



### Zusammenfassung

In der traditionellen Kieferorthopädie ist der erste Schritt zur Erstellung einer passenden Apparatur für den Patienten die Anfertigung einer Alginat-Abformung. Dank neuer Technologien ist es jedoch möglich, sowohl die Zähne als auch das Weichgewebe des Patienten zu scannen und digitale Modelle zu erzeugen. Labore können dann bei der Konstruktion der benötigten Apparatur direkt an dem digitalen Modell arbeiten. Das Ziel der Untersuchung war die Prüfung neuer Methoden und digitaler Prozesse zur Herstellung einer Apparatur für die Gaumennaht-Erweiterung (GNE) mit einem Intraoral-Scanner der Zahnbögen als Vorlage.

### Indizes

Kieferorthopädie, Gaumennaht-Erweiterung, digitaler Workflow, Intraoral-Scanner, digitale Modelle

## Die Anfertigung einer Apparatur zur Gaumennaht-Erweiterung (GNE) im vollständig digitalen Workflow

Darstellung anhand zweier Kasuistiken

**Santiago Isaza Penco, Andrea Nakleh, Stefano Negrini**

In der Kieferorthopädie ist die Abformung mit Alginat in der Regel der erste Schritt für die Anfertigung einer passenden Apparatur für den Patienten. Die intraorale Abformung wird anschließend mit Dentalgips ausgegossen. Auf diesem Modell kann der kieferorthopädische Zahntechniker dann arbeiten, um die kieferorthopädische Apparatur herzustellen. Dieser traditionelle Workflow hat sich in der klinischen Praxis bewährt, obwohl die Abformmaterialien Volumenänderungen aufgrund kontinuierlicher chemischer Reaktionen<sup>5</sup> unterworfen sind und der Gips sich beim Abbinden aufgrund sekundärer Reaktionen ausdehnen kann<sup>10</sup>.

Derartige Volumenänderungen können zur Fehlpassung von Apparaturen führen. Eine Fehlanpassung von festsitzenden oder herausnehmbaren Apparaturen erzeugt unvorhersehbare Kräfte an den Zähnen. Natürliche Zähne können sich jedoch um 25 bis 100 µm in axialer Richtung und um 56 bis 108 µm in lateraler Richtung bewegen.<sup>7,12</sup> Sie können sich somit, aufgrund des Vorhandenseins der Zahnwurzelhaut, an geringfügig veränderte Knochenpositionen anpassen.

### Einleitung

**Abb. 1** Intraorale Aufnahme von Patient A mit Kreuzbiss rechts.



**Abb. 2** Intraorale Aufnahme von Patient B mit Kreuzbiss links.



Da das Abformverfahren den Beginn des Arbeitsprozesses darstellt, können sich bereits in dieser Phase schwerwiegende Fehler einstellen, die sich dann durch den gesamten restlichen Prozess fortsetzen.

Heutzutage ist es möglich, die Zähne und das gingivale Weichgewebe des Patienten digital zu scannen und die Konstruktion der benötigten Apparatur direkt am Computer auf digitalen Modellen zu erarbeiten.

Mit einem intraoralen Scanner können einige der Fehler vermieden werden, die mit der traditionellen Abformung<sup>6</sup> und der Modellherstellung<sup>3</sup> verbunden sind, da die digitalen Ausgabedaten des Scanners direkt in den Arbeitsprozess eingespeist werden.

Das Ziel dieses Fallberichts ist die Durchführung eines vollständigen digitalen 3-D-Workflows, beginnend mit einem intraoralen Scanprozess (3Shape TRIOS®, 3Shape, Kopenhagen, Dänemark) anstelle der traditionellen Alginatabformung. Das dabei erzeugte digitale Modell wird zur digitalen Konstruktion und Herstellung einer Apparatur zur Gaumennaht-Erweiterung (GNE) verwendet. Man fährt dann mit der Verifizierung der GNE-Vorrichtung fort, also mit der Überprüfung, inwieweit sie auf die Zähne passt und ob sie der Zunge adäquaten Platz gewährt, sodass es z. B. bei Aktivierung der Schraube zu keiner Kompression der Schleimhaut kommt.

## Materialien und Methoden

Zwei Patienten – im Alter von 8 und 9 Jahren – wiesen jeweils auf der rechten und linken Seite einen unilateralen Kreuzbiss auf und zusätzlich eine Verschiebung der Unterkieferfunktion (Abb. 1 und 2).

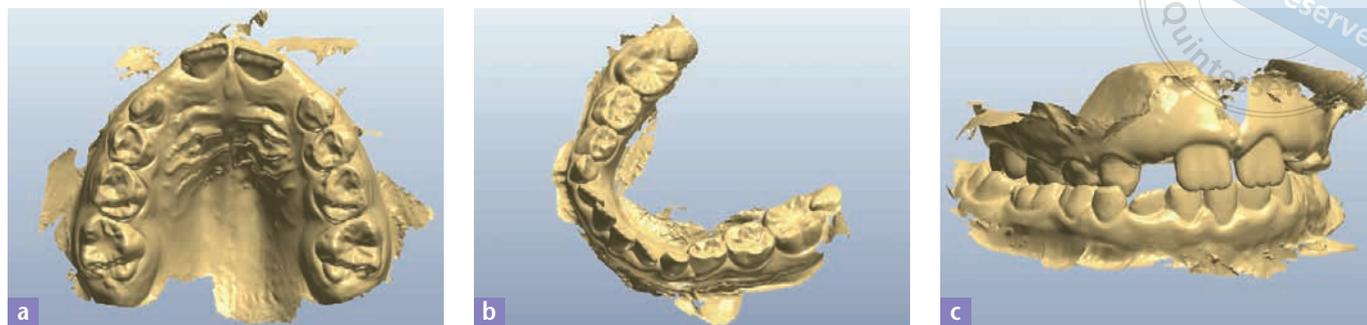
Die Intraoralscans der Zahnbögen wurden mithilfe eines intraoralen Scanners (3Shape TRIOS®) erstellt und zwar in folgender Abfolge:

- 1. unterer Zahnbogen
- 2. oberer Zahnbogen
- Bissregistrierung auf der rechten und linken Seite

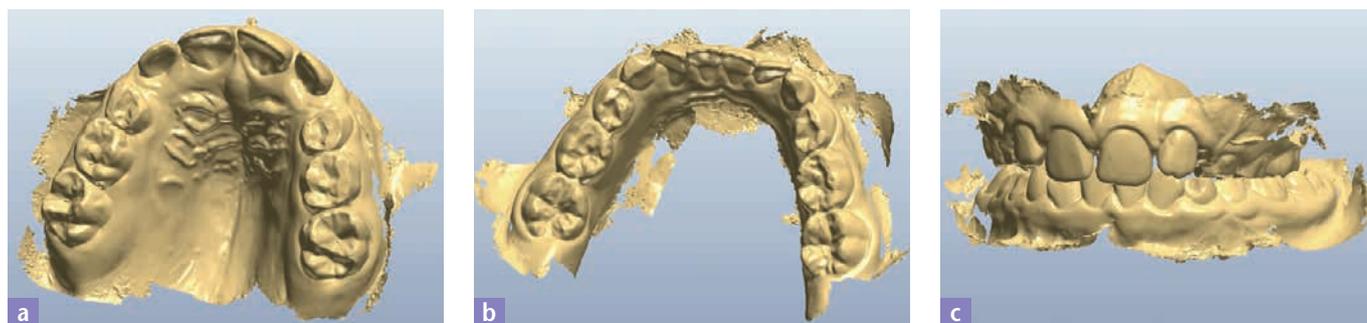
Die Intraoralscans erfolgten zu den Zeitpunkten T0 (Ausgangssituation) (Abb. 3 und 4) und T1 (nach einer Verweildauer von sechs Monaten).

Die gewonnene Datei wurde sofort online per FTP-Datenübertragung an das kieferorthopädische Dentallabor gesendet. Vom Labor wurde dann die GNE, mithilfe von Bändern an den oberen ersten Molaren und Armen mit vollständigem Kontakt zum palatinalen Abschnitt der oberen Milchmolaren konstruiert. Für den gesamten Prozess kam dabei das Lasersinterverfahren zum Einsatz (Abb. 5 und 6). Die Bänder wurden nacheinander per Laser an die kieferorthopädische Expansionsschraube geschweißt (Abb. 7a und b).

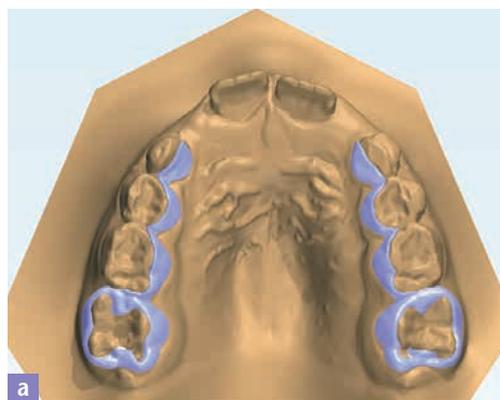
copyright by  
all rights reserved  
Quintessenz



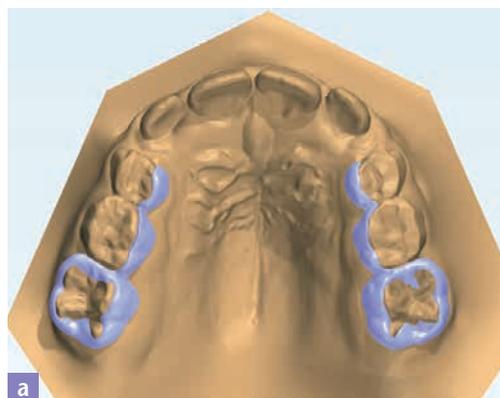
**Abb. 3** Intraoralscans von Patient A: **a** der obere Zahnbogen von okklusal; **b** der untere Zahnbogen von okklusal; **c** Ansicht von lateral, Bissregistrierung beidseitig.



**Abb. 4** Intraoralscans von Patient B: **a** der obere Zahnbogen von okklusal; **b** der untere Zahnbogen von okklusal; **c** Ansicht von lateral, Bissregistrierung beidseitig.



**Abb. 5** Patient A: **a** Konstruktion der Apparatur mit dem OrthoAnalyzer™-Programm (3Shape); **b** Lasersinterung der GNE.



**Abb. 6** Patient B: Konstruktion der Apparatur mit dem OrthoAnalyzer™-Programm; **b** Lasersinterung der GNE.

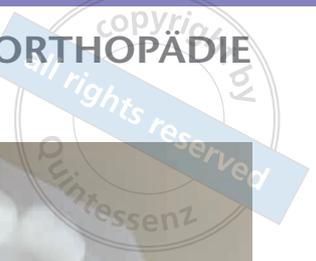
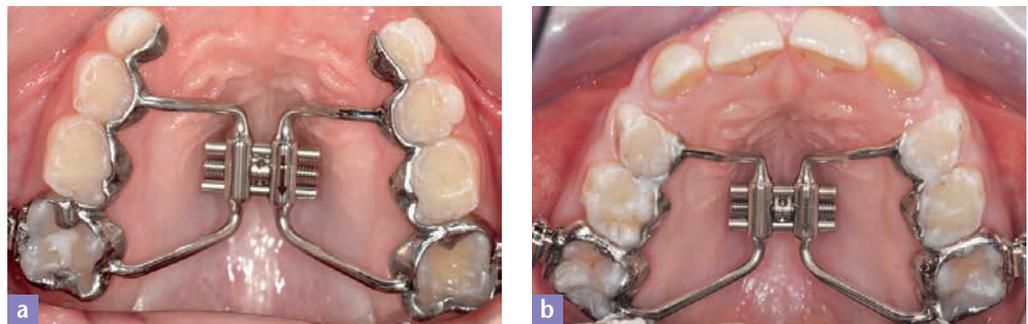


Abb. 7 Apparatur zur Gaumennaht-Erweiterung, a Patient A, b Patient B.

Abb. 8 Intraorale Aufnahme des oberen Zahnbogens mit dem zementierten GNE von okklusal, a Patient A, b Patient B.

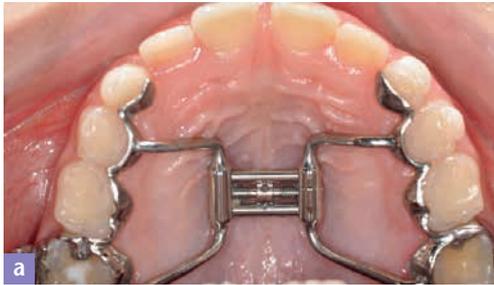


Die GNE wurde mit einem Kunststoffzement an den oberen ersten Molaren und am palatinalen Abschnitt der oberen Milchmolaren befestigt (Abb. 8a und b). Die Schraube wurde am ersten Tag um eine ganze Umdrehung aktiviert, dem folgte eine tägliche Viertelumdrehung. Bei Patient A wurden 35 Aktivierungen durchgeführt, was einer Schraubenöffnung von 7 mm entsprach. Bei Patient B wurden 30 Aktivierungen durchgeführt, dies entsprach einer Öffnung der Schraube von 6 mm.

Nach einer Verweildauer von sechs Monaten wurden zum Zeitpunkt T1 erneut Scans durchgeführt und Fotos der Situation aufgenommen (Abb. 9 und 10).

An den oberen digitalen Modellen wurden die Abstände zwischen den Molaren und den Eckzähnen mithilfe der Software OrthoAnalyzer™ (3Shape) gemessen (Abb. 11 und 12). Anschließend wurden die Oberkiefer-Modelle bei T0 und T1 in der okklusalen Ansicht überlagert (Abb. 13 und 14).

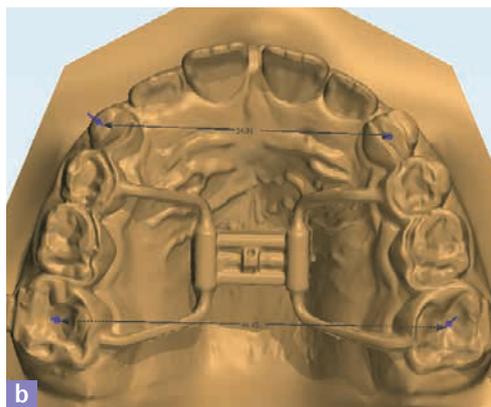
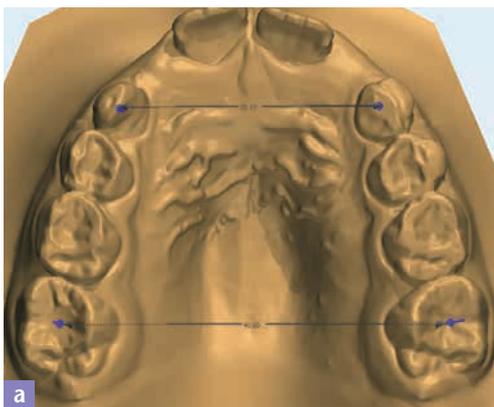
**Ergebnisse** Die durchschnittliche Scandauer pro Zahnbogen betrug 2 Minuten und 39 Sekunden, dies ist im Vergleich zur traditionellen Abformmethode deutlich schneller. Die GNE passten optimal und die fehlende Kompression der Schleimhaut sorgte für ein hohes Maß an Komfort bei den Patienten, die die Vorrichtung selbst bei Aktivierung der Schraube problemlos akzeptierten. Bei beiden Patienten konnte der Kreuzbiss bereits während der Aktivierung korrigiert werden.



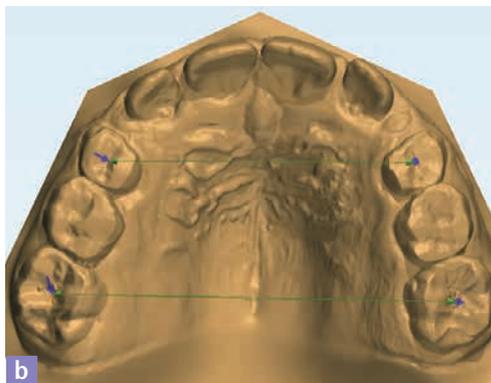
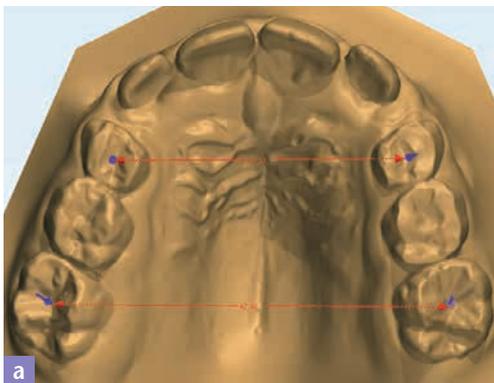
**Abb. 9** Patient A: Intraorale Aufnahme des oberen Zahnbogens mit dem aktivierten GNE von **a** okklusal und **b** von frontal.



**Abb. 10** Patient B: Intraorale Aufnahme des oberen Zahnbogens mit dem aktivierten GNE von **a** okklusal und **b** von frontal.



**Abb. 11** Messung der Abstände zwischen den Molaren und den Eckzähnen des oberen Zahnbogens anhand der okklusalen Aufnahme von Patient A zum Zeitpunkt **a** T0 und **b** T1.



**Abb. 12** Messung der Abstände zwischen den Molaren und den Eckzähnen des oberen Zahnbogens anhand der okklusalen Aufnahme von Patient B zum Zeitpunkt **a** T0 und **b** T1.

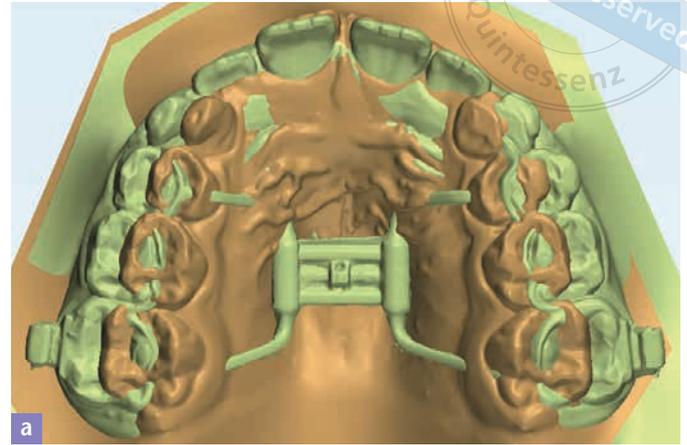
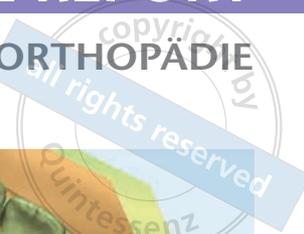


Abb. 13a bis c Überlagerungen T0–T1 auf der okklusalen Aufnahme des oberen Zahnbogens von Patient A.

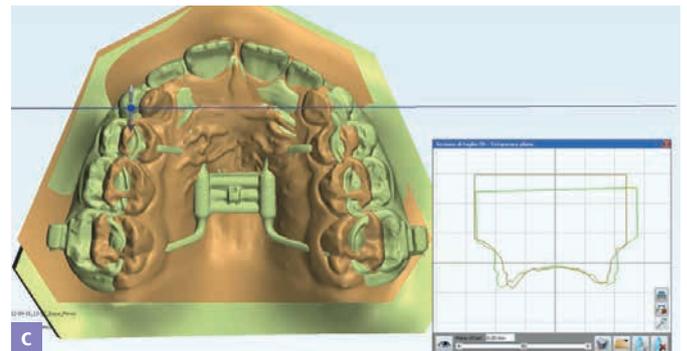
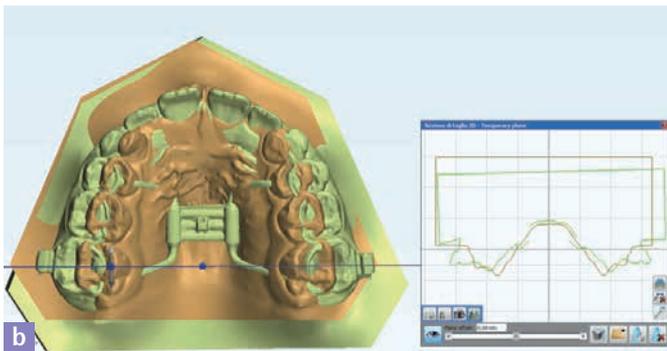
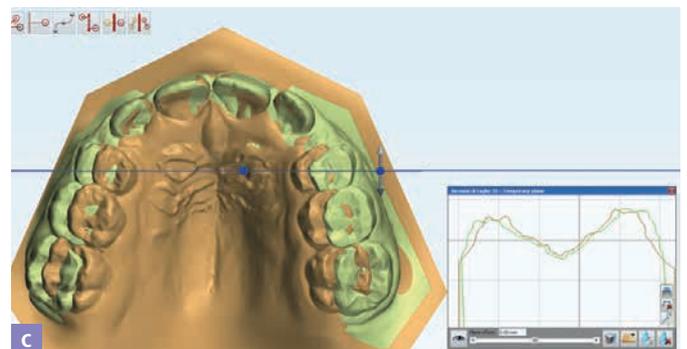
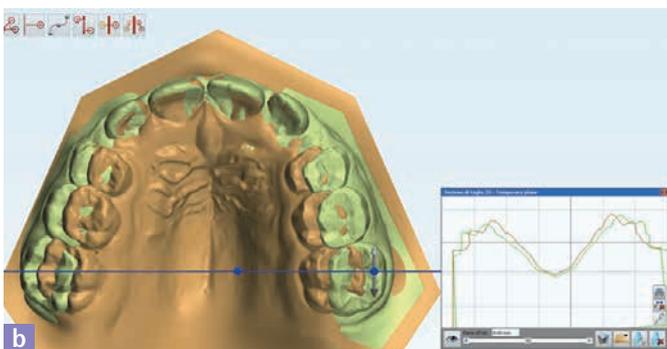
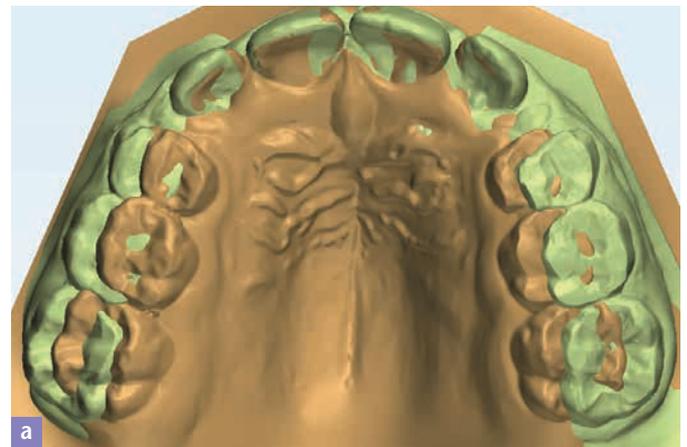


Abb. 14a bis c Überlagerungen T0–T1 auf der okklusalen Aufnahme des oberen Zahnbogens von Patient B.



## KIEFERORTHOPÄDIE



Die Apparatur zur Gaumennaht-Erweiterung funktionierte über die gesamte Behandlungsdauer hinweg wie vorgesehen, ohne dass es zu Brüchen oder Ablösungen kam.

Die Werte der erzielten Expansionen ist in den Tabellen 1 und 2 dargestellt. Bei beiden Patienten konnte der Kreuzbiss korrigiert werden.

Patient A	T0	T1	Expansion
Abstand zwischen den Molaren	43,0 mm	48,3 mm	5,3 mm
Abstand zwischen den Eckzähnen	31,6 mm	36,6 mm	5,0 mm

Tab. 1 Die Werte der erzielten Expansion bei Patient A.

Patient B	T0	T1	Expansion
Abstand zwischen den Molaren	40,6 mm	46,6 mm	6,0 mm
Abstand zwischen den Eckzähnen	28,1 mm	34,9 mm	6,8 mm

Tab. 2 Die Werte der erzielten Expansion bei Patient B.

Bei einer GNE-Vorrichtung kommt es auf eine präzise Passung an den Zähnen und einen adäquaten Abstand zum Weichgewebe an, damit es nicht zu einer Kompression der Zähne und damit zu einem unangenehmen Gefühl beim Patienten kommt.

Der neue 3-D-Workflow mit digitalen Modellen, die mithilfe eines intraoralen Scanners erzeugt wurden, liefert den Zahnärzten hochpräzise Bilder der Zahnbögen und der Zahnfleischmorphologie. Durch die Vermeidung von Alginatabformungen und Studienmodellen sinkt das Risiko von Ungenauigkeiten und wird die Gesamtarbeitszeit verkürzt. Die digitale Abformung gibt dem Zahnarzt die Möglichkeit, während der Konstruktions- und Herstellungsphase der Apparatur direkt mit dem Zahntechniker zu interagieren. Ein weiterer Vorteil ist die Möglichkeit zur digitalen Speicherung sämtlicher Modelle, wodurch in der Zahnarztpraxis und im Labor viel Platz gespart wird.

Außerdem ist hervorzuheben, dass bei dieser Methode des intraoralen Scans für den Patienten die Unannehmlichkeiten entfallen, die für ihn mit der traditionellen intraoralen Abformmethode und den damit verbundenen Materialien im Mund einhergehen.

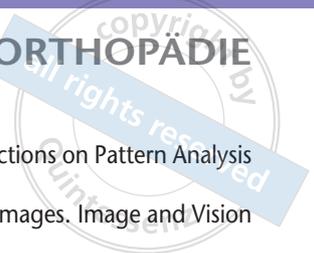
In der modernen klinischen Praxis wird es immer ungewöhnlicher, z. B. einen Radiologen mit einem Röntgenfilm zu Gesicht zu bekommen. Auch hier wird längst die Darstellung an einem Computerbildschirm bevorzugt. Wenn wir den Radiologen mit dem Kieferorthopäden und den Röntgenfilm mit einem Dentalmodell vergleichen – sollten wir dann nicht Gleiches erwarten?

Der neue Workflow mit digitalen 3-D-Modellen, die durch intraorales Scannen erzeugt wurden, erlaubt es Zahnärzten, an Bilder der Zahnbögen und der Zahnfleischmorphologie mit hoher Präzision zu gelangen. Durch die Vermeidung des Einsatzes von Abformmaterialien aus Alginate und die Verwendung von Dentalmodellen verringert der Kieferorthopäde die Gefahr möglicher Ungenauigkeiten und die Verarbeitungszeit pro Fall.

Die durch Intraoralscans gewonnenen digitalen Abformungen ermöglichen es Kieferorthopäden, gleichzeitig sämtliche Modelle digital zu speichern, was unmittelbare Vorteile wie z. B. die Platzeinsparung und ein leichtes Abrufen von Patientenfällen mit sich bringt.

### Diskussion

### Fazit



- Literatur*
1. Besl PJ, McKay ND. A method for registration of 3-D shapes. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 1992;14:239–256.
  2. Chen Y, Medioni G. Object modeling by registration of multiple range images. Image and Vision Computing 1992;14:145–155.
  3. Del'Acqua M, Arioli-Filho J, Compagnoni M, Mollo F. Accuracy of impression and pouring techniques for an implant-supported prosthesis. Int J Oral Maxillofac Implants 2008;23:226–236.
  4. Ender A, Mehl A. Full arch scans: conventional versus digital impressions – an in vitro study. Int J Comput Dent 2011;14:11–21.
  5. Johnson GH, Craig RG. Accuracy of four types of rubber impression materials compared with time of pour and a repeat pour of models. J Prosthet Dent 1985;53:484–490.
  6. Karl M, Rosch S, Graef F, Taylor T, Heckman S. Strain situation after fixation of 3-unit ceramic veneered implant superstructures. Implant Dent 2005;14:157–165.
  7. Kim Y, Oh TJ, Misch CE, Wang HL. Occlusal considerations in implant therapy: clinical guidelines with biomechanical rationale. Clin Oral Implants Res 2005;16:26–35.
  8. Luthardt RG, Loos R, Quaas S. Accuracy of intraoral data acquisition in comparison to the conventional impression. Int J Comput Dent 2005;8:283–294.
  9. Mehl A, Ender A, Mormann W, Attin T. Accuracy testing of a new intraoral 3D camera. Int J Comput Dent 2009;12:11–28.
  10. Millstein PL. Determining the accuracy of gypsum casts made from type IV dental stone. J Oral Rehabil 1992;19:239–243.
  11. Park J, DeSouza GN. 3-D Modeling of Real-World Objects Using Range and Intensity Images. In: Apolloni B, Ghosh A, Alpaslan F, Jain LC, Patnaik S (Edit.). Machine Learning and Robot Perception. Heidelberg: Springer, 2005:203–264.
  12. Sahin S, Çehreli MC. The significance of passive framework fit in implant prosthodontics: current status. Implant Dent 2001;10:85–92.



**Dr. Santiago Isaza Penco**

Via del Rondone, 1a  
4100 Bologna  
Italien  
E-Mail: studio.isaza@andinet.it

**Dr. Andrea Nakleh**

Via Einaudi, 4  
46024 Moglia (MN)  
Italien  
E-Mail: an.nak@libero.it

**Stefano Negrini**

Via Tassini, 4  
44123 Ferrara  
Italien  
E-Mail: stefano@tridentestenseortho.it

Qualität seit 1888

**Dentalgipse  
Dubliermassen  
Einbettmassen  
Strahl- und  
Poliermittel  
CAD-CAM  
Technologie**

**ERNST HINRICHS GmbH**  
info@hinrichs-dental.de  
www.hinrichs-dental.de

*Wir sagen Danke für*

MADE IN GERMANY

**1925** Jahre

**ERNST HINRICHS**  
**Innovation, Qualität & Zuverlässigkeit**