Prothetik im digitalen Zeitalter

Autor_ Priv.-Doz. Dr. med. dent. Christian J. Mehl

Die Digitalisierung hat schon heute viele Bereiche der Gesellschaft komplett transformiert. Auch die Zahnmedizin wird von diesem Wandel nicht verschont bleiben. Schon jetzt können viele konventionelle Arbeitsabläufe vollständig durch Computerisierung ersetzt werden. In Deutschland hat sich die digitale Zahnmedizin noch nicht vollständig durchgesetzt. In diesem Artikel sollen die Möglichkeiten und Grenzen der digitalen Abformung in der Zahnarztpraxis mit besonderem Fokus auf die Implantatabformung aufgezeigt werden.

_**Die Kombination** von öffentlichen Medien[1], neuen Materialien und Techniken[2] haben zu einer Kulturrevolution der dentalen Ästhetik geführt.[3] Schon heute ist es an den Zahnärzten in der täglichen Praxis, die ästhetischen Erwartungen und Wünsche der Patienten zu erfüllen.[3] Eine weitere wichtige Entwicklung der letzten Dekaden ist die zunehmende Inkorporation digitaler Lösungen, die zu gänzlich neuen Forschungsschwerpunkten und Möglichkeiten in Bezug auf die klinischen Arbeitsabläufe und die Herstellung von Zahnersatz geführt haben.[2, 4–6] Wie in vielen anderen Branchen werden Produktionsstufen in der Zahnmedizin zunehmend automatisiert.[6] Da die Laborkosten ein großer finanzieller Faktor bei Behandlungsplanung und Therapie geworden sind, könnte die digitale Automatisierung eine wettbewerbsfähige Produktion in Hochlohnbereichen wie Westeuropa und den USA ermöglichen.[6] Die noch vor ein paar Jahren euphorisch klingenden Aussagen, dass digitale Abläufe die traditionellen Protokolle in absehbarer Zeit ersetzen, scheinen heute wahr geworden zu sein, da mit Ausnahme des intraoralen Scannens von großen zahnlosen Bereichen digitale Techniken bereits in der Lage sind, konventionelle Workflows zu ersetzen.[6–9]
Die Industrie verspricht, dass computergestützte Verfahren sicherer, wirtschaftlich effizienter, komfortabler und präziser sind.[9–11] Und in der Tat sind digitale Abformungen bestimmter Systeme fast gleichwertig mit konventionellen Abformungen, was Präzision und Trueness betrifft.[7, 12, 13] Zudem hat eine digitale Prozesskette zur Herstellung von Zahnersatz ein Reihe

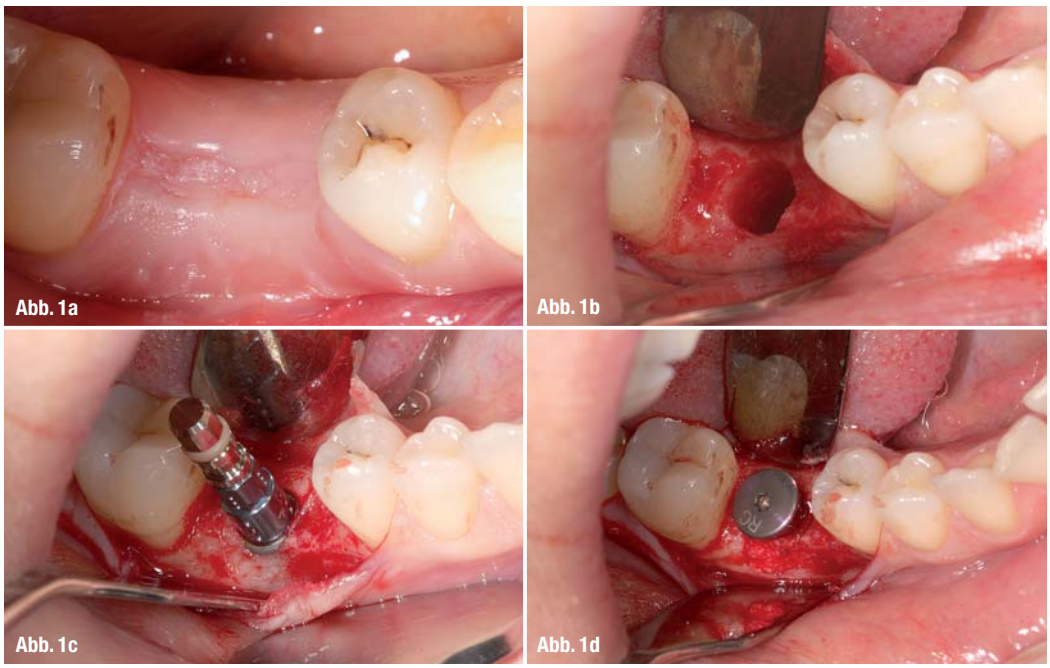
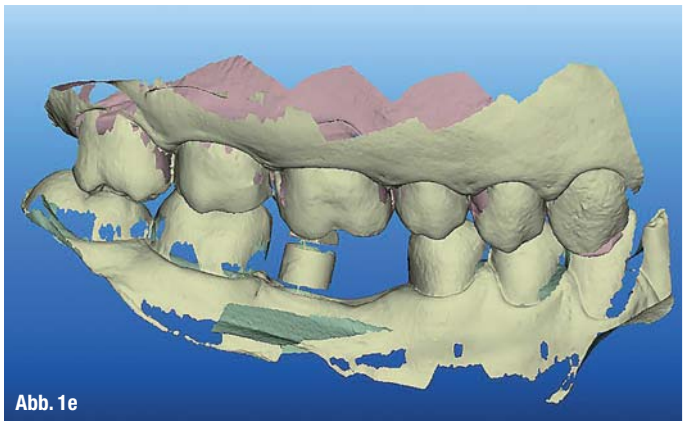


Abb. 1a_ Extraktionswunde ist nach drei Monaten Ausheilung geschlossen und bereit für den Re-entry.
Abb. 1b_ Fertig aufbereiteter Implantatstollen.
Abb. 1c_ Implantat auf Knochenniveau eingebracht.
Abb. 1d_ Implantat mit eingebrachtem Gingivaformer.


Abb. 1e

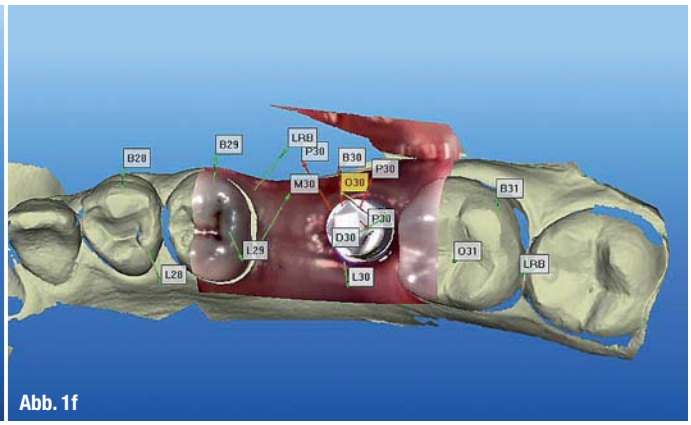


Abb. 1f

anderer Vorteile, wie z.B.: den Zugang zu neuen, nahezu fehlerfreien, industriell vorgefertigten Materialien, Reproduzierbarkeit der Versorgungen, geringere Platzanforderungen (Datenspeicherung) sowie eine Steigerung der Effizienz.[2,6] Als Ergebnis der kontinuierlichen Entwicklungen in der Computertechnologie sind immer neue Produktionsmethoden und Behandlungskonzepte zu erwarten.[2,6] Zahnärzte, die mit diesen Techniken in Zukunft konfrontiert sein werden, müssen sich bestimmte Grundkenntnisse aneignen, wenn sie von diesen neuen Verfahren profitieren wollen. Dieser Artikel beschreibt anhand von Patientenbeispielen die Vorgehensweise bei digitalen Abformungen von Implantaten.

_Vorbehandlung

Vor Implantation wurden im Sinne des synoptischen Behandlungskonzeptes zunächst die Hygienephase und die konservierende Vorbehandlung abgeschlossen. Anschließend wurden ein Fotostatus und eine Alginatabformung (Alginat Super, Pluradent, Offenbach) für die Herstellung eines Wax-ups erstellt. Eine Bohrschablone für die Röntgendiagnostik und Positionsbestimmung wurde zu jeder Implantation verwendet.

_Digitale Abformungen

Nach der Freilegung der Implantate und Abheilung respektive der Präparation von Zähnen unter Lokalanästhesie (UDS, Sanofi, Frankfurt am Main) wurden digitale Abformungen durchgeführt (iTero, Align Technologies, Amsterdam/Niederlande). Zunächst wurden immer die zu versorgenden Zähne/Implantate erfasst, gefolgt von der antagonistischen Seite und dem Festhalten der Kieferrelation. Die digitalen Abformungen wurden unter Verwendung der parallel-konfokalen Bildgebungstechnik durchgeführt.[2] Diese Technik nutzt optische Abtastung, um die Oberfläche und die Konturen der Zähne und Zahnfleischstrukturen zu erfassen. Dafür werden etwa 100.000 Punkte reflektierten Laserlichts in 300 Tiefenschärfepunkten erfasst. Die Tiefenschärfepunkte liegen etwa 50 Mikrometer voneinander entfernt.

Nach dem Senden der digitalen Abformung wird zunächst die digitale Datei (STL-Format) im Labor gereinigt und durch Computersoftware (z.B. Align Technologies) verarbeitet. Nach der digitalen Formgebung der prospektiven Restauration mit Softwareprogrammen und der endgültigen Kontrolle von Form, Okklusion etc. wurde der gesamte Datensatz zur Modell- und Restaurationsherstellung an ein Fräszentrum gesendet (z.B. Straumann European Milling Centre, Leipzig). Nach Erhalt von Modell und „Rohrestauration" im Labor wurde die „Rohrestauration" auf Passung und Randschluss hin überprüft und dann verblendet (Initial, GC, Tokio, Japan). Jede Restauration wurde anschließend von Hand poliert, um eine natürliche Ästhetik zu erreichen. Die statische und dynamische Okklusion wurde erneut überprüft und eingestellt, bevor die Restaurationen an die Zahnarztpraxis gesendet wurden.

Abb. 1e_ Bildschirmabformungen der abgescannten Situation von lateral.
Abb. 1f_ Bildschirmabformungen der abgescannten Situation von okklusal.


Abb. 1g


Abb. 1h

Abb. 1g_ Die fertige Restauration auf dem gefrästen Polyurethan-Modell.
Abb. 1h_ Die zementierte Restauration bei der Kontrolle nach zwei Wochen.


Abb. 2a


Abb. 2b


Abb. 2c

Abb. 2a_ Das gemeinsame Abscannen von Zähnen und Implantaten.
Abb. 2b_ Eingesetzte zementierte Restauration direkt nach der Eingliederung.
Abb. 2c_ Durch eine tiefe Lachlinie kann der nicht ganz ideale Gingivaverlauf versteckt werden.

_Fallbeispiele

Fall 1

In diesem Fall wünschte die Patientin den Ersatz des Zahnes 46, der durch eine versagende Wurzelkanalfüllung eine hoffnungslose Prognose aufwies. Drei Monate nach Extraktion wurde das Implantat (Bone Level, Straumann, Basel, Schweiz; Abb. 1a–c) gesetzt und die Einheilung erfolgte offen (Abb. 1d). Wiederum drei Monate später wurden die Implantatposition, die Nachbarzähne, der Gegenkiefer und die Kieferrelation digital abgescannt und weiterverarbeitet (Abb. 1e und f). Hierbei wurde ein zweigeteilter Scanbody (Straumann) eingesetzt, wobei der erste Teil ähnlich einem Abutment in das Implantat geschraubt und der eigentliche Scankörper dann in einer definierten Position in den ersten Teil der Scanhilfe eingefügt wird. Nach Fräsen des Abutments und der Krone im Fräszentrum und der Endfertigung im Labor wurde die Restauration zwei Wochen später eingegliedert (Abb. 1h).

Fall 2

In diesem Fall wiesen die Frontzähne 11–22 eine ungünstige Prognose aufgrund versagender Wurzelspitzenresektionen mit kirschkerngroßen apikalen Aufhellungen auf. Da die Patientin unter großem Zeitdruck stand, wurden in nur einer Sitzung die Zähne extrahiert, implantiert (Bone Level, Straumann) und augmentiert (Bio-Oss, Geistlich, Wolhusen, Schweiz). Die Patientin trug während der Einheilphase als Provisorium eine laborgefertigte und chairside unterfütterte Marylandbrücke, die an den unpräparierten Zähnen 13 und 23 und dem präparierten Zahn 12 adhäsiv befestigt wurde. In der Präparationssitzung wurden, wie im Fall 1 beschrieben, zweigeteilte Scankörper verwendet und der Zahn 12 für eine Veneerversorgung gemeinsam mit den Implantatpositionen abgeformt (Abb. 2a). Auch hier wurde die Arbeit zwei Wochen später eingesetzt (Abb. 2b und c).

Fall 3

In diesem Fall führte die Kombination aus einer notwendigen Neuversorgung des Zahnes 11, fehlender Restzahnhartsubstanz und apikaler Aufhellung bei gleichzeitiger Resorption der Wurzelspitze zu der Entscheidung, den Zahn 11 zu extrahieren (Abb. 3a und b). Gleichzeitig mit der Extraktion (Abb. 3c) und Entfernung des apikalen Granulationsgewebes (Abb. 3d) wurde das Implantat inseriert (Straumann Bone Level; Abb. 3f) und der verbleibende bukkale Spalt augmentiert (Bio-Oss, Geistlich). Nach umfassender Säuberung konnte jetzt in der Implantationssitzung die Position des Implantates mit einem einteiligen Scankörper (Mono Scanbody, Straumann) abgeformt werden (Abb. 3g). Drei Monate später konnte die Restauration, nach leichter Adjustierung der approximalen Kontaktpunkte, eingebracht werden (Abb. 3h).

Fall 4

Dieser Patient stellte sich vor mit dem Wunsch nach einer umfassenden Versorgung (Abb. 4a). Nach


Abb. 3a


Abb. 3b

Abb. 3a_ Krone 11 ästhetisch insuffizient durch eine vestibuläre Abplatzung.
Abb. 3b_ Nach Kronenabnahme zeigt sich eine ungenügende Restzahnhartsubstanz.


Abb. 3c


Abb. 3d

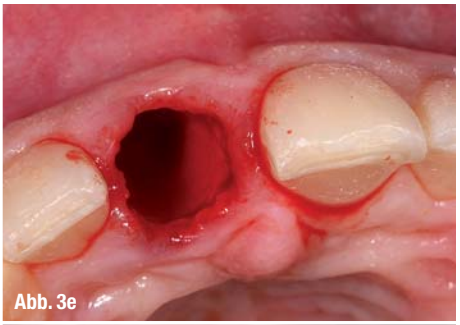

Abb. 3e


Abb. 3f


Abb. 3g


Abb. 3h

Extraktion der verbliebenen Restbezahnung im Oberkiefer und Ausheilung der Extraktionsalveolen erfolgte die umfassende Augmentation beider Kiefer. Im Oberkiefer wurde ein beidseitiger Sinuslift und in der Regio 14–24 eine vestibuläre Auflagerung vorgenommen (Bio-Oss, Geistlich, und Endobon BIOMET *3i*, Palm Beach Gardens, USA). Im Unterkiefer wurden in Regio 34–36 und 44–46 mit Knochenblöcken und partikuliertem Eigenknochen vertikal und horizontal augmentiert. Die Implantation von insgesamt 12 Implantaten (T3, BIOMET *3i*; Abb. 4b) erfolgte vier Monate nach Augmentation. Nach einer Einheilphase der Implantate von vier Monaten wurden alle Implantate freigelegt und mit Gingivaformern versorgt (Encode, BIOMET *3i*; Abb. 4c). Einen Monat nach der Freilegung wurden die Gingivaformer und die präparierte Restbezahnung digital abgescannt (Abb. 4d). Dies ist möglich, da die Gingivaformer zugleich als Scankörper operieren, d.h. ein Auswechseln der Gingivaformer ist für die Abformsitzung nicht notwendig. Die finale Arbeit wurde nach erneuter Kieferrelation und Rohbrandanprobe vier Wochen später eingegliedert.

_Diskussion

In der jetzigen Phase der Entwicklung sind digitale Techniken bereits in der Lage, traditionelle herkömmliche Workflows zu ersetzen.[2, 7, 9] Mit Ausnahme des Scannens von großen zahnlosen Bereichen zeigen digitale Abformungen eine Präzision und Trueness, die vergleichbar oder nur marginal schlechter ist als konventionelle Techniken.[7, 13] Ein Vorteil der digitalen Abformung im Vergleich zu den herkömmlichen Techniken mit Abformmassen ist, dass Fehlstellen einfach nachgescannt und an die vorhandenen virtuellen Modelle hinzugefügt werden können, wodurch Unannehmlichkeiten für den Patienten reduziert werden. Ein weiterer großer Vorteil der Computertechnik ist die sofortige Verfügbarkeit der Daten des virtuellen Modells und die Möglichkeit der Wiederherstellung einer neuen Restauration ohne eine erneute Abformung (wie z.B. im Fall von Frakturen von Restaurationen).[2] Ein sehr nützliches Werkzeug auf dem iTero-Scanner ist die sofortige Messung der Kieferrelation[4], die klinisch

Abb. 3c_ Extraktion der Wurzel des Zahnes 11.
Abb. 3d_ Entfernung des apikalen Granulationsgewebes.
Abb. 3e_ Die gesäuberte Extraktionsalveole.
Abb. 3f_ Einbringen des Implantats in die Extraktionsalveole.
Abb. 3g_ Eingeschraubter Monoscankörper.
Abb. 3h_ Fertige Restauration.


Abb. 4a

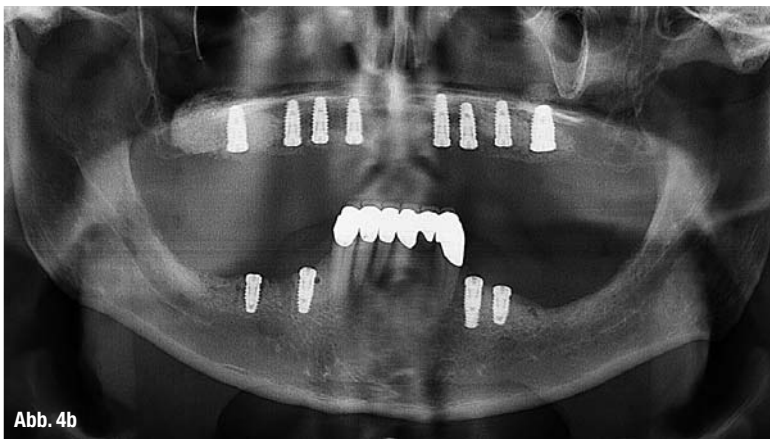

Abb. 4b

Abb. 4a_Initiale Situation mit insuffizient konservierend und prothetisch versorgtem Gebiss.
Abb. 4b_ Röntgen nach Implantation.

Abb. 4c und d_ Die Situation vor dem digitalen Abformen. Die Gingivaformer fungieren gleichzeitig als Scankörper.
Abb. 4e und f_ Die abgescannte Situation.
Abb. 4g_ Abschluss der Behandlung intraoral.
Abb. 4h_ Abschluss der Behandlung extraoral.


Abb. 4c


Abb. 4d

_Kontakt digital dentistry



Priv.-Doz. Dr. med. dent. Christian J. Mehl
HarderMehl Praxisklinik für Zahnmedizin und Implantologie
Volkartstraße 5
80634 München
Tel.: 089 571544
christian.mehl@hardermehl.de
www.zahnärzte-münchen.de

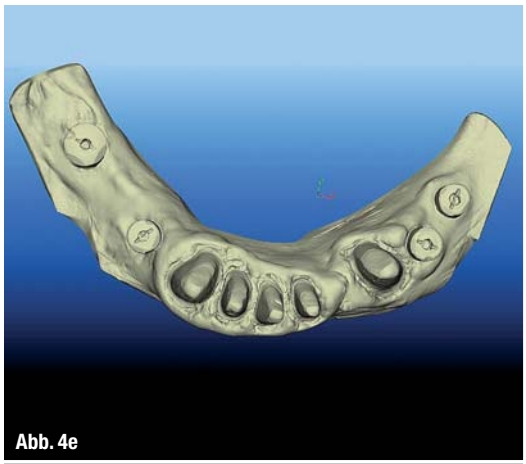
Klinik für Zahnärztliche Prothetik, Propädeutik und Werkstoffkunde
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Arnold-Heller-Straße 16
24105 Kiel
cmehl@proth.uni-kiel.de

Infos zum Autor

Literatur

hilft, die notwendige Materialschichtstärke und genügend Platz für den Zahntechniker sicherzustellen. Auch für den Zahntechniker ergeben sich verschiedene Vorteile aus der digitalen Zahnmedizin. Die die Gipsmodelle ersetzenden Polyurethan-Modelle (Kunststoff) sind abrasionsfester und haben eine Farbe ähnlich den konventionell gegossenen Modellen. Zusätzlich bleibt auf den Kunststoffmodellen die Anatomie des Zahnfleischs fast komplett erhalten, was bei der Randgestaltung und der approximalen Gestaltung der Restaurationen sehr hilft und wiederum die Zeit für den Praktiker am Stuhl reduziert. Darüber hinaus sind die Modelle über den Abformungsdatensatz immer wieder reproduzierbar und verursachen so keine Lagerungskosten.[4] Auch ist durch CAD/CAM-Verfahren die Verwendung standardisierter, homogener industrieller Materialien möglich, was Fehlerhaftigkeit und Ausfälle von Restaurationen reduziert.[14]

Neben allen Vorteilen für Patienten, Ärzte und Zahntechniker hat jedoch die Digitalisierung in der Zahnmedizin immer noch ihre Grenzen. Intraorale digitale Abformungen können z.B. nicht angewendet werden, wenn abnehmbare prothetische Konzepte verfolgt werden sollen, da die digitalen Scanner nicht in der Lage sind, große zahnlose Areale zu „vernähen".[14] Zusätzlich reichen die Computerressourcen und die Stabilität der laufenden Softwareprogramme häufig nicht aus, wenn größere Sätze von Daten erzeugt werden (z.B. bei Komplettrestaurationen). Zusätzlich benötigt der Umgang mit dem Scannerkopf und der Bediensoftware Übung. Die größte Praktikabilität und Effektivität wird von den digitalen Scansystemen geleistet, wenn kleine Restaurationen (z. B. Veneers, Kronen, Brücken etc.) hergestellt werden sollen. Von digitalen Workflows können in Zukunft Patienten, Ärzte und Zahntechniker gleichermaßen in Bezug auf Kosten und Präzision der Restaurationen im Vergleich zu herkömmlichen Techniken profitieren._


Abb. 4e

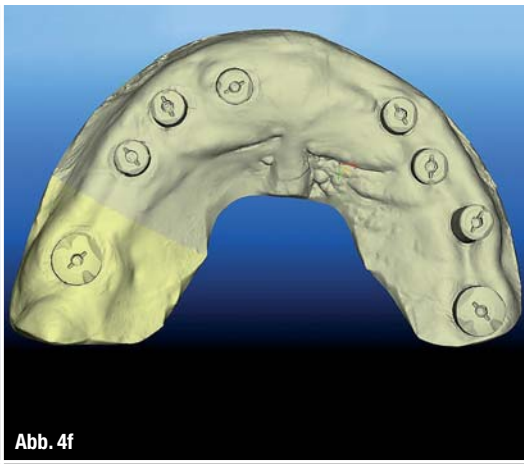
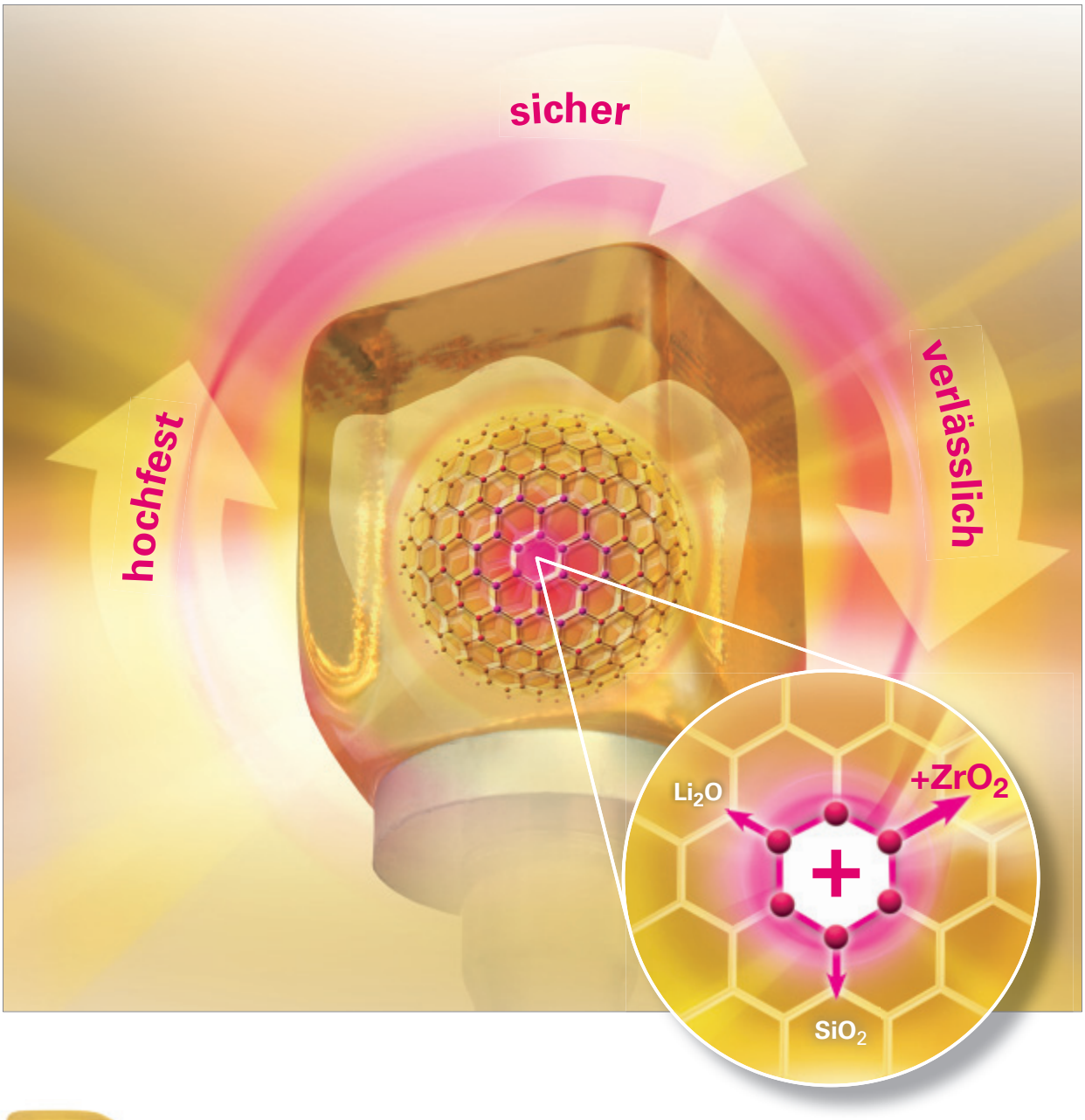

Abb. 4f


Abb. 4g


Abb. 4h

VITA SUPRINITY® – Glaskeramik. Revolutioniert.

Die neue Hochleistungs-Glaskeramik mit Zirkondioxidverstärkung.



3448 D



VITA shade, VITA made. VITA

VITA SUPRINITY ist ein Material der neuen CAD/CAM-Glaskeramik-Generation. Bei diesem innovativen Hochleistungswerkstoff wird erstmals die Glaskeramik mit Zirkondioxid verstärkt. Das Material ist damit hochfest, lässt sich prozesssicher verarbeiten und erweist sich gleichzeitig als enorm verlässlich. Die besonders homogene Gefügestruktur sorgt für eine einfache Verarbeitung und reproduzierbare Ergebnisse. Darüber hinaus überzeugt VITA SUPRINITY durch ein sehr breites Indikationsspektrum. Mehr Informationen unter: www.vita-suprinity.com facebook.com/vita.zahnfabrik