

Kombination aus 3D-Vermessungskamera und Aushärtelampe für Composites

Diese Veröffentlichung befasst sich mit der Kombination einer Aufnahmeeinheit zur dreidimensionalen Vermessung von Objekten und einer Aushärtelampe für Composites in einem Gerät. Dabei können beide Funktionen unabhängig voneinander eingesetzt
5 werden.

Der Fokus liegt dabei auf der Verwendung des kombinierten Geräts im CEREC-System der Sirona Dental Systems GmbH, eine Anwendung auf andere Messsysteme ist jedoch ohne weiteres möglich.

Das CEREC-System der Sirona Dental System GmbH für die intraorale Vermessung ist
10 hinreichend bekannt. Derzeit kommt im CEREC-Prozess eine zur dreidimensionalen topographischen Vermessung des Präparationssituation eine Kamera zur dreidimensionalen topographischen Vermessung zum Einsatz und später beim Befestigen der Restauration wird eine Lampe zum Aushärten eingesetzt.

Es gibt also Kameras zur dreidimensionalen topographischen Vermessung von Zähnen
15 unter Verwendung einer LED als Lichtquelle, wie im CEREC-System und Aushärtelampen (z.B. Halogenlampen, Plasmalampen, LED-Lampen) zur Beschleunigung oder Initiierung des Polymerisationsprozesses von Composites, wobei zum Aushärten mittels LED-Lampe bevorzugt $\lambda \approx 470$ nm zum Einsatz kommt.

Im bisherigen CEREC-System beträgt die zur Vermessung verwendete Wellenlänge $\lambda \approx$
20 820 nm, in einer Weiterentwicklung mit der Kamera BlueCam™ wird $\lambda \approx 470$ nm eingesetzt.

Eine Übersicht der Wirkungsweise und der Varianten von Aushärtelampen kann z.B. der Beschreibung „Technische Produktprofil; Elipar Free Ligt 2; LED-Polymerisationsgerät 3M ESPE“ (siehe z.B.
25 „<http://multimedia.mmm.com/mws/mediawebserver.dyn?6666660Zjcf6lVs6EVs666OUtCOrrrQ->“) entnommen werden.

Dort steht: „Die Wirksamkeit von blauem Licht zur Lichtpolymerisation von Zahn-Compositen ist seit den 70er Jahren bekannt. Am häufigsten werden hierfür Halogenlampen als Lichtquelle verwendet. Blaues Licht mit einer Wellenlänge von 410 bis 500
30 nm ist hierbei von zentraler Bedeutung, da das Absorptionsmaximum von Campherchi-

non, das in den meisten Dentalmaterialien als Fotoinitiator verwendet wird, in diesem Bereich liegt (465 nm). Wird Campherchinon in Gegenwart eines Co-Initiators auf A-min-Basis Licht ausgesetzt, bilden sich Radikale, die die Polymerisation auslösen.“

Weiter steht dort: „Bei herkömmlichen Polymerisationsgeräten (z.B. Halogenlampen, 5 Plasmalampen) werden die meisten Photonen außerhalb des optimalen Bereichs für die Lichthärtung abgegeben. Ohne zusätzliche Maßnahmen könnten diese Photonen von Campherchinon nicht absorbiert werden. Im Gegensatz hierzu werden 95 % der Photonen von blauen LEDs zwischen 440 und 500 nm abgegeben. Das Emissionsmaximum der blauen LEDs des LED-Polymerisationsgeräts Elipar™ FreeLight 2 liegt bei ca. 465 10 nm und ist daher nahezu identisch mit dem Absorptionsmaximum von Campherchinon. Die meisten Photonen der blauen LED können daher mit Campherchinon reagieren, wodurch sich die größere Polymerisationstiefe und Monomer- Konversion von LEDs im Vergleich zu Halogenlampen bei gleicher Lichtintensität (100 mW/cm²) erklärt.“

Eine Kamera wie die BlueCam™ der Sirona Dental Systems GmbH kann auch direkt 15 als Aushärtelampe auf LED-Basis verwendet werden, obwohl eine Kamera im Messmodus eine für die Aushärtung möglicherweise inhomogene Beleuchtung (störende Gitterstruktur) auf dem Objekt erzeugt und obwohl die Intensität des von Kamera auf das Objekt gestrahlten Lichts im Vergleich zur der mittels moderner Aushärtelampen vergleichsweise gering ist (dies gilt insbesondere im Vergleich zu LED- 20 Aushärtelampen).

Eine homogene Ausleuchtung kann beispielsweise so sichergestellt werden, dass wie im „Live-Bild-Modus“ der BlueCam™ das Gitter im Beleuchtungsstrahlengang in einer Art und Weise senkrecht zur Streifenrichtung bewegt wird, dass jeder Objektpunkt im Mittel gleichartig beleuchtet wird.

Weiterhin gibt es verschiedenartige Composit-Materialien. Dabei wird Campherchinon 25 als Photoinitiator eingesetzt, welcher den Polymerisationsprozess im Grenzfall zum einen lediglich beschleunigt (selbst-aushärtend) und zum anderen überhaupt erst initiiert (licht-aushärtend). Moderne Composite-Materialien haben typischerweise sowohl selbst-aushärtende als auch licht-aushärtende Eigenschaften; die verschiedenen Arten 30 der Aushärtung stellen Produktunterschiede dar. Auch wenn die Aushärte-Wirkung der Kamera (z.B. BlueCam™) geringer ist, und somit für einen tendenziell stärker licht-

aushärtenden Composite schwächer ist als eine übliche Aushärtelampe, wird dieser Unterschied in der Stärke der Wirkung immer weniger bedeutend je mehr selbst-aushärtend das Composite-Material ist.

Die Messkamera zur Vermessung eines Objekts weist also einen von einem Beleuch-
5 tungsmittel ausgehenden auf das Objekt gerichteten Beleuchtungsstrahl zur optischen
Vermessung auf. Dieses Beleuchtungsmittel kann als Aushärtelampe verwendbar ist.
Als Beleuchtungsmittel kann eine LED verwendet werden. Das Beleuchtungsmittel
kann Licht mit einer Wellenlänge im Bereich von 410-500 nm, insbesondere mit einer
Wellenlänge von 465 nm, bereitstellen.

10 Die Messkamera kann ein Gitter aufweisen, welches in einem Messmodus im Beleuch-
tungsstrahl positionierbar und in einem Aushärtemodus aus dem Beleuchtungsstrahl
entfernbar ist. Die Messkamera kann beispielsweise ein Streifengitter im Beleuchtungs-
strahl aufweisen, welches in einem Messmodus in einer festen Phasenlage positionier-
bar und in einem Aushärtemodus senkrecht zur Streifenrichtung oszillierend bewegbar
15 ist.

Die Messkamera kann weiterhin handgehalten betrieben werden und für intraorale Auf-
nahmen verwendbar sein.

Ein Verfahren zur Vermessung eines Objekts mittels einer Messkamera, wie sie im vo-
rangingenden beschrieben wurde, kann vorsehen, die Messkamera in einem Messmodus
20 oder in einem Aushärtemodus zu betreiben. Im Messmodus kann eine dreidimensionale
Vermessung mittels Triangulation vorgenommen werden.

Mittels mindestens eines Gitters im Beleuchtungsstrahlengang kann mindestens ein
Muster in mindestens einer festen Phasenlage zumindest auf einem Teil des Objekts
projiziert und aufgenommen werden.

25 Zumindest ein Teil des Objekts kann im Aushärtemodus beleuchtet werden. Dieser Teil
kann homogen beleuchtet werden. Ein im Beleuchtungsstrahl befindliches Streifengitter
kann hierfür beispielsweise senkrecht zur Richtung der Streifen oszillierend bewegt
werden, so dass jeder Objektpunkt im Mittel gleichartig beleuchtet wird. Es ist auch
möglich, dass ein im Beleuchtungsstrahl befindliches Gitter im Aushärtemodus aus
30 dem Beleuchtungsstrahl heraus bewegt werden kann, um eine im Mittel gleichartige
Ausleuchtung aller Objektpunkte zu erreichen.