

# dental dialogue

DAS INTERNATIONALE JOURNAL FÜR DIE ZAHNTECHNIK

WWW.DENTALDIALOGUE.DE

Teamwork Media Fuchstal • © Copyright 2015 Teamwork Media Fuchstal • © Copyright 2015 Teamwork Media Fuchstal

SONDERDRUCK

## INDUSTRIEHOUSE- FERTIGUNG

Ein Beitrag von Dipl.-Ing. (FH) Johannes Anders, Koblach/Österreich





Fertigung von Titanabutments in der Ceramill Motion 2 kombiniert Wirtschaftlichkeit der Inhouse- mit der Qualität der industriellen Fertigung

# INDUSTRIEHOUSE-FERTIGUNG

Ein Beitrag von Dipl.-Ing. (FH) Johannes Anders, Koblach/Österreich

Out- oder Inhouse, das ist die immer wiederkehrende Frage. Sicherlich nicht leicht zu beantworten, denn die Entscheidung für die eine oder andere Variante hängt von vielen individuellen Faktoren ab. Fakt ist, dass mit flexiblen Inhouse-Systemen heute eine Vielzahl an Materialien und Indikationen abgedeckt werden können. Der Dentalingenieur Johannes Anders stellt in diesem Beitrag die Entwicklung einer Indikation vor, mit der die Inhouse-Fertigung individueller Titanabutments auf der Ceramill Motion 2 möglich wird.

## KONTAKT

- Dipl.-Ing. (FH) Johannes Anders  
Amann Girrbach  
Herrschaftswiesen 1  
6842 Koblach/Österreich

## KATEGORIE

- Produktbezogener Spezialbeitrag

## DD-CODE

- **0466y**  
Einfach diesen dd-Code in das Suchfeld auf [www.dentaldialogue.de](http://www.dentaldialogue.de) eintragen und zusätzliche Inhalte abrufen

## Vorwort

Das von dentalen CAD/CAM-Systemen abgedeckte Indikationsspektrum nimmt seit Jahren stetig zu. Neben Standardindikationen wie Kronen, Brücken und Inlays zählen beispielsweise auch Aufbisschienen, diverse Arten von Implantatversorgungen und Stege zum Repertoire vieler dentaler CAD/CAM-Anbieter, die den Herstellungsprozess vom Scannen über das Konstruieren bis hin zur Fertigung auf digitalem Wege realisieren können. Weiterführende Entwicklungen im Bereich der computergestützten, dentalen Herstellungsprozesse zeichnen sich durch Ankündigungen der Industrie bereits ab. Um die Wertschöpfung der CAD/CAM-Produktionsprozesse für Dentallabore zu erhöhen, geht ein Trend zur sogenannten Inhouse-Fertigung. So wächst, neben der Indikationsvielfalt, die Fülle an Materialien, die mithilfe der CAD/CAM-Technologie in Dentallaboren mit den dort installierten Bearbeitungsmaschinen verarbeitet werden können. Hierbei sind auf Seiten der Industrie zwei unterschiedliche Entwicklungsrichtungen zu erkennen: Einerseits werden neue Materialien entsprechend den Anforderungen der CAD/CAM-Verarbeitung entwickelt, andererseits werden neuartige Verarbeitungsprozesse für bestehende Materialien, wie beispielsweise Titan und Titanlegierungen, als Aufgabe gesehen und realisiert. Ideal für den Einsatz im Dentallabor erweisen sich Bearbeitungssysteme, die bereits eine Vielzahl von Materialien und Indikationen abdecken und gleichzeitig Zukunftssicherheit gewährleisten können. Denn der Blick auf die Erweiterungsfähigkeit aufgrund möglicher Neuentwicklungen sollte nie verstellt sein. An derartige Geräte werden hohe Anforderungen in Punkto Flexibilität gestellt, denn deren Bauart und Gerätekonzept müssen auf die unterschiedlichen Anforderungen ausgelegt sein.

## Produktidee

Einen wachsenden Anteil des Indikationsspektrums eines Dentallabors stellen Implantatversorgungen dar. Zum aktuellen Zeitpunkt existieren nur wenige CAD/CAM-

Lösungen zur Herstellung individualisierter Abutments auf Inhouse-Fertigungssystemen. Die bestehenden Maschinen sind im Wesentlichen auf die Fertigung sogenannter Hybridabutments (konfektionierte Klebebasis und individueller, CAD/CAM-gestützt gefertigter Aufbau) beschränkt. Da hierbei zwei Teile miteinander verfügt werden müssen, sind Hybridabutments aufgrund der begrenzten Platzverhältnisse im Kiefer jedoch häufig als problematisch anzusehen. So ist man bei nach vestibulär angulierten Implantaten zu einem Kompromiss zwischen Ästhetik und Größe der für den Haftverbund benötigten Klebefläche gezwungen. Der für die gewünschte Zahnform benötigte Platz wird in derartigen Fällen nicht selten durch manuelles Abtragen der Titanbase im vestibulären Bereich und somit der Verringerung der zwingend notwendigen Klebefläche geschaffen. Platzprobleme bestehen insbesondere bei Implantatversorgungen, die aus insgesamt drei Elemente (Krone, individuelles Abutment und Titan-Klebebasis) bestehen und zumeist zusätzlich eine Verblendung erhalten. Dadurch werden die ohnehin geringen Platzverhältnisse noch stärker reduziert. Neben konstruktionsrelevanten Aspekten gilt es, die Kosten für eine Implantatversorgung im Blick zu behalten. Eine Lösung, mit der die für eine implantatprothetische Rekonstruktion notwendigen Zahnersatzbestandteile und in diesem Zusammenhang auch die Kosten verringert werden können, stellt das Fräsen einteiliger, individueller Titan-Abutments mit integrierter Anschlussgeometrie dar. Diverse Fertigungszentren haben derartige Abutments in ihrem Produktportfolio. Wehrmuts-tropfen für das Labor sind hierbei zusätzliche Kosten, die für die externe Fertigung anfallen. Dadurch wird die Wertschöpfung an einer solchen Versorgung verringert.

Der Wunsch vieler Dentallabore ist es daher, diesen Prozess mit ihren Inhouse-Maschinen abbilden zu können. Als problematisch erweisen sich hierbei jedoch die Präzisionsanforderungen, die an die Anschlussgeometrien zum Implantat gestellt werden. Auf Desktopmaschinen ist es derzeit nicht möglich, solche Geometrien unter Berücksichtigung von Gewährleistungsansprüchen

und den notwendigen Konstruktionsparametern reproduzierbar zu fertigen. Die Mindestanforderung zur korrekten Herstellung des jeweiligen Implantatanschlusses ist die Verwendung von Sonderwerkzeugen wie beispielsweise Schaft- oder Stirnfräsern. Zu berücksichtigen wäre dabei, dass die zwingend notwendige Qualitätskontrolle und -sicherung des inhouse-gefertigten Teils durch das Dentallabor sichergestellt werden müsste. Und um das Fehlerrisiko zu minimieren, müssten Faktoren wie beispielsweise der Werkzeugverschleiß, fehlerhaft kalibrierte Geräte oder Prüflehren, einer ständigen Kontrolle unterliegen. Das größtmögliche Gewährleistungsrisiko für ein Labor, das individuelle Abutments mit samt Anschlussgeometrie inhouse komplett selbst fertigt, stellt unter Umständen die Explantation eines, aufgrund einer fehlerhaft gefertigten Anschlussgeometrie zerstörten Implantats dar.

Um individuelle Abutments mit integrierter Anschlussgeometrie unter Berücksichtigung möglicher Gewährleistungsansprüche herstellen zu können, werden in jüngster Zeit sogenannte Preform-Rohlinge aus Titan angeboten. Diese sind bereits für diverse dentale Fräsmaschinen verfügbar (Beispielsweise: Datron M5 und M7, Röders RXD, Sauer Ultrasonic 20). Die Besonderheit dieser zylindrischen Rohlinge liegt darin, dass sie eine Art Hybridwerkstück beziehungsweise -rohling sind, die auf der einen Seite eine bereits industriell vorgefertigte (englisch: preformed) Implantatanschlussgeometrie und auf der anderen Seite einen individuell fräsbaren Bereich aufweisen. Aus dem fräsbaren Bereich des Rohlings kann die Fräsmaschine den individuell in der CAD-Software konstruierten Teil des Abutments herausarbeiten. Als Ergebnis erhält man ein, den Herstellerangaben entsprechendes, individuelles Abutment mit integrierter, hochpräzise vorgefertigter Anschlussgeometrie an das Implantatinterface (Abb. 1).

## Problemstellung

Die Bearbeitung der Preform-Rohlinge aus Titan stellt erhöhte Anforderungen an die Fräsmaschinen und deren Komponenten.





**01** Ceramill Ti-Form-Rohling mit vorgefertigter Implantatanschlussgeometrie – ein sogenannter Preform-Rohling – zur Herstellung von individuellen Titanabutments



**02** Eine fehlerhafte Platzierung von Rohlingen mit präfabrizierten Anschlussgeometrien in der Bearbeitungsmaschine kann unter anderem zu Winkelfehlern zwischen dem Implantatanschluss und dem individuellen Abutment führen

Dies gilt im Speziellen für reine Desktopfräsmaschinen, wie zum Beispiel die Ceramill Motion 2, weshalb ein Verarbeitungsprozess entwickelt werden musste, deren Fräsergebnisse mindestens denen von großen Fräsegeräten entsprechen und ihnen in dieser Technik in keiner Weise nachstehen sollte. Des Weiteren war der wirtschaftliche Aspekt entscheidend, weshalb die Fräs- und Standzeiten beachtet werden mussten.

Eine weitere Herausforderung stellt die wesentlich höhere Belastung bei der Metallbeziehungsweise Titanverarbeitung dar, als es bei der Bearbeitung von vergleichsweise weichen Materialien, wie vorgesintertes Zirkonoxid, Wachsen oder PMMA der Fall ist. Zudem muss sich die zu fräsende, individuelle Abutmentkonstruktion in korrekter Lage zur vorgefertigten Anschlussgeometrie befinden. Um dies gewährleisten zu können, muss sich der Rohling reproduzierbar und lagerichtig in der Maschine platzieren lassen.

Für die Metallverarbeitung sind beispielsweise folgende Eigenschaften der Maschinenparameter und -komponenten genauer zu betrachten:

- Stabilität des Achssystems (Verwindungssteifigkeit)
- Leistungsfähigkeit des Achssystems (Vorschubgeschwindigkeit, Drehmoment)
- Spindelleistung

(Drehmoment und Drehzahl)

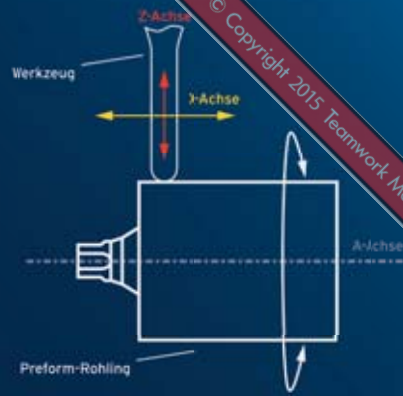
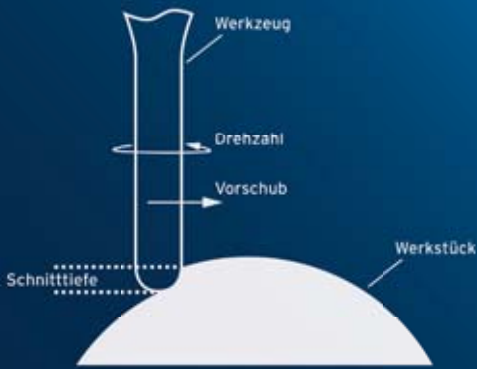
- Kühlsystem
  - Werkzeuge
- Zudem gilt es zu berücksichtigen, dass sich die aus dem Rohteil zu fräsende individuelle Abutmentkonstruktion bei einer ungenauen Platzierung des Preform-Rohlings in der Fräsmaschine nicht korrekt zum Implantatanschluss befinden würde. Eine übermäßige Abweichung der Position eines Abutment-Preform-Rohlings innerhalb einer Fräsmaschine kann mehrere Probleme zur Folge haben:
- Falsche Abutmenthöhe
  - Falscher Abutmentdurchmesser
  - Fehlerhafte Winkellage zwischen Implantatanschlussgeometrie und gefrästem individuellen Abutment entlang seiner Symmetrieachse (Abb. 2)
  - Beschädigung der vorgefertigten Anschlussgeometrie

### Technologische Details

Als Hauptanforderungen an die Entwicklung eines Verarbeitungsprozesses für Titan-Preform-Rohlinge wurden somit zum einen die grundlegende Metallverarbeitung und zum anderen die exakte Positionierung des Rohlings innerhalb der Inhouse-Fräsmaschine gestellt.

### Metallverarbeitung

Für die spanabhebende Fräsbearbeitung ist neben weiteren werkzeuggeometrischen Parametern, die Schnittkraft von Relevanz, die zwischen Werkzeugschneide und Material erzeugt wird. Dabei ist nur durch Bildung eines ausreichend großen Drucks pro Werkzeugschneide auf das Material ein Eindringen und Abtragen möglich. Ist dieser Druck für das jeweilige Material zu gering, erfolgt unter Umständen kein Materialabtrag, ist er zu hoch, kann ein erhöhter Werkzeugverschleiß die Folge sein. Für das Fräsen von dichten Metallen ist ein weitaus höherer Druck zwischen dem Werkzeug und der Werkstückoberfläche erforderlich, als beispielsweise für das Fräsen von vorgesintertem Zirkonoxid. Um die für die Bearbeitung von Metallen notwendige Schnittkraft zu erreichen, müssen unter anderem die Werkzeugdrehzahl, Vorschubgeschwindigkeit und Schnitttiefe aufeinander abgestimmt sein (Abb. 3). Der ideale Drehzahlbereich beziehungsweise die Schnittgeschwindigkeit der speziellen Titanwerkzeuge sind durch Richtwertempfehlungen weitestgehend bereits vorgegebenen. Variiert werden können somit ausschließlich der Vorschub und die Schnitttiefe. Im weitesten Sinne stellt der Vorschub die Geschwindigkeit des rotierenden Werkzeugs im zu bearbeitenden Material dar. Durch



**03** Die Fräsbearbeitung eines Materials hängt generell von der Drehzahl, der Schnitttiefe und der Vorschubbewegung des Fräswerkzeugs am Rohling ab. Die Vorschubgeschwindigkeit kann auch durch das Bewegen des Rohlings erreicht werden

**04** Bei der Rotationsbearbeitung werden die Belastungen auf zwei separat gelagerte Achsen verteilt. Das Werkzeug vollzieht dabei eine gleichmäßige Bewegung entlang seiner X-Achse, das Werkstück rotiert um die unabhängig davon gelagerte A-Achse

die Schnitttiefe wird definiert, wie tief das Werkzeug ins Werkstück eindringt und damit auch, wie groß das abzutragende Volumen ist. Je tiefer der Werkzeugeingriff ist, umso mehr Material kann bei konstantem Vorschub abgetragen werden. Allerdings erhöhen sich dadurch die auftretenden Kräfte und damit die Belastungen zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück. Gleiches gilt für die Erhöhung des Vorschubs. Beides führt zwar zu einer erhöhten Abtragsgeschwindigkeit, bedingt jedoch einen höheren Verschleiß der Werkzeuge. Letzteres ist vor allem für die Wirtschaftlichkeit der Fräsbearbeitung innerhalb von Dentallaboren entscheidend. Es gilt grundsätzlich dieses Verhältnis aus Wirtschaftlichkeit und Effizienz ideal einzustellen.

Beide Parameter stehen in engem Zusammenhang mit dem Achssystem des Fertigungsgeräts. Sowohl das Drehmoment der Achs- und Spindelmotoren als auch die Steifigkeit des Systems sind von Bedeutung, um die auftretenden Kräfte und Belastungen zu kompensieren. Maschine, Werkstück und Werkzeug bilden ein Gesamtsystem, das in Schwingung geraten kann. Abhängig von der Maschinensteifigkeit können diese Schwingungen Auswirkungen auf die Oberflächenqualität und Werkzeugstandzeit haben. Eine Fräsmaschine arbeitet grundsätzlich umso stabiler, je weniger Beschleunigungsbewe-

gungen beziehungsweise Lastwechsel und somit resultierende Schwingungen pro Achse auftreten. Diese Stabilität ist besonders für die Metallverarbeitung von Bedeutung, da die Schnittkraft vergleichsweise hoch ist und bei jeder Positionsänderung des Werkzeugs konstant gehalten werden muss. Und je individueller die zu fertigende Form ist, desto mehr Bewegungen müssen die Achsen durchführen und umso entscheidender ist die dynamische Stabilität der Systemkomponenten.

Wie die Bewegungen der Achsen zur Positionierung des Werkzeugs erfolgen, hängt von der Bauart der Maschinen ab. Bei den meisten Fertigungsgeräten verfügen sowohl die Spindel als auch der Rohlinghalter über unabhängige Achsantriebselemente. Die Bewegung des Werkzeugs in seine gewünschte Position am Bauteil kann somit entweder vom Werkzeug oder vom Rohling durchgeführt werden. Mit Blick auf die Maschinensteifigkeit, insbesondere die von reinen Desktopmaschinen, ist die ideale Bearbeitungsvariante, die ein solches Achssystem ermöglicht, das Rotationsfräsen. Dabei vollzieht der Rohling eine stete Drehbewegung um seine Mittelachse, während das Werkzeug den Rohling seitlich abteilt. Diese rotierende Bearbeitung wirkt ungünstigem Schwingungsverhalten und den entsprechenden, negativen Resultaten entgegen

und führt zudem zu überdurchschnittlich guten Oberflächen. Dabei werden für den Materialabtrag im Wesentlichen nur zwei Achsen benötigt – eine für die Rotation des Rohlings und eine für die seitliche Bewegung des Werkzeugs parallel zur Rotationsachse. Die zu Schwingungen führenden Bewegungswege, und somit die erzeugte kinetische Energie, werden dadurch auf beide Antriebselemente verteilt.

Da sich die Implantatanschlussgeometrie aufgrund der Form der Preform-Rohlinge exakt auf der Mittelachse des zylindrischen Rohlings befindet, kann dieses Bearbeitungsverfahren für die Herstellung individueller Abutments in Betracht gezogen werden. Ein Vorteil dieses Verfahrens liegt im Hinblick auf die Maschinenbelastungen dabei unter anderem in der Verteilung der notwendigen Schnittkraft auf zwei unabhängig gelagerte Achsen: Die Schnittbewegung erfolgt durch Bewegung des Fräswerkzeugs entlang der X-Achse. Die Rotation des Rohlings um die A-Achse stellt die Vorschubbewegung dar. Die übrigen Achsen werden nur geringfügigen Beschleunigungswechseln ausgesetzt (Abb. 4).

Wesentlich begünstigt wird die Bearbeitbarkeit der Titan-Preform-Rohlinge zudem dadurch, dass sie, ähnlich den Glaskeramik-Blöcken, nur für ein Abutment und nicht für die Mehrfachverwendung ausgelegt sind.



**05** Ceramill Ti-Form-Werkzeughalter mit Kalibrierhülse in der Ceramill Motion 2. Dieser wird individuell in Form gefräst, um so den Werkstücknullpunkt in der Maschine zu definieren



**06** Nach dem Kalibriervorgang kann die Rohlingaufnahme auf die Kalibrierhülse aufgesetzt und beides miteinander verschraubt werden. Der Werkstücknullpunkt entspricht nun exakt der Rohlingachse (dem Schraubenkanal des zylindrischen Rohlings)

So ist es möglich, den Rohling von außen nach innen in Gänze abzuarbeiten, ohne Restmaterial stehen lassen zu müssen. Dies gewährleistet eine allumfänglich gute Zugänglichkeit zum Fräsobjekt und Werkzeug mit Kühlschmiermittel. Des Weiteren wirkt es sich positiv auf die Belastungen und somit das Verschleißverhalten der Werkzeuge aus, dass die Richtung der Krafteinwirkung (seitlich oder axial) auf das Werkzeug stärker variiert werden kann.

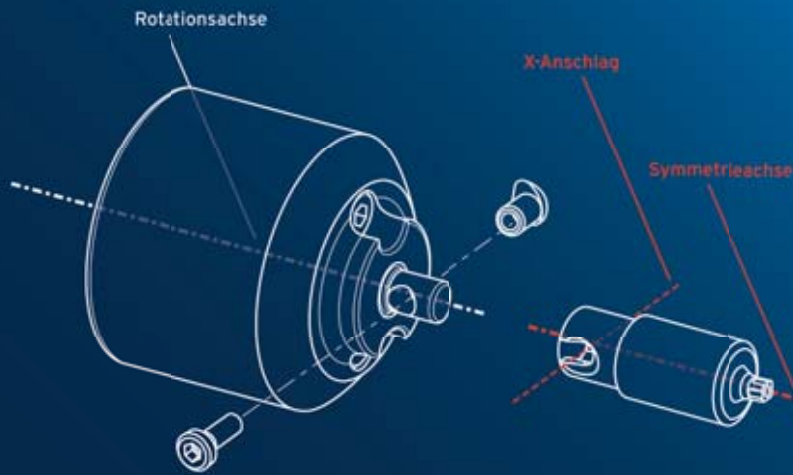
### Positionierung des Rohlings

Die korrekte Positionierung eines Preform-Rohlings ist erreicht, wenn er exakt zum Fräswerkzeug beziehungsweise relativ zum Maschinenkoordinatensystem ausgerichtet ist. Dies stellt jedoch insbesondere für Maschinen, die über keine Werkstücknullpunkterkennung verfügen, eine große Herausforderung dar. Geräte, die diese Technologie besitzen, sind in der Lage, die exakte Position eines Werkstücks beziehungsweise Rohlings festzustellen und den Bearbeitungsprozess automatisch an einer exakt definierten Stelle im Rohling durchzuführen. Die meisten dentalen Fertigungsgeräte, darunter auch die Ceramill Motion 2, sind so ausgelegt,

dass das Herausarbeiten von Kronen und Brücken nicht im direkten Bezug zum Rohling erfolgt, weshalb die Werkstücknullpunkterkennung nicht implementiert ist. Eine Krone wird beispielsweise aus einem vollen Rohteil gefräst, ohne dass ein exakter, gleichmäßiger Übergang zu präfabrizierten Anteilen berücksichtigt und hergestellt werden muss. Abweichungen der Position des Rohlings im Rohlinghalter wirken sich somit nicht auf die Form oder Präzision der Krone aus. Da bei der Fertigung von individuellen Abutments aus Preform-Rohlingen jedoch ein exakter Übergang eines vorgefertigten und eines Freiform-Anteils geschaffen werden muss, gilt es die exakte Position des Rohlings zu beachten. Denn die korrekte Positionierung des individuellen Abutments zu der präfabrizierten Implantatanschlussgeometrie entscheidet über die Qualität des Implantataufbaus. Eine gleichermaßen pragmatische wie simple Lösung, mit der sich der Werkstücknullpunkt definieren lässt, stellt das neu entwickelte sogenannte Kalibrierfräsen des Rohlinghalters dar. Hierbei fräst das Gerät über ein entsprechendes Fräsprogramm einmalig selbst die maschinenseitige Aufnahme für die Einspannvorrichtung des Preform-Rohlings (Abb. 5). Dadurch wird für

alle anschließend darauf fixierten Preform-Rohlinge sichergestellt, dass sie exakt in Relation zum Maschinennullpunkt ausgerichtet sind, sodass die individuellen Abutments in exakter Beziehung zu den vorgefertigten Anschlussgeometrien herausgearbeitet werden können. Mit Blick auf die Langlebigkeit einer Rohlingaufnahme und der unter Umständen durch Abnutzungserscheinungen auftretenden Verschlechterung der Rohlingposition, wurde der Rohlinghalter aus entsprechend widerstandsfähigem, hochchromhaltigem Edelstahl gefertigt. Im Detail ist hierfür eine geteilte Rohlingaufnahme entwickelt worden. Diese setzt sich aus einem auswechselbaren Kalibrierelement aus Aluminium und der eigentlichen Rohlingaufnahme aus Edelstahl zusammen. Beide Bauteile sind zunächst nicht miteinander verbundenen und können erst nach erfolgtem Kalibriervorgang zusammengefügt werden. Der Grund hierfür ist der bewusste Materialüberschuss am Kalibrierelement. Erst wenn dieser durch das Kalibrierfräsprogramm von der Fräsmaschine abgefräst wurde, können beide Bauteile formschlüssig miteinander verbunden werden. Hierdurch wird sichergestellt, dass kein „unkalibrierter“ Rohlinghalter verwendet wird, der zu einem fehlerhaften Fräser-





**07** Schematische Darstellung der zur Positionierung des Preform-Rohlings auf dem Rohlinghalter relevanten Koordinaten und Parameter. Die Symmetrieachse des Rohlings muss exakt auf der Rotationsachse des Halters ausgerichtet werden. Zwei präzise Senkschrauben sorgen für eine zentrische Ausrichtung auf der Rotationsachse, die Implantatanschlussgeometrie bleibt unangetastet

gebnis des Titanabutments führen würde. Nach dem Verbinden der Halter-Elemente (Abb. 6) befindet sich Rohlingaufnahme des Edelstahl-Elements und somit der darauf fixierte Preform-Rohling in exakter Relation zum Maschinennullpunkt.

Neben der maschinenseitigen Rohlingaufnahme muss auch das Verbindungselement am Rohling selbst die Anforderungen an eine genaue Positionierbarkeit erfüllen. Dabei gilt es, wesentliche Ausrichtungsfehler, die in Bezug zur Rotationsachse auftreten können, zu minimieren. Dies wären:

- der Koaxialversatz, also eine Parallelverschiebung zwischen der Zylinderachse des Preform-Rohlings und der rotierenden Maschinenachse,
- den Winkelfehler, also einen Winkel zwischen der Zylinderachse des Preform-Blanks und der Rotationsachse der Maschine, und
- den sogenannten X-Anschlag für die exakte Höhe des Abutments zur Anschlussgeometrie (Abb. 7).

Aufgrund der präzisen und rotationssymmetrischen Bauart der Implantatanschlussgeometrie am Preform-Rohling, wäre es naheliegend, diese als Fixier- und Ausrichtungs-

element zu verwenden. Als vorteilhaft würde sich dies unter anderem deshalb erweisen, da diese nach Abschluss des Fräsprozesses mit dem gefrästen Abutment verbunden bleibt und somit keine Konnektoren zum Restmaterial verbleiben würden. Auch eine gute Zugänglichkeit der okklusalen Abutmentbereiche wäre gegeben. Allerdings gingen damit auch Nachteile einher, denn die zur Fixierung verwendeten Bereiche des Rohlings müssten in der Lage sein, die bei der Titan-Preform-Bearbeitung auftretenden seitlichen Belastungen zur Erzeugung der Schnittkraft schadensfrei kompensieren zu können. Dazu ist die filigrane Anschlussgeometrie allerdings nur bedingt geeignet, da sie zur Kompensation der im Mund vorzugsweise axial auftretenden Kräfte konzipiert ist. Von Nachteil wäre zudem, dass die Preform-Rohlinge für jedes Implantatsystem unterschiedliche Anschlussgeometrien aufweisen, die bei einer derartigen Fixiervorrichtung berücksichtigt werden müssten. Maschinenseitig würden somit unterschiedliche, individuelle Rohlingaufnahmen notwendig werden. Da die Anschlussgeometrie für die Fixierung des Preform-Rohlings umschlossen werden muss, wäre die Zugänglichkeit des Rohlings durch das Fräswerkzeug hier nicht

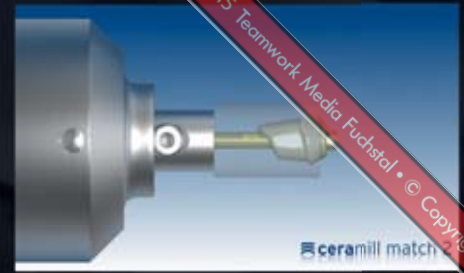
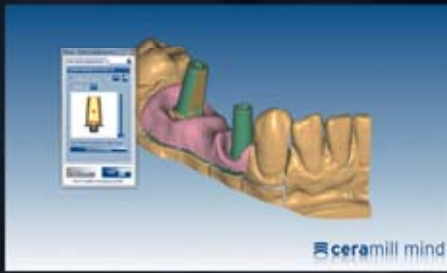


 **ceramill® ti-forms**

Volle Wertschöpfung in Sicht!  
Hochpräzise Titanabutments -  
Inhouse.



**AMANNGIRRBACH**



**08** Zur Positionserkennung der Implantate im Modell wird der hinterlegte Scankörper der CAD-Software (orange) über den gescannten Scankörper (grün) ausgerichtet

**09** In der CAD-Software wird der entsprechende Preform-Rohling als Orientierungshilfe für das Konstruieren des Abutments visualisiert, da die Position des Preform-Rohlings in Bezug zum Implantat zu diesem Zeitpunkt bereits bekannt ist

**10** Die CAM-Software platziert das Abutment bereits automatisch an der richtigen Stelle im Rohling. Die CAM-Software bezieht sich dabei auf die beim Ausrichten der Scankörper ermittelte Implantatposition und gleicht diese mit den konstruierten Daten des Abutments ab

gegeben, sodass die Gestaltung des Emergenzprofils behindert würde. Letztlich würde dies dazu führen, dass das Emergenzprofil des herausgefrästen Titan-Abutments von dem für die optimale Gingivaausformung in der CAD-Software konstruierten Profil abweicht. Eine manuelle Nacharbeit, bei der unter Umständen die Anschlussgeometrie beschädigt werden könnte, wäre zwingend erforderlich. Der entscheidende Nachteil, den eine Fixierung der Preform-Rohlinge über die Implantatanschlussgeometrie mit sich bringen würde, ist allerdings der, dass die Anschlussgeometrien beschädigt werden könnten. Um jedoch eine präzise und haltbare Verbindung zum Implantat herstellen zu können, sollte die Anschlussgeometrie bis zum Einsetzen im Patientenmund weitestgehend unangetastet bleiben.

In Anbetracht dessen, dass eine Fixierung von Preform-Rohlingen über deren Anschlussgeometrien zu einer Vielzahl von Beeinträchtigungen führen kann, hat Amann Girrbach eine Lösung erarbeitet, bei der der Preform-Rohling an der Zylinderoberseite, also gegenüber der Anschlussgeometrie, fixiert wird. Somit ist der Bereich des Emer-

genzprofils gut zugänglich, individuelle Befestigungselemente pro Abumentyp sind nicht notwendig und auch Abnutzungserscheinungen der Anschlussgeometrie wird so effektiv vorgebeugt. All diese Aspekte sprechen für diese neuentwickelte Lösung. Nichtsdestotrotz müssen mit dem Befestigungsansatz sowohl mögliche Lagefehler des Werkstücks als auch die Bearbeitungskräfte kompensiert und eine ausreichende Verwindungssteifigkeit erfüllt werden. Aus diesem Grund wurde der Anschluss besonders massiv gestaltet. Durch das zweiseitige Verschrauben des Rohlings wird eine exakte Zentrierung auf der Maschinenrotationsachse erzielt, wodurch eine Parallelverschiebung zwischen der Mittelachse des Rohlings (entspricht dem Schraubenkanal) und der Rotationsachse des Rohlinghalters unterbunden wird (siehe Abb. 11). Durch die Verschraubung stellt man zudem einen exakten Abstand zwischen der Anschlussgeometrie des Preform-Blanks und der Rohlingaufnahme der Maschine ein. Mögliche Fehler in der Höhe, im Durchmesser und Winkel des individuell gefertigten Abutments zur Anschlussgeometrie können dadurch ausgeschlossen werden.

## Verarbeitungsprozess

Die Entwicklung und Bereitstellung von Lösungen, die an die Preform-Titanbearbeitung gestellt werden, um den beschriebenen technischen Anforderungen gerecht zu werden, bilden die Grundvoraussetzung für den Inhouse-Herstellungsprozess von individuellen Titanabutments in CAD/CAM-Systemen. Technisch nicht außer Acht zu lassen, ist jedoch auch der CAD-seitige Prozess, über den das individuelle Abutment zunächst konstruiert werden muss.

Bereits hier muss die Gestaltung des Implantataufbaus in der richtigen Position zum Implantat erfolgen. Um auszuschließen, dass das virtuelle Abutment in seiner Höhe und seinem Winkel fehlerhaft zum Implantat positioniert wird, sind für jeden Implantattyp Scankörper mit entsprechender Anschlussgeometrie verfügbar. Um ein digitales Abbild der Körper zu erhalten, werden diese mit dem Laboranalog des jeweiligen Patientenmodells verschraubt und über einen 3D-Scanvorgang erfasst. Die digitalisierten Scanabutments dienen innerhalb der Kons-





**11** Der Preform-Rohling wird mit der Rohlingaufnahme der Maschine verschraubt und dadurch sowohl konzentrisch als auch axial ausgerichtet



**12** Rotationsfräsen eines Titan-Preform-Rohlings in der Ceramill Motion 2 unter Einsatz von Kühlschmiermittel. Je nach Größe des konstruierten Teils ist der Vorgang bereits nach 20 bis 30 Minuten abgeschlossen

truktionssoftware Ceramill Mind zur genauen Ermittlung der Implantat- beziehungsweise Abutmentpositionen. Hierzu wird deren Lage durch in der CAD-Software hinterlegte virtuelle Körper abgeglichen (Abb. 8). Jedem dort hinterlegten Scanabutment ist dabei ein entsprechendes Implantatsystem zugeordnet. Durch eine automatisierte Ausrichtung dieser bereits hinterlegten Scangeometrie zu der gescannten Form des Patientenfalles wird die Lage des entsprechenden Implantats im virtuellen Kiefer ermittelt und festgelegt.

Auf Basis der berechneten Implantatposition erfolgt anschließend die Konstruktion des individuellen Abutments. Gleichzeitig dient diese Positionserkennung dazu, den Implantataufbau bereits in entsprechender Lage im Preform-Rohling zu gestalten. Somit ist sichergestellt, dass das Abutment später von der Fräsmaschine an der richtigen Stelle aus dem Preform-Rohling herausgearbeitet wird. Ein weiterer Vorteil: Der Rohling kann während des Konstruierens visualisiert werden, da die Position des Preform-Rohlings in Bezug zum Implantat zu diesem Zeitpunkt ja bereits bekannt ist. Dadurch wird ermöglicht,

die Dimensionen und Formen des individuell zu gestaltenden Implantataufbaus auch unter Berücksichtigung der zu Verfügung stehenden Rohlinggröße zu konstruieren (Abb. 9).

Nach Abschluss der Konstruktion gilt es, die so gewonnene Geometrie in Form einer Fräsdatei an die Fertigungsmaschine zu übermitteln. Hierzu wird die Konstruktion über die CAM-Software Ceramill Match 2 genestet beziehungsweise im Preform-Rohling platziert. Da jedes Implantatsystem über eigene Anschlussgeometrien verfügt, existiert eine entsprechend große Zahl an Preform-Rohlingen. Die Fräsbahnberechnung erfolgt automatisiert innerhalb der CAM-Software und basiert auf dem für die Konstruktion verwendeten Preform-Rohling beziehungsweise dem gewählten Implantatsystem. Das individuelle Abutment muss hierzu, wie bereits in der CAD-Software, auch im Nesting in korrekter Lage zur Anschlussgeometrie des Preform-Blanks positioniert sein. Um das Fehlerrisiko dieser Positionierung für die Fräsbahnberechnung zu eliminieren, ist eine automatische Verknüpfung zwischen der Position des individuell konstruierten

Abutments zum jeweiligen Preform-Rohling notwendig. Die CAM-Software nimmt dabei Bezug auf die beim Ausrichten der Scankörper ermittelte Implantatposition und gleicht diese mit den konstruierten Daten des Abutments ab. Eine manuelle Ausrichtung wird hierbei unterbunden. Der zu fräsende individuelle Implantataufbau befindet sich somit automatisch in der korrekten Position im Preform-Rohling (Abb. 10).

Somit reduziert sich der Aufwand für den Anwender innerhalb der CAM-Software auf das Starten der Fräsbahnberechnung. Ein individuelles, manuelles Einstellen von Fräsparametern, wie Vorschub, Schnitttiefe und Drehzahl, ist nicht notwendig. Anschließend gilt es, die Fertigungsmaschine mit der Rohlingaufnahme, dem Preform-Rohling und den Werkzeugen zu bestücken, das Fräsprogramm zu übertragen und den Fräsvorgang zu starten (Abb. 11 und 12).

Der Fräsprozess erfolgt unter Einsatz von Kühlschmiermittel und ist je nach Größe des zu konstruierenden Teils bereits nach 20 bis 30 Minuten abgeschlossen.



**13** Eine Übersicht der in der Ceramill Motion 2 im Rotationsverfahren gefrästen individuellen Titan-Abutments. Da die Fixierung der Rohlinge nicht über die präzise vorgefertigte Implantatanschlussgeometrie erfolgt, sind hier keine Beeinträchtigungen der Passung oder gar Beschädigungen zu erwarten

**Fazit**

Aufgrund der Rotationsbearbeitung des Abutment-Rohlings wird eine überdurchschnittlich hohe Oberflächenqualität erreicht, wodurch die – insbesondere bei Titan – oft ungeliebte Nacharbeit auf ein Minimum reduziert wird. Zudem kann aufgrund der

erleichterten Polierfähigkeit des gleichmäßig gefrästen Emergenzprofils eine Reizung des Weichgewebes vermieden werden. Auch das Risiko, die zuvor in der CAD-Software auf die Mundsituation angepasste Form des Abutments zu verändern oder gar zu nichte zu machen, kann dadurch nahezu ausgeschlossen werden.

Als Resultat erhält man ein hochwertiges, individuelles Titan-Abutment mit höchster Präzision der Anschlussgeometrie, maximaler Oberflächengüte und exakter Darstellung des Emergenzprofils sowie designgetreuer Aufbaugeometrie. ■

**WERDEGANG**

Im Anschluss an seine Ausbildung zum Zahntechniker (Dentallabor Scheid GmbH, Zell an der Mosel) entschied sich *Johannes Anders* für ein Studium der Dentaltechnologie an der Fachhochschule Osnabrück, das er 2009 erfolgreich abschloss. Noch während seiner Studienzeit sammelte er als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der University of Otago in Dunedin/Neuseeland, Praxiserfahrung in der Implantatforschung bevor er bei Amann Girrbach als Produktentwickler im Bereich CAD/CAM tätig wurde. Heute ist *Johannes Anders* aufgrund seiner umfassenden Praxis- und Technologiekenntnisse Teamleiter für die Entwicklungsgebiete Scannen und CAM.



# ceramill® ti-forms



Teamwork-Media Fuchstal • © Copyright 2015 Teamwork-Media Fuchstal • © Copyright 2015 Teamwork-Media Fuchstal



AMANNGIRRBACH

Ceramill Implantatprothetik -  
**ALL INHOUSE**

Amann Girschbach AG | Fon +49 7231 957-100  
Fon International: +43 5523 62333-390  
[www.amanngirschbach.com](http://www.amanngirschbach.com)




# **ceramill®**

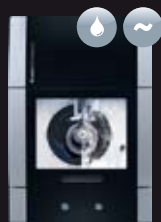
Teamwork-Media Fuchstal • © Copyright 2015 Teamwork-Media Fuchstal • © Copyright 2015 Teamwork-Media Fuchstal




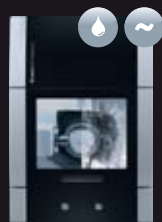
Renmaschine, Fels und beste Freundin.




 **ceramill® mikro**  
4 Achsen simultan  
Trocken fräsen



 **ceramill® motion 2 4x**  
4 Achsen simultan  
Trocken fräsen  
Nass fräsen/schleifen



 **ceramill® motion 2 5x**  
5 Achsen simultan  
Trocken fräsen  
Nass fräsen/schleifen



**AMANNGIRRBACH**

Amann Girrbaach AG | Fon +49 7231 957-100  
Fon International: +43 5523 62333-390  
[www.amanngirrbaach.com](http://www.amanngirrbaach.com)