

**DIGITAL DENTISTRY** // Nach einer aktuellen Studie, dem „Deutschen Trendindex“, halten 52 Prozent der Chefs in deutschen Unternehmen die Angst vor dem Unbekannten für den größten Hemmklotz von Innovationen. Mehr als ein Drittel gibt sogar zu, selbst aus diesem Grund schon einmal eine Innovation verhindert zu haben (Trendindex 2016.1). Dabei ist bei vielen digitalen Produkten im Dentalmarkt inzwischen nicht mehr die Frage, ob sie kommen, sondern nur noch, wann sie sich definitiv durchsetzen.

## DIGITALE TECHNOLOGIE – ZUKUNFTSTRÄCHTIG ODER NUR EIN TEMPORÄRER HYPE?

Dr. Walter Quack/Bergisch Gladbach

„Wer zu spät kommt, den bestraft das Leben!“ Dieser oft zitierte Satz trifft nicht nur für Staaten, sondern auch für wirtschaftliche Entwicklungen von Unternehmen zu. Das Unternehmen Agfa war neben Kodak und Fuji einer der Giganten im weltweiten Geschäft mit konventionellen Filmen. Innerhalb von nur fünf Jahren

halbierte sich der Umsatz der Geschäftssparte Film von 1,25 Mrd. Euro 1999 auf nur noch 693 Mio. Euro. Ein Jahr später meldete das immer als gesund eingestufte Unternehmen Insolvenz an. Wer fotografiert heute noch mit einer konventionellen, auf Filme angewiesenen Kamera (Abb. 1)? Die meisten haben wahrschein-

lich bereits mehrere Generationen digitaler Fotoapparate im Schrank liegen – und wissen, dass auch die dort vorhandenen aktuellen Geräte in Kürze von noch leistungsfähigeren, noch schnelleren, noch variableren Geräten abgelöst sein werden. Die Bundesregierung erwartet ein „Digital Divide“, also eine wirtschaftlich stark unterschiedliche Entwicklung bei Unternehmen, die auf die digitalen Techniken eingestellt sind oder eben nicht, und versucht aktuell, unter dem Leitspruch „Industrie 4.0“ die Akzeptanz der digitalen Systeme zu verbessern.

Abb. 1: Diverse überholte analoge Fotosysteme aus der Praxis des Autors.



Abb. 1

### Digitales Röntgen

Im zahnärztlichen Bereich ist zum Beispiel eine klare Entwicklung hin zum digitalen Röntgen sicher anzunehmen. Es gibt eigentlich keinen Grund, nicht digital zu röntgen. Mit nur wenigen Klicks erhält man in Sekunden ein Bild – und oft dann auch die Diagnose (Abb. 2). Außerdem braucht das digitale Röntgen keine Chemikalien mit nachfolgenden Entsorgungsproblemen, die Bilder können einfach, platzsparend und gleichzeitig immer schnell zugänglich archiviert und gespeichert werden. Die digitalen Daten können einfach dupliziert und weitergegeben

werden, ohne selbst die Informationen zu verlieren, zudem können sie an unterschiedlichen Stellen im Praxisnetzwerk (dieses muss natürlich vorhanden sein) universell verfügbar gehalten werden. Im Falle ungünstiger Belichtungen kann durch Nachbearbeitung nahezu immer die diagnostische Auswertbarkeit sichergestellt werden, die Auflösung ist dabei bei geringerer Strahlendosis mindestens gleichwertig mit dem konventionellen Film und die Bilder können dem Patienten zur Ansicht auf dem Bildschirm perfekt präsentiert werden (Abb. 3). Die Strahlendosis liegt dabei gegenüber der Situation vor 40 Jahren (Molar 3 Sek. bei 50 kV) mindestens um den Faktor 30 niedriger und bewegt sich meist in etwa in Höhe der natürlichen Strahlenbelastung eines einzelnen Tages. Wer gut zielen kann, hat die Möglichkeit, mit dem Risiko unbelichteter Ränder durch filmkongruente Tuben oder Blenden die Dosis noch etwas weiter zu reduzieren. Nach Meinung des Autors ist es überraschend, dass hier die Marktdurchdringung nach inzwischen über 20 Jahren Verfügbarkeit guter Systeme noch nicht höher liegt und immer noch regelmäßig konventionelle Aufnahmen von Patienten mitgebracht werden.

### Folie oder Sensor

Ob sich schlussendlich die Foliensysteme oder die Sensortechnologie durchsetzen, ist dabei eher sekundär. Die (natürlich gegen mechanische Belastungen empfindlichen) Sensoren haben aus Sicht des Autors dabei ganz klar die Nase vorn, denn nur sie bieten die Möglichkeit, bei endodontischen oder chirurgischen Maßnahmen ohne jeden Zeitverlust für Entwicklung (Film) oder Auslesen (digitale Folie) die gewünschte Diagnostik zu betreiben und ohne Verzögerung mit der Behandlung fortzufahren (Abb. 4).

Nicht alle Probleme lassen sich dabei zweidimensional darstellen. Die Situation aus Abb. 4 sieht dreidimensional doch etwas dramatischer aus (Abb. 5). Dennoch verweigerten die private Versicherung und die Beihilfe die Erstattung des DVT wegen „fehlender Indikation“. Die damals noch dialysepflichtige Patientin war für die Lösung des Problems (Abb. 6) allerdings dennoch sehr dankbar, denn da-

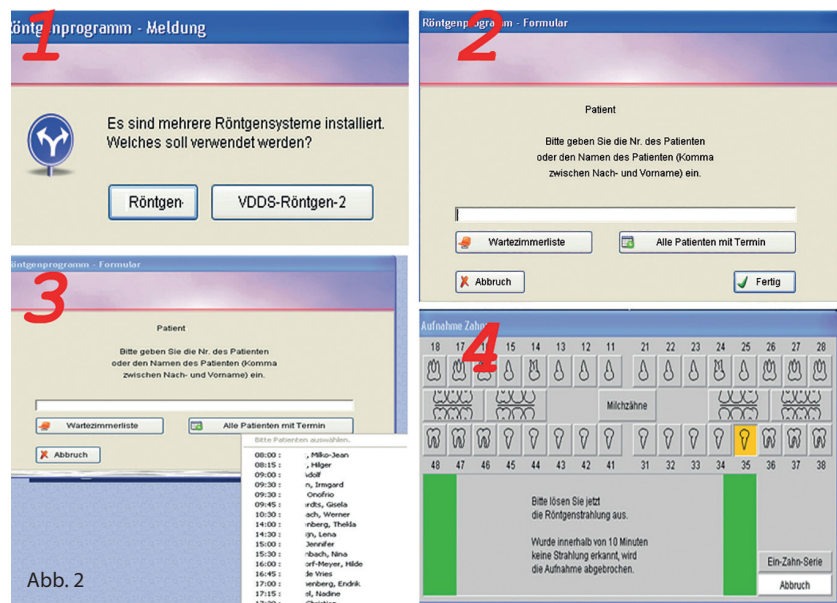


Abb. 2



Abb. 3

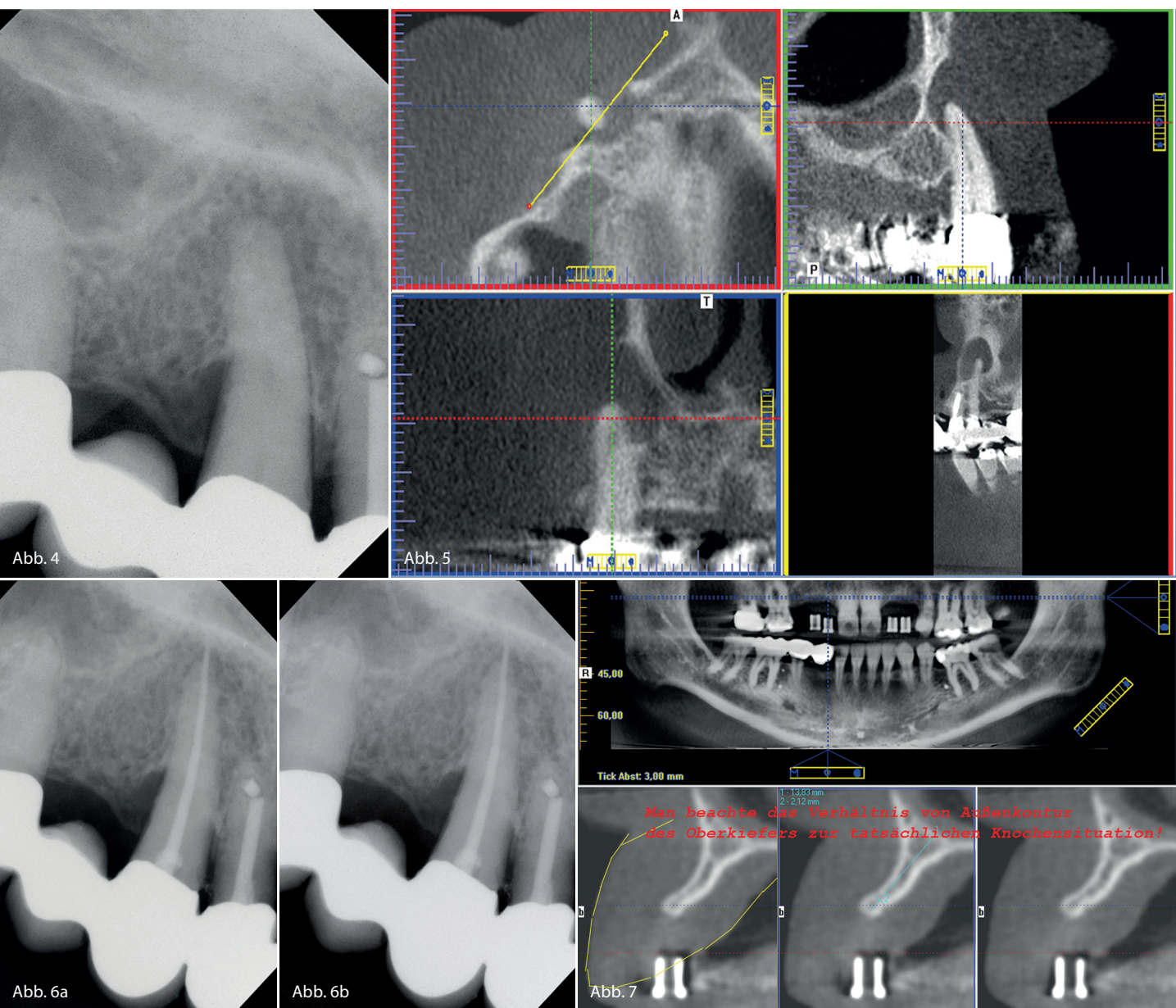
Abb. 2: Von oben links nach unten rechts: Auswahl Röntgenprogramm, Auswahl Patient, Auswahl Tagesliste, Auswahl Aufnahme. Abb. 3: Die Einstellung mit speziellen Haltern entspricht dem gewohnten Ablauf.

durch gingen die Entzündungsparameter im Blut gerade rechtzeitig zur Möglichkeit der Verwendung eines verfügbaren geeigneten Nierentransplantates zurück.

Auch bei mancher präimplantologischer Fragestellung möchte man auf die vorherige dreidimensionale Darstellung der knöchernen Situation wohl ungern verzichten (Abb. 7).

Im Bereich der Panoramaaufnahmen mag die sofortige Verfügbarkeit der Aufnahmen nicht immer so wichtig sein, hier besteht durch die Foliensysteme zudem

oft die Möglichkeit zur nachträglichen „Digitalisierung“ von vorhandenen Panoramageräten durch Ersatz der vorhandenen Filmkassetten mit geeigneten Folien. Mit solchen Systemen erstellte Panoramaaufnahmen haben in der Regel auch eine sehr gleichmäßige Belichtung des Aufnahmegebietes, da die Toleranz der Foliensysteme für etwas höhere oder etwas niedrigere Belichtungswerte sehr hoch ist. Der Autor sieht hierin jedoch eher eine Zwischenlösung – bei einer Neuanschaffung eines digitalen OPG stehen die



**Abb. 4:** Beispiel für digitale Aufnahme, gleichzeitig gleiche Situation wie Abbildung 5 und 6. **Abb. 5:** Situation aus Abbildung 4 in der Volumentomografie. **Abb. 6a und b:** Situation aus Abbildung 4 nach Endo und Resektion. **Abb. 7:** Präimplantologische Planungsaufnahme, man beachte das Knochenangebot im Verhältnis zum Weichgewebe und die geplanten Zahnachsen.

Lösungen mit einem Sensor für ihn klar im Vordergrund.

## Integration ins Praxisnetzwerk

Bei der Einführung des digitalen Röntgens stellt sich parallel die Frage nach der möglichen Anbindung an das inzwischen nahezu in jeder Praxis vorhandene Praxis-EDV-System und danach, ob alle möglichen Vorteile durch intraorale Rönt-

engeräte und PC-Satelliten in allen Behandlungszimmern wirklich voll genutzt werden können. Schon bei der Praxisinstallation sollten in jedem Fall die dafür notwendigen Netzwerkverbindungen für mindestens ein schnelles Netzwerk in jedem Behandlungszimmer eingeplant werden. Nachträglich ist der Installationsaufwand wesentlich größer.

Die Archivierungsprogramme für digitale Röntgenbilder bieten daneben in der Regel auch die Möglichkeit zur Archivie-

rung digitaler Bilder (Abb. 8). In Zeiten verstärkter Dokumentationspflichten und der zunehmenden Patientenrechte-Diskussion ist es nicht falsch, erhobene Befunde und Ausgangssituationen vor Prothetik auch patientenbezogen zu speichern – es müssen ja nicht unbedingt publikationsreife Makroaufnahmen sein – schon die Aufnahme mit einem gängigen Smartphone kann dem Behandler später sehr helfen. Das Erinnerungsvermögen der Patienten bezüglich einer sehr

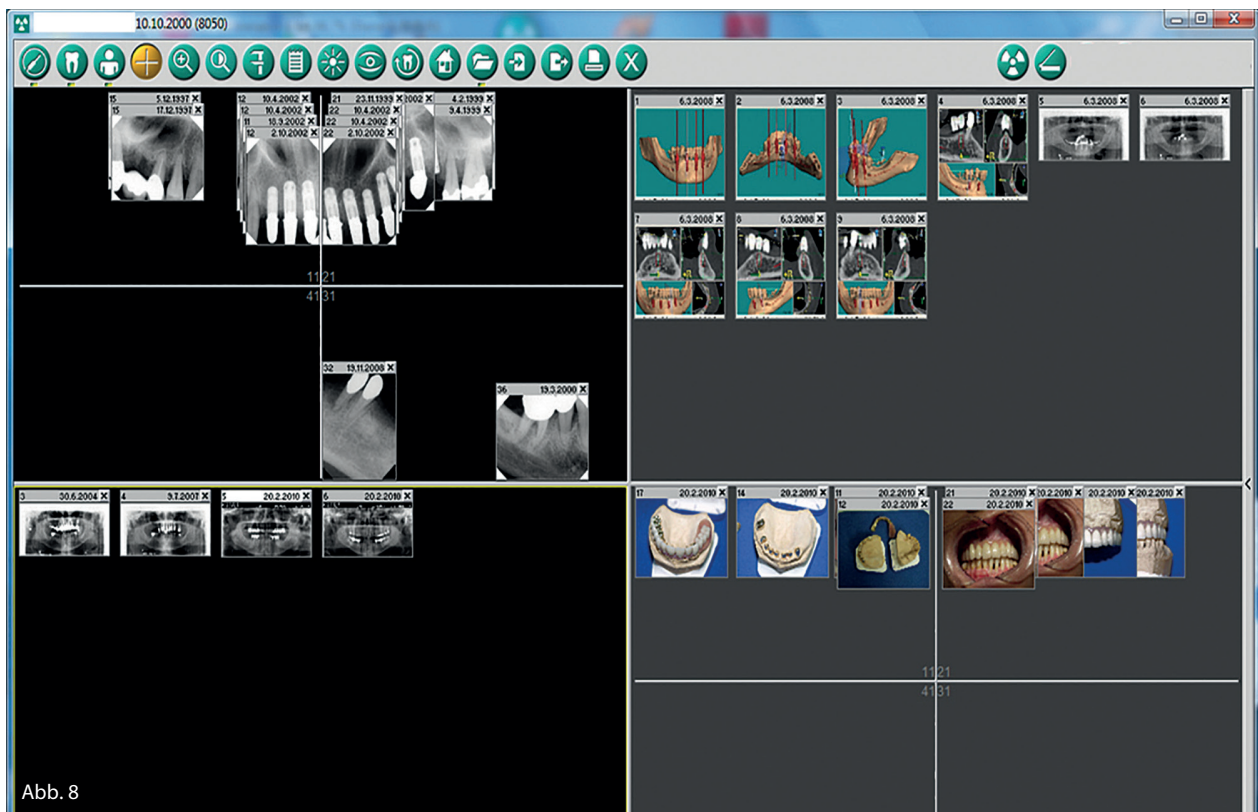


Abb. 8

Abb. 8: Typische mögliche Ansichten im Röntgenprogramm.

desolaten Ausgangssituation lässt manchmal erstaunlich schnell nach.

unterschiedlichen Aufgaben geschaffen: Die Patientendaten aus der Praxis-EDV können ohne nochmalige Eingabe nach

einmaliger Erfassung an verschiedene Röntgensoftwareprogramme übergeben werden (Abb. 2).

## Digitale Vernetzung

Typischerweise setzen sich digitale Techniken schnell durch, wenn sie a) kosteneffektiver sind, b) bessere Ergebnisse möglich sind, c) Ergebnisse schneller, einfacher oder weniger anstrengend zu erreichen sind oder d) die speziellen Ergebnisse auf konventionellem Weg gar nicht erreicht werden können, wie z.B. beim Fräsen und anschließendem Sintern von Zirkon (Abb. 9). In Zukunft kommen möglicherweise auch solche Bereiche hinzu, wo sich kein Personal für konventionelle Techniken mehr finden lässt. Künftig wird eine ganz wesentliche Aufgabe darin bestehen, die vielen einzelnen inzwischen möglichen digitalen Insellösungen über geeignete Schnittstellen miteinander verknüpfbar zu machen. Mit Einführung der VDDS-Schnittstelle wurde zum Beispiel ein wichtiger Schritt zur Verbindung zwischen zwei digitalen Systemen mit ganz

Abb. 9: Zirkonbrücke ungesintert und gleiche Brücke nach Sinterung. Deutliche Volumenreduktion, die im digitalen Herstellungsprozess korrekt vorherberechnet werden muss. Nur digital möglich.



Abb. 9

Weitere digitale Anwendungen zur Anbindung an die bereits realisierten Systeme stehen bereit: Der Facescan ist bereits realisiert, die Kombination der Darstellung des Patientengesichts mit den korrekt zugeordneten dreidimensionalen Röntgendaten und den Daten der prothetischen Rekonstruktion werden sicher kommen. Daten aus elektronischen Registrierbehelfen werden erst dann wirklich interessant, wenn sie automatisch bei der individuellen Kauflächenberechnung der geplanten Rekonstruktionen eingebunden und zur individuellen Programmierung eines virtuellen Artikulators genutzt werden können. Neben den im

Moment hauptsächlich genutzten subtraktiven Herstellungsverfahren in Fräsanlagen werden in Zukunft sicher auch generative (additive) Verfahren wie z.B. auch 3-D-Drucker eine Rolle spielen. Und man könnte darüber nachdenken, ob Maschinen im Herstellungsprozess bestimmte Informationen zur Prozessoptimierung untereinander austauschen können. Die Herstellungswege für die Implantatbohrschablonen haben sich in den letzten Jahren schon mehrfach geändert: Auf die weitgehend händische Herstellung im Labor folgte die stereolithografische Herstellung und die computergestützte Fräsung (Abb. 12). Aktuell ist erstaunlich zu

sehen, wie genau die Passung von im 3-D-Druck hergestellten Schablonen (im Mund wie auf dem Modell) sein kann (Abb. 13).

## Additive Verfahren

Eine additive Fertigungsmöglichkeit für Keramik wird derzeit z.B. bei der Herstellung individueller Hörgeräte bereits angewandt. Generative Verfahren sind in der Regel dann interessant, wenn es um kleine Stückzahlen und komplexe Geometrien geht. Im zahnärztlichen Bereich wird dieses Verfahren zum Beispiel wie angespro-

**Abb. 10a–d:** Auswirkung der Abutmentfarbe, hier konventionelle Lösung mit Zirkonabutment von links oben nach rechts unten: Situation mit Standardabutment Titan, Zirkonabutment mit Einbringhilfe, Abutment einzeln, fertige Situation mit neuer Krone. **Abb. 11a–d:** Implantatkrone im digitalen Workflow (hier gezeigt am Modell). Implantatpositionierung mit Schablone, Scan mit Scanbody, Situation mit Abutment, fertige Krone.





Abb. 12a

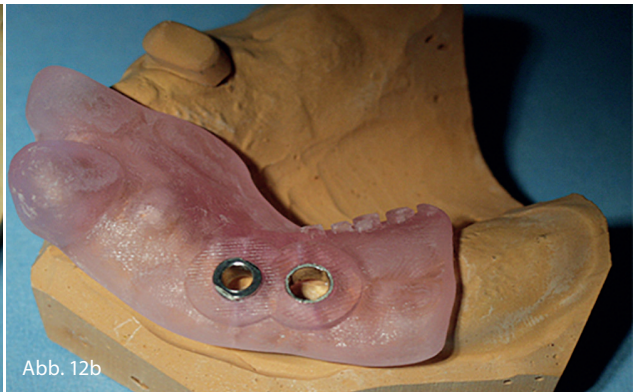


Abb. 12b



Abb. 12c



Abb. 12d

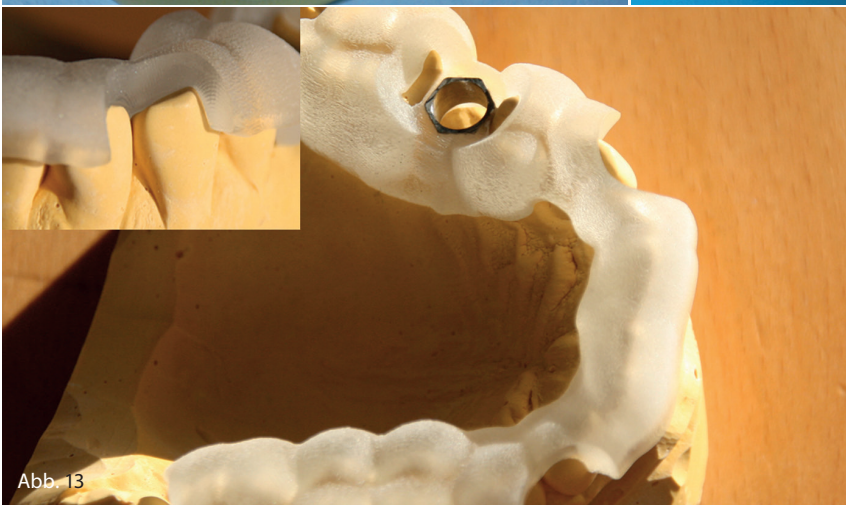


Abb. 13

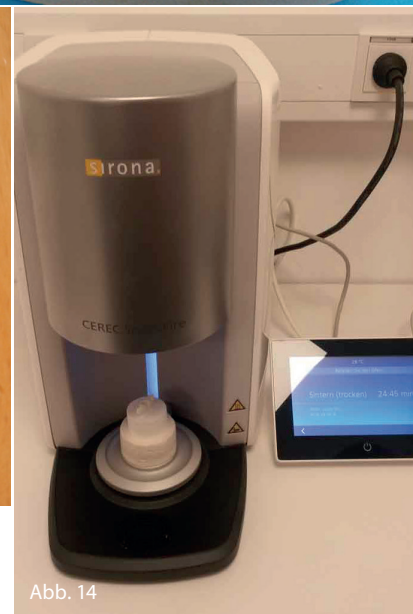


Abb. 14

**Abb. 12a–d:** Von links oben nach rechts unten: Zahntechnisch hergestellte MED 3-D-Schablone, stereolithografisch hergestellte SimPlant-/ExpertEase-Schablone, computergefräste SICAT-Schablone und Schablone im 3-D-Druck. **Abb. 13:** Im 3-D-Druck hergestellte Schablone mit Detail der Passung am Modell. **Abb. 14:** Speedfire Induktions-Sinterofen mit vom CEREC-System angesteuertem Tablet-PC.

chen bei Bohrschablonen verschiedentlich umgesetzt.

Bezüglich des Datenaustausches zwischen verschiedenen am Herstellungsprozess beteiligten Geräten hat die Firma Dentsply Sirona bei ihrem aktuell neu eingeführten Schnellsinterofen – innerhalb ihres geschlossenen Workflows – eine

neue Idee umgesetzt: Abhängig von den geometrischen Daten des Werkstücks und der Farbe des Rohlings werden die optimalen Sinterbedingungen berechnet und an den Ofen weitergegeben (Abb. 14).

Die Vernetzungsprozesse müssen und werden weitergehen; die Entwicklung bleibt spannend!



**DR. WALTER QUACK**

Zahnarzt/Volumentomografie  
Alte Wipperfurther  
Straße 258

51467 Bergisch Gladbach

Tel.: 02202 41414

Fax: 02202 41532

drwalterquack@aol.com

www.volumentomographie.net