



**University of
Zurich**^{UZH}

**Zurich Open Repository and
Archive**

University of Zurich
University Library
Strickhofstrasse 39
CH-8057 Zurich
www.zora.uzh.ch

Year: 2011

Ästhetische Frontzahnrekonstruktion unter Einbezug des digitalen Workflows

Müller, P ; Benić, G I ; Sailer, I

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-57119>

Journal Article

Published Version

Originally published at:

Müller, P; Benić, G I; Sailer, I (2011). Ästhetische Frontzahnrekonstruktion unter Einbezug des digitalen Workflows. *Quintessenz Zahntechnik*, 37(2):190-199.



Zusammenfassung
Die Möglichkeiten der digitalen Technologien besitzen ein Potenzial, die Abformmasse und den Gipsausguss im zahnmedizinischen Alltag vollständig zu ersetzen und bringen somit einen tiefen greifenden Einschnitt. Anhand einer klinischen Frontzahnrekonstruktion werden die Möglichkeiten und Limitationen des digitalen Workflows mit dem Lava CAD/CAM-System dargestellt. Die einzelnen Arbeitsschritte einschließlich Befund, Diagnostik, Abformung, Modell- und Gerüstherstellung und Verblendung werden beschrieben und die notwendige Kombination mit herkömmlichen Verfahren erläutert.

Indizes

Frontzahnrekonstruktion, digitaler Workflow, SLA-Modell, Zirkoniumdioxidgerüst, CAD/CAM-System

Ästhetische Frontzahnrekonstruktion unter Einbezug des digitalen Workflows

Pascal Müller, Goran Benic, Irena Sailer

Digitale Technologien haben sich in den letzten Jahren zunehmend im zahnärztlichen und zahntechnischen rekonstruktiven Alltag etabliert. Die Möglichkeit der interoralen digitalen Abformung führt nun zu einer Erweiterung des digitalen Spektrums und hat das Potenzial, die Abformmasse und den Gipsausguss in der Praxis vollständig zu ersetzen. Anhand der erfassten elektronischen Daten wird ein stereolithografisches (SLA) Meistermodell hergestellt, welches das herkömmliche Gipsmodell ersetzt. Basierend auf den erfassten Daten wird in einem weiteren Schritt das Gerüst für die geplante Rekonstruktion generiert. Abschließend kann das Gerüst ebenfalls durch computergestützte Verfahren aus vorgefertigten Rohlingen herausgefräst werden.

Diese revolutionären elektronischen Technologien bewirken einen tiefen Einschnitt für die konventionelle Arbeitsweise des Zahntechnikers und verändern dessen Berufsbild maßgeblich. Der digitale Workflow verspricht eine Vereinfachung der Arbeitsabläufe und eine Standardisierung der Qualität. Bisher sind noch nicht alle Schritte im Arbeitsablauf zur Herstellung von Rekonstruktionen digitalisiert, vieles muss noch auf konventionellem Weg hergestellt werden. Zudem sind diese digitalen Technologien in der Zahnmedizin bisher noch wenig wissenschaftlich untersucht. Deshalb ist es uner-

Einleitung

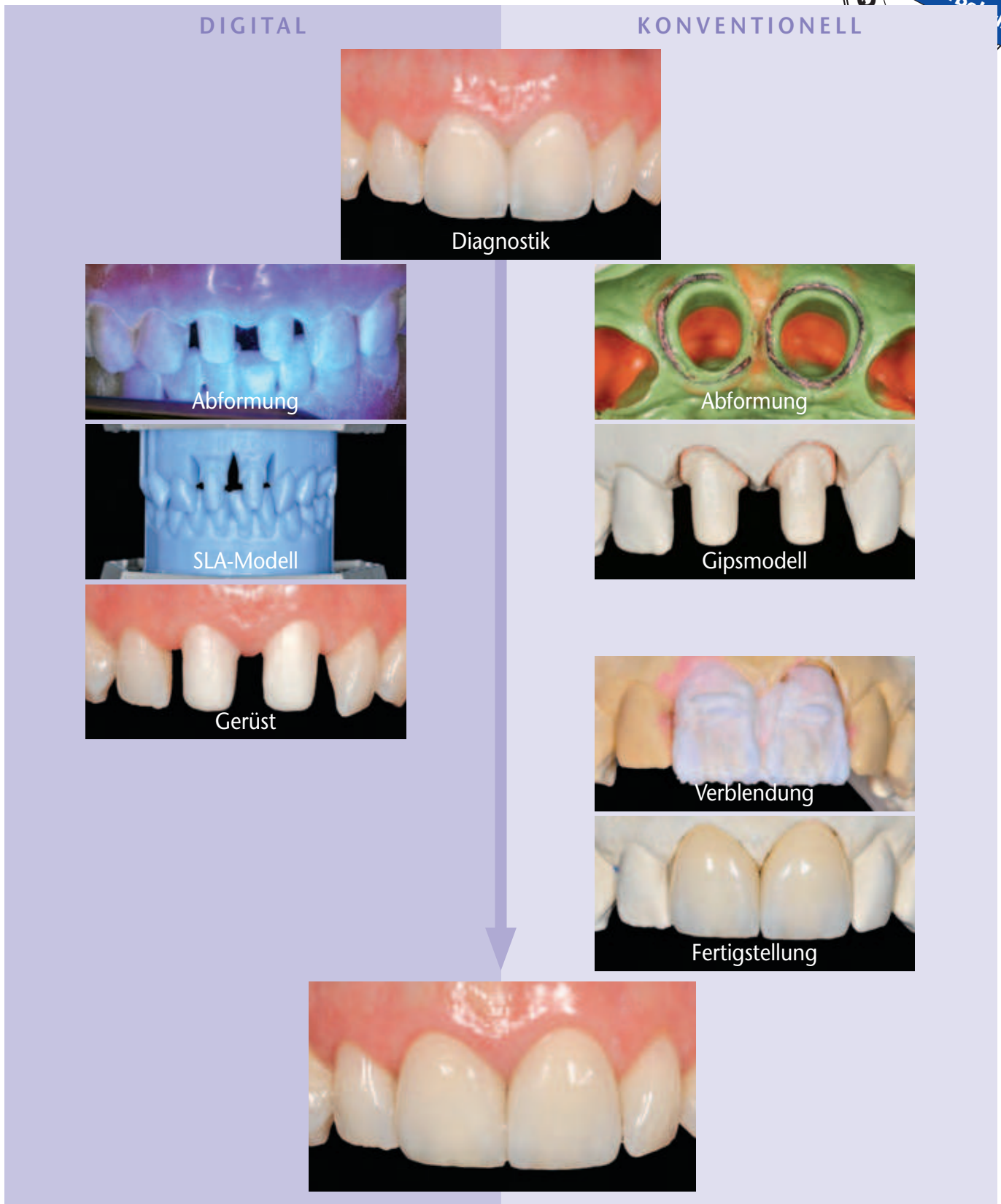


Abb. 1 Kombination digitaler und konventioneller Abläufe (Workflows) am Beispiel der beschriebenen Frontzahnrekonstruktion.



Abb. 2 EinLinsenbild der 63-jährigen Patientin.

Abb. 3 Alte Frontzahnrekonstruktionen mit insuffizienten Kronenrändern und offenen Zahnzwischenräume.

lässlich, dass die konventionellen Techniken und der digitale Workflow in verschiedenen klinischen Situationen eingesetzt und miteinander verglichen werden. Anhand einer klinischen ästhetisch anspruchsvollen Frontzahnrekonstruktion wird das Zusammenspiel der digitalen und konventionellen Techniken in diesem Beitrag beschrieben (Abb. 1). Der digitale Workflow im folgenden Fallbeispiel basierte auf dem Lava CAD/CAM-System (3M Espe, Seefeld).

Die 63-jährige Patientin präsentierte sich in der Klinik mit dem Wunsch nach neuen Versorgungen der Zähne 11 und 21. Sie klagte über die unästhetische Form, die Farbe und die sichtbaren Ränder der alten metallkeramischen Kronen sowie über die offenen Zahnzwischenräume.

Die Patientin mit mittelhoher Lachlinie entblößte beim Lachen die supragingivalen Kronenränder und den Gingivalsaum (Abb. 2). Von extraoral betrachtet fielen die Mittellinienabweichung nach links und die zu langen Schneidekanten der zentralen Schneidezähne auf (Abb. 3). Die Gingiva zeigte eine mittlere Skallopierung, einen dünnen Gewebe-Biotyp und multiple Rezessionen.

Die auftretenden generalisierten zervikalen Hartsubstanzdefekte waren für die Autoren ein klares Zeichen für eine falsche Mundhygienetechnik, welche im Vorfeld korrigiert wurde, um die Progression der Rezessionen zu vermeiden.

Eine umfassende Diagnostik beinhaltet eine Präparationshilfe aus Silikon, welche auf einer konventionellen, ersten Wachmodellation des Situationsmodells (diagnostisches Wax-up) basiert und bei der Patientin zur Beurteilung einprobiert wurde (Abb. 4). Damit eine optimale Ausgangslage für die definitive Arbeit gewährleistet ist, sollte die Wachmodellation nach Möglichkeit in Kunststoff umgesetzt werden. Speziell für den Frontzahnbereich ist es von großer Bedeutung, die Zahnform und Zahnstellung im Voraus definieren zu können. Ebenfalls ist es wichtig, das passende Material für ein ästhetisch hochstehendes Endresultat auszuwählen. Der Kunststoff bietet aufgrund seiner Transparenz eine bessere Voraussetzung als das opake Wachs und basierend auf seiner Härte können die Okklusion und Führungen kontrolliert und eingestellt werden (Abb. 5). Zusätzlich fühlt sich der Patient bei der Einprobe sicherer, weil Kunststoff im Gegensatz zu Gips im Mund nicht zerbrechen kann.

Mit dem Lava CAD/CAM-System ist das oben beschriebene diagnostische Vorgehen nicht möglich und deshalb müssen diese Schritte immer noch konventionell erarbeiten

Befund

Diagnostik



Abb. 4 Ein konventionell hergestelltes Wax-up.

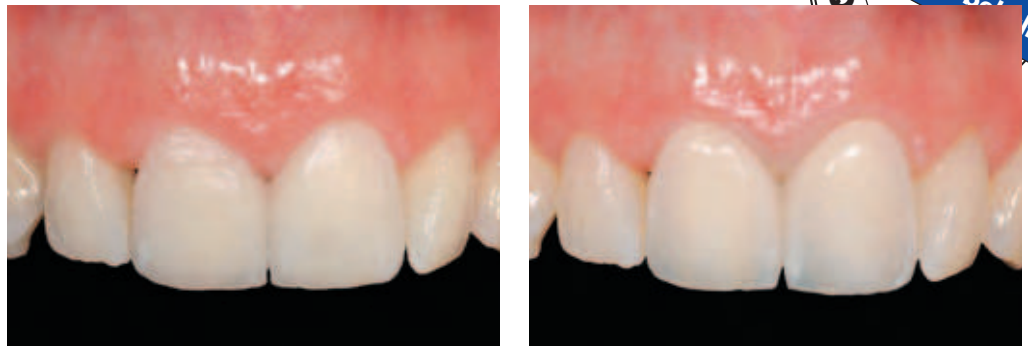


Abb. 5 Kunststoff Try-in für eine präzisere Diagnostik der Farbe, Form und Funktion.

werden. Bei einem anderen CAD/CAM-System (Cerec InLab, Sirona, Bensheim) besteht die Möglichkeit, ein digitales Provisorium herzustellen, welches unter Einschränkungen als diagnostisches Tool verwendet werden kann.

Abformung Basierend auf der diagnostischen Vorarbeit wurden Silikonschlüssel als Präparationshilfe hergestellt und die alten Kronen entfernt. Mithilfe der Silikonschlüssel und unter Berücksichtigung der Anforderungen für die Zirkoniumdioxidrekonstruktionen konnte ein gezielter Abtrag der Zahnschubstanz erfolgen. Die klinischen Vorbereitungs-schritte für die optische digitale Abformung gleichen denen für eine konventionelle Abformung. Nur gut erkennbare, klare Präparationsformen und –grenzen sind von intraoralen Scannern erfassbar und führen zur präzisen dreidimensionalen Darstellung der intraoralen Situation. Deshalb ist das Legen von Retraktionsfäden unerlässlich. Im vorliegenden Fall wurde ein ultradünner erster Faden in den Sulkus gelegt und darüber ein zweiter Faden in der passenden Größe, um die zarten Weichgewebe zu verdrängen aber nicht zu traumatisieren. Wie bei konventionellen Abdrücken ist zu beachten, dass die umliegende Gingiva entzündungsfrei und reizlos ist. Viel Sulkusflüssigkeit oder eine Blutung führen zu Fehlern bei der Abformung und im Rahmen des digitalen Workflows konsequenterweise zu Fehlern beim Meistermodell und Gerüst.

Nach dem Trockenlegen ist für die intraorale Abformung mit dem Lava C.O.S. Scanner eine Bepuderung/Bestäubung der Zähne und der umliegenden Weichgewebe mit Titanoxidpulver notwendig. Danach werden der präparierte Kiefer (Quadrantenscan oder Ganzkieferscan), der Gegenkiefer und der Biss (in Interkuspidationsposition) gescannt (Abb. 6 und 7). Die Präparationen können nun in Großformat in 3-D-Optik dargestellt und die Genauigkeit der Abformung (Rand, Unterschnitte) kontrolliert werden. Dieser Vorgang ist auch für Patienten sehr interessant, weil sie sich selbst mithilfe einer 3-D-Brille „auf den Zahn fühlen“ können.

Nach der Kontrolle des Scans der Präparationen wird der Scanvorgang abgeschlossen. In einem digitalen Auftragsformular für den Zahntechniker wird erfasst, welche Art der Rekonstruktion, aus welchem Material, von welchem Hersteller und bis zu welchem Lieferdatum das Werkstück gewünscht wird. Die Daten werden über das Internet an die Entwicklerfirma des C.O.S. Scanners (früher Brontes, heute 3M Lexington, Lexington, MA, USA) in die USA übermittelt. Dort erfolgt innerhalb von ca. 10 Stunden eine Kontrolle und Verfeinerung des Datensatzes, bevor der jeweilige Fall an das gewünschte lokale zahntechnische Labor weitergeleitet wird. Der mit der Lava Lab Software aus-



Abb. 6 Eine Detailaufnahme der digitalen Abformung der Frontzähne (Lava C.O.S. Scanner).

Abb. 7 Die Bissregistration in Zentric (Lava C.O.S. Scanner).



gestattete Techniker erhält nun eine E-Mail, welche ihn auf den Eingang eines neuen digitalen Auftrags hinweist.

Die präzise Wiedergabe des Mundmilieus wird anhand eines perfekten Modells erreicht. Im Labor wird die Form des Modells (Quadrant oder Kiefer) bestimmt und innerhalb des Computerprogramms (Lava Lab Software) anhand einer 3-D-Animation ausgerichtet und die gewünschte Position festgelegt. Somit wird das Einsetzen eines Artikulators, wie wir es in der konventionellen Modellherstellung verwenden, überflüssig. Die digitalen „Sägeschnitte“ werden per Mausclick bestimmt und die marginalen Ränder gekennzeichnet (Abb. 8 und 9). Im Gegensatz zu der konventionellen Modellherstellung, bei welcher intuitiv mit Gips gearbeitet wird, können hier unklare Situation besprochen und Korrekturen angebracht werden. Für die digitale Verarbeitung der Demarkationsgrenzen ist eine Unterkehlung an den epi-gingivalen oder sub-gingivalen Stellen notwendig. Wird auf eine digitale Unterkehlung verzichtet, empfiehlt es sich, auf das mechanische Zurücktrimmen des SLA-Modells zu verzichten. Der vom Zahntechniker modifizierte Datensatz wird wiederum in die USA transferiert, aufgearbeitet und für die Gerüstgestaltung an den lokalen Zahntechniker weitergeleitet.

Modellherstellung

Das Modell kann dank der elektronischen Datenerfassung jederzeit nachbestellt werden. Es ist im Gegensatz zu den herkömmlichen Modellen vor Abrasionschäden und

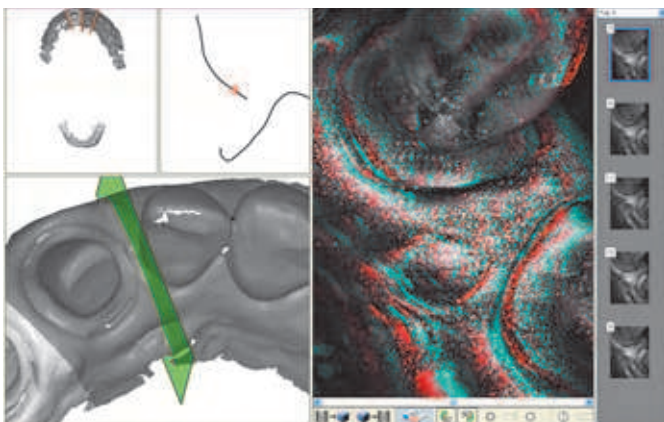


Abb. 8 3-D-Digitalmodell: Anlegen der „Sägeschnitte“ (Lava Lab Software).

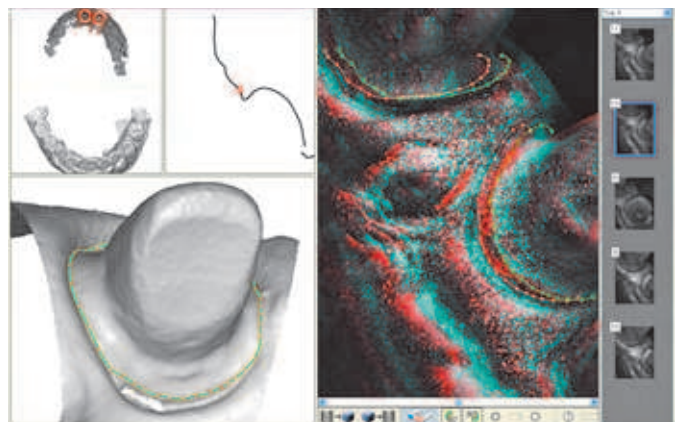


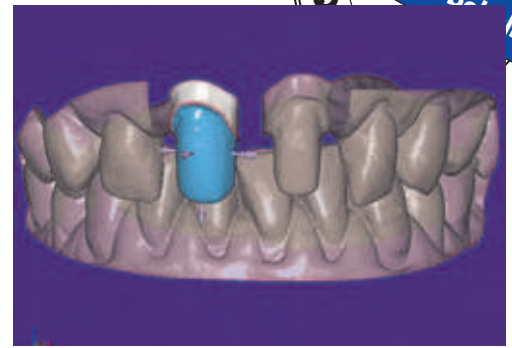
Abb. 9 Die digitale Bestimmung der Präparationsgrenze mit 3-D-Animation (Lava Lab Software).



Abb. 10 Ein konventionelles Meistermodell aus Gips (nach Geller).



Abb. 11 Das digitale Design des Gerüsts 21, welches separat von 11 hergestellt wird



Stoßfrakturen sicher. Jedoch muss es vor Sonnenlicht und Wärme geschützt werden. Wesentliche Einschränkungen dieses SLA-Modells sind die unnatürliche blaue Farbe und die horizontalen Rillen, welche für die Herstellung eines naturgetreuen Zahnersatzes ungeeignet sind. Der Kontrast zwischen der Zahnfarbe und dem Modell erschwert die künstlerische Arbeit bei der Verblendung der Gerüste und die Rillen entsprechen nicht der natürlichen Textur von Zähnen.

In diesem Fall haben sich die Autoren entschieden, zusätzlich ein klassisches Alveolarmodell (nach Geller) zum Vergleich herzustellen (Abb. 10). Die subjektive Genauigkeit zwischen dem digital und dem konventionell hergestellten Modell haben die Autoren direkt miteinander verglichen. Das konventionelle Alveolarmodell besaß den Vorteil, dass es die komplette Gingivasituation widerspiegelte und die Textur der Nachbarzähne besser darstellte.

Gerüsterstellung

Das Gerüst erzeugt die innere stabile Struktur für die passgenaue Rekonstruktion. Da die Patientin einen metallfreien Zahnersatz wünschte, wurden hier Zirkoniumdioxidgerüste eingesetzt.

Innerhalb des digitalen Workflows wird nun das Gerüst auf dem Bildschirm konstruiert (Lava Design Software). Durch den direkten elektronischen Zugang erübrigen sich die einzelnen Zwischenschritte, welche beim gewohnten Einscannen der Modelle („labside“) generiert werden müssen. Zusätzlich sind die Nachbarzähne und Antagonisten umfangreicher abgebildet. In diesem Fallbeispiel wurden zwei einzelne Datensätze für die Frontzähne generiert und jeweils zwei Gerüste separat hergestellt. Es ist technisch noch nicht möglich, die Gerüste der zwei Frontzähne im gleichen Datensatz zu bearbeiten.

Aufgrund der vorhandenen vollständigen Daten und elektronisch bestimmten Demarkationslinie kann das Gerüst mit wenigen Mausklicks definiert werden. Danach wird der neue Datensatz an ein vom Labor bestimmtes Fräszenrum zur Produktion weitergeleitet. Das Lava CAD/CAM-System bieten den Vorteil, dass durch die Zusammenarbeit mit den lokalen Fräszentren eine effiziente sowie persönliche Kommunikation stattfinden kann und somit individuellen Wünsche bezüglich Farbgestaltung und Design berücksichtigt werden können. Im präsentierten Fall wurde die Einfärbung des Gerüsts vor der Sinterung in Zusammenarbeit mit dem zuständigen Fräszenrum individuell gestaltet.

Das Gerüst aus dem Fräszenrum und das SLA-Meistermodell aus der europäischen Zentralfertigungsstätte in Mailand werden im gleichen Zeitraum per Postlieferung zuge-

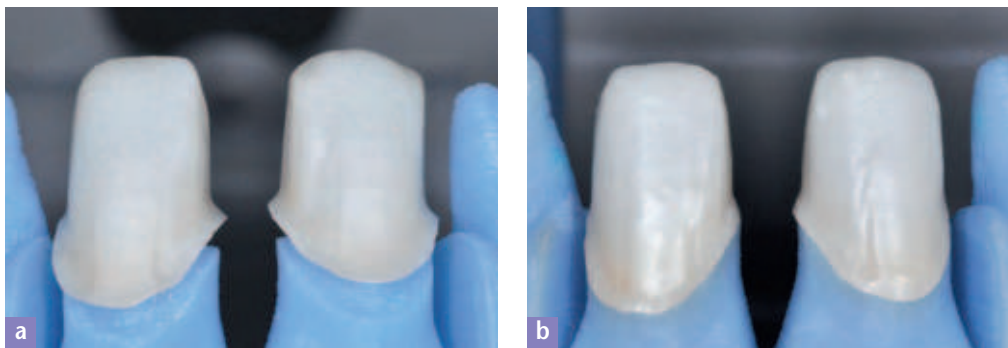


Abb. 12 a Ein unbearbeitetes Zirkoniumdioxidgerüst auf dem Modell. Bemerkenswert sind die große Unterkehlung mit dem Verlust der Gingiva, die unvorteilhafte blaue Farbe und die produktionsbedingten Rillen. b Zirkonoxidgerüst nach Entfernen des Frässicherheitsrands und leicht reduzierten Rillen des SLA Modells.

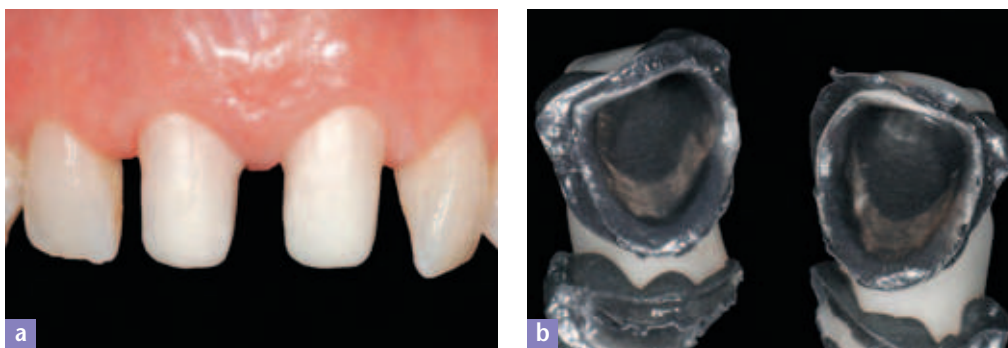


Abb. 13 a Die klinische Einprobe der nicht bearbeiteten Gerüste zeigt eine gute Passung. b Das Zirkoniumdioxidgerüst mit Fit-Checker.

stellt. Das erhaltene Zirkoniumdioxidgerüst weist einen Frässicherheitsrand auf, welcher vom Techniker entfernt werden muss (Abb. 12a). In diesem Fall passte das Gerüst nach der Randpräparierung perfekt auf das Gipsmodell (Abb. 12b). Jedoch konnte es auf dem SLA-Modell nicht in situ gebracht werden. Ohne einen weiteren Schliff wurde das Gerüst im Mundmilieu einprobiert und eine perfekte Passung anhand einer Silikon-Try-in-Paste (Fit-Checker) festgestellt (Abb. 13a und 13b). Dieses Phänomen ließ vermuten, dass die vorhandenen Rillen des in Rapid Prototyping hergestellten SLA-Meistermodells für eine perfekte Passung reduziert werden sollten.

Bei Glaskeramik und Gold ist die konventionelle Gerüsterstellung immer noch der Standard. Zur Beurteilung des digital hergestellten Gerüsts diente zusätzlich ein konventionell hergestelltes Goldgerüst, welches ebenfalls mit Fit-Checker einprobiert wurde (Abb. 14). Dieser subjektive klinische Vergleich zeigte eine akzeptable Passung des im digitalen Workflow hergestellten Zirkoniumdioxidgerüsts.

Mit der Verblendung wird eine möglichst identische Farb- und Formgestaltung der natürlichen Zähne nachempfunden. Ein ästhetisch hochstehendes Resultat wird durch eine gemeinsame Rohbrandeinprobe von Zahnarzt, Patient und Zahntechniker erreicht.

Bei der Schichtung der Zirkoniumdioxid-Verblendkeramik mit Zi-Creation (Klema, Meinigen, Österreich) (Abb. 15) müssen zwei Eigenschaften berücksichtigt werden, die stärkere Verglasung der Keramik und die unterschiedliche Lichtbrechung im Vergleich zur konventionellen Schichtkeramik. Innerhalb der Schichtung müssen Gegensätze eingebracht werden, weil ähnliche Farben eine stärkere Diffusion aufweisen und somit ihre Wirkung verlieren. Für ein optimales Schlussresultat sollte die fertige Krone maximal viermal im Ofen gebrannt und mechanisch aufpoliert werden. Werden zusätzliche

Verblendung



Abb. 14 Zum Vergleich, das hergestellte Goldgerüst mit Fit-Checker zeigt eine gute Passung.

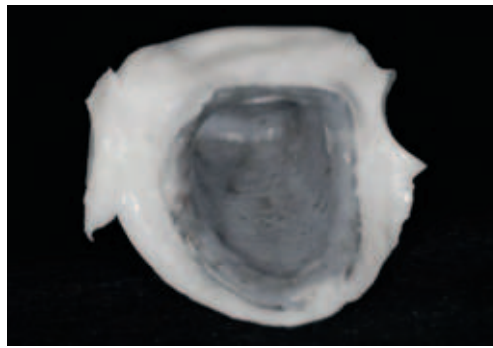


Abb. 15 Eine konventionelle Keramikverblendung mit Zi-Creation (Klema).

Brände benötigt, verglast die Verblendkeramik zu stark und lässt die Krone am Schluss „speckig“ aussehen.

In Zukunft wird auch beim Lava CAD/CAM-System die Möglichkeit einer digitalen Verblendung bestehen, welche in diesem ästhetisch anspruchsvollen Fall aus Mangel an einer Individualisierung der Verblendung ungeeignet gewesen wäre.

Abschlussituation

In diesem klinischen Fall wurde die adhäsive Befestigung gewählt, um die Transluzenz der Vollkeramikkrone nicht zu beeinträchtigen und gleichzeitig das Microleakage zu minimieren. Vor der Zementierung wurden die Zirkoniumdioxidgerüste mit phosphatmonomerhaltigen Clerafil™ Ceramic Primer (Kuraray Europe, Frankfurt am Main) vorbehandelt. Gluma® Desensitizer (Heraeus Kulzer, Hanau) wurde zur Desensibilisierung der vitalen Stümpfe 11 und 21 verwendet. Die Kronen wurden mit dem dualhärtenden selbstadhäsiven Zement RelyX™ Unicem (3M Espe) definitiv inseriert.

Fazit

Der digitale Workflow von 3M Espe beinhaltete die Abformtechnik des Lava C.O.S. Scanners durch den Zahnarzt, die externe Datenregenerierung, die digitale Bearbeitung des Datensatzes durch den Zahntechniker (Lava Lab Software), die Herstellung des SLA-Modells (Zentralfertigungsstätte, Italien), die digitale Bearbeitung des Gerüsts durch den Zahntechniker (Lava Design Software), die Gerüsterstellung (Fräszentrum) und die Verblendung. Alle digitalen Workflow-Schritte mit Ausnahme der Verblendung wurden in diesem Fallbeispiel umgesetzt. Die konventionelle Abformung und deren Gipsmodell sowie die konventionelle Keramikverblendung waren unumgänglich für die Behandlung dieser Frontzähne. Die vorhandenen Frontzähne mit ihren schmalen Wurzeln ohne die Information der Gingivamorphologie anhand eines SLA-Modells herzustellen war eine große Herausforderung. Durch das gezielte Formen der Gingiva mithilfe des Alveolarmodells konnte die gewünschte Verringerung des Interdentalraums erreicht werden. Das zusätzlich mitgelieferte ungesägte Modell weist keinen idealen Gingaverlauf auf und kann nur beschränkt beschliffen werden. Auffallend war die gravierende Differenz des approximativen Abstands der beiden zentralen Inzisivi vom SLA-Modell zum ungesägten Modell (Abb. 16a und 16b). Ebenfalls war die Oberflächenbeschaffenheit des SLA-Modells als Grundlage für eine natürliche Zahntextur ungeeignet. Deshalb war ein Einsatz des konventionellen Gipsmodells unumgänglich (Abb. 17 und 18).

Der Ablauf des Workflows funktionierte reibungslos und die Passgenauigkeit der Zirkoniumdioxidgerüste war erstaunlich. Dieses positive Resultat könnte auf der Tatsache

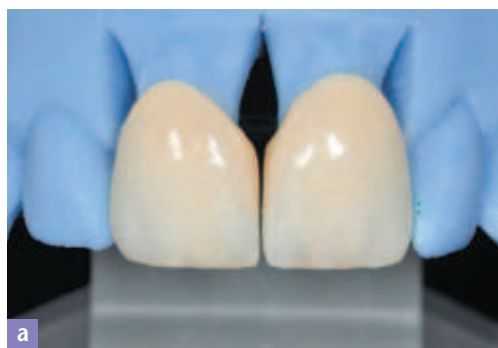


Abb. 16 **a** Interessanterweise zeigen die Kronen auf dem gesägten SLA-Modell einen approximalen Abstand. **b** Die Kronen auf dem ungesägten SLA-Modell mit unpräzisem Gingivaverlauf zeigen einen suffizienten Kontaktpunkt auf.



Abb. 17 Kronen auf konventionellem Gipsmodell mit intakten Approximalkontakt.

Abb. 18 Die Seitenansicht der individuell geschichteten Kronen auf dem Gipsmodell mit schönem Austrittsprofil.



Abb. 19 Das Endresultat der Restauration mit zufriedenstellendem Gingivaverlauf und geschlossenen Zahnzwischenräumen.

basieren, dass die digitalen Parameter der Zahnpräparation direkt für die Gerüsterstellung verwendet wurden. Laufende Untersuchungen der Genauigkeit digitaler und konventioneller Abformungen werden bald Aufschluss liefern. Somit konnte der Präzisionsverlust durch die Übertragung mit der konventionellen Abformmasse und Gips verhindert werden. Die Kombination mit den herkömmlichen Techniken war der Schlüssel zu einer erfolgreichen ästhetischen Frontzahnrekonstruktion (Abb. 19 bis 21) unter Einbezug des digitalen Workflows. Dieses praktische Fallbeispiel zeigt das Potenzial der elektronischen Datenverarbeitung und externer industrieller Produktion klar auf und bestätigt deren Platz im zukünftigen Alltag der Zahnärzte und Zahntechniker.



Abb. 20 Die eingebrachten Kronen von inzisal.



Abb. 21 Ein harmonisches Lippenschlussbild.

Danksagung Für die Zusammenarbeit bedanken sich die Autoren bei den Firmen 3M Espe, Seefeld, Schönenberger Dentaltechnik AG, Glattbrugg, Schweiz, und dem Fräszentrum RR Dental, Lengwil-Oberhofen.



ZT Pascal Müller,
Dr. med. dent. Goran Benic,
PD Dr. med. dent. Irena Sailer
Klinik für Kronen- und Brückenprothetik, Teilprothetik und zahnärztliche Materialkunde (Ärztlicher Direktor Prof. Dr. C. Hämmerle), Zentrum für Zahnmedizin, Universität Zürich
Plattenstrasse 11, 8032 Zürich, Schweiz
E-Mail: pascal.mueller@zsm.uzh.ch