteiliger Implantate haben sich heute neben Metall auch Zirkoniumdioxid- (ZrO_2) oder Lithiumdisilikat-Keramik (LS_2) qualifiziert. Vor allem im ästhetisch sensiblen Weichgewebstdurchtritt sind vollkeramische Abutments vorteilhaft. Dadurch wird eine gräuliche Verfärbung der Gingiva durch metal-

lisches Durchscheinen vermieden. Ferner erreichen vollkeramische Kronen erst bei Verwendung vollkeramischer Abutments ihre volle ästhetische Qualität, da kein dunkler Metallpfosten den Lichtdurchtritt behindert.

Die Verbindung zwischen Enossalpfeiler aus Titan und Keramikabutment kann durch Verschrauben oder Verkleben erfolgen. Die Stabilität des Keramikabutments wird dadurch erhöht, dass eine Titanhülse mit der Innenseite des Abutments verklebt wird. Dadurch, dass die Titanhülse in das Titan-Enossalteil eingreift, gerät das Abutment nicht unter Zugspannung, die bei direkter Keramik-Verschraubung entstehen würde. Die Abzugsfestigkeit von Keramikabutments mit verklebter Titanhülse wurde universitär im Kauksimulator geprüft. Das Testmuster, bei dem das Innenlumen des ZrO_2 -Abutments sowie die Titanhülse vor dem Verkleben abgestrahlt wurde (Al_2O_3 , 50 μm , 1 bis 2 bar), zeigte mit 700 Newton Abzugskraft den höchsten Widerstandswert. Voraussetzung ist, dass die Klebeflächen trocken und nicht speichelkontaminiert sind. Diese Konditionierung ist geeignet, technische Komplikationen im Fugebereich des Implantats, beispielsweise eine Frühlockerung der Mesostruktur, zu unterbinden.

Im Frontzahn- und Prämolarenbereich bietet sich die vollkeramische Abutmentkrone an. Hierbei sind Abutment und Krone miteinander zu einer Einheit verbunden (Abb. 6). Die Verschlangung der Suprastruktur verhindert, dass bei einer eventuellen Rezession des Weichgewebes das Abutment sichtbar werden kann. Die Fügefläche zum Implantat besteht aus einer Titanklebebasis, die mit dem Kronenkörper adhäsiv verbunden wird. Die Befestigung erfolgt mittels Abutmentschraube – aber nur dann, wenn die Angulation des Implantats eine Platzierung des Schraubenkanals auf der oralen Fläche der Suprastruktur zulässt. Andernfalls muss eine zementierbare Krone gestaltet und auf dem Abutment befestigt werden, das die Angulation des Implantats ausgleicht. Auf Prämolaren gilt, dass die statische und dynamische Kontaktsituation eine okklusale Verschraubung zulässt und Okklusionskontakte im Bereich des Schraubenkanals ausgeschlossen werden.

Für Implantat-Kronen haben sich laut Ackermann monolithische, das heißt verblendfreie Versorgungen aus Zirkoniumdioxid- (ZrO_2) und Lithiumdisilikat-Keramik (LS_2) in praxi bewährt (Abb. 7). Damit wird das Risiko von Verblendfrakturen umgangen, geschuldet der Tatsache, dass verblendete Kronen mit ZrO_2 -Gerüst auf Implantaten eine höhere Chippingrate durch Kohäsionsbrüche aufweisen als auf natürlichen Zähnen.

Kontakt



Manfred Kern

AG Keramik
Postfach 11 60
D-76308 Malsch
info@ag-keramik.de
www.ag-keramik.de

Sind stoßdämpfende Kronen angezeigt?

Implantatkronen aus Hybridwerkstoffen, das heißt polymer-dotierte Feldspatkeramik (*Enamic*, Vita Zahnfabrik.) und keramikdotierte CAD-Komposite (*Brilliant Crios*, Coltène; *CeraSmart*, GC; *Luxa-Cam*, DMG; *Tetric CAD*, Ivoclar Vivadent) scheinen sich nach Herstellerankunft ebenfalls dafür zu eignen. Diese Werkstoffe verfügen über Festigkeitswerte auf dem Niveau von Feldspatkeramik und – ganz entscheidend – über Elastizitäts-Moduli, die mit 12 bis 30 GigaPascal (GPa) im Korridor von Schmelz und Dentin liegen. Auch die Attrition mit Verschleißwerten von 15 bis 29 µm pro Jahr verläuft „parallel“ der natürlicher Zahnhartsubstanz.

Aufgrund der elastischen Verformung mit stoßdämpfender Wirkung scheinen Kronen aus Hybridwerkstoffen geeignet zu sein, dass durch die damit verbundene Resilienz der Eintrag hoher Kaukräfte auf Implantat und Knochenlager kompensiert und damit biomimetische Bedingungen erfüllt werden. Die Aussagen der Materialhersteller beruhen weitgehend auf In-vitro-Studien; mittel- und langfristige Daten zur klinischen Bewährung stehen noch aus.

Auf einen Blick

Auf Basis der vorliegenden Erkenntnisse können vollkeramische Werkstoffe für implantatgetragene Suprastrukturen in den meisten Fällen empfohlen werden. Abutments aus Vollkeramik haben bei korrekter okklusaler Funktion kein höheres Komplikationsrisiko als Titanabutments. Die Individualisierung des Abutments mit Emergenzpro-



Abb. 5: Individualisierte Titanabutments, mit Cris-tobal-Opaker dentinähnlich beschichtet, zur Aufnahme vollkeramischer Implantatkronen

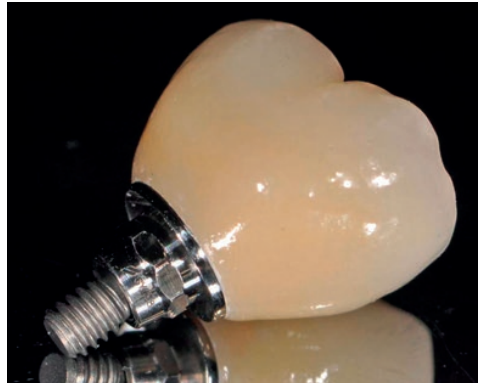


Abb. 6: Abutment und monolithische Krone sind hier in einem Teil vereint. Die Suprastruktur wird in einem Stück eingeschraubt.

Foto 5 und 6:
Ackermann/Neuendorff

fil ist zu bevorzugen. Zur Erfüllung ästhetischer Anforderungen im Frontzahnbereich ist die Vollkeramik unabdingbar. Im Seitenzahngebiet haben sich Hybridabutments mit verklebter TiBase bewährt. Vollkeramische, implantat-getragene Einzelkronen haben klinisch eine sehr gute Prognose. Weitspannige Implantatbrücken haben eine höhere Komplikationsrate, unter anderem durch das Chipping-Risiko. Monolithische Restaurationen oder unverblendete Funktionsflächen sind deshalb zu bevorzugen. Verschraubte wie auch zementierte Implantataufbauten weisen gleichermaßen gute Prognosen auf.

Manfred Kern – Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde e.V., Schriftführung



Abb. 7: Implantatgetragene, verblendete Kronen auf Zirkoniumdioxid-Gerüsten in situ. Die höckerunterstützende Gerüstgestaltung vermeidet weitgehend Verblendfrakturen.

Foto: Ackermann