

Endometrie

Eine sichere Methode zur Bestimmung der Arbeitslänge

| Dr. Dirk Hör

Bereits seit über vierzig Jahren besteht die Möglichkeit zur Bestimmung der Arbeitslänge in der Endodontie mithilfe der elektrischen Widerstandsmessung als Alternative zur Röntgenmessaufnahme. Der folgende Artikel erläutert durch die Betrachtung der geschichtlichen Entwicklung der Endometrie unter spezieller Berücksichtigung der elektrophysikalischen Grundlagen und der daraus folgenden klinisch relevanten Aspekte bei der elektrischen Wurzelkanallängenbestimmung die Arbeitsweise der neuesten Gerätegeneration.

Die exakte Bestimmung der Wurzelkanallänge (Arbeitslänge) stellt eine wichtige Voraussetzung für die effektive Reinigung und Obturation des Wurzelkanals dar.

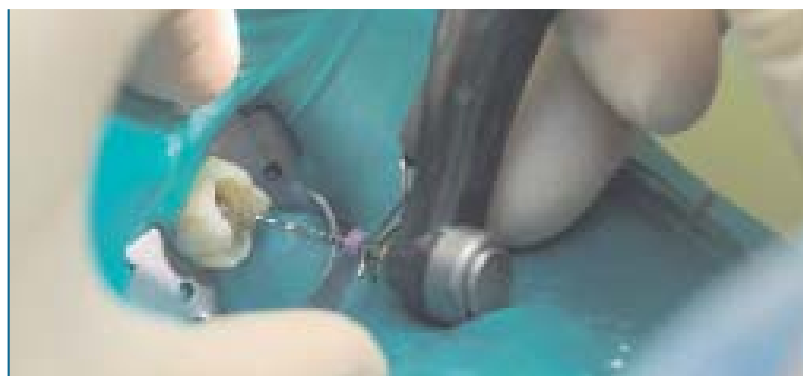
Allerdings ist eine exakte Ermittlung der Arbeitslänge durch Anfertigung einer Röntgenmessaufnahme aufgrund verschiedener Probleme (Projektionsfehler, Anatomie des Wurzelkanals, Überlagerungen etc.) nicht möglich. Die Lösung dieses Problems liegt in der Verwendung von Endometriemessgeräten, die durch die Messung der Elektrodenimpedanz eine exakte Bestimmung der Arbeitslänge ermöglichen. Bereits seit 1962 besteht bei der Wurzelkanalbehandlung die Möglichkeit der endometrischen Bestimmung der Arbeitslänge als ernst zu nehmende Alternative zur Röntgenmessaufnahme. Sunada (1958) griff hierbei die Studien von Suzuki auf, der schon 1942 entdeckte, dass ein konstanter elektrischer Widerstand vorliegt zwischen einem im Wurzelkanal befindlichen Aufbereitungsinstrument, dessen Spitze bis zum Foramen apicale reicht, und einer Elektrode, die in Verbindung mit der Mundschleimhaut steht (= Gewebewiderstand). Waren die Geräte der ersten Generationen laut Literaturangaben aufgrund der verwendeten Messverfahren sehr ungenau, so wird für die neuesten Geräte, die nach dem sogenannten

Impedanzenquotientenverfahren arbeiten, eine Messgenauigkeit von circa 90 Prozent bei der Bestimmung des Foramen apicale angegeben.

Geschichtliche Entwicklung

Die Tatsache, dass der elektrische Gewebewiderstand in allen Bereichen des Desmodonts, unabhängig von der Zahnform und Zahnart sowie dem Alter und dem Zustand des Patienten, $6 \text{ k}\Omega$

beträgt, und die anatomische Gegebenheit, dass die desmodontalen Fasern gerade am Foramen apicale ansetzen, nutzte Sunada (1962) zur Konstruktion seines ersten Endometriegerätes. Es handelte sich dabei um ein einfaches Widerstandsmessgerät, das mit einer Gleichstromquelle ausgestattet war. Über eine Schleimhautelektrode, die als Lippenclip in die Wangentasche eingehängt wurde, und ein Wurzelkanalins-



„Die exakte Bestimmung der Wurzelkanallänge (Arbeitslänge) stellt eine wichtige Voraussetzung für die effektive Reinigung und Obturation des Wurzelkanals dar.“

trument, dessen Spitze mit dem Desmodont in Berührung kam, sollte der Stromkreis geschlossen und die Arbeitslänge bestimmt werden. Der verwendete Gleichstrom führte jedoch zu erheblichen Einschränkungen bezüglich der Messgenauigkeit.

Das Wurzelkanalinstrument fungiert im Gleichstromkreis entweder als Kathode

Spezialisten-Katalog

Endodontie

Preiswert, praktisch, prima: Alles, was die Endodontie braucht.

NETdental

So einfach ist das.

1 *finden*

Wir bieten Ihnen in diesem Katalog die NETdental-Auswahl der wichtigsten Materialien und Instrumente zur Endodontie an.

2 *bestellen*

Artikel-Nummern, Produkt-Namen, Menge und Preis auf das Bestell-Fax schreiben. Sofort-Rabatt abziehen. Kostenlos faxen: 0800 - 638 336 8 oder zum Ortstarif anrufen: 01805 - 638 336.

3 *haben*

NETdental ist nicht nur günstig, sondern schnell: Wir liefern bundesweit, in der Regel am 1. Werktag nach Bestellung.

Fordern Sie jetzt
den neuen
Endo-Spezialistenkatalog an!
Tel. 01805-638 336
zum Ortstarif

5%*
Sofort-Rabatt
* ab 500,- € Netto-
Warenwert pro
Bestellung

(bei Verbindung mit dem Minuspol) oder als Anode (bei Verbindung mit dem Pluspol). Im feuchten Milieu des niemals vollständig zu trocknenden Wurzelkanals befinden sich sowohl positiv (Kationen) als auch negativ (Anionen) geladene Teilchen. Aus der Flüssigkeit, die die Messinstrumentenspitze umgibt, wandern die Kationen zur Kathode beziehungsweise die Anionen zur Anode. Dadurch kommt es erstens zu einer Polarisation der Messinstrumentenspitze. Zweitens kommt es, in Abhängigkeit von der sich ändernden Ionenzahl in der Flüssigkeit um die Messelektrode, zu einem instabilen Stromfluss, da die Ionen als Ladungsträger dienen. Eine exakte Messung des elektrischen Widerstandes ist dann nicht mehr möglich. Weiterhin schließt sich der Stromkreis bei einem flüssigkeitsgefüllten Wurzelkanal, bereits bevor die Instrumentenspitze das Desmodont erreicht, über einen Kurzschlussstrom durch die Flüssigkeit. Das Messgerät zeigt dann eine zu kurze Wurzellänge an.

Sind die desmodontalen Fasern aufgrund von pathologischen Veränderungen an der Wurzelspitze (Parodontitis apicalis) zerstört, so kann die Widerstandsmessung zwischen Desmodont und oraler Mukosa nicht stattfinden.

Das Messgerät liefert dann unbrauchbare Werte. Gleiches gilt bei Zähnen mit nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum, bei denen das Desmodont um die Wurzelspitze herum noch nicht regelrecht ausgebildet ist.

Um die Ungenauigkeiten durch die Polarisation der Messinstrumentenspitze zu beseitigen, ersetzte Sunada (1969) bei der Konstruktion seiner Geräte der nächsten Generation die Gleich- durch eine Wechselstromquelle. Die Elektrodenstabilität steigt mit steigender Frequenz, weil durch die Häufigkeit der Änderung der Stromrichtung bei Wechselstromquellen die elektrophysikalischen Polarisationsprozesse an der Elektrode vermindert werden. Diese Geräte benutzen eine Wechselstromquelle, die mit nur einer Frequenz betrieben wurde. In trockenen Wurzelkanälen setzt sich die gemessene Impedanz (Wechselstromwiderstand) zusammen aus dem ohmschen Gewebewiderstand (R_{CG}) und einer kapazitiven Komponente (R_{CG}). Wenn die Messinstrumentenspitze das Desmodont erreicht, kann die Gewebeimpedanz (ZG) gemessen werden. Aus dem konstanten Gewebewiderstand (6 k Ω) und der gemessenen Gewebeimpedanz (ZG) kann der kapazitive Widerstand (R_{CG}) berechnet werden.

Die elektrophysikalischen Vorgänge bei der klinischen Messung können dabei wie folgt beschrieben werden. Beim Vorschieben des Messinstrumentes im trockenen Wurzelkanal kommt es erst zu einem geschlossenen Stromkreis und damit zu einer möglichen Messung der Gewebeimpedanz, wenn die Instrumentenspitze das Desmodont erreicht. Das Endometriegerät signalisiert die Ankunft der Messinstrumentenspitze am Foramen physiologicum, wenn die Größe der gemessenen Gewebeimpedanz einen vorprogrammierten Mittelwert erreicht.

Im feuchten Wurzelkanal bauen sich aufgrund elektrophysikalischer Polarisationsprozesse beim Übergang vom metallischen (Messinstrument) zum ionischen (Flüssigkeit im Wurzelkanal) Leiter im Wechselstromkreis sogenannte Elektrodenimpedanzen auf. Unter der Elektrodenimpedanz ist der Wechselstromwiderstand zwischen der Instrumentenspitze und der sie umgebenden Flüssigkeit zu verstehen. Die Gewebeimpedanz stellt den Wechselstromwiderstand zwischen Mundschleimhaut und Desmodont dar. Dadurch ergibt sich das Problem, dass in feuchten Wurzelkanälen immer ein zusammengesetzter Wechselstromwiderstand (= Gesamtimpedanz) aus Elektroden- und Gewebeimpedanz gemessen wird. Wünschenswert ist allerdings die ausschließliche und direkte Messung der Impedanz des Gewebes, d.h. des Wechselstromwiderstandes zwischen Mundschleimhaut und Desmodont, als Referenz zur Ermittlung der apikalen Konstriktion (vgl. trockener Wurzelkanal). In feuchten Kanälen verfälschen die oben beschriebenen Elektrodenimpedanzen (ZE) die Messung der Gewebeimpedanz (ZG). Diese ist aus der Messung der Gesamtimpedanz (Z) nicht zu ermitteln. Weiterhin wird die Gesamtimpedanz stark von im Wurzelkanal vorhandenen Flüssigkeiten, die als Ionenlieferanten den Widerstand herabsetzen (Kurzschlussstrom), manipuliert. So kam es zu einem zu hohen Zeigerausschlag (= geringe Impedanz) auf der Geräteskala und demzufolge zu einer zu gering festgelegten Arbeitslänge bei nicht trockenen Wurzelkanälen. Diese Tatsachen machten die Geräte der zweiten Generation bei

ANZEIGE

dentklick.de

klick und spar!



Oral-B ProfessionalCare 8500
Fa. Procter & Gamble

Oral-B Professional Care 8500
Elektrozahnbürsten mit
Aufbewahrungsbox für
4 Aufsteckbürsten,
2 FlexiSoft Aufsteckbürsten,
2 ProBright Aufsteckbürsten,
2 Zungenreiniger

Klickpreis*
52,90

* Solange Vorrat reicht.

Jetzt in unserem Online-Shop:
www.dentklick.de

Anwesenheit von Flüssigkeiten (Blut, Spüllösungen etc.) im Wurzelkanal unbrauchbar.

Relative Impedanzenmessung

Schließlich versuchte man den oben genannten Nachteilen der absoluten Impedanzmessung mit einer Bestimmung der relativen Impedanz zu begegnen. Hierbei werden zwei bei verschiedenen Frequenzen gemessene, absolute Impedanzen rechnerisch (Differenzen- oder Quotientenbildung) in Relation gestellt. Da sich bei Wechselstromquellen aufgrund elektrophysikalischer Polarisationsprozesse an den Elektroden beim Stromübergang vom metallischen zum ionischen Leiter Elektrodenimpedanzen aufbauen, bestimmen Geräte, die mit einer Spannungsquelle bei nur einer Frequenz arbeiten, in feuchten Wurzelkanälen nicht nur den gesuchten Gewebewiderstand, sondern eine zusammengesetzte Impedanz aus Gewebeimpedanz und Elektrodenimpedanz (= Gesamtimpedanz). Die Messverfahren der dritten Gerätegeneration ziehen deshalb eben diese Elektrodenimpedanz als Messgröße heran.

Die errechnete Elektrodenimpedanz kann aufgrund der im folgenden beschriebenen elektrophysikalischen Vorgänge an der Messinstrumentenspitze als Referenzmessgröße zur Ermittlung der Arbeitslänge benutzt werden.

Im Wurzelkanal ist die aktive Elektrodenoberfläche, über die der Strom zur Schleimhauetelektrode fließt, wegen der Isolation durch die Kanalwand klein und konstant. Der Strom kann nur durch die Querschnittsfläche des Wurzelkanals über die sich im Kanal befindliche Flüssigkeit in den periapikalen Raum fließen. Der elektrische Widerstand des Dentins beträgt zwischen 90 und 150 k Ω . An der apikalen Konstriktion wird die Wurzelkanalquerschnittsfläche kleiner. Hier erreicht die Elektrodenimpedanz ihren höchsten Wert.

Sobald die Instrumentenspitze den Kanal verlässt, vergrößert sich die aktive Oberfläche (= Querschnittsfläche) wegen der nun fehlenden Isolation durch die Kanalwand. Nun ist ein Stromfluss in alle Richtungen möglich. Die Elektrodenimpedanz ist demnach im Wurzelkanal groß (geringer Stromfluss über die Instrumentenspitze durch den

BESSERE SICHT! MÖLLER DENTA 300

MÖLLER DENTA 300
*das Operationsmikroskop
für höchste dentalchirurgische
Anforderungen!*



MÖLLER DENTA 300
mit Videokamera

- ✗ Hohe Beweglichkeit in alle Richtungen
- ✗ Fokussierung ohne Veränderung der Mikroskop-Position
- ✗ Halogen-Hochleistungs-Lichtquelle oder **XENON-Beleuchtung**
- ✗ Integrierter Kameraansatz ohne Lichtverluste
- ✗ Ergonomisches und ansprechendes Design
- ✗ Auch Deckeneinheit lieferbar

Trägersystem FS 1-11

**HS HAAG-STREIT
DEUTSCHLAND**
Precision by Tradition

HAAG-STREIT DEUTSCHLAND GmbH
Rosengarten 10 · 22880 Wedel
Tel: 04103 – 709 02 · Fax: 04103 – 709 370
info@haag-streit.de · www.haag-streit.de

Wurzelkanalquerschnitt) und abhängig von der Wurzelkanalquerschnittsfläche. Sie erreicht an der apikalen Konstriktion ihr Maximum (kleinster Wurzelkanalquerschnitt = größter ohmscher und kapazitiver Widerstand). Schließlich wird sie mit zunehmendem Vorschub schlagartig kleiner (stärkerer Stromfluss über die größere aktive Elektrodenfläche, je weiter das Instrument aus dem Kanal ragt).

Das Dentin der Kanalwand stellt jedoch keinen absoluten Isolator dar. Deshalb postulieren Voss und Siebenkees (1994), dass auch mit den Geräten der dritten Generation unter optimalen Arbeitsbedingungen lediglich ein Punkt im Bereich zwischen apikaler Konstriktion und Foramen apicale zu bestimmen ist. Je leitfähiger dabei die Kanalwand ist, desto mehr wandert dieser Punkt weg von der Konstriktion in Richtung Foramen apicale. Die Dicke des verwendeten Messinstruments spielt dabei keine Rolle, unabhängig davon, ob Teile des Wurzelkanals schon erweitert sind oder nicht. Diese Ausführungen verdeutlichen, dass eine Anwesenheit von Flüssigkeiten im Wurzelkanal während der Messung jetzt nicht mehr vermieden werden muss. Sie ist sogar Bedingung für den Stromfluss über das Messinstrument ins apikale Parodont. Deshalb sollte der Wurzelkanal vor der Messung gespült werden. Mithilfe der Zwei-Frequenzen-Methode kann demnach die Elektrodenimpedanz in feuchten Wurzelkanälen bestimmt werden. Sie dient aufgrund der oben genannten elektrophysikalischen Vorgänge zur Ermittlung der Arbeitslänge. Yamaoka (1989) benutzte die Berechnung der Differenz aus den gemessenen Potenzialen zweier gleichgerichteter Stromquellen mit unterschiedlicher Frequenz zur Ermittlung der Elektrodenimpedanz. Der Nachteil seines ersten Gerätes lag darin, dass es einige Millimeter vor dem Apex im Kanal kalibriert werden musste. Diese Kalibrierung entfällt bei den Geräten der vierten Generation durch die Verwendung von Mikroprozessoren zur Berechnung der ermittelten Werte. Diese Geräte (z.B. RootZX®, J. Morita Co., Kyoto, Japan; ENDY5000®, Fa. LOSER, Leverkusen; JUSTY®, Hager und Werken, Duisburg; Raypex 4, VDW, München, u. a.) arbeiten mit der Ermittlung des Impedanz-

quotienten. Hierbei werden ebenfalls gleichzeitig die Wechselstromwiderstände bei zwei unterschiedlichen Frequenzen gemessen. Die über den Impedanzquotienten errechnete Elektrodenimpedanz wird nur noch unwesentlich von vorhandenen Elektrolyten im Kanal beeinflusst. Sie vermindert sich schlagartig beim Passieren des Foramen apicale und beschreibt somit die Lage der Messinstrumentenspitze im Wurzelkanal.

Durch diese Geräte kann nun der elektrolytische Einfluss von Flüssigkeiten im Wurzelkanal auf die endometrische Längenbestimmung vernachlässigt werden. Es wurde also eine Methode zur Bestimmung eines Punktes im Bereich zwischen Foramen physiologicum und Foramen apicale geschaffen, die nur noch von der Leitfähigkeit des Kanalwanddentins abhängig ist. Die früher beschriebenen Messungenauigkeiten der Endometrie bei Zähnen mit entzündlichen apikalen Veränderungen und weitem Foramen apicale beziehungsweise noch nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum können ebenfalls vernachlässigt werden.

Da das Desmodont nicht mehr als Referenzgewebe zur Widerstandsmessung dient, nehmen Veränderungen im Zustand des Ansatzes der desmodontalen Fasern durch pathologische beziehungsweise anatomische Veränderungen keinen wesentlichen Einfluss mehr auf die Messergebnisse. Allerdings liegt die Genauigkeit der Messung immer noch in einem Bereich zwischen dem Foramen apicale und der apikalen Konstriktion. Eine weitere Verbesserung der Messgenauigkeit kann nur noch empirisch über eine Kalibrierung der Geräteanzeige an einer großen Anzahl an extrahierten Zähnen in vitro erfolgen. Diese Kalibrierung wurde für das neueste Messgerät Raypex 5 (VDW, München) an über 300 Wurzelkanälen vorgenommen und die Anzeige vom Hersteller entsprechend kalibriert. Somit sind einerseits Überinstrumentierungen nahezu ausgeschlossen, und andererseits werden mit diesem Gerät Messgenauigkeiten von 95 Prozent und höher erreicht. Bei Patienten mit Herzschrittmachern kann es bei der endometrischen Längenbestimmung zu elektrischen Interferenzen kommen, weshalb ein Einsatz

der entsprechenden Geräte hier sorgfältig abzuwägen ist.

Mögliche Fehlerquellen

Mögliche verbleibende Fehlerquellen stellen Seitenkanäle dar, welche vom Gerät als Foramen apicale interpretiert werden und dann zu einer zu kurzen Arbeitslänge führen (Kurzschlussstrom). Gleiches gilt für etwaige Perforationen der Zahnwurzel, Wurzelfrakturen oder eine Via falsa. Kein Messstrom kann in den Fällen fließen, in denen der Wurzelkanal verblockt (alte Wurzelfüllung bei Revision, Dentinspäne, Obliterationen) ist.

Um vermeidbare technische Fehler bei der Anwendung von Endometriegeräten auszuschließen, muss auf einige Besonderheiten hingewiesen werden. Gute elektrische Verbindungen zwischen den einzelnen Bauteilen entlang des Stromkreises müssen als selbstverständlich vorausgesetzt werden. Ein Kurzschluss, verursacht durch eine Metallfüllung oder durch Flüssigkeit, die eine Verbindung zwischen Pulpenkavum und Mundschleimhaut schafft, muss unbedingt vermieden werden. Deshalb ist die Verwendung von Kofferdam dringend zu empfehlen. Des Weiteren darf der Kanal nicht absolut trocken sein, da dies zu einer schlechteren Leitfähigkeit und somit zu einer zu großen Arbeitslänge führt.

Fazit

Aufgrund der obigen Ausführungen kann man bei den Geräten der neuesten Generation davon ausgehen, dass die theoretischen Grundlagen für eine reproduzierbare endometrische Bestimmung der Arbeitslänge geschaffen wurden. Die arbiträre Längenbestimmung des Wurzelkanals durch eine Röntgenmessaufnahme kann erheblich verbessert werden. Jedoch bietet das Röntgenbild weitere Informationen (Krümmung, Perforation, zusätzliche Kanäle usw.), die einen völligen Verzicht auf eine Röntgenmessaufnahme nicht erlauben. Die Arbeitslänge jedoch sollte in jedem Fall elektrisch bestimmt werden.

kontakt.

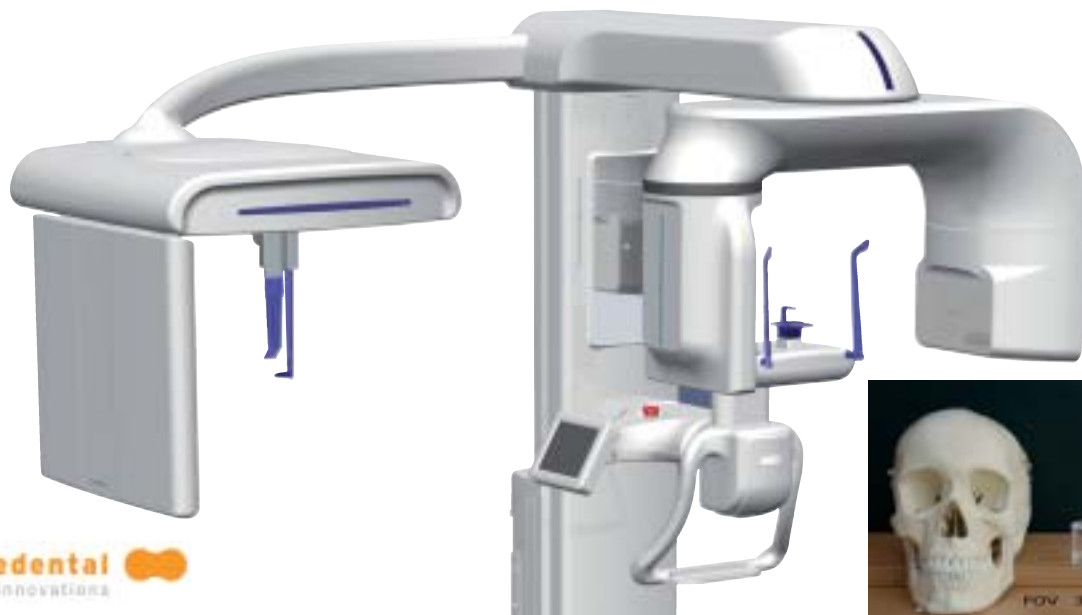
Dr. Dirk Hör

Oberlinxweilerstraße 19
66606 St. Wendel

Erfolg im Dialog

3-D-Röntgen

dental
bauer



orangedental
premium innovations

Unsere Rückkaufaktion*: Sie erhalten für Ihr altes OPG bis zu € 10.000,-

orangedental PaX-Uni3D und OPG Röntgengerät, 2-in-1 Gerät

- nachrüstbar für Ceph-One-Shot
- abgebildetes 3-D-Volumen: 80 x 50 mm, 50 x 50 mm
- Aufnahmemodi 3-D: Mandible, Maxillar, Okklusion
- digitaler Multi-Laser OPG Sensor, aktive Fläche: 1.536 x 128 Pixel
- Bildanzeigefläche OPG: 300 x 146 mm
- Patientenpositionierung über 3 Laser-Lichtvisiere, Aufbiss und Schläfenstütze
- OPG: 8 Standardprogramme plus Spezialprogramme
- inklusive Aufnahmesoftware und Implantatplanungssoftware
- Installation über einfache Standfußmontage
- nur mit PaX-Uni3D Workstation einsetzbar

Workstation PaX-Uni3D inklusive 19" TFT-Monitor
Konstanzprüfkörperset für OPG/DVT
Softwaremodule byzzBase, byzz3D, byzzPan

*Die Aktion ist gültig vom 01.08.2009 bis zum 15.09.2009

dental bauer GmbH & Co. KG
Ernst-Simon-Straße 12
D-72072 Tübingen
Tel.: +49(0)7071/9777-0
e-Mail: info@dentalbauer.de

Eine starke Gruppe

Fax +49/(0)800/6644-719

Ja, ich möchte mehr über PaX-Uni3D wissen. Bitte nehmen Sie mit mir Kontakt auf.

Praxis / Labor

Ansprechpartner

Straße, Nr.

PLZ, Ort

Telefon

e-Mail

Datum, Unterschrift

www.
dentalbauer.de