

# KOMPLEXE IMPLANTATVERSORGUNG IM PRAXISALLTAG

Vereinfachte digitale Versorgung als Alternative zum analogen Workflow

Dr. Sasa Kalkan, Prof. Dr. Dr. Peer W. Kämmerer, M.A., FEBOMFS

## → Warum Sie diesen Beitrag lesen sollten?

Die Versorgung einer Freisituation stellt im Praxisalltag eine große Herausforderung dar. Die

Patienten wünschen häufig festsitzenden Zahnersatz und eine schnelle, möglichst einfache

Lösung. In den folgenden Patientenbeispielen zeigen wir das herkömmliche Vorgehen und im Vergleich dazu zwei Arbeiten im vereinfachten, digitalen Workflow.

## EINLEITUNG

Der globale Trend zur Digitalisierung beherrscht heute alle Bereiche der Zahnmedizin. Insbesondere in der festsitzenden Prothetik als technikorientierte Disziplin hat die computergestützte Zahnheilkunde neue klinische Protokolle und Produktionsprozesse ermöglicht [2]. Während die kontinuierliche Entwicklung computergestützter Konstruktions- und computergestützter Fertigungstechniken (CAD/CAM) die treibende Kraft in der Zahntechnik ist, hat die Einführung von Intraoralscannern die klinischen Verfahren in den letzten Jahren erheblich verändert [9].

Zusammen ermöglichen diese Technologien nun vollständig digitale Arbeitsabläufe für Behandlungen in wenigen Sitzungen für zahn- und/oder implantatgestützte monolithische festsitzende Restaurationen [3]. Vollständige digitale Protokolle bestehen aus 3 Hauptarbeitsschritten: 1) der 3D-Erfassung der individuellen Patientensituation direkt im Mund via intraoralem Scan; 2) digitales Design mit zahnmedizinischen Softwareanwendungen (CAD) für schnelles Prototyping wie Fräsen oder 3D-Druck (CAM) in einer vollständig virtuellen Umgebung ohne physische Zahnmodelle (Gipsabdrücke); und 3) klinische Eingliederung der Zahnrestauration [19].

Es ist wichtig, die Auswirkungen des aktuellen Digitalisierungstrends auf die Änderung etablierter Protokolle im Hinblick auf die klinische und technische Machbarkeit vollständiger digitaler Arbeitsabläufe, die langfristigen Ergebnisse und deren wirtschaftlichen Auswirkungen zu verstehen. Insgesamt ist der digitale Workflow mit mechanisch hochwertigen monolithischen Restaurationen und einer reproduzierbaren Herstellung in einem vereinfachten Prozess mit einem reduzierten Bedarf an manueller menschlicher Interaktion verbunden.

Vor allem im Vergleich zur „klassischen“ analogen Implantattherapie besteht der Vorteil des digitalen Workflows in der Praxis in einer Reduktion der notwendigen Praxisbesuche und somit in einer – insbesondere, aber nicht nur – für ältere Patienten potenziell komfortableren Versorgungssituation. Aus diesem Grund stellen wir in Folge eine analoge Implantatversorgung vergleichend 2 digitalen Fällen gegenüber.

**Schlüsselwörter:** Digitalisierung; Zahnersatz; Intraoralscanner; Hybridbrücke; Effizienz; patientenorientiert

**Zitierweise:** Kalkan S, Kämmerer PW: Komplexe Implantatversorgung im Praxisalltag. Z Zahnärztl Implantol 2023; 39: 142–148

**DOI.org/10.53180/ZZI.2023.0142–0148**

**FALL 1****Hybridbrücke analog**

Im dargestellten Fall aus dem Jahr 2015 stellte sich ein 65-jähriger Patient mit einem insuffizienten Zahnersatz des Oberkiefers vor und äußerte den Wunsch nach weiterhin festsitzenden Zähnen. Im Rahmen einer ausführlichen Untersuchung und röntgenologischer Diagnostik stellten sich die Zähne 13, 23, 25 und 27 als nicht erhaltungswürdig dar. Außerdem zeigte sich eine ca. 2 cm große, kreisförmige Opazität im linken Kieferhöhlenboden im Sinne einer zystischen Veränderung regio 27 dar (Abb. 1).

Bei der Besprechung der verschiedenen Therapiemöglichkeiten äußerte der Patient den Wunsch, auf einen Knochenaufbau im Sinne eines Sinusliftes zu verzichten. Im Konsens entschieden wir uns für eine Hybridbrückenversorgung. Unter Lokalanästhesie wurden die Zähne 13, 23, 25 und 27 extrahiert und die Zyste regio 27 transalveolär kürettiert. Nach einer Abheilzeit von 8 Wochen wurden 4 Implantate (Camlog Screw-Line Promote, Camlog, Wimsheim) im Bereich 14, 15, 24 und 25 inseriert (Abb. 2).

Simultan erfolgte bilateral eine laterale Augmentation im Sinne einer Guided Bone Regeneration (GBR) unter Verwendung von bovinem Knochenersatzmaterial (Bio-Oss, Geistlich, Baden-Baden) bei subgingivalem Einheilungsverfahren (Abb. 3a–c). In der Zwischenzeit erhielt der Patient einen herausnehmbaren Interimzahnersatz.

Nach der Einheilungsphase von 12 Wochen erfolgte die Freilegung. Zwei Wochen nach der Freilegung wurden die Zähne 12–22 präpariert und der gesamte Kiefer mittels offenem Funktionslöffel mit Polyether (Impregum Penta Soft, 3M, Seefeld) abgeformt (Abb. 4a/b).

Im Zahntechniklabor wurden die individuellen Titanabutments (Camlog, Wimsheim) sowie das Zirkongerüst (IPS e.max ZirCAD, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) hergestellt und der Patient zur Anprobe und Bissnahme einbestellt (Abb. 5a/b).

Anschließend wurde der definitive Hybrid-Zahnersatz (IPS e.max ZirCAD, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) fertiggestellt und eingegliedert. Die Abbildungen 6a und 6b zeigen den 7 Jahre alten Zahnersatz in situ.



**Abb. 1:** Panoramaschichtaufnahme zur Darstellung des radiologischen Ausgangsbefundes



**Abb. 2:** Panoramaschichtaufnahme 7 Jahre postoperativ

Abb 1–13: Kalken S.

**FALL 2****Hybridbrücke digital**

Ein 60-jähriger Patient stellte sich mit Beschwerden hauptsächlich bei der Nahrungszerkleinerung vor allem bei harten Lebensmitteln im linken Unterkiefer vor. Der intraorale Befund ergab ein prothetisch und konservativ vollständig versorgtes Gebiss.

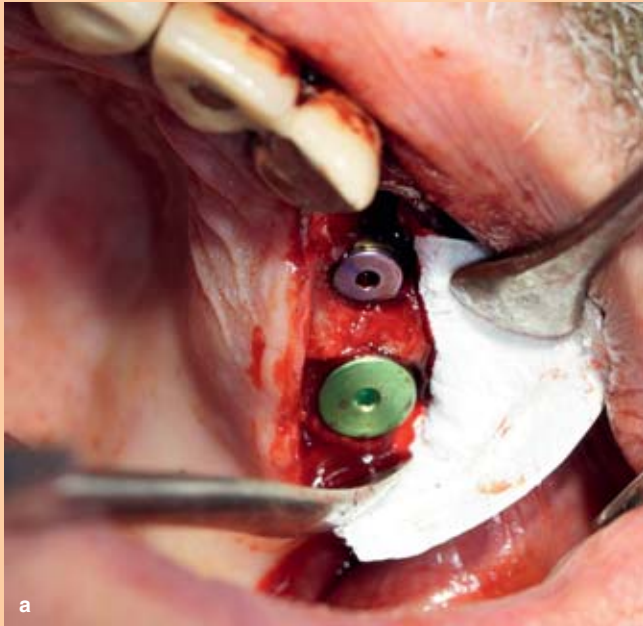
Bei der röntgenologischen Untersuchung zeigte sich der Zahn 37 mit einer intraradikulären Opazität im Sinne einer insuffizienten Wurzelfüllung. Des Weiteren zeigten sich beide Wurzelspitzen verkürzt; apikal der beiden Wurzelspitzen waren kreisförmige, nicht scharf begrenzte Transluzenzen zu erkennen, die mit einer eigen anamnestisch vor ca. 2 Jahren stattgefundenen Wurzelspitzenresektion korrelierten (Abb. 7).

Nach ausführlicher Beratung mit dem Patienten erfolgte im Konsens die Entscheidung für eine Hybridbrücken-Lösung regio 35–37. Im Unterkiefer wurde der

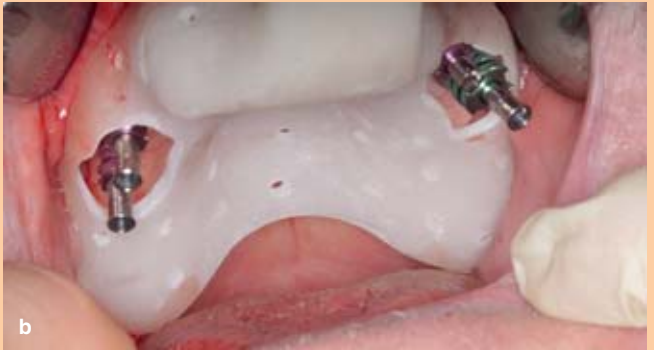
nicht erhaltungswürdige Zahn 37 extrahiert und mit einem okklusal nicht belasteten Sofortimplantat (Camlog Progressive, Camlog, Wimsheim) bei offener Wundheilung versorgt.

Nach 12 Wochen und radiologisch erfolgreicher Osseointegration sowie adäquater Stabilisierung der periimplantären Weichgewebe wurde der Gingivaformer (Camlog, Wimsheim) entfernt und ein Scanbody (Camlog, Wimsheim) eingeschraubt. Des Weiteren wurde die Krone an Zahn 35 entfernt, nachpräpariert und mittels Intraoralscanner (Primescan, Dentsply Sirona, Bensheim) digital abgeformt (Abb. 8).

Anhand des Scans wurde der zweiteilige Zahnersatz mittels CAD/CAM-Software (exocad Dental CAD, exocad GmbH, Darmstadt) konstruiert. An Zahn 37 wurde ein TI-Base Zirkonabutment (IPS e.max ZirCAD, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) hergestellt und der Bereich 35–37 mit einer vollanatomischen monoli-



**Abb. 3a–c:** GBR mit Kollagenmembran (Bio-Gide, Geistlich, Baden-Baden) (a/b), Wundverschluss mittels Einzelknopfnähte (c)



**Abb. 4a/b:** Präparation der Zähne 12, 11, 21, 22 (a), Abformung von Zähnen und Implantaten mittels offenem Löffel (b)



**Abb. 5a/b:** Anprobe der individuellen Abutments (a), Gerüstanprobe und Bissnahme (b)



**Abb. 6a/b:** Kontrolle der Versorgung in a) frontaler und b) okklusaler Ansicht



**Abb. 7:** Linksseiten-Panoramasschichtaufnahme zur Darstellung des radiologischen Ausgangsbefundes



**Abb. 8:** Regio 37 individuelles Zirkon-Abutment auf Titanbasis situ (DEDICAM, Camlog, Wimsheim)



**Abb. 9a-c:** Okklusale Ansicht der eingegliederten Brücke 35-37 (a), eingegliederte Brücke 35-37 in lateraler Ansicht (b), Panoramasschichtaufnahme 12 Monate nach prothetischer Rehabilitation (c)

thischen Multilayerzirkonbrücke (IPSe.max ZirCAD MT Multi, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) versorgt (Abb. 9a-c).

### FALL 3 Der zahnlose Oberkiefer digital

Ein 76-jähriger, gesunder Patient stellte sich mit Schmerzen regio 16, 27 und 23 vor (Abb. 10). Im Konsens wurden die nicht erhaltungswürdigen Zähne im Oberkiefer entfernt; der Zahn wurde vorerst zur Prothesenretention als Teleskopkrone belassen. Die vorhandene Oberkieferteilprothese wurde in einen schleimhautgetragenen Coverdenture-Teleskop-Zahnersatz 17-27 umgearbeitet.

Der Patient wurde nach 3 Wochen vorstellig und äußerte den Wunsch nach festere Zähnen. Nach ausführlicher Beratung

und sehr guten keratinisierten Gingivaverhältnissen im Oberkiefer erfolgte die gemeinsame Entscheidung für eine auf 4 Implantaten festsitzende Implantat-Brücke. Laut Aussage des Patienten wurde vor 10 Jahren ein Unterkieferzahnersatz im Sinne einer Modellguss-Geschiebeprothese angefertigt, den er nicht trug. Die Wiedereingliederung der Unterkieferprothese war auch aufgrund der Verschiebung der Unterkieferzähne nicht mehr möglich.

Insgesamt bestand kein Wunsch nach weiterführendem Zahnersatz im Unterkiefer und kein Behandlungswunsch der röntgenologisch erscheinenden periapikalen Aufhellung um Zahn 35, der allerdings auch keinen Lockerungsgrad aufwies. Somit konnten alle 4 Implantate (Camlog Progressive, Camlog, Wimsheim) im Oberkiefer parallel inseriert werden und

mussten nicht wie beim klassischen All-on-4-Protokoll partiell in der Achse nach distal geneigt werden [11]. Vor der Entfernung des Zahnes 22 wurde eine Bisregistrierung mittels Silikonschlüssel (blue eco, DETAX, Ettlingen) hergestellt. Der Eingriff erfolgte ohne Lappenbildung (Abb. 11a/b).

Der Zahn 22 wurde entfernt und mittels Sofortimplantation versorgt. Die regio 14, 12 und 24 wurden ebenfalls mit Implantaten, nicht belastet, bei offener Einheilung versorgt (Abb. 11b). Nach beschwerdefreier Einheilung von 8 Wochen zeigte sich eine suffizient geheilte keratinisierte Gingiva (Abb. 12a). Die Gingivaformer (Camlog, Wimsheim) wurden gegen Scanbodys (CAMLOG Scankörper, Camlog, Wimsheim) ausgetauscht (Abb. 12b/c). Mittels Intraoralscanner (Primescan, Dentsply Sirona, Bensheim)



**Abb. 10:** Panoramaschichtaufnahme zur Darstellung des radiologischen Ausgangsbefundes: Zustand vor Extraktion der nicht erhaltungswürdigen Oberkieferrestzähne



**Abb. 11a/b:** Post-operative Situation nach Implantatinsertion ohne Lappenbildung („flapless“) (a); Post-operative Situation: transgingivale Einheilung unter Verwendung von Widebody-Gingivaformern (b)



**Abb. 12a–c:** Suffiziente Weichgewebsverhältnisse nach einer Einheilungszeit von 8 Wochen (a), Scanbodys in situ in unterschiedlichen Angulationen (b/c)



**Abb. 13a–d:** Brücke in okklusaler Ansicht (a), Brücke in frontaler Ansicht (b), klinische Situation 6 Monate nach prothetischer Versorgung (c) und die Röntgenkontrolle via Panoramaschichtaufnahme 12 Monate nach prothetischer Versorgung (d)



FALL 1 Analog	FALL 2 Digital	FALL 3 Digital
Beratung & Planung	Beratung & Planung	Beratung & Planung
Implantat OP	Implantat OP	Implantat OP
Kontrolle	Kontrolle	Kontrolle
Freilegung	Präparation/Intraoralscan	Intraoralscan
Kontrolle	Eingliederung	Eingliederung
Präparation/Individuelle Abformung		
Bissnahme		
Gerüstanprobe		
Eingliederung		

Tab. 1: Arbeitsschritte und Terminplanung: analog vs. digital

erfolgte die digitale Abformung, 2 Wochen später wurde eine verschraubte Titantankeramikbrücke (DEDICAM, Camlog, Wimsheim) inkorporiert (Abb. 13a–d).

## HINTERGRUND UND DISKUSSION

Die Einführung der digitalen Zahnmedizin in der eigenen Praxis ist mit hohen Investitionskosten verbunden (DVT-Röntgen, Intraoralscanner, 3D-Drucker, CAD/CAM Fräsmaschine). Der dadurch ermöglichte digitale Workflow vereinfacht jedoch viele Arbeitsschritte und verbessert potenziell die Behandlungsqualität.

Die Grundvoraussetzungen für ansprechende Ergebnisse sind die Kommunikation zwischen Zahnarzt und Zahnlabor/Zahntechniker, das Erarbeiten der richtigen CAD/CAM-Parameter und die Auswahl der verschiedenen Zirkon-Materialien, die einen erheblichen Einfluss auf die Passgenauigkeit der Restaurationen aufweisen [12, 14]. Ein Großteil der Studien zeigt, dass der intraorale Scan genauso präzise oder sogar genauer sein kann als die herkömmliche Abformung [1, 18]. Anhand der vorgestellten Fälle subsumiert Tabelle 1 die notwendigen Arbeitsschritte analoger und (vereinfacht) digitaler Versorgungskonzepte in der Praxis.

Eine komplexe Implantatversorgung kann eine Reihe von Herausforderungen darstellen, einige davon sind aus eigener Erfahrung folgende:

### Vorbereitung

Die Vorbereitung beinhaltet die Durchführung von diagnostischen Untersuchungen

wie Röntgenaufnahmen und Gewebebeurteilung, die Erstellung von Behandlungsplänen und die Auswahl der geeigneten Implantate.

### Chirurgie

Die chirurgische Platzierung von Implantaten erfordert präzise Planung, Techniken und Kenntnisse des operativen Bereichs. Es ist auch notwendig, das Wundheilungsverhalten des Patienten und die Möglichkeit von Komplikationen zu berücksichtigen. Dabei kann der digitale Workflow im Sinne einer Computer-Guided-Surgery helfen. Allerdings sind teilweise erhebliche Unterschiede in der Präzision, unter anderem in Abhängigkeit unterschiedlicher Systeme und Materialien, zu berücksichtigen [8].

### Ästhetik

Eine komplexe Implantatversorgung kann eine große Herausforderung für die Ästhetik darstellen, insbesondere bei Patienten mit schwierigen anatomischen Verhältnissen oder in den ästhetischen Zonen wie dem Oberkieferfrontzahnbereich. Dort bietet die Guided-Sofortimplantation bei adäquaten Hart- und Weichgewebsverhältnissen eventuell Vorteile, wobei zum Teil erhebliche Abweichungen zwischen der geplanten und der letztendlich erreichten Position beschrieben wurden [7, 17]. Dank des angepassten modernen Implantatdesigns und neuer Insertionsprotokolle können die Implantate sofort nach der Zahnentfernung mit ausreichend Primärstabilität inseriert werden [15, 16].

## FAZIT FÜR DEN PRAKTIKER

Durch die digitale Zahnmedizin ist es uns möglich, die klassischen Arbeitsabläufe zu vereinfachen und Prozesse effizienter zu gestalten (Tab. 1). Weitere Vorteile des (vereinfachten und praxistauglichen) digitalen Workflows sind:

- hervorragende Passgenauigkeit,
  - eine gute Funktionalität,
  - das minimalinvasive Vorgehen,
  - eine patientenorientierte Behandlung.
- Der Scanvorgang ist angenehmer als die herkömmliche Abdrucknahme mit Abformmassen, was den Komfort für unsere Patienten verbessert.

Seit der Einführung der digitalen Zahnmedizin in unserer Praxis haben wir einige Arbeitsschritte vereinfachen und verbessern können. Intraoralscanner revolutionieren die Zahnmedizin mit ihrer Effizienz und sind nicht mehr aus dem Praxisalltag wegzudenken.

### Nachbehandlung

Nach der Implantatinseration sind in der Regel Nachbehandlungssitzungen erforderlich, um sicherzustellen, dass die Implantate in der richtigen Position verankert sind und eine optimale Ästhetik und Funktionalität erreicht wird. Durch die modernen minimalinvasiven Techniken wie die Sofortimplantation oder „full guided“ Flapless-Implantatinseration können chirurgische Nachbehandlungen auf ein Minimum reduziert werden [13].

### Langfristige Pflege

Periimplantäre Erkrankungen sind Bestandteil des zahnärztlichen Alltags. Studien zeigen, dass auch in Abhängigkeit vom verwendeten Implantatsystem und der prothetischen Versorgung inklusive Pflegefähigkeit bis zu 20 % der Implantatpatienten an einer Periimplantitis leiden [5, 6, 10]. Daher sind die Früherkennung, Behandlung und präventive Maßnahmen von großer Bedeutung [4]. So erfordern Implantate in der Regel langfristige Pro-



Foto: privat

→ **DR. SASA KALKAN**  
 Facharzt für Ästhetische Zahnheilkunde  
 sowie Implantologie, Speyer  
[dr.sasakalkan@gmail.com](mailto:dr.sasakalkan@gmail.com)



Foto: privat

→ **PROF. DR. DR. PEER W. KÄMMERER**  
 Leitender Oberarzt und stellv. Klinikdirektor;  
 Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und  
 Gesichtschirurgie – Plastische Operationen –  
 der Universitätsmedizin Mainz  
[peer.kaemmerer@unimedizin-mainz.de](mailto:peer.kaemmerer@unimedizin-mainz.de)

phylaxe-konzepte, um periimplantäre Erkrankungen zu vermeiden und Funktionalität sowie Ästhetik aufrechtzuerhalten.

**Interessenkonflikte:** Der Autor Dr. Sasa Kalkan gibt an, dass weder im Zusammenhang mit diesem Beitrag noch außerhalb dieses Beitrags Interessenkonflikte bestehen. Der Autor Prof. Dr. Dr. Peer W. Kämmerer nennt Referententätigkeiten für die Firmen Straumann, Camlog und Kulzer, die jedoch keinen Einfluss auf den vorliegenden Beitrag hatten. ■

## LITERATUR

- 1 \_ Afrashtehfar KI, Alnakeb NA, Assery MKM: Accuracy of intraoral scanners versus traditional impressions: A rapid umbrella review. *J Evid Based Dent Pract* 2022; 22, doi:10.1016/j.jebdp.2022.101719
- 2 \_ Alauddin MS, Baharuddin AS, Mohd Ghazali MI: The modern and digital transformation of oral health care: A mini review. *Healthcare (Basel)*, 2021; 9, doi:10.3390/healthcare9020118
- 3 \_ Bernauer SA, Zitzmann NU, Joda T: The complete digital workflow in fixed prosthodontics updated: A systematic review. *Healthcare (Basel)*, 2023; 11, doi:10.3390/healthcare11050679
- 4 \_ Derks J, Ortiz-Vigon A, Guerrero A et al.: Reconstructive surgical therapy of peri-implantitis: A multicenter randomized controlled clinical trial. *Clin Oral Implants Res* 2022; 33: 921–944, doi:10.1111/clr.13972
- 5 \_ Derks J, Tomasi C: Peri-implant health and disease. A systematic review of current epidemiology. *J Clin Periodontol* 2015; 42 Suppl 16: 158–171, doi:10.1111/jcpe.12334
- 6 \_ Diaz P, Gonzalo E, Villagra LJG et al.: What is the prevalence of peri-implantitis? A systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health* 2022; 2: 449, doi:10.1186/s12903-022-02493-8
- 7 \_ Fang Y, An X, Jeong SM: Accuracy of computer-guided implant placement in anterior regions. *J Prosthet Dent* 2019; 121: 836–842, doi:10.1016/j.prosdent.2018.07.015
- 8 \_ Guentsch A, Bjork J, Saxe R et al.: An in-vitro analysis of the accuracy of different guided surgery systems – They are not all the same. *Clin Oral Implants Res* 2023, doi:10.1111/clr.14061
- 9 \_ Joda T, Yeung AWK, Hung K et al.: Disruptive innovation in dentistry: What it is and what could be next. *J Dent Res* 2021; 100: 448–453, doi:10.1177/0022034520978774
- 10 \_ Lehmann KM, Kämmerer PW, Karbach J et al.: Long-term effect of overdenture bar design on peri-implant tissues. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013; 28: 1126–1131, doi:10.11607/jomi.2161
- 11 \_ Malo P, de Araujo Nobre M, Lopes A et al.: The all-on-4 treatment concept for the rehabilitation of the completely edentulous mandible: A longitudinal study with 10 to 18 years of follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res* 2019; 21: 565–577, doi:10.1111/cid.12769
- 12 \_ Mangano F, Gandolfi A, Luongo G et al.: Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health* 2017; 17: 149, doi:10.1186/s12903-017-0442-x
- 13 \_ Romandini M, Ruales-Carrera E, Sadilina S et al.: Minimal invasiveness at dental implant placement: A systematic review with meta-analyses on flapless fully guided surgery. *Periodontol* 2000 2022, doi:10.1111/prd.12440
- 14 \_ Schönberger J, Erdelt KJ, Baumer D et al.: Marginal and internal fit of posterior three-unit fixed zirconia dental prostheses fabricated with two different CAD/CAM systems and materials. *Clin Oral Investig* 2017; 21: 2629–2635, doi:10.1007/s00784-017-2064-8
- 15 \_ Staedt H, Heimes D, Lehmann KM et al.: Does the modification of the apical geometry of a dental implant affect its primary stability? A comparative ex vivo study. *Materials (Basel)*, 2021; 14, doi:10.3390/ma14071728
- 16 \_ Staedt H, Kämmerer PW, Goetze E et al.: Implant primary stability depending on protocol and insertion mode – an ex vivo study. *Int J Implant Dent* 2020; 6: 49, doi:10.1186/s40729-020-00245-3
- 17 \_ Suksod N, Kunavisarut C, Kitisubkanchana J: Accuracy of computer-guided implantation in the placement of one-piece ceramic dental implants in the anterior region: A prospective clinical study. *PLoS One* 2020; 15: e0237229, doi:10.1371/journal.pone.0237229
- 18 \_ Tomita Y, Uechi J, Konno M et al.: Accuracy of digital models generated by conventional impression/plaster-model methods and intraoral scanning. *Dent Mater J* 2018; 37: 628–633, doi:10.4012/dmj.2017-208
- 19 \_ van Noort R: The future of dental devices is digital. *Dent Mater* 2012; 28: 3–12, doi:10.1016/j.dental.2011.10.014