

Additive Herstellung einer Kobalt-Chrom-Implantatbrücke

Spannungsfrei, hochpräzise und mit angulierten Schraubenzugängen:
Atlantis Suprastruktur aus CoCr mit additiver Fertigungs-Technologie

Nach dem unerwarteten Tod seines Behandlers suchte ein 55-jähriger Patient, der mit Implantaten regio 36, 34, 32, 42, 44 und 46 versorgt worden war, die Praxis der Autoren des Fallberichts auf, um die Behandlung durch eine feste Brücke zu Ende zu bringen.

Vorbereitende Maßnahmen:

Untersuchung des Patienten, Anfertigen eines OPG, Anfertigen von Situations-Modellen

GOZ 0010

Eingehende Untersuchung zur Feststellung von Zahn-, Mund- und Kiefererkrankungen, einschließlich Erhebung des Parodontalbefunds sowie Aufzeichnung des Befunds

oder

oder

GOÄ 6

■ Hinweis: Folgende Leistungen müssen erbracht werden: Inspektion der Mundhöhle, Inspektion und Palpation der Zunge und beider Kiefergelenke sowie vollständiger Zahnstatus.

Vollständige körperliche Untersuchung mindestens eines der folgenden Organsysteme: ... das stomatognathe System, ... gegebenenfalls einschließlich Dokumentation

GOÄ 34

■ Hinweis: Die Mindestdauer von 20 Minuten darf nicht unterschritten werden. Die Zeit muss auf der Rechnung erkennbar und detailliert in der Karteikarte dokumentiert sein.

Erörterung (Dauer mindestens 20 Minuten) der Auswirkungen einer Krankheit auf die Lebensgestaltung in unmittelbarem Zusammenhang mit der Feststellung oder erheblichen Verschlimmerung einer nachhaltig lebensverändernden oder lebensbedrohenden Erkrankung – gegebenenfalls einschließlich Planung eines operativen Eingriffs und Abwägung seiner Konsequenzen und Risiken –, einschließlich Beratung – gegebenenfalls unter Einbeziehung von Bezugspersonen

GOZ 0030

■ Hinweis: Sollten bei der Anfertigung der Suprakonstruktion funktionsanalytische Leistungen (8000 ff.) geplant sein, so kann hier die GOZ 0040 berechnet werden.

Aufstellung eines schriftlichen Heil- und Kostenplans

GOZ 0060

■ Hinweis: Zzgl. Kosten für das Abformmaterial und Laborkosten

Abformung beider Kiefer für Situationsmodelle und einfache Bissfixierung einschließlich Auswertung zur Diagnose und Planung

In der nächsten Sitzung wird über den Abutments eine Überabformung für ein Meistermodell genommen.

GOZ 9050

■ Diese Leistung ist je Implantat höchstens dreimal und höchstens einmal je Sitzung berechnungsfähig.

Entfernen und Wiedereinsetzen sowie Auswechseln eines oder mehrerer Aufbauelemente bei einem zweiphasigen Implantatsystem während der rekonstruktiven Phase

GOZ 5170 analog § 6 Abs. 1

Abformungen mit individuellem Löffel aufgrund anderer Indikationen

Offene oder geschlossene Abformung bei Implantaten sind gemäß der GOZ analog nach § 6 Abs. 1 berechnungsfähig.

■ Zzgl. Materialkosten für Abformpfosten usw.

Abformung des Kiefers mit individuellem Löffel

Einprobe des Zahn-Set-ups zwecks Kontrolle der Passgenauigkeit, um den Auftrag im Atlantis WebOrder abgeben zu können.

GOZ 9050

- Diese Leistung ist je Implantat höchstens dreimal und höchsten einmal je Sitzung berechnungsfähig.

Entfernen und Wiedereinsetzen sowie Auswechseln eines oder mehrerer Aufbauelemente bei einem zweiphasigen Implantatsystem während der rekonstruktiven Phase

Gerüstanprobe mit Präzisionsabformung

GOZ 9050

- Diese Leistung ist je Implantat höchstens dreimal und höchsten einmal je Sitzung berechnungsfähig.

Entfernen und Wiedereinsetzen sowie Auswechseln eines oder mehrerer Aufbauelemente bei einem zweiphasigen Implantatsystem während der rekonstruktiven Phase

GOZ 5170 analog § 6 Abs. 1

Abformungen mit individuellem Löffel aufgrund anderer Indikationen

Offene oder geschlossene Abformung bei Implantaten sind gemäß der GOZ analog nach § 6 Abs. 1 berechnungsfähig.

- Zzgl. Materialkosten usw.

Abformung des Kiefers mit individuellem Löffel

Fertigstellung der Brücke 36-34-32-42-44-46

GOZ 5000

Versorgung eines Lückengebisses durch eine Brücke oder Prothese: je Pfeilerzahn oder Implantat als Brücken- oder Prothesenanker mit einer Vollkrone (Tangentialpräparation)

GOZ 5070

Versorgung eines Lückengebisses durch eine Brücke oder Prothese: Verbindung von Kronen oder Einlagefüllungen durch Brückenglieder, Prothesenspannen oder Stege, je zu überbrückende Spanne oder Freiendsattel

Die GOZ-Position 9050 ist in dieser Sitzung nur dann berechnungsfähig, wenn an einigen Implantaten das Auswechseln von Sekundärteilen noch nicht dreimal durchgeführt wurde. Ansonsten ist ein deutlich erhöhter Steigerungsfaktor anzusetzen.

GOÄ 5000

- Hinweis: Beim Einsatz digitaler Röntgentechnik ist ein Steigerungsfaktor bis 2,5 aufgrund der besonderen technischen Voraussetzung möglich.

Strahlendiagnostik der Zähne, je Projektion

GOZ 6190

- Hinweis: In diesem Fall kann diese Position beispielsweise für die intensive Aufklärung über die spezielle Mundhygiene am Implantat in Ansatz gebracht werden.

Beratendes oder belehrendes Gespräch mit Anweisung zur Beseitigung von schädlichen Gewohnheiten und Dysfunktionen

HINWEIS

Es sollte auf einen dem Behandlungsfall entsprechenden Steigerungsfaktor geachtet werden. Hierbei gilt es, die Kriterien des § 5 Abs. 2 GOZ zu berücksichtigen oder in besonderen Fällen auch mit einer abweichenden Vereinbarung nach § 2 Abs. 1 und 2 GOZ, die vor Behandlungsbeginn zu treffen ist, den Steigerungsfaktor von 3,5 zu überschreiten.

Die Abrechnungshinweise sind von der Autorin nach ausführlicher Recherche erstellt worden. Weitere Leistungen können hinzukommen. Eine Haftung und Gewähr wird ausgeschlossen.



Ute Rabing
www.ute-rabing.de

Additive Herstellung einer Kobalt-Chrom-Implantatbrücke

Spannungsfrei, hochpräzise und mit angulierten Schraubenzugängen:
Atlantis Suprastruktur aus CoCr mit additiver Fertigungs-Technologie

Konventionell werden Metallgerüste gegossen. Hierbei können jedoch fertigungstechnisch bedingte Qualitätsmängel wie Lunker, Dimensionsänderungen und Verzüge auftreten. Zudem ist die gusstechnische Fertigung aufgrund der zahlreichen und filigranen Arbeitsschritte (Aufwachsen, Einbetten, Austreiben und Gießen) sehr zeitaufwendig und der Erfolg von den handwerklichen Fertigkeiten des Zahntechnikers abhängig. Die CAD/CAM-unterstützte, substraktive (abtragende, ablativ) Fertigung von Metallgerüsten mit CNC-Fräsen (Computer Numeric Control) hingegen erlaubt reproduzierbare Qualitäten mit extrem hoher Passung, dimensionsstabilen Gerüst- und Wandstärken und homogener Materialgüte. Als nachteilig sind die ebenfalls nicht unerhebliche Bearbeitungszeit und der hohe Materialverbrauch zu nennen. Zudem kann, ob bei Labor- oder industriellen Anlagen, immer nur ein Werkstück gefertigt werden.^{2,6,8,10}

Eine zukunftsweisende Produktionstechnik, mit der sich die genannten Einschränkungen bisheriger Verfahren weitestgehend ausschließen lassen, ist der „3D-Druck“, genauer das „Additive Manufacturing“.⁹ Dieses generative (auftragende) Verfahren ermöglicht einen „design-driven manufacturing process“, bei dem die Konstruktion so gut wie keine Einschränkung durch Fertigungsparameter erfährt. So können angulierte Schraubenzugänge (ASA)¹ ebenso wie unter sich gehende Stellen zum Beispiel im Approximalbereich in der Konstruktion berücksichtigt werden.

Aus werkstofflicher Sicht sind zwei Fertigungsverfahren zu unterscheiden: die Stereolithographie für Kunststoffe und das Selective-Laser-Melting (SLM) für Metalle beziehungsweise Metalllegierungen wie Kobalt-Chrom (CoCr). Die Verfahren ähneln sich, unterscheiden sich aber im Ausgangsmaterial und in der Aushärtung. Statt flüssigem Kunststoff wird Metallpulver verwendet, und anstelle einer fotochemischen Reaktion verschmilzt ein Laserstrahl das schichtweise aufgetragene Metallpulver zur gewünschten Gerüststruktur. Auf diese Weise lassen sich bei

Zusammenfassung

Patient:

Nach dem unerwarteten Tod seines Behandlers suchte ein 55-jähriger Patient – im Unterkiefer mit chairside-gefertigter Sofortversorgung auf sechs Implantaten des Astra Tech Implantat System – die Praxis der Autoren auf, um die Behandlung zu Ende bringen zu können.

Herausforderung:

Da alle sechs Implantate divergierende Achsen aufwiesen, war aus funktionellen und ästhetischen Gründen eine Gerüstkonstruktion mit abgewinkelten Schraubenzugängen notwendig. Das „Additive Manufacturing“ ermöglicht eine entsprechende Gestaltung einer zwölfgliedrigen, okklusal verschraubbaren Implantatbrücke aus Kobalt-Chrom. Eine derartige Konstruktion verlangt eine extrem hohe Passgenauigkeit (passive fit) und eine entsprechende Oberflächen-güte und -struktur, um eine sichere Funktion und einen langzeitstabilen Materialverbund zu gewährleisten.

Behandlung:

Versorgung aller Implantate mit UniAbutments 20 Grad und Anfertigung einer zwölfgliedrigen Kobalt-Chrom-Implantatbrücke, verblendet mit Komposit und Verblendschalen und minimalem Antrag roter Gingiva.

Atlantis Suprastrukturen mit Additive Manufacturing passgenaue und stabile Brücken- und Hybridstrukturen aus Kobalt-Chrom herstellen, wie sie in ihrer Komplexität im Guss- oder Fräsverfahren nicht realisierbar sind.

Die aus zahnärztlicher wie aus zahntechnischer Sicht zentralen Fragen dabei sind, ob das Additive Manufacturing vergleichbare Qualitäten und patientenindividuelle Formen, wie sie frästechnisch erzielbar sind, liefern kann und worin die Vorteile liegen, sich auf eine „neue“ Technik und auf neue Abläufe einzustellen.

ADDITIVE MANUFACTURING (AM)

An den Abläufen ändert sich für die Praxis und das Labor gegenüber der gewohnten Zusammenarbeit mit Atlantis Suprastrukturen nichts. Nach der Implantation mit Sofortversorgung wird über den Abutments die Abformung für das Meistermodell genommen, ein Zahn-Set-up hergestellt und intra-oral auf einen spannungsfreien Sitz kontrolliert. Die Gerüststruktur wird entsprechend der übermittelten Vorlagen – Zahn-Set-up und Meistermodell – im Atlantis-WebOrder bestellt. Im Scan- und Design-Center wird die Struktur designt und zur Überprüfung und Freigabe im Atlantis ISUS-Viewer online an den Behandler beziehungsweise den Zahntechniker gesendet (Abb. 1 bis 8).

Nach Freigabe wird die Modellation in einen CAM-Datensatz umgerechnet und in Schichten digital „zerlegt“. Dieser Vorgang, das sogenannte Slicen, ist vergleichbar mit dem Nesting, dem Berechnen der Fräsbahnen beim Fräsprozess. In der SLM-Produktionseinheit wird dann auf einer Trägerplatte so lange das Kobalt-Chrom-Pulver Schicht für Schicht – additiv – aufgebracht und entsprechend der Belichtungsstrategie mit dem Laserstrahl nachgezeichnet und verschmolzen, bis die gewünschte Struktur vollständig aufgebaut ist.

Durch dieses exakt gesteuerte Verschmelzen entsteht nach und nach eine verzugsfreie, hochdetaillierte, homogene und feste Suprastruktur. Um eventuelle restliche Gefügespannungen im Material zu beseitigen, werden das Gerüst wärmebehandelt und sämtliche Lager für die Prothetikschraben sowie die Implantat-Abutment-Verbindungen gefräst. Durch das Feinstfräsen der Anschlussgeometrien wird ein präziser, passiver Sitz erreicht (Abb. 9 und 10).

FALLBERICHT

Die Implantate des Astra Tech Implant System (OsseoSpeed TX) waren vom Vorbehandler in regio 36, 34, 32, 42, 44, 46 gesetzt worden. Die aufgetretenen Divergenzen der Implantatachsen sollten durch angulierte Schraubenzugänge (ASA) ausgeglichen werden. Mit dieser Methode, wie sie auch im AM-Verfahren konstruktiv realisierbar ist, muss die Ausrichtung der Schraubkanäle und der Implantatachsen nicht übereinstimmen. ➔

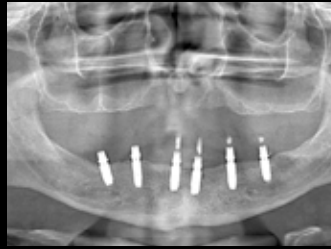


Abb. 1 Ausgangssituation im Röntgenbild



Abb. 2 Sofortversorgung nach Implantation



Abb. 3 Mit UniAbutments 20 Grad versorgte Astra-TX-Implantate



Abb. 4 Ästhetikeinprobe mit Zahn-Set-up



Abb. 5 Passungskontrolle des Zahn-Set-ups



Abb. 6 Auftrag im Atlantis-WebOrder



Abb. 7 Designte Gerüststruktur mit angulierten Schraubenzugängen (ASA)



Abb. 8 Vorgeschlagene Reduzierung für die Verblendung



Abb. 9 AM-Suprastruktur mit feinstgefäster Anschlussgeometrie (Lieferzustand)



Abb. 10 Gerüstanprobe auf UniAbutments und Kontrolle auf spannungsfreiem Sitz



Abb. 11 Überprüfen der vertikalen Gerüstdimensionen



Abb. 12 Spaltfreier Sitz der Suprastruktur auf den UniAbutments



Abb. 13 Am Gerüst verklebte Verblendschalen



Abb. 14 Individualisierung mit Cut-back im Inzisalbereich



Abb. 15 Finale Restauration mit basal angetragenen Gingivamassen



Abb. 16 Generativ gefertigte und verblendete CoCr-Implantatbrücke



Abb. 17 Funktionell und ästhetisch ein perfektes Ergebnis ...



Abb. 18 ... und ein natürlich-harmonisches Erscheinungsbild

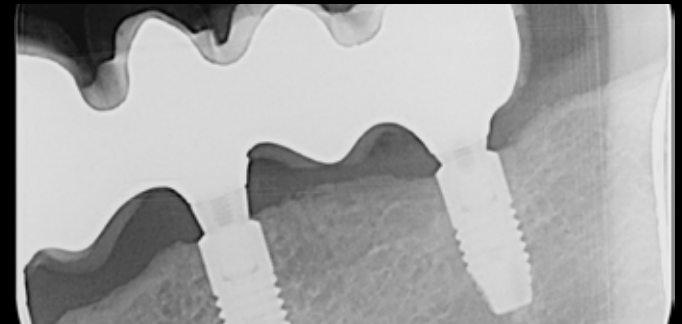
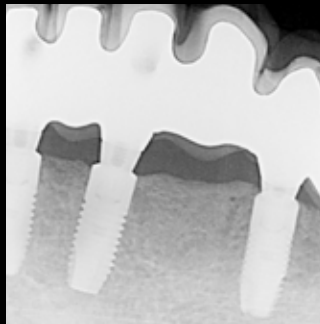
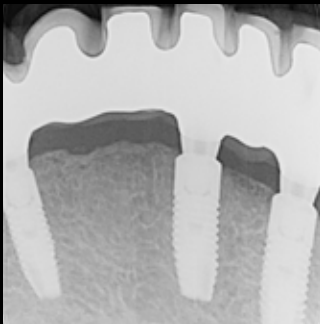


Abb. 19 bis 21 Perfekter Sitz der generativ hergestellten Suprakonstruktion

Anhand der übermittelten Unterlagen wurde im Atlantis Scan- und Design-Center das Gerüst entworfen. Bereits nach kurzer Zeit wurde der Gestaltungsvorschlag online im ISUS-Viewer angezeigt. Wie vorgesehen, waren die Zugänge für die Prothetischschrauben nach funktionell-prothetischen und ästhetischen Aspekten labial beziehungsweise okklusal positioniert und ausgerichtet. Auch die übrige Gestaltung entsprach den Vorgaben, sodass der Designvorschlag freigegeben werden konnte.

Die Herstellung des Gerüsts im AM-Verfahren dauerte wiederum nur wenige Tage, wobei die Suprastruktur bereits sandgestrahlt und am Gerüst-Abutment-Interface für die vorgesehenen UniAbutments Transfer 20 Grad feinstgefräst ausgeliefert wurde.

Für die weiteren Arbeiten wurde eine Präzisionsabformung auf Abutment-Niveau mit individuellem Löffel genommen und die Abutment-Analoge Uni 20 Grad in das neue Meistermodell

eingearbeitet. Sowohl intraoral wie auf dem neuen Meistermodell zeigte das CoCr-Gerüst mit dem Sheffield-Test¹¹ keinerlei Fehlpassung. Für diesen Test wird die Suprastruktur auf dem Modell wie intraoral am distal positionierten Abutment zur Kontrolle festgeschraubt. Da das Gerüst spannungsfrei (passiv fit) auf den restlichen Abutments aufsaß, war ein Nachbearbeiten der Anschlussstellen nicht notwendig (Abb. 11 bis 12).

Für die Verblendung mit Verblendschalen und Komposit wurde das Gerüst wie gewohnt vorbereitet und mit Metallprimer konditioniert. Der Opakerauftrag erfolgte in mehreren dünnen Schichten, bis das Metall vollständig abgedeckt war. Nach jedem Auftrag wurde der Opaker zwischengehärtet.

Die Oberfläche des generativ hergestellten Gerüsts weist bereits im Auslieferungszustand eine ausreichend retentive Struktur für die Verblendung auf, sodass auch hier nichts mehr nachbearbeitet

**ZT STEPHAN ADLER****DR. FRANK KISTLER****DR. STEFFEN KISTLER****PD DR. JÖRG NEUGEBAUER**

werden muss und ein exzellenter Haftverbund erzielt werden kann. Während bei gegossenen oder gefrästen NEM-Gerüsten eine unterschiedlich starke Oxidbildung an der Gerüstoberfläche den Haftverbund zum Verblendmaterial beeinträchtigt und in der Regel einen Oxidbrand erfordert, kann bei den von Atlantis additiv gefertigten Gerüsten dieser Arbeitsschritt laut Herstellerangabe entfallen.

Unter Kontrolle eines vorher genommenen Vorfalls wurden die Verblendschalen aufgeklebt, im Inzisalbereich zurückgeschnitten, individualisiert und mit entsprechendem Komposit finalisiert. Basal und zur Nachbildung der Papillen wurden unter Berücksichtigung der notwendigen Putzkanäle Gingivamassen angebracht. Nach abschließender Politur war die Suprakonstruktion bereit zum Einsetzen. Da die Schraubenlager für die Prothesenschrauben ebenfalls werksseitig bereits feingefräst waren, konnte die finale Restauration ohne weitere Arbeiten mit den Abutments verschraubt werden (Abb. 13 bis 21).

FAZIT

Das Verfahren ermöglicht einen sogenannten „design-driven manufacturing process“, womit eine weitgehende Unabhängigkeit der Gerüstform vom Fertigungsprozess mit einer nahezu völligen Geometriefreiheit gemeint ist. Mit dem additiven Verfahren können extrem präzise (bis auf 15 µm genau), sehr komplexe und filigrane Suprastrukturen bei gleichzeitig extrem hoher Materialdichte hergestellt werden. Dabei weist das verschmolzene Materialpulver die gleichen Materialeigenschaften auf wie das Material im festen Zustand. Bei entsprechender Produktionstechnik ist das Additive Manufacturing (AM) in der Herstellung von NEM-Gerüsten aus Kobalt-Chrom sowohl von der Effektivität als auch von der Effizienz her den bisherigen Fertigungsmethoden vorzuziehen.^{7,12} ✕

VORTEILE ADDITIVE MANUFACTURING

- Divergenzausgleich der Implantatachsen durch angulierte Schraubenzugänge (ASA) mit einer Neigung von bis zu 30 Grad
- Abbildung unter sich gehender Stellen
- Verzugsfreie und dimensionsstabile Gerüststruktur durch hohe Dichte der CoCr-Legierung
- Ausgezeichnete Passung mit spannungsfreiem Sitz
- Kein Nacharbeiten durch gefräste Anschlussgeometrien
- Hoher Scherverbund durch retentive Mikrostruktur der Oberfläche
- Kosteneffizienz durch geringen Materialverbrauch
- Beschleunigter Workflow durch weniger Arbeitsschritte: kein Oxidbrand, kein Abstrahlen
- Kompatibilität mit allen gängigen Implantatsystemen

Additive Herstellung einer Kobalt-Chrom-Implantatbrücke

Spannungsfrei, hochpräzise und mit angulierten Schraubzugängen:
Atlantis Suprastruktur aus CoCr mit additiver Fertigungs-Technologie

- 1. Adler S, Kistler S, Kistler F, Neugebauer J:** Angulierte Schraubenzugänge bei Implantat-Suprastrukturen.
Dentsply Implants Magazin Deutschland 2014; 2: 32-35.
- 2. Beschmidt SM, Strub JR:** Evaluation of the marginal accuracy of different all-ceramic crown systems after simulation in the artificial mouth.
J Oral Rehabil. 1999; 26 (7): 582-593.
- 3. Bindl A, Mormann WH:** Clinical and SEM evaluation of all-ceramic chair-side CAD/CAM-generated partial crowns.
Eur J Oral Sci. 2003; 111 (2): 163-169.
- 4. Drago C, Saldarriaga RL, Domagala D, Almasri R:** Volumetric determination of the amount of misfit in CAD/CAM and cast implant frameworks: a multicenter laboratory study.
Int J Oral Maxillofac Implants. 2010; 25 (5): 920-929.
- 5. Drago C, Howell K:** Concepts for designing and fabricating metal implant frameworks for hybrid implant prostheses.
J Prosthodont. 2012; 21 (5): 413-424.
- 6. Gu XH, Kern M:** Marginal discrepancies and leakage of all-ceramic crowns: influence of luting agents and aging conditions.
Int J Prosthodont. 2003; 16 (2): 109-116.
- 7. Hedberg YS, Qian B, Shen Z, Virtanen S, Wallinder IO:** In vitro biocompatibility of CoCrMo dental alloys fabricated by selective laser melting.
Dent Mater. 2014; 30 (5): 525-534.
- 8. Kapos T, Evans C:** CAD/CAM technology for implant abutments, crowns, and superstructures.
Int J Oral Maxillofac Implants. 2014; 29 (Suppl): 117-136.
- 9. Koutsoukis T, Zinelis S, Eliades G, Al-Wazzan K, Rifaiy MA, Al Jabbari YS:** Selective laser melting technique of Co-Cr dental alloys: A review of structure and properties and comparative analysis with other available techniques.
J Prosthodont. 2015; 24 (4): 303-312.
- 10. Sorensen JA:** A standardized method for determination of crown margin fidelity.
J Prosthet Dent. 1990; 64 (1): 18-24.
- 11. White GE:** The Sheffield fitting test.
In: Osseointegrated Dental Technology 1993: 61.
Quintessence Publishing Co Ltd, London.
- 12. Zeng L, Zhang Y, Liu Z, Wei B:** Effects of repeated firing on the marginal accuracy of Co-Cr copings fabricated by selective laser melting.
J Prosthet Dent. 2015; 113 (2): 135-139.