



# Intraoralscanner in aller Munde – Ein praxisbezogener Überblick

**Ob für Situationsaufnahmen, zur Patientenkommunikation, für digitale Planungen oder zur Chairside-Versorgung: Intraoralscanner (IOS) sind inzwischen in vielen Praxen fester Bestandteil des Praxisalltags. Mit der stetigen Weiterentwicklung der IOS steigt auch das Angebot an intraoral-optischen Abformsystemen. Die Vielzahl der am Markt verfügbaren IOS stellt die Behandler/-innen vor die Frage, welcher IOS für die entsprechenden Vorhaben am geeignetsten ist. Der nachfolgende Artikel bietet einen Überblick über die Eigenschaften einiger am Markt verfügbarer IOS, deren Anwendung im klinischen Alltag sowie deren Verknüpfung zum Labor.**

Grundsätzlich lassen sich grob sogenannte „geschlossene Schnittstellen“ von „offenen Schnittstellen“ unterscheiden. „Geschlossene“ Schnittstellen bzw. Systeme geben die Daten in Hersteller-spezifischen Formaten an die entsprechende korrelierende Software bzw. an die zugehörige Fertigungseinheit (Fräsmaschine oder 3-D-Drucker) weiter. Dies bietet den Vorteil, dass viele Informationen (z. B. Farbdaten, Lage der Präparationsgrenze etc.) vereinfacht weitergegeben werden können, allerdings nur innerhalb eines bestimmten Systems. Wenn Daten an weitere Systeme ausgegeben werden sollen, stehen die sogenannten „abgestimmten Schnittstellen“ und „offenen Schnittstellen“ zur Verfügung.

Die Weitergabe der Daten über eine „offene Schnittstelle“ (z. B. als „Surface tessellation language“ (STL)-Daten etc.) bildet hierbei den „kleinsten gemeinsamen Nenner“ zwischen 2 Systemen oder Komponenten. Beispielsweise können im

STL-Format lediglich farblose 3-D-Daten weitergegeben werden, diese können jedoch dann von allen Systemen erkannt und verarbeitet werden. Um zusätzliche Informationen zwischen Systemen zu übertragen, bestehen zwischen einzelnen Systemen „abgestimmte Schnittstellen“, um einerseits mehr Informationen weiterzugeben, andererseits auch den Datentransfer komfortabler, einfacher und sicherer zu machen. In welcher Tiefe Informationen ausgetauscht werden, ist von System zu System verschieden (Tab. 1, Abb. 1 bis 4).

## Funktionsweisen der Intraoralscanner

**Aktive Triangulation:** Dieses Messprinzip beruht auf einem Streifenlichtmuster, welches über einen definierten Winkel und Spiegel auf das Objekt (Zahnoberfläche, Scanbody etc.) projiziert und im Scannerkopf als Reflektion registriert wird. Die Positionsverschiebung durch das ausgesandte und reflektierte Licht ermöglicht die dreidimensionale Erfassung des Objekts. Dieses Verfahren findet sich z. B. bei der CEREC Omnicam (Fa. Dentsply Sirona, Bensheim).

**Konfokale Mikroskopie:** Bei diesem Messprinzip haben der Projektions- und Reflektionsstrahlengang denselben Strahlengang und Fokus. Das heißt, Lichtstrahlen gelangen parallel auf das Objekt (z. B. Zahn) und im selben Strahlengang zurück, passieren eine Lochblende und treffen auf den Sensor. Das Ergebnis dieses Prinzips ist eine Darstellung einzelner Fokusebenen, welche übereinander gelegt die dreidimensionale Form des Objekts widerspiegeln.

Dies meisten intraoralen Scansysteme (z. B. Trios, Fa. 3Shape, Düsseldorf; iTero, Fa. Align Technology, Köln; CEREC Primescan, Fa. Dentsply Sirona, Bensheim) basieren heute auf diesem Messprinzip.

## Intraoralscanner

### Dentsply Sirona CEREC Omnicam (Fa. Dentsply Sirona, Bensheim)

Als Nachfolger der puderpflichtigen CEREC Bluecam (Fa. Dentsply Sirona, Bensheim) wurde im Jahr 2012 die puderfrei scannende CEREC Omnicam vorgestellt. Die Scandauer der CEREC Omnicam beträgt ca. 8 bis 12 Min. für einen Vollkiefer, dabei erfolgt der Scan als Farbscan. Die CEREC Omnicam bietet die Flexibilität, dass mithilfe der CEREC-Software sowohl ein Chairside-Workflow (sofern eine kompatible Fertigungseinheit vorhanden ist) als auch der Export und Transfer der Scandaten über das Connect Case Center zur Weiterverarbeitung im Labor möglich ist. Des Weiteren ist im CEREC-Programm aufgrund der Farbscans auch eine Farberkennung möglich. Die CEREC Omnicam ist zurzeit in 4 verschiedenen Versionen erhältlich. Neben der mobilen Version gibt es eine Tischversion sowie eine Version, welche in eine Behandlungseinheit integriert werden kann. Das neueste Modell der CEREC Omnicam verfügt ebenso wie die CEREC Primescan über einen Breitbild-Touchscreen sowie ein Touchpad, das die Benutzerfreundlichkeit im Vergleich zur Bedienungskugel bei älteren Versionen der CEREC Omnicam verbessert.

Tab. 1 Übersicht Intraoralscanner.

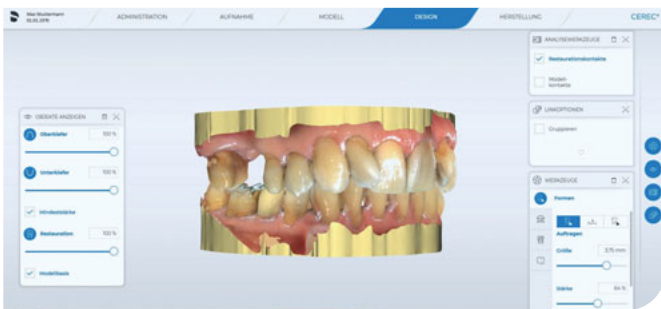
	Primescan	Omniscam	Trios 3	Trios 4	iTero Element 5D plus	Medit i700	Medit i700 wireless	
<b>Markteinführung</b>	2019	2012	2015	2019	2021	2021	2022	
<b>Scantechnologie</b>	Konfokale Mikroskopie	aktive Triangulation	konfokale Mikroskopie		konfokale Mikroskopie	aktive Triangulation		
<b>Scantiefe</b>	20 mm		17 mm		15 mm	23 mm		
<b>Handstück</b>	Größe	50,9 x 58,8 x 253 mm	228 x 16 x 16 mm	250 x 50 x 40 mm		346 x 50 x 68 mm	248 x 44 x 47,4 mm	313 x 44 x 47,4 mm
	Gewicht	457 g (Kunststoff) bzw. 524,5 g (Metall)	315 g	340 g	375 g (Wireless-Version)	470 g	245 g (inkl. Spitze)	328 g (inkl. Batterie, Spitze)
<b>Scanner-Spitze</b>	Größe		23 x 20 mm			22,2 x 15,9 mm	22,5 x 17,1 mm	
	Scanfeld	22,5 x 20,7 mm	17 x 16 mm		18 x 14 mm	15 x 13 mm		
	Autoklavierbarkeit	Auswahl 3 verschiedener Scannerkopfhülsen	Einweg- oder Metallaufsatz	ja, bis zu 150x	ja, bis zu 150x	nein	ja, bis zu 150x	
<b>Scanfarbe</b>	Farbscan	Farbscan	Farbscan		Farbscan	Farbscan		
<b>Puderung</b>	nein	nein	nein		nein	nein		
<b>Konnektivität</b>	kabelgebunden		kabelgebunden oder kabellos	kabelgebunden oder kabellos	kabelgebunden	kabelgebunden	kabelgebunden	
<b>Schnittstelle zum Labor</b>	Export als STL, DXD, XML über Connect Center möglich oder Cerec workflow		Export als STL, DCM, PLY möglich oder 3shape workflow		Export als STL	Export der Daten als STL, PLY und OBJ über Medit Link möglich		
<b>Chairside-Workflow möglich</b>	ja		nein		nein	nein		
<b>Lizenzen</b>	3 Jahre kostenlose CEREC Club Mitgliedschaft, danach monatlich 109 EUR/209 EUR		1. Jahr kostenlos, ab dem 2. Jahr TRIOS Care Plan ab 2.290 EUR pro Jahr		1. Jahr kostenlos, ab dem 2. Jahr monatlich 330 EUR	keine		
<b>Software-Update</b>	durch CEREC Club Mitgliedschaft abgedeckt		über Lizenzgebühren abgedeckt			kostenlos		
<b>Besonderheiten</b>	prepCheck, Chairside-Workflow			Kariesdiagnostik, Instant Anti-Be-schlagfunktion, Sofort-heizfunktion	NIRI-Technologie zur Kariesdetektion, Invisalign-Therapie	3-D-in-motion-Videotechnologie, 3-D-Vollfarb-Streaming-Aufnahme		



**Abb. 1** Größenvergleich Scanner-Handstücke (Seitenansicht), von links: iTero element 5D plus, CEREC Primescan, CEREC Omnicam, 3Shape Trios 4.



**Abb. 2** Größenvergleich Scanner-Handstücke (Ansicht von oben), von links: iTero element 5D plus, CEREC Primescan, CEREC Omnicam, 3Shape Trios 4.



**Abb. 3** CEREC Programm, digitales Modell.



**Abb. 4** CEREC Programm, designte Restauration in Regio 25/26 sowie zur Planung vor Implantation in Regio 16.

Ein weiterer Vorteil der CEREC Omnicam sind darüber hinaus der schlanke, kompakte Kamerakopf, welcher Scans auch bei eingeschränkter Mundöffnung oder bei Kindern ermöglicht. Gegenüber Scannern der neuesten Generation ist die Scangenauigkeit der Omnicam etwas geringer, das Scanfenster geringfügig kleiner und somit die benötigte Scanzeit etwas verlängert (Abb. 5).

### Dentsply Sirona CEREC Primescan (Fa. Dentsply Sirona, Bensheim)

Nach der CEREC Bluecam und CEREC Omnicam erschien im Jahr 2019 als Nachfolgemodell die CEREC Primescan. Ähnlich wie die CEREC Omnicam scannt

auch die CEREC Primescan als Farbscan und puderfrei. Sie verfügt über die gleichen Schnittstellen wie die CEREC Omnicam sowie einen direkten USB-Anschluss. Ebenso ist ein vollständiger Chairside-Workflow über das CEREC-System möglich. Über Zusatzprogramme ist auch eine Nutzung für kieferorthopädische Zwecke möglich. Erhältlich ist die CEREC Primescan zurzeit als mobile Cart-Version. Durch eine neuere Softwareversion sowie durch ein anderes Messprinzip (konfokale Mikroskopie) sind sowohl schnellere Scans (Vollkiefer 2-3 Min.) als auch Scans mit weniger Scanunterbrechungen möglich (im Vergleich zur CEREC Omnicam). Des Weiteren ist es durch eine aktive Scanner-/Kamerabeheizung möglich, ohne An-



**Abb. 5** CEREC Omnicam (neue Version), Quelle: Fa. Dentsply Sirona, Bensheim.

wärmzeit zu scannen und ein Beschlagen des Kamerakopfes während des Scans tritt in der Regel nicht auf. Eine weitere Neuerung der CEREC Primescan im Vergleich zu Vorgängermodellen ist die Scantiefe von bis zu 20 mm. Ein wesentlicher Punkt, welcher die Benutzerfreundlichkeit gegenüber der CEREC Bluecam und älteren Modellen der CEREC Omnicam ebenfalls verbessert hat, ist der Breitbild-Touchscreen sowie das Touchpad (im Vergleich zu Tastatur und Bedienungskugel bei älteren Versionen der CEREC Omnicam und Bluecam). Diese ermöglichen ein gefühlt einfacheres und schnelleres Handling, erleichtern das Designen von Restaurationen und führen zu einer besseren Hygienefähigkeit (durch geschlossene Oberflächen). Darüber hinaus ist die Verwendung mehrerer unterschiedlicher Hülsensysteme für den Kamerakopf möglich, z.B. Einweghülsen und autoklavierbare Hülsen. Zahlreiche Studien konnten der CEREC Primescan eine hohe Scengenauigkeit nachweisen<sup>1,2</sup>. Abschließend sind als wesentliche Verbesserungen zum Vorgän-



**Abb. 6** CEREC Primescan, Quelle: Fa. Dentsply Sirona, Bensheim.

germodell CEREC Omnicam die deutlich schnellere Scangeschwindigkeit, die erhöhte Scengenauigkeit und die erhöhte Benutzerfreundlichkeit zu unterstreichen (Abb. 6).

### iTero element 5D Plus (Fa. Align Technology, Köln)

Im Jahr 2021 wurde der iTero element 5 D Plus der Firma Align Technology vorgestellt. Dieser ist sowohl für diagnostische Zwecke und kieferorthopädische Scans als auch für restaurative Arbeiten geeignet. Der Scan erfolgt puderfrei, als Farbscan und ist pro Kiefer in ca. 60 Sek. durchführbar. Zudem besteht die Möglichkeit eines Scanfeedbacks, wobei fehlende Bereiche farblich hervorgehoben werden. Über das My-iTero-Portal ist die Übermittlung der Scandaten an zahntechnische Labore und die Bearbeitung mit jeder beliebigen CAD-Software möglich. Darüber hinaus ermöglicht der iTero mittels Nahinfrarotaufnahmen (NIRI) eine Kariesdetektion im supragingivalen Bereich. Ein weiteres Tool ist die sogenannte „TimeLapse Technologie“. Hiermit können Scans derselben Patienten/-innen, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten angefertigt wurden, verglichen werden. Den Patienten/-innen können so am Behandlungsstuhl Veränderungen der Zahnform (z. B. Abrasionen) und Stellung aufgezeigt werden. Zusammengefasst ist der iTero element 5 D Plus ein breit aufgestellter IOS und verfügt über eine hohe Scengenauigkeit, wodurch er sich sowohl in der Anwendung für prothetische als auch kieferorthopädische Zwecke eignet<sup>3-5</sup>. Erhältlich ist er als Cart- oder Mobil-Version in Form einer Laptop- bzw. einer Mobilgeräte-Konfiguration. Mögliche Nachteile sind jedoch die vergleichsweise hohen Anschaffungskosten, die Größe und das hohe Eigengewicht des Scannerhandstücks (Abb. 7).

### 3Shape Trios 4 (Fa. 3Shape, Düsseldorf)

Der Anwendungsbereich des 3Shape Trios 4 umfasst die Kariesdiagnostik, restaurative Arbeiten sowie das Monitoring von Zahnform und Stellung. Darüber hinaus ist beim Vorgängermodell Trios 3 (Fa. 3Shape) eine Verknüpfung zu Invisalign (Fa. Align Technology) vorhanden, was auch kieferorthopädische Behandlungen ermöglicht. Dabei scannt der Trios 4 ebenfalls puderfrei und als Farbscan (Farberkennung möglich). Der Export der Scandaten ist z.B. als STL-Datei möglich, der Trios gehört damit zu den „offenen Systemen“.

Ein wesentlicher Vorteil zum Vorgängermodell ist die „InstantHeat-Technologie“, welche einen sofortigen Scanbeginn ermöglicht. So wird ein Beschlagen des Kamerakopfes während des Scans in der Regel unterbunden.

Weitere Besonderheiten sind ein integrierter Zähler im TRIOS 4-Aufsatz, der den Behandler darüber informiert, wie oft der Kameraaufsatz bereits autoklaviert wurde und wann dieser ausgetauscht oder der Scanner kalibriert werden muss. Zudem ermöglicht der TRIOS 4 das Erkennen von Oberflächenkaries mithilfe von Fluoreszenzlicht.

Erhältlich ist der Trios 4 sowohl als mobile Version als auch als sogenannte „Pod“-Version, welche mit einem PC/ Notebook verwendet werden kann. Zusätzlich zu einer hohen Benutzerfreundlichkeit und der schnellen Scanzeit überzeugt der Trios 4 durch eine gute Scengenauigkeit<sup>6</sup>. Die neueste Generation Trios 5 Wireless ist der bisher kleinste und leichteste Trios. Der IOS bringt Optimierungen mit sich, die das Scannen laut Hersteller noch reibungsloser, schneller und einfacher machen (Abb. 8 und 9).



**Abb. 7** iTero element 5D plus, Quelle: Fa. Align Technology, Köln.



**Abb. 8** 3Shape Trios 4 mit Laptop, Quelle: Fa. Straumann GmbH, Freiburg.



**Abb. 9** Größenvergleich 3Shape Trios, von links: Trios 3, Trios 4 wireless, Trios 5 wireless, Quelle: Fa. Straumann GmbH, Freiburg.

## Medit i700 (Fa. Medit, Seoul, Südkorea)

Im April 2021 wurde der Medit i700 vorgestellt. Dieser ist mit zwei Highspeed-Kameras ausgestattet, die Bilder schnell und effizient erfassen. Dabei erfolgt der Scan ebenfalls in Farbe und puderfrei. Der eingebaute Lüfter verhindert zudem das Beschlagen des Kamerakopfes. Im Gegensatz zu CEREC-Scannern bietet der Medit keinen vollständigen digitalen CAD/CAM-Workflow mit zugehöriger CAD-Software für die Chairside-Fertigung. Alle Medit-Modelle sind ausschließlich zum Erfassen und zum Export von Scandaten ausgelegt, sodass für das Design und die Fertigung auf andere CAD-Programme zurückgegriffen werden muss. Beim Medit handelt es sich dementsprechend um ein „offenes System“. Ein besonderer Vorteil des Medit i700 ist sein graziles Design und der schlanke Kamerakopf, welcher einfaches Manövrieren im Patientenmund ermöglicht. Des Weiteren konnte durch die Einführung des kabellosen i700 wireless die Ergonomie und Benutzerfreundlichkeit im Vergleich zu Vorgängermodellen deutlich verbessert werden. Ein weiteres Argument für den Medit sind die fehlenden Abonnementgebühren oder Kosten für regelmäßige Software-Updates. Vor der Anschaffung sollte allerdings berücksichtigt werden, dass ein leistungsstarker Computer für die rei-

nungslose Nutzung des Medit notwendig ist (Abb. 10).

## Limitationen und Ausblick

Zurzeit liegt das Hauptanwendungsgebiet von IOS im Scan und in der Herstellung von Einzelrestorationen und Brücken aus Zähnen und Implantaten (Quadrantensanierung), Okklusionsschienen und in der Kieferorthopädie (v. a. Aligner). Die höchste Scangenaugigkeit der aktuell verfügbaren IOS liegt bei kürzeren Scanarealen/Teilkieferscans, wie es bei Einzelzahnrestorationen oder kleineren Brücken der Fall ist. Beim Scan von kompletten Zahnbögen liegen jedoch noch gewisse Limitationen und eine hohe Schwankungsbreite in der Scangenaugigkeit gegenüber der Genauigkeit konventioneller Impressionen vor<sup>7</sup>.

Eine weitere Schwierigkeit stellen Intraoralscans größerer zahnloser Kieferkammabschnitte zur Herstellung herausnehmbarer Prothetik dar. Während die Scangenaugigkeit bei knöchernen Strukturen mit befestigter Mukosa vergleichbar zur Genauigkeit konventioneller Impressionen ist, ist die Scangenaugigkeit insbesondere bei Bereichen, in denen mobile/bewegliche Schleimhaut vorhanden ist, deutlich schlechter<sup>8</sup>.

Das Entwicklungspotenzial des digitalen Workflows liegt also vor allem bei Intraoralscans von kompletten Zahn-



**Abb. 10** Medit i700, Quelle: Fa. Straumann GmbH, Freiburg.

bögen, dementsprechend bei der Herstellung von größeren zahngetragenen Restaurationen sowie dem Scan von zahnlosen Kieferabschnitten zur Herstellung großspanniger oder herausnehmbarer Prothetik. Weiter wird intensiv an der Schnittstelle zu funktionsdiagnostischen Geräten geforscht, um den digitalen Workflow weiter zu vervollständigen. Dabei geht es konkret um die Digitalisierung des Transferbogens und die Integration digitaler Bewegungsdaten und Facescans.

## Literatur

1. Diker B, Tak Ö. Comparing the accuracy of six intraoral scanners on prepared teeth and effect of scanning sequence. *J Adv Prosthodont* 2020;12(5):299–306.
2. Schmidt A, Klussmann L, Wöstmann B, Schlenz MA. Accuracy of digital and conventional full-arch impressions in patients: An update. *J Clin Med* 2020;9(3):688.
3. Mangano FG, Admakin O, Bonacina M et al. Trueness of 12 intraoral scanners in the fullarch implant impression: A comparative in vitro study. *BMC Oral Health* 2020;20(1):263.
4. Dutton E, Ludlow M, Mennito A et al. The effect different substrates have on the trueness and precision of eight different intraoral scanners. *J Esthet Restor Dent* 2020;32(2):204–218.
5. Keul C, Güth JF. Accuracy of full-arch digital impressions: An in vitro and in vivo comparison. *Clin Oral Investig* 2020;24(2):735–745.
6. Róth I, Czigola A, Fehér D et al. Digital intraoral scanner devices: A validation study based on common evaluation criteria. *BMC Oral Health* 2022;22(1):140.
7. Ender A, Zimmermann M, Mehl A. Accuracy of complete- and partial-arch impressions of actual intraoral scanning systems in vitro. *Int J Comput Dent* 2019;22(1):11–19.
8. Rasaie V, Abduo J, Hashemi S. Accuracy of intraoral scanners for recording the denture bearing areas: A systematic review. *J Prosthodont*. 2021;30(6):520–539.



**Dr. med. dent. Philipp Herguth**

Zahnarzt der Poliklinik für  
Zahnärztliche Prothetik  
Carolinum Zahnärztliches  
Universitäts-Institut gGmbH  
Johann Wolfgang Goethe-Universität  
Frankfurt am Main  
E-Mail: herguth@med.uni-frankfurt.de



**Dr. med. dent. Tuba Aini**

Zahnärztin der Poliklinik für  
Zahnärztliche Prothetik  
Carolinum Zahnärztliches  
Universitäts-Institut gGmbH  
Johann Wolfgang Goethe-Universität  
Frankfurt am Main



**Elisabeth Völler**

Zahnärztin der Poliklinik für  
Zahnärztliche Prothetik  
Carolinum Zahnärztliches  
Universitäts-Institut gGmbH  
Johann Wolfgang Goethe-Universität  
Frankfurt am Main



**Prof. Dr. med. dent. Jan-Frederik Güth**

Direktor der Poliklinik für  
Zahnärztliche Prothetik  
Carolinum Zahnärztliches  
Universitäts-Institut gGmbH  
Johann Wolfgang Goethe-Universität  
Frankfurt am Main



**Isabelle Seibert**

Zahnärztin der Poliklinik für  
Zahnärztliche Prothetik  
Carolinum Zahnärztliches  
Universitäts-Institut gGmbH  
Johann Wolfgang Goethe-Universität  
Frankfurt am Main