



Markus Zaruba



M. Zaruba<sup>a</sup>, A. Mehl<sup>b</sup>

## Chairside systems: a current review

### Chairside-Systeme: eine aktuelle Übersicht

#### Zusammenfassung

Seit Mitte der 1980er-Jahre mit dem Cerec-System das erste Chairside-CAD/CAM-System (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing) etabliert wurde, erlebt diese Technologie – vor allem in jüngster Zeit – eine immer größer werdende Beliebtheit in der Zahnmedizin. Innerhalb der letzten Jahre hat sich das Angebot der Chairside-Systeme deutlich vergrößert. Das liegt vor allem an den immer besseren, handlicheren und schnelleren Intraoralscannern, der ständig benutzerfreundlicher werdenden Design-Software, welche viele Arbeitsschritte automatisiert hat, und an dem mittlerweile sehr großen Materialangebot für den Chairside-Einsatz. Dieser Fortschritt ist für die rasante Indikationserweiterung in den Bereichen der Prothetik, Implantologie und Kieferorthopädie verantwortlich und erlaubt neue Konzepte in der Patientenbehandlung und Planung. Zudem ist die digitale Abformung mittels Intraoralscannern der konventionellen Abformtechnik in manchen Punkten heute bereits überlegen. Zusätzlich führt die Weiterentwicklung der Schleifeinheiten zu qualitativ immer besser passenden Restaurationen.

Durch diese Vielzahl an neuen Möglichkeiten wird es nur eine Frage der Zeit sein, bis die Chairside-Systeme ein selbstverständlicher Bestandteil der zahnärztlichen Tätigkeit werden. Mit dem vorliegenden Beitrag wird eine

#### Abstract

Since Cerec (Chairside Economical Restoration of Esthetic Ceramics) was introduced as the first dental chairside computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM) system in the mid-1980s, this technology has enjoyed growing popularity, particularly in the recent past. There has been a considerable increase in the number of available chairside systems in only the last few years. One of the main reasons for this is that intraoral scanners have become increasingly better, smaller, and faster, while the design software has become more and more user-friendly. Many work steps are now automated, and a very large range of materials is now available for dental chairside applications. These advances have driven the rapid increase in the range of indications for chairside dentistry in the areas of prosthodontics, dental implantology, and orthodontics, and have paved the way for more novel treatment and treatment planning strategies. Another reason is that intraoral scanner-based digital impression techniques are already superior to conventional impression techniques in certain respects. Moreover, the quality of fit of digitally designed dental restorations is constantly improving because of advances in milling machine technology.

Due to the sheer number of new possibilities, it is only a matter of time before chairside systems become a standard

a Dr. med. dent. Markus Zaruba

b Prof. Dr. Dr. med. dent. Albert Mehl

beide: Abteilung für Computergestützte Restaurative Zahnheilkunde, Zentrum für Zahnmedizin, Universität Zürich, Schweiz

component of dental practice. This article reviews the actual advantages and limitations of the chairside workflow, and provides a summary of all the available chairside systems available today.

**Keywords:** *chairside systems, digital impression taking, intraoral scanner, grinding/milling units, review*

## Introduction

Chairside implies the fabrication of dental restorations directly after tooth preparation during a single appointment.<sup>1,2</sup> Purely chairside systems for dentistry have been available for more than 30 years, the first being the Cerec system. This was the only available system for many years, until the second fully chairside system was introduced in 2008 by E4D. Many new intraoral impression systems are now available to dentists due to rapid developments and improvements in the area of intraoral scanner technology, but only a few fully chairside systems for dental applications have been introduced in the last few years. A recent study revealed that only 5% to 15% of dentists use digital impression technologies; most still use conventional impression techniques.<sup>3</sup> Nevertheless, the use of digital impression systems has many advantages. Several studies have demonstrated that their accuracy is sufficient to ensure the success of the clinical process chain.<sup>4-7</sup> Moreover, there are many new processing options for digital datasets, some of which were possible but often extremely time consuming with conventional impression techniques. These include cutting tools and supplementation functions, as well as analysis modes such as wear or recession measurement.<sup>8,9</sup> Many software improvements have accompanied these advances. For example, many work steps are now fully automated and computed in the background, making it possible to produce high-quality restoration proposals for direct milling/grinding in only a few mouse clicks. At this year's International Dental Show (IDS 2017), many manufacturers announced new and improved milling units for chairside dentistry, as well as new dental materials.

It is only a question of time before digital impression technologies replace conventional impression techniques. The real question that dentists should ask themselves today is: "When is it a good time to start using dental impression technology, and to what extent would this make sense for me, my team, and my practice management strategy?"

aktuelle Übersicht über die Vorteile und Einschränkungen des Chairside-Workflows gegeben. Zudem liefert er eine Zusammenfassung sämtlicher heutzutage verfügbarer Chairside-Systeme.

**Schlüsselwörter:** *Chairside-Systeme, digitale Abformung, Intraoralscanner, Schleifeinheiten, Übersicht*

## Einleitung

Mit dem Cerec-System (Dentsply Sirona, Wals, Österreich) gibt es schon seit mehr als 30 Jahren ein reines Chairside-System für die Zahnarztpraxis. Chairside bedeutet dabei die Herstellung von Restaurationen direkt im Anschluss an die Präparation – in einer Sitzung.<sup>1,2</sup> Lange war das Cerec-System das einzig erhältliche, bis 2008 ein zweites reines Chairside-System von der damaligen Firma E4D auf den Markt kam. Durch die rasante Entwicklung und Verbesserung der Technologien auf dem Gebiet der Intraoralscanner sind mittlerweile viele intraorale Abformsysteme im dentalen Bereich erhältlich, jedoch gab es nur wenige reine Chairside-Systeme. Bisher verwenden nur 5 bis 15% der Zahnärzte die Möglichkeit der digitalen Abformung, das bedeutet, ein Großteil formt noch immer konventionell ab.<sup>3</sup> Dabei hat die digitale Abformung viele Vorteile. So konnte in vielen Studien eine ausreichende Genauigkeit für eine erfolgreiche klinische Prozesskette gezeigt werden.<sup>4-7</sup> Ein digitaler Datensatz bietet zusätzlich zahlreiche neue Optionen, welche mit einer konventionellen Abformung zwar auch, aber oftmals nur mit viel Mehraufwand möglich wären. Dazu gehören neben Ausschneide- und Ergänzungsfunktionen auch Analysemöglichkeiten wie Verschleiß- oder Rezessionsmessungen.<sup>8,9</sup> Vieles in der Entwicklung hat sich auch im Softwarebereich getan. So werden viele Arbeitsschritte vollautomatisch und im Hintergrund der Software durchgeführt, sodass mit nur wenigen Klicks sehr gute Restaurationsvorschläge zum direkten Ausschleifen bereitstehen. Zahlreiche Firmen stellten auf der diesjährigen Dentalmesse IDS nicht nur neue Materialien, sondern auch neu entwickelte und verbesserte Schleifeinheiten für den Chairside-Einsatz vor.

Dass die digitale Abformung die konventionelle ablösen wird, ist nur eine Frage der Zeit. Vielmehr stellt sich für den einzelnen Behandler heutzutage die Frage, wann ein Einstieg und in welchem Umfang für ihn selbst, für sein Praxiskonzept und für sein Team sinnvoll ist.

Die vorliegende Übersicht soll bei diesem Entscheidungsprozess eine wertvolle Unterstützung sein und die Vorteile und Einschränkungen der Chairside-Systeme aufzeigen. Zudem beinhaltet der Beitrag eine Zusammenfassung sämtlicher heutzutage relevanter reiner Chairside-Systeme auf Basis der diesjährigen IDS, auf der vor allem der digitale Chairside-Workflow ein Hauptthema war.

## Vorteile des Chairside-Workflows

Im Vergleich zum konventionellen beziehungsweise traditionellen Workflow zur Herstellung einer Restauration bieten die heutigen Chairside-Systeme deutliche Vorteile, welche nachfolgend beschrieben werden.

*Abformung und Darstellung in Echtzeit:* Direkt im Anschluss an einen Intraoralscan kann eine sofortige Analyse der Qualität der Abformung und der Präparation anhand des berechneten digitalen Modells erfolgen. Bei der konventionellen Abformung sind Fehler meist erst auf dem Gipsmodell beurteilbar und dann nicht mehr rückgängig zu machen.

*Leichte Wiederholbarkeit:* Ein fehlerhaftes Modell kann mittels der digitalen Abformung direkt an einem Abschnitt nachgescannt oder einfach komplett neu eingescannt werden. Dies ist in Echtzeit möglich und ein erneutes Anpassen eines Abformlöffels sowie das Anmischen und Abbinden der Abformmasse entfällt.

*Selektive Wiederholbarkeit:* Ein Scan kann im Gegensatz zu einer konventionellen Abformung selektiv – nur auf das fehlerbehaftete Areal begrenzt – wiederholt werden (beispielsweise bei einer Blutung am Präparationsrand). Hierzu schneidet man den betroffenen Bereich einfach digital aus und scannt diesen erneut.

*Möglichkeit von Prescans:* Schon in der Planungssitzung können Ganzkieferscans angefertigt werden. Die präparierten Zähne können vom Prescan ausgeschnitten und die Präparation nachgescannt werden.

*Entfallen von Abformdesinfektion und Abformlöffelsäuberung:* Intraoralscanner sind leicht zu desinfizieren. Manche Systeme haben Einmalaufsätze, andere verwenden autoklavierbare Scanspitzen oder Einwegfolien. Eine zeitaufwendige Abformlöffelsäuberung und -desinfektion entfällt.

This review article is intended to provide valuable information to support this decision-making process, and to describe the advantages and limitations of chairside dental computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM) systems. It also provides a short description of all currently available, fully chairside dental CAD/CAM systems presented at the IDS, a principal theme of which was the digital chairside workflow.

## Advantages of the chairside workflow

Modern chairside systems offer significant advantages over conventional or traditional workflows for dental restorations, as described below:

*Real-time scanning and visualization of impressions:* The quality of optical impressions and tooth preparations can be analyzed immediately after intraoral scanning based on the computed digital model. In most cases, errors in conventional impressions can only be detected on the plaster cast and cannot be reversed at that stage.

*Easy repeatability:* If a digital model contains errors, a digital impression of the defective section can be recaptured directly, or the entire intraoral scanning process can easily be repeated. This can be done in real time and does not require any readjustment of an impression tray or mixing and setting of impression material.

*Selective repeatability:* In contrast to conventional impression methods, intraoral scanning can be selectively repeated in the area where the error occurred (eg, due to bleeding at the preparation margin). This is easily accomplished by digitally cutting out and rescanning the area in question.

*Pre-scan option:* Preliminary full-arch scans can be acquired in the planning stage. The teeth to be prepared can be cut out of the pre-scan and rescanned after preparation.

*No impression tray to clean and disinfect:* Intraoral scanners are easy to disinfect. Some have disposable tips, while others use autoclavable scanning tips or single-use disposable sleeves. This eliminates the time-consuming task of cleaning and disinfecting an impression tray.

*Preparation and restoration analysis options:* Important preparation and restoration parameters such as the insertion axis, undercuts or the distance to the antagonist (minimum layer thickness) can be checked directly on the digital model.

*No cast wear and tear:* Unlike plaster casts, digital models are not subject to wear and tear (during occlusal analysis, etc) and are continuously available for repeated processing in unchanged quality.

*Rapid communication and availability:* Digital models can be sent to a dental laboratory or milling center via the internet within seconds. The dataset can also be sent via a cloud service. This minimizes the loss of time and eliminates transport and delivery fees.

*Archivability:* Digital impression datasets can be archived much more easily and efficiently than conventional casts. No room is needed for cast storage. Patient files can be quickly and easily located and opened using the search function.

*Material savings:* No impression material is needed for digital impressions. This offers advantages in terms of sustainability, resource conservation, and storage.

*Chairside treatment:* Apart from saving time, single-visit chairside treatment offers many advantages. For example, it enables immediate sealing of the dentin wound from bacteria and adhesive stabilization of the remaining tooth structure, and ensures that the adhesive bond is not compromised by temporary cement.

*Patient satisfaction:* Chairside CAD/CAM dentistry dispenses with the need for temporization, a second appointment, and additional anesthetics. Many patients appreciate the fact that they receive treatment and the final restoration on the same day. This saves the patient a lot of time, travel, and waiting.

*No temporary restoration:* The time-consuming fabrication of a temporary restoration is not required in chairside treatment. Hence, there is no temporary restoration that could be lost. Also, cusp fractures are avoided and the tilting of adjacent teeth or antagonists cannot occur.

*Analyseoptionen der Präparation und Restauration:* Wichtige Präparations- und Restaurationsparameter können direkt am digitalen Modell kontrolliert werden, wie zum Beispiel die Einschubachse, Unterschnitte oder der Abstand zum Antagonisten (Mindestschichtstärke).

*Kein Modellverschleiß:* Digitale Modelle unterliegen im Gegensatz zu Gipsmodellen keinem Modellverschleiß (beispielsweise bei der Okklusionskontrolle) und können jederzeit in gleicher Qualität wieder bearbeitet werden.

*Schnelle Kommunikation und Verfügbarkeit:* In Sekundenschnelle können digitale Modelle über das Internet an Labore oder Fräszentren versendet werden. Eine weitere Möglichkeit, den Datensatz weiterzuleiten, bieten Cloud-Dienste. Der Zeitverlust ist dadurch minimal und Transport- bzw. Kurierkosten entfallen.

*Archivierbarkeit:* Die Datensätze der digitalen Abformungen können im Vergleich zu konventionellen Modellen viel einfacher und effizienter archiviert werden. Ein Modelllager ist nicht notwendig. Die Patientendatei kann schnell und einfach gesucht und geöffnet werden.

*Materialersparnis:* Eine digitale Abformung benötigt keine Abformmasse. Dies ist unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung sowie Lagerung ein Vorteil.

*Chairside-Behandlung:* Die Behandlung in einer Sitzung bietet neben der Zeitersparnis zahlreiche weitere Vorteile, wie beispielsweise die sofortige bakteriendichte Versiegelung der Dentinwunde und die adhäsive Stabilisierung der Restzahnhartsubstanz. Zudem wird der adhäsive Haftverbund nicht durch einen provisorischen Zement beeinträchtigt.

*Patientenzufriedenheit:* Viele Patienten schätzen es sehr, innerhalb nur eines Termins die fertige Restauration eingesetzt zu bekommen, da eine Provisorienphase und ein zweiter Termin sowie eine weitere Anästhesie entfallen. Für den Patienten stellt dies eine Zeitersparnis dar, da eine Anfahrt oder Wartezeiten entfallen.

*Kein Provisorium:* Die zeitaufwendige Anfertigung eines Provisoriums ist bei einer Chairside-Behandlung nicht notwendig. Ein Verlust des Provisoriums kann nicht vorkommen, Höckerfrakturen werden vermieden und ein Kippen der Nachbarzähne oder der Antagonisten ist ausgeschlossen.



*Virtuelle Verlaufskontrolle und Aufklärung:* Im Gegensatz zu konventionellen Modellen können mit digitalen Modellen zahlreiche intraorale Analysen von Veränderungen, wie beispielsweise Zahnwanderungen, Zahnkippen, Zahnrotationen, Rezessionen und Abrasionen sichtbar gemacht werden. Hierzu genügt ein 3-D-Vergleich eines Anfangsbefundes mit den nachfolgenden intraoralen Aufnahmen mithilfe eines Softwaretools (beispielsweise OraCheck, Cyfex, Zürich, Schweiz).

*Echtfarbdarstellung:* Da bestimmte intraorale Scansysteme mittlerweile Echtfarbmodelle erzeugen, können Bereiche wie Zahnstrukturen und Gingivatextur besser erfasst werden. Somit kann man beispielsweise farbliche Gingiva- und Zahnveränderungen analysieren, was auf einem Gipsmodell nicht möglich ist. Auch selektive Zahnfarbenmessungen können bei manchen Systemen durchgeführt werden.

*Möglichkeit der Implantatbehandlungsplanung:* Ein digitaler Datensatz kann mit anderen Datensätzen verknüpft werden, beispielsweise mit einem Gesichtsscan oder mit dreidimensionalen Röntgenaufnahmen (CT oder DVT). Dies ermöglicht eine zusätzliche, erweiterte und vor allem umfangreiche Diagnose- und Planungsmöglichkeit beispielsweise für die „Guided Surgery“ oder ein „Smile Design“.

*Wirtschaftlichkeit:* Da die Fertigung in der eigenen Praxis oder im eigenen Praxislabor stattfindet, bleibt auch die Wertschöpfung in der eigenen Praxis.

## Einschränkungen der Chairside-Systeme

Trotz der zahlreichen Vorteile, die sich durch einen Einsatz von Chairside-Systemen vor allem bei der digitalen Abformung ergeben, sind aktuell noch einige Einschränkungen durch das intraorale Scannen mit anschließender Erzeugung von Restaurationen verbunden:

*Lernkurve:* Eine optische Abformung ist am Anfang nicht einfach durchzuführen, da gewisse Scanpfade eingehalten werden sollten. Die optische Abformung muss entsprechend erlernt werden. Sogenannte „Guided scanning“-Verfahren, bei denen der Anwender Schritt für Schritt während des Scans instruiert wird, wie der Intraoralscanner über den Zahnbogen zu führen ist, erleichtern jedoch die Durchführung und sind in einigen Systemen bereits integriert.

*Digital follow-up and analysis:* In contrast to conventional casts, digital models make it possible to perform numerous intraoral analyses for the identification of changes such as tooth migration, tipping, rotation or abrasion, and gingival recession. Three-dimensional (3D) comparison of the respective baseline findings with intraoral follow-up scans made using a suitable software tool (eg, OraCheck; Cyfex, Zurich, Switzerland) is sufficient for this purpose.

*True-color display:* Some intraoral scanning systems now generate true-color models, allowing for improved visualization of characteristics of tooth structure and gingival texture, etc. The system can then analyze the gums and teeth for color differences, which is not possible with plaster casts. Selective tooth shade measurement is also possible with some systems.

*Implant treatment planning capability:* Digital datasets can be merged with other datasets, such as those from facial scanning or 3D radiography (conventional, or cone beam computed tomography [CBCT]). This allows the user to perform additional, extended, and, above all, more comprehensive diagnostic and treatment-planning studies as needed for guided surgery or smile design, etc.

*Cost effectiveness:* Since the restorations are produced in the dental practice or the in-house dental laboratory, the added value remains in the owner's own practice.

## Limitations of chairside systems

Although the use of chairside systems offers numerous advantages, especially in the case of digital impressions, there are some limitations associated with intraoral scanning followed by the fabrication of dental restorations, as described below:

*Learning curve:* Until the user learns the specific scanning paths that must be observed, it is difficult to acquire good optical impressions. Optical impression scanning techniques are therefore subject to a learning curve. However, so-called guided scanning software programs that give the user step-by-step instructions on how to guide the intraoral scanner across the arch during the scanning process facilitate the procedure and are already integrated into some systems.

*Dry working field:* The basic rule for all optical intraoral scanning systems is: The camera can see and capture everything you can see with your own eyes, regardless of whether these areas are located subgingivally or not. Therefore, the preparation margins must be readily visible and free of saliva, sulcus fluid, and blood, as the presence of these liquids results in errors due to differences in light refraction in a liquid medium.

*Implant impressions:* An implant-specific scan body is needed for the precise determination of implant position with digital impressions acquired using intraoral scanners. The scan body must be compatible with the specific implant system and CAD/CAM software used. However, more and more chairside systems have started to offer compatible solutions for a large number of implant systems in recent years.

*Static and dynamic occlusion:* Some intraoral scanning systems do not allow for later adjustment of bite position. When extensive restorations are to be fabricated, these systems reach the limits of their capacity as soon as the former support zones are lost. Many systems do not have the capability to simulate dynamic occlusion. However, more and more design software packages have an integrated digital mean value or even fully adjustable articulator. Some allow for the use of individual articulation parameters and for the digital adjustment of bite position by means of a support pin.

*Scan fees and closed systems:* Only those dental chairside systems with certified, manufacturer-approved, official chairside workflows that normally are not subject to scan fees are included in this review. However, it should be borne in mind that additional costs may still be incurred for software upgrades or annual fees for software use. On the other hand, some manufacturers charge scan fees for each digital scan captured on purely intraoral scanners. In many cases, the scan data is first sent in an encrypted format to a cloud storage system owned by the cloud storage company, which constitutes a closed system. Therefore, open export of the STL data for further processing with the desired CAD software is only possible after exporting the file from this platform, if at all possible. However, manufacturers are increasingly starting to offer open systems, ie, intraoral scanners that allow direct STL data export.

*Cost:* Since a dental chairside system is a substantial financial investment, dentists should thoroughly consider the

*Trockenlegung:* Die Grundregel bei allen optischen Intraoral-scannern lautet: „Alles, was man mit dem eigenen Auge sehen kann, kann auch die Kamera sehen und erfassen, egal ob diese Bereiche subgingival liegen“. Die Präparationsränder müssen jedoch gut sichtbar sowie frei von Speichel, Sulcusfluid oder Blut sein, da eine unterschiedliche Lichtbrechung im flüssigen Medium zu Ungenauigkeiten führt.

*Implantatabformung:* Für die exakte Bestimmung der Implantatposition ist bei einer digitalen Abformung mit Intraoral-scannern ein zusätzlicher implantatspezifischer Scankörper erforderlich. Dieser Scankörper muss für das entsprechende Implantatsystem erhältlich und zudem mit der verwendeten CAD-Software kompatibel sein. In letzter Zeit bieten jedoch immer mehr Chairside-Systeme für eine große Anzahl an Implantatsystemen entsprechende kompatible Lösungen an.

*Statische und dynamische Okklusion:* Bei einigen intraoralen Scansystemen ist die nachträgliche Änderung der Bisslage nicht möglich. Sobald die Stützzonen aufgelöst werden, kommt man bei umfangreichen Restaurationen an die Grenze des Machbaren. Viele Systeme bieten zudem keine Simulation der dynamischen Okklusion an. Es gibt jedoch immer mehr Design Softwares, die einen mittelwertigen bis hin zu einem volljustierbaren virtuellen Artikulator integriert haben. Teilweise ist eine Einbettung von individuellen Artikulationsparametern möglich, sowie die digitale Veränderung der Bisslage mittels Stützstift.

*Scangebühren und geschlossene Systeme:* In dieser Übersicht wurden nur Chairside-Systeme mit zertifizierten und seitens der Firmen offiziellen Chairside-Workflows berücksichtigt, in denen normalerweise keine Scangebühren anfallen. Es können jedoch für Softwareupgrades oder für deren jährliche Nutzung zusätzliche Kosten anfallen. Darauf sollte gut geachtet werden! Anders sieht es bei den reinen Intraoral-scannern aus, bei denen – je nach Hersteller – Scangebühren anfallen können, also Gebühren pro durchgeführten Scan. Oftmals werden die Scandaten zunächst an firmeneigene „Clouds“ in einem verschlüsselten Dateiformat versendet, das System ist also geschlossen. Ein offener STL-Datenexport zur entsprechenden Weiterverarbeitung in einem beliebigen CAD-Programm ist oftmals, wenn überhaupt, erst nach einem Datelexport aus dieser Plattform möglich. In letzter Zeit bieten jedoch immer mehr Hersteller sogenannte offene Systeme an, also Intraoral-scanner, die einen direkten STL-Datenexport erlauben.

*Preis:* Chairside-Systeme sind derzeit in der Anschaffung noch kostenintensiv. Da es sich um eine hohe Investition handelt, muss vorab gut überlegt werden, für welche Indikationen ein Chairside-System in die Praxis integriert werden soll. Je häufiger das System für verschiedenste Indikationen genutzt wird, desto mehr lohnt es sich. Dies muss von Praxis zu Praxis entschieden werden. Ein Preis wurde hier in der Übersicht für die Systeme nicht angegeben, da es je nach Konfiguration und Land Unterschiede gibt.

*Scanstrategie:* Neben den unterschiedlichen technischen Funktionsweisen der Scanner muss hervorgehoben werden, dass das Scanergebnis zum derzeitigen Stand maßgeblich von einer sachgerechten Scanstrategie abhängig ist. Untersuchungen zeigen den Einfluss der Scanstrategie auf die Genauigkeit der Datenerfassung. Unter Scanpfad versteht man, dass der Intraoralscanner in einem bestimmten Bewegungsmuster über die Oberfläche bewegt werden muss, um ein möglichst genaues virtuelles Modell zu erhalten. Gerade bei der Erfassung von großen Arealen wie Quadranten- und Ganzkieferaufnahmen ist dies wichtig. Oftmals gestaltet sich die Aufnahme von strukturlosen und/oder steil abfallenden Arealen wie der Unterkieferfront als schwierig. Dies erfordert wiederum – abhängig vom System – spezielle Strategien. Daher ist es wichtig, neben den technischen Spezifikationen die infrage kommenden Scanner stets selbst auszuprobieren.

*CAM – Art der Materialverarbeitung:* Die Berücksichtigung von Faktoren wie Instrumenten-Durchmesser, -Körnung und -Geometrie ist wichtig für eine gut passende Restauration. Feine Instrumente können Details und Ränder genauer ausschleifen! Für Glaskeramiken ist ein Nassschleifen und für Zirkon ein Trockenfräsen von Vorteil. Bei 5-Achs-Schleifeinheiten können zudem Unterschnitte ausgeschliffen werden, was bei einer 4-Achs-Schleifeinheit nicht geht.

## Übersicht Chairside-Systeme

In Tabelle 1 (ab Seite 137) sind die aktuell auf dem Markt verfügbaren Chairside-Systeme zusammengefasst. Es wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben, die Auflistung der Chairside-Systeme erfolgt primär in alphabetischer Reihenfolge der Herstellernamen. Im Anschluss sind die validierten und offiziellen Kooperationen von Firmen auf-

indications for which such a system would be used in their dental practice before purchasing the equipment. The wider the range of indications and more frequent the opportunities for using the chairside system, the more worthwhile the investment in this equipment would be. The deciding factors would vary from one practice to another. Costs are not mentioned in this review because the prices of dental chairside systems differ by system configuration and country.

*Scanning strategy:* The quality of the results of intraoral scanning is dependent not only on the range of different technical features offered by an intraoral scanner, but also on the use of an appropriate scanning strategy. Studies have shown that the scanning strategy influences the accuracy of intraoral data acquisition. The scan path is defined as the specific movement pattern through which an intraoral scanner must be guided in order to produce a digital model with the greatest accuracy possible. This is particularly important when scanning a large area, such as a quadrant or a full arch. Unstructured and/or steeply sloping areas, such as the mandibular anterior region, are often difficult to scan properly and require the use of a system-specific scanning strategy. For this reason, it is important that users always personally test the scanner in question and read the technical specifications.

*CAM – the art of material processing:* Instrument diameter, grain size, and geometry are important factors for fabricating dental restorations with a good quality of fit. The use of fine instruments increases accuracy when machining restoration margins and fine detail. Wet grinding is generally better for glass ceramic restorations, while dry grinding is advantageous for zirconia restorations. Unlike 4-axis milling machines, 5-axis milling machines can handle undercuts.

## Overview of chairside systems

Table 1 (page 136) summarizes the chairside systems that are currently on the market, while making no claim to completeness. The list of these systems is arranged in alphabetical order by manufacturer. This is followed by a list of validated and official collaborations between manufacturers with established chairside workflows. The currently available configurations and camera sizes for each chairside system are also indicated. Features such as powder-free or powder-based scanning, true-color display, scanning mode, and scanning principle are listed for each intraoral scanner system. The file

formats used for scan data export, and the CAD/CAM software types used for the chairside workflow are also specified. All chairside systems need a milling machine or CAM unit in order to fabricate the designed restoration. The size, weight, and number of axes and spindles, as well as their rotational speed, is specified for each grinding/milling machine. Also indicated are the types of materials that can be milled (usually supplied in blocks), their maximum lengths, and whether wet or dry grinding is performed. Although the manufacturer-specified milling time for a crown is given, this time can vary greatly depending on the type of material, the size of the restoration, and the degree of instrument wear. Logistic factors important for in-office integration, including the availability of a water and compressed air supply for the CAM unit, should also be considered.

### **CS 3500, CS 3600 & CS 3000 (Carestream Dental, Rochester, NY, USA)**

Carestream Dental launched its new CS 3600 intraoral scanner at the IDS. As with the CS 3500 intraoral scanner, the CS 3600 can be used together with the CS 3000 milling machine to complete a CAD/CAM chairside workflow. Both intraoral scanners use triangulation technology for optical imaging. The CS 3500 captures still images, and the CS 3600 captures video sequences. Both feature powder-free scanning and true-color display. The CS 3600 is the faster of the two scanners. Both scanners come in two versions that can either be connected to a laptop via USB, or integrated into the treatment unit. CAD/CAM workflows can be completed using the company's proprietary CS Restore software or CS Connect cloud platform. This enables a laboratory based workflow or STL data export for completion of the chairside workflow. The CS 3000 milling machine uses a 4-axis motor to produce single-unit restorations from zirconia, glass ceramic or hybrid ceramic material, as well as from polymethyl methacrylate (PMMA) or composite material. The average time required to wet grind a single-unit crown is approximately 15 minutes. The milling machine has an integrated water and compressed air supply.

### **DWIO & DWLM (Dental Wings, Montreal, Canada)**

The Canadian manufacturer Dental Wings presented its chairside system at the IDS, which consists of the Dental Wings IntraOral (DWIO) scanner in combination with the DW Lasermill (DWLM) milling machine. The intraoral scan-

gelistet, welche einen etablierten Chairside-Workflow haben. Zu jedem Chairside-System finden sich in der Tabelle zunächst eine Angabe der derzeit erhältlichen Konfigurationen und eine zur Größe der Kamera. Neben der Notwendigkeit der Bepuderung der zu scannenden Oberfläche wird bei jedem intraoralen Scansystem auf die eventuelle Möglichkeit der Farbdarstellung sowie auf den Aufnahmemodus und das Aufnahmeprinzip eingegangen. Zudem wird angegeben, in welchem Format die Scandaten exportiert werden können und mit welcher Software der CAD- sowie CAM-Prozess für den Chairside-Workflow erfolgt. Für jedes Chairside-System ist eine Schleifbeziehungsweise CAM-Einheit notwendig, um die konstruierte Restauration zu fertigen. Neben der Größe und dem Gewicht der Schleifeinheiten werden auch die Achsen sowie die Spindeln mit deren Drehzahl angegeben. Die Möglichkeiten, welche Materialien (meist in Blockform) bis zu welcher Länge und ob deren Bearbeitung nass oder trocken erfolgt, werden ebenfalls aufgezeigt. Die Schleifzeit, die laut Hersteller für eine Krone benötigt wird, ist auch angegeben, jedoch kann diese je nach Material und Größe der Restauration sowie Abnutzung der Instrumente stark variieren. Ein für die eigene Praxis wichtiger logistischer Faktor wie die Integration von Wasser und Druckluft in die CAM-Einheit ist ebenfalls berücksichtigt.

### **CS 3500, CS 3600, CS 3000 (Carestream Dental, Rochester, NY, USA)**

Die Firma Carestream Dental hat auf der IDS mit dem CS 3600 einen neuen Intraoralscanner auf den Markt gebracht, welcher zusammen mit dem CS 3500 Intraoralscanner und der CS 3000 Schleifmaschine den Chairside-Workflow ermöglicht. Beide Intraoralscanner nutzen das optische Verfahren der Triangulation. Der CS 3500 erzeugt Einzelbilder und der CS 3600 eine Videosequenz. Beide Scanner arbeiten puderfrei und in Farbe. Der CS 3600 ist der schnellere Scanner von beiden. Neben einer USB-Version ist eine Integration des Scanners in die Behandlungseinheit möglich. Der CAD/CAM-Workflow verläuft über die eigene Software CS Restore oder kann über die firmeneigene Cloud-Plattform CS Connect erfolgen. Hieraus sind neben dem STL-Datenexport der erwähnte Chairside-Workflow und ein entsprechender Labside-Workflow möglich. Für das Ausschleifen steht eine 4-Achs-Schleifeinheit zur Verfügung, welche Einzelzahnrestorationen aus Zirkoniumdi-



oxid, Glaskeramik, PMMA, Komposit und Hybridkeramik bearbeiten kann. Das Ausschleifen erfolgt nur nass und benötigt etwa 15 min für eine Einzelkrone. Wasser und Luftdruck sind in der Schleifeinheit integriert.

### **DWIO, DWLM (Dental Wings, Montreal, Kanada)**

Die kanadische Firma Dental Wings stellte auf der IDS mit dem „DWIO“ (Dental Wings IntraOral) zusammen mit dem DW Lasermill erstmals ein eigenes Chairside-System vor. Der Intraoralscanner verwendet dabei als Aufnahmeprinzip das sogenannte „Multiscan Imaging“, eine Weiterentwicklung des Triangulationsprinzips. Durch die unterschiedliche räumliche Anordnung von zehn Kameras und fünf zugehörigen Projektoren ist es möglich, die durch das System auf die Zahnoberfläche projizierten schwarzen Punkte aus verschiedenen Perspektiven aufzunehmen. Auf der IDS wurde eine puderfreie, jedoch farblose Version angekündigt. Der sehr kleine und leichte Scanner ist als Cart mit Touchscreen oder als tragbare Tablet-Version erhältlich. Als Besonderheit ist die Steuerung mittels „Motion Capturing“ zu nennen, dies bedeutet eine Bedienung von Softwareelementen am Monitor ausschließlich über berührungslose Gestensteuerung. Der digitale Workflow erfolgt über eine eigene Chairside-Software „DWOS Chairside“ oder über einen Cloud-basierten Datenversand „DWOS Connect“. Hieraus ist der Export im offenen STL-Format möglich. Mittels der DWOS Chairside-Software kann auch die CAM-Einheit angesteuert werden. Die DW Lasermill verwendet die Technologie der Laserablation, um Einzelrestorationen aus Glaskeramik, PMMA, Komposit und Hybridkeramik unter Verwendung von sechs unabhängigen Achsen mittels Laserimpulsen anzufertigen. Die Bearbeitung erfolgt trocken und erfordert deshalb keinen Druckluft- oder Wasseranschluss. Lediglich ein Stromanschluss ist in nötig.

### **Cerec Omnicam, Cerec MC, -X,-XL (Dentsply Sirona, Wals, Österreich)**

Die Firma Dentsply Sirona erweiterte ihr Intraoralscanner-Portfolio mit der Cerec Omnicam AI (Acquisition Integration), die erstmals auf der IDS vorgestellt wurde. Diese ist neben der flexiblen Tischvariante AF (Acquisition Flex) in die Behandlungseinheit integriert. Die Aufnahmeeinheit Apollo DI sowie die Cerec Bluecam sind nicht mehr im Portfolio erhältlich. Die Intraoralscanner arbeiten puderfrei nach dem Prinzip der optischen Triangulation, wobei zusätzlich

ner operates using the company's proprietary Multiscan Imaging technology, a further development of the triangulation principle. By the differential spatial alignment of 10 cameras, the system is able to record black points projected by five projectors onto the tooth surfaces from multiple perspectives. The version announced at the IDS features powder-free scanning, but does not offer true-color display. The small and lightweight scanner is supplied as an intraoral scanner cart with a touchscreen. Also available is a portable tablet version. It also features special gesture recognition technology for completely touch-free operation of the system by means of "motion capturing." The user can complete the digital workflow by directly using the DWOS Chairside software, or by sending the data via the cloud using the DWOS Connect platform. Open export of STL file format is thus possible. The DWOS Chairside software can also be used to operate the CAM unit. DWLM uses laser ablation technology to fabricate single-unit restorations made of glass ceramic, PMMA, composite, and hybrid ceramic materials. The milling unit operates using laser pulses along six independent axes. Since it only performs dry milling, the unit does not need a compressed air or water supply – a standard electrical supply is all that is needed.

### **Cerec Omnicam & Cerec MC, X, and XL (Dentsply Sirona, York, PA, USA)**

Dentsply Sirona has expanded its intraoral scanner product line to include a Cerec Omnicam version called Cerec AI (Acquisition Integration), which was launched at the IDS. It and the Cerec AF (Acquisition Flex) flexible table unit are integrated into the treatment center. The Apollo DI digital impression system and the Cerec Bluecam are no longer included in the product portfolio. The intraoral scanners feature powder-free scanning and full-color display based on the optical triangulation principle. The Cerec SW 4.X or Cerec Premium software is used to accomplish the chairside workflow. The Cerec SW 4.5 software presented at the IDS can be used to calibrate the Omnicam. This allows the system to analyze a scan via its "Shade Detection" function, and select the appropriate tooth color from a specific shade guide (eg, Vita Classic). A "Guided Scanning" function for full-arch scanning will be integrated into the software in the third quarter of this year. Direct export of STL model data is another new feature. The Cerec MC, X, and XL 4-axis milling units are controlled directly via the chairside software. Depending on the configuration, blocks in lengths of up to 20 mm (MC), 40 mm (MCX), or 85 mm (MCXL) can be wet or dry milled.

Water and compressed air are integrated into the milling units, which can mill out crowns made of zirconia, glass ceramic, PMMA, composite, or hybrid ceramic materials within 10 minutes. The MCXL can also process cobalt chrome (CoCr) blocks.

### **myCrown Scan & myCrown Mill (Fona Dental, Bratislava, Slovakia)**

Dentsply Sirona produces and markets dental products for specific regions on the world market under the Fona brand. This year, Fona presented its own chairside system at the IDS for the first time. The system's small and easily manageable intraoral camera comes with a cart. Tooth surfaces must be lightly powdered before scanning. Digital models are created using video sequences based on stereophotogrammetry. After light powdering, the color of the surfaces showing through the thin layer of powder can also be captured. Chairside restorations are designed with the help of the myCrown Design software. The user can send design proposals directly to the Fona myCrown Mill 4-axis milling unit, which can wet mill restorations out of blocks of up to 40 mm in length within 12 minutes. A water tank and compressed air supply are integrated into the compact milling unit. Zirconia, glass ceramic, PMMA, and composite materials can be processed.

### **PlanScan, Emerald & PlanMill (Planmeca, Helsinki, Finland)**

Finnish manufacturer Planmeca presented its Emerald camera at the IDS as a new development, in addition to its previous PlanScan intraoral scanner. Planmeca has a fully established chairside workflow, consisting of the PlanScan intraoral scanner, in combination with the PlanMill 40 S or the smaller PlanMill 30 S milling unit. The PlanScan intraoral scanner is a further improvement on the E4D system, which was formerly marketed only in the USA, whereas the Planmeca Emerald is a completely new lightweight intraoral scanner. Both feature powder-free scanning and true-color display based on surface triangulation technology. The scanners capture video sequences. Planmeca Emerald should be available in the third quarter of 2017. It is significantly smaller, faster, and lighter than the Planmeca PlanScan. Both intraoral scanners are available in two versions that are either integrated into the Planmeca dental unit or can be connected to a laptop via USB. Planmeca PlanCAD Easy CAD software is used to program the chairside work-

eine Echtfarbeninformation möglich ist. Der Chairside Workflow erfolgt über die Cerec Software SW 4.X oder Cerec Premium. Mit der zur IDS vorgestellten Software 4.5 kann die Omnicam auf verschiedene Farbränge kalibriert werden (z. B. Vita Classic), was eine Farbbestimmung „Shade Detection“ direkt mit dem Scan ermöglicht. Im dritten Quartal soll eine „Guided Scanning“-Option für Ganzkieferscans in die Software integriert werden. Neu ist auch der direkte STL-Export der Modellaufnahmen. Die Ansteuerung der 4-Achs-Schleifeinheiten Cerec MC/X/XL erfolgt direkt innerhalb der Chairside-Software. Je nach Konfiguration können bis zu 20 mm – MC, 40 mm – MCX oder 85 mm – MCXL lange Blöcke nass oder trocken ausgeschliffen oder gefräst werden. Wasser und Druckluft sind im Gerät integriert und es können binnen zehn Minuten Kronen aus Zirkoniumdioxid, Glaskeramik, PMMA, Komposit oder Hybridkeramik ausgeschliffen werden. Die MCXL kann zusätzlich Blöcke aus CoCr bearbeiten.

### **myCrown Scan, myCrown Mill (Fona Dental, Bratislava, Slowakei)**

Unter dem Markennamen Fona produziert und vermarktet Dentsply Sirona zahnmedizinische Produkte für spezielle Regionen auf dem Weltmarkt. Fona stellte zur IDS erstmals ein eigenes Chairside-System vor. Die kleine und handliche Kamera ist als Cart-Version erhältlich und benötigt eine leichte Puderung der Zahnoberflächen. Mittels einer Videosequenz und Stereofotogrammetrie wird ein digitales Modell erstellt. Bei leichter Puderung kann dabei die Farbe der Oberflächen, die durch die dünne Schicht durchschimmert, ebenfalls annäherungsweise mit erfasst werden. Mithilfe der Chairside-Software „myCrown Design“ wird die Restauration designed und kann direkt an die 4-Achs-Schleifeinheit von Fona „myCrown Mill“ gesendet werden. Es können bis zu 40 mm lange Blöcke nass und in zwölf Minuten ausgeschliffen werden. Wassertank und Druckluft sind in der kompakten Schleifeinheit integriert. Als Materialien können Zirkoniumdioxid, Glaskeramik, PMMA und Komposit ausgeschliffen werden.

### **PlanScan®, Emerald™, PlanMill® (Planmeca, Helsinki, Finnland)**

Der finnische Hersteller Planmeca zeigte mit der „Emerald™“ Kamera auf der IDS eine Neuentwicklung neben dem bisherigen PlanScan® Intraoralscanner. Zusammen mit

der PlanMill® 40 S und der kleineren 30 S Schleifeinheit besitzt Planmeca einen voll etablierten Chairside-Workflow. Der PlanScan® Intraoralscanner ist eine Weiterentwicklung des früher ausschließlich in den USA vertriebenen E4D-Systems und die „Emerald™“ eine Neuentwicklung. Beide Kameras sind puderfrei und erfassen in Echtfarben mittels Triangulation die Oberfläche. Die Aufnahmen erfolgen in einer Videosequenz. Die Emerald™ Kamera soll ab dem dritten Quartal 2017 erhältlich sein und ist deutlich kleiner, schneller und handlicher als die PlanScan®. Beide Kameras sind als Laptop-USB-Variante oder integriert in die Behandlungseinheit erhältlich. Für den Chairside-Workflow steht die CAD-Software PlanCAD® Easy zur Verfügung. Über die Planmeca Romexis-Cloud ist auch ein Export als offenes STL-Format möglich. Mit der Chairside-Software können beide der neu vorgestellten Schleifmaschinen PlanMill® 40 S/PlanMill® 30 S angesteuert werden. Beide Schleifeinheiten haben vier Achsen und einen eigenen Werkzeugwechsler. In der 30 S können Blöcke bis 85 mm und in der 40S bis 40 mm eingespannt werden. Die Schleifzeit für Glaskeramik, PMMA, Komposit oder Hybridkeramik beträgt 16 bis 18 Minuten für die 30 S und 8 bis 10 Minuten für die 40 S. Ein Wassertank ist integriert, jedoch erfolgt die Druckluftzufuhr von extern.

### **Intrascan, Inhouse5x wet & dry (Zfx™, Dachau)**

Die Firma Zfx™ bietet neben dem schon bekannten Intraoralscanner „Intrascan“ eine eigene kompaktere 220 kg schwere 5-Achs-Schleifmaschine an. Der 600 g wiegende Scanner „Intrascan“ arbeitet puderfrei und erfasst die Zahnoberfläche mittels konfokaler Mikroskopie in einer Videosequenz. Der Intrascan ist ausschließlich als Laptop-USB-Variante erhältlich. Der digitale Workflow erfolgt per direktem STL-Export via Zfx™ Dental-Net (Cloud) und das Design mit der Zfx™ CAD-Software, welche 5-Achs-Frässtrategien softwareseitig implementiert hat. Mittels der CAM-Software hyperDENT® kann die „Inhouse5x wet & dry“ Schleifeinheit, welche eine 5-Achs-Simultanbearbeitung erlaubt, angesteuert werden. Ronden sowie Blöcke in einem Blockhalter mit bis zu 15 Einheiten können nass oder trocken bearbeitet werden. Als Materialien stehen dabei Zirkoniumdioxid, PMMA, Glaskeramik, Wachs, CoCr und Titan zur Verfügung. Ein 28-facher Werkzeugwechsler sowie eine integrierte Kamera ermöglichen das Arbeiten auch von zu Hause. In einem separaten Unterbau können Wasser und Druckluftzufuhr geregelt werden.

flow. The Planmeca Romexis cloud system enables open export of STL data. The chairside software can be used to control the new Planmeca PlanMill 40 S and 30 S milling units. Both have a 4-axis motor and an integrated tool changer. The 30 S can handle blocks of up to 85 mm in length, and the 40 S can handle blocks of up to 40 mm. The milling time for glass ceramic, PMMA, composite, or hybrid ceramic material is 16 to 18 minutes per restoration for the 30 S, and 8 to 10 minutes for the 40 S. Both have an integrated water tank, but require an external compressed air supply.

### **IntraScan & Inhouse5x wet & dry (Zfx, Dachau, Germany)**

In addition to its well-known IntraScan intraoral scanner, Zfx also provides a compact 5-axis milling machine that weights 220 kg. The lightweight (600 g) IntraScan intraoral scanner features powder-free scanning and captures the tooth surfaces in video sequences by means of confocal microscopy. IntraScan is only available as a laptop-to-USB system. The digital workflow is accomplished via direct STL export using the Zfx Dental-Net online platform (cloud) and the Zfx CAD design software, which has 5-axis milling strategies integrated into the software. Zfx hyperDENT CAM software is used to control the Inhouse5x wet & dry milling machine, which can perform simultaneous 5-axis milling. Blanks and blocks can be clamped in a blank holder with up to 15 units, and both wet and dry machining can be performed. The milling machine can process zirconia, PMMA, glass ceramic, wax, CoCr, and titanium materials. A tool magazine that can automatically change up to 28 tools and an integrated camera allow for in-house fabrication. The machine requires an external water and compressed air supply.



## Chairside cooperation partnerships

### **Trios 3 Wireless (3Shape, Copenhagen, Denmark)**

The Danish company 3Shape presented three different cooperation partners for the direct chairside workflow at the IDS this year. The partner companies will use the 3Shape Trios 3 Wireless intraoral scanner and design software for digital impression scanning. Some of the partner companies have their own chairside CAM software for specific milling machines. The presentation of this first wireless intraoral scanner at the IDS 2017 was a world premiere. The Trios 3 Wireless intraoral scanner comes with a handle grip or a pen grip. It is available in a cordless, battery powered version or a corded version. Trios intraoral scanners can be purchased as a Trios Cart version with a touchscreen, or as a Trios Pod version that can be connected to a laptop via USB, or can be integrated into the dental unit. Like its predecessors, the Trios 3 Wireless intraoral scanner features integrated digital shade measurement, and captures video sequences by means of confocal microscopy. In addition to a cutting function, it has a blocking function designed to protect surfaces that should not be altered during later scanning. STL data files can be exported via the cloud or via an in-house computer system. The new 3Shape Communicate App, which allows dentists to communicate directly with laboratory technicians across devices, was also introduced at the IDS. Since the IDS, 3Shape has had three cooperation partners handling the chairside workflow: Straumann and Ivoclar Vivadent use the 3Shape Trios Design Studio chairside dentistry software, and Lyra uses the 3Shape LAB Praxis software. In addition to these chairside dentistry software solutions, 3Shape supplies other modules, such as 3Shape Implant Studio, 3Shape Orthodontics, and Trios Digital Patient Monitoring (DPM) software.

### **PrograMill One (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)**

Ivoclar Vivadent introduced three new laboratory milling machines as well as the PrograMill One chairside milling machine at the IDS. In cooperation with 3Shape, Ivoclar Vivadent offers an established chairside workflow that includes the newly introduced Trios 3 Wireless intraoral scanner. 3Shape Trios Design Studio CAD software is used to design and mill chairside restorations. Alternatively, milling/grinding (CAM) can be performed using the Ivoclar PrograMill CAM V4 software, which is now available as an app (PrograMill One App) for end devices. According to the

## Chairside-Kooperationen

### **Trios® 3 Wireless (3Shape, Kopenhagen, Dänemark)**

Die dänische Firma 3Shape präsentierte auf dieser IDS insgesamt drei verschiedene Kooperationspartner für den direkten Chairside-Workflow. Dabei werden von den Partnerfirmen jeweils der Intraoralscanner Trios® 3 Wireless zum Einscannen sowie die Designsoftware von 3Shape verwendet. Die Partnerfirmen haben teilweise auch eine eigene Chairside-CAM-Software für die jeweiligen Schleifmaschinen. Als Weltpremiere wurde der erste Wireless-Intraoralscanner auf der IDS 2017 vorgestellt. Der Trios® 3 Wireless ist als kabelloser, über Batterien betriebener Scanner als Handgriff oder in Stiftform erhältlich oder alternativ mit Kabelverbindung. Man kann den Intraoralscanner als Cart-Version mit Touchscreen, als Pod/USB-Laptop-Variante oder in die Behandlungseinheit integrierte Form beziehen. Wie seine Vorgängermodelle scannt der Trios® 3 Wireless puderfrei mittels Videosequenz und hat eine integrierte digitale Farbbestimmung. Die konfokale Mikroskopie dient als Aufnahmeprinzip. Zudem ist neben der Ausschneidefunktion noch eine Sperrfunktion für Oberflächen möglich, die bei einem Nachscannen nicht verändert werden sollen. Über eine Cloud oder rechnerintern können STL-Daten exportiert werden. Gleichzeitig ist eine neue App „3Shape Communicate“ vorgestellt worden, die es ermöglicht, direkt mit den Laboren über ein Endgerät zu kommunizieren. Der Chairside-Workflow ist seit der IDS mit drei Kooperationspartnern möglich: Dabei verwenden Straumann und Ivoclar Vivadent die Chairside-Software „Trios Design Studio“ und Lyra die Software „LAB Praxis“, welche beide von 3Shape stammen.

Neben der genannten Chairside-Software stehen noch weitere Module zur Verfügung, wie das „3Shape Implant Studio“, „3Shape Orthodontics“ sowie eine angekündigte Software zur Verlaufskontrolle „Trios Patient Monitoring“.

### **PrograMill One (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)**

Ivoclar Vivadent präsentierte auf der IDS drei neue Labside- und mit der PrograMill One eine neue Chairside-Schleifeinheit. In Kooperation mit 3Shape und dem vorgestellten Trios® 3 Wireless ist der Chairside-Workflow nun etabliert. Als CAD-Software dient das „Trios Design Studio“ von 3Shape, mit der auch ausgeschliffen werden kann. Alternativ steht für das Ausschleifen (CAM) eine eigene Software von Ivoclar „PrograMill CAM V4“ zur Verfügung, welche es



neu als App „PrograMill One App“ für Endgeräte gibt. Die laut Hersteller kompakteste 5-Achs-Schleifeinheit PrograMill One mit nur 36,5 kg hat einen 8-fach Werkzeugwechsler und einen 5-fach Materialwechsler. Sie arbeitet dabei mit der 5-Achs-„Turnmilling Technologie“ (5XT), wobei der eingespannte Block in allen Achsen um das in der Spindel eingespannte Instrument bewegt wird. Es können bis zu 45 mm lange Blöcke (nass) aus dem Materialportfolio von Ivoclar (IPS e.max<sup>®</sup> -CAD/-ZirCAD, IPS Empress<sup>®</sup> CAD, Telio<sup>®</sup> CAD) ausgeschliffen oder ausgefräst werden. Die PrograMill One App ermöglicht eine drahtlose und standortunabhängige Kommunikation und informiert über den aktuellen Maschinenstatus ganz im Sinne der Industrie 4.0.

### **Lyra Mill (Lyra, Paris, Frankreich)**

Die aus Frankreich stammende Firma Lyra präsentierte mit „Lyra Mill“ auf der IDS eine kompakte 4-Achs-Schleifeinheit, welche den validierten Chairside-Workflow in Kooperation mit 3Shape ermöglicht. Als CAD- und CAM-Software steht die „LAB PRAXIS“ von 3Shape und als Scanner der Trios<sup>®</sup> 3 Intraoralscanner von 3Shape zur Verfügung. Die Schleifeinheit hat einen Blockhalter, in welchen Blöcke bis 40 mm Länge aus Glaskeramik, PMMA, Komposit und Hybridkeramik eingespannt werden können. Das Ausschleifen erfolgt dabei nur nass. Wasser und Druckluft sind in der kompakten Maschine integriert.

### **Straumann (Cares<sup>®</sup> C Series, Basel, Schweiz)**

Straumann, einer der führenden Anbieter in der Implantologie, präsentierte auf der IDS seinen neu etablierten Chairside-Workflow mit zwei Kooperationspartnern für die digitale Abformung. In Zusammenarbeit mit Dental Wings und dem vorgestellten DWIO oder dem Trios<sup>®</sup> 3 Wireless-Intraoralscanner von 3Shape können digitale Abformungen angefertigt werden. Je nach Scanner steht als Chairside-Software „Trios Design Studio“ von 3Shape oder „Straumann<sup>®</sup> Cares<sup>®</sup> Visual“ von Straumann in Kooperation mit Dental Wings zur Verfügung. Mithilfe dieser Softwares können Restaurationen virtuell konstruiert und mit der kompakten 4-Achs-Schleifeinheit von Straumann „Cares<sup>®</sup> C Series“ ausgeschliffen werden. Die Schleifmaschine, welche in Zusammenarbeit mit Amann Girrbach entwickelt wurde, besitzt einen 1-fach Blockhalter und kann bis 40 mm lange Blöcke aus Glaskeramik und Hybridkeramik nass innerhalb von 15 Minuten ausschleifen oder ausfräsen. Ein Werkzeugwechsler sowie ein Wassertank sind integriert.

manufacturer, the PrograMill One is the world's smallest 5-axis milling machine: it weighs only 36.5 kg and has a tool changer for up to 8 tools as well as a material changer for up to 5 materials. It operates using the 5-axis turn-milling technique (5XT), in which a clamped block of material rotates in all axes around the milling tool seated in the spindle. Blocks of various Ivoclar materials (IPS e.max CAD/ZirCAD, IPS Empress CAD, Telio CAD) of up to 45 mm in length (wet milling) can be processed using various milling strategies. The PrograMill One App enables wireless communication from anywhere within the lab, and provides information about the current machine status. According to the manufacturer, this is Digital Dentistry 4.0.






### **Lyra Mill (Lyra, Paris, France)**

Lyra, a French manufacturer, collaborates with 3Shape to provide a validated chairside workflow. The company introduced a compact 4-axis milling machine called the Lyra Mill at the IDS. This workflow uses the 3Shape LAB Praxis CAD/CAM software, and the 3Shape Trios 3 intraoral scanner. The Lyra Mill has a block holder that secures blocks of up to 40 mm in length, and processes blocks of glass ceramic, PMMA, composite, and hybrid ceramic materials. It can only perform wet milling/grinding. This compact milling machine has an integrated water and compressed air supply.

### **Cares C series (Straumann, Basel, Switzerland)**






Straumann, one of the leading manufacturers of dental implantology products, announced at the IDS that it is offering a new, established chairside workflow in collaboration with two cooperation partners for digital impressions. In collaboration with Dental Wings, digital impressions are made with the newly introduced DWIO or 3Shape Trios 3 Wireless intraoral scanner. Depending on which scanner is used, the design process is accomplished using either the 3Shape Trios Design Studio software or the Straumann Cares Visual solution, from Straumann in cooperation with Dental Wings. The restorations are digitally designed with these software packages and milled with the Straumann Cares C series compact 4-axis milling machine. The milling machine was developed in cooperation with Amann Girrbach. It has a one-block material holder and can mill or grind restorations out of glass ceramic and hybrid ceramic blocks (length: ≤ 40 mm) within 15 minutes. The unit has an integrated tool changer and water tank.

**Table 1** Overview of chairside systems currently on the market

		Carestream Dental CS 3600	Dental Wings DWIO	Dentsply Sirona Cerec AC
				
		CS 3500		Cerec Omnicam
				
Scanner	Powder	No	No (since IDS 2017)	No
	Color display	Yes	No	Yes*
	2D imaging	Yes	No	Yes
	Configuration	USB–laptop, treatment unit	Cart or tablet with touch- screen and “motion capturing”	Cart (AC), tabletop unit (AF), treatment unit (AI)
	Imaging mode	CS 3600: Video sequence CS 3500: Single frame	Video sequence	Video sequence 21 frames/sec
	Imaging principle	Triangulation	Multiscan imaging with 10 cameras	Triangulation
	Digital workflow	Chairside	Chairside	Chairside
	Data export	STL and PLY	STL	STL (model)
	Size (L × W × H) Weight	CS 3600: 326 g 220 × 38 × 58 mm CS 3500: 295 245 × 37 × 62 mm	198 × 27.4 × 11.6 mm 105 g	228 × 16 × 16 mm 313 g
Software	CAD/Design	CS Restore	DWOS Chairside	Cerec SW 4.5. Cerec Premium SW 4.5
	CAM	CS Restore CS Connect as cloud for laboratory connection	DWOS Chairside	Cerec SW 4.5. Cerec Premium CAM SW




\* corrected mistake in original publication

Tab. 1 Übersicht der Chairside-Systeme.

		Carestream Dental CS 3600	Dental Wings DWIO	Dentsply Sirona Cerec AC
				
		CS 3500		Cerec Omnicam
				
Scanner	Puder	Nein	Nein (seit IDS 2017)	Nein
	Farbe	Ja	Nein	Ja*
	2-D-Aufnahmen	Ja	Nein	Ja
	Konfiguration	USB mit Laptop, Behandlungsstuhl	Cart oder Tablet mit Touchscreen und „Motion capturing“	Cart (AC), Tischgerät (AF), Behandlungsstuhl (AI)
	Aufnahmemodus	CS 3600: Videosequenz CS 3500: Einzelbilder	Videosequenz	Videosequenz 21 Scans/Sek.
	Aufnahmeprinzip	Triangulation	Multiscan Imaging mit 10 Kameras	Triangulation
	Digitaler Workflow	Chairside	Chairside	Chairside
	Datenexport	STL und PLY	STL	STL (Modell)
	Größe (L × B × H) Gewicht	CS 3600: 326 g 220 × 38 × 58 mm CS 3500: 295 245 × 37 × 62 mm	198 × 27,4 × 11,6 mm 105 g	228 × 16 × 16 mm 313 g
Software	CAD/Design	CS Restore	DWOS Chairside	Cerec SW 4.5. Cerec Premium SW 4.5
	CAM	CS Restore CS Connect als Cloud für Laboranbindung	DWOS Chairside	Cerec SW 4.5. Cerec Premium CAM SW

\* korrigierte Version der Originalpublikation

Table 1 Overview of chairside systems currently on the market (cont.)






		CS 3000	DW Lasermill – DWLM	Cerec MC (X/XL)
				
Milling/ CAM unit	Axes	4 axes	6 independent axes Laser ablation	4 axes: 3+1-axis milling machine
	Size (L × W × H) Weight	590 × 645 × 465 mm 72.5 kg	Not specified	700 × 425 × 420 mm 43 kg
	Tool changer	No	Not necessary	MC/X: No MCXL: 2 tools per spindle
	Spindles/rpm	1 spindle 60,000 rpm	No spindles	MC/X: 2 spindles MCXL: 4 spindle motors 42,000 rpm
	Materials	Block holder for 1 block Only single-unit restorations to date	Block holder for 1 block	Block holder for 1 block MC: ≤ 20 mm length MCX: ≤ 40 mm length MCXL: ≤ 85 mm length
		Zirconia, glass ceramic, PMMA, composite, hybrid ceramic	Glass ceramic, PMMA, composite, hybrid ceramic	Zirconia, glass ceramic, PMMA, composite, hybrid ceramic MCXL: CoCr
	Wet/dry processing	Wet	Dry	Wet & dry
	Milling/grinding	Grinding	Laser pulses	Milling & grinding
	Milling time: crown	15 min	Normal processing time	10 min
	Water/compressed air	Both integrated	Not necessary/ integrated	Both integrated



Tab. 1 Übersicht der Chairside-Systeme (Fortsetzung).

		CS 3000	DW Lasermill – DWLM	Cerec MC (X/XL)
				
Schleifeinheit	Achsen	4 Achsen	6 unabhängige Achsen Laserablation	4 Achsen: 3+1-Achs-Schleifmaschine
	Größe (L × B × H) Gewicht	590 × 645 × 465 mm 72,5 kg	keine Angabe	700 × 425 × 420 mm 43 kg
	Werkzeug- wechsler	Nein	nicht notwendig	MC/X: Nein MCXL: 2 Instrumente je Spindel
	Spindel/Drehzahl	1 Spindel 60.000 U/min	keine	MC/X: 2 Spindeln MCXL: 4 Spindelmotoren 42.000 U/min
	Materialien	Blockhalter 1-fach bisher nur Einzelrestaurationen	Blockhalter 1-fach	Blockhalter 1-fach MC: bis 20 mm MCX: bis 40 mm MCXL: bis 85 mm
		ZrO <sub>2</sub> , Glaskeramik, PMMA, Komposit, Hybridkeramik	Glaskeramik, PMMA, Komposit, Hybridkeramik	ZrO <sub>2</sub> , Glaskeramik, PMMA, Komposit, Hybridkeramik MCXL: CoCr
	Nass-/Trocken- bearbeitung	Nass	Trocken	Nass + Trocken
	Schleifen/Fräsen	Schleifen	Laserimpulse	beides
	Schleifzeit Krone	15 min	normale Bearbeitungszeit	10 min
	Wasser/Druckluft	beides integriert	nicht notwendig/integriert	beides integriert

Table 1 Overview of chairside systems currently on the market (cont.)

		Fona Dental myCrown Scan	Planmeca PlanScan	Zfx Zfx IntraScan
			  Emerald 	  
Scanner	Powder	Yes	No	No
	Color display	No (powder-dependent)	Yes (grayscale optional)	No
	2D imaging	Yes & color videos	No	No
	Configuration	Cart with touchscreen	Integrated in Planmeca treatment unit or laptop	Scanner & notebook
	Imaging mode	Video sequence	Video sequence 10 frames/sec	Video sequence 18 frames/sec
	Imaging principle	Stereo photogrammetry	Triangulation	Confocal microscopy
	Digital workflow	Chairside	Chairside	Chairside
	Data export	Not known	STL	STL
	Size (L × W × H) Weight	220 × 23 × 18 mm	PlanScan: 276 × 53 × 48 mm 544 g with attachment Emerald: 183 g	200 × 50 × 50 mm 600 g
Software	CAD/Design	MyCrown Design	Planmeca PlanCAD Easy, integrated in Planmeca Romexis	Zfx CAD software
	CAM	MyCrown Design	Planmeca PlanCAD Easy, integrated in Planmeca Romexis	hyperDENT hyperMILL

Tab. 1 Übersicht der Chairside-Systeme (Fortsetzung).










		Fona Dental myCrown Scan	Planmeca PlanScan®	Zfx Zfx™ IntraScan
			 Emerald™ 	 
Scanner	Puder	Ja	Nein	Nein
	Farbe	Nein (je nach Puderung)	JA (optional Grauwerte)	Nein
	2-D-Aufnahmen	Ja + Videos in Farbe	Nein	Nein
	Konfiguration	Cart mit Touchscreen	integriert in Planmeca- Behandlungsstuhl oder Laptop	Scanner + Notebook
	Aufnahmemodus	Videosequenz	Videosequenz 10 Scans/Sek.	Videosequenz 18 Scans/Sek.
	Aufnahmeprinzip	Stereofotogrammetrie	Triangulation	konfokale Mikroskopie
	Digitaler Workflow	Chairside	Chairside	Chairside
	Datenexport	nicht bekannt	STL	STL
	Größe (L × B × H) Gewicht	220 × 23 × 18 mm	PlanScan®: 276 × 53 × 48 mm 544 g mit Aufsatz Emerald: 183 g	200 × 50 × 50 mm 600 g
Software	CAD/Design	myCrown Design	Planmeca PlanCAD® Easy, integriert in Planmeca Romexis®	Zfx™ CAD-Software
	CAM	myCrown Design	Planmeca PlanCAD® Easy, integriert in Planmeca Romexis®	hyperDENT® hyperMILL®

Table 1 Overview of chairside systems currently on the market (cont.)





		Fona myCrown Mill	Planmeca PlanMill 40 S	Zfx Inhouse5x wet & dry
			  Planmeca PlanMill 30 S 	
Milling/ CAM unit	Axes	4 axes: 3x2-axis stepper motor driver with microstepping	4 axes	5-axis simultaneous processing, A and B axes with servo motors
	Size (L × H × D)/ Mass	700 × 425 × 420 mm 43 kg	40 S: 661 × 455 × 508 mm 72.6 kg 30 S: 661 × 442 × 544 mm 66 kg	660 × 1670 × 1,100 mm 220 kg
	Tool changer	No	30 S: For 3 tools 40 S: For 6 tools	For up to 28 tools
	Spindles/rpm	42,000 rpm 2 spindle motors	30 S: 1 spindle motor 30 S: 100,000 rpm 40 S: 2 spindle motors 40 S: 80,000 rpm	6,000–100,000 rpm
	Materials	Block holder for 1 block ≤ 40 mm length	Block holder for 1 block 30 S: ≤ 80 mm length 40 S: ≤ 40 mm length	Blank holder Ø 100 mm Block holder for up to 15 blocks
		Zirconia, glass ceramic, PMMA, composite	Glass ceramic, PMMA, composite, hybrid ceramic	Zirconia, glass ceramic, CoCr, titanium, PMMA, composite, wax
	Wet/dry processing	Wet	Wet	Wet & dry
	Milling/grinding	Milling & grinding	30 S/40 S: Grinding only	Milling & grinding
	Milling time: crown	12 min	30 S: 16–18 min 40 S: 8–10 min	Zirconia: 20–30 min Glass ceramic: 30–50 min
Water/compressed air	Both integrated	Water: integrated Air: external	External, integrated in extra sub-unit	







Tab. 1 Übersicht der Chairside-Systeme (Fortsetzung).

		Fona myCrown Mill 	Planmeca PlanMill® 40 S  Planmeca PlanMill® 30 S 	Zfx™ Inhouse5x wet & dry 
<b>Schleifeinheit</b>	<b>Achsen</b>	4 Achsen: 3 × 2 Achsen Schrittmotor- steuerung mit Microstepping	4 Achsen	5-Achs-Simultanbearbei- tung, A-und B-Achse mit Servomotoren
	<b>Größe (B × H × T)/ Gewicht</b>	700 × 425 × 420 mm 43 kg	40 S: 661 × 455 × 508 mm 72.6 kg 30 S: 661 × 442 × 544 mm 66 kg	660 × 1670 × 1.100 mm 220 kg
	<b>Werkzeugwechsler</b>	Nein	30 S: 3-fach 40 S: 6-fach	Ja bis 28 Werkzeuge
	<b>Spindel/Drehzahl</b>	42.000 U/min 2 Spindelmotoren	30 S: 1 Spindelmotor 30 S: 100.000 U/min 40 S: 2 Spindelmotoren 40 S: 80.000 U/min	6.000–100.000 U/min
	<b>Materialien</b>	Blockhalter 1-fach bis 40 mm	Blockhalter 1-fach 30 S: bis 85 mm 40 S: 40 mm	Rondenthalter mit Ø 100 mm Blockhalter bis 15-fach
		ZrO <sub>2</sub> , Glaskeramik, PMMA, Komposit	Glaskeramik, PMMA, Komposit, Hybridkeramik	ZrO <sub>2</sub> , Glaskeramik, CoCr, Ti, PMMA, Komposit, Wachs
	<b>Nass-/Trocken- bearbeitung</b>	Nass	Nass	Nass + Trocken
	<b>Schleifen/Fräsen</b>	beides	30 S/40 S: nur Schleifen	beides
	<b>Schleifzeit Krone</b>	12 min	30 S: 16–18 min 40 S: 8–10 min	Zirkon: 20–30 min Glaskeramik: 30–50 min
	<b>Wasser/Druckluft</b>	beides integriert	Wasser integriert Druckluft extern	extern im extra Unterbau integriert



**Table 1** Overview of chairside systems currently on the market – cooperation partnerships

		Ivoclar Vivadent 3Shape Trios 3	Lyra 3Shape Trios 3	Straumann 3Shape Trios 3
				  Straumann Cares intraoral scanner (see Dental Wings DWIO)  
<b>Scanner</b>	<b>Powder</b>	No	No (since IDS 2017)	No
	<b>Color display</b>	Yes	Yes	Trios 3: Yes Trios 3: Mono: No
	<b>2D imaging</b>	Yes	Yes	Yes
	<b>Configuration</b>	Pod, wireless, pen grip & notebook	Pod with notebook	Cart, pod, handle grip, pen grip, wireless
	<b>Imaging mode</b>	Video sequence 25 frames/sec	Video sequence 25 frames/sec	Video sequence 25 frames/sec
	<b>Imaging principle</b>	Confocal microscopy	Confocal microscopy	Confocal microscopy
	<b>Digital workflow</b>	Chairside cooperation	Chairside cooperation	Chairside cooperation
	<b>Data export</b>	STL, DCM, UDX	STL, DCM, UDX	STL, DCM, UDX Cares Connect
	<b>Size (L × W × H)</b> <b>Weight</b>	Trios 3 hand grip: 250 × 140 × 40 mm 392 g	Trios 3 hand grip: 250 × 140 × 40 mm 392 g	Trios 3 pen grip: 250 × 50 × 40 mm 380 g
<b>Software</b>	<b>CAD/Design</b>	3Shape Trios Design Studio Open	3Shape LAB Praxis	3Shape Trios Design Studio Straumann Cares Visual
	<b>CAM</b>	3Shape Trios Design Studio PrograMill CAM V4 PrograMill One App	3Shape LAB Praxis Lyra Mill	3Shape Trios Design Studio Straumann Cares Visual Straumann Cares C series

Tab. 1 Übersicht der Chairside-Systeme – Kooperationen.

		Ivoclar Vivadent 3Shape Trios® 3	Lyra 3Shape Trios® 3	Straumann 3Shape Trios® 3
				  Straumann® Cares® Intraoralscanner (siehe Dental Wings DWIO) 
Scanner	Puder	Nein	Nein (seit IDS 2017)	Nein
	Farbe	Ja	Ja	Trios® 3: Ja Trios® 3: mono: Nein
	2-D-Aufnahmen	Ja	Ja	Ja
	Konfiguration	Pod, Wireless, Stiftform + Notebook	Pod mit Notebook	Cart, Pod, Handgriff, Stiftform, Wireless
	Aufnahmemodus	Videsequenz 25 Bilder/Sek.	Videsequenz 25 Bilder/Sek.	Videsequenz 25 Bilder/Sek.
	Aufnahmeprinzip	konfokale Mikroskopie	konfokale Mikroskopie	konfokale Mikroskopie
	Digitaler Workflow	Chairside-Kooperation	Chairside-Kooperation	Chairside-Kooperation
	Datenexport	STL, DCM, UDX	STL, DCM, UDX	STL, DCM, UDX Cares® Connect
	Größe (L x B x H) Gewicht	Trios® 3 Handgriff: 250 x 140 x 40 mm 392 g	Trios® 3 Handgriff: 250 x 140 x 40 mm 392 g	Trios® 3 Stift: 250 x 50 x 40 mm 380 g
Software	CAD/Design	3Shape® Trios Design Studio offen	LAB PRAXIS 3Shape®	3Shape: Trios Design Studio Straumann® Cares® Visual
	CAM	3Shape® Trios Design Studio PrograMill CAM V4 PrograMill One App	LAB PRAXIS 3Shape®	3Shape: Trios Design Studio Straumann® Cares® Visual

**Table 1** Overview of chairside systems currently on the market – cooperation partnerships (cont.)

		PrograMill One	Lyra Mill	Straumann Cares C Series
				
<b>Milling/ CAM unit</b>	<b>Axes</b>	5-axis turn-milling technology (5XT)	4 axes	4 axes
	<b>Size (L × W × H) Weight</b>	380 × 380 × 479 mm 36.5 kg	450 × 470 × 590 mm 56 kg	480 × 640 × 540 mm 66 kg
	<b>Tool changer</b>	Tool changer for 8 tools	No	Yes
	<b>Spindles/rpm</b>	1 spindle 80,000 rpm	1 spindle 60,000 rpm	1 spindle 100,000 rpm
	<b>Materials</b>	Blocks ≤ 45 mm length Material changer for up to 5 materials	Block holder for 1 block ≤ 40 mm length	Block holder for 1 block ≤ 40 mm length
		Ivoclar materials: zirconia, glass ceramic, PMMA, composite	Glass ceramic, PMMA, composite, hybrid ceramic	Glass ceramic, hybrid ceramic
	<b>Wet/dry processing</b>	Wet	Wet	Wet
	<b>Milling/grinding</b>	Milling & grinding	Grinding	Milling & grinding
	<b>Milling time: crown</b>	Not specified	Not specified	Approx. 15 min
	<b>Water/compressed air</b>	Both integrated	Both integrated	Water: integrated

## Discussion

Modern intraoral scanners make it possible to capture single-tooth as well as quadrant<sup>10</sup> and full-arch digital impressions, and to produce digital models<sup>11</sup> and restorations<sup>12</sup> with high accuracy. However, it must be considered that the use of the proper scanning strategy for a given scanning system has a considerable impact on accuracy.<sup>13-14</sup> Until now, the only limitations have been purely implant-restored and full-arch scans,<sup>15</sup> but recent studies have achieved good results in these indications.<sup>16,17</sup> Dentists now have a variably comprehensive range of treatment options, which may include the prosthetic reconstruction of implants and all-zirconia bridges in only one

## Diskussion

Heutzutage sind mittels digitaler optischer Abformungen nicht nur Einzelzahnversorgungen möglich, sondern je nach Scansystem können Quadranten<sup>10</sup> oder Ganzkiefer mit hoher Genauigkeit erfasst<sup>11</sup> und versorgt werden<sup>12</sup>. Dabei sollte die richtige Scanstrategie für das entsprechende Scansystem berücksichtigt werden<sup>13,14</sup>. Die einzigen Limits waren bisher rein implantologisch versorgte und Ganzkieferscans<sup>15</sup>, jedoch zeigen mittlerweile neue Ergebnisse in diesem Indikationsbereich gute Resultate<sup>16,17</sup>. In Abhängigkeit von den jeweiligen Chairside-Systemen bieten sich dem Anwender umfassende Behandlungsmöglichkeiten bis

Tab. 1 Übersicht der Chairside-Systeme – Kooperationen (Fortsetzung).

		PrograMill One	Lyra Mill	Straumann® Cares® C Series
				
Schleifeinheit	Achsen	5-Achs-Turnmilling-Technologie (5XT)	4 Achsen	4 Achsen
	Größe (B × T × H)/ Gewicht	380 × 380 × 479 mm 36,5 kg	450 × 470 × 590 mm 56 kg	480 × 640 × 540 mm 66 Kg
	Werkzeugwechsler	8-fach Werkzeugwechsler	Nein	Ja
	Spindel/Drehzahl	1 Spindel 80.000 U/min	1 Spindel 60.000 U/min	1 Spindel 100.000 U/min
	Materialien	Blöcke bis 45 mm 5-fach Materialwechsler	Blockhalter 1-fach bis 40 mm	Blockhalter 1-fach Bis 40 mm
		Ivoclar Materialien: ZrO <sub>2</sub> , Glaskeramik, PMMA, Komposit	Glaskeramik, PMMA, Kom- posit, Hybridkeramik	Glaskeramik, Hybridkeramik
	Nass-/Trocken- bearbeitung	Nass	Nass	Nass
	Schleifen/Fräsen	beides	Schleifen	beides
	Schleifzeit Krone	keine Angabe	keine Angabe	ca. 15 min
	Wasser/Druckluft	beides integriert	beides integriert	Wasser integriert

hin zur prothetischen Rekonstruktion von Implantaten und Vollzirkonbrücken in nur einer Sitzung. Dabei zeigt sich, dass die Passung von CAD/CAM erstellten Einzelkronen, Brücken und Gerüsten bei einem Intraoralscan gleich oder sogar besser ist als bei einer konventionellen Abformung<sup>6,18</sup>. Mit immer besseren Intraoralkameras der vorgestellten Chairside-Systeme sowie deren neu oder weiterentwickelten Schleifeinheiten mit verbesserten Schleifalgorithmen ist von einer weiteren Qualitätsverbesserung auszugehen. In Anbetracht der genannten Vor- und Nachteile der Chairside-Systeme erscheint dem Anwender bei einem Einstieg in den Chairside-Workflow vor allem die Beantwortung folgender Fragen als notwendig:

appointment, depending on the chairside system used. Studies have shown that the quality of fit of CAD/CAM single-unit crowns, bridges, and frameworks fabricated using digital impressions made with intraoral scanners is as good as, or even better than, those fabricated using conventional impressions.<sup>6,18</sup> As the quality of intraoral scanners is constantly improving, one can assume that further advances in the chairside systems presented in this article, as well as in their new or improved milling/grinding machines with improved machining algorithms, are sure to come. Considering the advantages and disadvantages of the chairside systems discussed here, the most important questions that dentists should consider before entering the field of chairside dentistry are:



- Are you sure you want to make in-office chairside restorations? If not, an intraoral scanner could be a good alternative, as you would then only have to make the intraoral impressions and send the data to a laboratory.
  - If you do want to make in-office chairside restorations, you need to consider what exactly you intend to fabricate with this technology. Do you want to make single tooth restorations, implant-supported crowns and bridges, and/or surgical guides? The various chairside systems have different modules that can be combined as needed. It is therefore important to evaluate the individual acquisition costs carefully before deciding which system to purchase.
  - What kind of restorative materials do you anticipate processing with your new chairside system? Since many manufacturers have material partnerships with other companies, and because not all milling machines are able to mill and grind all types of restorative materials, it is imperative to perform a careful needs analysis before making a purchasing decision.
  - What will your strategy be for integrating the chairside workflow into your dental practice? Do you intend to do the scanning and designing yourself? Will an assistant dentist or your own in-house dental technician handle the staining work? How will you use the time during the interval when the restoration is being produced in the milling/grinding machine? Chairside treatment is a team approach and should be managed and communicated with the practice team.
  - Is the envisaged chairside technology an open or closed system? The advantage of an open system is that scan datasets can be saved in STL format for further CAD/CAM processing. This is useful, for example, in cases where the in-house milling unit is unable to handle large restorations or certain types of material. On the other hand, almost all systems nowadays are open export systems.
  - Therefore, it is important to know which implant systems are compatible with a specific intraoral scanning system or CAD/CAM software.
  - Should the datasets be compatible with other digital systems, such as CBCT?
  - How good is the technical support for a given system? There are many questions to consider, especially at the beginning of this process. It is also important to attend training events organized by the specific system manufacturers or specialized dental societies.
- Die erste Frage sollte sein, ob man die Herstellung von Restaurationen (Chairside) in der Praxis machen will oder nicht! Falls die Antwort *Nein* lautet, könnte alternativ ein Intraoralscanner infrage kommen, mit dem man lediglich intraoral abformt und die Daten an ein Labor senden kann.
  - Falls die erste Frage mit *Ja* beantwortet wird, dann stellt sich die weitere Frage: Was genau will man damit alles in der eigenen Praxis machen? Einzelzahnrestaurationen, Implantatkronen, Brücken oder auch Bohrschablonen? Je nach Chairside-System gibt es verschiedene Module, die man sich zusammenstellen kann. Bevor man sich für ein System entscheidet, ist es deshalb wichtig, dies zu evaluieren, da daraus unterschiedliche Anschaffungskosten resultieren.
  - Welche Materialien soll das angeschaffte System bearbeiten können? Da es oft Materialpartnerschaften zwischen den Firmen gibt oder die Schleifeinheiten nicht alle Materialien ausschleifen können, sollte hier im Vorfeld eine entsprechende Analyse erfolgen.
  - Wie will man den Chairside-Workflow in die Praxis integrieren? Will man selbst scannen und designen? Überlässt man das Bemalen einer Assistenz oder dem eigenen Zahntechniker im Praxislabor? Wie organisiert man die Zeit während der Herstellung der Restauration in der Schleif-/Fräsmaschine? Die Behandlung stellt eine Teamarbeit dar und sollte im Team organisiert und besprochen werden.
  - Ist das Chairside-System offen oder geschlossen? Der Vorteil des offenen Systems liegt darin, dass die Scandatasets im sogenannten STL-Format zur weiteren CAD/CAM-Verarbeitung ausgegeben werden können, wenn z.B. die eigene Schleifmaschine eine größere Restauration oder ein bestimmtes Material nicht ausschleifen kann. Andererseits ist zu beobachten, dass inzwischen fast bei allen Systemen der Export geöffnet wird.
  - Mit welchem Implantatsystem muss mein Scansystem beziehungsweise die weiterverarbeitende Software kompatibel sein?
  - Sollen die Datensätze mit anderen digitalen Systemen wie dem DVT fusionsfähig sein?
  - Wie ist der Support? Gerade am Anfang gibt es sehr viele Fragen. Wichtig sind auch organisierte Fortbildungen für die Systeme seitens der Hersteller oder Fachgesellschaften.

This summary and review of the available dental chairside systems is intended to help interested dentists to answer these

Die vorliegende Zusammenstellung der Chairside-Systeme soll eine Hilfestellung bei der Beantwortung dieser Fragen

sein. Zugleich zeigen wissenschaftliche Studien, dass die intraorale digitale Abformung und auch die gesamte digitale Prozesskette der konventionellen Technik bereits heute in vielen Punkten überlegen ist, und es durch Softwareverbesserungen für den Anwender immer einfacher wird, selbst die Restaurationen in einer Sitzung anzufertigen. Für die Zukunft ist eine weitere Indikationserweiterung durch eine verstärkte Integration der digitalen Systeme in Diagnostik- und Therapiekonzepte zu erwarten, die mit großer Sicherheit zu einer weiteren Verbreitung von Chairside-Systemen führen wird.

questions. Scientific research has shown that intraoral digital impressions and also the entire digital process chain are already superior to conventional techniques in many respects, and that software improvements are making it increasingly easier for dentists using this equipment to make chairside restorations in their own dental practices in a single appointment. A further increase in the range of indications for chairside dental technology can be expected in the future due to the greater integration of digital systems into diagnostic and therapeutic strategies, and therefore it is very likely that chairside dental systems will become even more widespread.

## References

- Mörmann WH. The origin of the Cerec method: a personal review of the first 5 years. *Int J Comput Dent* 2004;7:11–24.
- Mörmann WH. The evolution of the Cerec system. *J Am Dent Assoc* 2006;137(suppl):75–135.
- Joda T, Brägger U. Patient-centered outcomes comparing digital and conventional implant impression procedures: a randomized crossover trial. *Clin Oral Implants Res* 2016;27:e185–e189.
- Ender A, Mehl A. In-vitro evaluation of the accuracy of conventional and digital methods of obtaining full-arch dental impressions. *Quintessence Int* 2015;46:9–17.
- Ender A, Mehl A. Full arch scans: conventional versus digital impressions – an in-vitro study. *Int J Comput Dent* 2011;14:11–21.
- Seelbach P, Brueckel C, Wöstmann B. Accuracy of digital and conventional impression techniques and workflow. *Clin Oral Investig* 2013;17:1759–1764.
- Patzelt SB, Emmanouilidi A, Stampf S, Strub JR, Att W. Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. *Clin Oral Investig* 2014;18:1687–1694.
- Zaruba M, Ender A, Mehl A. New applications for three-dimensional follow-up and quality control using optical impression systems and OraCheck. *Int J Comput Dent* 2014;17:53–64.
- Mehl A, Koch R, Zaruba M, Ender A. 3D monitoring and quality control using intraoral optical camera systems. *Int J Comput Dent* 2013;16:23–36.
- Ender A, Zimmermann M, Attin T, Mehl A. In vivo precision of conventional and digital methods for obtaining quadrant dental impressions. *Clin Oral Investig* 2016;20:1495–1504.
- Ender A, Mehl A. In-vitro evaluation of the accuracy of conventional and digital methods of obtaining full-arch dental impressions. *Quintessence Int* 2015;46:9–17.
- Bosch G, Ender A, Mehl A. Non- and minimally invasive full-mouth rehabilitation of patients with loss of vertical dimension of occlusion using CAD/CAM: an innovative concept demonstrated with a case report. *Int J Comput Dent* 2015;18:273–286.
- Ender A, Mehl A. Influence of scanning strategies on the accuracy of digital intraoral scanning systems. *Int J Comput Dent* 2013;16:11–21.
- Müller P, Ender A, Joda T, Katsoulis J. Impact of digital intraoral scan strategies on the impression accuracy using the Trios Pod scanner. *Quintessence Int* 2016;47:343–349.
- Ahlholm P, Sipilä K, Vallittu P, Jakonen M, Kotiranta U. Digital Versus Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics: A Review. *J Prosthodont* 2016 [epub ahead of print 2 Aug 2016]. doi: 10.1111/jopr.12527.
- Vandeweghe S, Vervack V, Dierens M, De Bruyn H. Accuracy of digital impressions of multiple dental implants: an in vitro study. *Clin Oral Implants Res* 2016 [epub ahead of print 6 May 2016]. doi: 10.1111/clr.12853.
- Amin S, Weber HP, Finkelman M, El Rafie K, Kudara Y, Papaspyridakos P. Digital vs. conventional full-arch implant impressions: a comparative study. *Clin Oral Implants Res* 2016 [Epub ahead of print 31 Dec 2016]. doi: 10.1111/clr.12994.
- Tsirogiannis P, Reissmann DR, Heydecke G. Evaluation of the marginal fit of single-unit, complete-coverage ceramic restorations fabricated after digital and conventional impressions: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* 2016;116:328–335.

## Address/Adresse

Dr. med. dent. Markus Zaruba  
Instruktor  
Abteilung für Computergestützte Restaurative Zahnheilkunde  
Zentrum für Zahnmedizin  
Universität Zürich, Plattenstrasse 11, 8032 Zürich, Schweiz  
E-Mail: markuszaruba@gmx.de