

Präzision der Abformung mit IOS

Bereits in Ausgabe **pip** 6/2017 wurde die Abformung mittels Intraoralscan (IOS) als Bestandteil des digitalen Workflows in der Implantatprothetik thematisiert. Die Begriffe Genauigkeit (accuracy) und Präzision (precision) spielen bei der Beurteilung der Übertragungsqualität virtueller Planungsdaten auf die klinische Situation eine entscheidende Rolle. Die Genauigkeit beschreibt die Abweichung der intraoralen klinischen Situation von der virtuellen Darstellung nach IOS. Die Präzision hingegen beschreibt die Reproduzierbarkeit eines Verfahrens. Sie ist neben der Richtigkeit ein Bestandteil der Genauigkeit und beschreibt die zufällige Abweichung (Streuung) von voneinander unabhängigen Ergebnissen/Ereignissen. In den letzten vier Jahren wurde eine sehr große Anzahl an Studien – insbesondere In vitro-Studien – publiziert, was dazu führte, dass nur die neuesten Veröffentlichungen in der entsprechenden Studiensparte in die vorliegende Literaturliste einbezogen werden konnten. Es handelt sich in erster Linie um vergleichende Untersuchungen zwischen IOS verschiedener Hersteller und konventionellen Abformungen, Extraoralscannern und verschiedenen Intraoralscannern und deren Performance. IOS mit unterschiedlichen Scannertypen führen bei der Abformung des teilbezahnten Kiefers zu unterschiedlichen Ergebnissen. So wurde die Genauigkeit bei bestimmten Scannern beispielsweise durch die intraorale Scanreihenfolge beeinflusst [Diker und Tak, 2021]. Die Genauigkeit der IOS scheint zudem von der jeweiligen Lage der fehlenden Zähne in der Zahnreihe abhängig zu sein [Kontis, et al., 2022]. Zusätzliche Referenzobjekte bei IOS teilbezahnter Patienten schienen in Abhängigkeit des jeweiligen Scanners mehr oder weniger Einfluss auf die Genauigkeit des Scans zu haben [Rutkūnas, et al., 2021]. In Bezug auf den Zusammenhang der Anwendererfahrung beim Scan des teilbezahnten und zahnlosen Kiefers waren die Ergebnisse nicht einheitlich. Im zahnlosen Modell führten die Scans unerfahrener Anwender offensichtlich zu einer größeren Richtigkeit im Unterkiefer und zu einer höheren Präzision im Oberkiefer im Vergleich zu erfahrenen Bedienern [Schimmel, et al., 2021]. In einer weiteren In vitro-Untersuchung waren bei der Implantatabformung mittels IOS ohne Scankörper auf Ebene der Implantatplattform die Scans unerfahrener Anwender ungenauer [Revell, et al., 2021]. In einer anderen Laborstudie wurde ermittelt, dass IOS-Abformungen auf Abutmentniveau grundsätzlich genauere Ergebnisse lieferten als Scans auf Implantatniveau [D'Haese, et al., 2022]. Bei IOS mittels Scankörpern wurden in der gleichen Untersuchung wiederum keine signifikanten Unterschiede zwischen erfahrenen und unerfahrenen Bedienern beobachtet. Allerdings schienen sich bestimmte Scannertypen eher für erfahrene Anwender zu eignen, wie die Ergebnisse dieser Studie ebenfalls zeigen konnten. Eine andere In vitro-Studie zeigte schließlich keinerlei Unterschiede bei Einzelimplantatabformungen im teilbezahnten Kiefer in Abhängigkeit von der jeweiligen Anwendererfahrung [Yilmaz, et al., 2021]. Verschiedene Autoren systematischer Reviews wiederum gaben an, dass die Anwendererfahrung, neben Faktoren wie dem Implantatabstand, der Insertions-

tiefe, der Angulation und der Scankörpereigenschaften, die Genauigkeit der Implantatabformung signifikant beeinflussen können [García-Gil, et al., 2020, Marques, et al., 2021, Wulfman, et al., 2020, Zhang, et al., 2021]. Unterschiedliche Scannertypen führten offensichtlich zu unterschiedlich genauen Ergebnissen in Bezug auf Abstands- und Winkelabweichungen in Abhängigkeit vom Implantatabstand im zahnlosen Unterkiefer [Çakmak, et al., 2021, Carneiro Pereira, et al., 2021a]. Bei geneigt eingesetzten Implantaten im zahnlosen Kiefer schien sich die Richtung der Angulation auf die Richtigkeit von IOS auszuwirken [Lee, et al., 2021]. In der gleichen Untersuchung konnte zudem ermittelt werden, dass bei Verwendung von Scankörpern aus Titan eine höhere Richtigkeit zu erwarten war als bei PEEK-Scankörpern. Bei Mehrfachverwendung von PEEK-Scankörpern (und dem damit verbundenen Oberflächenabrieb) wurde die Genauigkeit von IOS – insbesondere bei angulierten Implantaten – zusätzlich negativ beeinflusst [Arcuri, et al., 2022]. In einem systematischen Review wurden bei einer Implantatangulation > 15 Grad beim Einsatz von IOS ungenauere Ergebnisse beobachtet als bei konventionellen Abformungen [Carneiro Pereira, et al., 2021b]. Im teilbezahnten Kiefer wurden bei IOS im Vergleich zu konventionellen Abformmethoden signifikant schlechtere Genauigkeitswerte ermittelt [Papaspnyridakos, et al., 2020]. In mehreren In vitro-Untersuchungen wurden hingegen bei IOS bessere Ergebnisse in Bezug auf die Genauigkeit gemessen als bei konventionellen Abformungen [Abduo und Palamara, 2021, Farhan, et al., 2021]. Die Autoren einer systematischen Übersichtsarbeit sahen, trotz der aus ihrer Sicht eingeschränkten Evidenz, den Einsatz von IOS bei der Abformung von ein bis zwei Implantaten als eine praktikable Alternative zu konventionellen Abformmethoden an [García-Gil, et al., 2020]. Aber auch hier zeigte sich, dass die Studienergebnisse vom jeweiligen Scannertyp abhängig waren [García-Gil, et al., 2020, Kontis, et al., 2021, Li, et al., 2021]. Unterschiedlich genaue Ergebnisse lieferten verschiedene IOS auch in Bezug auf die Größe des Scanfeldes. So eignen sich bestimmte Scannertypen besser für Sextanten- und/oder Quadrantenscans [Alzahrani, et al., 2021]. Intraoralscanner führten beim Scan von Quadranten zu gleich guten Ergebnissen wie Extraoralscanner, waren aber beim Scan des gesamten Kiefers hinsichtlich der Genauigkeit gegenüber Extraoralscans unterlegen [Lee, et al., 2020]. Beim Vergleich der Genauigkeit von CAD/CAM-gefertigten Bohrschablonen nach Intra- oder Extraoralscan wurden in einer RCT demgegenüber keine signifikanten Unterschiede in der mittleren Abweichung der geplanten und tatsächlichen Implantatposition beobachtet [Kiatkroekkrai, et al., 2020]. Grundsätzlich lässt sich feststellen, dass in den letzten vier Jahren sehr große Fortschritte in Bezug auf die Abformgenauigkeit der IOS-Technologie beobachtet werden können. Noch immer aber sind die Variablen, welche die Scanqualität beeinflussen können, nicht gänzlich geklärt [Zhang, et al., 2021] und noch immer scheint der Einsatz von IOS mit einem erhöhten klinischen Aufwand verbunden zu sein [Paratelli, et al., 2021, Yilmaz, et al., 2021].



In Vitro

Abduo J, Palamara JEA.

Accuracy of digital impressions versus conventional impressions for 2 implants: an in vitro study evaluating the effect of implant angulation.

Int J Implant Dent. 2021 Jul 30;7(1):75.

(»Genauigkeit digitaler Abformungen versus konventioneller Abformungen von zwei Implantaten: Eine In vitro-Studie zur Untersuchung des Einflusses der Implantatangulation.«)

In dieser In vitro-Studie wurde die Genauigkeit digitaler Abformungen mittels IOS im Vergleich zu konventionellen Abformungen für die Erfassung der Position von zwei parallel und zwei divergent inserierten Implantaten In vitro untersucht. Zu diesem Zweck wurde ein Modell mit je zwei parallelen und ein Modell mit einem axial sowie einem um 15 Grad geneigten Tissue Level-Implantat hergestellt. Die konventionellen Abformungen erfolgten mit unverblochten (NSP) und verblochten (SP) Abformkappen. Die IOS Trios 4 (TS), Medit i500 (MT) und True Definition (TD) wurden für die digitale Abformung mit Scankörpern verwendet. Es zeigte sich eine allgemeine Tendenz, dass digitale Abformungen bessere Ergebnisse bei der Richtigkeit, Präzision und Winkelabweichung lieferten. Die beiden konventionellen Abformungen zeigten eine ähnliche Genauigkeit, mit einer Ausnahme bei der Winkelabweichung, dort war im divergenten Implantatmodell die NSP signifikant schlechter als die SP. Das TD-System war im Allgemeinen von allen IOS-Systemen am ungenauesten, insbesondere bei der interimplantären Distanzabweichung.

Alzahrani SJ, El-Hammali H, Morgano SM, Elkassaby H.

Evaluation of the accuracy of 2 digital intraoral scanners: A 3D analysis study.

J Prosthet Dent. 2021 Dec;126(6):787-792.

(»Evaluation der Genauigkeit zweier Intraoralscanner: Eine 3D-Analyse.«)

Ziel dieser In vitro-Studie war die Untersuchung der Richtigkeit und Präzision von zwei IOS bei einem Sextanten- bzw. Quadrantenscan. Zu diesem Zweck wurde ein Oberkiefermodell mit Kunststoffzähnen aus Polymethylmethacrylat mit einem Planmeca Emerald und einem Trios 3 IOS gescannt. Kontrollscans wurden mit einem industriellen optischen Scanner erstellt. Der Trios 3 Scanner zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen den Sextanten- und Quadrantenscans in Bezug auf die Richtigkeit und die Präzision. Der Emerald-Scanner hatte eine statistisch signifikant höhere Richtigkeit beim Scan des Sextanten. Der Trios 3-Scanner zeigte im Vergleich zum Emerald-Scanner bessere Richtigkeits- und Präzisionswerte, unabhängig vom Scanfeld.

Arcuri L, Lio F, Campana V, Mazzetti V, Federici FR, Nardi A, Galli M.

Influence of Implant Scanbody Wear on the Accuracy of Digital Impression for Complete-Arch: A Randomized In Vitro Trial.

Materials (Basel). 2022 Jan 25;15(3):927.

(»Der Einfluss der Abnutzung des Implantat-Scankörpers auf die Genauigkeit digitaler Abformungen im zahnlosen Kiefer: Eine randomisierte In vitro-Studie.«)

Ziel dieser Studie war die Untersuchung des Einflusses der Abnutzung des Implantat-Scankörpers (ISB) auf die Genauigkeit der digitalen Abformung im zahnlosen Kiefer. Ein zahnloses Unterkiefermodell aus Polymethylmethacrylat mit vier internen, hexagonal ineinandergreifenden konischen Verbindungen wurde mit einem Extraoralscanner gescannt, um eine Referenzdatei zu erhalten. Vier zylindrische ISB aus Polyetheretherketon (PEEK) (in regio 36, 31, 43 und 47 eines zahnlosen Unterkiefermodells aus Polymethylmethacrylat) wurden mit dem Trios 3-Scanner gescannt. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass der ISB-Abrieb,

bedingt durch den wiederholten Einsatz der Scankörper, die Genauigkeit der IOS, insbesondere bei angulierten Implantaten, negativ beeinflusste.

Çakmak G, Yilmaz H, Treviño Santos A, Kökat AM, Yilmaz B.

Effect of Scanner Type and Scan Body Location on the Accuracy of Mandibular Complete-Arch Digital Implant Scans: An In Vitro Study.

J Prosthodont. 2021 Aug 28. [Epub ahead of print]

(»Der Einfluss des Scannertyps und der Lokalisation des Scankörpers auf die Genauigkeit von Scans bei der implantatprothetischen Versorgung des zahnlosen Unterkiefers: Eine In vitro-Studie.«)

Das Ziel der Studie war die Untersuchung der Genauigkeit sowie des Einflusses der Scankörperlokalisierung bei Scans mittels eines neu eingeführten IOS (Virtuo Vivo), eines etablierten IOS (Trios 3) und eines Laborscanners (Cares 7 Series) bei der Abformung eines zahnlosen Unterkiefers für die Versorgung mit sechs Implantaten. Bei den Laborscans wurde eine signifikant niedrigere Richtigkeit festgestellt als bei den beiden IOS. Beim Trios-Scanner war die Richtigkeit am höchsten. Der Virtuo Vivo-Scanner zeigte geringere Winkelabweichungen als der Trios-Scanner, hatte jedoch eine signifikant geringere Präzision als der Laborscanner. Bei der Genauigkeit der Winkelabweichungsdaten wurde kein Unterschied zwischen den Scannern festgestellt.

Schlussfolgerung: Bei der Betrachtung von Richtigkeit und Präzision hingen die Abstands- und Winkelabweichungen vom Scannertyp ab. Bei Berücksichtigung aller Abstands- und Winkelabweichungen war keiner der Scanner gegenüber den anderen Scannern überlegen. Die Position des Scankörpers wirkte sich nur auf die Richtigkeit aus.

Cui N, Wang J, Hou X, Sun S, Huang Q, Lim HK, Cai H, Jia Q, Lee ES, Jiang HB.

Bias Evaluation of the Accuracy of Two Extraoral Scanners and an

Intraoral Scanner Based on ADA Standards.

Scanning. 2021 Jun 10;2021:5535403.

(»Bewertung der Genauigkeit von zwei extraoralen Scannern und einem intraoralen Scanner auf der Grundlage der ADA-Normen.«)

Professionelle Standards für die Bewertung von Scannern sind in der American National Standard/American Dental Association Standard 132 (ANSI/ADA Nr. 132) festgelegt. Ziel dieser Studie war daher, die drei in ANSI/ADA Nr. 132 genannten Proben zu verwenden und die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit von zwei Extraoral- und einem IOS auf die empfohlenen Prüfstandards zu bewerten. In dieser Studie wurden die Scans von zwei geschulten Anwendern mittels der zwei Extraoralscanner E4 und DS100+ und des IOS Trios 3 durchgeführt. Die Versuchsergebnisse zeigten, dass die Richtigkeit und die Präzision der beiden Extraoralscanner und des IOS eine leichte mittlere Abweichung aufweisen. Die Richtigkeit und Präzision der drei Scanner bei gekrümmten Oberflächen oder Oberflächen mit Rillen waren dagegen als schlecht einzustufen. Die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit des E4-Scanners übertraf die von Shining und Trios. Beide Extraoralscanner und der IOS konnten die grundlegenden klinischen Anforderungen in Bezug auf die Genauigkeit erfüllen.

D'haese R, Vrombaut T, Roeykens H, Vandeweghe S.

In Vitro Accuracy of Digital and Conventional Impressions for Full-Arch Implant-Supported Protheses.

J Clin Med. 2022 Jan 25;11(3):594.

(»Die In vitro-Genauigkeit digitaler und konventioneller Abformungen bei der implantatprothetischen Versorgung des zahnlosen Kiefers.«)

Um die Genauigkeit digitaler gegenüber konventioneller Abformungen bei der implantatprothetischen Versorgung des zahnlosen Kiefers auf Abutment- oder Implantatniveau zu bewerten, wurden ein Kunststoffmodell mit sechs

Implantaten und ein weiteres Modell mit sechs Abutments hergestellt und mit den Scannern Primescan v5.1 (PS51), Primescan v5.2 (PS52), Trios 3 (T3) und Trios 4 (T4) gescannt. Zusätzlich wurden konventionelle Abformungen (A) angefertigt, in Gips gegossen und mit einem Laborscanner (IScan D104i) digitalisiert. Beim Modell auf Implantatniveau schnitt PS52 in Bezug auf die Richtigkeit und Präzision im Vergleich zu allen anderen Abformungen signifikant besser ab, mit Ausnahme der Winkeltreue von A und der koronalen Wiedergabetreue von PS51. Für das Modell auf Abutment-Ebene schnitt PS52 ebenfalls signifikant besser ab als alle anderen Abformungen, mit Ausnahme der koronalen Wiedergabetreue und der Präzision von A.

Schlussfolgerung: Digitale Abformverfahren sind je nach IOS und Software genauso gut geeignet für die Herstellung implantatgetragener Vollversorgungen wie konventionelle Abformverfahren. Insgesamt waren Abformungen auf Abutmentniveau genauer als auf Implantatniveau.

Diker B, Tak Ö.

Accuracy of Digital Impressions Obtained Using Six Intraoral Scanners in Partially Edentulous Dentitions and the Effect of Scanning Sequence.

Int J Prosthodont. 2021 Jan-Feb;34(1):101-108.

(»Die Genauigkeit digitaler Abformungen mittels sechs unterschiedlicher Intraoralscanner im teilbezahnten Kiefer sowie der Einfluss der Scansequenz.«)

Um sechs IOS und die Auswirkung der Scanreihenfolge hinsichtlich der Genauigkeit bei verschiedenen Lückensituationen im teilbezahnten Oberkiefer zu beurteilen, wurden Oberkiefermodelle der Klasse I und der Klasse IV nach Kennedy hergestellt und zunächst mit einem hochpräzisen Industriescanner (ATOS Core 80, GOM) eingescannt, um Referenzdatensätze zu gewinnen. Anschließend erfolgten Scans mit den IOS Trios 3, iTero Element 2, Emerald, Cerec Omnicam, Cerec Primescan und Virtuo Vivo. Die Richtigkeit des Trios-Scanners und die Präzision der Trios-, Primescan- und iTe-

ro-Scanner waren signifikant höher als bei den anderen Scannern. Der Emerald wies unter den sechs getesteten IOS die geringste Genauigkeit auf. Bei der Verwendung von Virtuo Vivo, Emerald, Primescan und iTero wurde die Genauigkeit durch die Scanreihenfolge beeinflusst.

Schlussfolgerung: Im teilbezahnten Kiefer der Kennedy-Klassen I und IV ist die Genauigkeit der digitalen Abformung vom Einsatz des jeweiligen IOS abhängig.

Ellakany P, Aly NM, Al-Harbi F.

Accuracy of 3D Printed and Digital Casts Produced from Intraoral and Extraoral Scanners with Different Scanning Technologies: In Vitro Study.

J Prosthodont. 2021 Oct 18. [Epub ahead of print]

(»Die Genauigkeit von 3D-gedruckten und digitalen Modellen nach Abformung mittels Intra- und Extraoralscannern mit unterschiedlichen Scantechnologien: Eine In vitro-Studie.«)

In dieser Studie erfolgte ein Genauigkeitsvergleich von konventionellen Modellen aus Gips sowie 3D-gedruckten und virtuellen Modellen, die anhand von Scans eines Referenzmodells aus Gips mittels zwei IOS (Trios 3 Version 1.4.7.5 und Dental Wings Version 2.1.0.421) sowie zwei Extraoralscannern (S600 Arti und Ceramill map 600) hergestellt wurden. Es wurden sowohl Einzelzahnschans als auch Scans des gesamten Kiefers durchgeführt. Sowohl bei den 3D-gedruckten als auch bei den virtuellen Modellen wies Dental Wings im Vergleich zu anderen Scannern und zum konventionellen Gipsmodell bei allen Messungen mit Ausnahme der Zahnbogenlängen (nur bei 3D-gedruckten Modellen) einen signifikant größeren Fehler auf, während konventionell hergestellte Modelle den geringsten Fehler aufwiesen. Fehler waren bei IOS signifikant höher als bei Extraoralscannern. Auf Gesamtkieferebene waren größere Scanfehler zu verzeichnen als auf Einzelzahnebene. Bei 3D-gedruckten Modellen waren Scanfehler signifikant niedriger als bei digitalen Modellen.

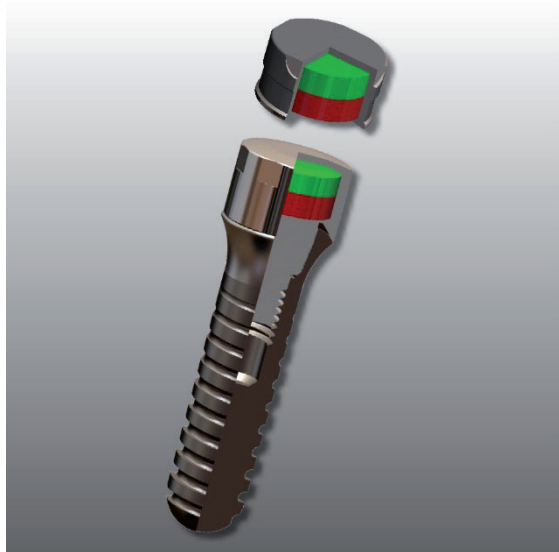
Schlussfolgerung: Dental Wings Scan-

Sind Magnete noch up-to-date?

Die Anfänge vor 50 Jahren

Bereits in den 1970er Jahren kam es zu ersten Anwendungen von Magneten zur Befestigung von Hybridprothesen. Die frühen Magnete (u.a. Jackson oder Shiner aus den USA) waren jedoch nicht ausreichend gegen Korrosion geschützt, was der ganzen Idee bis heute nachhängt.

Anfang der 1990er Jahre kamen Magnetaufbauten für Implantate auf den Markt, die aus titanumhüllten Komponenten bestanden. Damit konnte das Korrosionspotential der Magnetkerne aus Samarium-Kobalt ($\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$) sicher abgeschirmt werden. Magnete etablierten sich rasch neben Kugelköpfen und Stegen als weitere Möglichkeit, die Hybridprothesen älterer Menschen sicher zu verankern.



Magnetaufbau auf Implantat (Schnittbild)

Gold-Standard in der Epithetik

Während die Magnetverankerung beim künstlichen Ersatz von Ohren, Nasen und Augenpartien heute als Gold-Standard betrachtet wird, geriet sie in der Altersprothetik etwas in Vergessenheit. Zwar gibt es noch zahlreiche Implantologen, die mit der Magnetverankerung vertraut sind und sie gerne einsetzen, aber an den Universitäten fristet sie ein Schattendasein. Daher haben Berufseinsteiger kaum Berührung mit Magnetaufbauten und haben sie erst im Blick, wenn es um die Versorgung geriatrischer Fälle geht.

Vorteile von Magnetverankerungen

Dabei sind Magnete als Befestigungselemente von Hybridprothesen sowohl auf Implantaten wie auch auf Wurzelkappen bei betagten und z.T. multimorbiden Patienten eindeutig im Vorteil. So lassen sich Magnetprothesen vom Patienten besonders leicht selber ein- sowie ausgliedern und auch die Reinigung sowohl der Prothesenbasen als auch der Magnetabutments im Mund ist außerordentlich einfach. Das erhöht einerseits die Compliance dieser Patientengruppe und andererseits auch deren Lebenszufriedenheit.



Locator mit Zahnstein, Magnet besser reinigungsfähig [Foto mit freundlicher Genehmigung von Prof. Martin Schimmel, Bern]

Umrüstung von Locator-Prothesen

Nicht zuletzt können Prothesen mit Schnappelementen wie Locatoren, die im zunehmenden Alter häufig schwierig auszugliedern sind, leicht zu Magnetprothesen umgebaut werden. Das kann Chairside in einer Sitzung direkt in der Zahnarztpraxis erfolgen oder im Rahmen einer Unterfütterung durch das Labor passieren. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Magnete auch heute dem Stand der Technik entsprechen und ein fester Bestandteil der Gero-Implantologie sind.

Große Bandbreite

Minimagnete gibt es in verschiedenen Aufbauhöhen und Designs unter dem Markennamen Titanmagnetics® von der Firma steco-system-technik aus Hamburg. Lesen Sie hier zwei Fallbeispiele.



ner wiesen den größten Messfehler auf. Extraoralscanner zeigten eine höhere Genauigkeit als IOS und Modelle im 3D-Druck waren genauer als digitale Modelle.

Farhan FA, Sahib AJ, Fatalla AA.
Comparison of the accuracy of intraoral digital impression system and conventional impression techniques for multiple implants in the full-arch edentulous mandible.

J Clin Exp Dent. 2021 May 1;13(5):e487-e492.

(»Der Vergleich der Genauigkeit von Systemen zur intraoralen digitalen Abformung und konventioneller Abformmethoden bei der Versorgung zahnloser Kiefer mit mehreren Implantaten.«)

In der vorliegenden Studie sollte die Genauigkeit der digitalen Abformung (DI) von mehreren Implantaten mittels IOS untersucht und mit der konventionellen Abformung (CI) verglichen werden. Zu diesem Zweck wurden vier Implantate in regio 33, 36, 43 und 46 eingesetzt und mit Abutments versorgt. Bevor Abformungen mittels IOS und zweier CI-Techniken (Ein- oder Zweiphasen-Abformung) erfolgten, wurde ein Referenzscan mit einem Laborscanner durchgeführt. Anschließend wurde im Scanbereich ein kleines Loch (als Referenzpunkt) angebracht. Die Ergebnisse konnten zeigen, dass IOS im Vergleich zur CI genauer war, da keine Unterschiede zwischen IOS und dem Referenzmodell festgestellt wurden.

Kim RJY, Benic GI, Park JM.
Trueness of ten intraoral scanners in determining the positions of simulated implant scan bodies.

Sci Rep. 2021 Jan 28;11(1):2606.

(»Die Richtigkeit von zehn Intraoralscannern bei Festlegung der Position simulierter Implantat-Scankörper.«)

In der vorliegenden Studie wurden die Scanergebnisse der zehn IOS Cerec Omnicam, Cerec Primescan, CS 3600, DWIO, i500, iTero Element, Planscan, Trios 2, Trios 3 und True Definition bei

der Ermittlung der genauen Positionen von sechs Zylindern, welche Implantat-Scankörper im teilbezahnten Unterkiefer simulieren sollten, miteinander und mit einem Referenzscan verglichen. Die geringste Abweichung wurde beim Zylinder neben dem Referenzobjekt festgestellt, während die höchste Abweichung bei allen IOS auf der kontralateralen Seite zu beobachten war. Unter den getesteten IOS wiesen Cerec Primescan und Trios 3 die höchste Richtigkeit auf, gefolgt von i500, Trios 2 und iTero Element, wenn auch nicht statistisch signifikant. DWIO und Planscan wiesen die geringste Richtigkeit auf.

Kontis P, Güth JF, Keul C.
Accuracy of full-arch digitalization for partially edentulous jaws - a laboratory study on basis of coordinate-based data analysis.

Clin Oral Investig. 2022 Jan 4. [Epub ahead of print]

(»Genauigkeit der Digitalisierung des gesamten teilbezahnten Kiefers – eine Laborstudie auf Grundlage einer koordinatenbasierten Datenanalyse.«)

Um die Genauigkeit des Scans von vier verschiedenen Lückensituationen mit den zwei Intraoralscannern OMN (Cerec AC Omnicam) und PRI (Cerec Primescan AC) zu untersuchen, wurden vier teilbezahnte Polyurethan-Unterkiefermodelle verwendet: 1) A (46, 45, 44 fehlend), 2) B (45, 44, 34, 35 fehlend), 3) C (42, 41, 31, 32 fehlend) und 4) D (vollbezahnt). Bei jedem Modell wurde dasselbe Referenzobjekt zwischen den zweiten Molaren der beiden Quadranten fixiert. Ein Datensatz des Referenzobjekts wurde mit einem Koordinatenmessgerät erstellt. PRI zeigte eine höhere Genauigkeit in der X- und Z-Achse, während OMN unabhängig von der Modellsituation eine höhere Richtigkeit in der Y-Achse aufwies. Bei PRI wies Modell A die höchste Verzerrung auf, während bei OMN Modell B bei den meisten Parametern die größten Abweichungen aufwies. Modell D zeigte die höchste Genauigkeit bei den meisten gemessenen Parametern unabhängig vom jeweiligen IOS.

Kontis P, Güth JF, Schubert O, Keul C.
Accuracy of intraoral scans of edentulous jaws with different generations of intraoral scanners compared to laboratory scans.

J Adv Prosthodont. 2021 Oct;13(5):316-326.

(»Genauigkeit intraoraler Scans des zahnlosen Kiefers mit unterschiedlichen Generationen von Intraoralscannern im Vergleich zu Laborscannern.«)

Ziel dieser In vitro-Studie war die Ermittlung der Genauigkeit verschiedener IOS im Vergleich zu Laborscannern beim Scan des zahnlosen Oberkiefers. Ein PEEK-Modell eines zahnlosen Oberkiefers mit vier Halbkugeln in regio 13, 17, 23 und 27 wurde industriell digitalisiert, um einen Referenzdatensatz zu erhalten. Zur Abformung wurden sowohl Intraorale Scans mittels Cerec Primescan AC (PRI) und Cerec AC Omnicam (OMN) sowie konventionelle Abformungen mit scanfähigem Polyvinylsiloxan durchgeführt. Die konventionellen Abformungen und die entsprechenden Gipsmodelle wurden mit dem inEOS X5 (E5M) Laborscanner gescannt. Die Gruppe PRI zeigte die geringsten Linear- und Winkelabweichungen, während die Gruppe E5I (konventionelle Abformungen) die höchste Präzision aufwies.

Schlussfolgerung: Intraorale Scandaten, die mit Primescan gewonnen wurden, zeigten die höchste Richtigkeit, während die indirekte Digitalisierung von Abformungen die höchste Präzision aufwies. Zur Verbesserung des Arbeitsablaufs scheint die indirekte Digitalisierung der Abformung selbst eine sinnvolle Technik zu sein, da sie einen schnellen Zugriff auf den digitalen Arbeitsablauf mit der Möglichkeit einer funktionellen Abformung von Schleimhautbereichen kombiniert.

Lee JH, Bae JH, Lee SY.
Trueness of digital implant impressions based on implant angulation and scan body materials.

Sci Rep. 2021 Nov 8;11(1):21892.

(»Die Richtigkeit von Implantat-abformungen auf Grundlage der Implantatangulation und der Scankörper-Materialien.«)

Da die Auswirkungen der Implantat-angulation und des Scankörper-Materials auf die Genauigkeit der digitalen Implantatabformung nach wie vor nicht gänzlich geklärt sind, war das Ziel der In vitro-Studie die Untersuchung der Genauigkeit der digitalen Implantatabformung bei unterschiedlichen Implantat-angulationen und Scankörper-Materialien. Zu diesem Zweck wurden sechs teilbezahnte Unterkiefermodelle mit Implantaten in regio 45 und 47 versorgt. Die Implantate in regio 47 wurden am mesialen Implantat in regio 45 ausgerichtet und entweder parallel oder um 15 Grad nach mesial oder lingual gekippt eingesetzt. Als Scankörper-Material wurde entweder Polyetheretherketon (PEEK) oder Titan verwendet. Die Scandaten von Modellen mit dem mesial gekippten distalen Implantat zeigten eine bessere Richtigkeit und Passgenauigkeit als die parallel und lingual gekippt inserierten Implantate. Die Richtigkeit war bei Scankörpern aus Titan signifikant höher und die Toleranz signifikant niedriger als bei Scankörpern aus PEEK.

Lee SJ, Kim SW, Lee JJ, Cheong CW. **Comparison of Intraoral and Extraoral Digital Scanners: Evaluation of Surface Topography and Precision.** Dent J (Basel). 2020 May 20;8(2):52.

(»Der Vergleich von Intra- und Extraoralscannern: Evaluation der Oberflächentopografie und Präzision.«)

Ziel dieser Studie war, die Darstellung der Oberflächentopografie und die Präzision mittels verschiedener Intra- und Extraoralscanner zu bewerten. Ein Referenzmodell eines Oberkiefers mit vier Implantatanaloga wurde vorbereitet und mit drei intraoralen und zwei extraoralen Scannern gescannt. Von den untersuchten Scannersystemen wies iTero (IT) die meisten Triangulationspunkte auf, gefolgt von Trios 3 Shape (TR) und Straumann Cares (SC). Beim Vergleich von flachen und konturierten Oberflächen, der anterioren und posterioren Position sowie der Approximalbereiche wurden keine signifikanten Unterschiede

in der Darstellung der Oberflächentopografie festgestellt. Bei der Präzisionsmessung im gleichen Quadranten wurde kein statistischer Unterschied zwischen Intra- und Extraoralscannern ermittelt. Allerdings zeigten die Extraoralscanner eine wesentlich höhere Präzision beim Scan des gesamten Kiefers. Die Oberflächentopografie korrelierte nicht mit der Präzision, vielmehr korrelierte die Präzision mit dem Scanvorgang. Für einen Quadrantenscan werden sowohl Intraoral- als auch Extraoralscanner empfohlen, für den Scan des gesamten Kiefers sind demgegenüber Extraoralscanner zu empfehlen.

Li J, Moon HS, Kim JH, Yoon HI, Oh KC.

Accuracy of impression-making methods in edentulous arches: An in vitro study encompassing conventional and digital methods.

J Prosthet Dent. 2021 Feb 11;S0022-3913(20)30700-9. [Epub ahead of print]

(»Die Genauigkeit verschiedener Methoden zur Abformung des zahnlosen Kiefers: Eine In vitro-Untersuchung konventioneller und digitaler Methoden.«)

Das Ziel der Studie war der Vergleich von acht unterschiedlichen Methoden zur Abformung des zahnlosen Kiefers und die Untersuchung der Auswirkungen bei Verwendung einer dreidimensional gedruckten Polyetheretherketon (PEEK)-Scanhilfe auf die Genauigkeit von IOS. Dazu wurden zunächst drei Sets zahnloser Kiefer mit einem Industriescanner als Referenz gescannt. Anschließend wurde für jeden Referenz-Scandaten-satz mithilfe einer dreidimensionalen Modellierungssoftware eine individuelle Scanhilfe entworfen und mit einem dreidimensionalen Drucker aus PEEK hergestellt. Jeder Kiefer wurde mit zwei IOS mit und ohne Scanhilfe gescannt. Vier verschiedene Abformmaterialien (Hydrokolloid, Polysulfid, Polyether und Polyvinylsiloxan) wurden für konventionelle Abformungen verwendet. Anschließend wurden anhand konventioneller Abformungen Modelle hergestellt und digitalisiert. Die Ergebnisse der verschiedenen

Abformmethoden wiesen weder bei der Richtigkeit noch bei der Präzision statistisch signifikante Unterschiede auf. Einer der verwendeten IOS zeigte signifikant bessere Ergebnisse als konventionelle Abformmaterialien in Bezug auf die Richtigkeit und Präzision, wenn die Scanhilfe verwendet wurde.

Schlussfolgerung: IOS zeigten bei der Abformung des zahnlosen Kiefers eine vergleichbare Genauigkeit wie herkömmliche Abformmethoden. Die PEEK-Scanhilfe verbesserte die Genauigkeit der IOS zwar nicht, ihr Einsatz führte jedoch zu einer höheren Genauigkeit der Scans im Vergleich zu konventionellen Abformungen.

Mangano FG, Admakin O, Bonacina M, Lerner H, Rutkunas V, Mangano C. F.

Trueness of 12 intraoral scanners in the full-arch implant impression: a comparative in vitro study.

BMC Oral Health. 2020 Sep 22;20(1):263.

(»Richtigkeit von zwölf Intraoralscannern zur Abformung des zahnlosen Kiefers bei Implantatversorgung: Eine In vitro-Vergleichsstudie.«)

Um die Richtigkeit von zwölf unterschiedlichen IOS bei der Abformung des zahnlosen Kiefers im Rahmen einer Implantatversorgung zu untersuchen, wurde das Gipsmodell eines zahnlosen Oberkiefers mit sechs Implantatanaloga und Scankörpern (SBs) hergestellt und zunächst mit einem Desktop-Scanner gescannt, um ein Referenzmodell zu erhalten. Anschließend erfolgten Scans mit den IOS iTero Elements 5D, Primescan, Omnicam, CS 3700 und CS 3600, Trios 3, i-500, Emerald S und Emerald, Virtuo Vivo und DWIO sowie Runeyes Quickscan. Mit der Mesh/Mesh-Methode wurden die besten Ergebnisse mit CS 3700 erzielt, gefolgt von iTero Elements 5D, i-500, Trios 3, Primescan, Virtuo Vivo, Runeyes, Emerald S, Emerald, Omnicam und DWIO. Bei der Nurbs/Nurbs-Methode wurden die besten Ergebnisse von iTero Elements 5D erzielt, gefolgt von Primescan, i-500, CS 3700, CS 3600, Virtuo Vivo, Runeyes, Emerald

S, Omnicam, Emerald und DWIO. Es wurden statistisch signifikante Unterschiede zwischen den IOS festgestellt.

Michelinakis G, Apostolakis D, Tsagarakis A, Kourakis G, Pavlakis E. **A comparison of accuracy of 3 intraoral scanners: A single-blinded in vitro study.**

J Prosthet Dent. 2020 Nov;124(5):581-588.

(»Ein Vergleich der Genauigkeit von drei Intraoralscannern: Eine einfach verblindete In vitro-Studie.«)

In der vorliegenden, einfach verblindeten In vitro-Studie wurden drei IOS hinsichtlich ihrer Richtigkeit und Präzision untersucht und mit einem Referenz-Laborscanner verglichen. Zu diesem Zweck wurden 19 Oberkiefer- und Unterkiefer-Gipsmodelle, die zuvor von 19 Patienten unter Verwendung einer Polyvinylsiloxan-Doppelmischabformung angefertigt worden waren, mit den drei IOS Trios 3, i500 und Emerald unter Verwendung der jeweils neuesten Softwareversion gescannt. Die gleichen Modelle wurden auch mit dem Laborscanner E3 gescannt und anschließend mit den Ergebnissen der IOS-Scanner verglichen. Emerald wies signifikant niedrigere Werte für die Richtigkeit auf als der i500- und der Trios 3-Scanner. Zwischen den beiden letztgenannten Scannern bestanden keine signifikanten Unterschiede. In Bezug auf die Präzision der Ergebnisse war der Trios-Scanner präziser als die beiden anderen Scanner. Der Emerald-Scanner war seinerseits signifikant präziser als der i500-Scanner. Hinsichtlich der Fähigkeit der Scanner, die Dateien des Referenzscanners ohne Über- oder Unterschätzung zu reproduzieren, unterschätzte der i500 die Dateien des Laborscanners signifikant, während die Scans der beiden anderen

Scanner die Scans des Laborscanners weder unter- noch überschätzten.

Michelinakis G, Apostolakis D, Tsagarakis A, Lampropoulos P. **Influence of different material substrates on the accuracy of 3 intraoral scanners: A single-blinded in vitro study.**

Int J Prosthodont. 2021 Mar 18. [Epub ahead of print]

(»Der Einfluss bestimmter Materialien auf die Genauigkeit von drei Intraoralscannern: Eine einfach verblindete In vitro-Studie.«)

Ein Oberkiefer-Typodont-Modell wurde mit elf verschiedenen Materialien präpariert und mit den drei Intraoralscannern Trios 3, CS 3600 und Emerald S gescannt. Als Referenz erfolgte ein Scan des Modells dem Laborscanner 7series. Was die Genauigkeit der verschiedenen Intraoralscanner beim Scannen von transluzenten und reflektierenden Materialien anbelangt, so ergaben paarweise Vergleiche signifikante Unterschiede zwischen den Scannern. In Bezug auf die Richtigkeit und Präzision des gesamten Kiefers ergaben paarweise Vergleiche, dass Trios 3 im Vergleich zu CS3600 und Emerald S eine signifikant höhere Richtigkeit und Präzision aufwies, während zwischen CS 3600 und Emerald S keine Unterschiede festgestellt wurden. Beim Scan von transluzenten Materialien wies Trios 3 im Vergleich zum CS 3600 eine signifikant höhere Genauigkeit auf. Bei Metallkronen waren die Scans aller drei Scanner im Vergleich zu anderen Materialien signifikant ungenauer.

Oh HS, Lim YJ, Kim B, Kim MJ, Kwon HB, Baek YW.

Influence of Scanning-Aid Materials on the Accuracy and Time Efficiency of Intraoral Scanners for

Full-Arch Digital Scanning: An In Vitro Study.

Materials (Basel). 2021 Apr 30;14(9):2340.

(»Der Einfluss von Scanhilfsmitteln auf die Genauigkeit und die Zeiteffizienz von Intraoralscannern bei der digitalen Abformung des gesamten Kiefers: Eine In vitro-Studie.«)

Ein Referenzmodell wurde mit einem 3D-Drucker erstellt und mit einem Modells scanner gescannt, um einen Referenzdatensatz zu erhalten. Scans erfolgten mittels der Scansysteme i500 und Trios nach Anwendung von ScanCure, IP Scan Spray, Vita Powder Scan Spray oder ohne Scanpulver. Die 3D-Analyse ergab eine signifikant höhere Präzision in den drei Gruppen mit Anwendung von Scanpulvern als in der unbehandelten Gruppe. Die Scanhilfsmittel hatten keinen signifikanten Einfluss auf die Richtigkeit der Scans. Die Arbeitszeit war in den Scanhilfsmittel-Gruppen signifikant kürzer im Vergleich zur unbehandelten Gruppe. Daher wird aus Effizienzgründen in klinischen Situationen die Verwendung von Scanhilfsmitteln empfohlen.

Reich S, Yatmaz B, Raith S.

Do „cut out-rescan“ procedures have an impact on the accuracy of intraoral digital scans?

J Prosthet Dent. 2021 Jan; 125(1):89-94.

(»Haben „Cut-out-Rescan“-Verfahren einen Einfluss auf die Genauigkeit von intraoralen digitalen Scans?«)

Die Softwareprogramme für IOS bieten in der Regel die Möglichkeit, Bereiche aus 3D-Abformungen auszuschneiden, erneut zu scannen und mit dem ursprünglichen Scan zusammenzuführen. Es gibt jedoch keine Hinweise darauf, ob sich dieses Verfahren auf die Ge-

Alle bisher erschienenen Themen der Sektion **kurz & schmerzlos** finden Sie auf **www.frag-pip.de** auch zum direkten Download

naugigkeit des Scans auswirkt. Um dies zu untersuchen, wurde ein Referenzmodell erstellt und mit IOS Trios 3 (TR), Cerec Primescan (PR) und Cerec Omnicam (OM) gescannt. Die Scandaten wurden dupliziert und der posteriore Bereich des rechten lateralen Schneidezahns herausgeschnitten und neu gescannt, um Abgüsse mit den neu gescannten Daten TR_rs, PR_rs und OM_rs zu erhalten. Es wurden statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Scannern OM/PR, OM_rs/TR_rs und TR_rs/PR_rs festgestellt. In der Gruppe der „cut out-rescanned“-Daten wurden signifikante Unterschiede zwischen den Scandaten des gesamten Kiefers und den „ausgeschnittenen“ Daten der verschiedenen Scanner festgestellt, jedoch nicht zwischen den Scandaten des gesamten Kiefers und den „ausgeschnittenen“ Daten innerhalb eines Scansystems.

Schlussfolgerung: Es wurden signifikante Unterschiede zwischen den Scannern festgestellt, aber die „cut out-rescan“-Verfahren hatten keinen Einfluss auf die Genauigkeit innerhalb der einzelnen Scansysteme.

Retana L, Nejat AH, Pozzi A.
Effect of Splinting Scan Bodies on Trueness of Complete Arch Implant Impression using Different Intra-oral Scanners: An in vitro study.

Int J Comput Dent. 2022 Jan 24;0(0):0. [Epub ahead of print]
(»Der Einfluss einer Verblockung der Scankörper auf die Richtigkeit der Abformung des zahnlosen Kiefers mit unterschiedlichen Intraoralscannern: Eine In vitro-Studie.«)

Ein Polyurethanmodell eines zahnlosen Unterkiefers wurde mit vier Implantanaloga versorgt und anschließend mit sieben IOS mit oder ohne Verblockung der Scankörper digital abgeformt. Die Verblockung der Scankörper verbesserte die Richtigkeit der digitalen Scans, während eine Vergrößerung des Abstands zwischen den Implantaten zu einer Verschlechterung der Richtigkeit führte. Es wurde ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Richtigkeitswerten, der

Verblockung, dem Typ des IOS und dem Abstand zwischen den Implantaten festgestellt.

Schlussfolgerung: Basierend auf den vorliegenden Ergebnissen kann die Verblockung der Scankörper die Richtigkeit digitaler Scans des zahnlosen Kiefers aufgrund der Verbesserung der morphologischen Orientierungspunkte verbessern, unabhängig von der Art des IOS oder dem Abstand zwischen den Implantaten.

Revell G, Simon B, Mennito A, Evans ZP, Renne W, Ludlow M, Vág J.
Evaluation of complete-arch implant scanning with 5 different intraoral scanners in terms of trueness and operator experience.
J Prosthet Dent. 2021 Apr 5;S0022-3913(21)00052-4. [Epub ahead of print]

(»Der Einfluss fünf unterschiedlicher Intraoralscanner und der Anwendererfahrung auf die Richtigkeit der Abformung bei implantatprothetischer Versorgung des zahnlosen Kiefers.«)

Der Intraoralscan des zahnlosen Kiefers kann für einen unerfahrenen Bediener aufgrund der großen Schleimhautfläche und der Verwendung von Scankörpern eine Herausforderung darstellen. Um dies zu überprüfen, wurde ein zahnloser Oberkiefer eines menschlichen Leichenpräparates mit fünf Implantaten versorgt und ein Referenzscan erstellt. Anschließend erfolgten Scans mit den IOS iTero Element 2, Medit i500, Primescan, Trios 3 und Trios 4, die von einem erfahrenen und von einem unerfahrenen Bediener durchgeführt wurden. Die mittlere Standardabweichung der Messungen auf Ebene der Implantatplattform war beim unerfahrenen Bediener höher als beim erfahrenen Bediener, unabhängig vom jeweiligen Scanner. Nach Einbringen des Scankörpers wurden keine signifikanten Unterschiede mehr zwischen den Bedienern für Element 2, Primescan und Trios 3 festgestellt. Der erfahrene Anwender produzierte eine geringere Abweichung beim Einsatz des Trios 4, jedoch eine höhere Abweichung für i500. Die absteigende Rangfolge der Scanner in Bezug auf Ungenauigkeiten war Element

2, i500, Trios 4, Trios 3 und Primescan beim unerfahrenen Anwender und i500, Element 2, Trios 3, Trios 4 und Primescan beim erfahrenen Anwender.

Revilla-León M, Smith Z, Methani MM, Zandinejad A, Özcan M.
Influence of scan body design on accuracy of the implant position as transferred to a virtual definitive implant cast.

J Prosthet Dent. 2021 Jun;125(6):918-923.

(»Der Einfluss des Scankörper-Designs auf die Genauigkeit der Implantatposition auf dem virtuellen Modell.«)

Um den Einfluss des Designs intraoraler Scankörper auf die Implantatposition bei der virtuellen Modellherstellung zu untersuchen, wurden drei Implantatreplika in ein teilbezahntes Typodontmodell eingebracht und mit den drei Scankörpern Elos Accurate Nobel Biocare (SB-1), NT Digital Implant Technology (NB-2) und Dynamic Abutment (SB-3) versorgt und mit einem IOS (iTero Element) nach dem Scanprotokoll des Herstellers gescannt. Als Referenz wurden die Implantatpositionen/Scankörper mit einem Koordinatenmessgerät auf der X-, Y- und Z-Achse gemessen. Das Koordinatenmessgerät war nicht in der Lage, die Position des magnetisch gehaltenen Scankörpers der SB-3-Gruppe zu messen, da dieser bei Berührung mit dem kleinstmöglichen Druck beweglich war. Daher wurde diese Gruppe ausgeschlossen. Es wurden keine signifikanten Unterschiede in den linearen Diskrepanzen zwischen den Gruppen SB-1 und SB-2 festgestellt. Die genaueste Scankörperposition wurde auf der Z-Achse erzielt. Allerdings wies die SB-1-Gruppe eine signifikant höhere XZ-Winkeldiskrepanz auf als die SB-2-Gruppe.

Rutkunas V, Gedrimiene A, Al-Haj Husain N, Pletkus J, Barauskis D, Jelelevicius D, Özcan M.

Effect of additional reference objects on accuracy of five intra-oral scanners in partially and completely edentulous jaws: An in vitro study.

J Prosthet Dent. 2021 Nov 16:S0022-3913(21)00560-6.

(»Der Einfluss zusätzlicher Referenzobjekte auf die Genauigkeit verschiedener Intraoralscanner im teilbezahnten und zahnlosen Kiefer: Eine In vitro-Studie.«)

Das Ziel der In vitro-Studie war die Untersuchung, welche Auswirkungen zusätzliche Referenzobjekte auf die Genauigkeit verschiedener IOS im teilbezahnten und zahnlosen Kiefer haben können. Zu diesem Zweck wurden teilbezahnte und zahnlose Modelle mit zwei bzw. vier Implantaten und Scankörpern (Cares Mono Scanbody) versorgt. Die Referenzdaten wurden mithilfe eines Industriescanners gewonnen. Anschließend erfolgten Scans mit den IOS Primescan, Trios 3 und Trios 4, Carestream 3600 und Medit i500 mit und ohne zusätzliche Referenzobjekte. Die zusätzlichen Referenzobjekte verbesserten die Richtigkeit aller gemessenen Parameter (Winkel- und Vertikalverschiebung, Abstände) für alle fünf getesteten IOS. Scans mit und ohne zusätzliche Referenzobjekte hatten im teilbezahnten Kiefer keinen Einfluss auf die Genauigkeitsmessungen aller Scanner, mit Ausnahme des Medit i500 bei den Parametern Abstand und Vertikalverschiebung und des Carestream 3600 bei der Vertikalverschiebung. Die beste Präzision für die Winkel- und Vertikalmessung wurde bei Trios 3 und Primescan festgestellt. Größere Abweichungen wurden im zahnlosen Kiefer beobachtet. Die Genauigkeit digitaler Scans im zahnlosen Kiefer wurden beeinträchtigt, außer bei Medit i500 für die Entfernung, bei Primescan und Trios 4 für den Winkel und bei allen Systemen außer Trios 4 für die Präzision auf der Vertikalachse.

Salorenzo A, Gómez-Polo M.
Comparative study of the accuracy of an implant intraoral scanner and that of a conventional intraoral scanner for complete-arch fixed dental prostheses.

J Prosthet Dent. 2021 Apr 6:S0022-3913(21)00083-4. [Epub ahead of print]

(»Vergleichende Studie zur Genauigkeit eines intraoralen Implan-

tatscanners und eines konventionellen Intraoralscanners bei der implantatprothetischen Versorgung des zahnlosen Kiefers.«)

Ziel dieser In vitro-Studie war es, die Genauigkeit eines intraoralen Implantat-scanners (PiC-Kamera) mit der des Trios-IOS für sechs Implantate im zahnlosen Kiefer zu vergleichen. Zwei zahnlose Oberkiefer-Mastermodelle wurden mit je sechs axial und sechs gewinkelt inserierten Implantaten versorgt und es erfolgten Referenzscans mit einer Koordinatenmessmaschine. Anschließend erfolgten Scans mit beiden IOS. Der Implantatsscanner zeigte sowohl bei axialen als auch gewinkelten Implantaten höhere Genauigkeitswerte als der konventionelle IOS.

Schimmel M, Akino N, Srinivasan M, Wittneben JG, Yilmaz B, Abou-Ayash S.

Accuracy of intraoral scanning in completely and partially edentulous maxillary and mandibular jaws: an in vitro analysis.

Clin Oral Investig. 2021 Apr;25(4):1839-1847.

(»Die Genauigkeit von Intraoral-scans im teilbezahnten und zahnlosen Ober- und Unterkiefer: Eine In vitro-Analyse.«)

In der aktuellen Studie wurde die Genauigkeit von Intraoral-scans von teilbezahnten und zahnlosen Ober- und Unterkiefermodellen mittels Primescan bestimmt und der Einfluss der Erfahrung des Bedieners auf die Genauigkeit analysiert. Zu diesem Zweck wurden je ein teilbezahntes und ein zahnloses Ober- und Unterkiefermodell hergestellt und von je einem unerfahrenen und erfahrenen Anwender gescannt. Ein industrieller Hochpräzisionsscanner wurde zur Erstellung von Referenzscans verwendet. Die Genauigkeit von IOS war sowohl im teilbezahnten als auch im zahnlosen Kiefer hoch. Die Scans des unerfahrenen Operateurs wiesen eine signifikant höhere Richtigkeit im zahnlosen Unterkiefermodell und eine höhere Präzision im zahnlosen Oberkiefermodell auf.

Yilmaz B, Rizzo Marques V, Guo X, Gouveia D, Abou-Ayash S., da Fonte Porto Carreiro A.

The effect of scanned area on the accuracy and time of anterior single implant scans: An in vitro study.

J Dent. 2021 Jun;109:103620.

(»Der Einfluss des gescannten Bereichs auf die Genauigkeit und den Zeitaufwand bei anterioren Einzelimplantaten: Eine In vitro-Studie.«)

Drei erfahrene Anwender führten mit einem intraoralen Scanner (Trios3) Teil- und Vollkieferscans eines Kunststoffmodells zur Abformung eines Implantats im Bereich des linken mittleren Schneidezahns durch. Jeder Teil- oder Vollkieferscan wurde mit einem Referenzscan eines Laborscanners (Ceramill Map 600) überlagert. Es wurde kein signifikanter Unterschied zwischen der Präzision von Teil- und Vollscans des Kiefers für alle Anwender festgestellt. Die Scanzeiten für Teilsfans waren insgesamt und für jeden Operateur signifikant kürzer als Vollscans des Modells. Es wurde kein signifikanter Einfluss der Scanzeit auf die Richtigkeit von Teil- und Vollscans festgestellt.



Kiatkroekkrai P, Takolpuckdee C, Subbalekha K, Mattheos N, Pimkhaokham A.

Accuracy of implant position when placed using static computer-assisted implant surgical guides manufactured with two different optical scanning techniques: a randomized clinical trial.

Int J Oral Maxillofac Surg. 2020 Mar;49(3):377-383.

(»Genauigkeit der Implantatposition bei statischer, Computer-assistierter Implantatinserion mittels Bohrschablonen, hergestellt auf Basis zweier unterschiedlicher optischer Scantechniken: Eine randomisierte klinische Studie.«)

Für die computergestützte Implantatchirurgie (CAIS) werden Daten aus Digitalen Volumetomogrammen (DVT) und optischen Scans (intra- oder extraoral mittels Modellscans) benötigt. In dieser Studie wurde die Genauigkeit der Implantatposition bei Insertion mit Bohrschablonen verglichen, die anhand von Intra- oder Extraoralscans hergestellt wurden. Zu diesem Zweck wurden 47 Patienten nach dem Zufallsprinzip mit insgesamt 60 Implantaten versorgt, die zu gleichen Teilen anhand von Bohrschablonen inseriert wurden, welche entweder auf Basis von Intraoralscans (Trios) oder Extraoralscans eines mittels konventioneller Abformung hergestellten Gipsmodells (D900L Lab Scanner) hergestellt wurden. Zwischen den Implantatpositionen beider Gruppen konnten keine signifikanten Unterschiede in der mittleren Abweichung der geplanten und tatsächlichen Implantatposition beobachtet werden.



Carneiro Pereira AL, Medeiros VR, da Fonte Porto Carreiro A.
Influence of implant position on the accuracy of intraoral scanning in fully edentulous arches: A systematic review.

J Prosthet Dent. 2021 b Dec;126(6):749-755.

(»Der Einfluss der Implantatposition auf die Genauigkeit des Intraoralscans im zahnlosen Kiefer: Ein systematischer Review.«)

Um die Auswirkung der Implantatangulation auf die Genauigkeit von Intraoralscans zu untersuchen, erfolgte eine Literaturrecherche in den Datenbanken Medline/Pubmed, Scopus, Web of Science und Cochrane Library. Acht In vitro-Studien erfüllten die Einschlusskriterien. In fünf Publikationen wurden geringgradige Linear- und Winkelverschiebungen beim Intraoralscan im Vergleich zu konventionellen Abformungen ermittelt. In zwei Studien wurden bei

digitalen Scans signifikant größere Linear- und Winkelverschiebungen als bei konventionellen Abformverfahren beobachtet. Nur in einer Studie wurden keine Unterschiede zwischen den beiden Abformverfahren festgestellt.
Schlussfolgerung: Intraoralscans führen grundsätzlich zu zuverlässigen Ergebnissen. Allerdings können bei geneigten Implantaten mit einem Winkel > 15 Grad Ungenauigkeiten entstehen. Daher sind weitere Studien zum Zusammenhang zwischen dem Insertionswinkel von Implantaten und klinischen Ergebnissen notwendig.

Carneiro Pereira AL, Souza Curinga MR, Melo Segundo HV, da Fonte Porto Carreiro A.

Factors that influence the accuracy of intraoral scanning of total edentulous arches rehabilitated with multiple implants: A systematic review.

J Prosthet Dent. 2021 a Oct 13; S0022-3913(21)00485-6. [Epub ahead of print]

(»Einflussfaktoren auf die Genauigkeit von Intraoralscans zahnloser Kiefer bei Versorgung mit mehreren Implantaten: Ein systematischer Review.«)

Ziel dieser systematischen Übersichtsarbeit war die Darstellung von Faktoren, welche die Genauigkeit des Intraoralscans im Rahmen einer Versorgung des zahnlosen Kiefers mit mehreren Implantaten beeinflussen können. Zu diesem Zweck erfolgte eine elektronische Suche in den Datenbanken Medline/Pubmed, Cochrane Library, Scopus und Web of Science. Zwölf Studien (zehn In vitro und zwei In vivo) wurden in die Analyse einbezogen. Mehrere Faktoren können die Leistung von IOS beeinflussen. Neben der Erkenntnis, dass beiden die Scanner Carestream Dental und 3Shape die besten Ergebnisse lieferten, hatten die Technik des Intraoralscans, die Umgebungsbedingungen (Temperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit), der Winkel und Abstand zwischen den Implantaten und das Material des Scankörpers einen Einfluss auf die Genauigkeit des Scans.

García-Gil I, Cortés-Bretón-Brinkmann J, Jiménez-García J, Peláez-Rico J, Suárez-García MJ.

Precision and practical usefulness of intraoral scanners in implant dentistry: A systematic literature review.

J Clin Exp Dent. 2020 Aug 1;12(8):e784-e793.

(»Präzision und praktischer Zusatznutzen von Intraoralscannern in der dentalen Implantologie: Ein systematischer Literaturreview.«)

Das Ziel dieser systematischen Übersichtsarbeit war die Untersuchung der Effizienz, Genauigkeit und wirtschaftliche Machbarkeit digitaler Abformtechniken für implantatgetragene Versorgungen. Zu diesem Zweck wurden systematische Recherchen in den Datenbanken Pubmed/Medline, Cochrane Library und Lilacs durchgeführt. 27 Studien (acht In vivo und 19 In vitro-Studien) erfüllten die Einschlusskriterien. Aufgrund der großen Heterogenität der Studienprotokolle konnte keine Meta-Analyse durchgeführt werden. Der Passive Fit der Suprakonstruktionen zeigte ähnliche Ergebnisse zwischen digitalen und konventionellen Abformtechniken. In den Studien wurde davon ausgegangen, dass mehrere Faktoren die Genauigkeit der Implantat-abformung beeinflussen: 1) Der Abstand zwischen den Implantaten und ihre Angulation, 2) die Insertionstiefe, 3) der Scannertyp, 4) die Scanstrategie, 5) die Eigenschaften des Scankörpers und 6) die Erfahrung des Anwenders. Was die Wirtschaftlichkeit von intraoralen Scansystemen betrifft, so berichtete nur eine Studie über einen Vorteil gegenüber konventionellen Techniken.

Schlussfolgerung: Die digitale Abformung kann bei einem oder zwei Implantaten als praktikable Alternative zu konventionellen Abformmethoden betrachtet werden. Es sind weitere Studien erforderlich, um die Genauigkeit digitaler Techniken bei der Versorgung zahnloser Patienten mit implantatgetragenen Vollversorgungen bewerten zu können.

Kachhara S, Nallaswamy D, Ganapathy DM, Sivaswamy V, Rajaraman V.
Assessment of intraoral scanning

technology for multiple implant impressions - A systematic review and meta-analysis.

J Indian Prosthodont Soc. 2020 Apr-Jun;20(2):141-152.

(»Untersuchung der intraoralen Scantechnologie bei der Abformung mehrerer Implantate – ein systematischer Review und eine Metaanalyse.«)

Ziel dieser systematischen Übersichtsarbeit war die Bewertung der verschiedenen verfügbaren IOS-Technologien und das IOS-System mit der höchsten Genauigkeit bei der Abformung mehrerer Implantate zu identifizieren. Mittels einer elektronischen Suche in den Online-Datenbanken Pubmed, Google Scholar und Cochrane wurden insgesamt elf Artikel identifiziert, von welchen acht Studien die Einschlusskriterien erfüllten. In fünf Studien wurde die Abstandsabweichung der Scans von den wahren Werten verglichen, während in den anderen drei Studien die Werte zu Richtigkeit und Präzision als Ergebnisvariablen untersucht wurden. Ein Forest Plot zur Scannerpräzision zeigte leicht höhere Präzisionswerte beim Trios-Scanner im Vergleich zu den anderen Intraoralscannern.

Schlussfolgerung: Anhand der Erkenntnisse dieser Studie kann der Schluss gezogen werden, dass das aktive Wellenfrontsampling im Vergleich zu anderen intraoralen Scantechnologien zu genaueren Ergebnissen führt.

Marques S, Ribeiro P, Falcão C, Lemos BF, Ríos-Carrasco B, Ríos-Santos JV, Herrero-Climent M. **Digital Impressions in Implant Dentistry: A Literature Review.** Int J Environ Res Public Health. 2021 Jan 24;18(3):1020.

(»Digitale Abformverfahren in der Implantologie: Ein Literaturreview.«)

Anhand der Literaturübersicht sollte ermittelt werden, welche Faktoren die Genauigkeit der digitalen Abformung in der Implantologie beeinflussen können. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf das Design des intraoralen Scankörpers (ISB) und die Scan-Techniken gelegt. Zu diesem Zweck wurde eine Suche

in den Datenbanken Medline, Pubmed und Ebsco Host durchgeführt und mit einer Handsuche ergänzt. Von 108 erfüllten 21 Publikationen die Einschlusskriterien. Die Genauigkeit der digitalen Abformungen in der Implantologie hängt von der Insertionstiefe und dem Neigungswinkel des Implantats, der Anwendererfahrung, der Art des verwendeten IOS und den Umgebungsbedingungen ab. Es ist anzunehmen, dass das Design und das Material der ISBs sowie die Scantechnik einen großen Einfluss auf die Wiedergabegenauigkeit und die Präzision der digitalen Abformung haben. Für ein besseres Verständnis dieses Themas werden zukünftige Forschungsarbeiten vorgeschlagen, die sich auf die Optimierung des ISB-Designs und der Scan-Protokolle konzentrieren.

Papaspyridakos P, Vazouras K, Chen YW, Kotina E, Natto Z, Kang K, Chochlidakis K.

Digital vs Conventional Implant Impressions: A Systematic Review and Meta-Analysis.

J Prosthodont. 2020 Oct;29(8):660-678.

(»Digitale vs. konventionelle Implantatabformungen: Ein systematischer Review und eine Metaanalyse.«)

Das Ziel der systematischen Übersicht war der Vergleich der Genauigkeit der dreidimensionalen Wiedergabe der Implantatposition bei digitalen und konventionellen Abformverfahren im teilbezahnten und zahnlosen Kiefer. Anhand elektronischer und manueller Recherchen wurden neun In vitro-Studien und eine klinische Studie zur Abformung im zahnlosen Kiefer sowie sechs In vitro-Studien und zwei klinische Studien zur Abformung im teilbezahnten Kiefer identifiziert. Eine quantitative Metaanalyse erfolgte anhand von fünf Studien im zahnlosen Kiefer und sechs Studien im teilbezahnten Kiefer. Im zahnlosen Kiefer (fünf In vitro-Studien) betrug die mittlere dreidimensionale Implantatabweichung zwischen konventionellen und digitalen Abformungen 8,2 µm, wobei bei digitalen Abformverfahren eine geringere, jedoch nicht signifikante Abweichung beobachtet

werden konnte. Auf der Grundlage von einer klinischen und fünf In vitro-Studien im teilbezahnten Kiefer betrug die mittlere dreidimensionale Implantatabweichung zwischen konventionellen und digitalen Abformungen 52,31 µm. Hierbei wiesen konventionelle Abformverfahren eine signifikant geringere Abweichung der Implantatposition auf. Fünf In vitro-Studien und zwei klinische Studien konnten aufgrund ihrer methodischen Heterogenität nicht in die quantitative Analyse einbezogen werden. Im teilbezahnten Kiefer führte die Implantatangulation zu signifikant schlechteren Genauigkeitswerten bei digitalen Abformverfahren. Im zahnlosen Kiefer hatte die Art des IOS keinen Einfluss auf die Abformgenauigkeit.

Schlussfolgerung: Hauptsächlich auf den Ergebnissen von In vitro-Studien basierend, scheinen digitale Scanverfahren zu ähnlichen Ergebnissen in Bezug auf die dreidimensionale Wiedergabegenauigkeit zu führen wie konventionelle Abformungen.

Paratelli A, Vania S, Gómez-Polo C, Ortega R, Revilla-León M, Gómez-Polo M.

Techniques to improve the accuracy of complete-arch implant intraoral digital scans: A systematic review.

J Prosthet Dent. 2021 Oct 27:S0022-3913(21)00486-8. [Epub ahead of print]

(»Techniken zur Verbesserung der Genauigkeit von Intraoralscans des kompletten Kiefers: Ein systematischer Review.«)

Die beste Methode zur Optimierung der Genauigkeit von digitalen Scans des gesamten Kiefers ist immer noch unklar. Beispielsweise kann die gescannte Position der Scankörper gegenüber ihrer tatsächlichen Position erheblich abweichen, was zu einem nicht passgenauen Sitz der definitiven prothetischen Rekonstruktion führen würde. Das Ziel dieser systematischen Übersichtsarbeit war daher die Untersuchung der derzeit verfügbaren Techniken zur Verbesserung der Genauigkeit von Intraoralscans bei der Versorgung mit implantatgetragenen festsitzenden

prothetischen Vollersatz. Dazu erfolgte eine Literaturrecherche in den Datenbanken Medline, Embase und Google Scholar, welche mittels einer Handsuche ergänzt wurde. Insgesamt konnten 17 Techniken bewertet werden. Im Vergleich zum herkömmlichen digitalen Scanprotokoll wurden eine höhere Genauigkeit, aber auch Unterschiede hinsichtlich des Bedarfs an zusätzlichen Geräten, der Anzahl der intraoralen Scans und des Zeitaufwands für klinische und Software-Programmschritte festgestellt. Die Verwendung einer Schiene wurde in den meisten Studien angegeben. Die Ergebnisvariablen für die Bewertung der Wirksamkeit dieser Protokolle waren heterogen.

Schlussfolgerung: Die Anwendung zusätzlicher Techniken während des intraoralen Scannens kann die Genauigkeit bei der Versorgung zahnloser Patienten mit implantatgetragenen festsitzendem Zahnersatz verbessern. Allerdings ist mit einem höheren Aufwand für diese Verfahren zu rechnen.

Wulfman C, Naveau A, Rignon-Bret C.

Digital scanning for complete-arch implant-supported restorations: A systematic review.

J Prosthet Dent. 2020

Aug;124(2):161-167.

(»Digitale Scans bei der implantatprothetischen Versorgung des zahnlosen Kiefers: Ein systematischer Review.«)

Der Scan des zahnlosen Kiefers stellt aufgrund der großen zu scannenden Fläche und des Fehlens anatomischer Indizes nach wie vor eine Herausforderung dar. Derzeit ist ungeklärt, inwieweit Abformpfeifen beim digitalen Scan die

Präzision positiv beeinflussen und zu einem klinischen Zusatznutzen führen können. Das Ziel dieser systematischen Übersichtsarbeit war daher, die Genauigkeit digitaler Scans bei der implantatprothetischen Rehabilitation zahnloser Patienten zu ermitteln. Anhand einer systematischen Literaturrecherche wurden 20 Studien identifiziert. In fünf Publikationen konnten beim Einsatz digitaler Scanner zufriedenstellende klinische Kurzzeitergebnisse ermittelt werden. 15 In vitro-Studien ergaben bei den meisten IOS eine akzeptable Genauigkeit unterhalb eines Schwellenwerts von 150 Mikrometern. Im direkten Vergleich wurde die digitale Technik den konventionellen Abformtechniken als zumindest ebenbürtig bezeichnet.

Schlussfolgerung: Die wichtigsten Parameter, die sich auf die Präzision beim Intraoralscan auswirken, sind der Abstand zwischen den Implantaten, das Scandesign, das Scanmuster und die Erfahrung des Anwenders.

Zhang YJ, Shi JY, Qian SJ, Qiao SC, Lai HC.

Accuracy of full-arch digital implant impressions taken using intraoral scanners and related variables: A systematic review.

Int J Oral Implantol (Berl). 2021 May 12;14(2):157-179.

(»Die Untersuchung der Genauigkeit digitaler Abformungen mittels Intraoralscanner und damit verbundener Variablen bei der Implantatversorgung im zahnlosen Kiefer: Ein systematischer Review.«)

Um die Genauigkeit digitaler Abformungen des zahnlosen Kiefers mittels

IOS und damit verbundener Variablen zu untersuchen, erfolgte eine Literaturrecherche in den Datenbanken Pubmed, Embase und Cochrane Library. 30 Publikationen (29 In vitro-Studien und eine In vivo-Studie) wurden in die endgültige Analyse einbezogen. Untersucht wurden die Auswirkung des Implantatabstands, die Länge des Zahnbogens, die Scansequenz, der Scanbereich, die Implantatposition (neun Studien), die Implantatangulation (zehn Studien), die Insertionstiefe (fünf Studien), die Implantatverbindung (zwei Studien), die Erfahrung des Anwenders (sechs Studien), der Scankörpertyp (drei Studien), der IOS (sechs Studien), die Scanstrategie (zwei Studien) und die Modifikationstechnik (drei Studien). Die Genauigkeit der digitalen Implantat-abformungen lag zwischen 7,6 und 731,7 Mikrometer, während die Präzision 15,2 bis 204,2 Mikrometer betrug. Die Winkelabweichungen lagen zwischen 0,13 und 10,01 Grad. Unter Berücksichtigung von 100,0 Mikrometer und 0,4 Grad als klinisch akzeptable Abweichungswerte berichteten 18 Studien über Linear-/Distanz-/3D-Abweichungen von mehr als 100 Mikrometer und nur zwei Studien über Winkelabweichungen unter 0,4 Grad.

Schlussfolgerung: Intraoral-scans zur implantatprothetischen Versorgung des zahnlosen Kiefers sind nicht ausreichend präzise für die klinische Anwendung. Die Genauigkeit variierte stark mit dem Abstand zwischen den Implantaten, dem Typ des Scankörpers, dem Typ des IOS und der Erfahrung des Anwenders, während die Implantatangulation, die Implantatverbindungen und die Insertionstiefe der Implantate keinen Einfluss hatten. Die Auswirkungen der Scanstrategie und der Modifikationstechnik müssen weiter untersucht werden. ●

In der nächsten Ausgabe **pip** 3/2022: Vertikale Augmentationstechniken

Wollen Sie mehr zu einer bestimmten Arbeit wissen?

Nutzen Sie unseren Volltext-Service auf www.frag-pip.de, senden Sie ein Fax an **08025-5583** oder eine E-Mail an leser@pipverlag.de. Wir recherchieren die Gesamtkosten bei den einzelnen Verlagen bzw. Textservices, Sie erhalten eine Gesamtkostenübersicht und können über uns bestellen. Für **pip**-Abonnenten sind Recherche, Handling und Versand der Texte kostenlos!