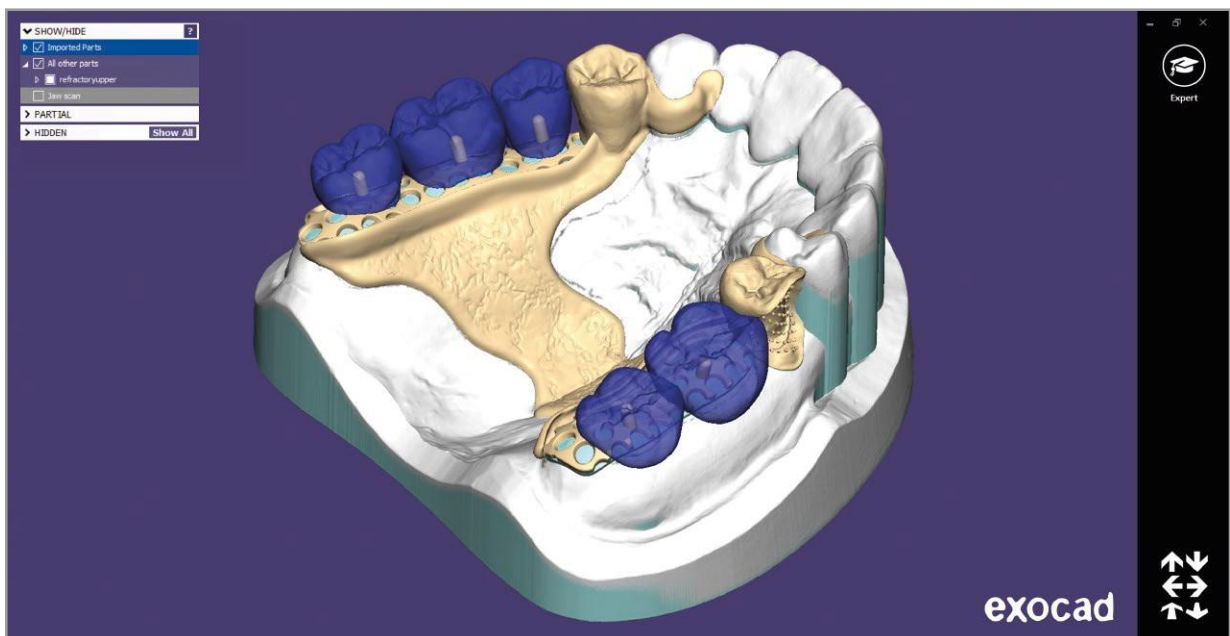


# Modellguss additiv gefertigt

**3D-Druck ist in aller Munde. Für Dentalanwendungen werden nahezu unbegrenzte Einsatzmöglichkeiten der additiven Fertigung versprochen. Tatsächlich definieren die täglichen Anforderungen der Dentaltechnik optimale Voraussetzungen für den Einsatz der additiven Technologien: Individualität, komplexe Geometrien, geringer Materialverlust und schnelle Produktionszeiten. Das meint Ludwig Schultheiss. Im Folgenden beschreibt er die additive Herstellung von Modellguss.**



□ Digital konstruierter Modellguss exocad DentalCad

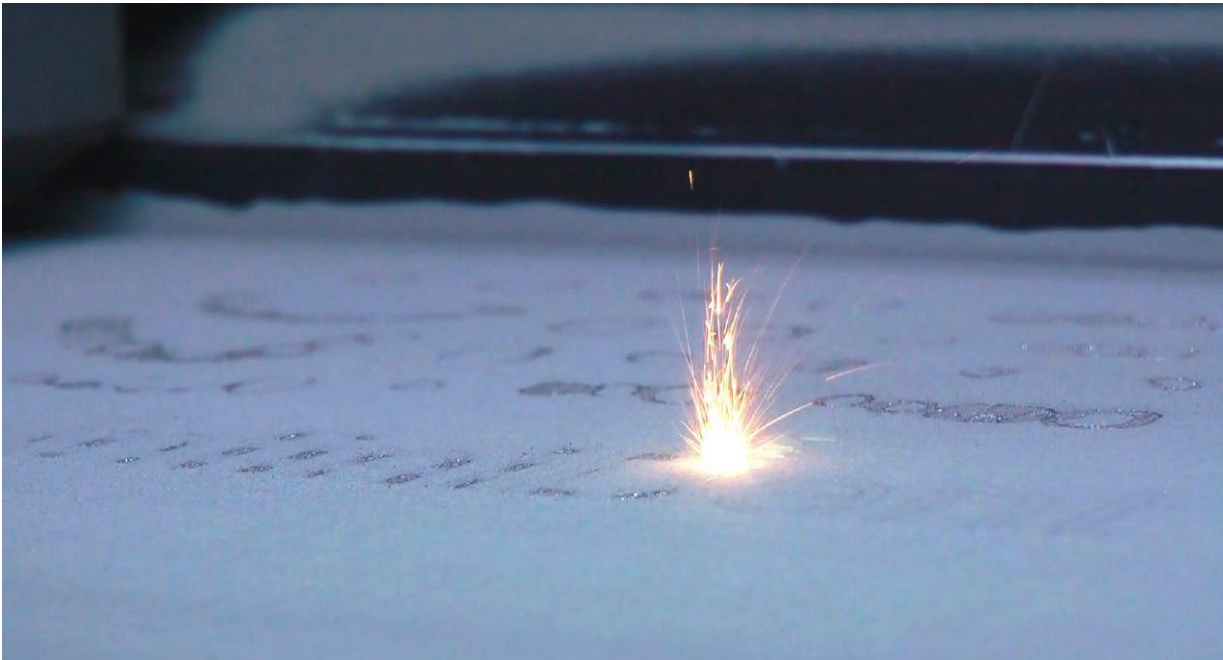
Quelle: exocad

**GERADE IN DER HERSTELLUNG** von prothetischen Versorgungungen aus Nicht-Edelmetall-Legierungen (NEM) bieten generative Fertigungsverfahren

wie zum Beispiel das Lasersintern dem Dental-labor deutliche Vorteile gegenüber dem klassischen analogen Guss oder abtragenden CAD/CAM-Her-



**Autor**  
**Ludwig Schultheiss**  
INFINIDENT Solutions GmbH  
64291 Darmstadt



#### □ Additive Fertigung – Lasersinterertechnologie

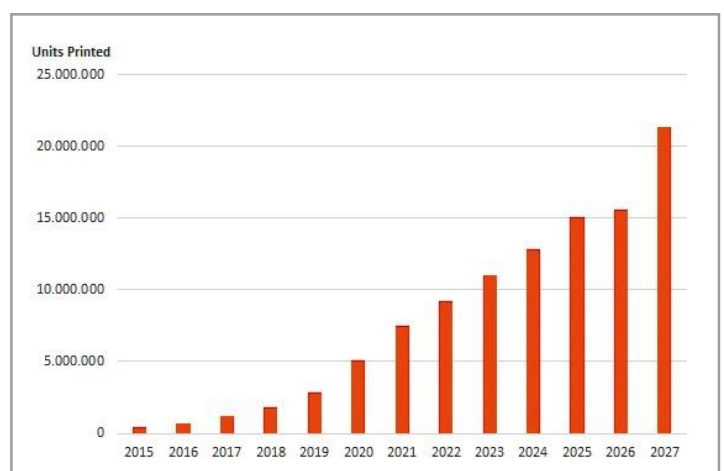
Quelle: INFINIDENT Solutions

stellungsprozessen. Bislang ist die additive Technologie, bei dem feinkörnige Kobaltchrom (CoCr) Pulverpartikel ( $> 36 \mu\text{m}$  Korngröße) mit Hilfe eines Laserstrahls schichtweise aufgeschmolzen werden, hauptsächlich in der Herstellung von prothetischen Restaurationen wie Einzelkappchen und Brückengerüsten mit großer Spannweiten im Einsatz. Damit kann man individuelle Restaurationen mit überzeugender Dichte und guter Passung weitgehend frei von großvolumigen Lunkern in hohen Stückzahlen fertigen. Der Materialeinsatz ist besonders effizient. Anders als bei abtragenden Verfahren, wie zum Beispiel der Frästechnologie, wird weitgehend nur exakt das Material verbraucht, welches für die in der CAD-Software digital gestaltete Geometrie tatsächlich benötigt wird.

#### Modellguss digital gefertigt

Eine weitere Applikation, die sich optimal für die Nutzung der additiven Fertigung eignet, ist die digitale Herstellung der klassischen Modellgussprothese. Der Modellguss, der in Deutschland in die Kategorie „Kassenversorgung“ fällt und weltweit bei Teilbezahnung als Standardversorgung gilt, wird heute meist noch analog gefertigt. Allerdings bedarfes großer Erfahrung und aufwendiger ma-

nueller Arbeitsschritte, um einen weitgehend lunkerfreien Modellguss herzustellen. Dieses Vorgehen ist wegen des hohen Zeitaufwands für das Dentallabor wirtschaftlich meist nicht zufriedenstellend. Die Digitalisierung ermöglicht es hingegen bereits heute, einen Modellguss – trotz der komplexen Geometrien – relativ einfach Schritt für Schritt in den gängigen CAD-Softwareanwendungen (zum Beispiel exocad, 3Shape oder Dentsply Sirona) virtuell zu gestalten.



#### □ Prognose Anzahl des additiv gefertigten

#### Modellgusses 2015 bis 2027

Quelle: SmarTech Publishing, 2018 Dental Report



□ **Modellguss lasergesintert – mit Support-Strukturen und nachgearbeitet (Bild oben) und zentral gefertigter Modellguss (Bild unten)**

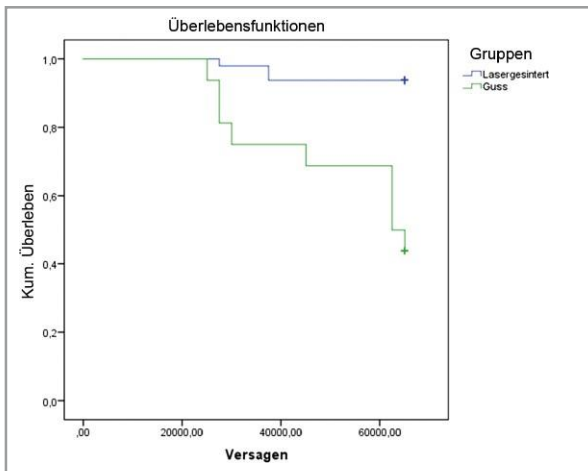
Quelle: EOS, INFINIDENT Solutions

Neben der Individualität der Restauration und dem Diktat der Wirtschaftlichkeit stehen beim Modellguss insbesondere die Komplexität und die Vielfalt der Geometrie im Fokus. So verwundert es nicht, dass beispielsweise eine Studie von SmartTech Publishing gerade für die additive Fertigung von Modellguss-Applikationen ein hohes Wachstum prognostiziert.

**Trend zum CAD/CAST-Verfahren – Mehrwert eines 3D-Druckers?**

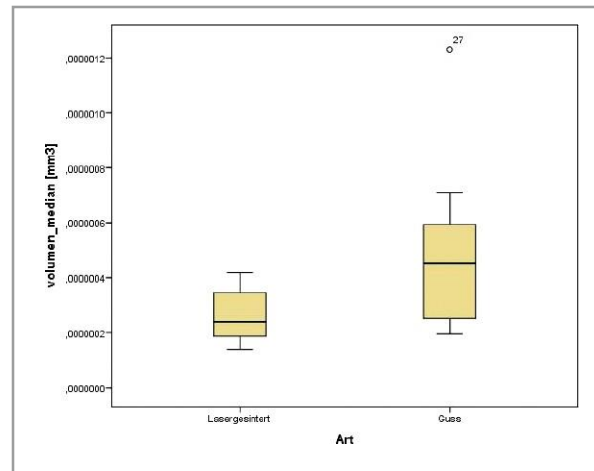
Trotz der aufgezählten Vorteile kann man seit Einzug der günstigen 3D-Drucker im Dentallabor zu-

nehmend eine hybride Herstellungsmethode beobachten: Das sogenannte CAD/CAST-Verfahren, bei dem das Design zwar digital über den PC erfolgt und das Ergebnis zunächst aus Wachs additiv „gedruckt“, dann letztlich aber doch konventionell gegossen wird. Dieser Mix aus digitalem analogem Workflow wirft die Frage auf, inwieweit sich ein wirtschaftlicher Mehrwert erzielen lässt. Alle aufwendigen analogen Arbeitsschritte des Guss-Verfahrens (Muffelvorbereitung, Vorwärmprozedere, Legierungsschmelzung, Guss, Formfüllung) sowie die mechanischen Nachteile der Gusstechnik (Lunker-Gefahr) bestehen weiterhin.



□ **Studienergebnis1: Überlebensrate Modellgussklammer Lasersintern vs. Guss-Verfahren**

Quelle: Universität München



□ **Studienergebnis1: Vergleich des durchschnittlichen Lunkervolumen/Klammer von Lasergesinterten Klammern gegenüber Gussklammer im Box-Plot-Diagramm**

Quelle: Universität München

## Mehrwert Lasersinterverfahren

Eignet sich das Lasersinterverfahren tatsächlich besser für die Herstellung des Modegusses? Ein klares Ja! Dies unterstreicht eine 2018 durchgeführte Untersuchung zum Thema mechanische Eigenschaften der Klammern von Lasergesinterten vs. analog gefertigtem Modellguss. Auftraggeber war die Firma EOS, die Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik am Klinikum der Universität München hat die Studie durchgeführt. Man untersuchte dabei die Klammerabzugskräfte, die Gefügequalität sowie die Überlebensrate von Lasergesinterten Klammern im Vergleich zu konventionell gegossenen Modellgussklammern. Die Studie ergab signifikante Vorteile hinsichtlich konstanter Klammerabzugskräfte (kein Verlust bezüglich Retention der Klammern), Überlebensrate (> 93 Prozent Überlebensrate bei 60-Jahressimulation) sowie Homogenität der Gefügequalität zugunsten der additiven Herstellung.

Insbesondere die Gefahr von großvolumigen Lunkern, die beim Guss leider konstant gegeben ist, ist beim Lasersinterverfahren aufgrund der homogenen Gefügeeigenschaften weitgehend zu vernachlässigen. Zwar ist die Anzahl der nachgewiesenen Lunker im additiven Verfahren höher – allerdings handelt es sich dabei um rein oberflächliche Mikroporen, was eine rauere Oberfläche bewirkt.

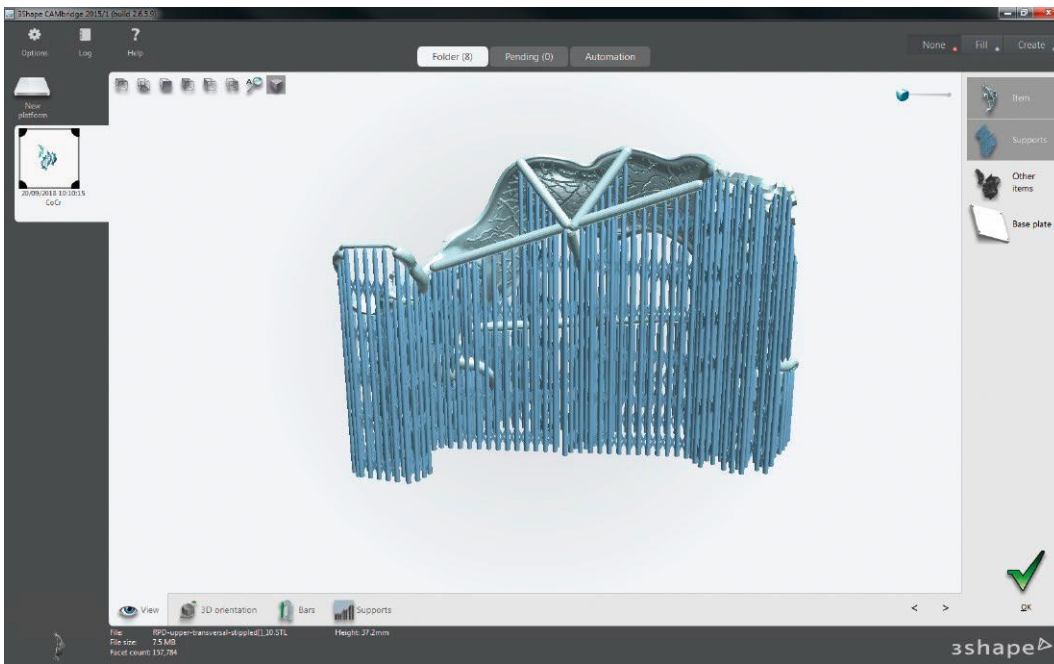
## Lasergesinterte Herstellung von Modellguss

Bis zu 30 Modellgussrestorationen können auf einem sogenannten „mid frame“ Lasersintersystem (EOS M270, Bauplattform 250 × 250 mm) in einem durchschnittlich 15 Stunden-Bauprozess gefertigt werden. Dabei ist die virtuelle Positionierung der Bauteile bei der Datenaufbereitung für die finale Passung der Teile wesentlich. Hier bedarf es viel Erfahrung, um optimale Passungsergebnisse zu erzielen. Insbesondere für das virtuelle Setzen von Support-Strukturen auf den Bauteilen, die zum Vermeiden von Verzug auf der basalen als auch oralen Seite der Basis dienen, um eine bestmögliche Passung der Lasergesinterten Modellgüsse zu garantieren. Auch das anschließende notwendige Spannungsglühen der Bauteile sowie die thermische Nachbehandlung zur Duktilitätsgewinnung (Federelastizität) der Klammern sind entscheidend für die spätere Passung.

## In-house vs. externe Fertigung

Da der Modellguss meist nicht als beliebteste Applikation des Dentallabors gilt, ist ein Outsourcen naheliegend. Da aber jegliche Form von Nacharbeit möglichst vermieden werden soll und oftmals die Passung nicht auf Anhieb überzeugte, stehen





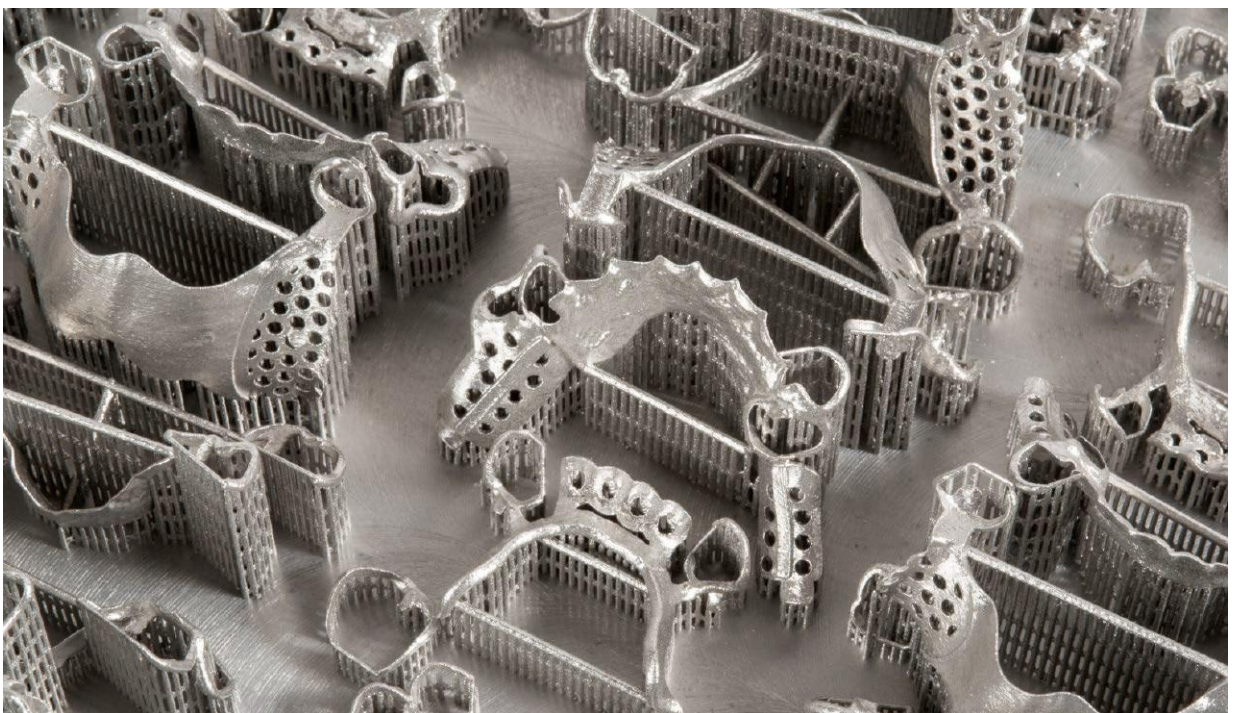
**Virtuelle Datenaufbereitung: Positionierung von Modellguss (OK)**

Quelle: EOS

viele Zahntechniker dem Thema „Modellguss digital gefertigt“ leider völlig zu Unrecht noch kritisch gegenüber. Auch Zeitaspekte – bis zu drei Werktagen nach Datenversand, die ein externer Anbieter in der Regel für die digitale Modellgusserstellung

benötigt – erfordern unter Umständen ein gewisses Maß an Planungs- und Abstimmungsaufwand sowie eine Neuordnung der bisherigen analogen Prozesse des Labors.

Bei einer Gegenüberstellung der Vorteile von rein



**Modellguss mit Stützstrukturen auf Bauplatte**

Quelle: EOS

digitaler versus konventioneller Fertigung von Modellguss kann man den Mehrwert der rein digitalen Herstellung gut veranschaulichen:

Pro rein digitale Herstellung Modellguss (Lasersinterverfahren):

- geringere Anzahl an Arbeitsschritten und somit eine Steigerung der Produktivität
- Reduktion von Fehlerquellen sowie Gussrisiken (geringe Lunkergerfahr)
- weitgehend homogene Gefügeeigenschaften garantiert
- konstante Abzugskräfte (Retention) sowie Duktilitätssteigerung der Klammern
- Designfreiheit und einfache Korrekturmöglichkeit
- Reproduzierbarkeit

Pro konventionelle Herstellung Modellguss (analoges Verfahren):

- Zeitvorteil durch In-house-Fertigung
- gewohnter analoger Herstellungsprozess
- geringere Materialkosten pro Einheit

Es ist zu erwarten, dass die digitalen Herstellungsmethoden mittelfristig den konventionellen Guss aus dem Dentallabor verdrängen. Die Lasersinter-technologie wird sich insbesondere für den Modellguss als geeignetes Herstellungsverfahren durchsetzen. Aufgrund der zum Teil noch hohen Investitionskosten für Anlagen dieser Technologieklasse erscheint es jedoch nicht realistisch, dass sich diese für die Anwendung im mittelständischen „Generalisten“-Labor rechnen. Somit ist wohl der Zukauf von spezialisierten Anbietern ein Mittel der Wahl. Doch gerade hier lassen sich deutliche Qualitätsunterschiede hinsichtlich der am Markt aktiven Fertigungsdienstleister erkennen, die bereits heute digital gefertigten Modellguss anbieten. Nur wer sich als Fertigungsdienstleister intensiv mit der applikationsspezifischen Produktion befasst hat und über eine entsprechende Technologie im High-end-Bereich verfügt, kann zufriedenstellende Ergebnisse hinsichtlich Passung, Oberflächen und Klammerduktilität des lasergesinterten Modellgusses liefern und passende Ausgangsprodukte für Modellgussprothesen sowohl im Unter- als auch Oberkiefer bereitstellen.



□ **Modellguss mit Stützstrukturen nach Spannungsfreiglühen**

Quelle: EOS

## Fazit

Die Vorteile der rein digitalen Herstellung des Modellgusses auf Basis des Lasersinterverfahrens scheinen zu überwiegen. Es ist sinnvoll, spezialisierte Fertigungsdienstleister als verlängerte Werkbank einzubeziehen – im Sinne höchstmöglicher Wirtschaftlichkeit und Flexibilität für das Labor. Zudem hat der zahntechnische Betrieb auch einen kompetenten Ansprechpartner im Designprozess. Somit ist auch für den Modellguss die Zukunft digital.

## Über INFINIDENT Solutions

INFINIDENT Solutions besitzt über zehn Jahre Erfahrung im Bereich der Lasersinter-technologie. Das Unternehmen gehört zu den Pionieren auf dem Gebiet der additiven Herstellung von Zahnersatz. Bereits seit mehr als drei Jahren ist der Modellguss (INDIVIDUAL PF) fester Bestandteil des Leistungsportfolios. Nach Übermittlung des Designs und dem internem Datencheck kann das Labor laut Anbieter mit einer Rücksendung des fertigen, zur finalen Ausarbeitung aufbereiteten Werksstücks innerhalb von nur drei Werktagen rechnen. Die Finalisierung der Prothese erfolgt im Labor. 🦷

Weitere Informationen unter:

& [www.infinidentsolutions.com](http://www.infinidentsolutions.com)