

Digitale Abformung von Implantaten

WAS GEHT, WAS GEHT NICHT?

Mit der Einführung der neuesten Generationen von digitalen Abformgeräten auf dem dentalen Markt haben sich die Perspektiven zur Abformung von Implantaten kontinuierlich erweitert. Ziel des vorliegenden Beitrags ist es, eine Standortbestimmung zur digitalen Abformung von Implantaten zu liefern sowie die Vor- und Nachteile der digitalen Abformtechnik in Relation zur konventionellen Abformung zu skizzieren.

AUTOREN: DR. MARTIN BUTZ^{1,2}; PROF. DR. SEBASTIAN HAHNEL¹;
DR. SEBASTIAN GRUNERT² | ¹REGENSBURG; ²MÜNCHEN



EINFÜHRUNG

Die digitale Abformung von Präparationen ist keineswegs neu; die ersten Geräte zur digitalen Abformung von Präparationen mit der Möglichkeit, die entsprechende Restauration „direkt am Stuhl“ zu fertigen, wurden schon im Jahr 1987 [1] vorgestellt. In den letzten Jahren hat die digitale Abformung allerdings eine rasante Entwicklung erlebt. Mittlerweile ist eine Vielzahl von unterschiedlichen Systemen und Geräten auf dem Markt erhältlich, und die tägliche Anwendung in der zahnärztlichen Praxis ist keineswegs mehr selten oder exotisch. Gerade für die Abformung von Implantaten bietet die digitale Abformung relevante Vorteile gegenüber der konventionellen Technik; schließlich stellt der digitale Workflow ein standardisiertes Prozedere, das ohne die Anfertigung von Hilfsmitteln wie individuellen Abformlöffeln auskommt, dar.

Merke:

- Bei der Versorgung mit Implantaten bietet die digitale Abformung relevante Vorteile gegenüber der konventionellen Technik

DIGITALER WORKFLOW

Grundsätzliches

Prinzipiell sollten bei der digitalen Abformung – unabhängig davon, ob Zähne und/oder Implantate abgeformt werden –

bestimmte Richtlinien beachtet werden. Die beweglichen Weichgewebe sollten immer zuverlässig durch einen Retraktor abgehalten werden, da ihre Abformung nicht verlässlich reproduzierbar ist und die Genauigkeit der digitalen Modelle durch „Stitching“-Artefakte, die durch das Überlagern verschiedener Aufnahmen entstehen, leidet.

Das begrenzte Scan-Fenster der intraoralen Kameras sorgt dafür, dass zahlreiche kleine Aufnahmen zu einem Gesamtkiefermodell zusammengeführt werden. Hierfür benötigt die Software zuverlässige Landmarken, die bewegliche Schleimhautareale nicht liefern können [2]. Darüber hinaus ist zu empfehlen, im Rahmen der Abformung einem definierten Scan-Pfad gefolgt wird. Dieser kann für verschiedene Scanner-Systeme unterschiedlich sein; detaillierte Informationen zur Erzielung der optimalen Abformung sind den Angaben der Hersteller zu entnehmen.

Für ein bekanntes und vielerorts genutztes Abformsystem hat sich beispielsweise eine okklusal-palatinale Scan-Folge mit Vervollständigung des Scans auf die kontralaterale Seite und anschließender Ergänzung der vestibulären Zahnabschnitte als optimal herausgestellt. Der Zugewinn an Richtigkeit beträgt im Median ca. 5,1 µm [3].

Ebenso tragen die Verwendung der aktuellen Software-Generation und die regelmäßige Kalibrierung des Intraoral-Scanners zur Präzision der Abformung bei, sofern es sich um Sys-

teme handelt, die gemäß Herstellerangaben manuell zu kalibrieren sind [4, 5].

Komplexe prothetische Versorgungen können nicht modellfrei hergestellt werden. Die Präzision von 3D-gedruckten Modellen spielt in diesen Fällen eine ebenso große Rolle wie der intraorale Scan selbst.

Merke:

- Der Zugewinn an Richtigkeit durch die Nutzung eines definierten Scan-Pfads beträgt im Median ca. 5,1 µm

Intraorales Scannen

Den Abformpfosten bei der konventionellen Abformung von Implantaten vergleichbar finden beim digitalen Vorgehen „scan posts“ Anwendung (**Abb. 1**); diese werden ggf. durch zusätzliches Aufstecken eines „scan body“ für das entsprechende System charakterisiert. Entscheidender Vorteil der digitalen Abformtechnik ist, dass verschiedene Scans ergänzt werden können: In der ersten Abformung kann unmittelbar nach der Entfernung des Gingivaformers beziehungsweise der provisorischen Restauration das ausgeformte Emergenzprofil der periimplantären Gingiva-Manschette gescannt werden. Damit sind umständliche Übertragungen eines Emergenzprofils, das mithilfe einer provisorischen Restauration ausgeformt wurde, in einen individualisierten Abformpfosten nicht mehr notwendig.

Dies reduziert den für die Abformung benötigten Zeitaufwand deutlich. Letztlich muss bei diesem Arbeitsschritt allerdings darauf geachtet werden, dass die digitale Abformung möglichst unmittelbar nach der Entfernung der provisorischen Restauration erfolgt, damit es nicht zum Kollabieren der dann nicht mehr gestützten periimplantären Weichgewebe kommt. Später kann dieser Gingiva-Scan kopiert und der implantierte Bereich ausgeschnitten werden.

Nach Einbringung des Abformpfosten kann die eigentliche digitale Abformung des Implantats durch einen erneuten Scan erfolgen (**Abb. 2**). Auch bei modernen puderfreien intraoralen Scannern kann es zudem hilfreich sein, großflächige Schleimhautareale mithilfe eines Scan-Sprays zu mattieren, um Reflexionen zu vermeiden und das Erkennen durch das digitale System zu erleichtern.

Werden wenige Implantate in einer Kieferhälfte bei ausreichend erhaltenen Stützzone abgeformt, können unter Umständen auch das Abformen einer Kieferhälfte im Ober- und im Unterkiefer sowie der Bukkal-Scan zur Festlegung der Kieferrelation ausreichen. Zur Überprüfung der dynamischen Okklusion können weitere Maßnahmen wie etwa die Anfertigung eines Ganzkiefer-Scans dennoch sinnvoll sein. Werden vor der digitalen Abformung die Okklusionskontakte im Mund markiert, kann im Nachgang am digitalen Modell eine Abweichung zwischen klinisch markierten okklusalen Kontakten und der digital erfassten Kieferrelation leichter erkannt werden – dies hilft, Fehler bei der Kieferrelationsbestimmung zu reduzieren. Sofern die Kieferrelation teilweise aufgehoben wurde, wie bei Reduktion der tragenden Höcker innerhalb



Abb. 1 Abformpfosten in Regio 21, nach erfolgter Hart- und Weichgewebsplastik eingeschraubt, Scanbody noch nicht auf den Abformpfosten aufgebracht; Zahn 11 für die digitale Abformung mithilfe von Retraktionsfaden vorbereitet

einer Stützzone oder vergleichbaren Freundsituationen, findet die Kieferrelationsbestimmung entsprechend der analogen Arbeitsweise mit Zentrikregistraten und Bisschablonen statt. Diese können entweder in den Scan übertragen und/oder als physisches Registrat für die Artikulation der gedruckten Modelle an das zahntechnische Labor übergeben werden.

Merke:

- Verschiedene Scans können einander ergänzend angefertigt werden

Zeitpunkt der Abformung

Eine innovative Einsatzmöglichkeit der digitalen Abformung – insbesondere, wenn der chirurgische Eingriff der Implantation und die spätere Restauration durch denselben Behandler oder in derselben Praxis vorgenommen werden – bietet sich, wenn die digitale Abformung des Implantats bereits unmittelbar nach der Implantatinserterion vorgenommen wird. Auf diese Weise kann während der Einheilphase des Implantats bei der digitalen Abformung das definitive Abutment beziehungsweise die definitive Restauration hergestellt und im

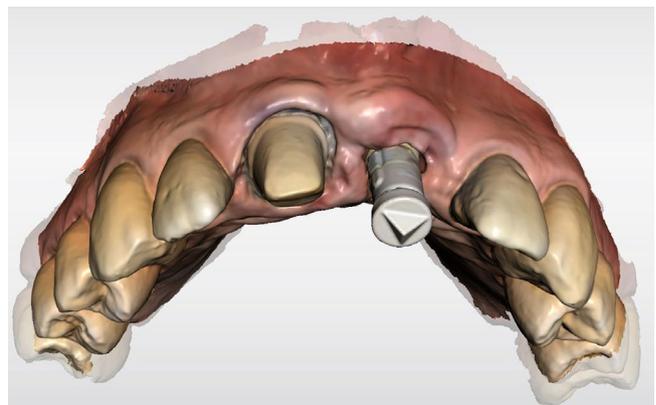


Abb. 2 Digitale Abformung der klinischen Situation aus Abb. 1



Abb. 3 Restaurationen auf Zahn 11 und Implantat 21 in situ

Rahmen der Freilegung des Implantats inseriert werden [6]. Dies bietet den Vorteil, dass das empfindliche periimplantäre Weichgewebe weniger traumatisiert wird und im Behandlungsablauf Zeit und Kosten gespart werden können.

Merke:

- Durch eine digitale Abformung des Implantats unmittelbar nach der Insertion wird das periimplantäre Weichgewebe geschont

Einzelzahnrestauration

Für die Herstellung von implantatgetragenen Kronen im Sinne einer Einzelzahnrestauration bietet sich bei der Verwendung von digitalen Abformtechniken die Möglichkeit, gänzlich ohne Modell zu arbeiten. Dabei empfiehlt sich die Anwendung von so genannte Hybrid-Abutments, die einen standardisierten Anschluss zum Implantat bieten und mithilfe einer individuell aus zahnfarbenen Werkstoffen gefertigten Suprakonstruktion verklebt werden.

Dieser Weg ist auch im Chairside-Prozess möglich, sodass bei entsprechenden infrastrukturellen Voraussetzungen auch zeitlich effektiv gearbeitet werden kann. Eine klinische Studie,



Abb. 4 3D-gedrucktes Modell mit vollkeramischen Kronen auf Zahn 11 und Implantat 21

die die Passung einer implantatgetragenen Einzelkrone nach entweder konventioneller oder digitaler Abformung in einem verblindeten Versuchsaufbau unmittelbar verglichen, konnte zeigen, dass die im digitalen Abformweg hergestellten Restaurationen wenigstens gleichwertig sind: In mehr als der Hälfte der Fälle wurden Restaurationen eingesetzt, die im digitalen Prozessweg hergestellt wurden [7]. Ein klinisches Beispiel hierfür sieht man in **Abb. 3**.

Merke:

- Beim Arbeiten ohne Modell empfiehlt sich die Verwendung von Hybrid-Abutments

Mehrzahnrestauration

Neben einzelnen Implantaten ist auch eine Abformung mehrerer Implantate möglich. Ähnlich wie bei der digitalen Abformung von Zähnen konnte gezeigt werden, dass mit zunehmender Größe des abgeformten Areals die Abformgenauigkeit leidet: Gerade bei Abformungen eines ganzen Kiefers können mithilfe der konventionellen Abformtechnik nach wie vor bessere Ergebnisse erzielt werden [8].

Digitale Abformmethoden können besonders zuverlässig angewendet werden, um etwa zwei Implantate zur Anfertigung von dreigliedrigen Brückenkonstruktionen abzuformen; die erzielte Abformgenauigkeit ist besser oder im Bereich der konventionellen Techniken [9].

Allerdings ist zu beachten, dass implantatgetragene Brückenkonstruktionen aufgrund etwaig divergierender Implantatachsen nicht notwendigerweise zuverlässig komplett digital angefertigt werden können und oftmals der Umweg über ein Modell (**Abb. 4**) notwendig ist.

Die digitale Abformung ganzer Kiefer ist prinzipiell auch bei implantatgetragenem Zahnersatz möglich, sofern der Behandler die Ungenauigkeiten der Abformung durch Vermeidung von bekannten Fehlerquellen reduziert und im Fortgang durch Maßnahmen wie das direkte Verkleben von Abutment und Krone im Mund und gegebenenfalls notwendige Überarbeitungen im Labor ausgleicht. Dementsprechend ist darauf zu achten, dass komplexe implantatprothetische Versorgungen nicht modellfrei hergestellt werden können und unter Umständen ein Umweg über ein gedrucktes Modell erfolgen muss.

Cave:

- Mit zunehmender Größe des abgeformten Areals leidet die Genauigkeit der digitalen Technik

TIPPS FÜR DIE PRAXIS

- Die digitale Abformung nach einem definierten Scan-Pfad durchführen.
- Reflektierende Bereiche wie zum Beispiel metallische Restaurationen oder Schleimhautareale sowie stark unter sich gehende Bereiche mit Scan-Spray mattieren, um eine eindeutige Erkennung der Oberflächen zu erleichtern.

- Okklusionskontakte vor der digitalen Abformung intraoral markieren und mit dem digitalen Modell abgleichen.
- Neueste Version der entsprechenden Software verwenden beziehungsweise Intraoralscanner regelmäßig kalibrieren.
- Stitching-Thematik verstehen und Ungenauigkeiten beim Scan kompletter Kiefer im Workflow ausgleichen.

FAZIT FÜR DIE PRAXIS

- Die digitale Abformung von einzelnen Implantaten funktioniert zuverlässig und mit einer Präzision, die der konventionellen Abformtechnik vergleichbar ist.
- Im Fall der Abformung einzelner Implantate kann bei der Anfertigung der Restauration vorhersagbar ohne Modell gearbeitet und die Restauration ggf. in einem Chairside-Prozess angefertigt werden.
- Die digitale Abformung von mehreren Implantaten ist insbesondere dann eine Alternative zur konventionellen Abformung, wenn sich die Implantate in einem Bereich befinden, der begrenzt ist.
- Die digitale Abformung ganzer Kiefer zur Anfertigung von implantatprothetischen Restaurationen ist prinzipiell möglich. Allerdings müssen im Anschluss häufig umfangreiche Maßnahmen zur Korrektur von Abformfehlern durchgeführt werden, sodass die digitale Abformung meist weniger Vorteile im Vergleich zur konventionellen Technik bietet.

LITERATUR

Das Literaturverzeichnis finden Sie im Beitrag auf www.springermedizin.de/der-freie-zahnarzt unter „Begleitmaterial“.

KORRESPONDENZADRESSE



Dr. Martin Butz
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
Universitätsklinikum Regensburg
93042 Regensburg
martin.butz@ukr.de

Einhaltung ethischer Richtlinien-- Interessenkonflikt. M. Butz hat Honorare für Vorträge von der Fa. Sirona, die im Bereich digitale Abformung und Implantatprothetik tätig ist, erhalten. S. Hahnel hat Drittmittel verschiedener Stiftungen und Industriefirmen eingeworben, darunter auch von Firmen, die im Bereich der Implantatprothetik tätig sind (Fa. Straumann, Fa. Camlog). Darüber hinaus hat er Honorare für Vorträge von verschiedenen Firmen erhalten, die im Bereich der Implantatprothetik tätig sind (Fa. Straumann, Fa. Camlog). S. Grunert hat Honorare für Vorträge von der Fa. Medentis Medical, die im Bereich Implantologie und Implantatprothetik tätig ist, erhalten.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Advertisement placeholder

Hier steht eine Anzeige.

Hier staat een advertentie.

Advertisement placeholder

Hier steht eine Anzeige.

Hier staat een advertentie.

Advertisement placeholder

Hier steht eine Anzeige.

Hier staat een advertentie.

Advertisement placeholder

Hier steht eine Anzeige.

Hier staat een advertentie.