

# Dual-Material-Konzept

**Dieser Fallbericht beschreibt einen innovativen Ansatz zur vollständigen implantatgetragenen Rehabilitation beider Kiefer unter Einsatz von Reverse-Engineering-Technologien. Ziel war es, durch den gezielten Einsatz unterschiedlicher Materialsysteme für antagonistische Kiefer optimale biomechanische und ästhetische Ergebnisse zu erzielen.**

# D

er Oberkiefer wurde mit einem anodisierten Titansteg und einer darauf abgestützten mehrschichtigen Zirkonoxid-Suprastruktur versorgt, während im Unterkiefer ein Kobalt-Chrom-Gerüst mit einer kraftabsorbierenden Hybridkeramik-Verblendung eingesetzt wurde. Dieses Konzept zeigt, wie durch differenzierte Materialwahl spezifische klinische Herausforderungen komplexer Rehabilitationen gezielt adressiert werden können.

## Einleitung

Die moderne implantatprothetische Versorgung hat sich durch die Integration digitaler Workflows und innovativer Werkstoffe erheblich weiterentwickelt. Dies ermöglicht heute vorhersagbare Ergebnisse auch bei komplexen Vollkieferrehabilitationen. Die Versorgung vollständig zahnloser Patienten erfordert eine sorgfältige Berücksichtigung biomechanischer Prinzipien, materialtechnischer Eigenschaften sowie ästhetischer Anforderungen. Fortschritte im Bereich der Reverse-Engineering-Software haben den Designprozess implantatgetragener Gerüste revolutioniert. Zahntechniker können dadurch hochpräzise Stützstrukturen entwickeln, die langfristigen Erfolg gewährleisten.

Die Materialwahl für antagonistische Kiefer ist zunehmend differenzierter geworden. Studien zeigen, dass der gezielte Einsatz unterschiedlicher Werkstoffe die Kraftverteilung optimiert und Komplikationen reduziert. Dieser Fallbericht präsentiert einen umfassenden Behandlungsansatz unter Verwendung des fortschrittlichen Materialportfolios von SHOFU in Kombination mit innovativen digitalen Designprotokollen, um außergewöhnliche klinische Ergebnisse zu erzielen.



### Autoren

Nikolaos Mekias (Dental Labor Mekias) und  
Evangelos Prokos DDS (AthensDentalCare), Griechenland



➤ 1 Die vorhandene prothetische Versorgung war insuffizient, zumal die Restbeziehung als nicht erhaltungswürdig eingestuft wurde.

## Fallpräsentation und initiales Protokoll

Der Patient war bereits prothetisch auf natürlichen Zahnfeilern versorgt (➤ 1 und ➤ 2). Nachdem diese als nicht erhaltungswürdig eingestuft wurden, erfolgte die Extraktion der Restbeziehung und es wurde eine Ganzkiefer-Rehabilitation erforderlich. Aufgrund hoher ästhetischer Anforderungen und des Wunsches, die gewohnte orale Funktion beizubehalten, wurde ein umfassender Behandlungsplan entwickelt, der Sofortbelastungsprotokolle mit Multi-Unit-Abutments beinhaltet. Der chirurgische Ansatz umfasste die simultane Implantation im Ober- und Unterkiefer unter Verwendung eines einzeitigen Protokolls, gefolgt von einer Sofortbelastung mit provisorischen PMMA-Restaurationen. Um den ästhetischen Erwartungen des Patienten gerecht zu werden, wurde zunächst ein Setup klassisch mit VERACIA SA Kunststoffzähnen aufgestellt (➤ 3). Das visualisierte dem Patienten die vorgeschlagenen



➤ 2 Geplant wurde eine neue implantatgetragene Versorgung. Der Patient wünschte sich von dieser eine verbesserte Ästhetik bei gewohntem Mundgefühl.



➤ 3 Setup als Entscheidungsgrundlage für den Patienten



➤ 4 Intraoralscan der Situation nach Implantation mit Scanpfosten

Zahnformen, -größen und -längen vor der Operation. Diese präoperative Planungsphase erwies sich als entscheidend für die Etablierung der Patientenakzeptanz und die Steuerung des nachfolgenden digitalen Designprozesses.

### Digitaler Workflow und Sofortbelastung

Nach der Implantation wurden beide Kiefer mit einem Intraoralscanner digital abgeformt (➤ 4). Die provisorischen Restaurationen wurden virtuell auf temporären Abutments auf Multi-Unit-Implantatniveau konstruiert und aus hochfestem PMMA-Material mit Faserverstärkung gefertigt (➤ 5 und ➤ 6). Dies sollte eine erhöhte Haltbarkeit während der Einheilphase gewährleisten.



➤ 5 Die Provisorien in situ



➤ 6 Sie wurden aus faserverstärktem PMMA gefräst.



7 Der Aufbau von SHOFU DISK ZR Lucent Supra

Der digitale Workflow ermöglichte eine präzise Erfassung der Implantatpositionen und erleichterte die Konstruktion sowohl der provisorischen als auch der definitiven Versorgungen innerhalb einer durchgängigen digitalen Umgebung. Nach drei Monaten Einheilung und Osseointegration zeigte sich der Patient vollumfänglich zufrieden mit der Form, den Größenverhältnissen, der Phonetik, der Lachlinie und der Okklusion der provisorischen Restauration.

## Reverse-Engineering-Innovation

Eine Schlüsselinnovation in diesem Fall war die Implementierung von Reverse-Engineering-Technologie für das Gerüstdesign. Bei traditionellen Workflows erfolgt zunächst die Konstruktion des Gerüsts, dann das Design der Suprastruktur. Dies führt häufig zu einer unzureichenden Unterstützung oder marginalen Abweichungen. Der neue Ansatz besteht darin, zunächst die vollständige Zahnanatomie zu generieren, wie sie in der provisorischen Phase perfektioniert wurde, und anschließend Reverse-Engineering-Software zu verwenden, um die optimale Gerüstgeometrie aus diesem Design zu extrahieren.

Diese Methodik gewährleistet eine 100%ige Akzeptanz des Designs, eliminiert die Notwendigkeit von Modifikationen in Form oder Okklusion und garantiert gleichzeitig eine optimale Unterstützung für die definitiven Suprastrukturen. Der Reverse-Engineering-Prozess bietet eine ausgezeichnete Passung und Vorhersagbarkeit sowohl für das Gerüstdesign als auch für die Unterstützung der Suprastruktur.

## Oberkieferversorgung

Für den Oberkiefer hatten bei der Materialauswahl Ästhetik und mechanische Eigenschaften höchste Priorität. Die Wahl fiel auf SHOFU DISK ZR Lucent Supra, ein Multi-layer-Zirkonoxidmaterial mit graduierter Transluzenz und Festigkeitswerten von über 1.000 MPa über die gesamte Scheibendicke (7 und 8). Dieses Material kombiniert hochfeste Zirkonoxidvarianten in einer mehrschichtigen CAD/CAM-Konfiguration, wobei die Transluzenz vom zervikalen Bereich (37 %) bis zum Schmelzbereich (44 %) zunimmt.

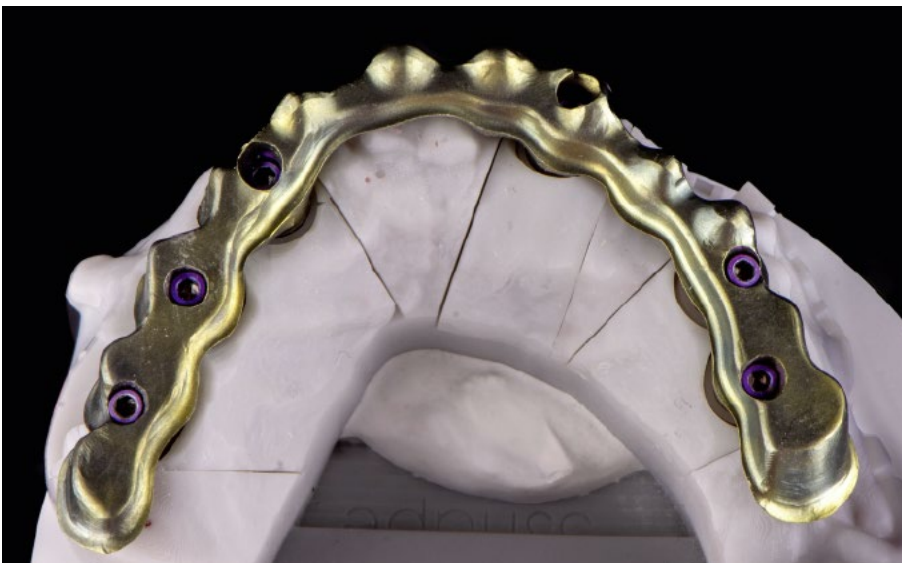




▼ **9** Als Gerüst im Oberkiefer diente ein Titansteg.



▼ **10** Dieser wurde so konstruiert, dass er die Zirkonoxid-Suprastruktur optimal unterstützt.



▼ **11** Es erfolgte eine Anodisierung des Stegs bei 64 Volt.



▼ **12** So wurde eine goldene Einfärbung erzielt. Dies ist ästhetisch günstig unter dem transluzenten Zirkonoxid.

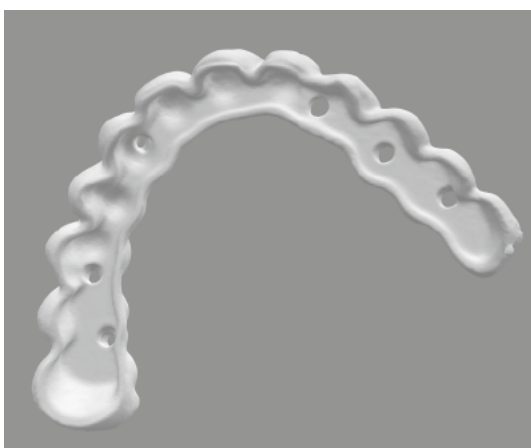
wenn der Titansteg durch transluzentes Zirkon sichtbar sein könnte, da ein Goldton ein grüliches Durchschimmern verhindert und das ästhetische Gesamtergebnis der Versorgung verbessert. Studien bestätigen, dass anodisiertes Titan die Farbparameter vollkeramischer Kronen verbessert und wahrnehmbare Farbunterschiede im Vergleich zu nicht-anodisiertem Titan reduziert.

- Oberflächenqualität und Sauberkeit – Der Anodierungsprozess erzeugt eine saubere, passive Oberfläche, die weniger anfällig für bakterielle Besiedlung und leichter zu reinigen ist. Der Prozess ist umweltfreundlich, da er Elektrizität und Sauerstoff ohne Farbstoffe oder aggressive Chemikalien verwendet.
- Mechanische Stabilität – Die Anodisierung kann die Ermüdungsfestigkeit von Titanbauteilen erhöhen, indem sie die Reibung reduziert, was für Komponenten unter zyklischer Belastung, wie zum Beispiel dentale Stege, vorteilhaft ist.

Die sechs Frontzähne wurden bei der digitalen Konstruktion mit labialen Cut-backs gestaltet, um eine Verblendung mit VINTAGE ZR Keramik zu ermöglichen, während die Seitenzähne vollständig monolithisch verblieben, um hier maximalen Kaukräften standzuhalten ( ▶ 13 und ▶ 14). VINTAGE ZR, eine leuzitverstärkte Mikro-Keramik mit feldspatbasierter Struktur, gewährleistet eine sichere Verbindung zu Zirkonoxidgerüsten und bietet gleichzeitig außergewöhnliche Stabilität und Festigkeit.

VINTAGE Art Universal Malfarben und Glasuren kamen über den gesamten Zahnbogen hinweg zum Einsatz ( ▶ 15 bis ▶ 18). Diese Materialien erzeugen eine natürliche Fluoreszenz und gleichen so die herkömmliche Einschränkung von Zirkonoxid-Materialien unter UV-Licht aus. Die Farbtechnik ermöglichte sowohl die traditionelle 2D-Färbung geschichteter Keramiken als auch 3D-Effekte auf monolithischen Restaurationen. Die Pulver können zudem mit dem Standard-VINTAGE Art Universal LIQUID gemischt werden, um geschichtete keramische Restaurationen traditionell zu bemalen und zu glasieren (2D-Maltechnik). Je nach Untergrund kann zwischen fluoreszierendem und nicht-fluoreszierendem Glasur-Pulver gewählt werden.

Pulvermal Farben und Glasuren mit zwei verschiedenen Anmischflüssigkeiten bieten eine größere Bandbreite an kreativen Möglichkeiten als gebrauchsfertige Pasten. Die Malfarben zeichnen sich durch lebendige Farben und gute Opazität aus. VINTAGE Art Universal YAMAMOTO LIQUID erzeugt Tiefe und zeigt die endgültige Farbe bereits während des Mischens und der Applikation — vor dem Brand.



▶ 13 Digital konstruierte Suprastruktur



▶ 14 Kombination von labialen Cut-backs in der Front und monolithischen Seitenzähnen.



► 15a Ergebnis nach dem Sintern



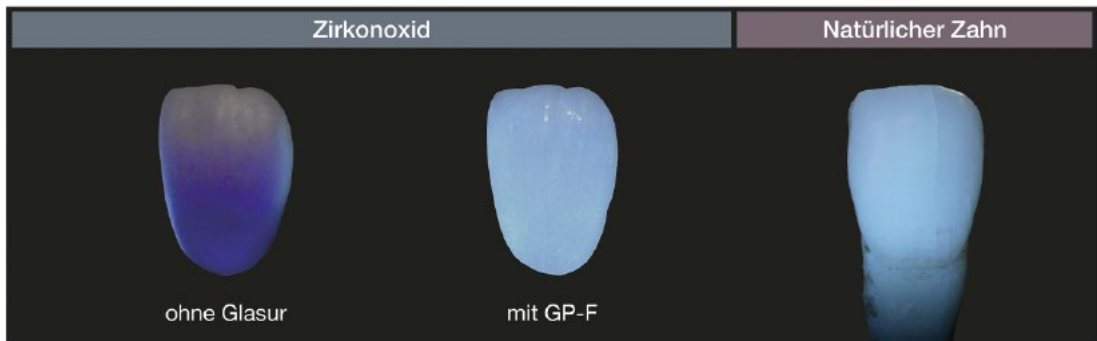
► 15b Ergebnis nach der Verblendung



► 16 VINTAGE Art Universal-Sortiment



► 17 Die Produktlinie umfasst auch fluoreszierende Pulver.



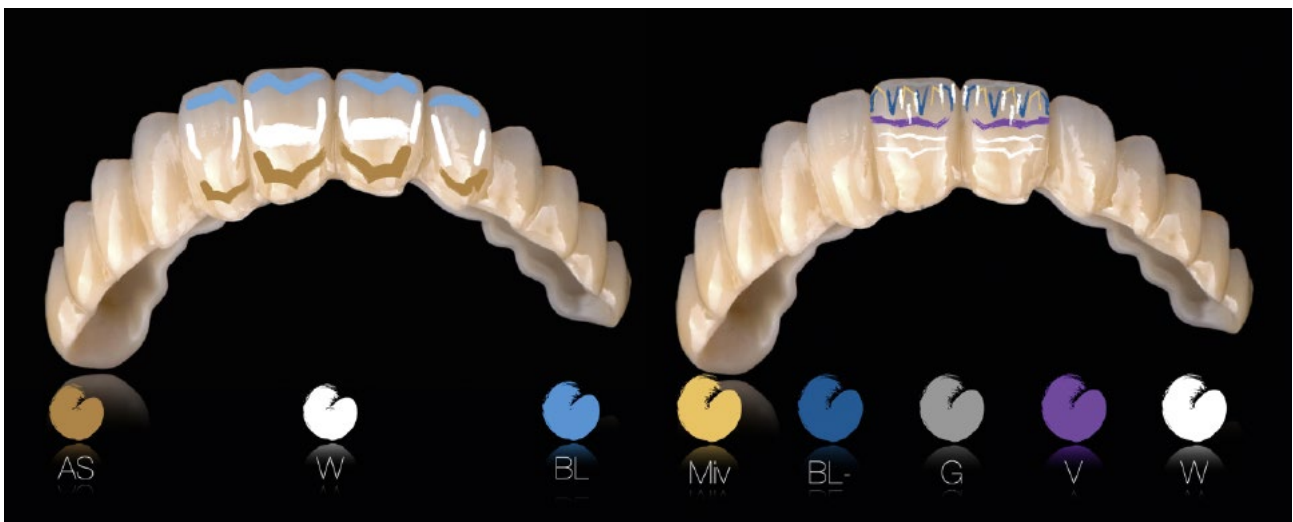
► 18 Es wird eine natürliche Fluoreszenz erzielt.

## 1. Phase der Charakterisierung

Für optimale Ergebnisse empfiehlt sich ein zweistufiger Brennprozess. In der ersten Phase wird Glasurpulver Fluoreszenz (GP-F) mit VINTAGE Art Universal YAMAMOTO LIQUID auf eine feuchte Oberfläche für den Vor-Glasurprozess aufgetragen. Verwendet werden A-Gruppen-Farben (AS) im zervikalen Bereich zur Erzeugung einer intensiveren Dentinfarbe, Weiß (W) zur Erzeugung hochwertiger Bereiche im mittleren Drittel und an den Approximalfächern sowie Blau (BL) zur Erzeugung eines Transluzenzeffekts im inzisalen Drittel. So werden drei Lichtzonen erzeugt: Farbton (zervikal), Helligkeit (mittig) und Transluzenz (inzisal) (► 19).

## 2. Phase der Charakterisierung

In der zweiten Phase wird Glasurpulver Fluoreszenz (GP-F) mit VINTAGE Art Universal YAMAMOTO LIQUID auf eine feuchte Oberfläche für den Endglasurprozess aufgetragen. Die in dieser Phase verwendeten Farben sind Mamelon Ivory (MiV) im inzisalen Bereich zur Erzeugung eines Mamelon-Effekts, Weiß (W) zur Darstellung von Haarrissen, Violett (V) im mittleren Drittel zur Neutralisierung von Gelb und zur Unterstützung des Übergangs vom mittleren Drittel zum inzisalen Transluzenzbereich, Blau-Grau (BL-G) zur Erzeugung von mehr Tiefe in den inzisalen Kantenbereichen sowie Grau (G) zur Verstärkung des Tiefeneffekts an der Schneidekante (► 20).



► 19 1. Phase der Charakterisierung

► 20 2. Phase der Charakterisierung



▼ 21 Dann wurden Steg und Zirkonoxid-Struktur miteinander verbunden.

## Befestigungsprotokoll Oberkiefer

Abbildung ▼ 21 und ▼ 22 zeigen die finale, fest mit dem Metallsteg verbundene Zirkonstruktur. BeautiLink SA ist darauf ausgelegt, eine starke chemische Verbindung sowohl mit Zirkonoxid als auch mit Metall (einschließlich Titan) zu erzeugen und gewährleistet eine zuverlässige Retention und marginale Integrität der Suprastruktur. Die Formulierung des Befestigungskomposits bietet eine hohe Haftfestigkeit auch ohne zusätzlichen Primer, was den Workflow vereinfacht.



▼ 22 BeautiLink SA sorgt für eine starke chemische Verbindung.

BeautiLink SA nutzt die GIOMER-Technologie von SHOFU, die antibakterielle und säureneutralisierende Effekte bietet und das Risiko von Karies an den Restaurationsrändern reduziert. Zudem werden Fluoridionen freigesetzt und wieder aufgeladen, was zur langfristigen Mundgesundheit beiträgt.

Die dualhärtende, selbstadhäsive Eigenschaft von BeautiLink SA ermöglicht eine schnelle, einfache Applikation und Reinigung bei minimaler Techniksensitivität. Es ist in mehreren Farbtönen erhältlich (Clear, Ivory, Opaque) für optimale Ästhetik, auch über Metallkomponenten wie Titanstegen.

Anodisierte Titanstege besitzen eine stabile Oxidschicht, welche die Korrosionsbeständigkeit und Biokompatibilität erhöht. BeautiLink SA ist so formuliert, dass es effektiv an solche Oberflächen bindet und die Integrität der prothetischen Konstruktion sicherstellt. In Fällen mit geringer Retention (zum Beispiel kurze Stege oder Onlays) kann die Verwendung eines Primers wie BeautiBond Xtreme die adhäsive Verbindung zusätzlich verbessern. Um auf Nummer sicher zu gehen, wurde bei dem hier gezeigten Patientenfall zusätzlich BeautiBond Xtreme verwendet.



► 23 Die Suprastruktur für den Unterkiefer wurde aus Hybridkeramik gefertigt.

## Unterkieferversorgung

Die Restauration des Unterkiefers erforderte eine sorgfältige Berücksichtigung der Kraftabsorption, um eine übermäßige Belastungsübertragung auf die starre Oberkiefer-Titan-Zirkonoxid-Restauration zu vermeiden. Das Design des antagonistischen Kiefers priorisierte stoßabsorbierende Eigenschaften, um das Risiko technischer Komplikationen wie Chipping oder Frakturen sowie biologischer Probleme wie Knochenverlust oder Implantatüberlastung zu reduzieren.

SHOFU DISK HC wurde als Material für die Suprakonstruktion ausgewählt; die Hybridkeramik kombiniert hochfeste Keramik mit einer leistungsstarken Composite-Matrix (► 23). Dieses Material weist eine Biegefestigkeit von über 270 MPa auf und verfügt über ein polymerinfiltriertes Keramik-

netzwerk, das Kräfte absorbiert, anstatt zerstörerisch weiterzugeben.

Aufgrund der Anforderungen an eine Brückenversorgung über längere Spannweiten wurde ein Thimble-Design-Cobalt-Chrom-Gerüst mit Retentionsnoppen gewählt, das Titan übertrifft, da es eine höhere Haftfestigkeit bietet (► 24). Vergleichende Analysen zeigten, dass Cobalt-Chrom-Stege mit Noppen eine etwa 1,4-fach höhere Haftfestigkeit als Titan aufweisen – sowohl mit BeautiLink SA (35 MPa vs. 25 MPa) als auch mit BeautiBond Xtreme (42 MPa vs. 30 MPa).

Beim Reverse-Engineering für Zirkon- oder Titanstege beträgt die Gerüstgröße in der Regel etwa ein Drittel der endgültigen Restauration. In diesem Fall war jedoch aufgrund des Hybridmaterials ein Thimble-Design erforderlich. Das Gerüst-Design sah also Fingerhut-artige Stützstrukturen unter jedem Zahn vor, um eine optimale Unterstützung der Hybridkeramik-Suprakonstruktion sicherzustellen. Dieser Ansatz, abgeleitet von traditionellen Metall-Keramik-Prinzipien, bietet individuelle Zahnstützung mit Retentionsnoppen bei reduzierten Abmessungen im Vergleich zu konventionellen Metall-Keramik-Gerüsten.

Das Cobalt-Chrom-Gerüst wurde mit Aluminiumoxid gestrahlt und anschließend mit SHOFU Universal Primer behandelt. Dieses Primer-System verbindet zuverlässig Resine mit allen Dentallegierungen ohne Retentionsnoppen und sichert exzellente Haftung, insbesondere in Kombination mit dem SHOFU Universal Opaque System.



► 24 Thimble-Design-Cobalt-Chrom-Gerüst mit Retentionsnoppen



► 25 Nach dem Opaker-Auftrag

Die Haftfestigkeit liegt nach Alterung bei 25–30 MPa und zeigt Resistenz gegenüber Hydrolyse und thermischen Belastungen. Bei zusätzlicher Verwendung von Retentionsnoppen kann die Haftfestigkeit deutlich steigen. Basierend auf Vergleichsdaten erreichen Cobalt-Chrom-Stege mit Noppen etwa 35 MPa mit BeautiLink SA und bis zu 42 MPa mit BeautiBond Xtreme. Mit Noppen und dem SHOFU-Universal-System ist daher eine Haftfestigkeit im höheren Bereich von circa 35–40 MPa oder mehr zu erwarten, abhängig vom jeweiligen Material und der klinischen Situation.

Nach der Gerüstvorbereitung wurde CERAMAGE Opaque aufgetragen, um die Metall-Composite-Verbindung herzustellen (► 25):

- 1 Gerüst-Oberflächenbehandlung – Das Cobalt-Chrom-Gerüst mit Aluminiumoxid sandstrahlen, um eine mikrostrukturierte Oberfläche zu erzeugen. Gründliche Reinigung des Gerüsts zur Entfernung von Partikeln.
- 2 Primer-Auftrag – SHOFU Universal Primer auf die behandelte Metalloberfläche auftragen. 10 Sekunden einwirken lassen.
- 3 Opaker-Auftrag – SHOFU Universal Opaque (PRE-OPAQUE) für 1 Minute lichthärten. Danach CERAMAGE Opaque gleichmäßig auftragen und 3 Minuten lichthärten.

Nach dem Opaker-Auftrag wurde das Gerüst gescannt und es erfolgte die digitale Konstruktion. Um die korrekte Position des entworfenen Zahnsegments auf dem Gerüst sicherzustellen, wurde die Dispersionsschicht vorsichtig entfernt (zum Beispiel mit Ethanol-getränkter Kompresse) und ein hochwertiges Scan-Spray aufgetragen. Dies gewährleistete präzises Scannen und die exakte Ausrichtung der gestalteten Zähne als Einheit. Vor der finalen Fräsung aus der SHOFU HC-Hybridkomposit-Disk wurde das Design als 3D-Prototyp gedruckt. Zweck dieses Schrittes war die Überprüfung der Passgenauigkeit auf dem Gerüst, der Okklusion und die Identifikation potenzieller Fehler vor der endgültigen Fertigung.

Anschließend wurde zur chemischen Reaktivierung der Dispersionsschicht CERARESIN BOND (CRB) Agent aufgetragen (erzeugt Methacrylatgruppen für stärkere Haftung) (► 26). Das sorgt für eine erhöhte Widerstandsfähigkeit: Sicherung der Haltbarkeit gegenüber Hydrolyse und thermischer Belastung, mit Haftfestigkeiten von 25–30 MPa nach Alterung.

## Hybridkeramik-Suprakonstruktion

SHOFU DISK HC ist ein CAD/CAM-Hybridkeramikmaterial der nächsten Generation, speziell entwickelt für langlebige und ästhetische Restaurationen, einschließlich Sup-

- ▲26 Mit dem CRB-System können verschiedenste Werkstoffe intra- und extraoral sicher und dauerhaft miteinander verbunden werden.



rakonstruktionen. Die einzigartige Zusammensetzung kombiniert hochfeste Keramik mit leistungsstarkem Composite und bietet sowohl exzellente mechanische Eigenschaften als auch naturgetreue Ästhetik.

SHOFU DISK HC kann erhebliche Kaubelastungen aufnehmen und ist daher ideal für implantatgestützte Suprakonstruktionen. Die Hybridkeramikstruktur bietet eine dentinähnliche Elastizität, absorbiert Okklusionskräfte und reduziert das Risiko von Chipping oder Fraktur. Die innovative Füllertechnologie gewährleistet eine herausragende Verschleiß- und Farbbeständigkeit. Das Material bietet eine natürliche Lichtdurchlässigkeit, Fluoreszenz sowie Opaleszenz und ist in vielen Farbtönen und Transluzenzstufen erhältlich. Die Disk ist optimiert für präzises Fräsen in allen gängigen CAD/CAM-Systemen; die Hochglanzpolitur erfolgt direkt ohne vorheriges Brennen oder Sintern.

## Adhäsive Verbindung

Ein kritischer Faktor für den langfristigen Erfolg der Hybridkeramik-Suprakonstruktion ist die Haftfestigkeit am Gerüst. SHOFU DISK HC ist hochkompatibel mit modernen Adhäsivsystemen wie BeautiBond Xtreme und BeautiLink SA.

BeautiBond Xtreme ist ein universeller, lichthärtender, selbstätzender Haftvermittler mit fortschrittlicher Silan-Technologie. Er erzeugt eine langlebige Verbindung zu einer Vielzahl von restaurativen Materialien, einschließlich Hybridkeramiken, Zirkon, Glaskeramiken, Kompositen und Metallen. Die dünne Auftragsschicht (5 µm) sowie die Beständigkeit gegen Hydrolyse und Mikroleckagen machen ihn ideal für sowohl direkte als auch indirekte Restaurationen. BeautiBond Xtreme vereinfacht das Adhäsivprotokoll, da keine zusätzlichen Primer erforderlich sind, und unterstützt alle Ätztechniken, wodurch eine sichere und langanhaltende Verbindung zu SHOFU DISK HC-Suprakonstruktionen gewährleistet wird.

- ① Oberflächenvorbereitung – Vorbereitung der Hybrid-Suprakonstruktion durch Sandstrahlen mit Aluminiumoxid.
- ② Auftragen von BeautiBond Xtreme – Applikation einer einzelnen, gleichmäßigen Schicht BeautiBond Xtreme direkt auf die Oberfläche mit dem mitgelieferten Mikro-Pinsel.

- 3 Lufttrocknen – Zunächst die Oberfläche vorsichtig 3 Sekunden mit Luft trocknen. Dann kräftiger ausblasen, bis die Klebeschicht glänzend erscheint und keine sichtbare Bewegung der Flüssigkeit mehr erkennbar ist.
- 4 Lichthärtung – LED-Licht: 5 Sekunden; Halogen-Licht: 10 Sekunden

In der Kombination von BeautiLink SA mit BeautiBond Xtreme wird die adhäsive Verbindung zur SHOFU DISK HC-Suprakonstruktion weiter verstärkt, wodurch mechanische Zuverlässigkeit und klinische Langlebigkeit gewährleistet werden. Bereiche, die eine Zwischenglied-Unterstützung erforderten, wurden nach der CRB-Anwendung mit CERAMAGE-Komposit aufgebaut, das einen hohen Keramikanteil und elastische Eigenschaften bietet.



▼ 27 Instrumente für die Finish-Sequenz

## Finishing

Die Finish-Sequenz erfolgte durch Feinarbeiten an der Oberflächenanatomie mit Diamantfräsern feiner Körnung und einem Vorpolieren mit Silikonpolierern (▼ 27). Die abschließende ästhetische Phase umfasste die Oberflächencharakterisierung unter Verwendung der lichthärtenden LITE ART Pastenmalfarben auf dem SHOFU HC-DISK-Material (▼ 28). Diese harzbasierten Farbstoffe bieten mehrere Vorteile, darunter naturgetreue Ästhetik durch präzise Farbkorrekturen, bemerkenswerte Farbbeständigkeit bei Erhaltung des ursprünglichen Farbtons und Glanzes über die Zeit sowie hervorragende Polierbarkeit. Der optimierte Workflow machte das Brennen oder Sintern überflüssig, wodurch die gesamte Behandlungszeit verkürzt wurde, während gleichzeitig außergewöhnliche ästhetische Ergebnisse erhalten blieben.

Um sicherzustellen, dass diese lichthärtenden Farbstoffe vollständig und dauerhaft mit der Hybridkeramik (HC) verbunden sind, werden sie entweder mit einer sehr dünnen Schicht des Flow T-Glass-Materials aus dem CERAMAGE-UP-System gemischt oder darüber abgedeckt. Diese Technik garantiert eine 100%ige Integration der Farbstoffe in die HC-Masse und gewährleistet sowohl optimale Ästhetik als auch langfristige Haltbarkeit.



▼ 28 Die lichthärtenden LITE ART Pastenmalfarben lassen sich nahezu keramisch dünn auftragen und härten durch neu entwickelte multifunktionelle Monomer- und Fotoinitiatoren nach kurzer Belichtungszeit aus.

Nach den vorherigen Schritten wird gemäß dem Herstellerprotokoll ein mechanisches Polieren durchgeführt, um eine hochglänzende, langlebige Oberfläche zu erzielen. Hierfür wird ein Zwei-Stufen-System mit Dura-Polish und Dura-Polish Dia empfohlen. Dura-Polish ist eine auf Aluminiumoxid basierende Polierpaste (über 73 Gew.-% Aluminiumoxid) und wird zum Vorpolieren von Kompositen, Legierungen und Acryl verwendet. Sie sorgt für ein sehr gleichmäßiges Oberflächenfinish, selbst in schwer zugänglichen Bereichen, und bereitet die Restauration auf den endgültigen Hochglanz vor. Dura-Polish Dia ist eine diamantpartikel-gefüllte Polierpaste (67 Gew.-% Diamant, Partikelgröße <math><1\ \mu\text{m}</math>), die für das Superpolieren und Hochglanzfinish von Kompositen, Porzellan, Zirkon und Legierungen entwickelt wurde. Dieser Schritt erzielt schnell einen exzellenten, spiegelähnlichen Glanz, der sowohl ästhetisch ansprechend als auch langlebig ist.

Beide Pasten haften gut auf der Oberfläche und besitzen eine feste Konsistenz, wodurch Spritzer minimiert werden und sie wirtschaftlich zu verwenden sind. Das Ergebnis ist eine hochgradig langlebige, homogene und ästhetische Oberfläche, die ihren Glanz über die Zeit hinweg auch unter funktioneller Belastung beibehält.

Dieses Zwei-Stufen-Polierprotokoll stellt sicher, dass Restaurationen aus fortschrittlichen Materialien wie Hybridkeramiken oder Composites ihren Glanz und ihre ästhetische Qualität langfristig bewahren.

## Ergebnis

Dieser Fall zeigt die erfolgreiche Anwendung von Reverse-Engineering-Prinzipien in Kombination mit strategischer Materialauswahl für optimale biomechanische und ästhetische Ergebnisse ( ▶ 29 bis ▶ 30). Der Einsatz unterschiedlicher Materialsysteme für antagonistische Kiefer – starre Zirkon-Suprastruktur im Oberkiefer gegenüber kraftabsorbierender Hybridkeramik im Unterkiefer – stellt einen evidenzbasierten Ansatz für die komplexe Ganzkieferrehabilitation dar.

Das Immediate-Loading-Protokoll mit Integration digitaler Workflows lieferte vorhersehbare Behandlungsergebnisse bei gleichzeitiger Minimierung von Patiententerminen und Behandlungsdauer. Der Reverse-Engineering-Ansatz beseitigte traditionelle Designbeschränkungen und gewährleistete eine optimale Gerüstunterstützung mit exzellenter Passung und Vorhersagbarkeit.

Der langfristige Erfolg dieser Restauration hängt von korrekter häuslicher Pflege und regelmäßiger professioneller Kontrolle ab.



▶ 29 Unterkiefer-Prothese nach dem Finish



▼ 30 Die komplette fertiggestellte Versorgung auf dem Modell



▼ 31 Das Ergebnis im Patientenmund

## Fazit

Dieser Fallbericht veranschaulicht die erfolgreiche Integration fortschrittlicher digitaler Workflows, Reverse-Engineering-Technologie und strategischer Materialauswahl in der komplexen Ganzkieferimplantatrehabilitation. Die Kombination von SHOFUs umfassendem Materialportfolio mit innovativen Designprotokollen zeigt, wie moderne Prothetik außergewöhnliche Ergebnisse erzielen kann, die sowohl biomechanische Anforderungen als auch ästhetische Ansprüche erfüllen.

Der differenzierte Ansatz stellt eine Weiterentwicklung der Protokolle zur Ganzkiefer-Rehabilitation dar. Der Erfolg dieses Behandlungskonzepts beruht auf sorgfältiger Behandlungsplanung, präziser Durchführung digitaler Protokolle und fundiertem Verständnis der Materialeigenschaften sowie deren klinischer Anwendung. Mit der fortschreitenden Entwicklung der digitalen Zahnmedizin wird die Integration von Reverse-Engineering-Prinzipien mit fortschrittlichen Materialien zunehmend wichtig, um optimale klinische Ergebnisse bei komplexen rehabilitativen Fällen zu erzielen. Zukünftige Entwicklungen in digitalen Workflows und Materialwissenschaften werden die Vorhersagbarkeit und Langlebigkeit solcher komplexen Restaurationen weiter verbessern.

[dl]