

Herausgeber: D. Wismeijer, S. Barter, N. Donos



ITI Treatment Guide

Band 11

Digitale Arbeitsabläufe in der zahnärztlichen Implantologie

Autoren:
G. Gallucci
C. Evans
A. Tahmaseb

English | **DEUTSCH** | Français | Italiano | Español | Português | Türkçe | Русский | 日本語 | 中文

ITI Treatment Guide
Band 11



ITI

Treatment Guide

Herausgeber:
D. Wismeijer, S. Barter, N. Donos





Autoren:

G. Gallucci, C. Evans, A. Tahmaseb

Band 11

Digitale Arbeitsabläufe in der zahnärztlichen Implantologie

Deutsche Übersetzung:

Mag. Wilfried Preinfalk

für Triacom Dental, Barendorf/Lüneburg

Deutsche Bearbeitung:

Univ.-Prof. Dr. med. dent. Gerhard Wahl,
Bonn



Berlin | Chicago | Tokio

Barcelona | London | Mailand | Mexiko Stadt | Moskau | Paris | Prag | Seoul | Warschau

Istanbul | Peking | Sao Paulo | Zagreb



Bibliografische Informationen der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.



© 2020 Quintessenz Verlags-GmbH
Ifenpfad 2 – 4, 12107 Berlin, Deutschland
www.quintessenz.de

Alle Rechte vorbehalten. Dieses Buch ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Illustrationen: Ute Drewes, Basel (CH),
www.drewes.ch
Deutsche
Übersetzung: Mag. Wilfried Preinfalk für Triacom
Dental, Barendorf/Lüneburg (DE),
www.triacom.com
Grafikkonzept: Wirz Corporate AG, Zürich (CH)
Produktion: Juliane Richter, Berlin (DE)
Druck: Aumüller Druck GmbH & Co. KG,
Regensburg (DE),
www.aumueller-druck.de

Printed in Germany
ISBN: 978-3-86867-491-0

Die Informationen im ITI Treatment Guide sind ausschließlich für die Ausbildung und Fortbildung gedacht. Sie enthalten detaillierte Richtlinien für den Umgang mit bestimmten Befunden und Patienten. Die gegebenen Empfehlungen beruhen auf den Schlussfolgerungen der ITI-Konsensuskonferenzen und entsprechen somit der Behandlungsphilosophie des ITI. Dennoch bleiben sie die Meinung der Autoren. Dies gilt auch hinsichtlich der Beurteilung zur Notwendigkeit von Röntgenbildern, sofern sie nicht eindeutig einer medizinischen Indikation und damit den Grundbedingungen der Röntgenverordnung unterliegen. Die Beteiligten (ITI, Autoren, Übersetzer, Herausgeber und Verlag) geben keine Garantie für die Vollständigkeit oder Genauigkeit der im ITI Treatment Guide publizierten Informationen und übernehmen keine Haftung für deren Verwendung. Die gegebenen Informationen können nicht die zahnärztliche Beurteilung von Einzelfällen ersetzen. Der Behandler verwendet sie daher auf eigene Verantwortung.

Der ITI Treatment Guide spricht bestimmte Produkte, Methoden, Techniken und Materialien an. Dies bedeutet jedoch nicht, dass bestimmte Grundsätze, Merkmale oder Behauptungen der betroffenen Hersteller empfohlen oder unterstützt werden.

Alle Rechte vorbehalten. Die Veröffentlichungen im ITI Treatment Guide sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ohne Zustimmung des Verlages, gleichgültig ob im Ganzen oder in Teilen, ist unzulässig und strafbar. Die hier veröffentlichten Informationen können ihrerseits weiteren Schutzrechten unterliegen. Sie dürfen ohne vorherige schriftliche Einwilligung des jeweiligen Schutzrechteinhabers nicht weiterverwendet werden.

Bei den Firmen- und Markennamen, die in diesem Buch genannt sind, kann es sich auch dann um eingetragene oder anderweitig geschützte Marken handeln, wenn hierauf nicht gesondert hingewiesen wird. Das Fehlen eines solchen Hinweises darf daher nicht dahingehend interpretiert werden, dass die Benutzung eines derartigen Namens frei möglich wäre.

Der ITI Treatment Guide verwendet das Zahnschema der FDI World Dental Federation.



Ziel des ITI ist ...

„Wir bieten allen in der zahnärztlichen Implantologie tätigen Fachleuten ein globales und kontinuierlich wachsendes Netzwerk, ein qualitativ hochwertiges Fortbildungsangebot für alle Phasen des Berufslebens sowie topaktuelle Forschung zum Wohle des Patienten.“

Vorwort



ITI Treatment Guide

Seit Erscheinen des ersten Bandes dieser Buchreihe im Jahr 2007 hat sich die zahnärztliche Implantologie stark weiterentwickelt. Dies gilt für die Beschaffenheit der Implantate ebenso wie für die chirurgischen Materialien und Methoden, die Konstruktion der Sekundärteile und auch für die Zahnersatzmaterialien. Seit einigen Jahren vollzieht sich jedoch ein Wandel von ganz besonderer

Tragweite, nämlich der Einzug digitaler Arbeitsabläufe in die zahnärztliche Implantologie – mit all ihren Vorteilen, aber auch Herausforderungen für den Behandler.

Anlässlich der Sechsten ITI-Konsensuskonferenz (Amsterdam 2018) befasste sich eine der eingesetzten Arbeitsgruppen mit den Fortschritten in der Digitaltechnik. Im Fo-



kus ihrer Untersuchungen und Erörterungen standen die computergestützte Implantatchirurgie inklusive Abformtechniken, die lineare Maßgenauigkeit von DVT-Bildern und die Genauigkeit von statisch computergestützten, also (schablonen-)geführten Implantationseingriffen. Die Früchte dieser Diskussionen sind Bestandteil des hier vorliegenden Buches geworden.

In vierzehn Kapiteln und dreizehn klinischen Fallbeschreibungen behandeln die Autoren darin ein breites Spektrum an Technologien, Verfahren und Herangehensweisen, formulieren Empfehlungen und besprechen Entwicklungen, die sich am Horizont bereits abzeichnen.

S. Barter

N. Donos

D. Wismeijer

Danksagungen



Die Autoren danken Dr. Friedrich Buck für seine ausgezeichnete Unterstützung bei der Vorbereitung und Koordination dieses Treatment Guide. Dank gebührt auch Ute Drewes für die professionellen Illustrationen, Juliane Richter (Quintessenz Verlags-GmbH) für Satz und Koordination der Produktionsabläufe, Per N. Döhler (Triacom Dental) für das sprachliche Lektorat und Stephen Barter für seine zusätzliche Mitwirkung beim Bearbeiten der Texte.



Herausgeber und Autoren

Herausgeber:

Daniel Wismeijer
DMD, Professor
Direktor der Abteilung für Orale Implantologie und
Zahnärztliche Prothetik
Sektion Implantologie und zahnärztliche Prothetik
Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam
(ACTA)
Vrije Universiteit
Gustav Mahlerlaan 3004
1081 LA Amsterdam
Niederlande
E-mail: d.wismeijer@acta.nl

Stephen Barter
BDS, MSurgDent RCS
Specialist in Oral Surgery
Hon Senior Clinical Lecturer/Consultant Oral Surgeon
Centre for Oral Clinical Research
Institute of Dentistry
Barts and The London School of Medicine and
Dentistry, Queen Mary University of London (QMUL)
Turner Street
London E1 2AD
Großbritannien
E-mail: s.barter@gmx.com

Nikolaos Donos
DDS, MS, FHEA, FDSRC, PhD
Professor, Head and Chair, Periodontology and
Implant Dentistry,
Head of Clinical Research
Institute of Dentistry, Queen Mary University of
London,
Institute of Dentistry, Barts and The London School
of Medicine and Dentistry
Turner Street
London E1 2AD
Großbritannien
E-mail: n.donos@qmul.ac.uk

Autoren:

German O. Gallucci
DDS, Dr med dent (DMSc), PhD
Raymond J. and Elva Pomfret Nagle Associate
Professor of Restorative Dentistry
Chair, Department of Restorative Sciences and
Biomaterial Sciences
Harvard School of Dental Medicine
188 Longwood Avenue
Boston, MA 02115
USA
E-mail: german_gallucci@hsdm.harvard.edu

Christopher Evans
BDS(Hons) (Qld), MDS(Hons) (Melb); MRACDS (Pros), FPFA
Suite 4, 1st Floor, 232 Bay St
Brighton, VIC 3186
Australien
E-mail: chris@evansprosthodontics.com

Ali Tahmaseb
DDS, PhD
Associate Professor
Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam
(ACTA)
Arbeitsgebiet Orale Implantologie und Zahnärztliche
Prothetik
Gustav Mahlerlaan 3004
1081 LA Amsterdam
Niederlande
-sowie-
Associate Professor
Abteilung für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
Erasmus MC
Postfach 2040
3000 CA Rotterdam
Niederlande
E-mail: ali@tahmaseb.eu

Mitverfasser



Nawal Alharbi
BDS, MSc, PhD
Department of Prosthetic Dental Science
King Saud University
Riyadh 4545, Saudi-Arabien
E-mail: nalharbi@ksu.edu.sa

Orlando Álvarez del Canto
DDS, MS
Orale Implantologie
Av. Presidente Kennedy 7100 Of. 601
Vitacura, Santiago, 7650618, Chile
E-mail: dr.alvarez@oseointegracion.cl

Jyme Charette
DMD, MSD
Renew Institute: Beyond Dentistry
4938 Brownsboro Road, Suite 205
Louisville, KY 40222, USA
E-mail: jyme@renew-institute.com

Krzysztof Chmielewski
MSc
SmileClinic
Karola Szymanowskiego 2
80-280 Gdańsk, Polen
E-mail: krischmielewski@me.com

André Barbisan de Souza
DDS, MSc
Department of Prosthodontics
Tufts University School of Dental Medicine (TUSDM)
One Kneeland Street, DHS-1242
Boston, MA 02111, USA
E-mail: andre.de_souza@tufts.edu

Wiebe Derksen
DDS, MSc
Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam
(ACTA)
Abteilung für Orale Implantologie und Zahnärztliche
Prothetik
Gustav Mahlerlaan 3004
1081 LA Amsterdam, Niederlande
E-mail: w.derksen@acta.nl

Simon Doliveux
DDS, MMSc
Department of Restorative Dentistry and
Biomaterial Sciences
Harvard School of Dental Medicine
188 Longwood Avenue
Boston, MA 02130, USA
E-mail: simon_doliveux@hsdm.harvard.edu

Christianne Fijnheer
MSc, MSc
Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam
(ACTA)
Abteilung für Orale Implantologie und Zahnärztliche
Prothetik
Gustav Mahlerlaan 3004
1081 LA Amsterdam, Niederlande
E-mail: christianne.fijnheer@dentalclinics.nl

Gary Finelle
DDS
Dental7paris
59 Avenue de la Bourdonnais
75007 Paris, Frankreich
E-mail: gary.finelle@dental7paris.com

Adam Hamilton
BDSc, FRACDS, DCD
Harvard School of Dental Medicine
Restorative Dentistry and Biomaterials Sciences
Division of Regenerative and Implant Sciences
188 Longwood Avenue
Boston, MA 02115, USA
E-mail: adam_hamilton@hsdm.harvard.edu

Bassam Hassan
DDS, MSc, PhD
Prothetiker
Acibadem International Medical Center
Arlandaweg 10
1043 HP Amsterdam, Niederlande
E-mail: nassam.hassan@acibademimc.com

Tim Joda

Prof Dr med dent, DMD, MSc, PhD
 Universität Basel
 Klinik für Rekonstruktive Zahnheilkunde
 Universitäres Zentrum für Zahnmedizin Basel (UZB)
 Hebelstrasse 3
 4056 Basel, Schweiz
 E-mail: tim.joda@unibas.ch

Ali Murat Kökat

DDS, PhD
 Prothetiker
 Professor, Universität Istanbul Okan
 Fakultät für Zahnmedizin
 Akfirat
 Istanbul 34359, Türkei
 E-mail: alimurat@outlook.com

Alejandro Lanis

DDS, MS
 Orale Implantologie
 Assistenzprofessor, Zahnmedizinische Klinik
 Pontificia Universidad Católica de Chile
 Privatpraxis
 Av. Presidente Kennedy 7100 Of. 601, Vitacura
 Santiago, 7650618, Chile
 E-mail: dr.alejandrolanis@gmail.com

Wei-Shao Lin

DDS, FACP
 Diplomate of the American Board of Prosthodontics
 Associate Professor, Indiana University School of
 Dentistry, Department of Prosthodontics
 1121 W Michigan Street, DS-S406
 Indianapolis, IN 46202, USA
 E-mail: weislin@iu.edu

Dean Morton

BDS, MS, FACP
 Indiana Dental Association Professor and Chair
 Department of Prosthodontics
 Director, Center for Implant, Esthetic and
 Innovative Dentistry
 Indiana University School of Dentistry
 1121 W. Michigan Street, DS-S316
 Indianapolis, IN 46202, USA
 E-mail: deamorto@iu.edu

Panos Papaspyridakos

DDS, MS, PhD
 Tufts University School of Dental Medicine
 Division of Postgraduate Prosthodontics
 1 Kneeland Street
 Boston, MA 02111, USA
 E-mail: panpapaspyridakos@gmail.com

Waldemar D. Polido

DDS, MS, PhD
 Clinical Professor and Program Director, Predoctoral
 Oral and Maxillofacial Surgery
 Co-Director, Center for Implant, Esthetic and
 Innovative Dentistry, Indiana University School of
 Dentistry
 1050 Wishard Boulevard, Room 2200
 Indianapolis, IN 46202, USA
 E-mail: wdpolido@iu.edu

Gerry Raghoebar

DDS, MD, PhD
 Professor
 Universitair Medisch Centrum Groningen (UMCG)
 Hanzeplein 1
 9700 RB Groningen, Niederlande
 E-mail: g.m.raghoebar@umcg.nl

R. H. Schepers

DDS, MD, PhD
 Assistenzprofessor
 Universitair Medisch Centrum Groningen (UMCG)
 Hanzeplein 1
 9700 RB Groningen, Niederlande
 E-mail: r.h.schepers@umcg.nl

Newton Sesma

DDS, MSD, PhD
 Klinik für Zahnmedizin der Universität São Paulo
 Av. Prof. Lineu Prestes, 2227
 São Paulo – SP, 05508-000, Brasilien
 E-mail: sesma@usp.br

Arjan Vissink

DDS, MD, PhD
 Professor
 Universitair Medisch Centrum Groningen (UMCG)
 Hanzeplein 1
 9700 RB Groningen, Niederlande
 E-mail: a.vissink@umcg.nl

M. J. H. Witjes

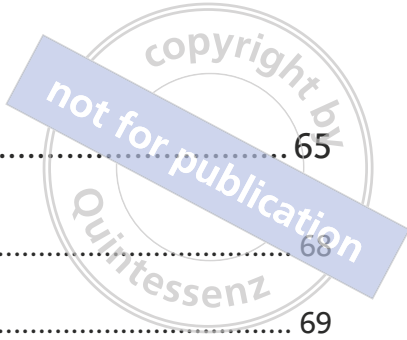
DDS, MD, PhD
 Dozent
 Universitair Medisch Centrum Groningen (UMCG)
 Hanzeplein 1
 9700 RB Groningen, Niederlande
 E-mail: m.j.h.witjes@umcg.nl



Inhalt

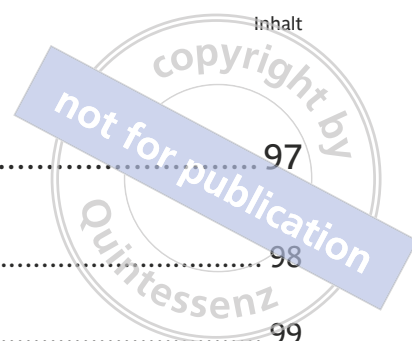
1	Einleitung	1
	<i>G. Gallucci</i>	
1.1	Digitale Datenerfassung.....	3
1.2	Digitale Datenbearbeitung.....	4
2	Oberflächenscans	7
	<i>C. Evans</i>	
2.1	Einleitung.....	8
2.2	Analoge Abformungen.....	10
2.2.1	Genauigkeit von Abformmassen.....	10
2.2.2	Patientenkomfort.....	10
2.2.3	Modellanfertigung.....	11
2.3	Digitale Abformungen – Digitalisierung der Mundhöhle.....	12
2.3.1	Dateiformate.....	12
2.3.2	Extraoralscanner-Systeme.....	13
2.3.3	Scannen von Abformungen.....	14
2.3.4	Intraoralscanner-Systeme.....	14
2.3.5	Scannen des Austrittsprofils.....	16
2.4	Genauigkeit: Reale Erfassung und Präzision.....	17
2.4.1	Auswahl des Verfahrens.....	18
2.5	Notwendigkeit physischer Modelle.....	19
2.6	Abschließende Bemerkungen.....	20
3	Gesichtsscans	21
	<i>A. Tahmaseb, B. Hassan</i>	
3.1	Technologische Entwicklung.....	23
3.2	Stand der Technik bei Gesichtsscans.....	24

3.3	Anwendungen in der zahnärztlichen Prothetik.....	27
3.4	Klinische Fallbeschreibung.....	29
3.5	Dynamische Gesichtsscanner.....	32
3.6	Schwächen und Verbesserungspotenziale.....	33
3.7	Schlussfolgerungen.....	34
4	Softwarepakete	35
	<i>C. Evans</i>	
4.1	Diagnose und Datenerfassung	37
4.2	Prothetische und chirurgische Planung	39
4.2.1	Konfektionierte Zahnform(en).....	40
4.2.2	Individuelle CAD-Konstruktion	40
4.2.3	Importieren einer klinischen Zahnaufstellung.....	41
4.3	Computergestützte Konstruktion (CAD).....	43
4.3.1	Konstruktion der definitiven Prothetik	43
4.3.2	Modellerstellung	49
4.4	Computergestützte Fertigung (CAM).....	50
4.5	Abschließende Bemerkungen.....	51
5	Zusammenführen von Datensätzen	53
	<i>G.O. Gallucci, B. Friedland, A. Hamilton</i>	
5.1	Scantechnologien und zugehörige Datensätze	55
5.2	Genauigkeit von DVT-Scans	57
5.3	Sichtfeld (Field of View FoV).....	58
5.4	Strahlaufhärtung und Streustrahlung.....	59
5.5	Patientenvorbereitung für DVT-Scans.....	60
5.6	Zusammenführen von Dateien	61
5.6.1	Abgleich nach strukturellen anatomischen Übereinstimmungen	61
5.6.2	Hinzufügen weiterer STL-Dateien.....	63
5.6.3	Abgleich nach Röntgenmarkern	63



6	Digitale Abläufe in der Implantatprothetik.....	65
	<i>G. Gallucci</i>	
6.1	Digitale Schritte zur Patientenversorgung	68
6.2	Diagnoseschritte im digitalen Ablauf.....	69
6.3	Planungsschritte im digitalen Ablauf	70
6.4	Chirurgische Schritte im digitalen Ablauf	71
6.5	Prothetische Schritte im digitalen Ablauf	72
6.6	Alternatives Vorgehen in digitalen Abläufen.....	75
7	Computergestützte Chirurgie.....	77
	<i>A. Tahmaseb</i>	
7.1	Terminologie	79
7.2	Systeme der computergestützten Chirurgie.....	80
7.2.1	Dynamische Systeme für navigierte Eingriffe	80
7.2.2	Statische Systeme für (schablonen-)geführte Eingriffe.....	81
7.2.3	Präzision der Systeme	83
7.3	Lagerung der chirurgischen Schablone	84
7.3.1	Knochengetragene Schablonen	84
7.3.2	Zahngetragene Schablonen	84
7.3.3	Schleimhautgetragene Schablonen	85
7.3.4	Implantatgetragene Schablonen	85
7.4	Sofortbelastung mit vorgefertigter Prothetik.....	87
7.5	Einschränkungen.....	88
7.6	Ausblick	89
8	CAD/CAM-Technologie und individualisierte Knochenaugmentate	91
	<i>A. Tahmaseb, G. Ragoobar, N. Al-Harbi</i>	
8.1	Gefräste Knochenaugmentate.....	93
8.2	Gedruckte Knochenaugmentate.....	95
8.3	Vollständige 3-D-Planung von freien vaskularisierten Fibulatransplantaten für maxillofaziale Defekte	96

9	Digitale Artikulatoren	97
	<i>C. Evans</i>	
9.1	Einleitung	98
9.2	Mechanische Artikulatoren	99
9.3	Digitale Artikulatoren	100
9.3.1	Mechanische Artikulatoren mit digitalem Transfer	100
9.3.2	Einfaches Verfahren für rein digitale Simulationen	101
9.3.3	Digitale Simulationen im Virtual-Reality-Verfahren	101
9.4	Ausblick	103
10	Fertigungsmethoden und Materialien	105
	<i>C. Evans</i>	
10.1	Fertigungstechniken und Materialien für CAD/CAM-Zahnersatz	107
10.2	Metalllegierungen	109
10.2.1	Materialauswahl auf Sekundärteileebene	109
10.2.2	Materialauswahl auf Gerüstebene	112
10.3	Zirkonoxid	117
10.3.1	Materialauswahl auf Sekundärteileebene	118
10.3.2	Materialauswahl auf Gerüstebene	121
10.4	Lithiumdisilikat	123
11	Komplikationen und technische Herausforderungen	125
	<i>C. Evans</i>	
11.1	Komplikationen beim Scannen	127
11.2	Komplikationen beim Datenabgleich	129
11.3	Komplikationen beim Fräsen	133
12	Zukünftige Entwicklungen und Herausforderungen	135
	<i>A. Tahmaseb, D. Wismeijer</i>	
13	Klinische Fallbeschreibungen: Digitale Arbeitsabläufe für implantatgetragene Prothetik bei geführten chirurgischen Eingriffen und Einsatz der CAD/CAM-Technik	141





13.1	Ersatz eines zweiten unteren Prämolaren: Krone in Direktanfertigung am Stuhl	142
	<i>T. Joda</i>	
13.2	Ersatz eines ersten unteren Molaren: Krone nach Weichgewebemodellierung	151
	<i>A. Kökat</i>	
13.3	Ersatz eines ersten oberen Prämolaren: Kronenprovisorium zur Sofortbelastung	157
	<i>C. Fijnheer</i>	
13.4	Sofortbelastung eines Implantats im Frontzahnbereich mit einer provisorischen Krone aus dem Fräslabor	163
	<i>A. Hamilton, A. De Souza, S. Doliveux</i>	
13.5	Ersatz der vier oberen Schneidezähne: Verschraubte Brücke auf zwei Implantaten ...	177
	<i>K. Chmielewski, B. Roland</i>	
13.6	Ersatz von fünf Zähnen im seitlichen Unterkiefer: Brücke zur Sofortbelastung	195
	<i>W. D. C. Derksen</i>	
13.7	Ersatz einer Unterkieferprothese: Implantatgetragene Brückenkonstruktion	203
	<i>P. Papaspyridakos</i>	
13.8	Rehabilitation eines zahnlosen Oberkiefers: Drei getrennte Brücken	211
	<i>G. Finelle</i>	
13.9	Rehabilitation eines zahnlosen Oberkiefers: Brückenkonstruktion nach provisorischer Sofortbelastung	222
	<i>A. Lanis, O. Álvarez</i>	
13.10	Orale Rehabilitation mit Hilfe zahnärztlicher Digitaltechnik: Vorgefertigter provisorischer Ersatz in funktioneller Sofortbelastung	235
	<i>A. Lanis</i>	
13.11	Schablonengeführte Rehabilitation eines zahnlosen Patienten: Implantatgetragene Brückenkonstruktion im Unterkiefer und konventionelle Totalprothese im Oberkiefer	251
	<i>W.-S. Lin, W. Polido, J. R. Charette, D. Morton</i>	
13.12	Rehabilitation eines zahnlosen Oberkiefers: Brücke nach dem Konzept des „Digital Smile Design“ (DSD)	262
	<i>N. Sesma, W. Polido</i>	
13.13	Rehabilitation eines maxillofazialen Defekts: Freies vaskularisiertes Fibulatransplantat und vollständig implantatgestützter totaler Zahnersatz	274
	<i>G. Raghoobar, R. Schepers, A. Vissink, M. Witjes</i>	
14	Technische und klinische Empfehlungen	281
	<i>C. Evans, G. O. Gallucci, A. Tahmaseb</i>	
15	Literatur	285



1 Einleitung

G. Gallucci

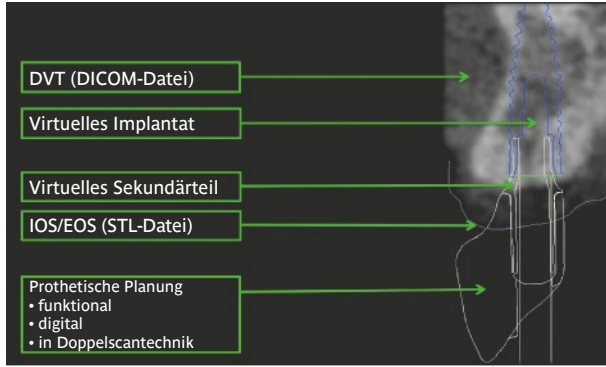


Abb. 1 Digitaler Datensatz zur Planung implantatgetragener Prothetik. DVT: Digitale Volumetomografie. DICOM: Digital Imaging and Communications in Medicine. IOS: Intraoralscanner. EOS: Extraoralscanner. STL: Standard Tessellation Language (früher Stereolithografie).

Der vorliegende Band 11 des ITI Treatment Guide widmet sich den Fortschritten in der zahnärztlichen Implantologie durch die Integration von digitaler Dentaltechnik. Aktuelle Protokolle der Implantatprothetik werden dabei im Hinblick auf die Einbindung moderner Technologien und Verfahren unter die Lupe genommen.

Am Beginn der Erläuterungen stehen die Technologien und Hilfsmittel für einen integrierten digitalen Arbeitsablauf sowie die klinischen Arbeitsschritte zur Datenerfassung. Im Fokus stehen dabei die bildgebenden Verfahren der digitalen Volumetomographie (DVT) sowie des intraoralen, extraoralen und Gesichtsscans. Das nächste Thema bilden die verschiedenen Softwarelösungen zum Bearbeiten der digitalen Daten. Ein weiteres Kapitel widmet sich dem Zusammenführen verschiedener Datensätze zur virtuellen Rekonstruktion der orofazialen Anatomie, also der Integration von digitaler Dentaltechnik in die Patientenversorgung.

Abbildung 1 zeigt einen exemplarischen Datensatz, wie er in der digitalen Dentaltechnik zur virtuellen Implantatplanung verwendet wird. Zwei wesentliche Gesichtspunkte in diesem Datensatz, der mehrere digitale Elemente umfasst, sind die Technologie zur digitalen Erfassung von orofazialen Strukturen und die Software zur Bearbeitung dieser Dateien. Diese Grundlage ermöglicht im weiteren Ablauf eine virtuelle Therapieplanung oder einen Prozess der computergestützten Konstruktion und Fertigung, also einen CAD/CAM-Prozess.



1.1 Digitale Datenerfassung

Zur Digitalisierung der orofazialen Strukturen stehen diverse Technologien zur Verfügung. DVT-Geräte liefern zum Beispiel eine 3-D-Darstellung ausgewählter anatomischer Bereiche.

Kapitel 2 beschäftigt sich detailliert mit der Bildtechnik und den Spezifikationen für den Einsatz der DVT in der zahnärztlichen Implantologie. Zwar lassen sich die meisten orofazialen Strukturen per DVT-Scan erfassen, primäres Einsatzgebiet ist aber die Darstellung von Strukturen höherer Dichte wie Knochen und Zähne. DVT-Scans liefern eine Datei im gebräuchlichen medizinischen Standardformat DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*).

Gängige Praxis ist das Zusammenführen von DVT-Bildern mit solchen aus intraoralen oder extraoralen Oberflächenscannern. Nun liefern diese letzteren Geräte normalerweise eine Datei im generischen STL-Format (früher bekannt als Stereolithografie-Format, heute *Standard Tessellation Language*). Dies ist auch das Stammformat

der von 3-D-Systemen verwendeten stereolithografischen CAD-Software. Anders als die DICOM-Dateien von CT-Geräten liefern die STL-Dateien von Intra- oder Extraoralscannern eine hochwertige Oberflächendarstellung in 3-D. Folglich erhält man durch Zusammenführen mit einer entsprechenden DICOM-Datei eine detailliertere 3-D-Darstellung der Gesamtanatomie.

Kapitel 3 beschreibt die Verfahren des intraoralen und extraoralen Oberflächenscans und deren Technologie. Ergänzend zum Intra- oder Extraoralscan können auch noch die fazialen Gewebestrukturen per Gesichtsscan erfasst werden. Führt man dessen Datensatz dann noch zusätzlich mit der DICOM-Datei des DVT-Scans und der STL-Datei des Intra- oder Extraoralscans zusammen, erhält man eine vollständige virtuelle Darstellung des Patienten.

Kapitel 4 beschreibt den aktuellen Stand bei Gesichtsscans und gibt einen Überblick über die derzeit verfügbare Technologie.

1.2 Digitale Datenbearbeitung

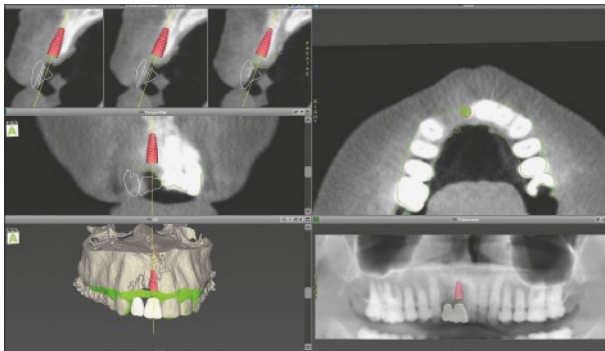


Abb. 2 Virtuelle Planungssoftware für implantatgetragene Prothetik. Grau: DICOM. Grün: STL. Rot: Vorgesehenes Implantat. Weiß: Digitale Aufstellung des Zahnersatzes. – Oben links: Die Querschnitte. Oben rechts: Axiale Ansicht. Mitte links: Tangentiale Ansicht. Unten links: 3-D-Rekonstruktion. Unten rechts: Panoramaansicht.

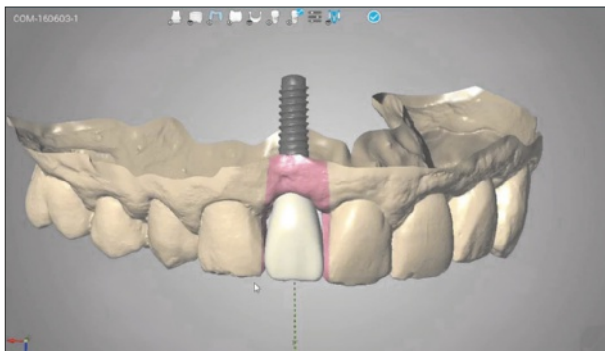


Abb. 3 CAD-Ansicht einer implantatgetragenen Krone (mit freundlicher Genehmigung von Chris Evans).

Zur Weiterverarbeitung der anfallenden DICOM- oder STL-Dateien können verschiedene Softwarepakete herangezogen werden. Softwarelösungen sind zur virtuellen Planung der Implantatpositionen ebenso verfügbar wie zur Konstruktion von chirurgischen Schablonen oder zur Realisierung des implantatgetragenen Zahnersatzes.

Sie können in zwei große Gruppen eingeteilt werden: (1) Implantatplanungssoftware und (2) CAD/CAM-Software. Beide Plattformen lassen sich außerdem für einen freien Informationsaustausch integrieren.

Virtuelle Planungssoftware kommt zur Anwendung, um vor dem Hintergrund der anatomischen Gegebenheiten sowie des vorgesehenen implantatprothetischen Konzepts den optimalen Implantattyp auszuwählen und die Position des Implantats zu planen. Abbildung 2 zeigt exemplarisch virtuelle Ansichten aus einer Implantatplanungssoftware.

Implantatplanungssoftware dient zur Durchführung der folgenden Planungsschritte:

1. Importieren, Segmentieren und Einrichten von DICOM-Dateien
2. Einstellen des Panoramabogens
3. Abgleichen von DICOM- und STL-Dateien
4. Digitale Zahnaufstellung (prothetische Planung)
5. Virtuelle Auswahl und Planung des Implantats
6. Virtuelle Auswahl und Planung des Sekundärteils
7. Virtuelle Planung einer Knochenaugmentation
8. Konstruktion einer chirurgischen Schablone zur geführten Implantation
9. Ausgabe eines chirurgischen Protokolls
10. Anknüpfung an CAD/CAM-Software

Detaillierte Beschreibungen dieser Schritte folgen in **Kapitel 4 bis 8**.



Abb. 4 Scankörper in situ.

In der Zahnmedizin wird CAD/CAM-Software hauptsächlich in der Prothetik verwendet. Das wichtigste Datenformat für diese Zwecke sind STL-Dateien von Intra- oder Extraoralscannern. Als Erstes kommt die CAD-Komponente der Software zum Einsatz. Hier wird die STL-Datei bearbeitet, um Diagnosemodelle, Implantatsekundärteile sowie einen provisorischen und schließlich den definitiven implantatgetragenen Zahnersatz zu konstruieren (Abb. 3).

Zunächst erfasst man in einem Intraoralscan, oder einem Extraoralscan des Meistermodells, die Implantatposition anhand eines Scankörpers (spezieller Abformpfosten zur digitalen Erfassung der Oberflächen). Bei dieser Art von Abformkappe handelt es sich um ein geometrisches Objekt von bekannten Abmessungen, das von der CAD-Software erkannt wird, meist aus PEEK-Kunststoff besteht und wie eine Abformkappe im Implantat befestigt wird (Abb. 4). Anhand dieser Scankörper identifiziert die CAD-Software den Implantattyp und seine räumliche Ausrichtung. Auf dieser Basis kann nun die Konstruktion der prothetischen Suprakonstruktion erfolgen, wofür die Software ein ganzes Arsenal an Tools und Befehlen bereithält.

Am Ende des CAD-Prozesses steht eine neue STL-Datei zum Export in eines von diversen Hardwaregeräten für den CAM-Prozess, also den Prozess der Fertigung. Hier wiederum ist bei implantatgetragendem Zahnersatz grundsätzlich zwischen additiven und subtraktiven Methoden zu unterscheiden. Detaillierte Beschreibungen liefern **Kapitel 9 und 10**.

Bei additiven Fertigungsverfahren aus 3-D-Modelldaten werden Materialien normalerweise Schicht auf Schicht, aneinandergesetzt. Beispiele für solche 3-D-Druck-/Fertigungsverfahren:

1. Badbasierte Photopolymerisation (Laserlicht-Aktivierung)
2. Schmelzen aus dem Pulverbett (Laser-Sintern)
3. Bindemittelauftrag – Aufbau aus dem Pulverbett
4. Materialauftrag im Spayverfahren
5. Selektive Schichtlaminiierung
6. Materialextrusion
7. Metallauftrag mit gerichteter Laser-Energie

Bei subtraktiven Fertigungsverfahren wird das 3-D-Objekt aus einem massiven Materialblock sukzessive herausgefräst (im Englischen spricht man von *cutting*, *milling* oder *machining*).

Eine andere Einteilung nach den verwendeten Materialien findet sich im Kapitel 10.1.

Durch die klinische Umsetzung digitaler Dentaltechnik in der Implantologie sollte eine Optimierung der Patientenversorgung durch einfachere Behandlungen bei gleichzeitig besserer Voraussagbarkeit der Resultate erreicht werden. Im **Kapitel 13** werden Schritt für Schritt eine Reihe von klinischen Fallbeschreibungen entwickelt, die, beruhend auf Kenntnis der notwendigen technischen Grundlagen zur Erfassung und Verarbeitung digitaler Informationen sowie zur Umsetzung geeigneter Behandlungsprotokolle, Denkanstöße für die Integration von digitalen Protokollen in die eigene Praxis geben sollen.

Die wohlüberlegte Kapitelreihenfolge in diesem Buch soll möglichst logisch einen klinischen Arbeitsablauf illustrieren. Die Anwendung der digitalen Dentaltechnik beeinflusst im Arbeitsablauf die Abfolge der Behandlungsschritte und ist somit von allergrößter Bedeutung. **Kapitel 6 und 7** widmen sich digitalen Arbeitsabläufen in der Patientenversorgung, die durch Zusammenführen von Technologien, Verfahrensweisen und Behandlungsabfolgen mit Hilfe der digitalen Dentaltechnik die Sicherheit der Patienten und Reproduzierbarkeit der Behandlungen verbessern können.

Die Autoren formulieren klinische Empfehlungen, beurteilen künftige Entwicklungen und erörtern Anforderungen an das Erlernen von neu entstehenden Technologien sowie die Risiken und den Nutzen ihrer Anwendung. Die digitale Dentaltechnik ist so überaus schnelllebig, dass der Wandel den Möglichkeiten der Übernahme in die klinische Praxis immer einen Schritt voraus ist. Und erst recht ist die Geschwindigkeit der Fortschritte so hoch, dass keiner gedruckten wissenschaftlichen Literatur zum Thema lange Aktualität beschieden sein wird!



6 Digitale Abläufe in der Implantatprothetik

G. Gallucci

Auch aus heutiger Sicht überwiegen in der Implantatprothetik immer noch konventionelle (analoge) Verfahren, wie sie seit den frühen Tagen der zahnärztlichen Implantologie verwendet werden. Dennoch hat der Einsatz digitaler Technologien in die orale Implantologie neue klinische Arbeitsabläufe hervorgebracht. So erfolgt die Konstruktion der chirurgischen Schablonen zur klinischen Umsetzung geplanter Implantatpositionen nahezu ausschließlich in virtuellen Umgebungen. Ein anderes Beispiel wäre der Einsatz von Digitaltechnik zur Herstellung von Sekundärteilen, und hier insbesondere von Zirkonoxidaufbauten im Dentallabor. In solchen Bereichen hat die Digitaltechnik einen echten Mehrwert.

Für andere planungstechnische, chirurgische und prothetische Arbeiten hingegen eignen sich konventionelle Arbeitsabläufe ebenso gut wie digitale. Hier sollte man die Umgebung für den Arbeitsablauf (konventionell, digital oder beides) nicht ausschließlich nach technischen Gesichtspunkten wählen, sondern auch die therapeutischen Erfordernisse des Patienten und der Behandlungsregion berücksichtigen. Das vorliegende Kapitel befasst sich mit den Modalitäten der digitalen Dentaltechnik zur Patientenversorgung.

Wichtige Faktoren im Arbeitsablauf für implantatprothetische Behandlungen sind etwa die Arbeitsumgebung, die Therapiephasen sowie die verwendeten Technologien und Verfahren des Behandlers und seines Teams. Tabelle 1 gibt einen Überblick über exemplarische Arbeitsumgebungen (analog, digital, klinisch) und welche Produkte oder klinischen Schritte aus ihnen hervorgehen, die zum Endziel einer Wiederherstellung dentoalveolärer Strukturen mit implantatgetragener Prothetik führen. Wichtig ist die Feststellung, dass auch innerhalb desselben Arbeitsablaufs ein Alternieren zwischen digitalen und analogen Umgebungen durchaus möglich ist. Zum Beispiel kann man eine konventionelle

diagnostische Abformung per Extraoralscanner digitalisieren und anschließend in einer digitalen Umgebung weiterarbeiten. Umgekehrt ist denkbar, dass man eine digitale „Abformung“ per Intraoralscanner vornimmt und das Ergebnis zur (additiven oder subtraktiven) Fertigung eines Modells nutzt, um auf dieser Grundlage im konventionellen Verfahren die implantatgetragene Prothetik zu errichten.

Selbst rein konventionelle oder ausschließlich digitale Arbeitsabläufe haben stets eines gemeinsam: Beide müssen gewährleisten, dass sich die Resultate dann mit der gebotenen Präzision auch klinisch – etwa als Inserieren eines korrekt positionierten Implantats oder als Eingliedern einer hinreichend passgenauen Krone – umsetzen lassen.

Durch die Einbindung von Digitaltechnik dringen in die zahnärztliche Implantologie neue Verfahren vor, die grundsätzlich der Informatik näherstehen als der klinischen Zahnheilkunde. Für das Verwalten digitaler Datensätze sowie das Übertragen und Abgleichen von Dateien zwischen verschiedenen Arbeitsumgebungen müssen alle Mitglieder des zahnärztlichen Teams speziell geschult werden. Gefordert sind neue Kenntnisse und Fertigkeiten etwa zum Segmentieren von DICOM-Dateien (DVT-Röntgenscans), zum virtuellen Planen von Dentalimplantaten, zum Integrieren von STL-Dateien (intraorale Oberflächenscans) in CAD/CAM-Software oder zum Einspeisen von CAD-Daten in ein Fertigungsgerät.

Wir erleben also gerade die Geburt des „digitalen Dentallabors“, das kompetent die in der digitalen Dentaltechnik anfallenden Aufgaben des Datenmanagements wahrnimmt. Diese digitalen Labore können mit konventionellen Laboren kooperieren oder auch, zumal über das Internet, als eigenständige Anbieter ein Spektrum an digitalen Dienstleistungen anbieten.

Tabelle 1 Überblick über verschiedene Arbeitsbedingungen und deren klinische Ergebnisse.

Umgebung	Planung der Behandlung	Implantation	Prothetik
Analoge Verfahren (konventionelles Labor)	<ul style="list-style-type: none"> • Gipsmodelle • Diagnostische Wachsmodel- lationen • Röntgenschablonen 	<ul style="list-style-type: none"> • Chirurgische Schablonen • Interimsprothetik • Sofortprovisorien 	<ul style="list-style-type: none"> • Gipsmodelle • Herstellung provisorischer Prothetik • Sekundärteilauswahl und -fertigung (Guss) • Definitive implantatge- tragene Prothetik
Klinisch	<ul style="list-style-type: none"> • Patientenbeurteilung • Risikobeurteilung • Vorläufige Abformungen • Anprobe funktionaler Wachsmodellation • Therapieplan 	<ul style="list-style-type: none"> • Konventionelle Implan- tationen (freihändig) • Geführte Implan- tationen • Gesteuerte Knochen- regenerationen 	<ul style="list-style-type: none"> • Abformungen auf Implantatniveau • Provisorien • Auswahl Sekundärteil(e) • Einprobe Sekundärteil(e) • Gerüstanprobe • Eingliedern der definitiven Prothetik
Digitaltechnik	<ul style="list-style-type: none"> • Digitale Patientenakten • Digitale Radiologie • Digitale Volumentomo- graphie (DVT) • Planungssoftware • Intraoralscanning (IOS) • Extraoralscanning (EOS) 	<ul style="list-style-type: none"> • Intraoperatives digitales Röntgen • Digitale Volumentomo- graphie (DVT) • Intraoralscan zum Zeit- punkt der Implantation 	<ul style="list-style-type: none"> • Intraoralscanning (IOS) • Konstruktion/Fertigung (CAD/CAM)
Digitale Verfahren (digitales Labor)	<ul style="list-style-type: none"> • Dateiverwaltung • Digitale Wachsmodellation • Stereolithografische Modelle (3-D-Druck) • Fräsen von Modellen • Konstruieren chirurgischer Schablonen zur geführten Implantation 	<ul style="list-style-type: none"> • Virtuelle Implantat- planung • Vorschläge für chirurgi- sche Protokolle 	<ul style="list-style-type: none"> • Management von Daten- sätzen • Scandaten an CAD-System • Konstruktion (CAD) • Fräsen von Sekundärteilen (CAM) • Fräsen von Implantatpro- thetik (CAM)

6.1 Digitale Schritte zur Patientenversorgung



Abbildung 1 illustriert einen vollständig digitalen Arbeitsablauf. Ein solcher Ablauf umfasst Etappen in den Arbeitsbereichen Diagnose, Planung, Chirurgie und Prothetik. Am Anfang steht die Zusammenführung der STL-Datei vom Intraoralscanner mit der DICOM-Datei vom DVT-Gerät. In der hierzu verwendeten Planungssoftware werden anschließend, nach Maßgabe der gewünschten Zahnersatzgestaltung, die Implantatpositionen virtuell geplant.

Hierauf folgen die digitale Konstruktion und anschließend der 3-D-Druck einer chirurgischen Schablone als Führungshilfe für die Implantation. Nach Einheilung des Implantats wird ein intraoraler Arbeitsscan (eine „digitale Abformung“) durchgeführt und dessen STL-Datei in CAD-Software bearbeitet. Diesen Konstruktionsdaten entsprechend vollzieht sich dann die Fertigung der prothetischen Komponenten auf dem Implantat.

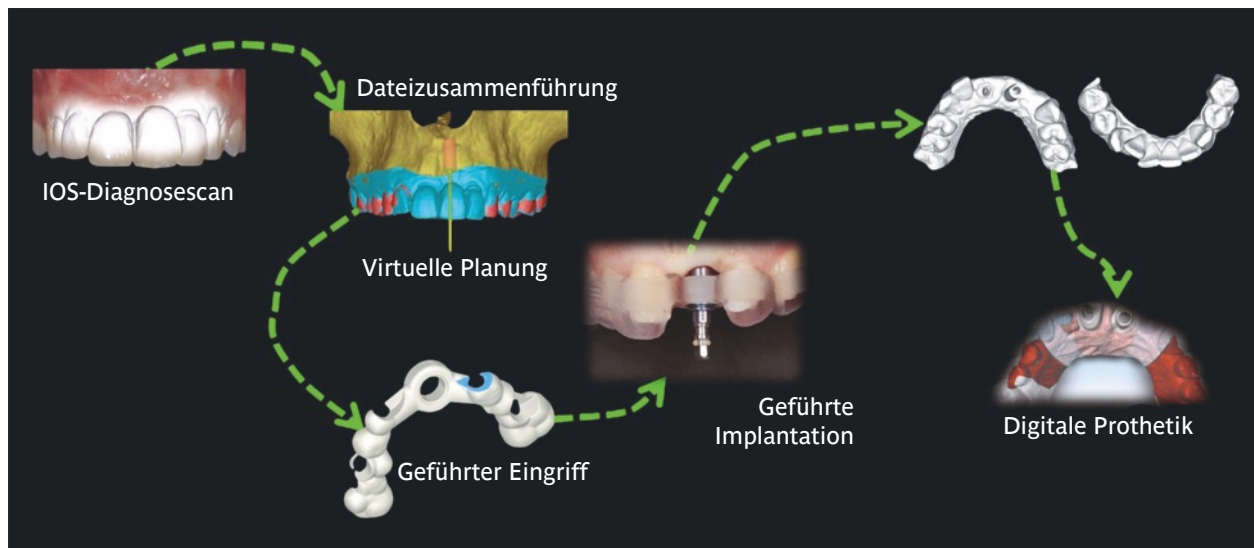


Abb. 1 Digitaler Arbeitsablauf in der Implantatprothetik IOS: Intraoralscanner.

6.2 Diagnoseschritte im digitalen Ablauf

Unter den für jeden Patienten anfallenden Datensätzen befindet sich meist entweder ein digitales Diagnosemodell, das entweder direkt aus einem intraoralen Oberflächenscan oder aber indirekt aus einem extraoralen Oberflächenscan eines physischen (Gips-)Modells stammt.

Meist liegen diese Oberflächenscans oder digitalen Abformungen als STL-Datei vor. Es gibt aber auch Scanner mit proprietären, nur für das herstellereigene System lesbaren Ausgabeformaten. STL-Dateien sind nicht besonders groß und sollten in der Patientenakte mit archiviert werden. Das Importieren der Diagnosescans in die Implantatplanungssoftware (bzw. CAD-Software) kann durch Direkteinlesen der Dateien von ihrem Speicherplatz auf dem Server, per Internet (FTP-Protokoll) oder per Direktübertragung vom Intraoralscanner ins digitale Labor erfolgen. Abbildung 2 zeigt den Inhalt einer STL-Datei mit Diagnosedaten aus einem intraoralen Oberflächenscan (mehr zu Oberflächenscannern in Kapitel 4).

Diagnosedaten aus Intraoralscans können in CAD-Software importiert werden, um dort eine virtuelle diagnostische Zahnaufstellung vorzunehmen. Abbildung 3 veranschaulicht den Import einer STL-Datei zur modifizierbaren Aufstellung eines fehlenden seitlichen Schneidezahns.

Die Software ist dazu in der Lage, die Original-STL-Datei so umzusetzen, dass am Bildschirm eine konventionelle Modelldarstellung erscheint und mit Manipulierimplantaten sowie Stümpfen von Zahnpräparationen versehen werden kann.

Eine weitere Methode zur Digitalisierung der orofazialen Strukturen ist die 3-D-Bildgebung anhand eines DVT-Scans. Der Patient wird dabei ionisierender Strahlung ausgesetzt. Anders als STL-Dateien aus Oberflächenscans, die eine hochauflösende räumliche Darstellung von Oberflächen bieten, liefern DICOM-Dateien aus DVT-Scans volumetrische 3-D-Darstellungen mit relativ schlechter Oberflächendefinition. DICOM-Dateien können je nach



Abb. 2 Darstellung einer STL-Datei in der Frontalansicht.

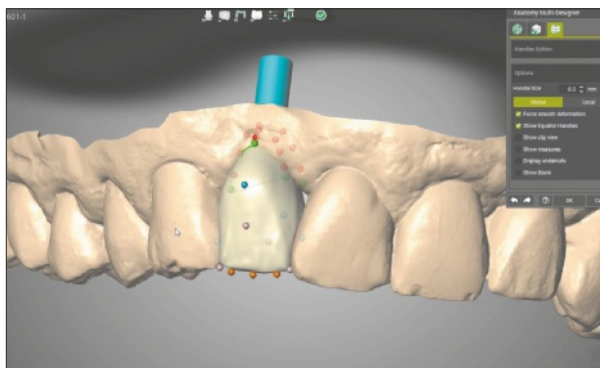


Abb. 3 In CAD-Station importierte STL-Diagnosedatei mit digital aufgebautem Zahn 12.

Auflösung, die beim Scannen des Patienten eingestellt wird, relativ groß ausfallen. Auch sie sollten in der elektronischen Patientenakte mit archiviert werden. Zum Betrachten und Bearbeiten von DICOM-Dateien sind verschiedene Softwarepakete verfügbar. Für Anwendungen der zahnärztlichen Implantologie erfolgt der Import in eine Implantatplanungssoftware (Abb. 4).

6.3 Planungsschritte im digitalen Ablauf

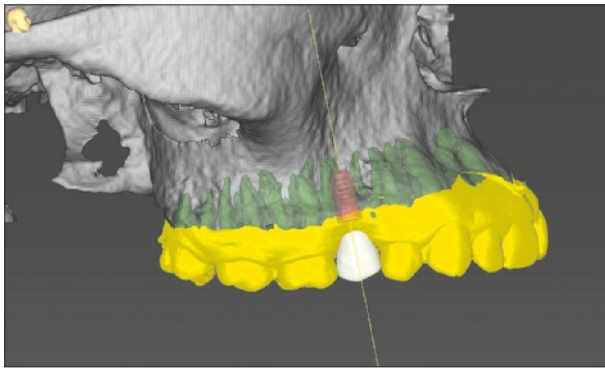


Abb. 4 Virtuelle Implantatsoftware. Graue Zone: Darstellung des Knochens anhand einer segmentierten DICOM-Datei. Grüne Zone: Wie graue Zone, aber mit ausschließlicher Darstellung der Zähne. Gelbe Zone: Mit der DICOM-Datei zusammengeführte STL-Datei eines Intraoralscans mit Darstellung der Zähne und Weichgewebe. Rot: virtuelle Implantatplanung. Weiß: Digitale Zahnaufstellung.

Nach dem Importieren in die Planungssoftware kann die DICOM-Datei nun „segmentiert“ werden. Auf diesem Weg lässt sich das 3-D-Areal reduzieren, das Bild durch Beseitigen von Streustrahlung oder anderen Artefakten verfeinern und die Anatomie in verschiedenartige Strukturen trennen (graue und grüne Zonen in Abb. 4). Auch die Zusammenführung mit der STL-Datei kann nun erfolgen (gelbe Zone in Abb. 4). Näheres zu den Verfahren der Datenzusammenführung und ihrer klinischen Bedeutung finden sich in Kapitel 5.

Als Nächstes integriert man das angestrebte prothetische Therapieziel und plant danach virtuell die Position des Implantats (rot in Abb. 4). Hierzu importiert man entweder weitere STL-Daten von einer analogen Wachs-anprobe, oder man verwendet ein softwareeigenes Tool für digitale Zahnaufstellungen (weißer Zahn in Abb. 4). Oder aber man scannt einmal den Patienten mit Prothese, einmal nur die mit Röntgenmarkern versehene Prothese und führt dann diese beiden Scans in der Planungssoftware zusammen. Nach diesem Schritt können aus einer digitalen Bibliothek die passenden Implantate ausgewählt und korrekt in Relation zu den anatomischen Nachbarstrukturen sowie zum geplanten Zahnersatz positioniert werden (rotes Implantat in Abb. 4).

6.4 Chirurgische Schritte im digitalen Ablauf

Nachdem die Implantatposition definiert ist, kann man die Planungssoftware zur Konstruktion einer chirurgischen Schablone weiterverwenden. Das Resultat exportiert man in eine STL-Datei zur Fertigung der Schablone per 3-D-Drucker oder Fräsgerät (Abb. 5a-b).

Geführte Implantationen werden in Kapitel 7 detaillierter behandelt. Hier sei lediglich erwähnt, dass chirurgische Schablonen geplante Implantatpositionen auf das Operationsfeld übertragen und so die Genauigkeit von Implantationen verbessern. Da die chirurgische Anwendung einer digital gefertigten Schablone oft den ersten Schritt heraus aus der digitalen in die klinische Umgebung darstellt, ist die Kontrolle ihrer klinischen Passform und Stabilität von allergrößter Bedeutung. Ein Sichtfenster zum Verifizieren der Passform als gängiges Konstruktionsmerkmal von chirurgischen Schablonen ist daher nur konsequent.

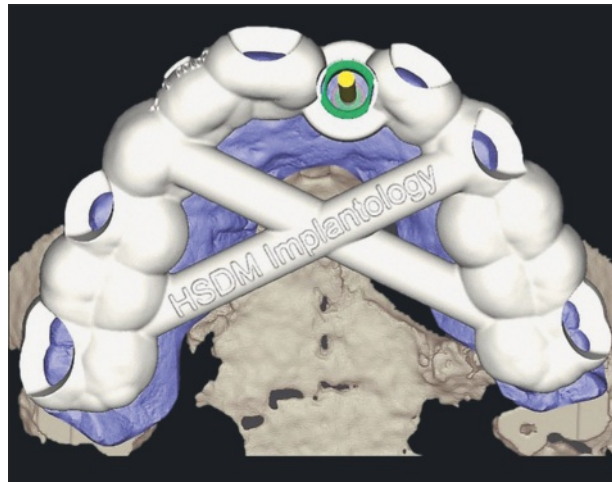


Abb. 5a Digitale Konstruktion einer chirurgischen Schablone.

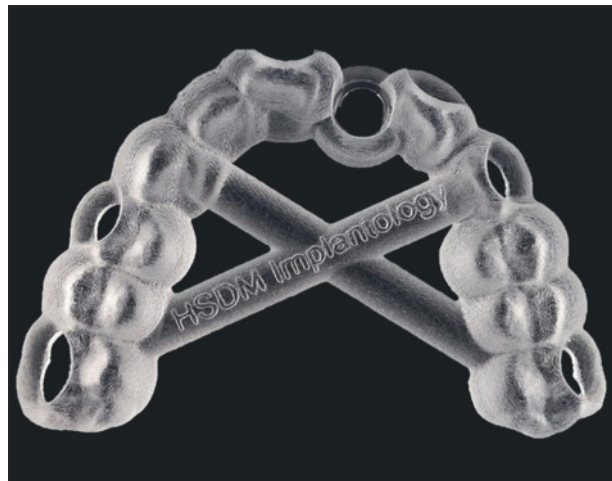


Abb. 5b Chirurgische Schablone aus dem 3-D-Drucker.



6.5 Prothetische Schritte im digitalen Ablauf



Abb. 6a Implantat und periimplantäres Weichgewebe vor dem Intraoral-scan.



Abb. 6b Scankörper in situ.



Abb. 6c Handgerät eines Intraoral-scanners in Aktion.

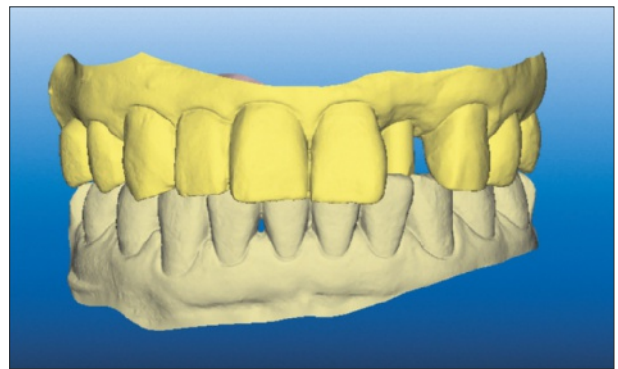


Abb. 6d Intraoral-scan der Zielregion mit Kopie des Scankörpers.

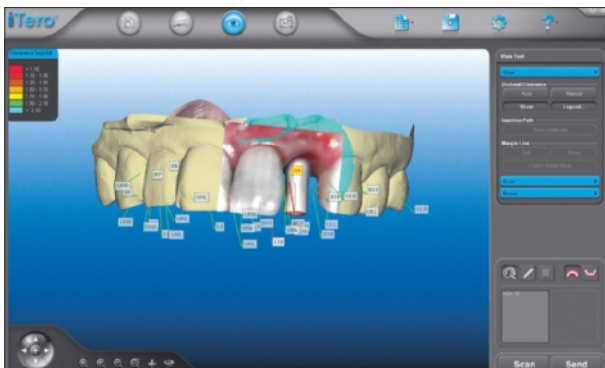


Abb. 6e Kontrollfenster des Intraoral-scans.

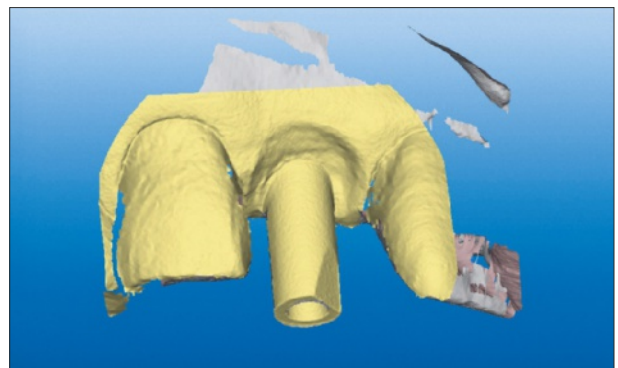


Abb. 6f STL-Ansicht mit Aussparung für ein reponierbares Manipulier-implantat.

Nach erfolgreicher Einheilung des Implantats kann ein Intraoralscan durchgeführt werden, um die Implantatposition aus der Mundhöhle ins digitale Labor zu übertragen. Die Abbildungen 6 a bis f illustrieren die klinischen Schritte zur Durchführung einer digitalen „Abformung“ des mit einem Scankörper versehenen Implantats sowie das Resultat in Form einer STL-Datei.

Diese Phase erlaubt diverse Varianten im Arbeitsablauf. Die Abbildungen 6 a bis f zeigen den Verlauf eines nach Abheilen des Weichgewebes erneut durchgeführten Intraoralscans. Eine Alternative wäre, den ersten (diagnostischen) Intraoralscan durch Einbindung der nunmehr real bestehenden Implantatposition in ein definitives virtuelles Arbeitsmodell umzuwandeln. Hierzu löscht man einfach die jetzt mit einem Implantat versorgte Zielregion, versieht das Implantat mit einem Scankörper, scannt lediglich diese Zielregion neu und führt die neue Scandatei mit dem Originalscan zusammen. Dieses Vorgehen minimiert Redundanzen und spart Zeit.

Nach Importieren dieser neuen STL-Datei in die CAD-Station kann die Herstellung des Zahnersatzes im CAD/CAM-Verfahren beginnen. Abbildung 7 veranschaulicht in der CAD-Ansicht die Konstruktion eines

implantatgetragenen Gerüsts. Da jetzt Achsenausrichtung und Position des Implantats durch die Orientierung des Scankörpers in der STL-Datei erkennbar sind, kann das digitale Labor die Auswahl der virtuellen Prothetikkomponenten sowie die definitive Restauration in Angriff nehmen. CAD-Software verfügt über ausgeklügelte Tools zur Kontur- und Dimensionsbearbeitung von implantatgetragener CAD/CAM-Prothetik.

Die (STL- oder proprietäre) Ausgabedatei der fertiggestellten CAD-Konstruktion wird meist an eine Frässtation, manchmal auch an einen 3-D-Drucker übermittelt (Abb. 8).

Die CAM-Phase des Arbeitsablaufs findet normalerweise im Dentallabor statt. Von dort wird dem Behandler dann die fertiggestellte Prothetik zur klinischen Anprobe oder Eingliederung zugeleitet. Wieder findet also ein Schritt heraus aus der digitalen und hinein in die klinische Umgebung statt. Die klinisch akzeptable Passform ist erneut zu überprüfen.

Zur weitergehenden Kontrolle eignet sich ein mit Hilfe der Modellbaufunktion realisiertes, physisches Duplikat des virtuellen, vom Intraoralscan stammenden Ar-

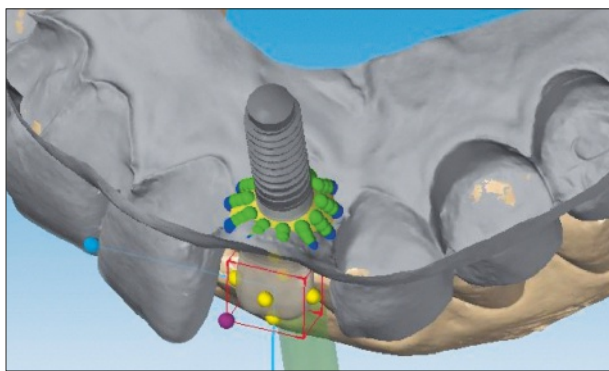


Abb. 7 Prozess der Gerüstkonstruktion für eine implantatgetragene Einzelkrone (Bildschirmanschnitt aus CAD-Station). Grüne Punkte: Bearbeitungstool für den transmukosalen Gerüstbereich. Gelbe Punkte: Bearbeitungstool für den koronalen Gerüstbereich.



Abb. 8 Fertig konstruiertes Kronengerüst auf virtuellem Manipulierimplantat. Um nur die Morphologie der Implantatkrone herauszustellen, wurde das virtuelle Modell in dieser Ansicht ausgeblendet.



Abb. 9a Adaptieren der CAD/CAM-Implantatkrone auf das gefräste Modell.



Abb. 9b CAD/CAM-Implantatkrone.



Abb. 9c Nahaufnahme der eingliederten CAD/CAM-Implantatkrone.



Abb. 9d Extraorale Ansicht der CAD/CAM-Implantatkrone.

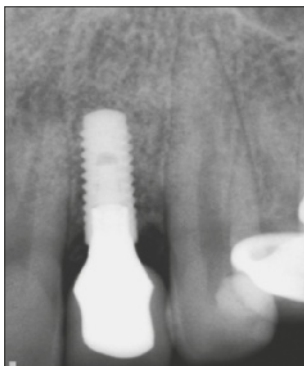


Abb. 9e Röntgenaufnahme zur Passformkontrolle einer CAD/CAM-Implantatkrone.

beitsmodells. Ein solches Modell lässt sich nämlich mit Manipulierimplantaten versehen, sodass auf diese Weise noch vor der klinischen Eingliederung die Passgenauigkeit des implantatgetragenen Zahnersatzes kontrolliert oder auch optimiert werden kann (Abb. 9 a bis e).

6.6 Alternatives Vorgehen in digitalen Abläufen

Das bis hierher beschriebene Prozedere zeigt den digitalen Arbeitsablauf nicht in seiner Gesamtheit, sondern zeichnet ein vereinfachtes Bild. Die erwähnten Arbeitsschritte sollten also allgemein zeigen, „wohin die Reise geht“, es andererseits aber auch Varianten des Ablaufs gibt. Möglich sind solche Varianten auf der digitalen wie auch der klinischen Ebene. So erledigen die Anhänger von hybriden implantatprothetischen Arbeitsabläufen manche Schritte konventionell und andere digital. Weitere Beispiele wären ein Intraoralscan für die definitive Prothetik zum Zeitpunkt der Implantation oder die Realisierung rein digital konstruierter und gefertigter Implantatkronen ohne ein einziges physisches Modell.

Eine weitere Variante bietet Funktionen zur softwareübergreifenden Kommunikation. So kann man etwa die präoperative Fallplanung auf einer CAD/CAM-Arbeitsstation durchführen und per Echtzeitanbindung der dortigen Software an ein virtuelles Implantatplanungssystem weitere – lokal anwesende oder andernorts befindliche – Teammitglieder an den Planungsdaten teilhaben lassen. Optimierungen der prothetischen Konstruktion und Implantatposition können so in beiden Softwareumgebungen vorgenommen werden (Abb. 10).

Klinisch bedeutsam an dieser Softwaremöglichkeit ist, dass sie eine virtuelle Umgebung mit Zugriff für alle Teammitglieder schafft und damit synergistische Fallplanungen ermöglicht.

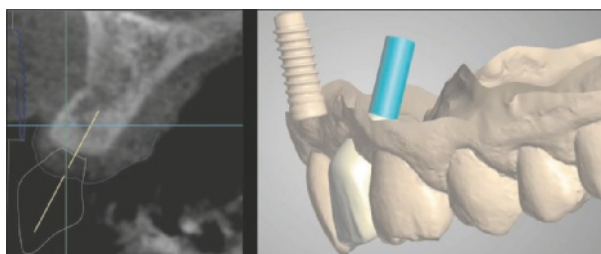


Abb. 10 Die Informationen aus der in CAD-Software (rechts) festgelegten Zahnaufstellung werden von der chirurgischen Planungssoftware (links) abgerufen. Nach Verbinden beider Programme können vorgenommene Änderungen an jeder Arbeitsstation in Echtzeit mitverfolgt werden.

Fortschritte in der digitalen Dentaltechnik könnten durchaus neue Varianten im digitalen Arbeitsablauf hervorbringen, die heute noch ungebräuchlich sind. Von größter Bedeutung ist, dass im Team die Grundlagen der in Tabelle 1 aufgeführten Elemente eines digitalen Arbeitsablaufs für Implantatbehandlungen verstanden werden. Sehr häufig werden die diagnostischen, planungstechnischen, chirurgischen und prothetischen Arbeitsschritte den Besonderheiten des Einzelfalls anzupassen sein und von Patient zu Patient individualisierte Abläufe in digitalen, konventionellen oder kombinierten Arbeitsumgebungen hervorbringen.

15 Literatur



Die nachfolgende Aufstellung aller im Verlauf dieses Buchs zitierten Publikationen ist nach Name (Nachname des Erstautors oder Alleinverfassers) und bei mehreren Publikationen unter gleichem Namen nach Erscheinungsjahr geordnet. Unterschiedliche Publikationen aus dem gleichen Erscheinungsjahr mit formal identischen Kurzverweisen wurden in den Texten hinter dem Erscheinungsjahr mit Kleinbuchstaben markiert, die sich hier am Ende der betreffenden Einträge in Klammern wiederfinden.

Um ein rasches Aufsuchen der zitierten Studien im Internet zu ermöglichen, finden sich in diesem Band 11 des ITI Treatment Guide erstmals, soweit sie mit vertretbarem Aufwand recherchierbar waren, DOIs (Digital Object Identifiers) hinter den Einträgen der Literaturliste. Nähere Informationen hierzu im Internet unter <https://www.doi.org>.

Eingaben von DOIs in das dortige Suchfeld erfolgen ohne „doi:“ am Anfang und ohne Punkt am Ende. Sie können das Ziel auch direkt ansteuern. Geben Sie hierzu in der Adresszeile Ihres Browsers <https://doi.org/DOI-Bezeichnung> ein. Wieder ist die DOI-Bezeichnung ohne vorangestelltes „doi:“ und ohne nachgestellten Punkt einzugeben (z. B. „10.1000/xyz123“).

Abdulmakeed AA, Lim KG, Narhi TO, Cooper LF. Complete-arch implant supported monolithic zirconia fixed dental prostheses: A systematic review. *J Prosthet Dent.* **2016** Jun; 115(6): 672–677.e1. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.08.025. Epub 2016 Jan 23.

Abduo J, Lyons K, Bennani V, Waddell N, Swain M. Fit of screw retained fixed implant frameworks fabricated by different methods: a systematic review. *Int J Prosthodont.* **2011** May–Jun; 24(3): 207–220.

Abduo J, Lyons K. Rationale for the use of CAD-CAM technology in implant prosthodontics. *Int J Dent.* **2013**; 2013:768121. doi: 10.1155/2013/768121. Epub 2013 Apr 16.

Abduo J. Fit of CAD/CAM implant frameworks: a comprehensive review. *J Oral Implantol.* **2014** Dec; 40(6): 758–766. doi: 10.1563/AAID-JOI-D-12-00117.

Abrahamsson I, Berglundh T, Glantz PO, Lindhe J. The mucosal attachment at different abutments. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol.* **1998** Sep; 25(9): 721–727.

Abrahamsson I, Cardaropoli G. Peri-implant hard and soft tissue integration to dental implants made of titanium and gold. *Clin Oral Implants Res.* **2007** Jun; 18(3): 269–274. Epub 2007 Feb 13.

[Academy of Prosthodontics, The]. The Glossary of Prosthodontic Terms; Ninth Edition (GP19). *J Prosthet Dent.* **2017** May; 117(5S): e1–e105. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.12.001.

Aghaloo TL, Moy PK: Which hard tissue augmentation techniques are the most successful in furnishing bony support for implant placement? *Int J Oral Maxillofac Implants.* **2007**; 22 Suppl: 49–70. Review. Erratum in: *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2008 Jan–Feb; 23(1): 56.

Ahlers MO, Bernhardt O, Jakstat HA, Kordaß B, Türp JC, Schindler HJ, Hugger A. Motion analysis of the mandible: guidelines for standardized analysis of computer-assisted recording of condylar movements. *Int J Comput Dent.* **2015**; 18(3): 201–223.

Ahmadi RS, Sayar F, Rakhshan V, Iranpour B, Jahanbani J, Toumaj A, Akhoondi N. Clinical and histomorphometric assessment of lateral alveolar ridge augmentation using a corticocancellous freeze-dried allograft bone block. *J Oral Implantol.* **2017** Jun; 43(3): 202–210. doi: 10.1563/aaid-joi-D-16-00042. Epub 2017 Mar 22.

Alharbi N, Wismeijer D, Osman RB. Additive manufacturing techniques in prosthodontics: where do we currently stand? A critical review. *Int J Prosthodont.* **2017** Sep–Oct; 30(5): 474–484. doi: 10.11607/ijp.5079. Epub 2017 Jul 27.

Almasri R, Drago CJ, Siegel SC, Hardigan PC. Volumetric misfit in CAD/CAM and cast implant frameworks: a university laboratory study. *J Prosthodont.* **2011** Jun; 20(4): 267–274. doi: 10.1111/j.1532-849X.2011.00709.x. Epub 2011 Apr 14.

Amin S, Weber HP, Finkelman M, El Rafie K, Kudara Y, Pappaspyridakos P. Digital vs. conventional full-arch implant impressions: a comparative study. *Clin Oral Implants Res.* **2017** Nov; 28(11): 1360–1367. doi: 10.1111/clr.12994. Epub 2016 Dec 31.

Andriessen FS, Rijkens DR, van der Meers WJ, Wismeijer DW. Applicability and accuracy of an intraoral scanner for scanning multiple implants in edentulous mandibles: a pilot study. *J Prosthet Dent.* **2014** Mar; 111(3): 186–194. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.07.010. Epub 2013 Nov 8.

Antanasova M, Jevnikar P. Bonding of dental ceramics to titanium: processing and conditioning aspects. *Current Oral Health Reports.* **2016**. doi: 10.1007/s40496-016-0107-x.

- Arisan V, Bölükbaşı N, Öksüz L.** Computer-assisted flapless implant placement reduces the incidence of surgery-related bacteremia. *Clin Oral Investig.* **2013** Dec; 17(9): 1985–1993. doi: 10.1007/s00784-012-0886-y. Epub 2012 Dec 6.
- Artopoulos A, Buytaert JA, Dirckx JJ, Coward TJ.** Comparison of the accuracy of digital stereophotogrammetry and projection moiré profilometry for three-dimensional imaging of the face. *Int J Oral Maxillofac Surg.* **2014** May; 43(5): 654–662. doi: 10.1016/j.ijom.2013.10.005. Epub 2013 Nov 10.
- Arunyanak SP, Harris BT, Grant GT, Morton D, Lin WS.** Digital approach to planning computer-guided surgery and immediate provisionalization in a partially edentulous patient. *J Prosthet Dent.* **2016** Jul; 116(1): 8–14. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.11.023. Epub 2016 Feb 9.
- Adeyemo WL, Akadiri OA.** A systematic review of the diagnostic role of ultrasonography in maxillofacial fractures. *Int J Oral Maxillofac Surg.* **2011** Jul; 40(7): 655–661. doi: 10.1016/j.ijom.2011.02.001. Epub 2011 Mar 5.
- Becker W, Goldstein M, Becker BE, Sennerby L, Kois D, Hujuel P.** Minimally invasive flapless implant placement: follow-up results from a multicenter study. *J Periodontol.* **2009** Feb; 80(2): 347–352. doi: 10.1902/jop.2009.080286.
- Bellanova L, Paul L, Docquier PL.** Surgical guides (patient-specific instruments) for pediatric tibial bone sarcoma resection and allograft reconstruction. *Sarcoma.* **2013**; 2013:787653. doi: 10.1155/2013/787653. Epub 2013 Mar 4.
- Beretta M, Cicciu M, Poli PP, Rancitelli D, Bassi G, Grossi GB, Maiorana C.** A retrospective evaluation of 192 implants placed in augmented bone: long-term follow-up study. *J Oral Implantol.* **2015** Dec; 41(6): 669–674. doi: 10.1563/aaid-joi-D-14-00123. Epub 2015 Feb 16.
- Block MS, Emery RW, Lank K, Ryan J.** Implant placement accuracy using dynamic navigation. *Int J Oral Maxillofac Implants.* **2017** Jan–Feb; 32(1): 92–99. doi: 10.11607/jomi.5004. Epub 2016 Sep 19.
- Boas FE, Fleischmann D.** CT artifacts: causes and reduction techniques. *Imaging Med.* **2012**; 4(2), 229–240.
- Bornstein MM, Al-Nawas B, Kuchler U, Tahmaseb A.** Consensus statements and recommended clinical procedures regarding contemporary surgical and radiographic techniques in implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants.* **2014**; 29 Suppl: 78–82. doi: 10.11607/jomi.2013.g1.
- Bower JL, Christensen CM.** Disruptive technologies: catching the wave. *Harvard Business Review.* **1995** Jan–Feb; 73(1): 43–53.
- Brodala N.** ITI Flapless surgery and its effect on dental implant outcomes. *Int J Oral Maxillofac Implants.* **2009**; 24 Suppl: 118–125.
- Burke P.** Serial stereophotogrammetric measurements of the soft tissues of the face. A case of a girl with mild facial asymmetry from 3 weeks to 10 years of age. *Br Dent J.* 1983 Dec 10; 155(11): 373–379.
- Buser D, Chappuis V, Bornstein MM, Wittneben JG, Frei M, Belser UC.** Long-term stability of contour augmentation with early implant placement following single tooth extraction in the esthetic zone: a prospective, cross-sectional study in 41 patients with a 5- to 9-year follow-up. *J Periodontol.* **2013** Nov; 84(11): 1517–1527. doi: 10.1902/jop.2013.120635. Epub 2013 Jan 24. (a)
- Buser D, Chappuis V, Kuchler U, Bornstein MM, Wittneben JG, Buser R, Cavusoglu Y, Belser UC.** Long-term stability of early implant placement with contour augmentation. *J Dent Res.* **2013** Dez; 92(12 Suppl): 176S–182S. doi: 10.1177/0022034513504949. (b)
- Bush K, Antonyshyn O.** Three-dimensional facial anthropometry using a laser surface scanner: validation of the technique. *Plast Reconstr Surg.* **1996** Aug; 98(2): 226–235.
- Buzayan M, Baug MR, Yunus N.** Evaluation of accuracy of complete-arch multiple-unit abutment-level dental implant impressions using different impression and splinting materials. *Int J Oral Maxillofac Implants.* **2013** Nov–Dec; 28(6): 1512–1520. doi: 10.11607/jomi.2958.
- Calamia JR, Levine JB, Lipp M, Cisneros G, Wolff MS.** Smile Design and treatment planning with the help of a comprehensive esthetic evaluation form. *Dent Clin North Am.* **2011** Apr; 55(2): 187–209, vii. doi: 10.1016/j.cden.2011.01.012.

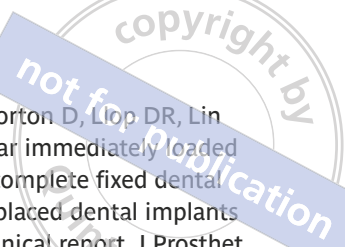
- Carames J, Tovar Suinaga L, Yu YC, Pérez A, Kang M.** Clinical advantages and limitations of monolithic zirconia restorations full arch implant supported reconstruction: case series. *Int J Dent.* **2015**; 2015:392496. doi: 10.1155/2015/392496. Epub 2015 Jun 1.
- Carlsson GE:** Dental occlusion: modern concepts and their application in implant prosthodontics. *Odontology.* **2009** Jan; 97(1): 8–17. doi: 10.1007/s10266-008-0096-x. Epub 2009 Jan 29.
- Case CS.** Some principles governing the development of facial contours in the practice of orthodontia. *Columbia Dental Congress.* **1893**; 2: 727.
- Cassetta M, Giansanti M, Di Mambro A, Calasso S, Barbato E.** Accuracy of two stereolithographic surgical templates: a retrospective study. *Clin Implant Dent Relat Res.* **2013** Jun; 15(3): 448–459. doi: 10.1111/j.1708-8208.2011.00369.x. Epub 2011 Jul 11.
- Chan HL, Sinjab K, Chung MP, Chiang YC, Wang HL, Giannobile WV, Kripfgans OD.** Non-invasive evaluation of facial crestal bone with ultrasonography. *PLoS One.* **2017** Feb 8; 12(2): e0171237. doi: 10.1371/journal.pone.0171237.
- Charette JR, Goldberg J, Harris BT, Morton D, Llop DR, Lin WS.** Cone beam computed tomography imaging as a primary diagnostic tool for computer-guided surgery and CAD-CAM interim removable and fixed dental prostheses. *J Prosthet Dent.* **2016** Aug; 116(2): 157–165. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.02.004. Epub 2016 Apr 14.
- Charette JR, Goldberg J, Harris BT, Morton D, Llop DR, Lin WS.** Cone beam computed tomography imaging as a primary diagnostic tool for computer-guided surgery and CAD/CAM interim removable and fixed dental prostheses. *J Prosthet Dent.* **2016** Aug; 116(2): 157–165. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.02.004. Epub 2016 Apr 14.
- Chiapasco M, Zaniboni M.** Clinical outcomes of GBR procedures to correct peri-implant dehiscences and fenestrations: a systematic review. *Clin Oral Implants Res.* **2009** Sep; 20 Suppl 4: 113–123. doi: 10.1111/j.1600-0501.2009.01781.x.
- Chung S, McCullagh A, Irinakis T.** Immediate loading in the maxillary arch: evidence-based guidelines to improve success rates: a review. *J Oral Implantol.* **2011** Oct; 37(5): 610–621. doi: 10.1563/AAID-D-JOI-10-00058.1.
- Ciocca L, Fantini M, De Crescenzo F, Corinaldesi G, Scotti R.** Direct metal laser sintering (DMLS) of a customized titanium mesh for prosthetically guided bone regeneration of atrophic maxillary arches. *Med Biol Eng Comput.* **2011** Nov; 49(11): 1347–1352. doi: 10.1007/s11517-011-0813-4. Epub 2011 Jul 21.
- Coachman C, Paravina RD.** Digitally enhanced esthetic dentistry—from treatment planning to quality control. *J Esthet Restor Dent.* **2016** Mar; 28 Suppl 1: S3–4. doi: 10.1111/jerd.12205.
- Coachman C, Calamita MA, Coachman FG, Coachman RG, Sesma N.** Facially generated and cephalometric guided 3D digital design for complete mouth implant rehabilitation: A clinical report. *J Prosthet Dent.* **2017** May; 117(5): 577–586. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.09.005. Epub 2016 Nov 9.
- D'Apuzzo N.** Overview of 3D surface digitization technologies in Europe. In: Corner BD, Li P, Tocheri M, editors. *Three-dimensional image capture and applications VII.* Proc SPIE 6056. San Jose, Calif.: **2006**.
- D'haese J, Ackhurst J, Wismeijer D, De Bruyn H, Tahmaseb A.** (2017) Current state of the art of computer-guided implant surgery. *Periodontol 2000.* **2017** Feb; 73(1): 121–133. doi: 10.1111/prd.12175.
- Davis DM, Packer ME, Watson RM.** Maintenance requirements of implant-supported fixed prostheses opposed by implant-supported fixed prostheses, natural teeth, or complete dentures: a 5-year retrospective study. *Int J Prosthodont* **2003** Sep–Oct; 16: 521–523.
- Dawood A, Marti Marti B, Sauret-Jackson V, Darwood A.** 3D printing in dentistry. *Br Dent J.* **2015** Dec; 219(11): 521–529. doi: 10.1038/sj.bdj.2015.914.
- De Bruyn H, Raes S, Ostman PO, Cosyn J.** Immediate loading in partially and completely edentulous jaws: a review of the literature with clinical guidelines. *Periodontol 2000.* **2014** Oct; 66(1): 153–187. doi: 10.1111/prd.12040.
- de Farias TP, Dias FL, Galvao MS, Boasquevisque E, Pastl AC, Albuquerque Sousa B.** Use of prototyping in pre-operative planning for patients with head and neck tumors. *Head Neck.* **2014** Dec; 36(12): 1773–1782. doi: 10.1002/hed.23540. Epub 2014 Jan 29.

- De Marco AC, Jardini MA, Lima LP.** Revascularization of autogenous block grafts with or without an e-PTFE membrane. *Int J Oral Maxillofac Implants.* **2005** Nov–Dec; 20(6): 867–874.
- De Santis E, Lang NP, Favero G, Beolchini M, Morelli F, Botticelli D.** Healing at mandibular block-grafted sites. An experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res.* **2015** May; 26(6): 516–522. doi: 10.1111/clr.12434. Epub 2014 Jun 12.
- Deli R, Galantucci LM, Laino A, D'Alessio R, Di Gioia E, Savastano C, Lavecchia F, Percoco G.** Three-dimensional methodology for photogrammetric acquisition of the soft tissues of the face: a new clinical-instrumental protocol. *Prog Orthod.* **2013** Sep 20; 14: 32. doi: 10.1186/2196-1042-14-32.
- Bona AD, Pecho OE, Alessandretti R.** Zirconia as a Dental Biomaterial. *Materials (Basel).* **2015** Aug 4; 8(8): 4978–4991. doi: 10.3390/ma8084978.
- Di Giacomo GA, Cury PR, de Araujo NS, Sendyk WR, Sendyk CL.** Clinical application of stereolithographic surgical guides for implant placement: preliminary results. *J Periodontol.* **2005** Apr; 76(4): 503–507.
- Di Giacomo GA, da Silva JV, da Silva AM, Paschoal GH, Cury PR, Szarf G.** Accuracy and complications of computer-designed selective laser sintering surgical guides for flapless dental implant placement and immediate definitive prosthesis installation. *J Periodontol.* **2012** Apr; 83(4): 410–419. doi: 10.1902/jop.2011.110115. Epub 2011 Aug 5.
- Dierens M, Collaert B, Deschepper E, Browaeys H, Klinge B, De Bruyn H.** Patient-centered outcome of immediately loaded implants in the rehabilitation of fully edentulous jaws. *Clin Oral Implants Res.* **2009** Oct; 20(10): 1070–1077. doi: 10.1111/j.1600-0501.2009.01741.x. Epub 2009 Aug 30.
- Eliasson A, Wennerberg A, Johansson A, Ortorp A, Jemt T.** The precision of fit of milled titanium implant frameworks (I-Bridge) in the edentulous jaw. *Clin Implant Dent Relat Res.* **2010** Jun 1; 12(2): 81–90. doi: 10.1111/j.1708-8208.2008.00131.x. Epub 2008 Dec 3.
- Ender A, Mehl A.** Full arch scans: conventional versus digital impressions—an in-vitro study. *Int J Comput Dent.* **2011**; 14(1): 11–21.
- Ersoy AE, Turkyilmaz I, Ozan O, McGlumphy EA.** Reliability of implant placement with stereolithographic surgical guides generated from computed tomography: clinical data from 94 implants. *J Periodontol.* **2008** Aug; 79(8): 1339–1345. doi: 10.1902/jop.2008.080059.
- Esposito M, Grusovin MG, Felice P, Karatzopoulos G, Worthington HV, Coulthard P.** Interventions for replacing missing teeth: horizontal and vertical bone augmentation techniques for dental implant treatment. *Cochrane Database Syst Rev.* **2009** Oct 7; (4): CD003607. doi: 10.1002/14651858.CD003607.pub4.
- Farman AG.** Applying DICOM to dentistry. *J Digit Imaging.* **2005** Mar; 18(1): 23–27. doi: 10.1007/s10278-004-1029-z. Epub 2004 Nov 25.
- Ferrari M, Vicji A, Zarone F.** Zirconia abutments and restorations: From Laboratory to clinical investigations. *Dent Mater.* **2015** Mar; 31(3): e63–76. doi: 10.1016/j.dental.2014.11.015. Epub 2015 Jan 7.
- Figliuzzi M, Mangano FG, Fortunato L, De Fazio R, Macchi A, Iezzi G, Piattelli A, Mangano C.** Vertical ridge augmentation of the atrophic posterior mandible with custom-made, computer-aided design/computer-aided manufacturing porous hydroxyapatite scaffolds. *J Craniofac Surg.* **2013** May; 24(3): 856–859. doi: 10.1097/SCS.0b013e31827ca3a7.
- Flügge TV, Att W, Metzger MC, Nelson K.** Precision of dental implant digitization using intraoral scanners. *Int J Prosthodont.* **2016** May–Jun; 29(3): 277–283. doi: 10.11607/ijp.4417.
- Flügge T, Derksen W, Te Poel J, Hassan B, Nelson K, Wismeijer D.** Registration of cone beam computed tomography data and intraoral surface scans - A prerequisite for guided implant surgery with CAD/CAM drilling guides. *Clin Oral Implants Res.* **2017** Sep; 28(9): 1113–1118. doi: 10.1111/clr.12925. Epub 2016 Jul 20.
- Fokas G, Vaughn VM, Scarfe WC, Bornstein MM.** Accuracy of linear measurements on CBCT images related to presurgical implant treatment planning: a systematic review. *Clin Oral Implants Res.* **2018** Oct; 29 Suppl 16: 393–415. doi: 10.1111/clr.13142.

- Gallucci GO, Bernard JP, Bertosa M, Belser UC.** Immediate loading with fixed screw-retained provisional restorations in edentulous jaws: the pickup technique. *Int J Oral Maxillofac Implants.* **2004** Jul–Aug; 19(4): 524–533.
- Gallucci GO, Morton D, Weber HP.** *Int J Oral Maxillofac Implants.* Loading protocols for dental implants in edentulous patients. **2009**; 24 Suppl: 132–146.
- Gallucci GO, Benic GI, Eckert SE, Papaspyridakos P, Schimmel M, Schrott A, Weber HP.** Consensus statements and clinical recommendations for implant loading protocols. *Int J Oral Maxillofac Implants.* **2014**; 29 Suppl: 287–290. doi: 10.11607/jomi.2013.g4.
- Gallucci GO, Finelle G, Papadimitriou DE, Lee SJ.** Innovative approach to computer-guided surgery and fixed provisionalization assisted by screw-retained transitional implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* **2015** Mar–Apr; 30(2): 403–410. doi: 10.11607/jomi.3817.
- Gärtner C, Kordaß B.** The virtual articulator: development and evaluation. *Int J Comput Dent.* **2003** Jan; 6(1): 11–24.
- Giannuzzi NJ, Motlagh SD.** Full mouth rehabilitation determined by anterior tooth position. *Dent Clin North Am.* **2015** Jul; 59(3): 609–621. doi: 10.1016/j.cden.2015.03.004.
- Gillot L, Noharet R, Cannas B.** Guided surgery and presurgical prosthesis: preliminary results of 33 fully edentulous maxillae treated in accordance with the NobelGuide protocol. *Clin Implant Dent Relat Res.* **2010** May; 12 Suppl 1: e104–e113. doi: 10.1111/j.1708-8208.2010.00236.x. Epub 2010 Apr 23.
- Gimenez-Gonzalez B, Hassan B, Özcan M, Pradies G.** An in vitro study of factors influencing the performance of digital intraoral impressions operating on active wavefront sampling technology with multiple implants in the edentulous maxilla. *J Prosthodont.* **2017** Dec; 26(8): 650–655. doi: 10.1111/jopr.12457. Epub 2016 Mar 2.
- Gross MD.** Occlusion in implant dentistry. A review of the literature of prosthetic determinants and current concepts. *Aust Dent J.* **2008** Jun; 53 Suppl 1: S60–S68. doi: 10.1111/j.1834-7819.2008.00043.x.
- Guerrero ME, Jacobs R, Loubele M, Schutyser F, Suetens P, Steenberghe D.** State-of-the-art on cone beam CT imaging for preoperative planning of implant placement. *Clin Oral Investig.* **2006** Mar; 10(1): 1–7. Epub 2006 Feb 16.
- Guess PC, Att W, Strub JR.** Zirconia in fixed implant prosthodontics. *Clin Implant Dent Relat Res.* **2012** Oct; 14(5): 633–645. doi: 10.1111/j.1708-8208.2010.00317.x. Epub 2010 Dec 22.
- Hajeer MY, Millett DT, Ayoub AF, Siebert JP.** Applications of 3D imaging in orthodontics: part I. *J Orthod.* **2004** Mar; 31(1): 62–70.
- Hamalian TA, Nasr E, Chidiac JJ.** Impression materials in fixed prosthodontics: influence of choice on clinical procedure. *J Prosthodont.* **2011** Feb; 20(2): 153–160. doi: 10.1111/j.1532-849X.2010.00673.x. Epub 2011 Feb 1.
- Hämmerle CHF, Cordaro L, van Assche N, Benic GI, Bornstein M, Gamper F, et al.** Digital technologies to support planning, treatment and fabrication processes and outcome assessments in implant dentistry. Summary and consensus statements. The 4th EAO consensus conference 2015. *Clin Oral Implants Res.* **2015** Sep; 26 Suppl 11: 97–101. doi: 10.1111/clr.12648.
- Harris BT, Montero D, Grant GT, Morton D, Llop DR, Lin WS.** Creation of a 3-dimensional virtual dental patient for computer-guided surgery and CAD-CAM interim complete removable and fixed dental prostheses: A clinical report. *J Prosthet Dent.* **2017** Feb; 117(2): 197–204. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.06.012. Epub 2016 Sep 22.
- Hassan B, Nijkamp P, Verheij H, Tairie J, Vink C, van der Stelt P, van Beek H.** Precision of identifying cephalometric landmarks with cone beam computed tomography in vivo. *Eur J Orthod.* **2013** Feb; 35(1): 38–44. doi: 10.1093/ejo/cjr050. Epub 2011 Mar 29.
- Hassan B, Gimenez Gonzalez B, Tahmaseb A, Greven M, Wismeijer D.** A digital approach integrating facial scanning in a CAD-CAM workflow for complete-mouth implant-supported rehabilitation of patients with edentulism: A pilot clinical study. *J Prosthet Dent.* **2017** Apr; 117(4): 486–492. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.07.033. Epub 2016 Oct 27.

- Hebel KS, Gajjar RC.** Cement-retained versus screw-retained implant restorations: achieving optimal occlusion and esthetics in implant dentistry. *J Prosthet Dent.* **1997** Jan; 77(1): 28–35.
- Holst S, Blatz MB, Bergler M, Goellner M, Wichmann M.** Influence of impression material and time on the 3 dimensional accuracy of implant impressions. *Quintessence Int.* **2007** Jan; 38(1): 67–73.
- Horner K, Islam M, Flygare L, Tsiklakis K, Whaites E.** Basic principles for use of dental cone beam computed tomography: consensus guidelines of the European Academy of Dental and Maxillofacial Radiology. *Dentomaxillofac Radiol.* 2009 May; 38(4): 187–195. doi: 10.1259/dmfr/74941012.
- Huang H, Chai J, Tong X, Wu HT.** Leveraging motion capture and 3D scanning for high-fidelity facial performance acquisition. *ACM Trans Graph.* **2011** Jul; 30(4): 74:1–74:10.
- International Organization for Standardization.** ISO 12836:2012: Dentistry — Digitizing devices for CAD/CAM systems for indirect dental restorations — Test methods for assessing accuracy. Geneva: ISO; **2012**.
- International Organisation for Standardization.** ISO 12836:2015: Dentistry — Digitizing devices for CAD/CAM systems for indirect dental restorations — Test methods for assessing accuracy. Geneva: ISO; **2015**.
- Ismail SF, Moss JP, Hennessy R.** Three-dimensional assessment of the effects of extraction and non-extraction orthodontic treatment on the face. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **2002** Mar; 121(3): 244–256.
- Jacobs R, Salmon B, Codari M, Hassan B, Bornstein MM.** Cone beam computed tomography in implant dentistry: recommendations for clinical use. *BMC Oral Health.* **2018** May 15; 18(1): 88. doi: 10.1186/s12903-018-0523-5.
- Jaffin RA, Kumar A, Berman CL.** Immediate loading of dental implants in the completely edentulous maxilla: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants.* **2004** Sep–Oct; 19(5): 721–730.
- Jemt T.** Three dimensional distortion of gold alloy castings and welded titanium framework. Measurements of precision of fit between complete implant prostheses and the master casts in routine edentulous situations. *J Oral Rehabil.* **1995** Aug; 22(8): 557–564.
- Jemt T, Bäck T, Petersson A.** Precision of CNC-milled titanium frameworks for implant treatment in the edentulous jaw. *Int J Prosthodont.* **1999** May–Jun; 12(3): 209–215.
- Joda T, Brägger U.** Complete digital workflow for the production of implant-supported single-unit monolithic crowns. *Clin Oral Implants Res.* **2014** Nov; 25(11): 1304–1306. doi: 10.1111/clr.12270. Epub 2013 Oct 8.
- Joda T, Brägger U.** Digital vs. conventional implant prosthetic workflows: A cost/time analysis. *Clin Oral Implants Res.* **2015** Dec; 26(12): 1430–1435. doi: 10.1111/clr.12476. Epub 2014 Sep 2. (a)
- Joda T, Gallucci GO.** The virtual patient in dental medicine. *Clin Oral Implants Res.* **2015** Jun; 26(6): 725–726. doi: 10.1111/clr.12379. Epub 2014 Mar 26. (b)
- Joda T, Brägger U.** Time-efficiency analysis comparing digital and conventional workflows for implant crowns: A prospective clinical crossover trial. *Int J Oral Maxillofac Implants.* **2015** Sep–Oct; 30(5):1047–1053. doi: 10.11607/jomi.3963. (c)
- Joda T, Brägger U.** Time-efficiency analysis of the treatment with monolithic implant crowns in a digital workflow: A randomized controlled trial. *Clin Oral Implants Res.* **2016** Nov; 27(11): 1401–1406. doi: 10.1111/clr.12753. Epub 2016 Jan 6.
- Joda T, Ferrari M, Gallucci GO, Wittneben JG, Brägger U.** Digital technology in fixed implant prosthodontics. *Periodontol 2000.* **2017** Feb; 73(1): 178–192. doi: 10.1111/prd.12164. (a)
- Joda T, Ferrari M, Brägger U.** Monolithic implant-supported lithium disilicate (LS2) crowns in a complete digital workflow: A prospective clinical trial with a 2-year follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res.* **2017** Jun; 19(3): 505–511. doi: 10.1111/cid.12472. Epub 2017 Jan 16. (b)
- Jokstad A.** Computer-assisted technologies used in oral rehabilitation and the clinical documentation of alleged advantages—a systematic review. *J Oral Rehabil.* **2017** Apr; 44(4): 261–290. doi: 10.1111/joor.12483. Epub 2017 Feb 27.

- Jung RE, Schneider D, Ganeles J, Wismeijer D, Zwahlen M, Hämmerle CH, Tahmaseb A.** Computer technology applications in surgical implant dentistry: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants.* **2009**; 24 (Suppl): 92 – 109.
- Jung RE, Fenner N, Hämmerle CH, Zitzmann NU.** Long-term outcome of implants placed with guided bone regeneration (GBR) using resorbable and non-resorbable membranes after 12 – 14 years. *Clin Oral Implants Res.* **2013** Oct; 24(10): 1065 – 1073. doi: 10.1111/j.1600-0501.2012.02522.x. Epub 2012 Jun 15.
- Kapos T, Evans C.** CAD/CAM technology for implant abutments, crowns, and superstructures. *Int J Oral Maxillofac Implants.* **2014**; 29 Suppl: 117 – 136. doi: 10.11607/jomi.2014suppl.g2.3.
- Karl M, Holst S.** Strain development of screw-retained implant-supported fixed restorations: Procera implant bridge versus conventionally cast restorations. *Int J Prosthodont.* **2012** Mar – Apr; 25(2): 166 – 169.
- Karl M, Taylor TD.** Effect of cyclic loading on micromotion at the implant-abutment interface. *Int J Oral Maxillofac Implants.* **2016** Nov – Dec; 31(6): 1292 – 1297. doi: 10.11607/jomi.5116.
- Kau CH, Richmond S, Incrapera A, English J, Xia JJ.** Three-dimensional surface acquisition systems for the study of facial morphology and their application to maxillofacial surgery. *Int J Med Robot.* **2007** Jun; 3(2): 97 – 110.
- Kirsch C, Ender A, Attin T, Mehl.** Trueness of four different milling procedures used in dental CAD/CAM systems. *Clin Oral Investig.* **2017** Mar; 21(2): 551 – 558. doi: 10.1007/s00784-016-1916-y. Epub 2016 Jul 28.
- Klammert U, Vorndran E, Reuther T, Müller FA, Zorn K, Gbureck U.** Low temperature fabrication of magnesium phosphate cement scaffolds by 3D powder printing. *J Mater Sci Mater Med.* **2010** Nov; 21(11): 2947 – 2953. doi: 10.1007/s10856-010-4148-8. Epub 2010 Aug 26.
- Klotz MW, Taylor TD, Goldberg AJ.** Wear at the titanium-zirconia implant-abutment interface: a pilot study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* **2011** Sep – Oct; 26(5): 970 – 975.
- Kökat AM, Akça K.** Fabrication of a screw-retained fixed provisional prosthesis supported by dental implants. *J Prosthet Dent.* **2004** Mar; 91(3): 293 – 297.
- Koop R, Vercruyssen M, Vermeulen K, Quirynen M.** Tolerance within the sleeve inserts of different surgical guides for guided implant surgery. *Clin Oral Implants Res.* **2013** Jun; 24(6): 630 – 634. doi: 10.1111/j.1600-0501.2012.02436.x. Epub 2012 Mar 13.
- Koralakunte PR, Aljanakh M.** The role of virtual articulator in prosthetic and restorative dentistry. *J Clin Diagn Res.* **2014** Jul; 8(7): ZE25 – 28. doi: 10.7860/JCDR/2014/8929.4648. Epub 2014 Jul 20.
- Kordaß B, Gärtner C, Söhnel A, Bisler A, Voss G, Bockholt U, Seipel S.** The virtual articulator in dentistry: concept and development. *Dent Clin North Am.* **2002** Jul; 46(3): 493 – 506, vi.
- Lam WY, Hsung RT, Choi WW, Luk HW, Pow EH.** A 2-part facebow for CAD-CAM dentistry. *J Prosthet Dent.* **2016** Dec; 116(6): 843 – 847. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.05.013. Epub 2016 Jul 28.
- Laney WF, N Brogini, D Buser, DL Cochran, LT Garcia WV, Giannobile, E Hjorting-Hansen, TD Taylor.** Glossary of Oral and Maxillofacial Implants. Quintessence Publishing, **2017**.
- Lanis A, Padial-Molina M, Gamil R, Alvarez del Canto O.** Computer-guided implant surgery and immediate loading with a modifiable radiographic template in a patient with partial edentulism: A clinical report. *J Prosthet Dent.* **2015** Sep; 114(3): 328 – 334. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.03.012. Epub 2015 May 23. (b)
- Lanis A, Álvarez del Canto O.** The combination of digital surface scanners and cone beam computed tomography technology for guided implant surgery using 3Shape implant studio software: a case history report. *Int J Prosthodont.* **2015** Mar – Apr; 28(2): 169 – 178. (b)
- Lanis A, Llorens P, Alvarez del Canto O.** Selecting the appropriate digital planning pathway for computer-guided implant surgery. *Int J Comp Dent.* **2017**; 20(1): 75 – 85.
- Lazarides A, Erdmann D, Powers D, Eward W.** Custom facial reconstruction for osteosarcoma of the jaw. *J Oral Maxillofac Surg.* **2014** Nov; 72(11): 2375.e1 – 10. doi: 10.1016/j.joms.2014.07.018. Epub 2014 Jul 25.
- Le M, Papia E, Larsson C.** The clinical success of tooth- and implant supported zirconia-based fixed dental prostheses. A systematic review. *J Oral Rehabil.* **2015** Jun; 42(6): 467 – 480. doi: 10.1111/joor.12272. Epub 2015 Jan 10.



- Lee SJ, Macarthur RX 4th, Gallucci GO.** An evaluation of student and clinician perception of digital and conventional implant impressions. *J Prosthet Dent.* **2013** Nov; 110(5): 420–423. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.06.012. Epub 2013 Aug 30.
- Lee HG, Kim YD.** Volumetric stability of autogenous bone graft with mandibular body bone: Cone-Beam computed tomography and three-dimensional reconstruction analysis. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg.* **2015** Oct; 41(5): 232–239. doi: 10.5125/jkaoms.2015.41.5.232. Epub 2015 Oct 20.
- Lee JS, Hong JM, Jung JW, Shim JH, Oh JH, Cho DW.** 3D printing of composite tissue with complex shape applied to ear regeneration. *Biofabrication.* **2014** Jun; 6(2): 024103. doi: 10.1088/1758-5082/6/2/024103. Epub 2014 Jan 24.
- Lee M, Wu BM.** Recent advances in 3D printing of tissue engineering scaffolds. *Methods Mol Biol.* **2012**; 868: 257–267. doi: 10.1007/978-1-61779-764-4_15.
- Lehman H, Casap N.** Rapid-prototype titanium bone forms for vertical alveolar augmentation using bone morphogenetic protein-2: design and treatment planning objectives. *Int J Oral Maxillofac Implants.* **2014** Mar–Apr; 29(2):e259–264. doi: 10.11607/jomi.te62.
- Leighton Y, Carvajal JC.** Protocolo protésico de carga inmediata en mandíbula y maxilares desdentados utilizando una cubeta multifuncional (“Protocol [for] immediately loaded prostheses in edentulous jaws using a multifunctional tray”). *Int J Odontostomat.* **2013**; 7(2): 299–304. doi: 10.4067/S0718-381X2013000200021.
- Leighton Fuentealba Y, Carvajal Herrera JC.** Immediately loaded prosthesis in edentulous jaws using a multifunctional tray protocol. *Int J Odontostomat [online]*, **2013**; 7(2): 299–304. doi: 10.4067/S0718-381X2013000200021.
- Leticia S, Antonio BM, Ana CD.** Impact of abutment material on peri-implant soft tissue color. An in vitro study. *Clin Oral Investig.* **2017** Sep; 21(7): 2221–2233. doi: 10.1007/s00784-016-2015-9. Epub 2016 Nov 22.
- Lewis SG, Llamas D, Avera S.** The UCLA abutment: a four-year review. *J Prosthet Dent.* **1992** Apr; 67(4): 509–515.
- Lewis RC, Harris BT, Sarno R, Morton D, Llop DR, Lin WS.** Maxillary and mandibular immediately loaded implant-supported interim complete fixed dental prostheses on immediately placed dental implants with a digital approach: a clinical report. *J Prosthet Dent.* **2015** Sep; 114(3): 315–322. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.03.021. Epub 2015 Jun 3.
- Li H, Adams B, Guibas LJ, Pauly M.** Robust single-view geometry and motion reconstruction. *ACM Trans Graph.* **2009** Dec; 28(5): 175:1–175:10.
- Li J, Hsu Y, Luo E, Khadka A, Hu J.** Computer-aided design and manufacturing and rapid prototyped nanoscale hydroxyapatite/polyamide (n-HA/PA) construction for condylar defect caused by mandibular angle ostectomy. *Aesthetic Plast Surg.* **2011** Aug; 35(4): 636–640. doi: 10.1007/s00266-010-9602-y. Epub 2010 Oct 23.
- Liang X, Jacobs R, Hassan B, Li L, Pauwels R, Corpas L, Souza PC, Martens W, Shahbazian M, Alonso A, Lambrichts I.** A comparative evaluation of cone beam computed tomography (CBCT) and multi-slice CT (MSCT). Part I: On subjective image quality. *Eur J Radiol.* **2010** Aug; 75(2): 265–269. doi: 10.1016/j.ejrad.2009.03.042. Epub 2009 May 1. (a)
- Liang X, Lambrichts I, Sun Y, Denis K, Hassan B, Li L, Pauwels R, Jacobs R.** A comparative evaluation of cone beam computed tomography (CBCT) and multi-slice CT (MSCT). Part II: On 3D model accuracy. *Eur J Radiol.* **2010** Aug; 75(2): 270–274. doi: 10.1016/j.ejrad.2009.04.016. Epub 2009 May 6. (b)
- Lin GH, Chan HL, Bashutski JD, Oh TJ, Wang HL.** The effect of flapless surgery on implant survival and marginal bone level: a systematic review and meta-analysis. *J Periodontol.* **2014** May; 85(5): e91–e103. doi: 10.1902/jop.2013.130481. Epub 2013 Oct 23.
- Lin WS, Harris BT, Phasuk K, Llop DR, Morton D.** Integrating a facial scan, virtual smile design, and 3D virtual patient for treatment with CAD-CAM ceramic veneers: A clinical report. *J Prosthet Dent.* **2018** Feb; 119(2): 200–205. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.03.007. Epub 2017 Jun 13.
- Linkevicius T, Apse P.** Influence of abutment material on stability of peri-implant tissues: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants.* **2008** May–Jun; 23(3): 449–456.

- Linkevicius T, Vaitelis J.** The effect of zirconia or titanium as abutment material on soft peri-implant tissues: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res.* **2015** Sep; 26 Suppl 11: 139–147. doi: 10.1111/clr.12631. Epub 2015 Jun 13.
- Löe H, Silness J.** Periodontal disease in pregnancy. *Acta Odontologica Scandinavica.* **1963** Dec; 21: 533–551.
- Lops D, Stellini E, Sbricoli L, Cea N, Romeo E, Bressan E.** Influence of abutment material on peri-implant soft tissues in anterior areas with thin gingival biotype: a multicentric prospective study. *Clin Oral Implants Res.* **2017** Oct; 28(10): 1263–1268. doi: 10.1111/clr.12952. Epub 2016 Oct 3.
- Lorenzana ER, Allen EP.** The single-incision palatal harvest technique: a strategy for esthetics and patient comfort. *Int J Periodontics Restorative Dent.* **2000** Jun; 20(3): 297–305.
- Loubele M, Bogaerts R, Van Dijck E, Pauwels R, Vanheusden S, Suetens P, Marchal G, Sanderink G, Jacobs R.** Comparison between effective radiation dose of CBCT and MSCT scanners for dentomaxillofacial applications. *Eur J Radiol.* **2009** Sep; 71(3): 461–468. doi: 10.1016/j.ejrad.2008.06.002. Epub 2008 Jul 18.
- Lübbbers HT, Medinger L, Kruse A, Grätz KW, Matthews F.** Precision and accuracy of the 3dMD photogrammetric system in craniomaxillofacial application. *J Craniofac Surg.* **2010** May; 21(3): 763–767. doi: 10.1097/SCS.0b013e3181d841f7.
- Maal TJ, Plooiij JM, Rangel FA, Mollemans W, Schutyser FA, Bergé SJ.** The accuracy of matching three-dimensional photographs with skin surfaces derived from cone-beam computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Surg.* **2008** Jul; 37(7): 641–646. doi: 10.1016/j.ijom.2008.04.012. Epub 2008 Jun 9.
- Maestre-Ferrín L, Romero-Millán J, Peñarrocha-Oltra D, Peñarrocha-Diago MA.** Virtual articulator for the analysis of dental occlusion: An update. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* **2012** Jan 1; 17(1): e160–163.
- Maló P, Rangert B, Nobre M.** All-on-4 immediate-function concept with Brånemark System implants for completely edentulous maxillae: a 1-year retrospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res.* **2005**; 7 Suppl 1: S88–S94.
- Maló P, de Araújo Nobre M, Borges J, Almeida R.** Retrieval metal ceramic implant-supported fixed prostheses with milled titanium frameworks and all-ceramic crowns: retrospective clinical study with up to 10 years of follow-up. *J Prosthodont.* **2012** Jun; 21(4): 256–264. doi: 10.1111/j.1532-849X.2011.00324.x. Epub 2012 Feb 19.
- Mangano F, Zecca P, Pozzi-Taubert S, Macchi A, Ricci M, Luongo G, Mangano C.** Maxillary sinus augmentation using computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM) technology. *Int J Med Robot.* **2013** Sep; 9(3): 331–338. doi: 10.1002/rcs.1460. Epub 2012 Sep 7.
- Mansoor A, Bagci U, Foster B, Xu Z, Papadakis GZ, Folio LR, Udupa JK, Mollura DJ.** Segmentation and image analysis of abnormal lungs at CT: current approaches, challenges, and future trends. *Radiographics.* **2015** Jul–Aug; 35(4): 1056–1076. doi: 10.1148/rg.2015140232.
- Matta RE, Bergauer B, Adler W, Wichmann M, Nickenig HJ.** The impact of the fabrication method on the three-dimensional accuracy of an implant surgery template. *J Craniomaxillofac Surg.* **2017** Jun; 45(6): 804–808. doi: 10.1016/j.jcms.2017.02.015. Epub 2017 Feb 20.
- Maveli TC, Suprono MS, Kattadiyil MT, Goodacre CJ, Bahjri K.** In vitro comparison of the maxillary occlusal plane orientation obtained with five facebow systems. *J Prosthet Dent.* **2015** Oct; 114(4): 566–573. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.02.030. Epub 2015 Jun 30.
- Mertens C, Löwenheim H, Hoffmann J.** Image data based reconstruction of the midface using a patient-specific implant in combination with a vascularized osteomyocutaneous scapular flap. *J Craniomaxillofac Surg.* **2013** Apr; 41(3): 219–225. doi: 10.1016/j.jcms.2012.09.003. Epub 2012 Oct 13.
- Misch C, Bidez MW.** Occlusal considerations for implants-supported prostheses: implant-protected occlusion. In: Misch C, editor. *Dental Implant Prosthetics.* San Louis: Elsevier Mosby; **2005.** 472–510.
- Miyanaaji H, Zhang S, Lassell A, Ali Zandinejad A, Yang L.** Optimal process parameters for 3D printing of porcelain structures. *Procedia Manufacturing.* **2016**; 5: 870–887. doi: 10.1016/j.promfg.2016.08.074.

- Modabber A**, Gerressen M, Stiller MB, Noroozi N, Füglein A, Hölzle F, Riediger D, Ghassemi A. Computer-assisted mandibular reconstruction with vascularized iliac crest bone graft. *Aesthetic Plast Surg.* **2012** Jun; 36(3): 653–659. doi: 10.1007/s00266-012-9877-2. Epub 2012 Mar 7.
- Mora MA**, Chenin DL, Arce RM. Software tools and surgical guides in dental-implant-guided surgery. *Dent Clin North Am.* **2014** Jul; 58(3): 597–626. doi: 10.1016/j.cden.2014.04.001.
- Moss JP**, Linney AD, Lowey MN. The use of three-dimensional techniques in facial esthetics. *Semin Orthod.* **1995** Jun; 1(2): 94–104.
- Nakamura K**, Kanno T, Milleding P, Örtengren U. Zirconia as dental implant abutment material: a systematic review. *Int J Prosthodont.* **2010** Jul–Aug; 23(4): 299–309.
- Neumeister A**, Schulz L, Glodecki C. Investigations on the accuracy of 3D-printed drill guides for dental implantology. *Int J Comput Dent.* **2017**; 20(1): 35–51.
- Nkenke E**, Zachow S, Benz M, Maier T, Veit K, Kramer M, Benz S, Häusler G, Neukam FW, Lell M. Fusion of computed tomography data and optical 3D images of the dentition for streak artefact correction in the simulation of orthognathic surgery. *Dentomaxillofac Radiol.* **2004** Jul; 33(4): 226–232.
- Ortorp A**, Jemt T. Clinical experiences of CNC-milled titanium frameworks supported by implants in the edentulous jaw: 1-year prospective study. *Clin Implant Dent Relat Res.* **2000**; 2(1): 2–9.
- Ortorp A**, Jemt T. CNC-milled titanium frameworks supported by implants in the edentulous jaw: a 10-year comparative clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res.* **2012** Mar; 14(1): 88–99. doi: 10.1111/j.1708-8208.2009.00232.x. Epub 2009 Aug 17.
- Paniz, G**, Stellini E, Meneghello R, Cerard Ai, Gobbato EA, Bressan E. The precision of fit of cast and milled full-arch implant-supported restorations. *Int J Oral Maxillofac Implants.* **2013** May–Jun; 28(3): 687–693. doi: 10.11607/jomi.2990.
- Papaspyridakos P**, Mokti M, Chen CJ, Bento GI, Gallucci GO, Chronopoulos V. Implant and prosthodontic survival rates with implant fixed complete dental prostheses in the edentulous mandible after at least 5 years: a systematic review. *Clin Implant Dent Relat Res.* **2014** Oct; 16(5): 705–717. doi: 10.1111/cid.12036. Epub 2013 Jan 11.
- Papaspyridakos P**, Gallucci GO, Chen CJ, Hanssen S, Naert I, Vandenberghe B. Digital versus conventional implant impressions for edentulous patients: accuracy outcomes. *Clin Oral Implants Res.* **2016** Apr; 27(4): 465–472. doi: 10.1111/clr.12567. Epub 2015 Feb 13.
- Papaspyridakos P**, Rajput N, Kudara Y, Weber HP. Digital workflow for fixed implant rehabilitation of an extremely atrophic edentulous mandible in three appointments. *J Esthet Restor Dent.* **2017** May 6; 29(3): 178–188. doi: 10.1111/jerd.12290. Epub 2017 Mar 18.
- Papaspyridakos P**, Kang K, DeFuria C, Amin S, Kudara Y, Weber HP. Digital workflow in full-arch implant rehabilitation with segmented minimally veneered monolithic zirconia fixed dental prostheses: 2-year clinical follow-up. *J Esthet Restor Dent.* **2018** Jan; 30(1): 5–13. doi: 10.1111/jerd.12323. Epub 2017 Aug 9.
- Peñarrocha-Oltra D**, Agustín-Panadero R, Bagán L, Giménez B, Peñarrocha M. Impression of multiple implants using photogrammetry: description of technique and case presentation. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* **2014** Jul; 19(4): e366–e371.
- Pettersson A**, Kero T, Gillot L, Cannas B, Fäldt J, Söderberg R, Näsström K. Accuracy of CAD/CAM-guided surgical template implant surgery on human cadavers: Part I. *J Prosthet Dent.* **2010** Jun; 103(6): 334–342. doi: 10.1016/S0022-3913(10)60072-8.
- Pettersson A**, Komiyama A, Hultin M, Näsström K, Klinge B. Accuracy of virtually planned and template guided implant surgery on edentate patients. *Clin Implant Dent Relat Res.* **2012** Aug; 14(4): 527–537. doi: 10.1111/j.1708-8208.2010.00285.x. Epub 2010 May 11.
- Pjetursson BE**, Asgeirsson AG, Zwahlen M, Sailer I. Improvements in implant dentistry over the last decade: comparison of survival and complication rates in older and newer publications. *Int J Oral Maxillofac Implants.* **2014**; 29 Suppl: 308–324. doi: 10.11607/jomi.2014suppl.g5.2.

- Plaster U.** Mastering the occlusal plane. *Inside Dental Technology*. **2014** Jan; 5(1).
- Pruksakorn D,** Chantarapanich N, Arpornchayanon O, Leerapun T, Sitthiseripratip K, Vatanapatimakul N. Rapid-prototype endoprosthesis for palliative reconstruction of an upper extremity after resection of bone metastasis. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. **2015** Mar; 10(3): 343–350. doi: 10.1007/s11548-014-1072-2. Epub 2014 May 20.
- Purcell BA,** McGlumphy EA, Yilmaz B, Holloway JA, Beck FM. Anteroposterior spread and cantilever length in mandibular metal-resin implant-fixed complete dental prostheses: a 7- to 9-year analysis. *Int J Prosthodont*. **2015** Sep – Oct; 28(5): 512–518. doi: 10.11607/ijp.4172.
- Raico Gallardo YN,** da Silva-Olivio IRT, Mukai E, Morimoto S, Sesma N, Cordaro L. Accuracy comparison of guided surgery for dental implants according to the tissue of support: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res*. **2017** May; 28(5): 602–612. doi: 10.1111/clr.12841. Epub 2016 Apr 8.
- Rangel FA,** Maal TJ, Bergé SJ, van Vlijmen OJ, Plooi JM, Schutyser F, Kuijpers-Jagtman AM. Integration of digital dental casts in 3-dimensional facial photographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. **2008** Dec; 134(6): 820–826. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.11.026.
- Rangel FA,** Maal TJ, Bronkhorst EM, Breuning KH, Schols JG, Bergé SJ, Kuijpers-Jagtman AM. Accuracy and reliability of a novel method for fusion of digital dental casts and cone beam computed tomography scans. *PLoS One*. **2013**; 8(3): e59130. doi: 10.1371/journal.pone.0059130. Epub 2013 Mar 20.
- Ras F,** Habets LL, van Ginkel FC, Prah-Andersen B. Method for quantifying facial asymmetry in three dimensions using stereophotogrammetry. *Angle Orthod*. **1995**; 65(3): 233–239.
- Rasia-dal Polo M,** Poli PP, Rancitelli D, Beretta M, Maiorana C. Alveolar ridge reconstruction with titanium meshes: a systematic review of the literature. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. **2014** Nov 1; 19(6): e639–e646. doi: 10.4317/medoral.19998.
- Rohner D,** Jaquier C, Kunz C, Bucher P, Maas H, Hammer B. Maxillofacial reconstruction with prefabricated osseous free flaps: a 3-year experience with 24 patients. *Plast Reconstr Surg*. **2003** Sep; 112(3): 748–757.
- Rompen E,** Domken O, Degidi M, Pontes AE, Piattelli A. The effect of material characteristics, of surface topography and of implant components and connections on soft tissue integration: a literature review. *Clin Oral Implants Res*. **2006** Oct; 17 Suppl 2: 55–67.
- Rosati R,** De Menezes M, Rossetti A, Sforza C, Ferrario VF. Digital dental cast placement in 3-dimensional, full-face reconstruction: a technical evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. **2010** Jul; 138(1): 84–88. doi: 10.1016/j.ajodo.2009.10.035.
- Sanz-Sánchez,** Sanz-Martín, Figuero E, Sanz M. Clinical efficacy of immediate implant loading protocols compared to conventional loading depending on the type of the restoration: a systematic review. *Clin Oral Implants Res*. **2015** Aug; 26(8): 964–982. doi: 10.1111/clr.12428. Epub 2014 Jun 11.
- Sanz-Sánchez I,** Sanz-Martín I, Carrillo de Albornoz A, Figuero E, Sanz M. Biological effect of the abutment material on the stability of peri-implant marginal bone levels: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res*. **2018** Oct; 29 Suppl 18: 124–144. doi: 10.1111/clr.13293. Epub 2018 Jun 15.
- Schepers RH,** Kraeima J, Vissink A, Lahoda LU, Roodenburg JL, Reintsema H, Raghoobar GM, Witjes MJ. Accuracy of secondary maxillofacial reconstruction with prefabricated fibula grafts using 3D planning and guided reconstruction. *J Craniomaxillofac Surg*. **2016** Apr; 44(4): 392–399. doi: 10.1016/j.jcms.2015.12.008. Epub 2016 Jan 6.
- Schlee M,** Rothamel D. Ridge augmentation using customized allogenic bone blocks: proof of concept and histological findings. *Implant Dent*. **2013** Jun; 22(3): 212–2088. doi: 10.1097/ID.0b013e3182885fa1.
- Schrott A,** Riggi-Heiniger M, Maruo K, Gallucci GO. Implant loading protocols for partially edentulous patients with extended edentulous sites—a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants*. **2014**; 29 Suppl: 239–255. doi: 10.11607/jomi.2014suppl.g4.2.
- Shah N,** Bansal N, Logani A. Recent advances in imaging technologies in dentistry. *World J Radiol*. **2014** Oct 28; 6(10): 794–807. doi: 10.4329/wjr.v6.i10.794.

- Shi JY, Zhang XM, Qiao SC, Qian SJ, Mo JJ, Lai HC.** Hardware complications and failure of three-unit zirconia-based and porcelain-fused-metal implant-supported fixed dental prostheses: a retrospective cohort study with up to 8 years. *Clin Oral Implants Res.* **2017** May; 28(5): 571–575. doi: 10.1111/clr.12836. Epub 2016 Mar 16.
- Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD:** Fundamentals of fixed prosthodontics. Quintessence Publishing Co: 2nd ed. **1981**.
- Silva NRFA, Sailer I, Zhang Y, Coelho PG, Guess PC, Zembic A, Kohal RJ.** Performance of Zironia for Dental Healthcare. *Materials (Basel).* **2010** Feb; 3(2): 863–896. doi: 10.3390/ma3020863.
- Simion M, Fontana F.** Autogenous and xenogeneic bone grafts for the bone regeneration. A literature review. *Minerva Stomatol.* **2004** May; 53(5): 191–206.
- Solaberrieta E, Etxaniz O, Mínguez R, Muniozguen J, Arias A.** Design of a virtual articulator for the simulation and analysis of mandibular movements in dental CAD/CAM. *Proceedings of the 19th CIRP Design Conference—Competitive Design.* Cranfield University: **2009**.
- Solaberrieta E, Arias A, Barrenetxea L, Etxaniz O, Mínguez R, Muniozguen J.** A virtual dental prosthesis design method using a virtual articulator. *Proceedings of the 11th International Design Conference, Dubrovnik, Croatia, May 17–20, 2010.* 443–452.
- Solaberrieta E, Mínguez R, Barrenetxea L, Etxaniz O.** Direct transfer of the position of digitized casts to a virtual articulator. *J Prosthet Dent.* **2013** Jun; 109(6): 411–414. doi: 10.1016/S0022-3913(13)60330-3.
- Spear FM, Kokich VG.** A multidisciplinary approach to esthetic dentistry. *Dent Clin North Am.* **2007**; 51: 487–505, x–xi.
- Stapleton BM, Lin WS, Ntounis A, Harris BT, Morton D.** Application of digital diagnostic impression, virtual planning, and computer-guided implant surgery for a CAD/CAM-fabricated, implant-supported fixed dental prosthesis: a clinical report. *J Prosthet Dent.* **2014** Sep; 112(3): 402–408. doi: 10.1016/j.prodent.2014.03.019. Epub 2014 May 13.
- Stieglitz LH, Gerber N, Schmid T, Mordasini P, Fichtner J, Fung C, Murek M, Weber S, Raabe A, Beck J.** Intraoperative fabrication of patient-specific moulded implants for skull reconstruction: single-centre experience of 28 cases. *Acta Neurochir (Wien).* **2014** Apr; 156(4): 793–803. doi: 10.1007/s00701-013-1977-5. Epub 2014 Jan 18.
- Svanborg P, Stenport V, Eliasson A.** Fit of cobalt-chromium implant frameworks before and after ceramic veneering in comparison with CNC-milled titanium frameworks. *Clin Exp Dent Res.* **2015** Oct 26; 1(2): 49–56. doi: 10.1002/cre2.9.
- Tahmaseb A, van de Weijden JJ, Mercelis P, De Clerck R, Wismeijer D.** Parameters of passive fit using a new technique to mill implant-supported superstructures: an in vitro study of a novel three-dimensional force measurement-misfit method. *Int J Oral Maxillofac Implants.* **2010** Mar–Apr; 25(2): 247–257.
- Tahmaseb A, De Clerck R, Eckert S, Wismeijer D.** Reference-based digital concept to restore partially edentulous patients following an immediate loading protocol: a pilot study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* **2011** Jul–Aug; 26(4): 707–717.
- Tahmaseb A, De Clerck R, Aartman I, Wismeijer D.** Digital protocol for reference-based guided surgery and immediate loading: a prospective clinical study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* **2012** Sep–Oct; 27(5): 1258–1270.
- Tahmaseb A, Wismeijer D, Coucke W, Derksen W.** Computer technology applications in surgical implant dentistry: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants.* **2014**; 29 Suppl: 25–42. doi: 10.11607/jomi.2014suppl.g1.2.
- Tahmaseb A, Wu V, Wismeijer D, Coucke W, Evans C.** The accuracy of static computer-aided implant surgery: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res.* **2018** Oct; 29 Suppl 16: 416–435. doi: 10.1111/clr.13346.
- Takasaki H.** Moiré topography. *Appl Opt.* **1970** Jun 1; 9(6): 1467–1472. doi: 10.1364/AO.9.001467.
- Tanner JM, Weiner JS.** The reliability of the photogrammetric method of anthropometry, with a description of a miniature camera technique. *Am J Phys Anthropol.* **1949** Jun; 7(2): 145–186.

- Tarnow DP, Emtiaz S, Classi A.** Immediate loading of threaded implants at stage 1 surgery in edentulous arches: ten consecutive case reports with 1- to 5-year data. *Int J Oral Maxillofac Implants.* **1997** May–Jun; 12(3): 319–324.
- Tarnow DP, Cho SC, Wallace SS.** The effect of inter-implant distance on the height of inter-implant bone crest. *J Periodontol.* **2000** Apr; 71(4): 546–549.
- Thomé E, Lee HJ, Sartori IA, Trevisan RL, Luiz J, Tiossi R.** A randomized controlled trial comparing interim acrylic prostheses with and without cast metal base for immediate loading of dental implants in the edentulous mandible. *Clin Oral Implants Res.* **2015** Dec; 26(12): 1414–1420. doi: 10.1111/clr.12470. Epub 2014 Sep 19.
- Torabi K, Farjood E, Hamedani S.** Rapid prototyping technologies and their applications in prosthodontics, a review of literature. *J Dent (Shiraz).* **2015** Mar; 16(1): 1–9.
- Truninger TC, Stawarczyk B, Leutert CR, Sailer TR, Hämmerle CH, Sailer I.** Bending moments of zirconia and titanium abutments with internal and external implant-abutment connections after aging and chewing simulation. *Clin Oral Implants Res.* **2012** Jan; 23(1): 12–18. doi: 10.1111/j.1600-0501.2010.02141.x. Epub 2011 Mar 28.
- van der Meer WJ, Andriessen FS, Wismeijer D, Ren Y.** Application of intra-oral dental scanners in the digital workflow of implantology. *PLoS One.* **2012**; 7(8): e43312. doi: 10.1371/journal.pone.0043312. Epub 2012 Aug 22.
- Van Loon JAW.** A new method for indicating normal and abnormal relations of the teeth to the facial lines. *Dental Cosmos.* **1915**; 57: 973–983, 1093–1101, 1229–1235.
- Venet L, Perriat M, Mangano FG, Fortin T.** Horizontal ridge reconstruction of the anterior maxilla using customized allogeneic bone blocks with a minimally invasive technique—a case series. *BMC Oral Health.* **2017** Dec 8; 17(1): 146. doi: 10.1186/s12903-017-0423-0.
- Venezia P, Torsello F, Cavalcanti R, D'Amato S.** Retrospective analysis of 26 complete-arch implant-supported monolithic zirconia prostheses with feldspathic porcelain veneering limited to the facial surface. *J Prosthet Dent.* **2015** Oct; 114(4): 506–512. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.02.010. Epub 2015 Jun 5.
- Vigolo P, Givani A, Majzoub Z, Cordioli G.** A 4-year prospective study to assess peri-implant hard and soft tissues adjacent to titanium versus gold-alloy abutments in cemented single implant crowns. *J Prosthodont.* **2006** Jul–Aug; 15(4): 250–256.
- Waasdorp JA, Reynolds MA.** Allogeneic Block Grafts: A Systematic Review. *Int J Oral Maxillofac Implants.* **2010** May–Jun; 25(3): 525–531.
- Wakasugi-Sato N, Kodama M, Matsuo K, Yamamoto N, Oda M, Ishikawa A, Tanaka T, Seta Y, Habu M, Kokuryo S, Ichimiya H, Miyamoto I, Kito S, Matsumoto-Takeda S, Wakasugi T, Yamashita Y, Yoshioka I, Takahashi T, Tominaga K, Morimoto Y.** Advanced clinical usefulness of ultrasonography for diseases in oral and maxillofacial regions. *Int J Dent.* **2010**; 2010:639382. doi: 10.1155/2010/639382. Epub 2010 Apr 27.
- Welander M, Abrahamsson I, Berglundh T.** The mucosal barrier at implant abutments of different materials. *Clin Oral Implants Res.* **2008** Jul; 19(7): 635–641. doi: 10.1111/j.1600-0501.2008.01543.x. Epub 2008 May 19.
- Wennerberg A, Carlsson GE, Jemt T.** Influence of occlusal factors on treatment outcome: a study of 109 consecutive patients with mandibular implant-supported fixed prostheses opposing maxillary complete dentures. *Int J Prosthodont.* **2001** Nov–Dec; 14: 550–555.
- Wesemann C, Muallah J, Mah J, Bumann A.** Accuracy and efficiency of full-arch digitalization and 3D printing: A comparison between desktop model scanners, an intraoral scanner, a CBCT model scan, and stereolithographic 3D printing. *Quintessence Int.* **2017**; 48(1): 41–50. doi: 10.3290/j.qi.a37130.
- Widmann G, Bale RJ.** Accuracy in computer-aided implant surgery—a review. *Int J Oral Maxillofac Implants.* **2006** Mar–Apr; 21(2): 305–313.
- Widmann G, Stoffner R, Schullian P, Widmann R, Keiler M, Zangerl A, Puelacher W, Bale RJ.** Comparison of the accuracy of invasive and noninvasive registration methods for image guided oral implant surgery. *Int J Oral Maxillofac Implants.* **2010** May–Jun; 25(3): 491–498.

- Wismeijer D, Mans R, van Genuchten M, Reijers HA.** 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** Oct; 25(10): 1113 – 1118. doi: 10.1111/clr.12234. Epub 2013 Aug 14.
- Wong KV, Hernandez A.** A review of additive manufacturing. *International Scholarly Research Network, Mechanical Engineering.* **2012**: Article ID 208760, 10 pages. doi:10.5402/2012/208760.
- Zembic A, Bösch A, Jung RE, Hämmerle CH, Sailer I.** Five-year results of a randomised controlled clinical trial comparing zirconia and titanium abutments supporting single implant crowns in canine and posterior regions. *Clin Oral Implants Res.* **2013** Apr; 24(4): 384 – 390. doi: 10.1111/clr.12044. Epub 2012 Oct 2.
- Zhang L, Snaveley N, Curless B, Seitz SM.** Spacetime faces: high resolution capture for modeling and animation. *ACM Trans Graph.* **2003** Aug; 23(3): 548 – 558.
- Zhou LB, Shang HT, He LS, Bo B, Liu GC, Liu YP, Zhao JL.** Accurate reconstruction of discontinuous mandible using a reverse engineering/computer-aided design/rapid prototyping technique: a preliminary clinical study. *J Oral Maxillofac Surg.* **2010** Sep; 68(9): 2115 – 2121. doi: 10.1016/j.joms.2009.09.033. Epub 2010 Jun 12.
- Zitzmann NU, Kovaltschuk I, Lenherr P, Dedem P, Joda T.** Dental students' perceptions of digital and conventional impression techniques: a randomized controlled trial. *J Dent Educ.* **2017** Oct; 81(10): 1227 – 1232. doi: 10.21815/JDE.017.081.



Das Gebiet der zahnärztlichen Implantologie wächst und wächst. Dies gilt für die Zahl an Behandlern, die Implantate einsetzen und für prothetische Lösungen nutzen, wie auch für die Zahl an Patienten, die erfolgreiche Resultate innerhalb kürzester Zeit fordern. Im Rennen um die Befriedigung dieser Nachfrage vollzieht sich gleichzeitig ein rasanter technologischer Wandel und bringen Implantathersteller und verwandte Anbieter immer neue Produkte als mögliche Lösungen auf den Markt. Der Behandler sieht sich in dieser Situation nicht selten mit einer unübersichtlichen Vielfalt an Anwendungsmöglichkeiten konfrontiert. Für alle Etappen auf dem Weg zum fertigen Zahnersatz – Diagnose, Bildgebung, Planung, Chirurgie, Abformung, Konstruktion und Herstellung – stehen für die Bereiche der digitalen Zahnheilkunde Hardware- und Softwarelösungen zur Verfügung.

Nie darf man vor diesem Hintergrund aber die Verantwortung aus den Augen verlieren, dass alle Behandlungen stets unbedenklich und im besten Interesse des Patienten erfolgen müssen. Als weiteres Kompendium evidenzbasierter Methodik für den klinischen Alltag führt dieser Band 11 des ITI Treatment Guide, diesmal unter dem Titel „Digitale Arbeitsabläufe in der zahnärztlichen Implantologie“, das erfolgreiche Konzept der ersten zehn Bände weiter. Erneut beleuchten renommierte Kliniker darin unter Mitwirkung von erfahrenen Praktikern das gesamte Spektrum an technischen Möglichkeiten und ihre sichere klinische Anwendung.

Der kommende Band 12 wird das periimplantäre Weichgewebe zum Thema haben und sich seiner Integration und Versorgung widmen.

ITI Treatment Guide – Schritt für Schritt zum Erfolg

- Für fundierte Diagnosen
- Für evidenzbasierte Behandlungskonzepte
- Für voraussagbare Behandlungsergebnisse

ISBN: 978-3-86867-491-0

