

Workflow **digitale in reale** Welt – ein Fallbericht

Autoren _Univ.-Prof. Dr. Martin Lorenzoni, Dr. Kerstin Theisen

Der Patientenanspruch an eine ästhetisch hochwertige prothetische Versorgung ist in den letzten Jahren stetig gewachsen. Gleichzeitig wachsen aber auch die Möglichkeiten, diesen auch in komplexen Fällen zu erfüllen. Der folgende Fallbericht präsentiert den „digitalen Workflow“, von der präoperativen Planung mithilfe des ExpertEase-Systems über eine navigierte schablonengeführte Implantation (full-guided) bis zur Anfertigung von individuellen Atlantis-Abutments im Oberkiefer (OK) und deren provisorischer Sofortversorgung. Im direkten Vergleich hierzu erfolgt die Implantation im Unterkiefer (UK) mit einer Vorbohrschablone (pilot drill). Die Patientin wünschte eine funktionell und ästhetisch hochwertige festsitzende Versorgung im Oberkiefer und Unterkiefer, welche durch die Kombination beider Verfahren erzielt werden kann.

_Digitale Technologien spielen eine immer größere Rolle in der modernen Implantologie. Zunächst wurden diese primär in der Diagnostik eingesetzt. Um komplexen Fällen mit einer hohen Anspruchshaltung gerecht zu werden, werden diese mittlerweile auch vermehrt in der präoperativen Planung verwendet und am Patienten mithilfe von Bohrschablonen klinisch umgesetzt. Eine konventionelle Planung kann zu einer kompromissbehafteten prothetischen Arbeit führen, da die Positionierung der Implantate oftmals nicht mit der optimalen ästhetischen Aufstellung der definitiven Versorgung übereinstimmt. Mithilfe einer virtuellen 3-D-Planung kann anhand der vorhandenen Knochenstruktur eine geeignete Implantatposition unter Berücksichtigung der bereits geplanten prothetischen Versorgung („Backward Planning“) gefunden werden. Die vorhandene Knochenstruktur wird bestmöglich genutzt, um das chirurgische Risiko zu reduzieren. Zudem können bereits präoperativ Defizite im vorhandenen Gewebeangebot festgestellt und – falls notwendig – Augmentationen und Dis-

traktionen geplant werden. Mögliche Indikationen für eine 3-D-Röntgendiagnostik und navigationsgestützte Implantatinserterion finden sich beispielsweise in der S2k-Leitlinie des AWMF (AWMF, 2011):

- Unterstützung von minimalinvasiven Techniken der Implantatinserterion, vor allem bei Patienten mit besonderen Risiken (z.B. erhöhte Blutungsneigung)
- Zustand nach komplexer Kieferrekonstruktion
- Unterstützung der Umsetzung einer schwierigen prothetischen Zielsetzung
- Besondere Konzepte (z.B. Sofortversorgung mit präfabriziertem Zahnersatz).

Die optimierte prothetische Situation kann mithilfe von röntgenopaken Scanschablonen in die 3-D-Planung integriert werden. Durch computergestützte Verfahren ist eine Präfabrizierung der Bohrschablonen und des provisorischen Zahnersatzes möglich. Die Aufbereitung des Implantatbetts sowie die Implantatinserterionen erfolgen durch die Bohrscha-

Abb. 1 _ Workflow.

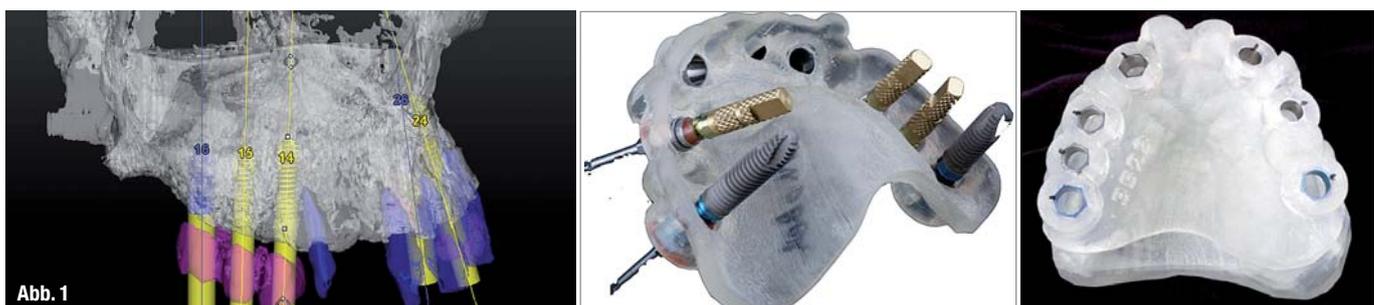


Abb. 1



Perfekte Abformung im Handumdrehen



**Scanzeit nur
60 Sekunden***



**20-fache Vergrößerung
der Präparation**



**Passgenauigkeits-
rate von 99,7%****



**Validierter Workflow
mit Ihrem Partnerlabor**

* Ein geübter Anwender kann einen kompletten Kiefer in 60 Sekunden scannen.

** Basierend auf der Auswertung aller klinischen Fälle im Zeitraum von März 2012 bis September 2013 durch den 3M Kundenservice.

3M Deutschland GmbH - Standort Seefeld - 3MESPE - ESPE Platz - 82229 Seefeld
Freecall: 0800-2753773 - info@mespe.com - www.3MESPE.de
3M und ESPE sind Marken von 3M Company oder 3M Deutschland GmbH.
© 2014, 3M. Alle Rechte vorbehalten.

www.3MESPE.de

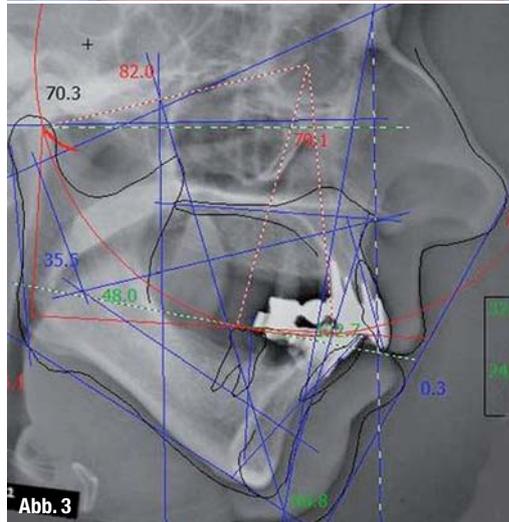
3M™ True Definition Scanner

3M ESPE

Abb. 2_Klinische Ausgangssituation.

Abb. 3_Fernröntgen
(Praxis Dr. M. Menke).

Abb. 4_Präoperative
Ausgangssituation im OPG.



blone, in welcher Implantatposition, -angulation und -tiefe codiert sind. Diese wird intraoperativ zahn-, schleimhaut- oder knochengetragen abgestützt.

Tab. 1_Zeitablauf der Behandlung.

Zeit	Tätigkeit
03/2013	Erstvorstellung der Patientin
04/2013	Überweisung zur Systemdiagnostik an Dr. M. Menke
06/2013	Extraktion 12, 22, 44, 45
08/2013	UK Implantation (pilot drill): 34, 35, 36, 44, 45, 46
09/2013	Planung Schablone/Abutments
10/2013	UK Provisorium (verschraubt eingesetzt)
11/2013	OK Implantation: 12, 14, 15, 16, 22, 24, 26
04/2014	Extraktion 11, 13, 21, 23
05/2014	Definitive Versorgung OK, UK

Der folgende Beitrag beschreibt den Workflow der navigierten Implantation anhand eines komplexen Fallberichts, beginnend mit der präoperativen Planung bis hin zur Eingliederung der prothetischen Arbeit.

Zahnmedizinische und medizinische Anamnese

Das Hauptanliegen der Patientin (60 Jahre) war eine hochwertige Rehabilitation des Ober- und Unterkiefers – möglichst mit einer Sofortversorgung und geringer Belastung durch die Behandlung. Allgemeinmedizinisch wurde bei der Patientin 2004 ein Mammakarzinom diagnostiziert und durch OP, Chemotherapie und Radiatio therapiert. Die Patientin steht zum Zeitpunkt der Vorstellung in keiner medikamentösen Behandlung, hat keine Allergien und befindet sich in einem guten allgemeinen Gesundheitszustand. Die Patientin trägt im UK eine insuffiziente Metallgerüstprothese und im OK eine festsitzende, nicht erhaltungswürdige Brückenversorgung. Die klinische extra- und intraorale Befundung zeigt funktionelle, sprachliche sowie ästhetische Probleme. Der röntgenologische Befund (Orthopantomogramm, OPG) beschreibt eine dental und parodontal stark geschädigte Restbezahnung im Ober- und Unterkiefer, welche nach ausführlicher klinischer Beurteilung größtenteils nicht erhaltungswürdig erscheint (Abb. 4).

Zur Systemdiagnostik wurde vor der 3-D-Planung eine Fernröntgenanalyse von Dr. M. Menke (Korneuburg, Österreich) durchgeführt (Abb. 3). Diese zeigte eine protrusive Bisslage (1,5 mm) und eine OK-Frontzahnstellung in Klasse 2/2. Für den ästhetisch-funktionellen OK-Zahnbogen ergibt sich eine Okklusionsebene von acht Grad. Für ein prothetisch optimales Resultat soll die Bisshöhe in protrusiver Stellung gehalten werden. Der Zeitablauf von der Erstvorstellung bis zum Einsetzen der definitiven prothetischen Versorgung ist in Tabelle 1 dargestellt.

Aufgrund des vorhandenen Zahnstatus und des Patientenwunschs nach einer festsitzenden Versorgung bietet sich eine rein implantatgetragene prothetische Versorgung an. Um eine ausreichende Primär- und Sekundärstabilität zu gewährleisten, wurden unter Berücksichtigung des vorhandenen Knochenangebots hierfür im OK sieben Implantate und im UK sechs Implantate geplant. Die Therapieplanung des UK beinhaltet die Extraktion der Zähne 44, 45 zwei Monate präoperativ und die Integration der Restbezahnung in das prothetische Konzept. Im OK ist eine Implantation mit provisorischer Sofortversorgung geplant, um kleinere ästhetische Adaptationen zu ermöglichen und die Zufriedenheit der Patientin vor der definitiven Versorgung zu evaluieren. Da vollgeführte Systeme teilweise ein komple-

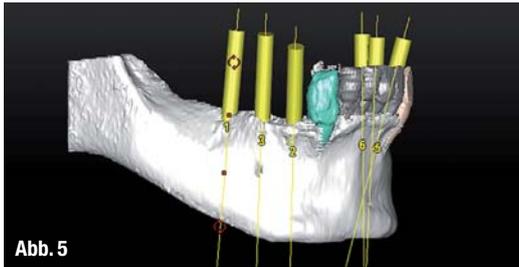


Abb. 5

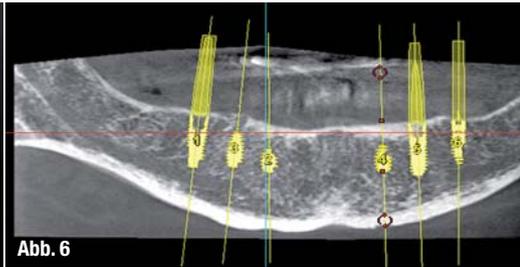


Abb. 6

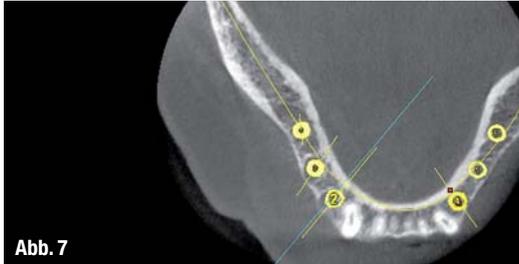


Abb. 7

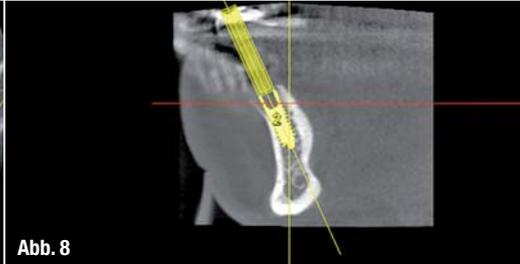


Abb. 8

Abb. 5_ Präzise Ausrichtung der Implantate zum Kieferkamm.

Abb. 6_ Sagittale Ansicht des Implantats in Regio 44.

Abb. 7_ Geplante Implantatpositionen, dargestellt in der Panoramakurve.

Abb. 8_ 3-D-Planung im UK.

xes Handling aufweisen und sich die Anwendung der Pilotbohrung bewährt hat, reicht eine einfache Pilotbohrung oftmals für eine genaue Positionierung der Implantate aus (Neugebauer et al., 2013). In unserem Fall war eine provisorische Sofortversorgung im UK vorgesehen und da keine anatomischen Besonderheiten vorlagen, wurde eine Vorbohrschablone mit einer 2-mm-Pilotbohrung (pilot drill) verwendet.

Für die 3-D-Planung unter Verwendung des ExpertEase-Systems (Version: SimPlant 14, DENTSPLY Friadent, Mannheim) wurden digitale Volumentomografien (DVT) für OK und UK angefertigt. Aufgrund der unterschiedlichen Verfahren unterscheidet sich die Planung für OK und UK und wird getrennt dargestellt.

Mandibula

In der Software werden die für die Planung wichtigen Ansichten (Panoramaansicht, Querschnitt des Alveolarkamms sowie ein dreidimensionales Modell der Zahnhartsubstanzen und knöchernen Strukturen) errechnet und dargestellt. Im UK-Seitenzahnbereich war ein ausreichendes Knochenangebot vorhanden, sodass eine Versorgung mit sechs Implantaten in Regio 34, 35, 36, 44, 45, 46 ohne Knochenaugmentation geplant werden konnte (Abb. 5–8). Die Referenzierung wurde anhand der Restbezaugung durchgeführt.

Die virtuell positionierten Implantate zeigten keine Lagebeziehung zum N. alveolaris inferior. Die Genauigkeit von dynamischen und statischen Navigationssystemen ist vielfach untersucht worden (Horwitz, O., Machtei, Oct 2009/Ruppin et al., 2008/Petschelt, Millian, KrauBeneck, 2013): Schablonengeführte Verfahren weisen in Studien mit In-vitro-Modellen eine Abweichung der Implantatspitze von bis zu 2,5 mm und der Implantatachse von bis zu 7,9 Grad auf.

In-vivo-Untersuchungen liegen nur vereinzelt vor und weisen eine geringe Fallhöhe auf. Hinsichtlich der Genauigkeit unterscheiden sich statische und dynamische Verfahren nicht signifikant. Allerdings konnte im Vergleich zwischen navigierten Verfahren mit der Freihandmethode gezeigt werden, dass die navigierten Verfahren eine signifikant höhere Präzision aufweisen (Sarment, Sukovic,



Abb. 9



Abb. 10

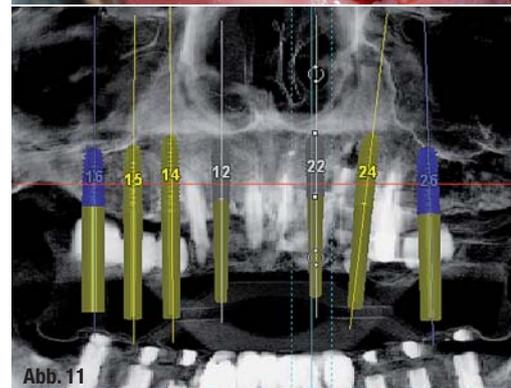


Abb. 11

Abb. 9_ St.p. Implantation mandibula.

Abb. 10_ Implantation im UK mittels zahngetragener Bohrschablone (ExpertEase Guide in situ).

Abb. 11_ Planung maxilla.

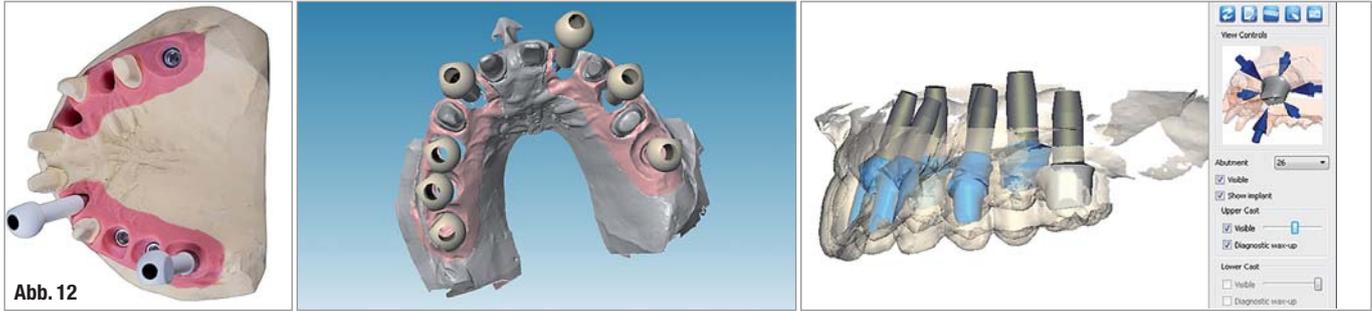


Abb. 12

Abb. 12_ Workflow Atlantis; Modellscan mit Scanbodies.

Clinthorne, 2003), (Nickenig, Eitner, 2010). Für die Planung sollte daher in jede Richtung ein Sicherheitsabstand zu der Knochenwand eingeplant werden, welcher die maximale Abweichung widerspiegelt.

Die Implantatlängen und -durchmesser (XiVE, DENTSPLY Implants) wurden bestimmt und die Implantate in der 3-D-Planung ideal platziert (Regio 34: $\varnothing 3,8$ mm/Länge 15 mm; Regio 35: $\varnothing 3,8/11$; Regio 36: $\varnothing 3,8/11$; Regio 44: $\varnothing 3,8/15$; Regio 45: $\varnothing 3,8/13$; Regio 46: $\varnothing 3,8/13$).

Nach Abschluss der 3-D-Planung wurde eine zahngestützte Bohrschablone (pilot drill guide, Materialise Dental NV, Leuven, Belgien) für eine 2-mm-Vorbereitung hergestellt und für den chirurgischen Eingriff verwendet (Abb. 10). Die provisorische Versorgung mittels verschraubter Kunststoffbrücken auf TempBase-Aufbauten wurde zwei Tage nach einer postoperativen Abformung eingegliedert.

_Maxilla

Mittels Optical Scan wurde ein Situationsmodell im Labor erfasst und in den Planungsdatensatz für die 3-D-Planung eingelesen. Zur besseren Unterscheidung der unterschiedlichen Gewebearten (Zahn, Mukosa, Knochen) musste der Graustufenschwellenwert angepasst und die Okklusionsebene festgelegt werden. Aufgrund der Insuffizienz der ästhetischen und funktionellen momentanen Versorgung war ein Wax-up notwendig. Anhand der Restbeziehung ist erneut die Referenzierung durchgeführt worden (Abb. 11). Unter Berücksichtigung der optimalen prothetischen Versorgung, welche durch die Scanschablone erfasst wurde, konnten im Planungsprogramm die exakten Ausrichtungen und Dimensionen der Implantate (XiVE,

DENTSPLY Implants) im OK festgelegt werden (Regio 12: $\varnothing 3,4$ mm/Länge 13 mm; Regio 14: $\varnothing 3,8/15$; Regio 15: $\varnothing 3,8/13$; Regio 16: $\varnothing 4,5/11$; Regio 22: $\varnothing 3,4/15$; Regio 24: $\varnothing 3,8/15$; Regio 26: $\varnothing 5,5/13$).

Für die Umsetzung der 3-D-Planung wurde eine zahngestützte Führungsschablone mit integrierten Implantatdurchmessern und Tiefenstopp gewählt, welche eine komplett navigierte (full guided) Implantation ermöglicht. Da im gesamten OK ein ausreichendes Knochenangebot bestand, waren keinerlei augmentative Maßnahmen notwendig.

_Planung Abutments (Workflow Atlantis)

Über die CAD/CAM-Plattform Atlantis (DENTSPLY Implants) besteht die Möglichkeit, individuelle Abutments anzufertigen. Hierfür wurde zunächst das Modell analog mit Pattern Resin an der Modellbasis fixiert und die transmukosale Kontur einradiert. Anschließend erfolgte ein Modellscan mit Scanbodies (DeguDent).

Der STL-Datensatz (Surface Tessellation Language) wurde an das Atlantis Fräszentrum (Möln dal, Schweden) zur Herstellung der Abutments geschickt. Anschließend wurden die angefertigten Abutments und der Datensatz (CoreFile) ins zahntechnische Labor (BSI Zahntechnisches Laboratorium, Guntramsdorf, Österreich) geliefert, wo die temporären Kronen präoperativ geplant und hergestellt wurden.

_Chirurgische Therapie

Zu Beginn wurde die Führungsschablone auf der Restbeziehung platziert und die eindeutige Posi-

Abb. 13_ Individuelle Abutments Atlantis.

Abb. 14_ Implantation im OK mittels zahngestützter Bohrschablone (ExpertEase Guide in situ, full guided).

Abb. 15_ Postoperatives OPG.



Abb. 13



Abb. 14



Abb. 15



tionierung kontrolliert. Anschließend wurde die schablonengeführte Insertion der Implantate durchgeführt, wobei jeder Bohrvorgang über Sleeves mit Tiefenanschlag erfolgte. Die für die Sofortversorgung geplanten Implantate konnten alle primär stabil mit ausreichend hohem Drehmoment ($> 35 \text{ Ncm}$) in Übereinstimmung mit der 3-D-Planung inseriert werden (Abb. 14). Im Anschluss an den chirurgischen Eingriff wurden die individuellen Abutments (12, 14: Zirkon; 15: goldbeschichtetes Titan; 16: Titan; 22, 24: Zirkonkomposit; 26: Titan) eingesetzt und die Suprakonstruktion intraoral verschraubt (Abb. 13). In regelmäßigen Abständen erfolgten klinische und radiologische Kontrolluntersuchungen. Abbildung 15 zeigt die inserierten Implantate nach definitiver Versorgung im Seitenzahnbereich des OK und UK bzw. nach provisorischer Versorgung der OK-Frontzahnregion 13–23 (verschraubte Kunststoffbrücke). Die provisorische Versorgung im OK-Frontzahnbereich soll die Ansprüche und Erwartungen der Patientin evaluieren und dient als funktioneller und ästhetischer Prototyp. Die Suprakonstruktionen im Seitenzahnbereich wurden aus Zirkonoxid (Lava™) angefertigt und eingesetzt. Aus Stabilitätsgründen wurde die zementierte Suprakonstruktion 14–16 verblockt. Im UK wurden ausschließlich zementierte Einzelzahnkronen eingesetzt (Abb. 16).

Schlussfolgerung

In der modernen Zahnmedizin ist man zunehmend mit einem Patientenklitel konfrontiert, welches höchste Ansprüche an Ästhetik stellt und Behandlungsabläufe kritisch hinterfragt. Das vorgestellte Patientenbeispiel zeigt die exakte Übertragung der digital festgelegten Implantatpositionen (full guided) mit CAD/CAM-erstellten Abutments sowie der Suprakonstruktionen für den OK. Vergleichend hierzu erfolgte im UK die Implantation mittels Vorbohrschablone (pilot drill guide). Vonseiten der Anbieter navigationsunterstützter Implantationssysteme werden klinische Zuverlässigkeit, ein vorhersagbarer Planungserfolg, schonende und patientenfreundliche Versorgung sowie Zeit- und Kosteneffizienz propagiert. Um den hohen Qualitätsansprüchen der Patienten gerecht

zu werden, kommt der Zahnarzt oftmals unkritisch in Versuchung, diese innovativen Verfahren zu nutzen.

Das dargestellte Beispiel zeigt aber auch, dass für ein optimales Resultat Erfahrung im Bereich der 3-D-Diagnostik und der Anwendung navigationsgestützter Verfahren notwendig ist. Als Vorteil des digitalen Workflows lässt sich festhalten, dass das prothetische Resultat bereits im Vorfeld geplant werden kann und limitierende anatomische Strukturen bereits präoperativ diagnostiziert werden können, um Risiken während des chirurgischen Eingriffs zu minimieren. Durch dieses minimalinvasive Vorgehen können zudem postoperative Beschwerden reduziert und der Patientenkomfort erhöht werden. Der Zeitfaktor und die Kosteneffizienz sind allerdings kritisch zu hinterfragen. Schlussfolgernd ist auch anhand des Fallberichts zu erkennen, dass digitale Implantationsverfahren den Behandlungserfolg positiv beeinflussen können. Voraussetzung hierfür ist allerdings ein Zusammenwirken von erfahrenen Implantologen, Technikern und prothetisch erfahrenen Zahnärzten.

Abb. 16 Definitive Versorgung OK und UK.

Kontakt

digital
dentistry



Infos zum Autor



Univ.-Prof. Dr. Martin Lorenzoni

Brandhofgasse 24/
8010 Graz, Österreich
Tel.: +43 316 385-29764735
office@lorenzoni.co.at
www.lorenzoni.co.at



Infos zur Autorin



Dr. med. dent. Kerstin Theisen

Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Graz
Abteilung für Zahnersatzkunde
Auenbruggerplatz 12
8036 Graz, Österreich
Tel.: +43 316 385-12376
kerstin.theisen@medunigraz.at