

Digitaler Workflow: Teil III: Prothetik

Die dritte Reihe unserer Übersichtsserie zum digitalen Workflow widmet sich der computerunterstützten Herstellung prothetischer Suprakonstruktionen. Diese ist das letzte Glied der digitalen Prozesskette der CAD/CAM-Technologie. Das Ziel CAD/CAM-gestützter Herstellungsverfahren ist die passgenaue Fertigung von Einzelkronen sowie ein- oder mehrgliedriger Brückengerüste bis hin zu Vollversorgungen des zahnlosen Kiefers. Bevorzugte Materialien zur CAD/CAM-Gerüsterstellung sind Titanlegierungen und Zirkonoxid, welche mittels Schleifeinheiten aus Blöcken gefräst oder im Druckverfahren hergestellt werden. Zahlreiche Studien – die meisten davon sind In vitro-Untersuchungen – beschäftigen sich mit der Passgenauigkeit und der Belastbarkeit von prothetischen Gerüsten in Abhängigkeit von ihrem Herstellungsverfahren, der Präparationsform und/oder des verwendeten Materials. Die Passgenauigkeit äußert sich im Rand- und Innenbereich (Intaglio) der Kronen als vertikale bzw. horizontale Abweichung sowie am spannungsfreien Sitz (Passive Fit) der Restaurationen. Bei großen Brückenrekonstruktionen und Ganzkieferversorgungen kann es bei konventionellen Gussverfahren zu Spannungen im Brückengerüst kommen, die mittels CAD/CAM-Verfahren umgangen werden sollen. Der so genannte Sheffield- bzw. Einschrauben-Test gibt Auskunft über den spannungsfreien Sitz der bedingt abnehmbaren auf Implantaten verschraubten prothetischen Vollversorgung im zahnlosen Kiefer. Dabei wird zur Befestigung der Suprakonstruktion nur eine Schraube im am weitesten distal liegenden Implantat angezogen, während die prothetische Rekonstruktion auf den restlichen Implantaten passiv aufliegt. Der Test gibt somit auch Informationen über die vertikale Distanz im Spaltbereich der nicht befestigten Implantate. Aussagen zum Einfluss des jeweiligen Materials auf die Passgenauigkeit sind widersprüchlich. Bei der computernumerisch gesteuerter Fertigung (CNC) konnten bei Gerüsten aus Zirkonoxid in einer In vitro-Studie geringere mittlere Spannungswerte und ein besserer Passive Fit gemessen werden als bei Titangerüsten [Abduo, et al., 2012]. Umgekehrt konnte in einer weiteren In vitro-Studie ein signifikant besserer Sitz bei Titangerüsten im Vergleich zu Gerüsten aus Zirkonoxid oder verlöteten Gerüsten aus einer Goldlegierung beobachtet werden [Katsoulis, et al., 2013]. In einem systematischen Review kommen die Autoren zum Schluss, dass das Material auf die Passform der Gerüste nur einen minimalen Einfluss hatte [Abduo, 2014]. Ein anderer systematischer Review zeigte hingegen, dass die zervikale Diskrepanz, d. h. die Randspaltbildung am Kronenrand, von der Art des Restaurationsmaterials signifikant beeinflusst wird. So wurde bei Verwendung von Kobalt-Chrom und Titan zur CAD/CAM-Fertigung von Brückengerüsten eine geringere mittlere zervikale Diskrepanz beobachtet als beim Einsatz von Zirkonoxid [Papadiouchou und Pissiotis, 2017]. Bei CAD/CAM-gefertigten Kronenkäppchen aus leuzitverstärkten Glaskeramiken und aus Lithiumdisilikat hatte das Material wiederum keinen Einfluss auf die Passform des Kronenrandes. Allerdings führte der nachfolgende Kristallisationsbrand der Keramikverblendung zu einer signifikant größeren aber dennoch klinisch akzeptablen Randspaltbildung bei den Kronen mit einem Gerüst aus Lithiumdisilikatkeramik [Gold, et al., 2017]. CAD/CAM-gefertigte Kronen aus Hybridkeramikblöcken scheinen im Randbereich ebenfalls zu besseren Ergebnissen zu führen als Kronen, die aus Lithiumdisilikatblöcken gefräst und anschließend einem Sinterungsbrand unterzogen wurden [Azar-

bal, et al., 2017]. Interessanterweise ergab eine systematische Literaturrecherche, dass bei mittels Presstechnik hergestellten Kronen aus Lithiumdisilikatkeramik eine geringere mittlere Randspaltbildung beobachtet werden kann als bei CAD-gefertigten Kronen, die ebenfalls aus Lithiumdisilikat hergestellt wurden [Mounajjed, et al., 2016]. Allerdings gaben die Autoren dieser Übersichtsarbeit zu bedenken, dass dies lediglich Ergebnisse aus In vitro-Studien waren, die keine Aussagen zur klinischen Relevanz zuließen. Ergebnisse einer RCT zeigten, dass Kronen aus monolithischem Zirkonoxid im Vergleich zu Kronen aus Metallkeramik oder Lithiumdisilikat sowohl einen besseren Randschluss zeigten, als auch geringere okklusale Einschleifmaßnahmen notwendig machten [Batson, et al., 2014]. In einer weiteren RCT konnten zwischen konventionell abgeformten und im Labor gefertigten Keramikronen und vier digitalen Workflow-Systemen keine signifikanten Unterschiede im Bereich der Kronenränder ermittelt werden. Die interne Passgenauigkeit der konventionellen Kronen war sogar besser, als die der digital gefertigten Kronen [Zeltner, et al., 2017]. Insgesamt jedoch scheint CAD/CAM-gefertigter Zahnersatz mittels subtraktiver (Fräsen) oder additiver Verfahren (3D-Druck) zu genaueren Ergebnissen und weniger Spannungen im Gerüst zu führen, als der konventionelle Guss von Werkstücken [de Franca, et al., 2015, de Franca, et al., 2017]. Allerdings hat die Präparationsform bzw. das Randdesign, unabhängig von der Herstellungsart des Zahnersatzes, scheinbar einen signifikanten Einfluss auf die zervikale Diskrepanz. So konnten in verschiedenen In vitro-Tests bei konventionell gegossenen Goldkappchen auf Stümpfen mit einer Hohlkehlnpräparation bessere Randschlussergebnisse erzielt werden als bei CAD/CAM-gefrästen Goldkappchen [Johnson, et al., 2017]. Demgegenüber war bei einer Randpräparation mit Abschrägung das CAD/CAM-Verfahren genauer. Die Passgenauigkeit der Kronen konnte bei beiden Verfahren durch den zusätzlichen Einsatz eines Zahntechnikers entscheidend verbessert werden. Der positive Einfluss auf die Passgenauigkeit durch die manuelle Anpassung wird durch eine weitere In vitro-Studie bestätigt. So konnten nach Fertigung von viergliedrigen Brücken mittels verschiedener CAD/CAM-Systeme signifikante systemabhängige Unterschiede der Passform durch einen erfahrenen Zahntechniker ausgeglichen werden [Buchi, et al., 2014]. Der digitale Workflow scheint zu einer Effizienzsteigerung bei der Fertigung prothetischer Suprakonstruktionen beizutragen. Diese wird in mehreren klinischen Untersuchungen bestätigt [Bidra, et al., 2016, Joda und Bragger, 2015a, Joda und Bragger, 2015b]. Die meisten Autoren stellen fest, dass trotz der teilweise sehr unterschiedlichen Passgenauigkeitswerte, die mittels CAD/CAM-Verfahren erzielte Randpassung meist im noch klinisch akzeptablen Rahmen liegt. Trotz der vielversprechenden Resultate und der Erleichterungen im Fertigungsprozess der prothetischen Restaurationen ist die derzeitige Studienlage zu CAD/CAM-gefertigten implantatgestützten prothetischen Suprakonstruktionen jedoch limitiert. Es mangelt insbesondere an Langzeitergebnissen, die eine umfassende wissenschaftliche Beurteilung der digitalen Workflows ermöglicht [Patzelt, et al., 2015]. Auch können aufgrund des Mangels an hochwertigen RCT derzeit keine evidenzbasierten Aussagen zur Verlässlichkeit digitaler Workflows sowie keine sicheren Empfehlungen für ihren klinischen Einsatz gemacht werden [Joda, et al., 2017].



In vitro-Studien

Abduo J, Lyons K, Waddell N, Bennani V, Swain M.

A comparison of fit of CNC-milled titanium and zirconia frameworks to implants.

Clin Implant Dent Relat Res. 2012 May;14 Suppl 1:e20-9.

(»Der Vergleich der Passgenauigkeit von CNC gefrästen implantatgetragenen Gerüsten aus Titan- oder Zirkonoxid.«)

Je fünf Gerüste aus Titan und Zirkonoxid wurden in der In vitro-Untersuchung auf zwei Implantaten angefertigt, die in regio 35 und 37 auf einem Modell aus Epoxidharz eingesetzt worden waren. Im Implantatbereich wurden Spannungsmessungen durchgeführt und die Passgenauigkeit der Gerüste im Randbereich mittels eines Mikroskops bei Schraubbefestigung auf einem Implantat (Passive fit) oder auf beiden Implantaten (Vertical fit) ermittelt. Alle Gerüste erzeugten Spannungen, die bei Zirkonoxidgerüsten signifikant geringer ausfielen. Bei beiden Materialien konnten sehr gute Passungswerte ermittelt werden, wobei der Passive fit bei Zirkonoxidgerüsten signifikant besser ausfiel. Vorhandene Passungenauigkeiten waren von untergeordneter klinischer Relevanz.

Al-Meraikhi H, Yilmaz B, McGlumphy E, Brantley W, Johnston WM.

In vitro fit of CAD-CAM complete arch screw-retained titanium and zirconia implant prostheses fabricated on 4 implants.

J Prosthet Dent. 2017 Jul 15. [Epub ahead of print]

(»In vitro-Passgenauigkeit von auf vier Implantaten verschraubten vollprothetischen Versorgungen aus Titan- oder Zirkonoxid.«)

In der vorliegenden In vitro-Studie sollte die marginale Passform von auf vier Implantaten verschraubten, mittels CAD/CAM-Verfahren hergestellten Oberkiefer-Vollrestaurationen aus Titan (n = 5) oder Zirkonoxid (n = 5) untersucht werden. Die Lage der Implantate mit den Scanbodies in situ wurde mittels optischem Scan abgeformt. Anschließend erfolgten das CAD-Design der prothetischen Restauration und die Fräsherstellung der Gerüste. Die Gerüste wurden in situ mittels Computertomografie gescannt, um die zervikalen Diskrepanzen zwischen der Suprakonstruktion und den Implantaten an der rechten und linken Eckzahnposition sowie im Bereich des rechten ersten Molaren zu ermitteln. Das Material selbst hatte keinen signifikanten Einfluss auf die zervikale Diskrepanz, es waren gute mittlere Randspaltgrößen von < 135 Mikrometern messbar. Innerhalb beider Gruppen konnten jedoch signifikant höhere zervikale Diskrepanzen der Implantate im Bereich der rechten Molaren im Vergleich zum rechten Eckzahnbereich ermittelt werden. Ein absoluter spannungsfreier Sitz (Passive Fit) konnte bei keinem der Gerüste erzielt werden.

Anadioti E, Aquilino SA, Gratton DG, Holloway JA, Denry IL, Thomas GW, Qian F.

Internal fit of pressed and computer-aided design/computer-aided manufacturing ceramic crowns made from digital and conventional impressions.

J Prosthet Dent. 2015 Apr;113(4):304-9.

(»Interne Passgenauigkeit gepresster oder mittels CAD/CAM-Verfahren hergestellter Keramikronen nach digitaler oder konventioneller Abformung.«)

Das Ziel der In vitro-Studie war die Untersuchung der inter-nen Passgenauigkeit gepresster oder gefräster Keramikronen nach digitaler oder konventioneller Abformung. Von einem präparierten Dentoform-Zahn wurden 30 konventionelle Polyvinyl-Siloxan-Abformungen und 30 optische Scans mittels Lava COS genommen. Anschließend wurden jeweils 30 Kronen aus Lithiumdisilikat-Presskeramik (IPS e.max Press) hergestellt und 30 Kronen aus Lithiumdisilikat-Blöcken (IPS e.max CAD) gefräst. Der Dentoform-Zahn und das Intaglio der Kronen wurden gescannt, mittels eines dreidimensionalen lasergestützten Systems digitalisiert und suprapositioniert. Der interne Spalt der mittels Scan abgeformten Presskeramik war signifikant gegenüber den anderen Gruppen vergrößert.

Ates SM, Yesil Duymus Z, Caglar I, Hologlu B.

The effect of veneering on the marginal fit of CAD/CAM-generated, copy-milled, and cast metal copings.

Clin Oral Investig. 2017 Jan 13. [Epub ahead of print]

(»Der Einfluss der Verblendung auf die Randpassung CAD/CAM-gefertigter, kopiergefräster oder gegossener Metallkäppchen.«)

In der vorliegenden In vitro-Studie wurde die zervikale Passgenauigkeit von auf Zahnstümpfen mit Schulter- bzw. Hohlkehlpräparation hergestellten Käppchen aus Metall oder Zirkonoxid nach erfolgter Verblendung gemessen. Dazu wurden je zehn Käppchen aus Metall und Zirkonoxid mittels CAD/CAM-Verfahren hergestellt, kopiergefräst oder gegossen. Grundsätzlich war festzustellen, dass der Verblendungsprozess zu einer signifikanten Vergrößerung der Randspalte führte, die jedoch klinisch tolerabel war. Vor und nach dem ersten Aufbrennvorgang waren bei den kopiergefrästen Käppchen aus Zirkonoxid die höchsten Passungenauigkeiten im Randbereich zu ermitteln. Die zervikale Diskrepanz von mittels CAD/CAM hergestellten Zirkonoxidkäppchen unterschied sich vor der Verblendung nicht von den gegossenen Metallkäppchen. Nach dem ersten Aufbrennvorgang jedoch waren bei den Zirkonoxidkäppchen größere Randungenauigkeiten messbar als bei den Metallkäppchen. Der zweite Aufbrennvorgang führte in keiner der Gruppen zu einer signifikanten Verschlechterung der Randgenauigkeit mit Ausnahme der kopiergefrästen Käppchen auf Stümpfen mit Hohlkehlpräparation.

Awada A, Nathanson D.

Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials.

J Prosthet Dent. 2015 Oct;114(4):587-93.

(»Mechanische Eigenschaften von CAD/CAM-Kronen aus Hybridkeramik.«)

Das Ziel der In vitro-Studie waren die Bestimmung und der Vergleich mechanischer Eigenschaften wie Biegefestigkeit, Biegemodul und Belastbarkeit sowie die marginale Passgenauigkeit von Kronen aus Hybridkeramik, Komposit oder Keramik. Dazu wurden aus Blöcken verschiedener Anbieter (Lava Ultimate Restorative, Vita Enamic, Cerasmart, IPS Empress, Vitablocs Mark II und Paradigm MZ 100) Barren und monolithische Kronen gefräst. Die Barren wurden Biegefestigkeits- und Belastbarkeitstests unterzogen, während bei den Kronen Rauigkeiten im Randbereich bestimmt wurden. Es konnten signifikante Zusammenhänge zwischen dem jeweils verwendeten Material und allen untersuchten Parametern ermittelt werden. Die mittlere Bie-

gefestigkeit lag zwischen $105,0 \pm 9,0$ MPa (Vitablocs) und $219,0 \pm 20,0$ MPa (Cerasmart). Das mittlere Biegefestigkeitsmodul betrug im Minimum $8,0 \pm 0,25$ GPa (Cerasmart) und im Maximum $32,0 \pm 1,9$ GPa (IPS Empress), während das Belastbarkeitsmodul zwischen $0,21 \pm 0,02$ MPa (Vitablocs) und $3,07 \pm 0,45$ MPa (Cerasmart) lag. Rauigkeiten im Randbereich der Kronen lagen zwischen $60,0 \pm 16,0$ Mikrometern (Cerasmart) und $190,0 \pm 15,0$ Mikrometern (IPS Empress).

Schlussfolgerung: Die neue Generation polymerbasierter Materialien zeigte signifikant höhere Biegefestigkeits- und Belastungswerte im Vergleich mit den Keramik- oder Hybridmaterialien. Kronen, die mittels der neuartigen Kompositmaterialien hergestellt wurden, zeigten glattere Ränder als Kronen aus Keramik.

Azarbal A, Azarbal M, Engelmeier RL, Kunkel TC.

Marginal Fit Comparison of CAD/CAM Crowns Milled from Two Different Materials.

J Prosthodont. 2017 Nov 16. [Epub ahead of print]

(»Vergleich der Passgenauigkeit im Randbereich von CAD/CAM-gefrästen Kronen aus zwei unterschiedlichen Materialien.«)

Ziel der Studie war die Untersuchung der Randpassgenauigkeit von CAD/CAM-gefrästen Kappchen aus Hybridkeramik- (Vita Enamic) und Lithiumdisilikat-Blöcken (IPS e.max) nach dem Kristallisationsbrand. Je 15 Kappchen aus beiden Materialien wurden auf einem standardisierten Metallstumpf mit einer 1,0 mm breiten zirkulären Schulter hergestellt. An jeweils vier Stellen (distal, mesial, bukkal und oral) wurde der Randbereich der Kappchen mit einem Macroview-Mikroskop bei 14-facher Vergrößerung untersucht. Die Messungen ergaben nach dem Kristallisationsbrand eine signifikant höhere mittlere zervikale Diskrepanz bei den Kappchen aus Lithiumdisilikat. Die Messungen vor und nach dem Brand ergaben eine signifikante mittlere Vergrößerung des Randspaltes um 62 Mikrometer.

Basso GR, Moraes RR, Borba M, Duan Y, Griggs JA, Della Bona A.
Reliability and failure behavior of CAD-on fixed partial dentures.
Dent Mater. 2016 May;32(5):624-30.

(»Zuverlässigkeit und Versagensverhalten CAD-hergestellter festsitzender Brückenrekonstruktionen.«)

Mittels CAD/CAM-Verfahren wurden dreigliedrige Brückengerüste aus Y-TZP-Böcken gefräst. Anschließend wurden nach einem optischen Scan Verblendungen aus IPS e.max CAD (Ivoclar) hergestellt und mittels IPS e.max ZirCAD-Crystal./Connect mit den Gerüsten verbunden. Die Belastbarkeit und das Frakturverhalten der Restaurationen wurden mittels zyklischer Belastungsdurchläufe oder Dauerbelastung getestet. Ein Chipping der Verblendkeramik unter Dauerbelastung und Brüche im Bereich Ankerkrone/Brückenzwischenstück waren mit 60,0 % bzw. 67,0 % die häufigsten beobachteten Phänomene. Das Weibull-Modul, welches notwendig war, um ein Chipping oder Frakturen an der Brücke herbeizuführen, war bei Dauerbelastung höher als bei zyklischer Belastung.

Büchi DL, Ebler S, Hämmerle CH, Sailer I.

Marginal and internal fit of curved anterior CAD/CAM-milled zirconia fixed dental prostheses: an in-vitro study.

Quintessence Int. 2014 Nov-Dec;45(10):837-46.

(»Eine In vitro-Studie zur marginalen und internen Passgenauigkeit von CAD/CAM-gefertigten Frontzahnbrücken aus Zirkonoxid.«)

40 viergliedrige Frontzahnbrücken aus Zirkonoxid wurden mit vier unterschiedlichen CAD/CAM-Systemen hergestellt. Die Brücken wurden mit den Systemen DCS Precident (DCS) (Kontrollgruppe), Cercon (DeguDent) (Testgruppe 1), Cerec InLab (Sirona) (Testgruppe 2) und Kavo Everest (Kavo) (Testgruppe 3) angefertigt. Das DCS-System wurde als Referenz herangezogen, weil während des Herstellungsprozesses keinerlei Schrumpfungen des Materials eintreten. Die initiale Passform wurde vor der Weiterverarbeitung der Brücken durch einen Zahntechniker überprüft und wenn nötig manuell korrigiert. Die dafür notwendige Zeitspanne wurde dokumentiert. Die Brücken wurden nach ihrer Fertigstellung auf den Modellzähnen mittels Zement befestigt, in Harz eingebettet und anschließend wurden Schnitte in mesio-distaler und bukkal-oraler Richtung angefertigt. Die Breite der Zementfuge wurde anhand der Schnitte bei 50-facher Vergrößerung (interne Passform) und bei 200-facher Vergrößerung (marginale Passgenauigkeit) ermittelt. In Testgruppe 1 wurden die größten zervikalen Diskrepanzen gemessen, die jedoch nur beim Vergleich mit Testgruppe 3 statistische Signifikanz erreichten. In Testgruppe 1 musste auch die meiste Zeit aufgewendet werden, um die Passform manuell zu korrigieren. Der Zeitaufwand zur Korrektur der Passform in den Testgruppen 2 und 3 unterschied sich nicht von dem der Kontrollgruppe.

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass manuelle Korrekturen am Gerüst vor Fertigstellung des Zahnersatzes durch einen erfahrenen Zahntechniker maßgeblich für die Passgenauigkeit sind.

Edelhoff D, Schraml D, Eichberger M, Stawarczyk B.

Comparison of fracture loads of CAD/CAM and conventionally fabricated temporary fixed dental prostheses after different aging regimens.

Int J Comput Dent. 2016;19(2):101-12.

(»Vergleichende Untersuchung der Belastungsfähigkeit von CAD/CAM-gefertigten und konventionell hergestellten Provisorien nach verschiedenen Alterungsprozessen.«)

In der vorliegenden In vitro-Studie wurden je 16 dreigliedrige provisorische Brücken mittels CAD/CAM (Vita CADTemp, Telio-CAD und Zeno ProFix) und konventionell chairside hergestellt (Protemp und Dentalon Plus). Die Provisorien wurden zunächst für zwei Wochen in NaCl bei einer Temperatur von 37 Grad Celsius gelagert. Je die Hälfte der Brücken pro Gruppe wurde anschließend einer mechanischen und thermischen Belastung ausgesetzt (240.000 Kauzyklen bei 50 N und je 100 thermische Zyklen bei fünf Grad Celsius bzw. 55 Grad Celsius). Bei Zeno Profix konnte unabhängig von der Alterung die höchste Belastungsfähigkeit ermittelt werden. Die niedrigsten Werte wurden bei Dentalon Plus und Telio CAD ohne thermische Belastung ermittelt, während nach thermischer Belastung bei Protemp und Vita CADTemp die geringsten Belastungswerte gemessen werden konnten.

Euán R, Figueras-Álvarez O, Cabratosa-Termes J, Oliver-Parra R.
Marginal adaptation of zirconium dioxide copings: influence of the CAD/CAM system and the finish line design.

J Prosthet Dent. 2014 Aug;112(2):155-62.

(»Der Einfluss des CAD/CAM-Systems und der Präparationsform auf die marginale Passform von Zirkonoxidkappchen.«)

Die vorliegende In vitro-Studie untersuchte den Einfluss des CAD/CAM-Systems und der Präparationsform auf die Passgenauigkeit des Kronenrandes. Zum Einsatz kamen das Lava All-Ceramic-System. Die Abformungen erfolgten entweder mit-

tels Scan von Modellen nach konventioneller Abformung und Modellherstellung oder anhand eines direkten Scans der präparierten Zähne mittels Lava Chairside Oral Scanner. An Präparationsformen kamen eine Hohlkehl-Präparation und eine 90 Grad-Stufenpräparation zum Einsatz. Die optischen Messungen mittels Stereomikroskop ergaben bei 40-facher Vergrößerung, dass bei Verwendung des Lava Chairside Oral Scanners grundsätzlich eine signifikant geringere marginale Randspaltbildung resultierte. Die Präparationsform hatte nur bei Anwendung des All-Ceramic-Systems einen signifikanten Einfluss auf die Größe des Randspaltes. Hier konnte eine signifikant geringere zervikale Diskrepanz bei der Stufenpräparation ermittelt werden. Trotz der Unterschiede lag die Passgenauigkeit im Bereich des Kronenrandes im klinisch akzeptablen Rahmen.

Fathi HM, Al-Masoodi AH, El-Ghezawi N, Johnson A.
The Accuracy of Fit of Crowns Made From Wax Patterns Produced Conventionally (Hand Formed) and Via CAD/CAM Technology.

Eur J Prosthodont Restor Dent. 2016 Mar;**24(1):10-7.**

(»Die Passgenauigkeit von Kronen nach konventioneller oder CAD/CAM-Herstellung in Wachs.«)

Das Ziel der In vitro-Studie war die Untersuchung der Passgenauigkeit im Randbereich sowie die interne Passform von Kronen nach einer konventionellen Herstellung in Wachs, nach Wachsfräsung oder 3D-Wachsdruk-Technologie. Mittels der drei Techniken wurden je 15 Kronen in Wachs hergestellt und anschließend in Metall gegossen. Nur zwischen den konventionell aufgewachsenen und den 3D-gedruckten Kronen konnten signifikante Unterschiede der marginalen und internen Passgenauigkeit ermittelt werden. Dabei war beim 3D-Wachsdruk eine höhere Passgenauigkeit messbar.

de França DG, Morais MH, das Neves FD, Barbosa GA.
Influence of CAD/CAM on the fit accuracy of implant-supported zirconia and cobalt-chromium fixed dental prostheses.

J Prosthet Dent. 2015 Jan;**113(1):22-8.**

(»Der Einfluss von CAD/CAM auf die Passgenauigkeit von implantatgestützten Brücken aus Zirkonoxid oder Kobalt-Chrom.«)

Um die Passgenauigkeit von CAD/CAM-gefertigtem implantatgestützten Zahnersatz zu ermitteln, wurden in dieser In vitro-Studie im Modell auf drei Implantaten verschraubbare Gerüste aus Zirkonoxid oder Kobalt-Chrom hergestellt. Acht Gerüste (vier aus Zirkonoxid und vier aus Kobalt-Chrom) wurden mittels CAD/CAM-Verfahren hergestellt. Acht weitere Gerüste wurden konventionell aus Kobalt-Chrom gefertigt. Vier davon wurden auf konfektionierten und vier auf gegossenen Abutments hergestellt. Die zervikale Diskrepanz wurde mittels Elektronenmikroskopie bei Befestigung des Gerüsts entweder mit einer Schraube gemessen, um den Passive Fit zu bestimmen, oder mit allen Schrauben in situ. Bei der Befestigung aller Schrauben konnte bei den mittels CAD/CAM-Verfahren hergestellten Gerüsten eine signifikant bessere marginale Passform als bei den konventionell gefertigten Gerüsten ermittelt werden. Bezüglich des Passive Fit wurden sehr gute Ergebnisse ohne signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen beobachtet.

de França DG, Morais MH, das Neves FD, Carreiro AF, Barbosa GA.
Precision Fit of Screw-Retained Implant-Supported Fixed

Dental Prostheses Fabricated by CAD/CAM, Copy-Milling, and Conventional Methods.

Int J Oral Maxillofac Implants. 2017 May/June;**32(3):507-513.**

(»Passgenauigkeit verschraubten implantatgestützten Zahnersatzes nach Herstellung mittels CAD/CAM, Kopierfräsung oder konventionellen Methoden.«)

Um die Passgenauigkeit von implantatgetragenen, verschraubten dreigliedrigen Brücken nach verschiedenen Herstellungsverfahren zu ermitteln, wurden acht Gerüste mittels CAD/CAM-Verfahren hergestellt (vier aus Zirkonoxid und vier aus Kobalt-Chrom). Vier weitere wurden aus Zirkonoxid mittels Kopierfräsung gefertigt und vier weitere auf konventionellem Weg aus Kobalt-Chrom auf konfektionierten Abutments gegossen. Die vertikale und horizontale Passform wurde mittels Elektronenmikroskopie bestimmt. Es konnten signifikant geringere zervikale Diskrepanzen bei den mittels CAD/CAM-Verfahren hergestellten Gerüsten ermittelt werden. Der Anteil der Gerüste mit horizontalen Passungenauigkeiten war am höchsten bei kopiergefrästen Gerüsten aus Zirkonoxid (83,3 %), gefolgt von CAD/CAM-gefertigten Gerüsten aus Kobalt-Chrom (66,7 %) und gegossenen Kobalt-Chrom-Gerüsten (58,3 %). Mit 33,3 % konnte bei CAD/CAM-gefertigten Zirkonoxidgerüsten der geringste Anteil zervikaler Passungenauigkeiten beobachtet werden.

Gold SA, Ferracane JL, da Costa J.
Effect of Crystallization Firing on Marginal Gap of CAD/CAM Fabricated Lithium Disilicate Crowns.

J Prosthodont. 2017 May 17. [Epub ahead of print]

(»Der Einfluss des Kristallisationsbrands auf die Randspaltbildung bei CAD/CAM-gefertigten Kronen aus Lithiumdisilikat.«)

In der vorliegenden In vitro-Studie wurde die Randspaltbildung CAD/CAM-produzierter Kronen (Cerec 3) aus Blöcken leuzitverstärkter Glaskeramik (IPS Empress CAD) und Lithiumdisilikatkeramik (IPS e.max CAD) vor und nach dem Kristallisationsbrand untersucht. Dazu wurde in einem Phantomkopf ein Typodont-Zahn für eine vollkeramische Krone beschliffen, um eine klinische Situation zu simulieren. Die Kronen wurden auf Grundlage eines Intraoralscans des beschliffenen Zahnes hergestellt und die Randspalte vor und nach dem Kristallisationsbrand mit einem Mikroskop bei 500-facher Vergrößerung gemessen. Das Material hatte keinen signifikanten Einfluss auf die zervikale Diskrepanz. Der Kristallisationsbrand führte lediglich bei den Kronen aus Lithiumdisilikatkeramik zu einer signifikanten Zunahme des Randspaltes. Dennoch lag die Randspaltbildung innerhalb klinisch akzeptabler Grenzen.

Hamza TA, Sherif RM.
In vitro evaluation of marginal discrepancy of monolithic zirconia restorations fabricated with different CAD-CAM systems.

J Prosthet Dent. 2017 Jun;**117(6):762-766.**

(»In vitro-Untersuchung der zervikalen Diskrepanz von monolithischen Restaurationen aus Zirkonoxid nach Herstellung mit unterschiedlichen CAD/CAM-Systemen.«)

Dentallabore verwenden unterschiedliche CAD/CAM-Systeme zur Herstellung festsitzenden Zahnersatzes. Unklar ist bislang, welches dieser Systeme die besten Ergebnisse im Kronenrandbereich erzielt. Um diese Fragestellung zu untersuchen, wurden auf einem Stahlzylinder mittels fünf verschiedener CAD/CAM-Systeme monolithische Zirkonoxidkronen hergestellt. Der Stahlzylinder sollte schematisch einen präparierten Zahn mit einer zirkulären Stufe reproduzieren. Die monolithischen Zirkonoxidkronen

wurden aus folgenden Blöcken mit den entsprechenden CAD/CAM-Systemen hergestellt. Es handelte sich um TZ Incoris TZI-Blöcke, bearbeitet mit einer MCXL Schleifeinheit (TZ-Gruppe), Ceramill Zolid white-Blöcke, bearbeitet mit der Ceramill motion-Schleifeinheit (CZ-Gruppe), Zenostar Zirkonblöcke, bearbeitet mit einer Wieland-Schleifeinheit (ZZ-Gruppe), Prettau Zirkonblöcke, bearbeitet mit einer Zirkonzahn-Schleifeinheit (PZ) und Bruxzir solid zirconia, bearbeitet mit einer S1-Schleifeinheit (BZ-Gruppe). Die zervikale Diskrepanz wurde mit einem Mikroskop bei 100-facher Vergrößerung gemessen. Die zervikale Diskrepanz wurde in signifikanter Weise durch das jeweilige CAD/CAM-System beeinflusst. In der TZ-Gruppe konnte die größte mittlere Randspaltbildung ermittelt werden, während in der BZ-Gruppe mit der fünfachsigen Schleifeinheit die kleinste mittlere zervikale Diskrepanz produziert wurde. Trotz der Unterschiede lagen alle Randspalte innerhalb der klinisch akzeptablen Grenzen.

Han W, Li Y, Zhang Y, Lv Y, Zhang Y, Hu P, Liu H, Ma Z, Shen Y. **Design and fabrication of complete dentures using CAD/CAM technology.**

Medicine (Baltimore). 2017 Jan;96(1):e5435.

(»Konstruktion und Herstellung totalen Zahnersatzes mittels der CAD/CAM-Technologie.«)

Um die Machbarkeit der CAD/CAM-Herstellung totalen Zahnersatzes zu ermitteln, wurden auf einem zahnlosen Ober- und Unterkiefermodell, das anhand einer realen klinischen Patientensituation hergestellt wurde, mittels eines digitalen Workflows entsprechende Vollprothesen angefertigt. Der digitale Workflow bestand aus einem Laserscan der Modelle und der virtuellen Konstruktion der Ober- und Unterkiefer-Vollprothesen mittels 3Shape. Die so designten Prothesen wurden in die CAM-Software Wieland V2.0.049 exportiert, um die Schleifeinheit Wieland Zenotec T1 für die CAD/CAM-Fertigung der Prothesen anzusteuern. Dabei wurden die Prothesenbasis und die zahntragenden Bereiche getrennt voneinander gefräst und anschließend miteinander verklebt. Die experimentelle In vitro-Untersuchung konnte zeigen, dass eine komplett virtuelle Konstruktion und Herstellung vollprothetischen Zahnersatzes mittels eines aufeinander abgestimmten digitalen Workflows möglich ist.

Ji MK, Park JH, Park SW, Yun KD, Oh GJ, Lim HP.

Evaluation of marginal fit of 2 CAD-CAM anatomic contour zirconia crown systems and lithium disilicate glass-ceramic crowns.

J Adv Prosthodont. 2015 Aug;7(4):271-7.

(»Untersuchung der marginalen Passgenauigkeit von zwei CAD/CAM-Systemen zur Herstellung von Kronen aus Zirkonoxid im Vergleich zu Kronen aus Lithiumdisilikat-Glaskeramik.«)

In der vorliegenden In vitro-Studie wurden die marginalen Passgenauigkeiten von zwei CAD/CAM-Systemen für Kronen aus Zirkonoxid (Prettau Zirkon und Zenostar ZR) und für Kronen aus Lithiumdisilikat-Glaskeramik (IPS e.max) auf einem Kunstharzmodell eines präparierten ersten Oberkiefer-Prämolaren untersucht. Die zervikale Diskrepanz wurde lichtmikroskopisch bei einer 100-fachen Vergrößerung bestimmt. Die mittlere Randspaltgröße war bei den Kronen aus IPS e.max-Glaskeramik signifikant niedriger als bei Zirkonoxidkronen, die mittels der Prettau Zirkon-Schleifeinheit hergestellt worden waren. Bei den Kronen, die anhand der Zenostar-Einheit geschliffen worden waren, konnten unterextendierte Kronenränder ermittelt werden, während die Kronenränder bei Prettau Zirkon und IPS e.max überextendiert waren.

Johnson R, Verrett R, Haney S, Mansueto M, Challa S.

Marginal Gap of Milled versus Cast Gold Restorations.

J Prosthodont. 2017 Jan;26(1):56-63.

(»Marginale Randspaltbildung bei gefrästen gegenüber gegossenen Restaurationen aus Gold.«)

In der vorliegenden In vitro-Studie wurde die zervikale Diskrepanz von gefrästen und gegossenen Goldrestaurationen der gleichen Legierung auf gegossenen Stumpfmodellen aus einer Nickel-Chrom-Legierung mit einer Hohlkehle oder einer Hohlkehle mit Anchrägung als Präparationsform untersucht. Die gegossenen Goldkäppchen wurden nach der Abformung mit einem additionsvernetzten Silikon (Aquasil) auf Modellen aus Typ IV-Gips aufgewachst und anschließend gegossen. Für die gefrästen Goldkäppchen wurden die Zahnstümpfe mittels 3Shape D900-Scanner optisch abgeformt, virtuell geplant und anschließend in einem Schleifzentrum anhand der 3D-Daten hergestellt. Bevor die fertigen Goldkäppchen auf den Gipsmodellen angepasst wurden, wurde die zervikale Diskrepanz mittels Lichtmikroskop bei 90-facher Vergrößerung ermittelt. Danach erfolgte die manuelle Anpassung der Käppchen auf den Gipsmodellen, wobei die Anzahl der Anpassungszyklen dokumentiert wurde. Anschließend wurde die zervikale Diskrepanz erneut bestimmt. Auf Stümpfen mit angeschrägter Hohlkehlpräparation zeigten gefräste Käppchen nach manueller Anpassung einen signifikant geringeren Randspalt als gegossene Käppchen. Auf Stümpfen mit einer einfachen Hohlkehlpräparation waren bei gegossenen Käppchen signifikant geringere zervikale Diskrepanzen als bei gefrästen Käppchen messbar. Mittels manueller Anpassung konnte, unabhängig von der jeweiligen Präparationsform, bei den gegossenen Käppchen eine signifikante Reduktion der zervikalen Diskrepanz erreicht werden. Bei den gefrästen Käppchen konnte eine signifikante Reduktion der zervikalen Diskrepanz nur bei der abgeschrägten Präparation ermittelt werden.

Katsoulis J, Mericske-Stern R, Enkling N, Katsoulis K, Blatz MB.

In vitro precision of fit of computer-aided designed and computer-aided manufactured titanium screw-retained fixed dental prostheses before and after ceramic veneering.

Clin Oral Implants Res. 2015;26(1):44-9.

(»In vitro-Bestimmung der Passgenauigkeit von CAD/CAM-gefertigten verschraubten Titan-Restaurationen vor und nach Keramikverblendung.«)

Das Ziel der In vitro-Studie war die Untersuchung der Passgenauigkeit von Ganzkieferversorgung mittels CAD/CAM-gefertigten, auf sechs Implantaten verschraubten Titangerüsten vor und nach ihrer Verblendung mittels Keramik. Die Gerüste wurden auf Grundlage eines Laserscans der Modelle mittels des Cares Scan CS2-Scanners hergestellt. Der Keramikbrand erfolgte in verschiedenen Zwischenschritten nach Herstellerangaben (Vita Titankeramik). Die Passform der Gerüste wurde vor und nach dem Aufbrennvorgang ermittelt, indem die Gerüste nur auf dem Implantat in regio 25 mit einer Schraube befestigt wurden (Einschraubentest). Die Spalten zwischen Suprastruktur und Implantat wurden mittels Elektronenmikroskop gemessen. Es konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede der Passform vor und nach der Verblendung mit Aufbrennkeramik ermittelt werden. Alle vertikalen Randspalte lagen im klinisch akzeptablen Rahmen.

Schlussfolgerung: Die guten klinischen Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass die einzelnen Arbeitsschritte des Workflows

zur Herstellung der keramikverblendeten Titangerüste geringe Fehlerquellen aufweisen.

Katsoulis J, Mericske-Stern R, Rotkina L, Zbären C, Enkling N, Blatz MB.

Precision of fit of implant-supported screw-retained 10-unit computer-aided-designed and computer-aided-manufactured frameworks made from zirconium dioxide and titanium: an in vitro study.

Clin Oral Implants Res. 2014 Feb;25(2):165-74.

(»Passgenauigkeit von implantatgetragenen, CAD/CAM-gefertigten, verschraubten zehngliedrigen Gerüsten aus Zirkonoxid oder Titan.«)

In der In vitro-Studie wurden zehngliedrige Gerüste aus Zirkonoxid mittels CAD/CAM-Verfahren auf sechs Implantaten hergestellt. Die Abformung der Modellsituation erfolgte mit einem Laserscanner (n = 5) oder einem optischen Scanner (n = 5). Als Kontrollen dienten je fünf CAD/CAM-gefertigte Gerüste aus Titan und gegossene Gerüste aus einer Kobalt-Chrom-Wolfram-Legierung. Die Messung der Passgenauigkeit der Gerüste erfolgte mittels des Einschraubentests, indem sie lediglich am Implantat in regio 25 verschraubt wurden. Zwischen den mittels CAD/CAM-Verfahren hergestellten Zirkonoxidgerüsten und den Titangerüsten konnten keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich ihrer Passgenauigkeit ermittelt werden. Bei den gegossenen Gerüsten waren im Vergleich zu den mittels CAD/CAM-Verfahren gefertigten Gerüsten signifikant größere Passungenauigkeiten feststellbar. In allen Gruppen konnte eine aufsteigende Passungenauigkeit der Gerüste in Abhängigkeit von der Implantatregion (regio 23 < regio 15) beobachtet werden. Die Passform der gegossenen Gerüste wurde als klinisch nicht akzeptabel eingestuft.

Katsoulis J, Mericske-Stern R, Yates DM, Izutani N, Enkling N, Blatz MB.

In vitro precision of fit of computer-aided design and computer-aided manufacturing titanium and zirconium dioxide bars.

Dent Mater. 2013 Sep;29(9):945-53.

(»In vitro-Passgenauigkeit von CAD/CAM-gefertigten Stegen aus Zirkonoxid oder Titan.«)

Auf einem Modell mit sechs Implantaten wurden in der vorliegenden In vitro-Untersuchung je fünf Steggerüste aus Titan mittels Fotogrammetrie oder Laserscanner hergestellt. Als Kontrollen dienten je fünf Steggerüste aus Zirkonoxid und einer Goldlegierung. Die Messung der Passgenauigkeit der Gerüste erfolgte mittels des Einschraubentests, indem sie lediglich am Implantat in regio 25 verschraubt wurden. In der Gruppe der Steggerüste aus Titan konnten keine signifikanten Unterschiede in der vertikalen Passgenauigkeit beobachtet werden. Bei den Steggerüsten aus Gold waren signifikant größere Passungenauigkeiten als bei allen Steggerüsten aus Titan messbar. Steggerüste aus Zirkonoxid zeigten signifikant größere mittlere Passungenauigkeiten als Steggerüste aus Titan, die mittels Fotogrammetrie abgeformt worden waren. Trotz der Passungenauigkeiten wurde die Passform aller Steggerüste, unabhängig vom jeweiligen Material, als klinisch akzeptabel eingestuft.

Katsoulis J, Müller P, Mericske-Stern R, Blatz MB.

CAD/CAM fabrication accuracy of long- vs. short-span implant-supported FDPs.

Clin Oral Implants Res. 2015 Mar;26(3):245-9.

(»Passgenauigkeit CAD/CAM-gefertigter implantatgetragener Gerüste mit kurzer oder langer Spanne.«)

In der vorliegenden In vitro-Untersuchung wurden mittels Laserscanner und CAD/CAM je sechs fünfgliedrige Gerüste aus Titan auf drei Implantaten und je sechs zehngliedrige Gerüste aus Titan auf sechs Implantaten hergestellt. Nach dem Fräsprozess wurden die Gerüste mit Keramik verblendet. Die vertikale Distanz zwischen Implantatplattform und Gerüst wurde mittels Einschraubentest (Befestigung der Gerüste am Implantat in regio 25) elektronenmikroskopisch bestimmt. Alle Messungen ergaben Werte von < 40,0 Mikrometer im Randbereich der Rekonstruktionen. Die Randspalte lagen somit im klinisch akzeptablen Bereich. Statistisch signifikante Gruppenunterschiede konnten an den Implantatpositionen 21 und 23 ermittelt werden. Bei kurzspannigen Gerüsten war eine signifikant geringere mittlere Randspaltbildung erkennbar.

Kelvin Khng KY, Ettinger RL, Armstrong SR, Lindquist T, Gratton DG, Qian F.

In vitro evaluation of the marginal integrity of CAD/CAM interim crowns.

J Prosthet Dent. 2016 May;115(5):617-23.

(»In vitro-Untersuchung der Passgenauigkeit von CAD/CAM-gefertigten provisorischen Kronen.«)

Das Ziel der Studie war die Untersuchung der Passgenauigkeit von Einzelkronen aus Polymethylmethacrylat. Aus einem mit einer Hohlkehle präparierten Dentoform-Zahn wurden auf Grundlage eines optischen Scans mittels CAD/CAM 60 stereolithografische Modelle aus Kunstharz hergestellt. Auf den Kunstharzmodellen erfolgte die Herstellung von je 15 Kronen nach einem weiteren Scan mittels Cerec 3 mit dem Telio CAD-Cerec-System. 15 weitere Kronen wurden nach einem Scan mittels E4D mit dem Paradigm MZ100-E4D-System angefertigt. Als Referenz dienten je 15 konventionell hergestellte Provisorien aus zwei verschiedenen Materialien (Caulk und Jet). Alle provisorischen Kronen wurden provisorisch auf die Stümpfe zementiert und anschließend einem Thermocycling-Verfahren mit 1.000 Zyklen unterzogen. Anschließend wurden die Stümpfe in Fuchsin-Lösung eingelegt, um anhand der Penetration des Färbemittels die Randdichtigkeit zu bestimmen. Nach 24 Stunden Lagerung in der Färbelösung wurden die Kronen in Epoxidharz eingebettet, Schnitte angefertigt und die Penetration mikroskopisch ausgewertet. Die mittlere zervikale Diskrepanz war bei den konventionell gefertigten Provisorien im Vergleich zu den CAD/CAM-Kronen signifikant erhöht. Die konventionell hergestellten Kronen aus Caulk-Kunststoff zeigten im Vergleich zu den anderen drei Gruppen eine signifikant erhöhte zervikale Diskrepanz im vestibulären Bereich. Die mittlere Eindringtiefe des Färbemittels war bei den MZ100-E4D-Kronen im Vergleich zu den anderen drei Herstellungsarten signifikant erhöht und bei den Jet-Kronen im Vergleich zu den anderen drei Herstellungsarten signifikant reduziert. Bei der horizontalen Passgenauigkeit wurden keine Unterschiede zwischen den konventionell und CAD/CAM-gefertigten Kronen festgestellt. Die Eindringtiefe des Färbemittels korrelierte in signifikanter Weise mit den vertikalen und horizontalen Passungenauigkeiten.

Kim JH, Lee SJ, Park JS, Ryu JJ.

Fracture load of monolithic CAD/CAM lithium disilicate ceramic crowns and veneered zirconia crowns as a posterior implant restoration.

Implant Dent. 2013 Feb;22(1):66-70.

(»Bruchbelastbarkeit von CAD/CAM-gefertigten Kronen aus monolithischem Lithiumdisilikat oder verblendeten Kronen aus Zirkonoxid auf Implantaten im Seitenzahnbereich.«)

In der vorliegenden In vitro-Studie wurde das Bruchverhalten implantatgetragener monolithischer Lithiumdisilikatkronen (IPS e.max) im Vergleich zu keramikverblendeten Zirkonoxidkappchen im Seitenzahnbereich untersucht. Sowohl die monolithischen Kronen aus Lithiumdisilikat als auch die Zirkonoxidkappchen wurden mittels CAD/CAM-Verfahren hergestellt. Die Zirkonoxidkappchen wurden anschließend entweder mit Schicht- oder mit Presskeramik verblendet. Die Zirkonoxidkronen mit Presskeramikverblendung zeigten den höchsten Frakturwiderstand. Alle Frakturen in der Gruppe der Zirkonoxidkronen mit geschichteter Verblendung ereigneten sich innerhalb der Verblendschicht.

Lalande D, Hodd JA, Brousseau JS, Ramos V, Dunham D, Rueggeberg F.

Marginal discrepancy dimensions of single unit metal crowns fabricated by using CAD-CAM-milled acrylate resin polymer blocks or a conventional waxing technique.

J Prosthet Dent. 2017 Oct 14. [Epub ahead of print]

(»Zervikale Diskrepanz bei Metallkronen nach CAD/CAM-Fertigung aus einem Acrylharz-Block oder nach konventioneller Aufwachstechnik.«)

Ziel der In vitro-Studie war der Vergleich der zervikalen Diskrepanz von metallischen Kronen aus einer Goldlegierung. Die Vorlage für die Kronen wurde entweder aufgewachst oder aus einem ausbrennbaren Acrylharz CAD/CAM-gefräst. Nach Gussfertigung der Kronen wurden diese mittels Glasionomer-Zement auf die präparierten Stümpfe eingesetzt, in Kunstharz eingebettet und es wurden Schnitte in oro-vestibulärer Richtung angefertigt. Die Messung der zervikalen Diskrepanz erfolgte mikroskopisch bei 50-facher Vergrößerung. Die Herstellungstechnik hatte keinen signifikanten Einfluss auf die mittlere zervikale Diskrepanz. Allerdings konnten bei den CAD/CAM-gefertigten Kronen signifikant geringere Diskrepanzen auf der oralen im Vergleich zur vestibulären Seite beobachtet werden.

Lee WS, Lee DH, Lee KB.

Evaluation of internal fit of interim crown fabricated with CAD/CAM milling and 3D printing system.

J Adv Prosthodont. 2017 Aug;9(4):265-270.

(»Untersuchung der internen Passgenauigkeit von provisorischen Kronen nach CAD/CAM-Fräsung oder 3D-Druck.«)

Von einem präparierten Zahnmodell aus Stahl wurden Polyvinylsiloxan-Abformungen genommen. Aus diesen wurden Arbeitsmodelle aus Typ IV-Gips hergestellt. Die Herstellung der Provisorien erfolgte nach einem 3D-Scan entweder mittels einer CAD/CAM-Schleifeinheit oder mit zwei verschiedenen 3D-Druckmethoden. Bei den gedruckten Provisorien konnten statistisch signifikant geringere Passungenauigkeiten ermittelt werden, als in der Gruppe mit CAD/CAM-Fertigung.

Lins L, Bemfica V, Queiroz C, Canabarro A.

In vitro evaluation of the internal and marginal misfit of CAD/CAM zirconia copings.

J Prosthet Dent. 2015 Mar;113(3):205-11.

(»Eine in vitro-Untersuchung interner und zervikaler Passungenauigkeiten von CAD/CAM-gefertigten Kappchen aus Zirkonoxid.«)

In der vorliegenden In vitro-Studie wurden interne und zervikale Passungenauigkeiten von Zirkonoxidkappchen gemessen, die mit den drei CAD/CAM-Systemen Ceramill, Lava und Neoshape auf Neodent-Zahnstümpfen hergestellt worden waren. Die Kappchen wurden auf den Stümpfen zementiert und anschließend wurden Schnitte angefertigt. Die Messungen erfolgten anhand von Digitalbildern bei 100- bzw. 200-facher Vergrößerung. Alle drei CAD/CAM-Systeme führten zu klinisch akzeptablen Ergebnissen. Das Lava-System zeigte die signifikant geringsten internen Passungenauigkeiten. Bezüglich der zervikalen Diskrepanz konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Systemen festgestellt werden.

Mai HN, Lee KB, Lee DH.

Fit of interim crowns fabricated using photopolymer-jetting 3D printing.

J Prosthet Dent. 2017 Aug;118(2):208-215.

(»Passform von provisorischen Kronen, hergestellt mittels 3D-Druck flüssiger Fotopolymere.«)

In der vorliegenden In vitro-Studie wurden auf dem Modell eines für eine Vollkrone beschliffenen ersten Unterkiefermolaren provisorische Kronen auf drei verschiedene Arten hergestellt. Je zwölf Provisorien wurden entweder mit einem konventionellen Formteil hergestellt (Gruppe 1), mit einer fünfschichtigen CAD/CAM-Schleifeinheit gefräst (Gruppe 2) oder mit einem 3D-Drucker aus Fotopolymer mittels der Fotopolymer-Jetting-Methode (Polyjet) ausgedruckt (Gruppe 3). In den Gruppen 2 und 3 konnten signifikant bessere Approximalkontakte hergestellt werden, als mit der konventionellen Methode in Gruppe 1. In Gruppe 3 war die geringste zervikale Diskrepanz zu beobachten. Auch in den okklusalen Anteilen innerhalb der provisorischen Kronen waren in Gruppe 3 die geringsten Passungenauigkeiten vorhanden.

Munoz S, Ramos V Jr, Dickinson DP.

Comparison of margin discrepancy of complete gold crowns fabricated using printed, milled, and conventional hand-waxed patterns.

J Prosthet Dent. 2017 Jul;118(1):89-94.

(»Vergleich der zervikalen Diskrepanz bei Vollkronen aus einer Goldlegierung nach Herstellung in Wachs mittels Druck, Fräsen oder konventionellem Aufwachsen.«)

Je zehn Kronen wurden auf drei unterschiedliche Arten in Wachs hergestellt. Sie wurden entweder mittels ProJet DP 300 gedruckt, mittels Lava CNC 500 gefräst oder konventionell per Hand aufgewachst. Anschließend wurden die Wachsmodellationen eingebettet und es wurden Kronen aus einer Goldlegierung gegossen. Die zervikale Diskrepanz wurde nach dem Einbetten der Kronen und der Herstellung von Schnitten mit einem Mikroskop bei 50-facher Vergrößerung gemessen. Kronen, die auf Grundlage einer gedruckten Wachsmodellation hergestellt wurden, wiesen die signifikant größte mittlere zervikale Diskrepanz auf und waren auch klinisch nicht akzeptabel. Bei der zervikalen Diskrepanz von gefrästen und konventionell aufgewachsenen Kronen konnten keine signifikanten Unterschiede beobachtet werden.

Neves FD, Prado CJ, Prudente MS, Carneiro TA, Zancopé K, Davi LR, Mendonça G, Cooper LF, Soares CJ.

Micro-computed tomography evaluation of marginal fit of lithium disilicate crowns fabricated by using chairside CAD/CAM systems or the heat-pressing technique.

J Prosthet Dent. 2014 Nov;112(5):1134-40.

(»Mikrocomputertomografische Untersuchung der marginalen Passgenauigkeit von Kronen aus Lithiumdisilikat nach chairside CAD/CAM-Fertigung oder Kronen aus Presskeramik.«)

Auf einem beschliffenen Prämolaren eines Typodont-Modells wurden je fünf Kronen nach drei verschiedenen Methoden hergestellt. Gruppe 1: Scan mit einem Cerec 3D Bluecam-Scanner und Titandioxidpuder und Kronenherstellung mit einer IPS e.max Cerec CAD-Schleifeinheit. Gruppe 2: Scan ohne Puder mit einem E4D Laserscanner und Kronenherstellung mit einer IPS e.max E4D CAD-Schleifeinheit. Gruppe 3: Konventionelle Kronenherstellung mittels IPS e.max Presskeramik. Jede Krone wurde mittels Mikrocomputertomografie auf ihre horizontale und vertikale Passform überprüft. Die signifikant höchsten vertikalen und horizontalen Passgenauigkeiten wurden in Gruppe 2 gemessen. Zwischen Gruppe 1 und Gruppe 3 bestanden keine signifikanten Unterschiede.

Park JY, Jeong ID, Lee JJ, Bae SY, Kim JH, Kim WC.

In vitro assessment of the marginal and internal fits of interim implant restorations fabricated with different methods.

J Prosthet Dent. 2016 Oct;116(4):536-542.

(»In vitro-Untersuchung der marginalen und internen Passgenauigkeit von provisorischen implantatgetragenen Restaurationen nach Herstellung mittels unterschiedlicher Methoden.«)

Auf teilbezahnten Modellen mit Implantat-Abutments wurden drei verschiedene Methoden angewendet, um provisorische Versorgungen herzustellen. In Gruppe 1 wurden konventionelle Provisorien aus Polymethylmethacrylat hergestellt. In Gruppe 2 erfolgte eine Herstellung der Provisorien subtraktiv mittels einer vierachsigen Fräseinheit und in Gruppe 3 wurden die Provisorien mit einem 3D-Drucker gedruckt. Die Passgenauigkeit der Provisorien aus Gruppe 3 war gegenüber den beiden anderen Gruppen signifikant erhöht. In allen drei Gruppen lagen die Ergebnisse bezüglich der zervikalen Diskrepanz in einem klinisch akzeptablen Rahmen.

Rosentritt M, Raab P, Hahnel S, Stöckle M, Preis V.

In-vitro performance of CAD/CAM-fabricated implant-supported temporary crowns.

Clin Oral Investig. 2017 Jan 21. [Epub ahead of print]

(»In vitro-Verhalten von CAD/CAM-gefertigten, implantatgetragenen provisorischen Kronen.«)

In der vorliegenden In vitro-Untersuchung wurden CAD/CAM-gefertigte Provisorien aus Polymethylmethacrylat mittels verschiedener Methoden auf Implantaten oder Zähnen hergestellt. Insgesamt 64 provisorische Kronen wurden auf Implantaten/Zähnen mit folgenden Verfahren hergestellt: a) provisorische Krone auf TiBase im Labor geklebt und chairside auf Implantat verschraubt (TiBase); b) provisorische Krone im Labor auf Standardabutment geklebt und chairside auf Implantat verschraubt (LAB); c) provisorische Krone chairside auf Implantatabutment geklebt (CHAIR); d) provisorische Kronen auf natürlichen Zähnen (TOOTH) (Referenz). Alle provisorischen Kronen wurden mittels CAD/CAM-PMMA (TelioCAD, Ivoclar-Vivadent) angefertigt. Um den Einfluss der Befestigungsart zu testen, wurden pro Gruppe die Hälfte der Provisorien temporär (T) und die andere Hälfte definitiv eingesetzt (D). Um eine klinische Situation nach fünfjähriger Belastungsdauer zu simulieren, wurden kombinierte thermische und mechanische Belastungszyklen durchgeführt. Alle Restaurationen überstanden die Zyklen ohne sichtbare Schäden. Frakturwerte schwankten zwi-

schen 3034,3 N (TOOTH-D) und 1602,9 N (TOOTH-T), 1510,5 N (TiBase-D) und 963,6 N (TiBase-T), 2691,1 N (LAB-D) und 2064,5 N (LAB-T) sowie 1609,4 N (CHAIR-D) und 1253,0 N (CHAIR-T). Grundsätzlich waren keine Unterschiede im In vitro-Verhalten der verschiedenen Provisorien festzustellen, allerdings variierten die Frakturarten in Abhängigkeit von der Art der Zementierung, dem Vorhandensein eines Schraubenkanals und der Art des Abutments.

Shamseddine L, Mortada R, Rifai K, Chidiac JJ.

Fit of pressed crowns fabricated from two CAD-CAM wax pattern process plans: A comparative in vitro study.

J Prosthet Dent. 2017 Jul;118(1):49-54.

(»In vitro-Untersuchung zur Passgenauigkeit von Presskeramikronen nach zwei verschiedenen CAD/CAM-Herstellungsmethoden in Wachs.«)

Von einem präparierten Eckzahn in einem Typodont-Modell wurden zehn Silikonabformungen genommen und mittels Typ IV-Gips weitere zehn Modelle hergestellt. Auf den Modellen wurden entweder Wachskäppchen aus einem Wachsblock gefräst oder mittels Mikrostereolithografie auf additivem Weg hergestellt. Anschließend wurden daraus Lithiumdisilikatkronen mittels Pressverfahren angefertigt (IPS e.max). Zwischen den beiden Herstellungsmethoden konnten keine signifikanten Unterschiede in der Passgenauigkeit ermittelt werden.

Su TS, Sun J.

Comparison of marginal and internal fit of 3-unit ceramic fixed dental prostheses made with either a conventional or digital impression.

J Prosthet Dent. 2016 Sep;116(3):362-7.

(»Vergleich der marginalen und internen Passform von dreigliedrigen Keramikbrücken nach konventioneller oder digitaler Abformung.«)

Ein Standardmodell mit einem fehlenden ersten Oberkieferprämolaren und präparierten lückenbegrenzenden Zähnen wurde mit einem Intraoralscanner zehnmal gescannt (Testgruppe). In der Kontrollgruppe wurden von dem Modell zehn Polyvinylsiloxan-Abformungen genommen und zehn Gipsmodelle hergestellt, die mit einem Extraoralscanner gescannt wurden. Auf dieser Grundlage wurden für beide Untersuchungsgruppen Brücken aus Zirkonoxid angefertigt. In beiden Gruppen konnten akzeptable klinische Resultate hinsichtlich der zervikalen und internen Passgenauigkeit erzielt werden. In der experimentellen Gruppe konnte eine signifikant bessere zervikale und interne Passgenauigkeit der Restaurationen beobachtet werden als bei den konventionell hergestellten Brücken.



Fallstudien

Arcuri L, Lorenzi C, Cecchetti F, Germano F, Spuntarelli M, Bartalatti A. **rkflow for implant-prosthetic rehabilitations: a case report.**

Oral Implantol (Rome). 2016 Jul 23;8(4):114-121.

(»Volldigitalisierter Workflow zur Herstellung implantatgener prothetischer Restaurationen: Ein Fallbericht.«)

Eine 55-jährige Frau mit beidseitigen Frendlücken der Kennedy Klasse III im Unterkiefer wurde nach dem Smart Fusion-Konzept (NobelBiocare) behandelt. Das Behandlungskonzept besteht aus einer mittels Bohrschablone navigierten Implantatinsertion mit anschließender Sofortbelastung auf temporären konischen QuickTemp-Abutments mit zementierten Provisorien. Zwei Monate später erfolgte mittels 3Shape-Scanner ein Intraoralscan mit den Provisorien in situ, der die Grundlage für die Herstellung des definitiven Zahnersatzes bildete. Das hier vorgestellte volldigitalisierte Behandlungskonzept stellt eine elegante und komplikationslose Behandlungsoption und Alternative zu konventionellen Behandlungsmethoden dar.

Papaspyridakos P, Rajput N, Kudara Y, Weber HP.

Digital Workflow for Fixed Implant Rehabilitation of an Extremely Atrophic Edentulous Mandible in Three Appointments.

J Esthet Restor Dent. 2017 May 6;29(3):178-188.

(»Digitaler Workflow zur Versorgung des extrem atrophierten Unterkiefers mit festsitzendem implantatgetragenen Zahnersatz in drei Behandlungssitzungen.«)

Bei einem 76-jährigen männlichen Patienten mit extremer Atrophie des Unterkiefers wurde ein neuartiges Behandlungsprotokoll getestet, welches eine implantatgetragene Komplettversorgung in drei Behandlungssitzungen ermöglicht. In der ersten Sitzung erfolgten eine schablonengeführte Implantatinsertion ohne Bildung eines Mukoperiostlappens nach dem All on Four-Konzept und eine Sofortversorgung mit einer festsitzenden Interimsprothese. In der gleichen Sitzung wurde die definitive Abformung genommen und eine Kieferrelationsbestimmung durchgeführt. In der zweiten Sitzung erfolgten die Gerüstanprobe und eine Pick up-Überabformung. In der dritten und letzten Sitzung wurde die definitive, bedingt herausnehmbare (verschraubte) Restauration eingesetzt.

Rinke S, Ziebolz D.

Fabrication of an implant-supported overdenture using CAD/CAM technology: a clinical report.

Quintessence Int. 2013 Feb;44(2):127-34.

(»Ein klinischer Bericht zur Versorgung des zahnlosen Oberkiefers mit einer implantatgetragenen, CAD/CAM-gefertigten Prothese.«)

Im vorliegenden Fallbericht wird die Versorgung des zahnlosen Oberkiefers einer 60-jährigen Patientin mit sechs Implantaten und einer Prothese mit einem CAD/CAM-gefrästen Titangerüst beschrieben. Das Gerüst mit den Sekundärkronen konnte auf gefrästen Abutments mit einem Präparationswinkel

von sechs Grad spannungsfrei verschraubt werden. Die Patientin war zufrieden mit dem ästhetischen Ergebnis. Während der zwölfmonatigen Nachbeobachtungsphase traten keine Komplikationen auf.



Einfache klinische Studien

Bidra AS, Farrell K, Burnham D, Dhingra A, Taylor TD, Kuo CL
Prospective cohort pilot study of 2-visit CAD/CAM monolithic complete dentures and implant-retained overdentures: Clinical and patient-centered outcomes.

J Prosthet Dent. 2016 May;115(5):578-586.e1.

(»Eine prospektive Kohortenstudie zur Versorgung mit monolithischen CAD/CAM-gefertigten Totalprothesen und implantatgetragenen Prothesen in zwei Behandlungssitzungen: Klinische und patientenbezogene Ergebnisse.«)

20 Patienten mit Totalprothesen im Oberkiefer und Totalprothesen bzw. implantatgetragenen Deckprothesen im Unterkiefer wurden in die Studie einbezogen. Innerhalb von zwei Behandlungssitzungen wurden neue monolithische Restaurationen hergestellt und eingesetzt. Die Patientenzufriedenheit wurde in der letzten Behandlungssitzung und ein Jahr später mittels der Visuellen Analogskala (VAS) ermittelt. Die klinischen Ergebnisse wurden ebenfalls in der letzten Behandlungssitzung und ein Jahr später von zwei erfahrenen Prothetikern unabhängig voneinander evaluiert. Drei Patienten gingen während des einjährigen Follow up verloren und drei weitere waren mit dem Ergebnis unzufrieden und nahmen nicht weiter an der Studie teil. Von den verbliebenen 14 Patienten waren neun im Unterkiefer mit implantatgetragenen Deckprothesen und fünf mit konventionellen schleimhautgelagerten Vollprothesen versorgt. Alle prothetischen Versorgungen wurden nach einem Jahr Tragezeit klinisch als gut eingestuft. Die Patienten beurteilten die kurze Behandlungsdauer und die Abwesenheit von Druckstellen als positiv. Bei fünf Teilnehmern konnten kleinere Komplikationen in Form von Retentionsverlusten oder Abrasionen an Prothesenzähnen beobachtet werden. Die Patienten schätzten das Ergebnis deutlich positiver ein als die Behandler.

Dolcini GA, Colombo M, Mangano C.

From Guided Surgery to Final Prosthesis with a Fully Digital

Die bisher veröffentlichten Abstracts und Exzerpte der wissenschaftlichen Veröffentlichungen sind für **pip**-Leser jederzeit in den E-Papers der **pip** auf www.pipverlag.de nachzulesen und im YouVivo Store im DGINet und im Mitgliederbereich der DGOI als PDF-Download erhältlich.

Bisher erschienen: All on Four (04/2012), Biologische Breite (02/2012), Bisphosphonate und orale Implantologie (03/2011), Computergesteuerte Implantologie – Nutzen und Risiken (03/2014), Digitaler Workflow: Teil I Diagnostik (05/2017), Teil II Chirurgie (06/2017), Teil III Prothetik (01/2018), Der unbezahnte Kiefer (04/2017), Einteilige Implantatsysteme (04/2014), Extraktionsalveole und Kammerhalt: Teil I (04/2016), Teil II (01/2017), Teil III (02/2017), Keramik in der Implantologie (01/2013), Knochenaugmentationen – Techniken (02/2013), Knochenaugmentationen – Materialien (03/2013), Knochenaugmentationen – Tissue Engineering (04/2013), Kurze Implantate (02/2016), Mini-Implantate (03/2017), Periimplantitis – Ätiologie, Häufigkeit und Diagnostik (01/2015), Periimplantitis – Prävention und Therapie (02/2015), Piezochirurgie (02/2014), Platform Switching (01/2014), PRP, PRGF und PRF in der Implantologie (01/2016), Risiken und Komplikationen (04/2015), Sinusboden-Elevationen (04/2011), Sofortbelastung und Sofortversorgung (03/2015), Systemische Erkrankungen (03/2012), Weichgewebsmanagement (02/2011).



Procedure: A Prospective Clinical Study on 15 Partially Edentulous Patients.

Int J Dent. 2016;2016:7358423.

(»Von der schablonengeführten Chirurgie zum fertigen Zahnersatz mittels einer voll digitalisierten Vorgehensweise: Eine prospektive klinische Studie mit 15 teilbezahnten Patienten.«)

15 Patienten wurden im Oberkiefer-Seitenzahnbereich mit implantatgetragenen Zahnersatz versorgt. Anhand einer digitalen Superimposition eines Intraoralscans und einer Computertomografie wurden die Implantatpositionen geplant sowie Bohrschablonen und provisorischer Zahnersatz aus Polymethylmethacrylat für eine schablonengeführte Implantatinsertion und prothetische Sofortversorgung hergestellt. Nach drei Monaten Belastungszeit wurde anhand von Intraoralscans der definitive Zahnersatz aus Zirkonoxid geätzt und mit Keramik verblendet. Sechs Monate nach Inkorporierung des definitiven Zahnersatzes konnten bei keinem der 15 Patienten biologische oder technische Komplikationen beobachtet werden.

Hey J, Beuer F, Bense T, Boeckler AF.

Single crowns with CAD/CAM-fabricated copings from titanium: 6-year clinical results.

J Prosthet Dent. 2014 Aug;112(2):150-4.

(»Einzelkronen aus CAD/CAM-gefertigten Titankäppchen: Klinische Ergebnisse nach sechs Jahren.«)

21 Patienten wurden mit insgesamt 41 CAD/CAM-gefertigten, keramikverblendeten Einzelkronen auf einem Titangerüst versorgt. Nach sechs Jahren Tragedauer traten zwölf mechanische und eine biologische Komplikation ein, was einer Erfolgsrate von 67,8 % entsprach. Die kumulative Überlebensrate der Kronen lag bei 91,3 %. Insbesondere Probleme mit der Keramikverblendung führten dazu, dass die Autoren der Studie diese Versorgungsoption als mangelbehaftet einschätzten.

Joda T, Ferrari M, Brägger U.

Monolithic implant-supported lithium disilicate (LS2) crowns in a complete digital workflow: A prospective clinical trial with a 2-year follow-up.

Clin Implant Dent Relat Res. 2017 Jun;19(3):505-511.

(»Ein volldigitalisierter Workflow zur Versorgung von Implantaten mit monolithischen Lithiumdisilikatkronen (LS2): Eine prospektive klinische Studie mit einem zweijährigen Follow up.«)

40 Patienten wurden im Molaren- und Prämolarenbereich mit insgesamt 50 verschraubten monolithischen LS2-Kronen versorgt, die auf präfabrizierten Titanabutments verklebt worden waren. Die Kronen waren nach Intraoralscans der Implantate und CAD/CAM-Fertigung ohne Labormodelle hergestellt worden. Die Kronen konnten leicht und ohne okklusale oder approximale Nachjustierung am Patienten eingesetzt werden. Nach zwei Jahren Tragezeit betrug die Überlebensrate der Implantate und der Kronen 100,0 %.

Joda T, Brägger U.

Complete digital workflow for the production of implant-supported single-unit monolithic crowns.

Clin Oral Implants Res. 2014 Nov;25(11):1304-6.

(»Ein kompletter digitaler Workflow zur Herstellung von implantatgestützten einteiligen monolithischen Kronen.«)

Sechs Patienten wurden mit implantatgetragenen monolithischen Einzelkronen aus Resin Nano Ceramic (RNC) versorgt.

Die Herstellung der Kronen erfolgte auf Grundlage eines Intraoralscans mittels CAD/CAM. Die Kronen wurden entweder auf ein neuartiges präfabriziertes Titanabutment (Gruppe A) oder auf ein CAD/CAM-gefertigtes, individualisiertes Titanabutment (Gruppe B) geklebt. Keine der RNC-Kronen musste manuell angepasst werden. In Gruppe A war die mittlere Herstellungszeit auf den präfabrizierten Abutments signifikant geringer (65,3 Minuten) als in Gruppe B (86,5 Minuten). Auch die Analyse der Ästhetik ergab in Gruppe A bessere Ergebnisse als in Gruppe B.

Katsoulis J, Wälchli J, Kobel S, Gholami H, Mericske-Stern R.

Complications with computer-aided designed/computer-assisted manufactured titanium and soldered gold bars for mandibular implant-overdentures: short-term observations.

Clin Implant Dent Relat Res. 2015 Jan;17 Suppl 1:e75-85.

(»Erste Erkenntnisse zu Komplikationen bei CAD/CAM-Fertigung von Titanstegen und gelöteten Stegen aus Gold zur Fixierung von implantatgetragenen Unterkiefer-Deckprothesen.«)

Bei gelöteten Goldstegen zur Stabilisierung und Fixierung implantatgetragener Unterkieferprothesen werden häufig Frakturen im Bereich der Lötstellen sowie Schraubenlockerungen beobachtet. CAD/CAM-gefertigte Stege aus Titan könnten zu einer Reduzierung der technischen Komplikationen beitragen. Dazu wurden 101 Patienten (231 Implantate) mit Titanstegen versorgt und bei 112 Patienten (246 Implantate) erfolgte die Versorgung mit Goldstegen. In der Gruppe der Patienten, die mit Titanstegen versorgt worden waren, konnten signifikant weniger technische Komplikationen beobachtet werden, als in der Gruppe, die mit gelöteten Stegen aus einer Goldlegierung versorgt wurden.

Papaspyridakos P, Kang K, DeFuria C, Amin S, Kudara Y, Weber HP.

Digital workflow in full-arch implant rehabilitation with segmented minimally veneered monolithic zirconia fixed dental prostheses: 2-year clinical follow-up.

J Esthet Restor Dent. 2017 Aug 9. [Epub ahead of print]

(»Ein digitaler Workflow zur Rehabilitation des zahnlosen Kiefers mit einer implantatgetragenen Prothese aus einem minimal verblendeten monolithischen Zirkonoxidgerüst.«)

Drei Patienten mit fünf zahnlosen Kiefern wurden im Rahmen eines digitalen Workflow mit implantatgetragenen und vestibulär keramikverblendeten Gerüsten aus monolithischem Zirkonoxid versorgt. Die Inzisalkanten und Okklusalfächen wurden nicht verblendet, sondern im Zirkonoxidgerüst geätzt, um ein Chipping zu verhindern. Nach zwei Jahren Tragezeit betrug die Überlebensrate der prothetischen Versorgungen 100,0 %. Technische Komplikationen traten nur bei einem Patienten auf.

Papaspyridakos P, Lal K.

Computer-assisted design/computer-assisted manufacturing zirconia implant fixed complete prostheses: clinical results and technical complications up to 4 years of function.

Clin Oral Implants Res. 2013 Jun;24(6):659-65.

(»Klinische Ergebnisse und technische Komplikationen bei CAD/CAM-gefertigten implantatgetragenen Vollprothesen aus Zirkonoxid.«)

14 Patienten mit 16 zahnlosen Kiefern wurden in die Studie eingeschlossen. Es wurden zehn keramikverblendete Zirkonoxidprothesen im Unterkiefer und sechs im Oberkiefer auf Implantaten befestigt. Nach einer vierjährigen Tragezeit lag die prothetische Überlebensrate bei 100,0 %. Elf der 16 protheti-

schen Versorgungen waren strukturell intakt, zeigten eine gute Ästhetik sowie gute Weichgewebsverhältnisse und es konnte eine hohe Patientenzufriedenheit festgestellt werden. Bei fünf prothetischen Rekonstruktionen war ein Chipping der Verblendkeramik eingetreten. Dieses war in drei der Fälle gering ausgeprägt und die Bruchstellen konnten intraoral mittels Politur ausgebessert werden. Der mittlere krestale Knochenverlust lag bei 0,1 mm.

Pozzi A, Holst S, Fabbri G, Tallarico M.

Clinical reliability of CAD/CAM cross-arch zirconia bridges on immediately loaded implants placed with computer-assisted/template-guided surgery: a retrospective study with a follow-up between 3 and 5 years.

Clin Implant Dent Relat Res. 2015 Jan;17 Suppl 1:e86-96.

(»Eine retrospektive Studie zur klinischen Zuverlässigkeit CAD/CAM-gefertigter implantatgetragener Vollversorgungen aus Zirkonoxid und Sofortbelastung nach schablonengestützter Implantatinsertion: Ein Follow up nach drei und fünf Jahren.«)

22 Patienten waren mit insgesamt 26 Vollversorgungen aus Zirkonoxid auf Sofortimplantaten unmittelbar nach Implantatinsertion versorgt worden. Keiner der Patienten schied während der Nachbeobachtungszeit aus der Studie aus. Die Überlebensraten der Implantate und der prothetischen Suprakonstruktionen betragen nach fünf Jahren 100,0 %. Bei drei der 26 Restaurationen war ein Chipping an den Keramikverblendungen eingetreten. Alle 22 Patienten waren mit dem funktionellen und ästhetischen Ergebnis sehr zufrieden.

Pozzi A, Tallarico M, Barlattani A.

Monolithic Lithium Disilicate Full-Contour Crowns Bonded on CAD/CAM Zirconia Complete-Arch Implant Bridges With 3 to 5 Years of Follow-Up.

J Oral Implantol. 2015 Aug;41(4):450-8.

(»Implantatgetragene prothetische Vollversorgung des zahnlosen Kiefers mit monolithischen Kronen aus Lithiumdisilikat auf CAD/CAM-gefertigten Zirkonoxidgerüsten: Ein Follow up nach drei und fünf Jahren.«)

In der vorliegenden klinischen Studie wurde ein neuartiges Restaurationskonzept zur Versorgung mit implantatgetragenen Zahnersatz getestet. Die prothetische Versorgung bestand aus einem CAD/CAM-gefertigten Gerüst aus Zirkonoxid, auf welchem Einzelkronen aus monolithischer Lithiumdisilikatkeramik aufgeklebt wurden, um ein Chipping, wie es häufig bei gängiger Keramikverblendung von Zirkonoxidgerüsten beobachtet wird, zu verhindern. 16 Patienten wurden mit 18 dieser neuartigen implantatgetragenen prothetischen Rekonstruktionen versorgt. Alle Patienten nahmen am klinischen Follow up nach drei und nach fünf Jahren teil. Die Überlebensrate der Implantate und der prothetischen Suprakonstruktionen betrug nach fünf Jahren 100,0 %. Bei einer Restauration war ein Chipping eingetreten, das jedoch intraoral mittels Politur korrigiert werden konnte. Alle Patienten waren mit dem funktionellen und ästhetischen Ergebnis zufrieden.

Spies BC, Pieralli S, Vach K, Kohal RJ.

CAD/CAM-fabricated ceramic implant-supported single crowns made from lithium disilicate: Final results of a 5-year prospective cohort study.

Clin Implant Dent Relat Res. 2017 Oct;19(5):876-883.

(»CAD/CAM-gefertigte Einzelkronen aus Lithiumdisilikat-Keramik auf Keramikimplantaten: Klinische Endergebnisse einer prospektiven Kohortenstudie nach fünf Jahren.«)

Vollkeramische Restaurationen, die mit Keramik verblendet wurden, sind sehr techniksensitiv und resultieren häufig in technischen Komplikationen. Monolithische Restaurationen mit einem einfacheren digitalen Workflow könnten dazu führen, dass diese Komplikationen vermieden werden. 24 Patienten mit einem Keramikimplantat im Front- oder Seitenzahnbereich wurden mit CAD/CAM-gefertigten Lithiumdisilikatkronen versorgt. Nach einer mittleren Tragedauer von 55,2 Monaten standen 22 Kronen für eine endgültige Analyse zur Verfügung. Die Überlebensdauer der Implantate und der Kronen betrug 100,0 %. Bei zwei Kronen mussten Rauigkeiten wegpoliert werden, was zu einer Erfolgsrate von 91,7 % führte.

Tamac E, Toksavul S, Toman M.

Clinical marginal and internal adaptation of CAD/CAM milling, laser sintering, and cast metal ceramic crowns.

J Prosthet Dent. 2014 Oct;112(4):909-13.

(»Klinische Untersuchung der marginalen und internen Passgenauigkeit von CAD/CAM-gefrästen, lasergesinterten und gegossenen Kronen aus Metallkeramik.«)

42 Patienten wurden mit je 20 CAD/CAM-gefrästen, lasergesinterten oder gegossenen Metallkeramikronen versorgt. Vor dem Einsetzen der Kronen wurden Replika aus Silikon hergestellt, um zervikale Diskrepanzen und interne Passungenauigkeiten zu ermitteln. Die Messungen wurden mittels Stereomikroskop bei 20-facher Vergrößerung durchgeführt. Hinsichtlich der zervikalen Diskrepanz konnten keine signifikanten Gruppenunterschiede beobachtet werden. Bei lasergesinterten Kronen waren signifikant höhere interne Passungenauigkeiten im axio-okklusalen Bereich der Kronen zu beobachten als in den anderen beiden Gruppen.



Kontrollierte Klinische Studien

Joda T, Brägger U.

Time-Efficiency Analysis Comparing Digital and Conventional Workflows for Implant Crowns: A Prospective Clinical Crossover Trial.

Int J Oral Maxillofac Implants. 2015 Sep-Oct;30(5):1047-53.

(»Eine prospektive Crossover-Analyse des Wirkungsgrades digitaler und konventioneller Workflows zur Herstellung implantatgetragener Kronen.«)

Alle 20 an der Studie teilnehmenden Patienten wurden sowohl mit einer CAD/CAM-gefertigten Zirkonoxidkrone auf einem individuellen Titanabutment als auch mit einer konventionell hergestellten Metallkeramikkrone auf einem Standardabutment aus Titan versorgt. Alle Kronen konnten unabhängig von der Herstellungsmethode in zwei Sitzungen bei den Patienten eingesetzt werden. Die mittlere Gesamtherstellungszeit war bei den konventionell hergestellten Kronen mit 223,0 Minuten signifikant länger als bei der Kronenherstellung im digitalen Workflow (185,4 Minuten). Die zahnärztlichen Behandlungssitzungen/Laborsitzungen dauerten im digitalen Workflow im Mittel 27,3 Minuten/158,1 Minuten und im konventionellen Workflow 33,2 Minuten/189,8 Minuten.

Joda T, Brägger U.

Digital vs. conventional implant prosthetic workflows: a cost/time analysis.

Clin Oral Implants Res. 2015 Dec;26(12):1430-5.

(»Eine Zeit-/Kostenanalyse digitaler gegenüber konventioneller Workflows in der Implantatprothetik.«)

Das Ziel der prospektiven Kohortenstudie war die Durchführung einer Zeit-/Kostenanalyse bei Versorgung von Implantaten mit Einzelkronen auf konventionelle Weise oder anhand eines digitalen Workflows. Dazu wurden 20 Patienten in die Studie eingeschlossen, die jeweils mit zwei Implantaten versorgt worden waren. Diese wurden in einem digitalen Workflow mit einer CAD/CAM-gefertigten Zirkonoxidkrone auf einem individuellen Titanabutment (Testgruppe) und mit einer konventionell hergestellten Metallkeramikkrone auf einem Standardabutment aus Titan versorgt (Kontrollgruppe). Beide Herstellungsprotokolle führten zu einer erfolgreichen Versorgung der Patienten. Für den digitalen Workflow konnten signifikant geringere mittlere direkte Herstellungskosten von 1.815,35 Schweizer Franken (CHF) ermittelt werden, als bei konventioneller Kronenherstellung (2.119,65 CHF). Auch die Laborkosten lagen mit 941,95 CHF deutlich niedriger als bei der konventionellen Methode mit 1.245,65 CHF. Die zahnärztliche Produktivitätsrate lag bei der digitalen Methode mit 29,64 CHF/Minute signifikant höher als bei der konventionellen Herstellung mit 24,37 CHF/Minute. Die digitale Fertigung des Zahnersatzes führte zu einer Kostenreduktion von 18,0 %.

Tian JH, Di P, Lin Y, Zhang Y, Wei DH, Cui HY.

[A pilot clinical study of immediate provisionalization with a chairside computer aided design and computer aided manufacture monolithic crown for single tooth immediate implant placement].

Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi. 2017 Jan 9;52(1):3-9.

[Article in Chinese]

(»Eine klinische Pilotstudie zur Sofortimplantation und provisorischen Sofortversorgung mit einer monolithischen Krone mit einem chairside CAD/CAM-System.«)

13 Patienten wurden nach atraumatischer Extraktion eines Frontzahnes oder Prämolaren sofort mit einem Implantat versorgt. Die anschließende provisorische Sofortversorgung erfolgte mit verschraubten monolithischen Lithiumdisilikatkrone, die sowohl konventionell als auch mittels eines digitalen Workflows mit einem chairside CAD/CAM-System (Cerec) hergestellt worden waren. Die Patienten waren gegenüber der Herstellung der Versorgung verblindet, sodass ihnen nicht bekannt war, auf welche Weise die jeweilige Krone hergestellt worden war. Beide Kronen wurden angepasst und die Patienten mussten ihren jeweiligen Grad der Zufriedenheit angeben und sich für eine der beiden Kronen entscheiden, die dann eingesetzt wurde. Beide Interimskronen konnten ohne oder mit leichten Korrekturen am Patienten eingesetzt werden. Eine leichte Mehrheit der Patien-

ten hatte sich für die digital hergestellte Krone entschieden. Bezüglich des White Esthetic Score gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Kronen. In der Gruppe mit dem digitalen Workflow musste signifikant weniger Gesamtzeit für die Herstellung der Krone aufgewendet werden (131,9 Minuten vs. 205,2 Minuten). Der hauptsächliche Unterschied lag dabei in der Laborzeit, die für den digitalen Workflow 113,5 Minuten betrug und bei der konventionellen Herstellung bei 185,6 Minuten lag. Auch die digitale Abformung konnte in signifikant geringerer Zeit durchgeführt werden, als die konventionelle Abformung (7,5 Minuten vs. 11,7 Minuten). Für das Einsetzen der digital hergestellten Kronen musste jedoch signifikant mehr Zeit aufgewendet werden, als für die konventionellen Kronen (11,0 Minuten vs. 8,0 Minuten).



RCT

Batson ER, Cooper LF, Duqum I, Mendonça G.

Clinical outcomes of three different crown systems with CAD/CAM technology.

J Prosthet Dent. 2014 Oct;112(4):770-7.

(»Klinische Ergebnisse von drei verschiedenen Systemen zur Herstellung von Kronen mittels der CAD/CAM-Technologie.«)

Das Ziel der klinischen Studie war die Untersuchung drei verschiedener CAD/CAM-Systeme zur Herstellung von Seitenzahnkronen auf ihre prothetische Qualität und ihre Wirkung auf die Gingiva. Dazu wurden 22 Patienten nach dem Zufallsprinzip entweder mit Kronen aus Metallkeramik, Lithiumdisilikat oder monolithischem Zirkonoxid versorgt. Zur Herstellung der Metallkeramik- und Zirkonoxidkronen wurde ein Intraoralscan mit dem iTero-Scanner durchgeführt. Die Zähne für die Lithiumdisilikat-Kronen wurden mit dem E4D-Intraoralscanner optisch abgeformt und die 3D-Daten an eine E4D-Schleifeinheit übermittelt. Die Kronen aus Metallkeramik und aus Zirkonoxid wurden mittels der 3Shape-Software designt. Die Vorlagen für die gegossenen Metallkappchen wurden mittels Rapid Prototyping von fotopolymerisierendem Kunststoff hergestellt. Die Restaurationen aus Zirkonoxid wurden gefräst. Zur Bestimmung der zervikalen Diskrepanz wurden Abformungen der einzementierten Kronen aus Polyvinylsiloxan genommen. Die Analyse erfolgte mittels Mikrocomputertomografie. Bei 80,0 % der Restaurationen aus Zirkonoxid mussten keine okklusale Einschleifmaßnahmen durchgeführt werden, was zu signifikanten Unterschieden zu den beiden anderen Restaurationstypen führte. Bezüglich des Einflusses auf die gingivale Gesundheit konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen beobachtet werden. Zirkonoxidkronen wiesen eine signifikant geringere zervikale Diskrepanz auf als Kronen aus Lithiumdisilikat.



Ihr virtueller Stammtisch im Netz:
www.implantate.com

Joda T, Brägger U.

Time-efficiency analysis of the treatment with monolithic implant crowns in a digital workflow: a randomized controlled trial.

Clin Oral Implants Res. 2016 Nov;27(11):1401-1406.

(»Eine randomisiert kontrollierte Studie zur Analyse des Wirkungsgrades bei Versorgung mit monolithischen implantatgetragenen Kronen in einem digitalen Workflow.«)

Das Ziel der randomisierten Studie war die Analyse der Zeiteffizienz bei Behandlung mit implantatgetragenen Kronen, die aus monolithischer Lithiumdisilikatkeramik (LS2) auf einer Titanbase erfolgte oder mittels keramikverblendeten Zirkonoxidkronen bei 20 Patienten nach dem Zufallsprinzip durchgeführt wurde. Beide Versorgungen wurden in einem digitalen Workflow hergestellt und auf dem Implantat verschraubt. Die Herstellung der LS2-Kronen erfolgte nach einem Intraoralscan ohne Modellherstellung, während die Zirkonoxidkronen auf einem gefrästen Modell angefertigt wurden. Für beide Systeme waren zwei Behandlungssitzungen notwendig. Die mittlere Gesamtdauer zur Herstellung der Kronen war bei LS2-Kronen signifikant reduziert (75,3 Minuten vs. 156,6 Minuten). Für den digitalen Workflow wurde ebenfalls eine signifikant geringere Zeit am Behandlungsstuhl benötigt (20,8 Minuten vs. 24,1 Minuten). Insbesondere die Laborzeit war bei der LS2-Herstellung signifikant reduziert (54,4 Minuten vs. 132,5 Minuten).

Sailer I, Benic GI, Fehmer V, Hämmerle CHF, Mühlemann S.

Randomized controlled within-subject evaluation of digital and conventional workflows for the fabrication of lithium disilicate single crowns. Part II: CAD-CAM versus conventional laboratory procedures.

J Prosthet Dent. 2017 Jul;118(1):43-48.

(»Eine randomisiert kontrollierte Within-Subject-Untersuchung digitaler und konventioneller Workflows zur Herstellung von Kronen aus Lithiumdisilikat. Teil II: CAD/CAM vs. konventioneller Laborabläufe.«)

In der vorliegenden Untersuchung wurden Lithiumdisilikat-Kronen mit den CAD/CAM-Systemen Lava C.O.S. CAD mit zentralisierter CAM-Prozedur (Gruppe 1), Cares CAD mit zentralisierter CAM-Prozedur (Gruppe 2), Cerec Connect CAD mit laborseitiger CAM-Prozedur (Gruppe 3) und Cerec Connect CAD mit zentralisierter CAM-Prozedur (Gruppe 4) hergestellt. Als Kontrollen (Gruppe K) dienten konventionell hergestellte Kronen aus Presskeramik (IPS e.max Press). Die mittleren Gesamtzeiten zur Herstellung betragen in Gruppe 1 88,0 Minuten, in Gruppe 2 74,0 Minuten, in Gruppe 3 74,0 Minuten, in Gruppe 4 92,0 Minuten und in Gruppe K 148,0 Minuten. Der konventionelle Workflow dauerte im Vergleich signifikant länger als die digitalen Workflows. Zwischen den Gruppen 1 und 4 sowie 2 und 3 waren keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Zeitdauer zu ermitteln. Hinsichtlich der klinischen Parameter konnten zwischen allen Gruppen keine signifikanten Unterschiede beobachtet werden.

Vigolo P, Mutinelli S.

Evaluation of zirconium-oxide-based ceramic single-unit posterior fixed dental prostheses (FDPs) generated with two CAD/CAM systems compared to porcelain-fused-to-metal single-unit posterior FDPs: a 5-year clinical prospective study.

J Prosthodont. 2012 Jun;21(4):265-9.

(»Eine prospektive Studie über fünf Jahre zu Einzelkronen aus Zirkonoxid nach Herstellung mittels zwei verschiedener

CAD/CAM-Systeme oder aus Metallkeramik auf Implantaten im Seitenzahnbereich.«)

Das Ziel der Studie war der Vergleich der Erfolgsraten nach Herstellung von Seitenzahnkronen aus einem Zirkonoxidgerüst mittels zweier verschiedener CAD/CAM-Systeme (Procera- und Lava-System) oder aus Metallkeramik. Nach fünf Jahren Tragezeit konnten keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Erfolgsraten zwischen den drei Herstellungsarten beobachtet werden. Allerdings waren in der Gruppe der CAD/CAM-gefertigten Einzelkronen mehr technische Komplikationen wie insbesondere ein Chipping des Verblendmaterials zu beobachten. Eine statistische Signifikanz bezüglich erhöhter technischer Komplikationen konnte nur beim direkten Vergleich der Procera-Gruppe und der Metallkeramik-Gruppe ermittelt werden.

Zeltner M, Sailer I, Mühlemann S, Özcan M, Hämmerle CH, Benic GI.

Randomized controlled within-subject evaluation of digital and conventional workflows for the fabrication of lithium disilicate single crowns. Part III: marginal and internal fit.

J Prosthet Dent. 2017 Mar;117(3):354-362.

(»Eine randomisierte kontrollierte Within-Subject-Untersuchung digitaler und konventioneller Workflows zur Herstellung von Kronen aus Lithiumdisilikat. Teil III: Marginale und interne Passgenauigkeit.«)

Fünf monolithische Kronen aus Lithiumdisilikat wurden für jeden der zehn Studienteilnehmer nach einer zufällig ermittelten Reihenfolge hergestellt. Vier der Kronen wurden mittels der digitalen Workflows der Systeme Lava, iTero, Cerec inLab und Cerec infinidnt hergestellt. Die Herstellung der fünften Krone aus Keramik erfolgte mittels konventionellem Workflow anhand einer Abformung aus Polyvinylsiloxan, einer Wachsmodellation und Presstechnik. Die vertikale Diskrepanz und die interne Passform wurden mit der Replika-Methode mittels Polyvinylsiloxan lichtmikroskopisch untersucht. In Bezug auf die zervikale Passform konnten zwischen dem konventionellen und dem digitalen Workflow keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Im Okklusalbereich war die interne Passgenauigkeit bei den konventionell hergestellten Kronen besser als die der digital hergestellten Kronen. Eine Herstellung der Kronen mit einer Chairside-Schleifeinheit ergab eine schlechtere Passform der Kronen als bei Herstellung in einem Schleifzentrum.



Systematische Reviews,
Metaanalysen

Abduo J.

Fit of CAD/CAM implant frameworks: a comprehensive review.

J Oral Implantol. 2014 Dec;40(6):758-66.

(»Ein ausführlicher Review zur Passgenauigkeit CAD/CAM-gefertigter implantatgetragener Gerüste.«)

In der Implantatprothetik werden vermehrt CAD/CAM-Verfahren zur Herstellung prothetischen Ersatzes aus den verschiedensten Materialien eingesetzt. Die vorliegende Übersichtsarbeit beschäftigt sich mit der Passgenauigkeit CAD/CAM-gefertigter, festsitzender implantatgetragener Gerüste. Dazu wurde eine Pubmed-Recherche durchgeführt, mittels der 14 relevante Pub-

likationen identifiziert wurden. Die Ergebnisse zeigen eine bessere Passgenauigkeit von CAD/CAM-Gerüsten im Vergleich zu lasergeschweißten Gerüsten. Vergleichbare Ergebnisse zur Passgenauigkeit wurden zwischen einer reinen CAD/CAM-Fertigung und der Klebeverbindung von CAD/CAM-Gerüsten mit präfabrizierten Zylindern gefunden. Das Material selber hatte einen geringen Einfluss auf die Passform.

Bidra AS, Taylor TD, Agar JR.

Computer-aided technology for fabricating complete dentures: systematic review of historical background, current status, and future perspectives.

J Prosthet Dent. 2013 Jun;109(6):361-6.

(»Ein systematischer Review zur Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft computergestützter Technologien zur Herstellung vollprothetischen Zahnersatzes.«)

Das Ziel der systematischen Übersichtsarbeit war die Analyse der zur Verfügung stehenden Literatur zur historischen Entwicklung, dem gegenwärtigen Stand und den Zukunftsperspektiven computergestützter Technologien zur Herstellung von totalem Zahnersatz. Dazu wurde eine elektronische Schlagwortsuche in der Datenbank Pubmed durchgeführt. Insgesamt acht Artikel erfüllten die Einschlusskriterien und wurden in die Analyse einbezogen. Seit 1994 werden in der Literatur verschiedene theoretische Modelle und Protokolle zur Herstellung von vollprothetischem Zahnersatz mittels CAD/CAM beschrieben. Klinische experimentelle Studien und klinische Erfahrungsberichte konnten in der wissenschaftlichen Literatur nicht identifiziert werden. Mit einer Recherche über die Suchmaschine Google wurden zwei kommerzielle Anbieter gefunden, die Vollprothesen mittels CAD/CAM herstellen. Die dortigen Herstellungsprotokolle erlauben die Inkorporierung des Zahnersatzes in nur zwei Praxissitzungen und stehen im Kontrast zu derzeit bestehenden Protokollen.

Bilgin MS, Baytaroglu EN, Erdem A, Dilber E.

A review of computer-aided design/computer-aided manufacture techniques for removable denture fabrication.

Eur J Dent. 2016 Apr-Jun;10(2):286-91

(»Eine Übersicht zu CAD/CAM-Technologien zur Herstellung herausnehmbaren Zahnersatzes.«)

Das Ziel der Übersichtsarbeit war die Untersuchung von CAD/CAM-Technologien wie beispielsweise Fräsverfahren oder Rapid Prototyping zur Herstellung herausnehmbaren Zahnersatzes. Dazu wurde eine Recherche in den elektronischen Datenbanken Pubmed, ScienceDirect, Google Scholar und Web of Science durchgeführt. Insgesamt 40 Publikationen zu verschiedenen CAD/CAM-Techniken standen für eine Analyse zur Verfügung. Derzeit ist es möglich, trotz gewisser Limitationen herausnehmbaren Zahnersatz in einem kompletten Workflow von der Planung bis hin zur Umsetzung mittels CAD/CAM herzustellen.

Joda T, Zarone F, Ferrari M.

The complete digital workflow in fixed prosthodontics: a systematic review.

BMC Oral Health. 2017 Sep 19;17(1):124.

(»Ein systematischer Review zum kompletten digitalen Workflow bei festsitzenden prothetischen Versorgung.«)

Das Ziel der Übersichtsarbeit war die Untersuchung der Herstellung zahn- oder implantatgetragener prothetischer Restaurationen mittels eines volldigitalisierten Workflow in einem virtuellen Umfeld im Vergleich zu konventionellen bzw. der Kom-

bination von analogen/digitalen Methoden. Zielparameter der elektronischen Recherche in den Datenbanken Pubmed, Embase und Google Scholar waren neben den technischen Aspekten ästhetische und patientenzentrierte Ergebnisse und Überlebens-/Erfolgsraten nach einem Jahr unter Funktion. Von insgesamt 67 Studien wurden nur drei RCT in die Analyse eingeschlossen. In der ersten Studie wurde die Machbarkeit eines volldigitalisierten Workflows zur Herstellung von Einzelkronen dargestellt. Die ebenfalls untersuchte Herstellungsgenauigkeit der Kronen im Randbereich ergab signifikant niedrigere Präzisionswerte bei Kronen aus Lithiumdisilikat im Vergleich zu konventionellen Metallkeramikronen und Kronen aus Zirkonoxid. Die zweite Studie ergab, dass leuzitverstärkte Kronen aus Glaskeramik in ästhetischer Hinsicht von Patienten und Behandlern gleichermaßen favorisiert werden. In der dritten Studie wurde festgestellt, dass implantatgetragene Einzelkronen mittels der volldigitalisierten Methode doppelt so schnell hergestellt werden konnten wie Kronen, die kombiniert analog/digital hergestellt worden waren.

Kapos T, Evans C.

CAD/CAM technology for implant abutments, crowns, and superstructures.

Int J Oral Maxillofac Implants. 2014;29 Suppl:117-36.

(»Die CAD/CAM-Technologie zur Herstellung von Implantatabutments, Kronen und Suprastrukturen.«)

Ziel der systematischen Übersichtsarbeit war der Vergleich von konventionell hergestelltem im Vergleich zu CAD/CAM-gefertigtem implantatgetragenen Zahnersatz hinsichtlich ästhetischer Parameter, ökonomischer Faktoren, der Patientenzufriedenheit sowie mechanischer und biologischer Komplikationen. Zu diesem Zweck wurde eine systematische Recherche in den Literaturdatenbanken Pubmed und Ovid durchgeführt. Insgesamt 18 Artikel erfüllten die Einschlusskriterien. Die mittlere Überlebensrate CAD/CAM-gefertigter Kronen betrug 98,85 %, die für Abutments 100,0 % und die für Suprastrukturen 95,98 %.

Schlussfolgerung: Auf Grundlage der verfügbaren Literatur sind bei CAD/CAM-Fertigung ähnliche Überlebensraten wie bei konventioneller Fertigung zu erwarten.

Lang LA, Tulunoglu I.

A critically appraised topic review of computer-aided design/computer-aided machining of removable partial denture frameworks.

Dent Clin North Am. 2014 Jan;58(1):247-55.

(»Eine kritische Übersicht zur CAD/CAM-Gerüsterstellung für partiellen herausnehmbaren Zahnersatz.«)

Die systematische Literaturrecherche in der Datenbank Pubmed ergab, dass es derzeit keine randomisiert kontrollierte klinische Studien zu CAD/CAM-Gerüsterstellung für partiellen herausnehmbaren Zahnersatz gibt. Die in die Analyse einbezogenen neun Studien hatten ein niedriges Evidenzlevel und enthielten keinerlei Information zu klinischen Ergebnissen.

Mounajjed R, M Layton D, Azar B.

The marginal fit of E.max Press and E.max CAD lithium disilicate restorations: A critical review.

Dent Mater J. 2016 Dec 1;35(6):835-844.

(»Ein kritischer Überblick zur marginalen Passgenauigkeit von e.max Press und e.max CAD-Restaurationen aus Lithiumdisilikat.«)

In die Übersichtsarbeit wurden nach einer elektronischen Datenbankrecherche in Pubmed und einer Handsuche in relevanten Fachjournals In vitro-Untersuchungen zur marginalen Passgenauigkeit von e.max Press und e.max CAD-Restaurationen aus Lithiumdisilikat einbezogen und analysiert. Die Analyse ergab einen signifikant besseren Randschluss von Kronen aus Presskeramik im Vergleich zu CAD-hergestellten Kronen. Das Randspaltverhalten wurde jedoch, unabhängig von der Herstellungsmethode, als in klinischer Hinsicht akzeptabel eingestuft.

Papadiochou S, Pissiotis AL.

Marginal adaptation and CAD-CAM technology: A systematic review of restorative material and fabrication techniques.

J Prosthet Dent. 2017 Sep 27. pii: S0022-3913(17)30488-2. [Epub ahead of print]

(»Ein systematischer Review zur marginalen Passgenauigkeit CAD/CAM-hergestellter festsitzender Restaurationen in Abhängigkeit von Material und Herstellungsmethode.«)

Das Ziel der Übersichtsarbeit war der Vergleich der Randgenauigkeit festsitzender zahn- oder implantatgetragener prothetischer Restaurationen in Abhängigkeit von ihrer Herstellungsmethode (CAD/CAM oder konventionell) und des Materials. Dazu wurde eine systematische Literaturrecherche in der Datenbank Pubmed durchgeführt. Von den in die Analyse eingeschlossenen 55 Vergleichsstudien wurden in 28 Studien die CAD/CAM-Fertigung mit konventionellen Methoden verglichen und in zwölf erfolgte der Vergleich der CAD/CAM-Fertigung mit Kopierfräsen. In vier Studien wurde die CAD/CAM-Frästechnologie mit dem direkten Metalllaser-Sinterverfahren verglichen. In 22 Studien wurde die marginale Passform mittels CAD/CAM-Fertigung bei verschiedenen Materialien untersucht. Die meisten CAD/CAM-gefertigten Restaurationen zeigen klinisch akzeptable zervikale Diskrepanzen. Dabei wurde ein starker Einfluss des Materials auf die Randspaltbildung festgestellt. Bei Kronen aus Lithiumdisilikat-Presskeramik und mittels Schlickerguss gefertigten Keramikronen konnten im Vergleich zu CAD/CAM-gefertigten Kronen ähnlich große und sogar geringere Randspalte gemessen werden. CAD/CAM-gefertigte Kronen aus Kobalt-Chrom oder Titan zeigten bessere Ergebnisse im Randbereich als Kronen aus Zirkonoxid. Bei der Mehrzahl der Kronen aus Kobalt-Chrom, die mittels des direkten Metalllaser-Sinterverfahrens hergestellt wurden, war ein besseres Randspaltverhalten festzustellen als bei gegossenen Restaurationen aus dem gleichen Material. Kopiergefräste Kronen aus Zirkonoxid zeigten schlechtere Ergebnisse im Randbereich, als Kronen die mittels CAD/CAM-Fräsverfahren hergestellt wurden. Auf Grundlage der verfügbaren Literatur waren keine eindeutigen Vorteile von CAD/CAM-Verfahren im

Vergleich zu konventionellen Guss- oder direktem Metalllaser-Sinterverfahren auf die marginale Adaptation von prothetischen Restaurationen feststellbar.

Patzelt SB, Spies BC, Kohal RJ.

CAD/CAM-fabricated implant-supported restorations: a systematic review.

Clin Oral Implants Res. 2015 Sep;26 Suppl 11:77-85.

(»Ein systematischer Review zu CAD/CAM-hergestellten implantatgetragenen Restaurationen.«)

Das Ziel der systematischen Übersichtsarbeit war die Analyse der derzeit verfügbaren Literatur zu implantatgetragenen Restaurationen, die mittels CAD/CAM-Verfahren hergestellt wurden. Dazu wurde eine systematische Literaturrecherche in den Datenbanken Cochrane, US Library of Medicine und Pubmed durchgeführt. Zwölf der insgesamt 3.484 Veröffentlichungen erfüllten die Einschlusskriterien und wurden in die Analyse einbezogen. Eine Publikation beinhaltete Ergebnisse nach der Versorgung mit CAD/CAM-gefertigten Einzelkronen, eine nach der Versorgung mit partiellem festsitzenden Zahnersatz und zehn beschriebenen Ergebnissen nach der Versorgung mit bedingt abnehmbarem (verschraubtem) totalen Zahnersatz. Es wurden Überlebensraten beschrieben, die je nach Tragedauer (ein bis zehn Jahre) zwischen 92,0 % und 100,0 % variierten.

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 Sep;116(3):328-335.e2.

(»Untersuchung der marginalen Passgenauigkeit von Einzelkronen aus Keramik nach digitaler oder konventioneller Fertigung: Ein systematischer Review und eine Metaanalyse.«)

Zur Beantwortung der Fragestellung, welche Herstellungsmethode zu präziseren Ergebnissen im Randbereich von Keramikronen führt, wurde eine Literaturrecherche durchgeführt. Für eine Analyse standen insgesamt zwölf Studien zur Verfügung. Die Ergebnisse der In vitro-Studien ergaben nach konventioneller Abformung eine mittlere zervikale Diskrepanz von 58,9 Mikrometern, während nach digitaler Abformung eine mittlere zervikale Diskrepanz von 63,3 Mikrometern ermittelt werden konnte. In klinischen Studien waren bei der konventionellen Methode mittlere Randspalte von 79,2 Mikrometern messbar und nach digitaler Abformung 56,1 Mikrometer. Es konnten keine signifikanten Unterschiede der zervikalen Diskrepanz in Abhängigkeit von der jeweiligen Methode ermittelt werden. ■

In der nächsten Ausgabe **pip** 2/2018: Keramikimplantate

Wollen Sie mehr zu einer bestimmten Arbeit wissen?

Nutzen Sie unseren Volltext-Service auf www.pipverlag.de, senden Sie ein Fax an **08025-5583** oder eine E-Mail an leser@pipverlag.de.

Wir recherchieren die Gesamtkosten bei den einzelnen Verlagen bzw. Textservices, Sie erhalten eine Gesamtkostenübersicht und können über uns bestellen.

Für **pip**-Abonnenten sind Recherche, Handling und Versand der Texte kostenlos!