

Sebastian D. Horvath^{1,2}, Maximilian A. Vollmer³

Monolithische Restaurationen auf Implantaten – Eine Übersicht

Monolithic restorations on implants – an overview



Dr. Sebastian D. Horvath

(Foto: privat)

Warum Sie diesen Artikel lesen sollten? / Why should you read this article?

Grundsätzliches Ziel jeder restaurativen, zahnmedizinischen Therapie ist die Fertigung einer Restauration auf möglichst einfachem technischen Weg, die zu einem vorhersagbaren und langlebigen Therapieerfolg führt. Für implantatgetragene Restaurationen bieten sich durch die monolithische Fertigung von Zahnersatz aus vollkeramischen Materialien deutliche Vorteile, die in diesem Artikel vorgestellt und erläutert werden sollen.

The fundamental goal of every restorative dental treatment is the fabrication of a restoration in a technically simplified way that leads to a predictable and long-lasting treatment success. For implant-supported restorations the monolithic fabrication of restorations from all-ceramic materials offers substantial benefits that will be outlined and explained in this article.

Einführung: Der festsitzende Ersatz fehlender Zähne mit implantatgetragenen Restaurationen hat sich als vorhersagbare Therapieoption in der Zahnmedizin etabliert. Unter den technischen Komplikationen zeigen sich Frakturen der Verblendkeramik als häufigstes Problem. Mit dem Ziel ästhetischerer Restaurationen bei gleichzeitig weniger auftretenden technischen Problemen erfolgt eine kontinuierliche Weiterentwicklung vollkeramischer Systeme in der Zahnmedizin. Hierbei haben sich sogenannte „monolithische“ Restaurationen, bei denen die gesamte Restauration aus einem Guss hergestellt wird, als sehr vorteilhaft gezeigt. Die systemimmanenten Probleme, die durch mehrere Schichten von Materialien entstehen, lassen sich somit verhindern.

Methode: In dieser Übersicht werden aktuell auf dem Markt erhältliche Restaurationsmaterialien für monolithische Restaurationen auf Implantaten vorgestellt. Dabei soll auf die werkstoffkundlichen Eigenschaften, sowie vorhandene klinische Ergebnisse eingegangen und verschiedene Arbeitsabläufe anhand von Fallbeispielen dargestellt werden.

Ergebnisse: Aufgrund der relativen Neuigkeit dieser Technik im Bereich der Implantologie liegen derzeit noch keine klinischen Langzeitdaten zu monolithischen Restaurationen auf Implantaten vor. Die klinische Evidenz aus Studien mit

Introduction: The replacement of missing teeth using implant-supported restorations has established itself as a predictable treatment option in modern dentistry. Among possible technical complications, fractures of the veneering ceramic have shown to be the most common problem. The creation of more esthetically pleasing restorations that also reduce the possibility for technical problems is a general goal of the continuous development of all-ceramic systems in dentistry. In this context, so-called „monolithic“ restorations, in which the entire restoration is cast in a single piece have shown to be very advantageous. This allows for the elimination of problems that are caused by multiple layers of material and their respective interfaces.

Methods: In this review, currently available restorative materials for monolithic restorations on implants are being introduced with a special focus on material properties and currently available clinical results. Furthermore, different workflows are being illustrated with clinical cases.

Results: Due to relative novelty of the treatment concept there is no long-term data on monolithic restorations on implants. However, the clinical evidence based on short and mid-term observation periods is very promising.

¹ Dr. Horvath-Praxis für Zahnheilkunde, Jestetten, Deutschland

² Department of Preventive and Restorative Sciences, University of Pennsylvania, Philadelphia, PA, USA

³ Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Heinrich Heine Universität Düsseldorf, Deutschland

Peer-reviewed article: eingereicht: 02.06.2017, revidierte Fassung akzeptiert: 16.06.2017

DOI.org/10.3238/dzz.2017.4949

kurzen und mittleren Beobachtungszeiträumen sind jedoch vielversprechend.

Diskussion: Die klinische Anwendung monolithischer Restaurationen auf Implantaten aus Lithium-Disilikat und Zirkonoxid im Seitenzahnbereich erweist sich basierend auf ersten klinischen Daten als zuverlässig, und kann somit als zeit- und kosteneffiziente Alternative zu metallkeramischen Restaurationen in Betracht gezogen werden. (Dtsch Zahnärztl Z 2017; 72: 332–340)

Schlüsselwörter: Implantatkronen; implantatgetragener Zahnersatz; monolithisch; vollanatomisch; Vollkeramik; CAD/CAM

1. Einleitung

Der festsitzende Ersatz fehlender Zähne mit implantatgetragenen Restaurationen hat sich als vorhersagbare Therapieoption in der Zahnmedizin etabliert. Sowohl die Implantate, als auch die Suprakonstruktionen, zeigen sehr gute klinische Ergebnisse [16, 24]. Als häufigste technische Komplikationen bei metallkeramischen Suprakonstruktionen stellten sich Frakturen der Verblendkeramik heraus. Weitere Komplikationen sind Schraubenlockerungen und Retentionsverluste zwischen Krone und Abutment. Darüber hinaus wurde das ästhetische Ergebnis im gingivalen Bereich bei metallkeramischen Restaurationen häufig kritisiert [16, 24].

Mit dem Ziel, ästhetischere Restaurationen bei gleichzeitig weniger auftretenden technischen Problemen zu erreichen, erfolgte die Entwicklung neuer vollkeramischer Systeme für implantatgetragene Suprakonstruktionen. Die häufigste technische Komplikation bei verblendeten vollkeramischen Restaurationen stellt ebenfalls die Fraktur im Bereich der Verblendkeramik dar [25]. Zirkonoxidkeramiken weisen Biegefestigkeiten von 900–1200 MPa auf [7]. Aluminiumoxidkeramiken zeigen Biegefestigkeiten von 500–700 MPa [8], haben aber in den letzten Jahren stark an Bedeutung verloren und werden in der vorliegenden Übersicht deshalb nicht weiter beschrieben.

Verblendkeramiken hingegen zeichnen sich vor allem durch ihre ästhetischen Eigenschaften wie Transluzenz und Fluoreszenz aus. Bei Verblendkeramiken handelt es sich werkstoffkundlich in der Regel um Feldspatkeramiken, die eine Biegefestigkeit um ca. 120 MPa aufweisen [8]. Neben der relativ geringen mechanischen Festigkeit ist der manuelle

Herstellungsprozess eine mögliche Fehlerquelle für spätere Restaurationen, da es dabei zur Einlagerung von Fremdkörpern oder Lufteinschlüssen kommen kann.

Um diese Probleme zu umgehen, entstand der Wunsch, Restaurationen aus nur einem, mechanisch stabileren und dennoch ästhetischen Werkstoff herzustellen. Die gesamte Herstellung der Restauration sollte in nur einem einzigen Arbeitsgang erfolgen, um Probleme durch mehrere Materialschichten und somit mehrerer Grenzflächen zu umgehen. Man spricht hier von „monolithischen“ oder „vollanatomischen“ Restaurationen. Das Wort „monolithisch“ steht für: aus einem Stück bestehend; zusammenhängend und fugenlos. Eine Herstellungstechnik für solche Restaurationen wurde in den 1990er Jahren mit der Einführung einer pressbaren leuzitverstärkten Glaskeramik vorgestellt (IPS Empress, Ivoclar Vivadent). Hierbei wird die Restauration aufgewachst, eingebettet, und anschließend eine flüssige Keramikmasse in den Hohlraum gepresst. Eine weitere Möglichkeit zur Herstellung monolithischer, vollkeramischer Restaurationen entstand durch die Möglichkeit, computergestützt Restaurationen fertigen zu können (CAD/CAM-basierte Herstellung). Bei dieser Technik wird die Restauration am Computer geplant, und anschließend aus einem Block des gewünschten Materials gefräst oder geschliffen. Das Material befindet sich dabei je nach Festigkeit bereits in seinem Endzustand, oder um es einfacher mechanisch bearbeiten zu können, in einem vorgesinteren und somit weicheren Zustand. Dies macht einen folgenden Sintervorgang, der zur Endhärte führt, erforderlich.

Die genannten Entwicklungen lassen ästhetische Ergebnisse bei gleichzeitig weniger technischen Komplikationen er-

Discussion: Based on preliminary clinical data, the standardized use of monolithic of lithium-disilicate glass ceramic and zirconia for implant restorations appears reliable and can be considered as a cost and time efficient alternative for metal ceramic restorations.

Keywords: implant-supported single crown; monolithic; all-ceramic; full-contour; CAD/CAM

hoffen. Es gibt einen generellen Konsens, dass monolithische Restaurationen deutlich weniger technische Komplikationen erfahren [10, 30]. Derzeit sind in der Literatur nur wenige klinische Studien zur Bewährung von implantatgetragenen festsitzenden monolithischen vollkeramischen CAD/CAM-Versorgungen verfügbar. In dieser Übersicht werden aktuell auf dem Markt erhältliche Restaurationmaterialien für monolithische Restaurationen auf Implantaten vorgestellt. Die Literaturübersicht fokussiert sich auf monolithische zementierte oder verschraubte implantatgetragene Einzelkronen und 3- bis 5-gliedrige implantatgetragene Brücken. Für die klinische Evidenz wurden nur klinische Studien mit einem Beobachtungszeitraum von mehr als 2 Jahren und Fallserien mit mehr als 10 Patienten berücksichtigt. Die werkstoffkundlichen Eigenschaften, sowie vorhandene klinische Ergebnisse werden beschrieben und verschiedene Arbeitsabläufe anhand von klinischen Fallbeispielen exemplarisch dargestellt.

2. Lithium-Disilikat-Glaskeramik

2.1 Einführung

Eine Möglichkeit, die mechanischen Eigenschaften von Feldspatkeramiken zu erhöhen, besteht im Einbau von kristallinen Partikeln in das Glas. An diesen soll ein möglicher Riss gestoppt oder umgeleitet werden. Derzeit erzielen Materialien, die Lithium-Disilikat-Kristalle zu diesem Zweck einlagern, die besten mechanischen Werte in der Gruppe der verstärkten Glaskeramiken. Mit der pressbaren Lithium-Disilikat-Glaskeramik IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent) lässt sich eine Biegefestigkeit von 470 MPa errei-



Abbildung 1 Ausgangssituation mit fehlendem Zahn 16

Figure 1 Initial situation with missing tooth 16

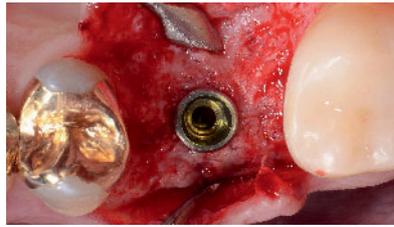


Abbildung 2 Intraoperative Ansicht des inserierten Implantats (Nobel Parallel CC, Nobel Biocare)

Figure 2 Intraoperative view of the inserted implant (Nobel Parallel CC, Nobel Biocare)

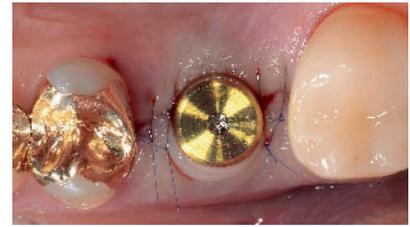


Abbildung 3 Nahtverschluss

Figure 3 Seam closure



Abbildung 4 Wundheilung nach 90 Tagen

Figure 4 Wound healing after 90 days



Abbildung 5 Ansicht der inserierten Titanbasis

Figure 5 View of the inserted titanium base



Abbildung 6 Abformpfosten für die digitale Abformung

Figure 6 Impression post for the digital impression

chen, bei gleichzeitig guten ästhetischen Ergebnissen (Herstellerrangaben Ivoclar Vivadent) [8]. Neben der Presskeramik, ist das Material auch in einer CAD/CAM-Version erhältlich (IPS e.max CAD). Hierbei wird das Material in einem noch nicht auskristallisierten Zustand geschliffen und anschließend kristallisiert, um seine Endfestigkeit von ca. 350 MPa zu erreichen [13]. Im Bereich der Implantatprothetik können Abutments und monolithische sowie verblendete Einzelzahnrestorationen aus Lithium-Disilikat-Glaskeramik gefertigt werden. 2013 wurden erstmals für die chairside CAD/CAM-Anwendung Blöcke mit einem vorgefertigten Schraubenkanal eingeführt, die eine zeit- und kosteneffiziente Fertigung von Implantatkronen ermöglichen. Aufgrund der guten klinischen Ergebnisse des Materials auf Zähnen [9] und Implantaten [4] sowie der großen Marktverbreitung entwickelten auch weitere Hersteller Materialien auf Basis dieser Technologie. 2013 wurden Zirkonoxid-verstärkte Lithium-Disilikat-Glaskeramiken eingeführt, die ebenfalls in einer Press- und CAD/CAM-Variante (VITA Suprinity, Vita Zahnfabrik; Celtra Duo, Degudent) verfügbar sind und eine Biegefestigkeit von ca. 370–420 MPa (Herstellerrangaben) aufweisen.

2.2 Klinische Ergebnisse

Bei Einzelzahnlücken zeigten zementierte monolithische Lithium-Disilikat-Versorgungen auf einteiligen Zirkonimplantaten sehr gute klinische Ergebnisse. Eine prospektive Untersuchung hierzu ergab für zementierte, monolithische Lithium-Disilikat-Implantatkronen eine Überlebensrate von 100 % nach 3 Jahren. Die Restaurationen wurden mittels CAD/CAM hergestellt und zeigten keine Chippings, Frakturen oder Dezementierungen. Eine Restauration zeigte eine okklusale Rauigkeit, die poliert werden konnte. Somit ergab sich eine Erfolgsrate von 95,7 % nach 3 Jahren. Sowohl nach der Eingliederung, als auch nach 3 Jahren zeigten die Restaurationen ein gutes ästhetisches Ergebnis [29]. In einer retrospektiven Untersuchung zeigten mittels Presstechnik hergestellte Lithium-Disilikat-Restaurationen, die auf Zirkonoxid- oder Titan-Abutments zementiert wurden, eine Überlebensrate von 97,8 % nach 28 Monaten. Bei einer Restauration kam es zu einem Chipping, die Restauration konnte jedoch in-situ verbleiben. Sowohl die Patienten, als auch die behandelnden Zahnärzte bewerteten das ästhetische Ergebnis als sehr gut [4].

2.3 Fallbeispiel

Abbildung 1 zeigt die Ausgangssituation mit fehlendem Zahn 16 bei einem 50-jährigen Patienten. Der Zahn war 3 Monate zuvor aufgrund einer Längsfraktur extrahiert worden. Nach erfolgter Planung der Implantatposition anhand einer digitalen Volumentomografie erfolgte die Insertion des Implantats (Abb. 2; Nobel Parallel CC RP 4,3 × 0 mm, Nobel Biocare). Die Primärstabilität betrug 40 Ncm. Während der Implantation erfolgte ein interner Sinuslift. Die Wundheilung verlief komplikationslos (Abb. 3). Abbildung 4 zeigt die klinische Situation 90 Tage nach Implantatinsertion, zu Beginn der prothetischen Phase. Das Healing-Abutment wurde entfernt und eine Titanbasis platziert (Abb. 5). Diese diente zu diesem Zeitpunkt als Basis für den digitalen Abformpfosten (Abb. 6). Später wird auf derselben Titanbasis (TiBase, Dentsply Sirona) die angefertigte Krone nach Herstellerrangaben adhäsiv zementiert (Scotchbond Universal, RelyX Ultimate, 3M ESPE). Die intraorale Situation wurde gescannt (CEREC Omnicam, Dentsply Sirona) und die Restauration digital geplant (Abb. 7; CEREC Software, Dentsply Sirona). Abbildung 8 zeigt die fertiggestellte monolithische Implan-

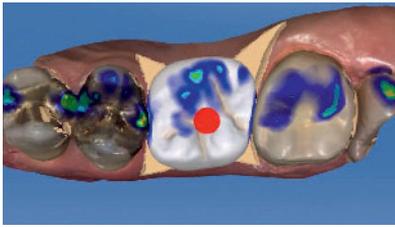


Abbildung 7 Fertig digital geplante Restauration (CEREC-System)

Figure 7 Final digital restoration (CEREC system)



Abbildung 8 Fertiggestellte monolithische Implantatkrone aus Lithium-Disilikat-Glaskeramik (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent)

Figure 8 Finished monolithic implant crown made of lithium disilicate glass ceramic (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent)



Abbildung 9 Insetierte Restauration vor Verschluss des Schraubenkanals

Figure 9 Inserted restoration before closure of the screw channel



Abbildung 10 Behandlungsergebnis

Figure 10 Treatment result



Abbildung 11 Radiologische Kontrolle

Figure 11 Radiological control

tatkronen aus Lithium-Disilikat-Glaskeramik vor dem Einsetzen (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent). Die Restauration wurde inseriert (Abb. 9) und der Schraubenkanal verschlossen (Abb. 10). Abbildung 11 zeigt die radiologische Kontrolle nach Behandlungsabschluss.

3. Zirkonoxid

3.1 Einführung

Restaurationen aus Zirkonoxid werden aufgrund der sehr hohen Biegefestigkeit von 900–1200 MPa [22] des Materials und guter klinischer Ergebnisse [19] immer beliebter. Die letzte Phasenumwandlung von Zirkonoxid beim Abkühlen führt zu einer Volumenzunahme, die zu Rissbildungen im Material führt. Die Volumenzunahme kann aber durch die Beimischung stabilisierender Oxide verhindert werden. Darüber hinaus gibt es auch Oxide, die die Volumenzunahme beim Abkühlen verhindern, jedoch eine spätere Volumenzunahme immer noch ermöglichen, sogenannte teilstabilisierende Oxide (Yttriumoxid). Diese führen zu einer Festigkeitssteigerung des Materials, da die mögliche Volumenzunahme die Aus-

breitung von Rissen im Material verhindern kann. Zu Beginn der Anwendung von Zirkonoxidkeramiken verringerten Unreinheiten im Material und unterschiedliche Lichtbrechungen von Zirkonoxid und stabilisierenden Oxiden die Transluzenz des Materials und verhinderten damit eine unverblendete Verwendung des Materials aufgrund der unzureichenden Ästhetik. Für die CAD/CAM-Herstellung sind teilgesinterte Blöcke verfügbar. Neben den regulären CAD/CAM-Blöcken (z.B. Cerec Zirconia, Dentsply/Sirona, Pennsylvania, USA; IPS ZirCAD, Ivoclar Vivadent, Schaan, FL; Lava Plus, 3M Espe, Minnesota, USA; Cercon base Degudent, Dentsply/Sirona, Pennsylvania, USA; Anatomic Coloured, Zirkonzahn, Gais, I), sind ebenfalls Blöcke mit vorgefertigtem Schraubenkanalzugang verfügbar (Cerec Zirconia meso, Dentsply/Sirona, Pennsylvania, USA).

Dabei zeigen insbesondere implantatgetragene Kronen aus verblendetem Zirkonoxid aufgrund der fehlenden mechanischen Rückmeldung durch das Desmodont eine geringere Erfolgsrate als zahngetragene Kronen, wobei vor allem ein Chipping der Verblendung durch übermäßige Kraftübertragung die Ursache für einen Misserfolg darstellt [23].

Diese Schwäche wird durch monolithische Zirkonoxidkronen vermieden, die in Laborstudien beim Vergleich mit implantatgetragenen Kronen aus verblendetem Zirkonoxid, Lithiumdisilikat und Nanokeramik die höchsten Festigkeitswerte erreichten [3] und somit eine vielversprechende klinische Performance erwarten lassen. Auch bei Patienten mit Unverträglichkeiten gegen Legierungsbestandteile metallkeramischer Restaurationen oder gegen Kunststoffe stellt Zirkonoxid als biokompatibles Material eine sinnvolle Wahl dar. Parafunktionen wie Bruxismus werden für keramische Versorgungen nach wie vor als Kontraindikation bewertet. Monolithisches Zirkonoxid könnte bei diesem Patientenkollektiv jedoch unter der Voraussetzung einer optimalen Politur eine Möglichkeit der keramischen Versorgung bei vorhandener Parafunktion darstellen [28]. Jedoch stehen klinische Langzeitdaten momentan noch nicht zur Verfügung, lediglich die 1- bis 3-Jahresergebnisse einer Fallserie sind verfügbar, in der für implantatgetragene Restaurationen eine Überlebensrate von 98,4 % ermittelt wurde [34]. Moderne Fertigungstechniken und Charakterisierungsoptionen durch Malfarben oder durch geschichtete Blöcke/Discs ermöglichen heute die Anwendung von monolithischen Restaurationen aus Zirkonoxid im Seitenzahnbereich [35].

Der Wunsch nach einem universell anwendbaren Werkstoff führte in der Folge zur Entwicklung hochtransluenter Zirkonmaterialien. Bei diesen ist zusätzlich ein Glasanteil beigemischt, der jedoch zu einer Verringerung der Festigkeit führt [31]. Auch für diese neuen hochtransluenteren Zirkonoxidmaterialien stehen diverse Alternativen zur Verfügung. (InCoris TZI C, Dentsply/Sirona, Pennsylvania, USA; VITA InCeram



Abbildung 12 Ausgangssituation mit frakturiertem Zahn 26

Figure 12 Initial situation with fractured tooth 26



Abbildung 13 Zentrale Lage des Schraubenkanals im Septum

Figure 13 Central position of the screw channel in the septum

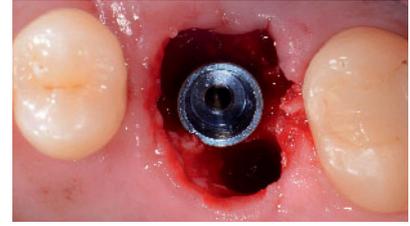


Abbildung 14 Ein Implantat (Nobel Active WP 5,5 x 7 mm, Nobel Biocare) wurde inseriert. Es wurde eine Primärstabilität von 30 Ncm erreicht.

Figure 14 An implant (NobelActive WP 5.5 x 7 mm, Nobel Biocare) was inserted. A primary stability of 30 Ncm was achieved.



Abbildung 15 Nahtverschluss

Figure 15 Seam closure



Abbildung 16 Weichgewebe 90 Tage nach Implantation

Figure 16 Soft tissue 90 days after implantation



Abbildung 17 Aufgewachsene Krone

Figure 17 Waxed crown

YZ HT, VITA, Bad Säckingen, D; Bruxzir Shaded 16 und Anterior Shaded, Glidewell Laboratories, California, USA; Prettau Anterior, Zirkozahn, Gais, I). Dabei waren die Festigkeitswerte bei den hochtransluzenten Zirkonoxidkeramiken nicht signifikant niedriger als bei konventionellen Zirkonoxidkeramiken [1, 32]. Bei einigen hochtransluzenten und für ästhetische, anteriore Restaurationen bestimmten zirkonoxidbasierten Werkstoffen (z.B. Bruxzir Shaded 16 und Anterior Shaded, Glidewell Laboratories, California, USA; Prettau Anterior, Zirkozahn, Gais, I) werden jedoch vom Hersteller geringere Biegefestigkeiten im Bereich von 625–700 MPa angegeben (Herstellereangaben Glidewell Laboratories und Zirkozahn).

Zirkonoxid zeigt eine gute Gewebeverträglichkeit [5] und eine zahnhartsubstanzähnliche Plaqueakkumulation [12]. Die Abnutzung der Antagonisten durch zirkonoxidbasierte Restaurationen wurde initial als kritisch vermutet. Untersuchungen zeigten jedoch, dass das Material, wenn es ausreichend poliert wurde, seine glatte Oberfläche bei Abnutzung aufgrund seiner Porenarmut beibehält [17] und es dadurch sogar zu geringerer Abnutzung des Antagonisten kommt als

geschichteter Verblendkeramik wie bei metallkeramischen Restaurationen [20].

3.2 Klinische Ergebnisse

Eine Fallserie zu monolithischen zementierten Restaurationen aus Zirkonoxid ergab eine Überlebensrate implantatgetragener Restaurationen von 100 % nach 68 Monaten bei 600 beobachteten Einheiten. Eine Restauration musste aufgrund einer Abutmentfraktur ausgetauscht werden. Da dies kein Versagen der Restauration war, wurde diese Fraktur nicht als Misserfolg in der Auswertung der zirkonoxidbasierten Restaurationen erfasst [19].

3.3 Fallbeispiel

Ein 49-jähriger Patient stellte sich mit Schmerzen an Zahn 26 vor. Der Zahn war vor ca. einem Jahr endodontisch behandelt worden, es war jedoch keine prothetische Versorgung erfolgt. Die klinische Untersuchung ergab eine Längsfraktur des Zahnes 26 (Abb. 12). Zur Beurteilung der knöchernen Situation wurde eine digitale Volumetomografie angefertigt. Die Auswertung ergab ein ausreichendes Knochenangebot für eine Sofortimplantation

(Abb. 13). Ein Implantat (Nobel Active WP 5,5 x 7 mm, Nobel Biocare) wurde sofort in die Extraktionsalveole inseriert (Abb. 14). Hierbei wurde eine Primärstabilität von 30 Ncm erreicht. Die Lücke zwischen Implantat und Knochen wurde mit einem xenogenen Knochenersatzmaterial (BioOss, Geistlich) aufgefüllt. Zur Konditionierung des Weichgewebes wurde eine Heilungsdistanzhülse eingebracht, und das Knochenersatzmaterial mit einer resorbierbaren Membran abgedeckt (Abb. 15; creos xenoprotect, Nobel Biocare). Der postoperative Heilungsverlauf war unauffällig. Der Beginn der prothetischen Phase erfolgte 90 Tage nach Implantation. Ein Abformpfosten wurde auf dem Implantat befestigt und eine konventionelle Abformung mit einem additionsvernetzten Silikon durchgeführt. Die Krone wurde aufgewachsen, gescannt, und anschließend computergestützt gefertigt (Abb. 16–18; Zahntechnik: ZTM Claus-Peter Schulz; Nobel Procera, Nobel Biocare). Die Versorgung des Implantats erfolgte mit einer okklusal verschraubten, monolithischen Krone aus Zirkonoxid. Abbildung 19 zeigt die Komponenten der Versorgung. Die Titanbasis wird hierbei nicht mit der Krone adhäsiv verbunden, sondern alle Komponenten mit der Halteschraube im Im-

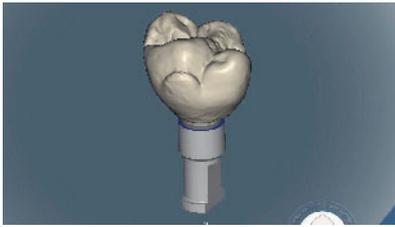


Abbildung 18 Planung der Restauration mithilfe der NobelProcera Software (Nobel Biocare)

Figure 18 Planning the restoration using the NobelProcera software (Nobel Biocare)



Abbildung 19 Komponenten der fertiggestellten monolithischen Krone aus Zirkonoxid

Figure 19 Components of the finished monolithic crown of zirconium oxide



Abbildung 20 Okklusale Ansicht vor Verschluss des Schraubenkanals

Figure 20 Occlusal view before closing the screw channel



Abbildung 21 Behandlungsergebnis

Figure 21 Treatment result

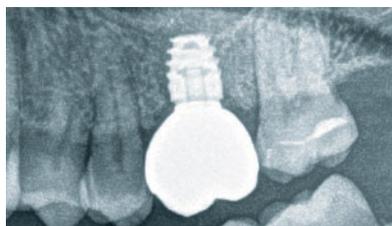


Abbildung 22 Radiologische Kontrolle

Figure 22 Radiological check

plantat verankert (Abb. 20 und 21, Nobel-Procera FCZ Implant Crown, Nobel Biocare). Abbildung 22 zeigt die radiologische Kontrolle nach der prothetischen Versorgung.

4. Hybridmaterialien

4.1 Einführung

Resin-Matrix-Keramiken (Hybridmaterialien) stellen eine relativ neue Materialklasse für CAD/CAM-Restaurationen dar. Sie bestehen aus Keramik- und Kompositkomponenten und versuchen, die Vorteile beider Materialien zu vereinen [6, 14]. Keramiken zeichnen sich durch eine hohe Festigkeit aus, sind jedoch spröde [26]. Eine Möglichkeit, Frakturen zu vermeiden, besteht in der Entwicklung flexiblerer Materialien. Bei einem Teil der Materialien in dieser Werkstoffklasse handelt es sich um Weiterentwicklungen von direkten Kompositmaterialien, die aufgrund der industriellen Polymerisation unter Druck und hohen Temperaturen bessere mechanische Eigenschaften erzielen als die Ursprungsmaterialien (Lava Ultimate, 3M ESPE) [18]. Den kommerziellen Beginn dieser Mate-

rialgruppe begründete Paradigm MZ100 (3M Espe, Minnesota, USA). Weitere Vertreter der Resin-Matrix-Keramiken für die implantatgetragene CAD/CAM-Anwendung sind GC Cerasmart (GC Corporation, Tokyo, JP) und Shofu Block HC (Shofu Dental GmbH, Ratingen, D).

Basierend auf dem Wissen glasinfiltrierter Keramiksysteme entwickelte VITA ein Material (VITA Enamic), das durch die Infiltration eines vorgesinterter Keramiknetzwerks mit einem Polymer entsteht [2]. VITA Enamic wird als Block im CAD/CAM-Verfahren in die endgültige Form gefräst. Aufgrund der dentinähnlichen Flexibilität des Materials könnte diese Eigenschaft bei den rigiden Pfeilern der implantatgetragenen Restaurationen von Vorteil sein [11]. Seit der IDS 2015 ist der Vita Enamic Block auch mit einem vorgefertigten Schraubenkanal verfügbar.

Aufgrund der geringeren Biegefestigkeiten der Werkstoffgruppe kommen diese Restaurationen nur für implantatgetragene Einzelzahnversorgungen in Frage.

4.2 Klinische Ergebnisse

Aufgrund der relativen Neuigkeit der Materialklasse gibt es bislang keine

verlässlichen Daten zum klinischen Verhalten von implantatgetragenen Restaurationen aus Hybridmaterialien. Eine Fallserie zu Restaurationen aus Lava Ultimate zeigte lediglich, dass die Herstellung im digitalen Workflow technisch möglich [15] und zeiteffizient zu gestalten ist.

Eine klinische Untersuchung zu auf Abutments zementierten Restaurationen aus Lava Ultimate ergab sehr schlechte klinische Ergebnisse. In dieser Studie kam es bei 80 % der Restaurationen zu einem Debonding [27], sodass hierfür die Indikation für Kronen von Seiten des Herstellers zurückgezogen wurde.

4.3 Fallbeispiel

Eine 25-jährige Patientin stellte sich mit dem Wunsch einer Korrektur ihrer Zahnstellung vor (Abb. 23). Die klinische Untersuchung ergab einen Platzmangel im Unterkiefer. Aufgrund von Nichtanlagen der Zähne 35 und 45 waren die Milchzähne 75 und 85 noch in situ (Abb. 24). Generell ist es anzustreben, Milchzähne so lange es geht zu erhalten, und somit eine implantologische Lösung bei Nichtanlagen zu verzögern. In diesem Fall wurde jedoch die Entscheidung getroffen, die beiden Milchzähne zu extrahieren und anschließend durch implantatgetragene Kronen mit einer normalen Größe der Zähne 35 und 45 zu ersetzen. Der so gewonnene Platz durch den Größenunterschied von Milchzahn zu bleibendem Zahn sollte für die Auflösung des Engstands verwendet werden. In der Folge ist der Behandlungsablauf für das Implantat regio 35 dargestellt. Das Vorgehen regio 45 war analog, einziger Un-



Abbildung 23 Ausgangssituation mit ausgeprägtem Engstand im Ober- und Unterkiefer

Figure 23 Initial situation with pronounced crowding in the upper and lower jaw



Abbildung 24 Okklusale Ansicht der Ausgangssituation im Unterkiefer.

Figure 24 Occlusal view of the initial situation in the lower jaw.



Abbildung 25 Okklusale Ansicht des Milchzahnes 75.

Figure 25 Occlusal view of the milk tooth 75.



Abbildung 26 Der Milchzahn wurde extrahiert und ein Implantat sofort in die Extraktionsalveole inseriert.

Figure 26 The milk tooth was extracted and an implant was immediately inserted into the extraction alveoli.



Abbildung 27 Digitaler Abformpfosten

Figure 27 Digital impression post



Abbildung 28 Eingegliedertes Langzeitprovisorium

Figure 28 Long-term interim reconstruction



Abbildung 29 Eingegliederte Multi-Bracket Apparatur

Figure 29 Integrated multi-bracket apparatus



Abbildung 30 Periimplantäres Weichgewebe nach Lückenschluss

Figure 30 Peri-implant soft tissue after gap closure



Abbildung 31 Eingegliederte Titanbasis

Figure 31 Integrated Titanium Base

terschied war die Implantatposition. Regio 35 wurde das Implantat distal in der Lücke platziert, da der Lückenschluss von mesial erfolgen sollte. Regio 45 erfolgte die Implantation mesial in der Lücke, da der Lückenschluss von distal her erfolgen sollte. Der Milchzahn 75 wurde extrahiert und ein Implantat sofort in die Extraktionsalveole inseriert (Abb. 26; Nobel Active 3,5 × 10 mm). Die Primärstabilität betrug 25 Ncm. Nach komplikationsloser Heilung erfolgte 3 Monate nach Implantation die Herstellung eines implantatgetragenen Langzeitprovisoriums aus PMMA (Abb. 27 und 28; VITA CAD-Temp IS, VITA Zahnfabrik). Nach Abschluss der kieferorthopädischen Behandlung (Abb. 29; Kieferorthopädie: Dr. Nicole Horvath)

erfolgte die Herstellung der definitiven prothetischen Versorgung. Hierfür wurde das Langzeitprovisorium entfernt (Abb. 30) und eine Titanbasis auf dem Implantat platziert (Abb. 31, TiBase, Dentsply Sirona). Diese diente zu diesem Zeitpunkt als Basis für den digitalen Abformpfosten (Abb. 32). Später wurde auf derselbe Titanbasis die angefertigte Krone verklebt (Scotchbond Universal, RelyX Ultimate, 3M ESPE). Die intraorale Situation wurde gescannt (CEREC Omnicam, Dentsply Sirona) und die Restaurationen digital geplant (CEREC Software, Dentsply Sirona). Abbildung 33 zeigt die fertiggestellten monolithischen Implantatkronen aus Hybridkeramik vor dem Einsetzen (VITA Enamic IS, VITA Zahnfabrik). Die Restauration wur-

de inseriert (Abb. 34) und der Schraubenkanal verschlossen (Abb. 35). Abbildungen 36 und 37 zeigen das intraorale Behandlungsergebnis, Abbildung 38 die radiologische Kontrolle nach Behandlungsabschluss.

5. Diskussion

Sehr gute klinische Daten zu monolithischen Restaurationen auf Zähnen [10, 30], die theoretischen Vorteile und derzeit vorhandene klinische Daten [19, 29] lassen gute Ergebnisse monolithischer Restaurationen auf Implantaten erwarten. Die Resultate müssen jedoch mit Vorsicht betrachtet werden, da die Langzeitdaten derzeit noch ausstehen



Abbildung 32 Digitaler Abformpfosten
Figure 32 Digital impression post



Abbildung 33 Fertiggestellte Restaurationen aus Lithium-Disilikat-Glaskeramik
Figure 33 Completed restorations made of lithium disilicate glass ceramic



Abbildung 34 Okklusale Ansicht vor Verschluss des Schraubenkanals
Figure 34 Occlusal view before closure of the screw channel



Abbildung 35 Behandlungsergebnis
Figure 35 Treatment result



Abbildung 36 Behandlungsergebnis
Figure 36 Treatment result



Abbildung 37 Bukkale Ansicht regio 35
Figure 37 Bukkale view regio 35



Abbildung 38 Radiologische Kontrolle
Figure 38 Radiological control

(Abb. 1–38: SD Horvath)

und auch über einen kurzen und mittleren Zeitraum nur wenig klinische Daten vorliegen.

Zementierte, mittels CAD/CAM hergestellte Implantatrestorationen aus Lithium-Disilikat-Glaskeramik zeigen nach einem Beobachtungszeitraum von 3 Jahren mit einer Überlebensrate von 100 % und guter Ästhetik sehr gute klinische Ergebnisse [29]. Mittels Presstechnik hergestellte Lithium-Disilikat-Glaskeramikrestorationen zeigen mit einer Überlebensrate von 97,8 % nach 28 Monaten und gut bewerteter Ästhetik ebenfalls sehr gute klinische Resultate im Bereich der Implantatprothetik [4].

Die Ergebnisse von monolithischen Restaurationen aus Zirkonoxid sind bei einer Überlebensrate von 100 % nach

6 Jahren ebenfalls vielversprechend. Zum ästhetischen Ergebnis liegen jedoch keine Daten vor [19].

Implantatgetragene Restaurationen aus Hybridmaterialien erscheinen aufgrund der Flexibilität des Restaurationsmaterials theoretisch sinnvoll. Da klinische Daten hierzu jedoch fehlen und nur erste Fallserien publiziert wurden [15], muss deren Verwendung derzeit als experimentell betrachtet werden.

Die Kombination aus einem monolithischen Restaurationsdesign mit der CAD/CAM-Technologie stellt einen effizienten Weg zum Erreichen des Behandlungsziels dar [21]. Restaurationen aus Hybridmaterialien werden bereits im Endzustand geschliffen. Klinische Daten zu diesen Restaurationsmaterialien

stehen jedoch noch aus. Restaurationen aus Lithium-Disilikat-Glaskeramik und Zirkonoxid müssen nach dem Schleifvorgang noch endgesintert bzw. kristallisiert werden. Dennoch ist es möglich, die endgültige Restauration in 1 bis 2 Stunden fertigzustellen [33]. Der Arbeitsablauf hin zur Restauration ist somit deutlich schneller und technisch einfacher als bei konventionell hergestellten Restaurationen. Die daraus resultierende geringe Behandlungs- und Laborzeit ermöglicht ein verbessertes Kosten-Nutzen-Verhältnis der Restaurationen [15].

6. Schlussfolgerungen

Aufgrund der relativen Neuigkeit der Technik fehlen klinische Langzeitdaten zu monolithischen Restaurationen auf Implantaten. Die technischen Vorteile monolithischer Restaurationen zusammen mit dem Nutzen, der sich durch den Einsatz von CAD/CAM-Technologie ergibt, lassen jedoch schlussfolgern, dass diese Restaurationen einen sehr guten Schritt hin zu dem Behandlungsziel, einen vorhersagbaren und langfristigen Behandlungserfolg auf möglichst einfachem technischen Weg zu erreichen, darstellen. Klinische Daten über einen kurzen und mittleren Beobachtungszeitraum sind ebenfalls vielverspre-

chend. Die standardisierte Anwendung monolithischer Restaurationen auf Implantaten aus Lithium-Disilikat und Zirkonoxid im Seitenzahnbereich kann empfohlen werden. 

Interessenkonflikt: Dr. Sebastian D. Horvath ist Berater der Firma Nobel Biocare. Zahnarzt Maximilian A. Vollmer erklärt, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

Korrespondenzadresse

Dr. Sebastian D. Horvath
 Dr. Horvath-Praxis für Zahnheilkunde
 Bahnhofstrasse 24
 79798 Jestetten, Deutschland
 sebastian.horvath@drhorvath.de,
 www.drhorvath.de

Literatur

- Alghazzawi TF, Janowski GM: Correlation of flexural strength of coupons versus strength of crowns fabricated with different zirconia materials with and without aging. *J Am Dent Assoc* 2015; 146: 904–912.e901
- Coldea A, Swain MV, Thiel N: Mechanical properties of polymer-infiltrated-ceramic-network materials. *Dent Mater* 2013; 29: 419–426
- de Kok P, Kleverlaan CJ, de Jager N, Kuijs R, Feilzer AJ: Mechanical performance of implant-supported posterior crowns. *J Prosthet Dent* 2015; 114: 59–66
- Fabbri G, Zarone F, Dellificorelli G et al.: Clinical evaluation of 860 anterior and posterior lithium disilicate restorations: retrospective study with a mean follow-up of 3 years and a maximum observational period of 6 years. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2014; 34: 165–177
- Gokcen-Rohlig B, Saruhanoglu A, Cifter ED, Evlioglu G: Applicability of zirconia dental prostheses for metal allergy patients. *Int J Prosthodont* 2010; 23: 562–565
- Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, Silva NR, Bonfante EA: A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *Int J Prosthodont* 2015; 28: 227–235
- Guess PC, Att W, Strub JR: Zirconia in fixed implant prosthodontics. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012; 14: 633–645
- Guess PC, Schultheis S, Bonfante EA, Coelho PG, Ferencz JL, Silva NR: All-ceramic systems: laboratory and clinical performance. *Dent Clin North Am* 2011; 55: 333–352, ix
- Guess PC, Selz CE, Steinhart YN, Stampf S, Strub JR: Prospective clinical split-mouth study of pressed and CAD/CAM all-ceramic partial-coverage restorations: 7-year results. *Int J Prosthodont* 2013; 26: 21–25
- Guess PC, Zavanelli RA, Silva NR, Bonfante EA, Coelho PG, Thompson VP: Monolithic CAD/CAM lithium disilicate versus veneered Y-TZP crowns: comparison of failure modes and reliability after fatigue. *Int J Prosthodont* 2010; 23: 434–442
- He LH, Swain M: A novel polymer infiltrated ceramic dental material. *Dent Mater* 2011; 27: 527–534
- Hisbergues M, Vendeville S, Vendeville P: Zirconia: Established facts and perspectives for a biomaterial in dental implantology. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2009; 88: 519–529
- Holand W, Schweiger M, Watzke R, Peschke A, Kappert H: Ceramics as biomaterials for dental restoration. *Expert Rev Med Devices* 2008; 5: 729–745
- Horvath SD: Key Parameters of hybrid materials for CAD/CAM-based restorative dentistry. *Compend Contin Educ Dent* 2016; 37: 638–643
- Joda T, Bragger U: Complete digital workflow for the production of implant-supported single-unit monolithic crowns. *Clin Oral Implants Res* 2014; 25: 1304–1306
- Jung RE, Zembic A, Pjetursson BE, Zwahlen M, Thoma DS: Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23(Suppl 6): 2–21
- Kim MJ, Oh SH, Kim JH et al.: Wear evaluation of the human enamel opposing different Y-TZP dental ceramics and other porcelains. *J Dent* 2012; 40: 979–988
- Mainjot AK, Dupont NM, Oudkerk JC, Dewael TY, Sadoun MJ: From artisanal to CAD-CAM blocks: State of the art of indirect composites. *J Dent Res* 2016; 95: 487–495
- Moscovitch M: Consecutive case series of monolithic and minimally veneered zirconia restorations on teeth and implants: up to 68 months. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2015; 35: 315–323
- Mundhe K, Jain V, Pruthi G, Shah N: Clinical study to evaluate the wear of natural enamel antagonist to zirconia and metal ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 2015; 114: 358–363
- Patel N: Integrating three-dimensional digital technologies for comprehensive implant dentistry. *J Am Dent Assoc* 2010; 141(Suppl 2): 20s–24s
- Piconi C, Maccauro G: Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials* 1999; 20: 1–25
- Pjetursson BE, Bragger U, Lang NP, Zwahlen M: Comparison of survival and complication rates of tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs) and implant-supported FDPs and single crowns (SCs). *Clin Oral Implants Res* 2007; 18(Suppl 3): 97–113
- Pjetursson BE, Thoma D, Jung R, Zwahlen M, Zembic A: A systematic review of the survival and complication rates of implant-supported fixed dental prostheses (FDPs) after a mean observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23(Suppl 6): 22–38
- Rekow ED, Silva NR, Coelho PG, Zhang Y, Guess P, Thompson VP: Performance of dental ceramics: challenges for improvements. *J Dent Res* 2011; 90: 937–952
- Ruse ND, Sadoun MJ: Resin-composite blocks for dental CAD/CAM applications. *J Dent Res* 2014; 93: 1232–1234
- Schepke U, Meijer HJ, Vermeulen KM, Raghoebar GM, Cune MS: Clinical bonding of resin nano ceramic restorations to zirconia abutments: A case series within a randomized clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res* 2016; 18: 984–992
- Schmitter M: Bruxismus und festsitzender Zahnersatz. *Quintessenz* 2017; 68: 23–33
- Spies BC, Patzelt SB, Vach K, Kohal RJ: Monolithic lithium-disilicate single crowns supported by zirconia oral implants: three-year results of a prospective cohort study. *Clin Oral Implants Res* 2016; 27: 1160–1168
- Sulaiman TA, Delgado AJ, Donovan TE: Survival rate of lithium disilicate restorations at 4 years: A retrospective study. *J Prosthet Dent* 2015; 114: 364–366
- Tong H, Tanaka CB, Kaizer MR, Zhang Y: Characterization of three commercial Y-TZP ceramics produced for their high-translucency, high-strength and high-surface area. *Ceram Int* 2016; 42: 1077–1085
- Vichi A, Sedda M, Fabian Fonzar R, Carabba M, Ferrari M: Comparison of contrast ratio, translucency parameter, and flexural strength of traditional and “augmented translucency” Zirconia for CEREC CAD/CAM System. *J Esthet Restor Dent* 2016; 28 (Suppl 1): S32–39
- Wiedhahn K: From blue to white: new high-strength material for Cerec-IPS e.max CAD LT. *Int J Comput Dent* 2007; 10: 79–91
- Worni A, Katsoulis J, Kolgeci L, Worni M, Mericske-Stern R: Monolithic zirconia reconstructions supported by teeth and implants: 1- to 3-year results of a case series. *Quintessenz Int* 2017; 48: 459–467
- Zhang Y: Making yttria-stabilized tetragonal zirconia translucent. *Dent Mater* 2014; 30: 1195–1203