



Andreas Kurbad

A. Kurbad

## A new milling machine for computer-aided, in-office restorations

### Technology, integration, and workflow

## Neue Schleifmaschine für computergestützte In-office-Restaurationen

### Technik, Integration und Workflow

#### Zusammenfassung

Die chairside durchzuführende Behandlungstechnologie benötigt eine effektive technische Basis, um ein passgenaues, ästhetisches und langlebiges Ergebnis in einer möglichst kurzen Zeit herstellen zu können. Innerhalb des Beitrags wird eine kompakte 5-Achs-Fräsmaschine vorgestellt, welche auf der Basis einer innovativen Schleiftechnologie (5XT – 5-Achs-„Turnmilling“-Technologie) ein hochpräzises Ergebnis in einer sehr kurzen Bearbeitungszeit liefern kann. Die zudem sehr geringen Abmessungen und ein modernes Bedienkonzept erleichtern den Einsatz in der Zahnarztpraxis. Auch für das kleine Dentallabor ist das Gerät eine Option, zumal das offene Eingabeformat eine schnelle und unkomplizierte Integration in bestehendes digitales Equipment erlaubt. Die Einsetzbarkeit von keramischen und polymeren Werkstoffen mit variierenden Eigenschaften erlaubt die Fertigung von Restaurationen, die alle denkbaren Indikationen im Bereich festsitzender Prothetik abdecken.

**Schlüsselwörter:** CAD/CAM, Schleifeinheit, Software, Materialien

#### Abstract

Chairside computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM) technology requires an effective technical basis to obtain dental restorations with optimal marginal accuracy, esthetics, and longevity in as short a timeframe as possible. This article describes a compact, 5-axis milling machine based on an innovative milling technology (5XT – five-axis turn-milling technique), which is capable of achieving high-precision milling results within a very short processing time. Furthermore, the device's compact dimensioning and state-of-the-art mode of operation facilitate its use in the dental office. This model is also an option to be considered for use in smaller dental laboratories, especially as the open input format enables it to be quickly and simply integrated into digital processing systems already in use. The possibility of using ceramic and polymer materials with varying properties enables the manufacture of restorations covering all conceivable indications in the field of fixed dental prosthetics.

**Keywords:** CAD/CAM, milling unit, software, dental materials

## Introduction

A great advantage of digital compared with conventional manufacturing procedures is the shorter processing times. This applies no less in the dental sector. One of the most important principles is the possibility of manufacturing indirect dental restorations in only one treatment session. This technique is often referred to as chairside, in-office, or single-visit dentistry. The first efforts to put this dental restorative philosophy into practice date back to the 1970s.<sup>1,2</sup> In order to manufacture these restorations, a completely digital process chain is required. This comprises the digital capture of the patient's anatomical situation (including the prepared areas), the calculation of a virtual three-dimensional (3D) model, the computer-aided design (CAD) of the desired restoration, and the subsequent machining of the restoration.<sup>3,4</sup>

The machining of the restoration is one of the absolute limiting factors in the context of time-conscious treatment in a single session; this, per se, means a limited timeframe. Consequently, milling machines must be able to put the virtually designed object into practice within a very short timeframe, which requires production times of under 60 min. With respect to the overall duration of treatment, 15 min would appear to be a good result for this step. For this reason, it must be possible to make a selection from various different materials, and to guarantee a high degree of precision. Ultimately, the purchasing price of such equipment must be such that the use of the machine makes sense economically. Until now, all these requirements could only be fulfilled by conventional milling units.

This means that for the chairside and labside digital workflow, subtractive (ie, material-removing) processes still remain the gold standard.<sup>5</sup> The most successful and most widely used system in this field is Cerec. Here too, a milling unit is used for the manufacture of the restorations. This is available in various bundles, and is referred to as a milling center (MC).<sup>6</sup> In order to satisfy the requirements noted above (ie, speed, versatility, precision, and a reasonable purchasing price), some compromises had to be made.

Not everything that is technically possible today can be realized with this system; this refers, for instance, to the number of what we refer to as 'degrees of freedom' in the manufacturing procedure. The aim is that the instruments can always be used at an optimal angle during the machining of the workpiece. Only in this way can high-precision processing of all areas of the workpiece be guaranteed. Five-axis milling machines would be ideal for this. Due to

## Einleitung

Ein großer Vorteil der digitalen Fertigung gegenüber konventionellen Verfahren ist die Verkürzung von Prozesszeiten. Dies gilt auch für den dentalen Bereich. Einer der wichtigsten Grundgedanken ist dabei die Möglichkeit, indirekte Restaurationen innerhalb einer einzigen Behandlungssitzung herzustellen. Übliche Begriffe für diese Technik sind ‚chairside‘, ‚in office‘ oder ‚single visit dentistry‘. Die ersten Ansätze zur Umsetzung einer solchen Restaura-tionsphilosophie gehen in die 70er-Jahre des letzten Jahr-hunderts zurück<sup>1,2</sup>. Zur Fertigung der Versorgungen ist eine komplett digitale Prozesskette notwendig. Dies beinhaltet die digitale Erfassung der Gebiss-situation einschließlich der präparierten Bereiche, die Berechnung eines virtu-ellen, dreidimensionalen Modells, das computergestützte Design der gewünschten Restauration sowie deren anschließende maschinelle Fertigung<sup>3,4</sup>.

Letztere ist einer der absolut limitierenden Faktoren im Rahmen einer zeitnahen Behandlung in einer einzigen Sit-zung, deren zeitliches Limit logischerweise begrenzt ist. Die Geräte müssen in der Lage sein, das zuvor virtuell gestaltete Objekt im Rahmen einer möglichst kurzen Zeit in die Realität umzusetzen. Die Produktionszeiten müssen unter 60 Minuten liegen. 15 Minuten erscheinen im Rah-men des gesamten Behandlungsablaufs als günstig. Dabei sollte die Auswahl aus einer Palette unterschiedlicher Materialien möglich sein sowie ein hohes Maß an Präzisi-on gewährleistet werden. Letztlich sollte sich der Anschaf-fungspreis eines solchen Gerätes in einem Rahmen bewegen, der den Einsatz als ökonomisch sinnvoll rechtfertigt. Bis jetzt können diese Anforderungen nur von Fräs- bzw. Schleifmaschinen erfüllt werden.

Für den digitalen Workflow im Praxis- und im Labor-bereich sind daher subtraktive, also abtragende Ferti-gungsverfahren noch immer der Goldstandard<sup>5</sup>. Das erfolgreichste und am weitesten verbreitete System auf diesem Gebiet ist Cerec. Auch hier dient eine Schleifma-schine zur Herstellung der Restaurationen. Diese wird in unterschiedlichen Ausstattungen angeboten und als MC (Milling Center) bezeichnet<sup>6</sup>. Um den oben aufgeführten Anforderungen wie Schnelligkeit, Vielseitigkeit, Präzision und vertretbarer Anschaffungspreis zu genügen, mussten Kompromisse eingegangen werden.

Nicht alles, was heutzutage technisch möglich wäre, kann mit diesem System auch umgesetzt werden. Dies bezieht sich zum Beispiel auf die Anzahl der sogenannten Freiheitsgrade bei der Fertigung. Ziel soll es sein, dass die

Instrumente immer in einem möglichst optimalen Winkel bei der Bearbeitung des Werkstücks angesetzt werden können. Nur so können alle Bereiche des Objektes sauber herausgearbeitet werden. Optimal wären hierfür 5-Achs-Maschinen. Wegen der komplizierteren Mechanik sind sogenannte 5-Achser teuer und haben einen größeren Platzbedarf. Zudem sind auch die Bearbeitungszeiten länger und der Berechnungsaufwand für die Schleifbahnen höher. Dafür wird in der Regel eine eigene Software (CAM) eingesetzt. Die aktuelle Schleifmaschine des Cerec Systems mit dem Namen MC XL (Dentsply Sirona, Wals, Österreich) verfügt über vier Freiheitsgrade. Damit kann die Form der Restaurationen nicht immer originalgetreu ausgeschliffen werden. Entsprechende Unterschnitte werden ausgeblockt, was im Fügebereich zu größeren Hohlräumen führen kann, welche dann mit Befestigungszement ausgefüllt werden. Um die Prozessgeschwindigkeit zu erhöhen, wird simultan mit zwei Schleifmotoren gearbeitet. Die durchschnittliche Bearbeitungszeit für eine Molarenkrone liegt für den Schleifmodus „fein“ bei 15 Minuten. Dies ist im Rahmen einer Chairside-Behandlung vertretbar. In der Standardsoftware erfolgt die Ansteuerung der Schleifmaschine direkt aus dem Designprogramm, was für den schnellen Chairside-Ablauf sinnvoll ist. Für das Ausschleifen von Fremdformaten besteht dadurch allerdings keine Möglichkeit.

Aus diesen allgemeinen Überlegungen heraus lässt sich das Anforderungsprofil für ein ideales Schleifgerät ableiten:

- kurze Prozessdauer,
- hohe Präzision,
- breites Sortiment an bearbeitbaren Materialien,
- offene CAM-Software zur Integration von Fremdformaten,
- geringe Abmessungen (wegen des limitierten Platzangebotes in Zahnarztpraxen),
- niedriger Geräuschpegel (ebenfalls wegen der Unterbringung in den Praxisräumen),
- geringer Wartungsaufwand und vorausschauendes Monitoring wichtiger Funktionen,
- keine zusätzlichen baulichen Voraussetzungen.

## PrograMill One

### Technische Basis

Angesichts der Angebotsvielfalt und einer für den Verbraucher interessanten Wettbewerbssituation ist die Initiative

their complex mechanical construction, five-axis machines are costly and require more floor space. Furthermore, the processing times are longer, and the milling paths take longer to calculate, making them more expensive. Normally, this task is performed using a proprietary software (CAM). The current milling unit of the Cerec system – the MC XL (Dentsply Sirona, Wals, Austria) – offers four degrees of freedom. Using this device, it is not always possible to mill the restorations in such a way as to remain true to the original. The corresponding undercuts are blocked out; this can lead to larger porosities at the material interface, which are subsequently filled with composite cement. Two milling motors are used simultaneously to increase the speed of processing. In the “Fine” milling mode, the average processing time for a molar crown is around 15 min. This is feasible in the context of chairside treatment. In the standard software, the data are fed directly from the design software to the milling unit, which facilitates short chairside processing times; it does not, however, permit the milling of third-party file formats.

In view of these general considerations, conclusions can be made regarding the requirement profile of an ideal milling machine. The following are some optimal requirements:

- Short processing times.
- High precision.
- Wide range of machinable materials.
- Open CAM software, allowing the use of third-party file formats.
- Compact dimensioning (due to limited space in dental practices).
- Low noise (also with respect to the use of the device in dental offices).
- Little maintenance required, and in-advance monitoring of important functions offered.
- No further requirements placed on the construction of the device.

## PrograMill One

### Technical basis

The step taken by dental manufacturer Ivoclar Vivadent (Schaan, Liechtenstein) to develop its own independent milling machine suitable for chairside use seems to make sense in view of the wide variety of available offers and the competitive market situation. The PrograMill One was presented at the International Dental Show (IDS) 2017 as the most compact solution in the context of a diverse product

wurde mit dem Trios 3-Scanner intraoral erfasst. Dabei wurden auch der Gegenkiefer sowie der Biss registriert (Abb. 21). Die Trios Design Studio-Software ist in der Lage, die Präparationsgrenze bei Kronen automatisch zu erfassen (Abb. 22). Ein erster Vorschlag für die Restauration wurde von der Software automatisch erzeugt (Abb. 23). Dieser konnte mit sehr effektiven Werkzeugen vom Anwender modifiziert und individualisiert werden. Die fertige Krone wurde in der Schleifvorschau angezeigt und entsprechend im Block positioniert (Abb. 24). Der Job konnte anschließend an die Progra-Mill One übergeben werden und mit der App gestartet. Als Material diente IPS e.max CAD LT. Die Schleifzeit betrug 15 Minuten. Nach dem Abschluss des Schleifprozesses konnte die Restauration entnommen und begutachtet werden (Abb. 25). Im Zuge der Chairside-Fertigung konnte die Krone vor dem Kristallisieren zunächst im blauen Zustand einprobiert werden (Abb. 26). Entsprechende Modifikationen waren möglich. Danach erfolgte der Auftrag der Glasurpaste in einem Zug mit einer leichten Maltechnik. Der Brennzyklus dauerte 24 Minuten und erfolgte im neuen Programat CS 4-Brennofen (Ivoclar Vivadent). Die fertige Krone wurde nochmals einprobiert und dann mit Monobond Etch & Prime (Ivoclar Vivadent) konditioniert. Die Zementierung erfolgte mit Variolink Esthetic DC (dual-cure). Dazu wurde die Stumpfoberfläche mit Adhese Universal vorbehandelt. Die Krone wurde aufgesetzt und nach der Aushärtung des Zementes die Überschüsse entfernt. Im Abschluss präsentierte sich ein funktionell und ästhetisch korrektes Ergebnis (Abb. 27).

## Fazit

Die durchschnittliche Dauer einer solchen Behandlung beträgt bei einem problemlosen Verlauf nicht mehr als 90 Minuten. Dieser Zeitraum wird vom Patienten unter dem Aspekt, direkt und in einer Sitzung ohne Folgetermine die definitive Versorgung zu bekommen, gerne akzeptiert.

and the excess was removed after the hardening of the cement. The result was a restoration with good esthetics and correct function (Fig 27).

## Conclusion

The average duration of such a treatment is not more than 90 min in the case of a straightforward procedure. Patients are prepared to accept this treatment duration if they have the prospect of obtaining the final restoration directly in one single treatment session with no additional appointments.

## References

1. Duret F, Preston JD. CAD/CAM imaging in dentistry. *Curr Opin Dent* 1991;1:150–154.
2. Mörmann WH. The origin of the Cerec method: a personal review of the first 5 years. *Int J Comput Dent* 2004;7:11–24.
3. Lebon N, Tapie L, Duret F, Attal JP. Understanding dental CAD/CAM for restorations – dental milling machines from a mechanical engineering viewpoint. Part A: chairside milling machines. *Int J Comput Dent* 2016;19:45–62.
4. Lebon N, Tapie L, Duret F, Attal JP. Understanding dental CAD/CAM for restorations – dental milling machines from a mechanical engineering viewpoint. Part B: labside milling machines. *Int J Comput Dent* 2016;19:115–134.
5. Zimmermann M. Der digitale Workflow im Labor und in der Praxis. *Quintessenz Zahntech* 2016;42:1722–1735.
6. Schneider W. No compromises – the new Cerec MC XL and inLab MC XL milling machines. *Int J Comput Dent* 2007;10:119–126.

## Address/Adresse

Dr. med. dent. Andreas Kurbad, Viersener Str. 15, 41751 Viersen  
 Tel.: +49 (0) 2162-95 48 49, Fax: +49 (0) 2162-95 48 412  
 E-Mail: info@cerec.de

Volume 20 Number 2/2017

INTERNATIONAL JOURNAL OF  
**Computerized**  
**DENTISTRY**

---

Chairside Technologies

 QUINTESSENCE PUBLISHING

OFFICIAL PUBLICATION OF



INTERNATIONAL SOCIETY OF  
COMPUTERIZED DENTISTRY