Präzise 3-D-Diagnostik und Implantatplanung

Autoren_Dr. med. Frank Schaefer, Dr. rer. nat. Dagmar Schaefer

Bis 1971 zum ersten Mal eine Computertomografieaufnahme von einem Menschen erstellt wurde, war ein langer Vorlauf nötig: Bereits 1917 legte der Österreicher Johann Radon die mathematischen Grundlagen dafür. Die technische Umsetzung gelang erst in den 1950er- und 1960er-Jahren des vergangenen Jahrhunderts durch Allan M. Cormack und Godfrey Hounsfield, die beide für ihre Leistungen 1979 den Nobelpreis erhielten. Seitdem erfolgte eine geradezu explosionsartige Entwicklung: Heute ist es möglich, das schlagende Herz am CT zu verfolgen.

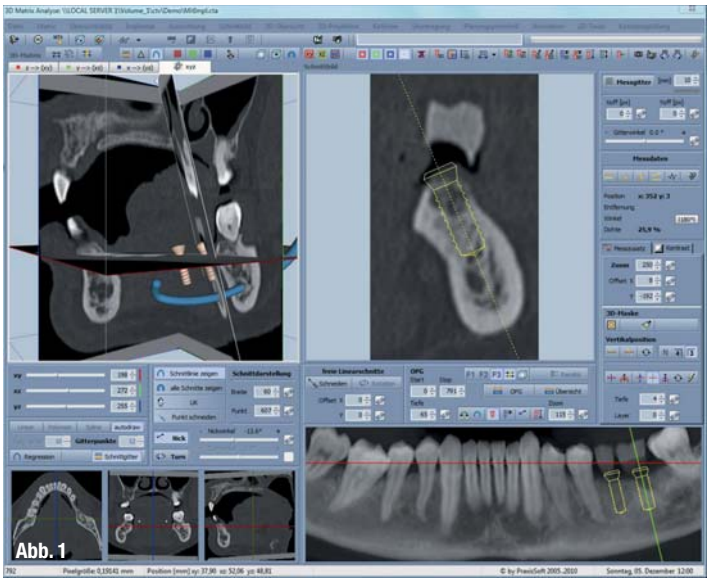


Abb. 1_ Analysebildschirm des CTV-Systems.

_Mit der Einführung der digitalen (dentalen) Volumentomografie 1997 stand der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde zum ersten Mal ein der Computertomografie vergleichbares Verfahren der 3-D-Darstellungs- und Rekonstruktionsmöglichkeiten zur Verfügung.
Mit der zunehmenden Verbreitung von 3-D-Aufnahmetechniken entwickelten sich auch spezielle, auf zahnmedizinische Probleme abgestimmte 3-D-Auswerteverfahren. Die Planung von dentalen Implantaten stand dabei meist im Vordergrund.
Die wachsende Verbreitung von digitalen (dentalen) Volumentomografen erweitert die Möglichkeiten der Prädiagnostik von zahnärztlichen, chirurgischen Eingriffen und prothetischen Planungen im Rahmen oraler Rehabilitationen.

_3-D-Diagnose- und Planungssystem

Anspruch des hier vorgestellten CTV-Systems (Firma Praxissoft) ist es, die durch bildgebende Verfahren bereitgestellten Daten einerseits umfassend diagnostisch einzusetzen und andererseits die gewonnenen Ergebnisse präzise in die reale Welt zurückzuführen. Prinzipiell ist das Ergebnis einer jeglichen Bildbearbeitung grundlegend von den zur Verfügung gestellten Primärdaten abhängig.
Röntgenologische 2-D-Aufnahmen, wie OPG, Fernröntgenbild und Zahnfilm, sind dem Zahnarzt als tägliches Arbeitsmittel vertraut. Diese, den Abbildungsbereich auf zwei Dimensionen reduzierenden Darstellungen, genügen oft nur eingeschränkt den Anforderungen moderner Planungsverfahren. In zunehmendem Maße ist es sinnvoll und auch notwendig, zur Umsetzung gesamtstrategischer Planungskonzepte und präprothetischer Analysen die Realität dreidimensional im virtuellen Raum abzubilden. Voraussetzung für eine entsprechend differenzierte Diagnostik ist, die dreidimensionalen Bilddaten derart nachvollziehbar abzubilden, dass allen Beteiligten eine korrekte räumliche Orientierung ermöglicht wird, und gleichzeitig Bildmaterial mit optimaler Auflösung und Feinstrukturerkennung zur Verfügung zu stellen.
„Gehirnfreundliche", auf dem Erfahrungsschatz des Behandlers aufbauende Darstellungen bieten die beste Grundlage für eine optimierte Vorgehensweise. Hier und bei der Herstellung einer kongruenten Situation zwischen virtueller Realität und Wirklichkeit weisen viele marktübliche Planungsprogramme Defizite auf. Das CTV-System geht durch seinen quasi analogen Bildverarbeitungsprozess einen neuen Weg und eröffnet Möglichkeiten, genau diesen Anforderungen zu genügen: Der Anwender erhält Darstellungen in gewohnter analoger Qualität – OPG, Fernröntgen und aussagefähige Schnittbilder beliebiger Orte und Winkel. Gleichzeitig werden die benötigten Bilder räumlich so dargestellt, dass eine Orientierung im Raum leichtfällt (Abb. 1).

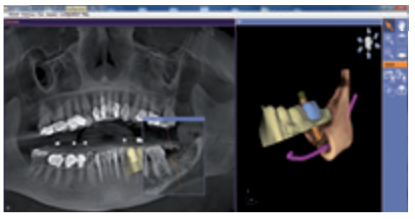
MAKE EVERY CASE COUNT

Jetzt SICAT Bohrschablonen **kostenlos** testen!

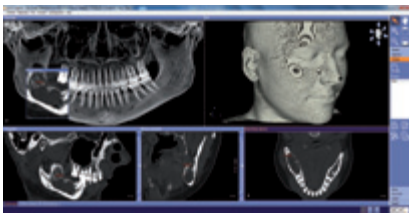
EINFACH ONLINE ANMELDEN UNTER
WWW.SICAT.COM/DE/PROMOTION

SICAT Implant

Jeder Fall zählt – Schnelligkeit und Sicherheit entscheiden bei Diagnose, Planung und Umsetzung implantologischer Therapien. SICAT bietet Zahnärzten ein komplettes System von der 3D-Diagnostik, inklusive Befundungstool, über die digitale Implantatplanung bis zur Fertigung präziser kostengünstiger Bohrschablonen.



Planung. *Erstmals Fusionierung von optischen Abdrücken und virtueller Prothetik mit 3D Röntgendaten*



Diagnose. *Intuitiv geführt durch alle Ansichten*

- Einfacher Datenimport von allen DVT oder CT Systemen
- Exakte Umsetzung durch SICAT Bohrschablonen mit garantierter Genauigkeit
- Günstige Software und Bohrschablonen bereits ab €160/Monat

Intuitive Softwarebedienung, exakte und kostengünstige Bohrschablonen – Implantatplanung die Sinn macht. Entdecken Sie jetzt SICAT Implant. Durch unseren Außendienst live in Ihrer Praxis oder im Internet:

www.sicat.de



SICAT

SICAT GmbH & Co. KG · Brunnenallee 6 · 53177 Bonn · Tel. +49 228 854697-0 · Fax +49 228 854697-99 · info@sicat.com



Abb. 2_ Minimalinvasive Insertion von Implantaten (a: Ausgangssituation Regio 36, b: Entfernen der Gingiva über dem geplanten Austrittspunkt des Implantates, vorher Markierung durch Bohrschablone, c: Zustand nach Entfernen der Gingivahaube, d: Aufbereiten des Implantatbettes durch die Bohrhülsen, e: Insertion des Implantates, f: Unmittelbarer postoperativer Zustand nach Applikation der Einheilkappe).

_Implantatplanung

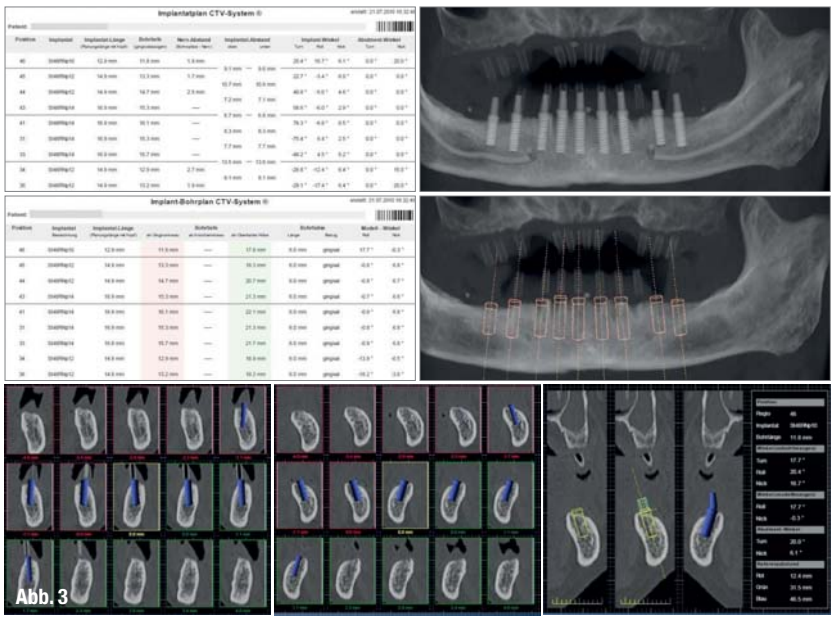
Für die dentale Implantatplanung benötigt der Behandler einerseits Bilder, die die Platzverhältnisse und das reale Knochenangebot an den potenziellen Implantatpositionen widergeben, und andererseits eine sichere Möglichkeit der Übertragung der Planungspositionen auf den realen Patienten bezüglich Ort, Winkel und Tiefe des Implantates.

Im Gegensatz zu allen anderen am Markt befindlichen Planungssystemen werden die CT-/DVT-Bilddatensätze im CTV-System nach der realen Lage des Situationsmodells virtuell unabhängig von der tatsächlichen Position des Patienten bei der CT-/DVT-Aufnahme ausgerichtet. Dimensionskritische Prozesse werden im System softwareseitig ausgeführt und so eine größtmögliche Übereinstimmung zwischen realer und virtueller Situation erreicht. Die für die Rückübertragung notwendigen Kipp- und Drehbewegungen bei der Modelljustage werden eliminiert und der Übertragungsvorgang deutlich vereinfacht. Die Bezugsebene für dieses Vorgehen ist frei wählbar und wird durch den Zahntechniker individuell festgelegt. Hinsichtlich der interdisziplinären Zusammenarbeit mit den zahntechnischen Laboren ergibt sich die konsequente Umsetzung des Backward Planning. Die Herstellung der benötigten Hilfsmittel – Planungsschablone, Bohrschablone – erfolgt im konventionellen zahntechnischen Labor. Das CTV-System ist implantat- und guidesystemunabhängig. Die nachvollziehbaren Übertragungstechniken helfen, Fehler bei der Rückübertragung der Planungsdaten in die konkrete reale Situation zu minimieren und bilden eine sichere Grundlage für minimalinvasives operatives Vorgehen. Die Vorteile für den Patienten, aber auch für den Behandler, liegen auf der Hand: Optimale Ausnutzung des vorhandenen Knochenangebotes, damit häufig verbunden eine Reduzierung der Anwendung umfänglicher augmentativer Verfahren somit Minderung des OP-Risikos sowie in der Regel kürzere Operationszeiten für die Insertion der Implantate. Für den Patienten werden die beruflichen Ausfallzeiten in der Regel deutlich reduziert bzw. ganz vermieden, die Einheilung erfolgt in den meisten Fällen komplikationsloser, ohne Narbenbildung und mit guter Ausbildung des gingivalen Attachments (Abb. 2).

Das komfortable Kollisionsmanagement-Modul des CTV-Systems zusammen mit den enthaltenen Ausrichtfunktionen ermöglicht eine automatische Überwachung der Abstände zwischen geplanten Implantaten und im Implantat-Nervkanal. Es können alle geplanten Implantate gemeinsam oder in Gruppen zueinander, unter Einbeziehung der gewünschten Abutmentwinkel, parallelisiert werden. Automatisch werden die ausgerichteten Implantate wieder in den orthogonalen Kieferkammschnitt zurückgesetzt. Damit wird die Voraussetzung für eine prothetische Konstruktion geschaffen, die in der Regel auf Standardabutments zurückgreifen kann und somit zu einer Reduzierung des zahntechnischen Aufwandes führt.

Das CTV-System legt großen Wert auf einen forensisch exakten und nachvollziehbaren Dokumentationsprozess. Die Befundung und Dokumentation einzelner Bilder ist ebenso wie die Erstellung der gesamten Falldokumentation im „One-Click-Format" möglich (Abb. 3). Die Dokumente werden im Portable Document Format (PDF) ausgegeben und somit ist sichergestellt, dass sie auch bei interdisziplinärer Zusammenarbeit von jedem Beteiligten eingesehen werden können. Einzigartig ist die unverwechselbare Kopplung von Planungs- und Laborprozessen durch die im Meistermodell verankerte RFID-Technologie. Über einen zum System gehörenden RFID-Reader können auch autorisierte außenstehende Personen wichtige Planungsdaten aus dem Meistermodell direkt abfragen.

Abb. 3_ Ausschnitt aus der „One-Click-Dokumentation".



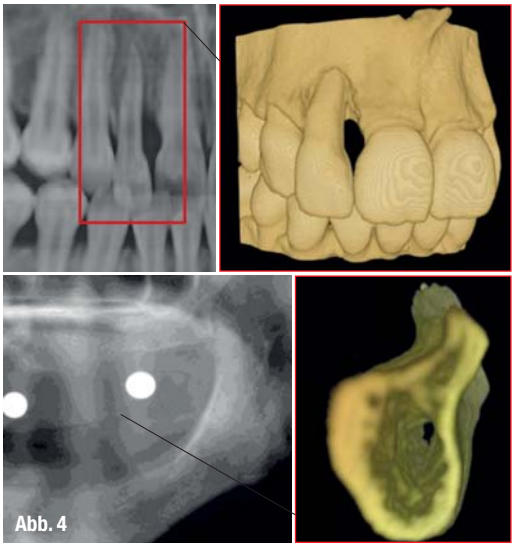


Abb. 4_ Diagnostikbeispiele.

_Diagnostik

Selbstverständlich ist eine differenzierte Diagnostik auch die Grundlage der Planung von dentalen Implantaten. Mit dem CTV-System lassen sich aber alle Bereiche der Mund-, Kiefer- und Zahnheilkunde diagnostisch aufgrund der hervorragenden Ergebnis-Bildqualität abdecken. Parodontologische und endodontische Problemstellungen werden ebenso einer 3-D-Diagnostik zugeführt wie allgemein zahnchirurgische Probleme, wie verlagerte und retinierte Zähne, Kiefergelenkprobleme sowie Darstellung der realen räumlichen Knochenangebotes als Grundlage für augmentative, restaurative Maßnahmen.
Für präoperative Planungen können Scanschablonen, ähnlich denen für Implantatplanungen, dem Patienten bei Aufnahme des CT/DVT eingegliedert werden, um anschließend die genaue Lage des retinierten Zahnes, des Augmentationsortes oder zu entfernender Osteosynthesematerialien im Patientenmund darzustellen. Die in Abbildung 4 gezeigten Beispiele verdeutlichen auch, dass aufgrund des erhaltenen hochqualitativen Bildmaterials eine anschauliche und verständliche Patientenaufklärung besonders hinsichtlich Befund, Therapiemöglichkeiten und Risikoerläuterung möglich ist. Bei entsprechender Auswahl des Aufnahmevolumens sind ebenso kieferorthopädische, diagnostische Aussagen erhältlich.

_Systeminterne Überprüfung der Bildbearbeitung

Um den für den Planungsprozess definierten QM-Standard einzuhalten, verwendet das CTV-System nicht nur mehrfach redundante Berechnungs- und Übertragungsverfahren, sondern auch ein Tool zum Qualitätsmanagement der Bildverarbeitung hin-

ANZEIGE

WorkNC® DENTAL

Die Software macht den Unterschied!



Standard-Software
(ausgebrochene Präparationsgrenze)

WorkNC Dental®
(saubere Präparationsgrenze)

WorkNC Dental® bietet:

- Implantaterkennung
- Kurze Fräszeiten
- Automatische Bohrbearbeitung
- 5-Achs Simultanbearbeitung
- Optimale Materialausnutzung
- Automatisches Trennen der Haltestifte
- Automatische Bearbeitung von Unterschnitten
- Offenes System – Verarbeitung aller Scandaten
- Bearbeitung auf allen Maschinen

Sescoi®
Wir machen das Programm.

Sescoi GmbH · Tel. 06102 71440 · info@sescoi.de · www.sescoi.de

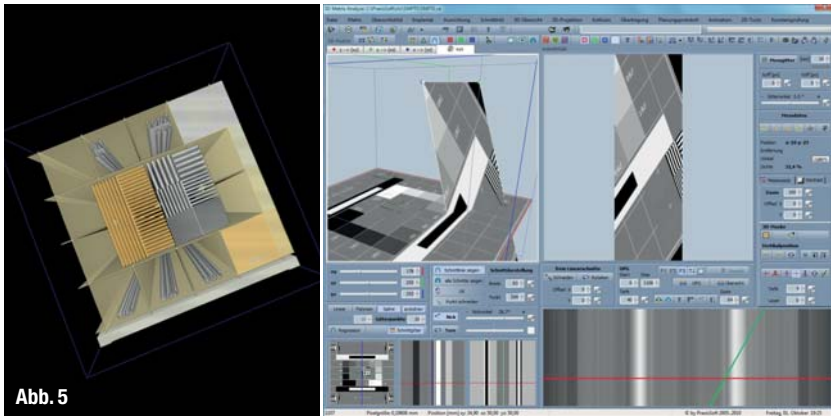


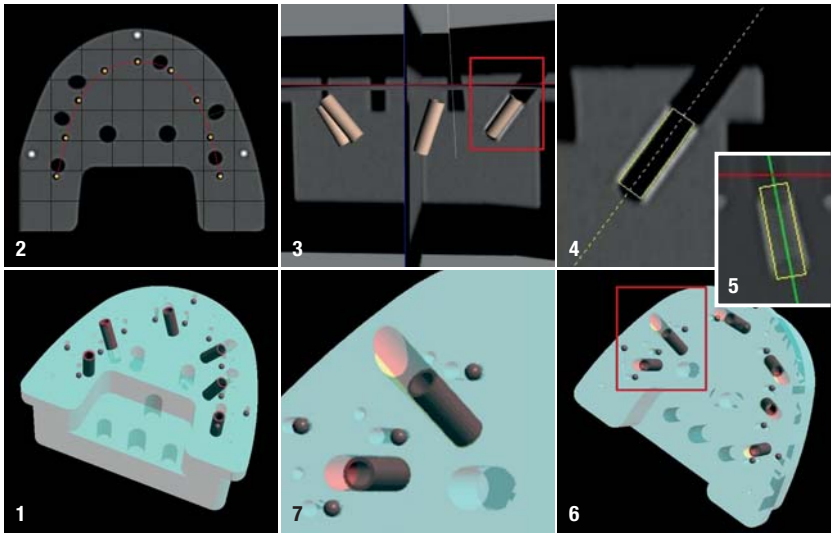
Abb. 5_ 3-D-Darstellung SMTPE-Testbild und Analysebildschirm mit SMTPE-Modul. Kontrolle der Bildverarbeitungsmathematik im CTV-System.

sichtlich korrekter Grauwertdarstellung und Maßhaltigkeit. Ausgehend von der Röntgenverordnung, dass Monitore einen ausreichenden Qualitätsstandard zur Befundung von digitalen Röntgenbildern aufweisen müssen, macht es Sinn, dass auch die Software, die derartiges Bildmaterial bearbeitet, ebenfalls in der Lage ist, das bearbeitete Bildmaterial in dem geforderten Qualitätsstandard zur Verfügung zu stellen. Das heißt, es muss durch die Software sichergestellt werden, dass keine unbeabsichtigten Bildverfälschungen bei der Bearbeitung des DICOM-Datensatzes entstehen. Mit dem im CTV-System integrierten SMTPE-Modul (Abb. 5) können potenzielle Berechnungsfehler erkannt und gleichzeitig der Monitor auf seine Konformität zur RöV überprüft werden.

Durch die bereits benannten redundanten Berechnungswege der mit dem CTV-System erzeugten Darstellungen werden sowohl Berechnungsfehler der Software als auch Fehler im primären DICOM-Bilddatensatz, besonders in den zusammengeführten Darstellungen des 3-D-Würfels, sichtbar.

Mit einem Prüfkörper wurde die Bildverarbeitung und Maßhaltigkeit des Systems ebenfalls überprüft. Dazu wurden in dem Prüfkörper Kugeln platziert sowie Hülsen in verschiedenen Winkeln. Nach einer 3-D-Röntgenaufnahme wurde der Prüfkörper mittels der eingebrachten Referenzkugeln wie eine normale Patientenaufnahme nach seiner gewählten Bezugsebene ausgerichtet und in die abgebildeten Hülsen einfache Zylinder-„Implantate" geplant. Die virtuell erhaltenen Positionen wurden mit den realen Positionen der Hülsen im Prüfkörper verglichen. Wie in der Abbildung 6 dargestellt, sind die Abweichungen marginal und entsprechen den Dimensionen der Auflösung der CT-/DVT-Aufnahme. Zurzeit sind weitere diesbezügliche Studien in Arbeit.

Abb. 6_ Überprüfung des CTV-Systems mit einem Prüfkörper.



_Zusammenfassung

Das ausschließlich zahnärztlich entwickelte virtuelle Darstellungs- und Planungssystem CTV ermöglicht eine sichere und unkomplizierte Planung implantologischer Eingriffe und verbessert damit entscheidend die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Prothetik, Chirurgie und Labor. Durch die intelligenten Bildbearbeitungsroutinen erhält man röntgenanaloge aussagefähige Ausschnittbilder und Übersichten, die einer differenzierten Diagnostik auch in anderen Bereichen der Zahnheilkunde neben der Implantologie zugänglich sind.

Das spezielle Referenzierungsverfahren ermöglicht eine sichere Übertragung geplanter virtueller (Implantat-)Positionen in die reale Welt und damit die Durchführung minimalinvasiver Operationstechniken.

Die automatische Erstellung der umfangreichen Falldokumentation und Befundungsmöglichkeiten sowie die Speicherung der implantologischen Daten direkt im Planungsmodell durch RFID-Technik garantieren einen hohen Grad der forensischen Sicherheit.

Redundante Berechnungsverfahren, das integrierte SMTPE-Modul und die Überprüfung der Berechnungs- und Übertragungsmethoden anhand eines Prüfkörpers minimieren die Fehlermöglichkeiten der Software.

Mit dem CTV-System ist eine breite interdisziplinäre Zusammenarbeit sowohl mit medizinischen Fachkollegen als auch mit dem zahntechnischen Labor effizient möglich. Es übertrifft die bisherigen Planungs- und Auswertverfahren in vielen Parametern und in der konkreten Praktikabilität._

_Kontakt

digital dentistry

Dr. med. Frank Schaefer
Praxis
Haarbergstr. 21
99097 Erfurt
Tel.: 03 61/4 23 07 13
E-Mail: PraxisSoft@web.de

Autor

SCAN MICH

Bilder

Digitale Dentale Technologien

VIRTUELLE KONSTRUKTION UND FUNKTION WACHSEN ZUSAMMEN

3./4. FEBRUAR 2012 I HAGEN

DENTALES FORTBILDUNGSZENTRUM HAGEN

HAUPTSPONSOR

3M ESPE

WORKSHOPS FOLGENDER FIRMEN

3M ESPE · AMANNGIRRBACH · DATRON · pritidenta · simeda · sirona · straumann



REFERENTEN U.A.

Prof. Dr. Daniel Edelhoff/München
Prof. Dr. Dr. Albert Mehl/Zürich (CH)
Prof. Dr. Joachim Tinschert/Aachen
Dr. Peter Gehrke/Ludwigshafen
Dr. Jürgen Reitz/Hamburg
Dipl.-Phys. Joachim Nebel/Kaiserslautern
ZTM Benjamin Votteler/Pfullingen
German Bär/St. Augustin
Enrico Steger/Gais (IT)

Wissenschaftliche Leitung:
ZTM Jürgen Sieger/Herdecke

THEMEN U.A.

- Von der Implantatnavigation zur CAD/CAM-Prothetik
- Einklang von Ästhetik und Funktion bei der digital unterstützenden Zahngestaltung
- Wie viel Funktion braucht die Zahnarztpraxis?
  Zebris – Der Weg zur sicheren Prothetik
- Zukunftsvision in der Dentaltechnik?
  Genaues materialschonendes Abtragen aller Werkstoffe mit Ultrakurzpulslasern
- Rationelle hoch ästhetische Fertigung von Vollkeramikkronen unter Zuhilfenahme von Kronenrohlingen
- Intraorale Scanner-Technologie –
  Das Tor in die Zukunft der digitalen Zahnmedizin?
- Das virtuelle FGP und seine Anwendung
- Der virtuelle Artikulator

Faxantwort **03 41/4 84 74-3 90**

Bitte senden Sie mir das Programm zum Symposium
DIGITALE DENTALE TECHNOLOGIEN
am 3./4. Februar 2012 in Hagen zu.

E-MAIL-ADRESSE

PRAXISSTEMPEL

dd 1/11