

# Der intraorale Scan von Implantaten auf Basis eines Scanbody – Eine Übersicht über Machbarkeit und Grenzen aktueller Systematiken

M. Engelschalk  
München

**Der intraorale Scan gilt heute in der konventionellen Prothetik als ein verlässlicher und eingeführter Arbeitsablauf. In der Implantatprothetik wird die Digitalisierung fast ausschließlich im Stadium der Modellsituation durchgeführt. Hierbei muss aber der konventionelle Ablauf der intraoralen Abformung mittels Abformpfosten und die sich daran anschließende Modellherstellung weiterhin gegangen werden. Die digitale Umsetzung erfolgt hier nur zur Generierung von CAD/CAM-basierten individuellen Abutments und eventuellem Zahnersatz. Eine Optimierung findet somit nur im Bereich des Designs und der Herstellung des Abutments statt.**

Bereits durch den intraoralen Scan einer Implantatsituation kann aber maximal früh die digitale Darstellung generiert und eine konventionelle Modellherstellung wie oben beschrieben vermieden werden. Dabei bedingen aber Implantatsituationen aufgrund der spezifischen Daten und Informationen eine erweiterte Anforderung und Herangehensweise an den intraoralen Scan und die angeschaltete verarbeitende Software. Diese Arbeit soll daher eine erste Einführung in die aktuelle Möglichkeiten und Grenzen innerhalb der festsitzenden Implantatprothetik basierend auf einem intraoralen Scanbody geben.

## Allgemeines zum intraoralen Scan

Ein Erfolg digitaler intraoraler Aufnahmen anatomischer Strukturen oder standardisierter Körper ist durch eindeutige Faktoren bestimmt. So ist nur der Bereich digitalisierbar, der für die Aufnahmeoptik erkennbar ist. Damit sind alle nicht sichtbaren, unter sich gehenden Bereiche nicht erfassbar. Dies erfordert grundsätzlich eine 360°-Sicht auf die jeweilige Struktur.

Die aktuell auf dem Markt befindlichen intraoralen Scanner unterscheiden technisch 3 Hauptarten der Erfassung [1]. Bei der Triangulation wird ein Lichtstreifenmuster auf die Oberfläche eines Gegenstandes projiziert und der Unterschied zwischen ausgesendetem und reflektiertem Lichtstrahl durch den vorab festgelegten Winkel zwischen Projektor und Sensor mithilfe des Satz

des Pythagoras gemessen (Beispiel: CEREC). Die Laserabtastung hingegen projiziert einen konfokalen Laserstrahl auf einen Gegenstand und der reflektierte Laserstrahl wird über einen Fokalfilter so getrennt, dass nur die reflektierten Strahlen, die im Fokuspunkt der Linse liegen, auf dem Sensor abgebildet werden können. Da der Fokalabstand bekannt ist, kann auf den Abstand des gescannten Gegenstands geschlossen werden (Beispiel: iTero). Beim sogenannten Wavefront sampling wird das reflektierte Bild eines Gegenstands durch ein Linsensystem geschickt. Liegt das Bild im Fokus, so stimmt die Entfernung des Objekts mit der Fokallänge überein. Liegt es außerhalb des Fokus, kann das Objekt durch die Größe des unscharfen Objekts berechnet werden (Beispiel: Lava C.O.S., 3M TrueDefinition). Allen Verfahren aber ist gemeinsam, dass bei Einhalten eines, für jedes Verfahren festgelegten, Scanpfads die Genauigkeit des jeweiligen Scan erhöht werden kann. Auch Scans ganzer Kiefer sind heute mit sehr hoher Genauigkeit durchführbar, wenn passende Scanstrategien oder Pfade eingehalten werden [2]. Beim Wavefront sampling hat Untersuchungen zufolge die Erfahrung des Anwenders einen signifikanten Einfluss auf das Ergebnis. Der Winkel der Implantatachse und die Tiefe des gesetzten Implantats hingegen zeigten keine signifikanten Abweichungen von den Vergleichswerten [3]. Diese Aussage zur Winkelung und Positionierung konnte auch in einer ähnlichen Studie zur konfokalen Laserabtastung bestätigt werden. Allerdings musste hier festgestellt werden, dass die gescannte Spanne bei dieser Technik sehr wohl einen Einfluss auf die Genauigkeit hatte. So stieg mit der Länge des gescannten Bereichs auch die Fehlerquote [4].

Die Frage nach der Puderung ist grundsätzlich und nicht von den Übertragungshilfen in der Implantatprothetik abhängig. Hier entscheidet das jeweilige Aufnahmesystem, ob und in welchem Grade einer Puderung zum Scan vorliegen muss. In der Regel kommt es zur Verwendung von Tita-

niumoxidpulver in dezenter Menge um reflektierende Oberflächen zu entschärfen und um für den Scanvorgang definierte Rauigkeiten auf der Oberfläche zu generieren, die in der Folge zu einer wesentlich genaueren Wiedergabe führen.

### Überblick zu intraoralen Scanbodies

Die Aufgabe der intraoralen Scanbodies besteht in einer maximalen detailgenauen Übertragung von Implantatposition, Implantatgrunddaten (Durchmesser und Verbindungsart), Nachbarstrukturen (periimplantärer Gingivaverlauf, Nachbarbezeichnung) sowie der Einordnung des Implantats zu seinen Antagonisten. Die grundsätzliche Machbarkeit digitaler Übertragung mithilfe codierter Abutments wurde bereits in Untersuchungen und Workflowbeschreibungen gezeigt [4–6].

Die meisten intraoralen Scanbodies sind dabei aus den Laborserien zum Scan von implantatbezogenen Modellsituationen entliehen. Nur wenige Hersteller haben eigene intraorale Scanbodies entwickelt (◉ Abb. 1,2). Eine Besonderheit stellt hier das BellaTek Encode System (Fa. Zimmer Biomet) dar, das als eine Kombination aus Gingivaformer und Scanbody entwickelt wurde (◉ Abb. 3). Hier kann der Gingivaformer nach Freilegung und Einheilung der Strukturen im gedeckten Verfahren, nach Einheilung der Strukturen im offenen Verfahren oder schon direkt zum Zeitpunkt der Implantatsetzung abgeschannt werden. Dieses Vorgehen vermeidet neben dem zusätzlichen Bauteil Scanbody auch eine unnötige, häufige Schraubenmanipulation am Implantatkörper. In Untersuchungen konnte bereits gezeigt werden, dass ein vermehrter Schraubenwechsel am Implantat und das damit verbundene Irritieren periimplantärer Strukturen zu einem Knochenabbau im Bereich der Implantatschulter führen kann. Bis zu 2 Wechsel verhalten sich dabei ähnlich zum sofortigen Einschrauben bei Implantatsetzung. Ab 5 Wechselvorgängen ist hingegen von einer nachhaltigen, negativen Wirkung auf den periimplantären Knochen auszugehen [7]. Das Belassen von Aufbaustrukturen, die zum Zeitpunkt der Implantatinsertion aufgeschraubt werden, ergibt eine signifikante Reduktion des horizontalen Knochenabbaus [8]. Übertragen auf das BellaTek Encode Abutment bedeutet dies einen klaren biologischen Vorteil, da es hier im geringsten Fall nur zum Wechsel von Gingivaformer gegen definitives Abutment kommt.

### Die scanbasierte Modellherstellung

Im Bereich der konventionellen Prothetik kam es bereits zu eingehenden Untersuchungen und somit zum Nachweis der allgemeinen Scengenauigkeit [9, 10], der Dimensionstreu stereolithografisch hergestellten Arbeitsmodellen [11, 12] sowie der Dimensionstreu auf den Scandaten basierenden gefrästen Versorgungen [13–15]. Hierzu wurde die Referenz zum konventionellen



Abb. 1 ■ Bildlegende ergänzen ■



Abb. 2 ■ Bildlegende ergänzen ■



Abb. 3 ■ Bildlegende ergänzen ■

Gipsmodell oder zur intraoralen Situation vergleichen. Es konnte festgestellt werden, dass sowohl für die, auf digitalen Daten basierenden Arbeitsmodellen, wie auch für die durch diesen Workflow hergestellten Arbeiten eine extrem hohe Exaktheit zugrunde lag. Dies zeigte sich auch im Vergleich zur konventionellen Herstellungsmethode. Neben dieser modellgebundenen Herstellung kann bei der Verwendung intraoraler Scanverfahren auch ein modellfreier Workflow zur Herstellung von monolythischen Einzelzahnrestorationen gewählt werden. Im Bereich der Implantatprothetik konnte dieser Ablauf bereits erfolgreich für den Seitenzahnbereich beschrieben werden [16]. Auch bezogen auf die Detailtreue und Genauigkeit von digitalen Modellen zu Diagnostikzwecken ist in Untersuchungen eine fast 1:1 Informationstreu nachgewiesen worden [17].

### Der Singlescan

Die Grundidee dieses Vorgehens besteht in einem einzigen intraoralen Scan der Implantatsituation für die Herstellung des Abutments wie auch der dazugehörigen festsitzenden Prothetik. Bei der Herstellung der entsprechenden Prothetikkom-

Abb. 4 ■ Bildlegende ergänzen ■

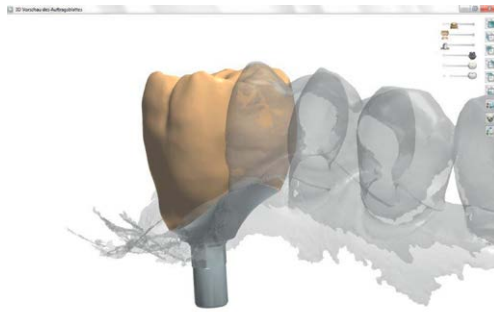


Abb. 5 ■ Bildlegende ergänzen ■

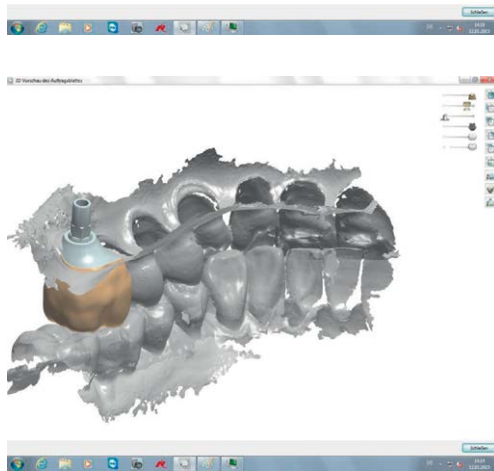


Abb. 6 ■ Bildlegende ergänzen ■

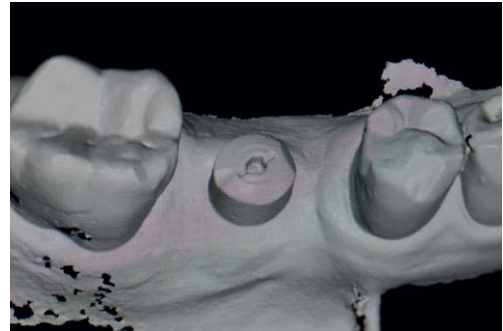


Abb. 7 ■ Bildlegende ergänzen ■



Abb. 8 ■ Bildlegende ergänzen ■



Abb. 9 ■ Bildlegende ergänzen ■

ponenten ist dabei zu beachten, ob ein modellfreier oder modellbezogener Weg auf Basis von SAL-Modellen gegangen werden soll. Bei einer modellfreien Variante werden Abutment und Prothetikversorgung virtuell designt und anschließend gefertigt. Hierbei ist die Herstellung der Krone nur im monolythischen, vollanatomischen Verfahren möglich, da aufgrund der körperlich fehlenden Nachbarstrukturen wie auch Antagonisten keinerlei laborseitige zusätzlich Manipulation möglich ist. Ausgenommen hiervon ist eine Politur und Bemalungstechnik nach dem Fräsvorgang (◉ Abb. 4–6). Diese Vorgehensweise ist unabhängig vom verwendeten Intraoralscanner und nur abhängig vom verwendeten Implantatsystem bzw. der fehlenden Möglichkeit des Einbaus eines speziellen Laboranalog in die gedruckten oder gefrästen Modelle.

Einen Sonderweg stellt hier das Vorgehen auf Basis der BellaTek Encode Sytematik (Fa. Zimmer Biomet) in Kombination mit dem 3M TrueDefinition Intraoralscanner dar. Hier wird das designte Abutment bereits als Sägestumpf in das zu druckende SLA-Modell einberechnet und hergestellt (◉ Abb. 7–9). Damit kann ohne Verwendung des definitiven Abutments für die Prothetik modellbasiert weiter gearbeitet werden. So ist auch eine Herstellung benachbarter Versorgungsungen im CAD/CAM-Verfahren wie auch in konventioneller Vorgehensweise möglich (◉ Abb. 10–12).

Auch die Kombination aus dem Implantatsystem der Fa. Straumann sowie dem 3M TrueDefinition Intraoralscanner ist in der Lage mittels Scans diese

prothetischen Produktionsvarianten darzustellen. Allerdings wird hier ein eigens entwickeltes Laboranalog in das SAL-Modell eingebaut, das dann das definitive Abutment in seiner vorgesehenen Position aufnehmen kann und somit den prothetischen Herstellungsprozess ermöglicht (◉ Abb. 13–15).





Abb. 10 ■ Bildlegende ergänzen ■



Abb. 11 ■ Bildlegende ergänzen ■



Abb. 12 ■ Bildlegende ergänzen ■



Abb. 13 ■ Bildlegende ergänzen ■

### Der Doublescan

Bei dieser Vorgehensweise ist das Abutment wie auch die prothetische Versorgung basierend auf einer intraoralen Aufnahme im CAD/CAM-Workflow herstellbar. Allerdings müssen hier für beide Teilschritte Einzelscans am Patienten durchgeführt werden. Dies um zuerst die Form des Abutments in Relation zu den umgebenden Strukturen und Nachbarbeziehung wie Antagonisten



Abb. 14 ■ Bildlegende ergänzen ■



Abb. 15 ■ Bildlegende ergänzen ■

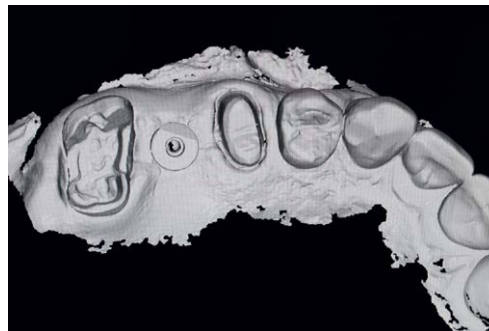


Abb. 16 ■ Bildlegende ergänzen ■

bringen zu können. Der Grund für die 2 intraoralen Scans liegt in der Problematik des Laboranalog, welches bei solchen Systemen nicht in die jeweiligen Modelle eingebaut werden kann. Somit ist das definitive, individuelle Abutment durch einen erneuten Scan als Stumpf in einem dementsprechend neuen Modell zu generieren. Für die Herstellung des individuellen Abutments selber ist in diesem Workflow kein Modell nötig. Diese Vorgehensweise wird dann notwendig, wenn auf eine monolithische, modellfreie Herstellung aufgrund der entsprechenden Materialwahl verzichtet wird oder neben der implantatgetragenen Versorgung noch weitere benachbarte Strukturen, wie präparierte Zähne, im gleichen Scan rekonstruiert werden sollen (Abb. 16–19).

### Vergleich beider Verfahren

Beide Verfahren weisen große Parallelitäten zueinander auf. So verwenden sie immer einen intraoralen Scanbody wie auch die gleiche intraorale Situation beziehungsweise Indikationen. Der Unterschied liegt in dem jeweils verwendeten Implantatsystem sowie der Kombination des jeweiligen intraoralen Scanners, der daran angegliederten Modellherstellung und der somit an-

Abb. 17 ■ Bildlegende ergänzen ■



Abb. 18 ■ Bildlegende ergänzen ■



Abb. 19 ■ Bildlegende ergänzen ■



zuwendenden Anzahl an Aufnahmen. Die Verfahren sind also auf den 1. Blick Scannersystem abhängig. Dennoch liegt der wirkliche Grund für die Zweiteilung der Systematik in den verwendeten Implantatsystemen. Die Tatsache, dass es aktuell kaum ein Implantatsystem gibt, das eigene Laboranaloge für die STL-Modelle bereitstellt, ist hier bestimmend.

Beim sogenannten Doublescan-Verfahren muss die Aufnahme wie auch das Design für das Abutment und die nachfolgende Krone getrennt in 2 Schritten stattfinden. Hier möchte man grundsätzlich von einer monolythischen Rekonstruktion absehen. Der Patient ist so wenigstens 3-mal zu den einzelnen Behandlungsschritten einzustellen, da die Situation für Abutment und Krone jeweils getrennt eingescannt werden müssen. Dieses Vorgehen erfordert aufgrund der unterschiedlichen Verfahrensschritte etwa 7-mal ein Ein- bzw. Ausschrauben der einzelnen Implantatkomponenten (bei transgingivalem Vorgehen der Einheilung).

Das Singlescan-Verfahren hingegen reduziert die notwendigen Komponentenwechsel auf 2 Schraubvorgänge (bei transgingivalem Vorgehen der Einheilung) mit dem entscheidenden Vorteil

der periimplantären Gewebeschonung. Damit einher geht auch der Aufwand des Patienten, der hier meist auf 2 Sitzungen begrenzt ist. Dieses bisher nur auf den Workflow der vollanatomischen, modellfreien Herstellung begrenzte Singlescan-Verfahren hat aber durch eine Kombination aus speziellem Scanner und Implantatsystem im Rahmen der Systematik des BellaTek Encode Abutments eine wesentliche Erweiterung erfahren. Dies stellt aktuell in Hinblick auf Gewebeverträglichkeit, Ablaufoptimierung, Emergenzprofil und prothetischem Ergebnis den optimalsten Workflow in der festsitzenden Implantatprothetik, basierend auf einem intraoralen Scan, dar. Zum anderen ist aufgrund der Nutzung der STL-Daten und deren Verarbeitung im CAD-Verfahren die zeitgleiche Herstellung von Modell, Abutment und Prothetikkomponente möglich.

### Zusammenfassung

Die heutigen Anforderungen an die festsitzende Implantatprothetik spiegeln die Entwicklungen in Chirurgie und Prothetik wieder. Hierbei ist das Erreichen eines optimalen Emergenzprofils oberstes Ziel auch im Rahmen einer prothetisch unterstützten Periimplantitis-Prophylaxe. Unterstützt wird dies durch einen den ursprünglichen Zahn annähernd entsprechenden Durchmesser des Implantats sowie ein individuell designtes Abutment. Dies bedeutet eine Abkehr von Standardabutments und Hinwendung zu einer komplett individuellen Herstellung der Abutments. Durch Anwendung einer CAD/CAM-basierten Herstellung ist dieser Schritt mit all seinen Anforderungen möglich. Bereits durch den Scan im Mund kann so der Workflow verkürzt und für Zahntechniker wie Prothetiker vereinfacht werden. Die aktuell möglichen Abläufe stoßen dabei aber an Grenzen, die durch die Kombination aus gedruckten Modellen und Laboranalogen bestehen. Nur wenige der bisher in der konventionellen Prothetik schon zum Einsatz gekommenen Modelle sind aufgrund ihrer Bauart oder Modellhöhe mit einem Laboranalog kombinierbar. Auch bedeutet die Verwendung eines Laboranalog in einem SLA-Modell ein komplettes Umdenken: waren die bisherige Laboranaloge in den Gipsmodellen mit Strukturen versehen, die ein Herauslösen aus dem Modell verhindern sollten, so sind die Anforderungen an den Einsatz im SLA-Modell jetzt komplett gegensätzlich. Hier ist ein Ein- und Ausstecken des Analog durchaus gewünscht. Diese strukturell bedingten Grenzen werden somit durch die Implantatsysteme und die Modellherstellung gesetzt. Für die als offenes System arbeitende Kamerasysteme ist es durchaus möglich, die aufgenommenen Daten in Form von STL-Dateien an alle offenen CAD/CAM-Systeme weiter zu leiten, unabhängig vom jeweiligen Hersteller. Trotz dieser 2 komplett unterschiedlichen Herangehensweisen ist die Digitalisierung einer Implantatsituation bereits durch den intra-

oralen Scan mithilfe von oral einsetzbaren Scanbodies und den damit verbundenen CAD/CAM-Workflow als aktuell die beste Vorgehensweise anzusehen.

Zusätzlich haben Patientenbefragungen ergeben, dass beim Vergleich mit dem konventionellem Abformverfahren von Patienten der intraorale Scan bevorzugt wird. Dies beruht hauptsächlich auf einem negativen Empfinden für alle begleitenden Maßnahmen einer Abformung wie auch dem Geschmack des Abformmaterials [18].

Als Ausblick für weitere Entwicklungen dieses Workflows gilt es, den zahnlosen Kiefer ebenfalls mit einzubeziehen. Die digitale Erfassung solcher implantatversorgter, zahnloser Kiefer zur CAD/CAM-basierten Herstellung des festsitzenden Zahnersatzes ist heute noch extrem schwierig aufgrund des überwiegend zahnlosen Kieferkambereichs. Beim Scan solcher Areale können heute noch scansystemabhängig durch fehlen von Landmarken noch zu große Ungenauigkeiten beim Zusammensetzen der Bilder (Stitching) entstehen [19].

#### Literatur

- 1 van der Meer WJ, Andriessen FS, Wismeijer D et al. Application of intra-oral dental scanners in digital workflow of implantology. *PLoS ONE* 2012; 7: e43312
- 2 Ender A, Mehl A. Influence of scanning strategies on the accuracy of digital intraoral scanning systems. *Int J Comput Dent* 2013; 16: 11–21
- 3 Giménez B, Özcan M, Martínez-Rus F et al. Accuracy of a digital impression system based on active wavefront sampling technology for implants considering operator experience, implant angulation, and depth. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015; 17: (Suppl 1): 54–64
- 4 Nayyar N, Yilmaz B, McGlumphy E. Using digitally coded healing abutments and an intraoral scanner to fabricate implant-supported, cement-retained restorations. *J Prosthet Dent* 2013; 109: 210–215
- 5 Joda T, Wittneben JG, Brägger U. Digital implant impressions with the “Individualized Scanbody Technique” for emergence profile support. *Clin Oral Implants Res* 2014; 25: 395–397
- 6 Engelschalk M. Intraoral scan with 3M True Definition, realization with CARES. *Stargel* 2014; 1: 54–57
- 7 Koutouzis T, Koutouzis G, Gadalla H et al. The effect of healing abutment reconnection and disconnection on soft and hard peri-implant tissues: a short-term randomized controlled clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013; 28: 807–814
- 8 Degidi M, Nardi D, Piattelli A. One abutment at one time: non-removal of an immediate abutment and its effect on bone healing around subcrestal tapered implants. *Clin Oral Implants Res* 2011; 22: 1303–1307
- 9 Giménez B, Özcan M, Martínez-Rus F et al. Accuracy of a digital impression system based on active wavefront sampling technology for implants considering operator experience, implant angulation and depth. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015; 17: (Suppl 1): e54–e64
- 10 Flügge TV, Schlager S, Nelson K et al. Precision of intraoral digital impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013; 144: 471–478
- 11 Hwang Y, Park Y, Kim H et al. The evaluation of working casts prepared from digital impressions. *Oper Dent* 2013; 38: 655–662
- 12 Akyalcin S, Cozad BE, English JD et al. Diagnostic accuracy of impression-free digital models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013; 144: 916–922
- 13 Brawek PK, Wolfart S, Endres L et al. The clinical accuracy of single crowns exclusively fabricated by digital workflow – the comparison of two systems. *Clin Oral Investig* 2013; 17: 2119–2125
- 14 Scotti R, Cardelli P, Baldissara P et al. Clinical fitting of CAD/CAM zirconia single crowns generated from digital intraoral impressions based on active wavefront sampling. *J Dent* 2011 [withdrawn]
- 15 Syrek A, Reich G, Ranftl D et al. Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. *J Dent* 2010; 38: 553–559
- 16 Joda T, Brägger U. Complete digital workflow for the production of implant-supported single-unit monolithic crowns. *Clin Oral Implants Res* 2014; 25: 1304–1306
- 17 Akyalcin S, Cozad BE, English JD et al. Diagnostic accuracy of impression-free digital models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013; 144: 916–922
- 18 Wismeijer D, Mans R, van Genuchten M et al. Patients’ preferences when comparing analogue implant impressions using a polyether impression material versus digital impressions (Intraoral Scan) of dental implants. *Clin Oral Implants Res* 2014; 25: 1113–1118
- 19 Andriessen FS, Rijkens DR, van der Meer WJ et al. Applicability and accuracy of an intraoral scanner for scanning multiple implants in edentulous mandibles: a pilot study. *J Prosthet Dent* 2014; 111: 186–194

#### Bibliografie

DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0035-1564190>  
 ZWR – Das Deutsche Zahnärzteblatt  
 2015; 124 (10): 2–7  
 © Georg Thieme Verlag KG  
 Stuttgart · New York  
 ISSN 0044-166X

#### Korrespondenzadresse

Dr. Marcus Engelschalk  
 Praxisgemeinschaft f. Parodontologie u. Implantologie  
 München Dr. M. Engelschalk u.  
 PD Dr. J. Gonzales  
 Frauenplatz 11  
 80331 München  
 m.engelschalk@me.com  
 office@engelschalk-gonzales.de  
 www.engelschalk-gonzales.de