

Gut,
wenn man die Fakten kennt

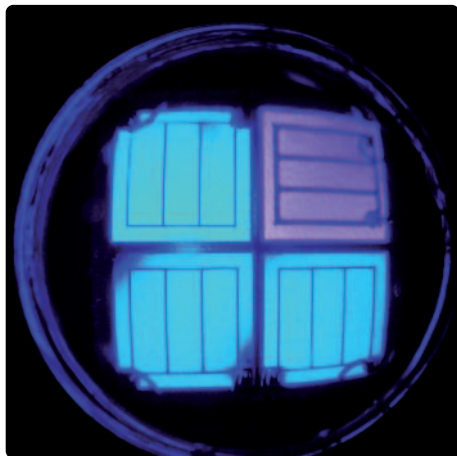
Leitfaden

über klinisch entscheidende Kriterien bei der Auswahl eines Polymerisationsgerätes

3	LEDs gehört die Zukunft
4	Die Kriterien des Kliniklers
6	Kompatibilität
9	Lichtintensität
17	Die notwendige Ausstattung
20	Ergonomie
21	Akku
26	Dauerbetrieb & Programme
28	Checkliste
29	bluephase® – Lizenz zum Lichthärten
30	Die Fachwelt ist sich einig

Licht emittierende Dioden auf Siegeszug

Könnten wir einen Blick in die Zukunft werfen, wir würden Schritt für Schritt von LEDs begleitet. Wurden LEDs früher hauptsächlich als Reklame- und Hintergrundbeleuchtung verwendet, so erobern sie heute immer mehr Anwendungsbereiche. Nicht nur in der Architektur, im Lichtdesign oder in der Verkehrssignaltechnik, sondern auch im medizinischen Bereich sind LEDs auf dem Vormarsch. Diese junge, viel versprechende Technologie ist bei weitem noch nicht ausgereizt. Allein durch die grossen technischen Vorteile verfügen LEDs über ein enormes Innovations- und Wachstumspotential. Im Vergleich zu herkömmlichen Halogenlampen sind LEDs nicht nur wesentlich Energie effizienter, sondern besitzen auch eine unüberbietbare Lebensdauer.





Die Kriterien des Kliniklers

Auch bei der Lichtpolymerisation sind LEDs aus dem dentalen Praxisalltag nicht mehr wegzudenken. Unterschiedlichste Lichtgeräte sind in den letzten Jahren auf den Markt gekommen und sorgen nicht nur für ausgehärtete Restaurationen, sondern auch für viele Fragen. Zum Beispiel «Welche Lichtintensität benötige ich?» und «Wie lange muss ich belichten?» oder «Welche Materialien werden (nicht) ausgehärtet?»



Unsere Erfahrung mit der eigenen Produktpalette lichthärtender Materialien, wie zum Beispiel Tetric EvoCeram, veranlasst uns, die wichtigsten Informationen über diese viel versprechende Technologie zusammen zu fassen. Der vorliegende Leitfaden bietet einen Einblick in entscheidende Produkteigenschaften und klinisch relevante Kriterien, welche für den Erfolg im täglichen Umgang mit LED Polymerisationsgeräten wichtig zu wissen sind.

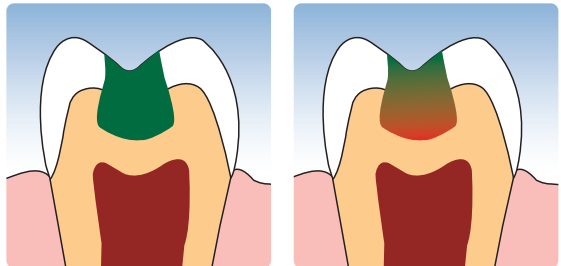
Ausreichende Aushärtung als oberstes Behandlungsziel

Das A und O bei der Polymerisation ist eine ausreichende Aushärtung. Nur sie gewährleistet den langfristigen Erfolg einer Versorgung mit lichthärtenden Materialien. Eine unvollständige Aushärtung hingegen kann zu Sensibilitäten und Verfärbungen sowie zu Randspaltbildung und erhöhter Abrasion führen. Da die Oberfläche lichtpolymerisierter Composite bereits nach kurzer Belichtung hart erscheint, ist in der Praxis die Qualität der Aushärtung nicht festzustellen – weder taktil mit einer Sonde noch mit anderen Hilfsmitteln.

Massgeblich sind physikalische Werte im gesamten Bereich des ausgehärteten Materials. Dazu zählen die erzielte Härte – vor allem auch an der Unterseite der Restauration, die Biegefestigkeit und -elastizität sowie Abrasionswerte. Die Vorgaben der Hersteller für das schonende Aushärten der unterschiedlichen Werkstoffe bieten dabei eine wichtige Orientierung. Zumindest im Falle namhafter Anbieter basieren solche Empfehlungen für Belichtungszeit und -programm auf entsprechenden klinischen Tests mit unterschiedlichen Materialien und Schichtstärken.

Für eine ausreichende Aushärtung sind viele Einflussfaktoren verantwortlich. Die wichtigsten sind jedoch eine hohe Lichtintensität, sowie die Anregung der verwendeten Photoinitiatoren sprich die Kompatibilität mit den verwendeten Materialien.

Lichthärtende Materialien wie Composite bestehen im wesentlichen aus organischen Monomeren und anorganischen Füllern.



Sowohl bei der vollständig (links) als auch bei der unvollständig ausgehärteten Füllung ist die Oberfläche korrekt polymerisiert (grün). Das Risiko, welches durch die unzureichende Polymerisation (rot) in der Tiefe entsteht, kann an der Oberfläche nicht festgestellt werden.

Die verschiedenen Photoinitiatoren

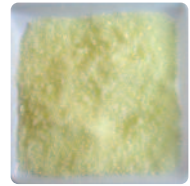
Zur Umsetzung des Monomers in ein Polymer werden Photoinitiatoren benötigt, welche bei Belichtung zu Radikalen zerfallen und so die Polymerisation der Monomere auslösen. Der am meisten verwendete Initiator ist das Campherchinon.

Es absorbiert Licht im Wellenlängenbereich von ca. 390 bis 510 nm und ist von gelber Farbe, was leider auch die Farbe der ausgehärteten Restauration beeinflusst. Für bleichfarbene Composite, die bei sehr hellen Restaurationen eingesetzt werden, aber auch für andere Materialien wie Adhäsive werden daher teilweise auch weissliche Photoinitiatoren wie Phenyl-Propan-Dion (PPD) oder auch Lucirin TPO verwendet, welches das Licht im Bereich von 380-430 nm absorbiert.

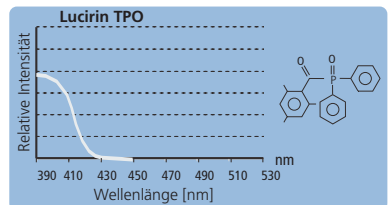
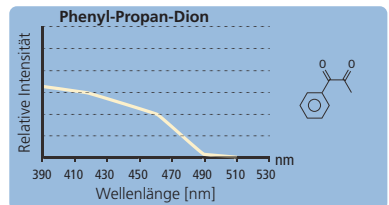
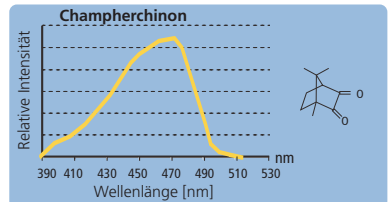
Die Fähigkeit des Lichtgerätes, sämtliche Materialien auszuhärten, hängt also entscheidend vom erzeugten Wellenlängenbereich ab. Mit ihren breitbandigen Emissionsspektren war die Aktivierung der unterschiedlichen Initiatoren für Halogengeräte kein Problem. Für herkömmliche LED-Lampen ist eine universelle Eignung aufgrund ihres typischerweise engen Emissionsspektrums nicht automatisch gegeben. Heute gibt es jedoch bereits auch LED-Lichtgeräte, welche blaues Licht im Bereich von 385–515 nm erzeugen und somit universell für alle lichterhärtenden Materialien verwendet werden können.



Campherchinon



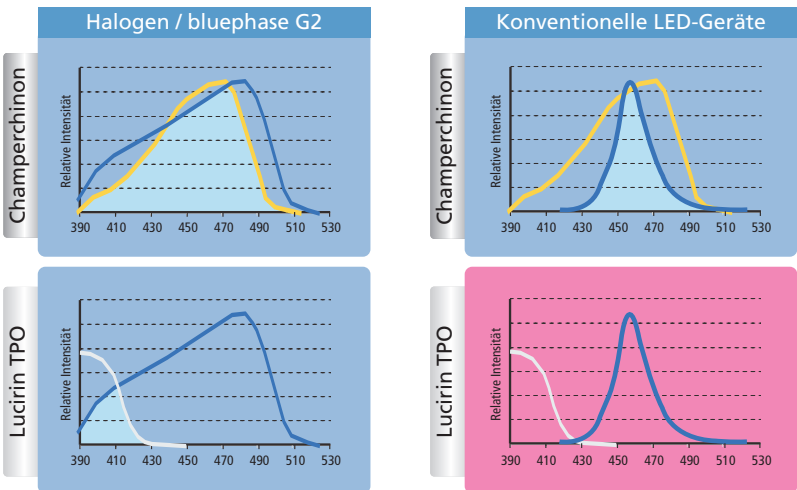
Lucirin TPO



Strukturformeln und Absorptionsspektren von Campherchinon, PPD und Lucirin TPO

Das Wellenlängenspektrum

LEDs haben per se ein stärker begrenztes Lichtspektrum als Halogenlampen. Daher kann es auch bei neueren LED-Geräten Probleme mit Materialien geben, deren Initiatorsystem nicht ausschliesslich auf Campherchinon basieren. Je nach Lichtgerät können hierzu bleichfarbene Composite oder spezielle Adhäsive gehören. Vorteile haben hier Lampen mit einem Spektrum, welches sich nicht ausschliesslich am Absorptionsmaximum vom Campherchinon orientiert, wie z.B. die neue bluephase.



Nur bei ausreichender Überlappung (hellblauer Bereich) des Emissionsspektrums der Lampe (dunkelblaue Linie) mit dem Absorptionsspektrum des Photoinitiators (gelbe bzw. weisse Linie) erfolgt eine vollständige Aushärtung.

Um die in der eigenen Praxis verwendeten Materialien sicher zu verarbeiten, wird vom Hersteller herkömmlicher LED-Geräte eine Negativliste inkompatibler Materialien benötigt.

Kompatibilität

Als fraglich bekannt sind unter anderem die nachfolgend aufgeführten Materialien, welche je nach LED Polymerisationsgerät und emittierten Spektrum inkompatibel oder kompatibel sein können.

Füllungscomposite

- Pyramid enamel A1, N und T von Bisco
- Solitaire 2 von Heraeus Kulzer

Adhäsive

- Touch & Bond von Parkell
(Kompatibler Nachfolger: Brush & Bond)
- AQ-Bond von Sun Medical
(Kompatibler Nachfolger: AQ-Bond plus)

Befestigungscomposite

- Panavia F von Kuraray
(Kompatibler Nachfolger: Panavia F2.0)
- Calibra opak von Dentsply

Lichthärtende Schutzlacke

- BisCover von Bisco
- Luxaglaze von DMG
- Palaseal von Heraeus Kulzer
- Stern Vantage Varnish LC von Sterngold
- LLC Quik glaze von All Dental Prodx
- ProSeal

etc.

«Eine weitere Einschränkung der LED-Technologie bleibt das enge Lichtspektrum, welches nicht alle lichthärtenden Materialien aushärtet.»

«Keiner verfügt über eine umfassende Aufstellung über die inkompatiblen Materialien...»

«Anwender sollten die Eignung ihrer verwendeten Lichtgeräte und Materialien überprüfen.»

(CRA, Vol. 30, Ausgabe 2, Februar 2006)

«... die meisten Geräte funktionieren nur mit Campherchinon als Photoinitiator ...»

(The Dental Advisor, Vol. 23, No. 5, Juni 2006)

«... ein Composite-Prüfkörper, der hart erscheint, kann nicht ausreichend polymerisiert sein ...»

«Die Kompatibilität ist in Rücksprache mit dem Compositehersteller zu überprüfen.»
(ADA, American Dental Association: Professional Product Review, Vol. 1, Ausgabe 2, Herbst 2006)

«Lichthärtende Schutzlacke (transparent) und Bleachfarben (weiss) von Composites mögen nicht auf Campherchinon basieren ... [und] benötigen ein Polymerisationsgerät, welches Licht einer geringeren Wellenlänge bei 420nm erzeugt.»
(REALITY Now, #184, Nov'/Dez' 2006)

«... gibt es das Problem, dass die LEDs nicht alle Materialien aushärten.»

«... erfordern, dass der Anwender immer noch ein Halogengerät benötigt.»

«... die Lösung ist eine LED zu kaufen, die alle Materialien aushärtet.»
(REALITY Vol. 20, 2006)



Hat das LED-Gerät ein halogenähnliches Spektrum?

Ist ansonsten eine Auflistung der inkompatiblen Materialien erhältlich?

Sind inkompatible Materialien in der eigenen Praxis in Verwendung?



1.000 mW/cm² gelten als ideal

Die Polymerisation in der zahnärztlichen Praxis begnügt sich nicht mit einfachem Licht. Für diesen Prozess ist sehr energiereiches Blaulicht erforderlich. Allein für direkte Restaurationen wird allgemein eine Bestrahlungsstärke (umgangssprachlich Lichtintensität genannt) von mindestens 400 mW/cm² gefordert. Als ideal gelten jedoch mindestens 1.000 mW/cm², um auch im Falle indirekter Restaurationen eine ausreichende Polymerisation für die Belichtung durch die Zahnhartsubstanz bzw. durch die keramische Restauration zu gewährleisten. Um auch Composite jederzeit bei nicht idealen, aber alltäglichen Bedingungen in nur 10 Sekunden ausreichend aushärten zu können, sind gemäss des Total Energy Concepts Lichtintensitäten oberhalb von 1.000 mW/cm² notwendig. Eine verringerte Leistung hingegen erfordert eine entsprechend längere Belichtungsdauer.

Anderenfalls ist eine Durchhärtung des Composites oder Adhäsivs in tieferen Schichten nicht sichergestellt. Aus diesem Grund ist die mit dem Alter abnehmende Lichtintensität regelmässig zu überprüfen. Hilfreich sind dabei in die Geräte integrierte oder separat mitgelieferte Radiometer oder die Ulbrichtkugel.



Beträgt die Lichtintensität (mindestens) 1.000 mW/cm²?
Gibt es ein Radiometer zur Überprüfung der Lichtintensität?

Lichtintensität



Total Energy Concept ...

... oder welche Belichtungszeit ist für eine erfolgreiche Aushärtung erforderlich? Das Total Energy Concept besagt, dass der Prozess der Lichtpolymerisation energieabhängig ist und im Wesentlichen vom Produkt aus Lichtintensität und Zeit bestimmt wird (Beispiel: 20 Sekunden Belichtung mit $800 \text{ mW/cm}^2 = 20 \text{ s} \times 800 \text{ mW/cm}^2 = 16.000 \text{ mWs/cm}^2$).

Je nach Typ, Farbe und Transparenz fällt die für Composite erforderliche Dosis unterschiedlich hoch aus. Generell ist für eine adäquate Polymerisation von 2 mm starken Inkrementen maximal eine Dosis von 16.000 mWs/cm^2 erforderlich – gegebenenfalls auch weniger. Ausgehend von diesem Maximalwert ergeben sich in Abhängigkeit von der Lichtintensität der verwendeten Polymerisationslampe unterschiedliche Belichtungszeiten.

Total Energy Concept

$$\frac{\text{Dosis}}{\text{Intensität}} = \text{maximale Belichtungszeit}$$

Beispiel bluephase:

$$\frac{16.000 \text{ mWs/cm}^2}{1.200 \text{ mW/cm}^2} = 15 \text{ Sek.}$$

Quelle: Koran P, Kürschner R, Effect of sequential versus continuous irradiation of a lightcured resin composite on shrinkage, viscosity, adhesion, and degree of polymerization; Am J Dent 10, 17–22 (1998)

Studien zeigen:

viele Geräte halten nicht, was sie versprechen

Studie der Universität Mainz

Um zu überprüfen, wie es um die Qualität mit Lichtgeräten in deutschen Zahnarztpraxen bestellt ist, waren Mitarbeiter der Johannes Gutenberg Universität Mainz unter Leitung von Prof. Dr. C.-P. Ernst im Jahr 2005 bei über 300 Zahnärzten im Rhein-Main-Gebiet im Einsatz.

Im Rahmen dieser Feldstudie wurde die Lichtleistung von 660 in den Praxen befindlichen Lichtgeräten überprüft. Das Besondere dabei: Die Leistungsmessung erfolgte mit einer Ulbricht'schen Kugel, welche präzise die absolute Lichtintensität bestimmen kann.

Auffällig dabei: Jedes zweite Gerät erzielte eine Lichtintensität von lediglich 500 mW/cm² oder weniger und gilt somit als schwach. Bedenklich stimmt jedoch insbesondere, dass bei den meisten der getesteten LED-Geräten starke Schwankungen der Lichtintensität und sogar deutliche Abweichungen von den Herstellerangaben auftraten. Die Mehrzahl erreichte dabei nur bis zu 70% der beworbenen Intensität.

Lichtintensität LED-Polymerisationsgeräte

Gerät	Hersteller	Lichtintensität [mW/cm ²]		Lichtgeräte mit einer Intensität < 70% der Herstellerangabe
		Herstellerangabe	Gemessener Mittelwert	
bluephase	Ivoclar Vivadent	1.100 (±10%)	1.066	0%
SmartLite PS*	Dentsply	950	927	0%
Mini L.E.D.*	Satelec	1.250	872	50%
FlashLite 1401*	Discus dental	1.400	859	88%
Radii*	SDI	1.400	825	86%
L.E. Demetron 1*	KerrHawe	1.000	699	67%
Elipar Freelight 2*	3M Espe	1.000	602	58%
Translux Power Blue*	Heraeus Kulzer	1.000	513	100%
Elipar Freelight 1*	3M Espe	400	231	88%

Vom Hersteller angegebene und in der Studie gemessene Lichtintensität

* keine eingetragene Marke von Ivoclar Vivadent

Quelle: C.-P. Ernst et al: Feldtest zur Lichtemissionsleistung von Polymerisationsgeräten in zahnärztlichen Praxen, DZZ 60 (2006) 9, 466 – 471



Studie der American Dental Association (ADA)

Eine ähnliche Studie wurde von der American Dental Association durchgeführt. Auch hier zeigt sich, dass die Intensität der individuellen Lichtgeräte oftmals unterhalb der versprochenen Angabe liegt.

Die Toleranz wäre eigentlich durch verlängerte Belichtungszeiten zu kompensieren. Problematisch dabei: Die genaue Lichtleistung der LED Lampe ist dem Anwender meist gar nicht bekannt. Zu oft fehlt die entsprechende Angabe.

Denn entscheidend ist nicht die allgemeine Lichtintensität, sondern die vom Hersteller zugesicherte Mindestlichtintensität. Diese findet sich zum Beispiel in der Gebrauchsinformation. Deshalb gilt folgende Empfehlung: Fragen Sie den Hersteller ausdrücklich nach der Mindestlichtintensität oder prüfen Sie das in Frage kommende Gerät mit einem Radiometer!

Gerät	Hersteller	Lichtintensität [mW/cm ²]	
		Herstellerangabe	Gemessener Mittelwert
bluephase	Ivoclar Vivadent	1.100 (±10%)	1.076
L.E. Demetron II	KerrHawe	Ø 1.300	1.010
Epilar Freelight 2	3M Espe	1.000	673
Radii plus	SDI	1.500	635
Coltolux LED	Coltène	1.400	609
UltraLume LED5	Ultradent	>800	577
Smartlite IQ	Dentsply	900	544
FlashLite 1401	Discus dental	1.400	439

Quelle: ADA, American Dental Association: Professional Product Review, Vol. 1, Issue 2, Fall 2006



Ist die Mindestlichtintensität zum Beispiel durch Angabe der Toleranzwerte in der Bedienungsanleitung klar definiert?

Schwankende Intensitäten ...

... durch grosse Qualitätsunterschiede

LEDs werden von allen Herstellern dentaler Polymerisationslampen als Bauteile von einem externen Zulieferer eingekauft. Die Qualität der erhältlichen Leuchtdioden ist jedoch sehr unterschiedlich. Wie das Beispiel des weltweit führenden Anbieters von blauen Power-LEDs zeigt, kann ihre radiometrische Leistung zwischen einem Wert von 275 und 1.050 Milliwatt extrem schwanken. Da die radiometrische Leistung der LED direkt in die Lichtintensität der Polymerisationslampe eingeht, können bei einigen Geräten grosse Unterschiede zwischen der vom Hersteller angegebenen und der tatsächlichen Lichtintensität auftreten.

Anstelle von zum Beispiel 1.050 mW/cm² werden mitunter also nur 275 mW/cm² für die Härtung eines Composites wirksam. Da die individuelle Lichtintensität im Praxisalltag nicht erkennbar ist, bergen diese enormen Schwankungen das Risiko einer unzureichenden Aushärtung – mit negativen und schnell spürbaren Auswirkungen auf die Lebensdauer der Füllung.

BIN Code	Minimale radiometrische Leistung (mW)	Maximale radiometrische Leistung (mW)
N	275	355
P	355	435
Q	435	515
R	515	635
S	635	755
T	755	875
U	875	1050

(Datenblatt des weltweit führenden LED-Herstellers Lumileds Lighting, U.S., LLC, San Jose)

Durch fertigungsbedingte Toleranzen ist die Lichtleistung der verwendeten LED stark schwankend. Für eine jederzeit erfolgreiche Aushärtung ist deshalb die gewählte Belichtungsdauer auf die Lichtleistung des verwendeten Polymerisationsgerätes korrekt abzustimmen.

Wissenswertes zum Lichtleiter

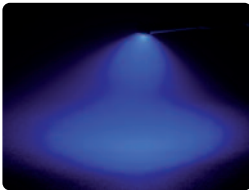
Wird auf einen Lichtleiter verzichtet und die LED direkt vorne am Lichtaustrittsfenster angeordnet, tritt bei deutlichem Abstand zum bestrahlten Material ein erheblicher Streuverlust auf. Zur Reduzierung dieses Streuverlustes haben sich besonders Faserstäbe bewährt. Diese Faserstäbe bestehen aus vielen einzelnen Glasfasern, welche in ein Schutzglas mit genau definierten Lichttransmissionen eingebettet sind.

Jedoch sind auch hier die Belichtungszeiten mit zunehmendem Abstand zum Material zu verlängern. Im Falle der beliebten Turbolichtleiter reduziert sich die effektiv wirksame Energie bei einem Abstand von 5 mm um bis zu ca. 50 %, so dass die Belichtungszeit gemäss des Total Energy Concepts zu verdoppeln ist.

Als vorteilhaft erweisen sich parallelwandige (Standard-)Lichtleiter, die sich durch die besonders gute Abstrahlcharakteristik auszeichnen. Hier halbiert sich die zur Verfügung stehende Energie erst bei einem Abstand von 9 mm.

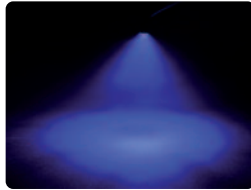
Belichtungszeiten bei einem Abstand von ...

LED vorne



... ca. 2-4 mm verdoppeln

Turbo Lichtleiter



...ca. 5 mm verdoppeln

Standard Lichtleiter



... ca. 9 mm verdoppeln



Wird ein parallelwandiger Lichtleiter verwendet, der aus vielen einzelnen Glasfasern besteht?

1, 2, 3 ... ausgehärtet!

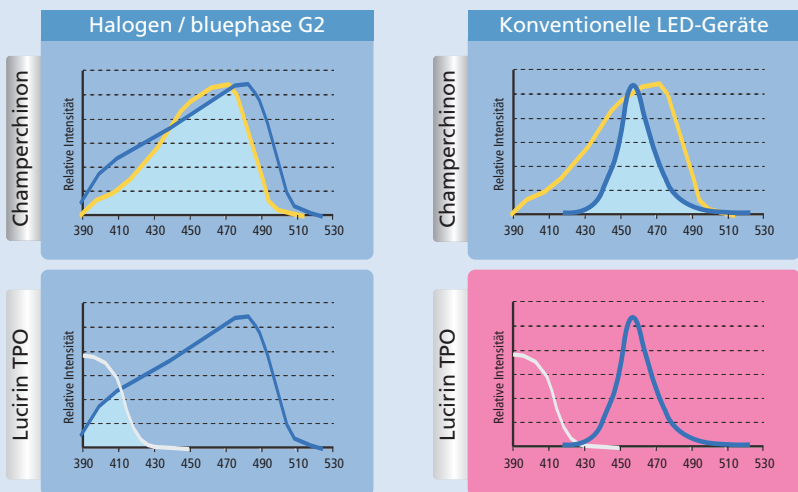
**Zusammenfassend:
In 3 Schritten zur richtigen Belichtungszeit**

1

Materialkompatibilität klären

Nicht jedes herkömmliche LED-Lichtgerät eignet sich zur Aushärtung aller lichthärtenden Materialien.

Fragen Sie daher den Hersteller Ihres LED-Lichtgerätes, ob das Gerät mit den Materialien Campherchinon, Lucirin TPO und Phenyl-Propan-Dion (PPD) kompatibel ist – oder fragen Sie den Composite-Hersteller, welchen wesentlichen Photoinitiator das jeweilige Composite enthält.



Nur bei ausreichender Überlappung (hellblauer Bereich) des Emissionsspektrums der Lampe (dunkelblaue Linie) mit dem Absorptionsspektrum des Photoinitiators (gelbe bzw. weisse Linie) erfolgt eine vollständige Aushärtung.

2

Belichtungszeit berechnen

Mithilfe einer einfachen Formel können Sie die Belichtungszeit für Composite-Restaurationen ganz einfach berechnen:

Total Energy Concept

$\frac{\text{Dosis}}{\text{Intensität}} = \text{maximale Belichtungszeit*}$	<p style="text-align: right;"><i>Beispiel bluephase:</i></p> $\frac{16.000 \text{ mWs/cm}^2}{1.200 \text{ mW/cm}^2} = 15 \text{ Sek.}$
---	--

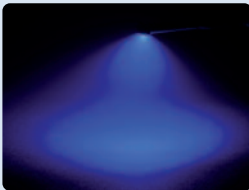
* gilt für alle klassischen Composites mit Schichtstärken von maximal 2 mm und bei direkt aufgesetztem Lichtleiter

3

Belichtungsdistanz berücksichtigen

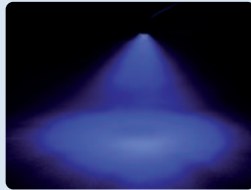
Die Belichtungszeit ist spätestens dann zu verdoppeln, wenn dem Composite nur noch 50 % der ursprünglichen Intensität zur Verfügung steht.

LED vorne



... ca. 2-4 mm verdoppeln

Turbo Lichtleiter



...ca. 5 mm verdoppeln

Standard Lichtleiter



... ca. 9 mm verdoppeln



LEDs können niemanden kalt lassen

Neben der ausreichenden Aushärtung verdient auch die pulpa- und gewebeschonende Belichtung grosse Beachtung. Das ausgesandte Blaulicht stellt ursächlich Energie und noch keine Wärme dar. Dennoch wird die in Richtung Zahn oder Gingiva abgestrahlte Lichtenergie vom Gewebe teilweise in Wärme umgewandelt. Dieses Prinzip gilt für jedes Lichtgerät, unabhängig von der Lichtquelle.

Ob Halogen, Laser, Plasma oder LED Lichtgeräte sollten immer mit Bedacht und klinischem Verstand eingesetzt werden. Unter ungünstigen Umständen kann das bestrahlte Gewebe bei zu hoher Lichtintensität oder zu langer Belichtung geschädigt werden.





Manche mögen's nicht heiss

Bei jeder Polymerisation wird sowohl infolge der Bestrahlungsenergie als auch aufgrund der exothermen Reaktion Wärme erzeugt. Dabei gilt: Je höher die Intensität des Lichtgerätes desto höher die abgegebene Energie bzw. die empfundene Wärme (und desto kürzer die erforderliche Belichtungszeit). Die Vermeidung etwaiger Schäden an Pulpa oder Weichgewebe macht deshalb eine jederzeit bedachtsame Verwendung erforderlich. So sollte die Temperatur der Pulpa nach vorherrschender Meinung nicht um mehr als 5,5 °C steigen. Hersteller sollten in der Lage sein, entsprechende Daten zu ihrem Produkt vorzulegen. Gut ausgestattete LED-Lampen bieten zudem die Wahl zwischen voller Leistung und einem Programm mit reduzierter Intensität für sensible Bereiche.



Gibt es Daten über die bei der Polymerisation entstehende Wärmeentwicklung?

Die notwendige Ausstattung für den täglichen Einsatz

In der täglichen Arbeit genießen darüber hinaus auch viele andere Faktoren die zahnärztliche Aufmerksamkeit. Das Polymerisationsgerät ist das am meisten in der Praxis verwendete Produkt. Vor diesem Hintergrund besitzt die Ergonomie eine herausragende Bedeutung. Wichtig für ein ergonomisches Handling ist ein geringes Gewicht sowie ein ausbalanciertes und griffiges Handstück. Ein schnurloses Design ermöglicht Behandlungen mit ultimativer Bewegungsfreiheit und sowohl Behandler als auch Patient werden nicht länger durch das störende Netzkabel beeinträchtigt. Das wiederum wirft Fragen nach der Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit des Akkus auf. Besonders interessant ist dabei die mögliche Einsatzdauer des Lichtgerätes im Dauerbetrieb. Nichts erscheint unangenehmer, als dass die Behandlung eines Patienten und somit der gesamte Praxisablauf unterbrochen werden muss – nur weil gerade der Akku entladen ist oder das Lichtgerät minutenlang gekühlt werden muss. Des Weiteren bieten spezielle Programme zur Reduktion des Schrumpfungsstresses oder zur verringerten Temperaturentwicklung im pulpanahen Bereich überzeugende Vorteile.





Design folgt Funktion

LED-Lampen gibt es grundsätzlich in zwei Ausführungen. Eine ist die von den Halogengeräten gewohnte Pistolenform, die andere die Stift- oder Stabform. Welche von beiden vorzuziehen ist, bleibt letztendlich Geschmackssache. Die Pistolenform wirkt weniger futuristisch und liegt durch die ausgewogene Gewichtsverteilung häufig besser in der Hand als die Stabform. Generell sollte auf ein angenehmes Gewicht und die individuell korrekte Abwinklung des verwendeten Lichtleiters mitsamt des Handstücks geachtet werden. Alles hat entscheidenden Einfluss auf die ergonomische und bequeme Anwendung. Auch die Wahl-tasten, sofern vorhanden, sollten einfach zu erreichen und gut lesbar sein.



Kann die Lampe zu Prüfung der Ergonomie tageweise aus-geliehen werden?



Moderne Akkus leben länger

Viele LED-Lampen sind wegen ihrer Bauweise kleiner und leichter als ihre kabelbetriebenen Halogen-Schwester. Da auch der Stromverbrauch gering ist, können LED Polymerisationsgeräte effizient mit Akkus betrieben werden. Als Standard ist inzwischen die Lithium-Technologie anzusehen, die auf breiter Basis und milliardenfach auch für Mobiltelefone eingesetzt wird. Lithium-Ionen-Akkus sind leicht und klein, haben bei geringer Selbstentladung eine lange Lebensdauer und sind schnell wiederaufladbar. Mehr als 500 Ladezyklen sind möglich – bei Teillaadungen sogar deutlich mehr. Spezielle Schutzschaltungen sorgen darüber hinaus für einen hohen Sicherheitsstandard.

Die Ladeelektronik von Lithium-Ionen-Akkus stellt sicher, dass kein Lazy-Battery- oder Memory-Effekt auftritt. Dieses Phänomen führt bei den älteren Nickel-Metallhydrid- bzw. Nickel-Cadmium-Akkus dazu, dass bei einer Aufladung vor vollständiger Entladung die Kapazität frühzeitig und für den Rest der Lebensdauer sinkt. Mit anderen Worten: Die heute noch erhältlichen Lichtgeräte, welche mit Nickel-Metallhydrid-Akkus ausgestattet sind, sollten komplett entleert werden, bevor sie wieder (vollständig) nachgeladen werden. Zur Vermeidung von Leerlaufzeiten wird deshalb empfohlen, den Nickel-Metallhydrid-Akku möglichst täglich vollkommen zu entleeren, um ihn über Nacht wieder aufzuladen. Aufgrund der vergleichsweise langen Ladezeiten von mehreren Stunden ist dabei der Hauptschalter nicht auszuschalten. Das bedingt eine regelmässige Kontrolle und etwas Disziplin in der Handhabung – ansonsten kann es passieren, dass es zu Verzögerungen bei den Behandlungen kommen kann. Es ist nur eine Frage der Zeit, bis alle Hersteller auf den neuen Stand in der Akkutechnologie umsteigen. Empfehlenswert ist es deshalb, vor einem Kauf auf den verwendeten Akkutyp zu achten.

Akku

Die in hochwertigen LED-Lampen eingesetzten Lithium-Ionen- oder Lithium-Polymer-Akkus müssen nicht vollständig entleert werden. Häufiges Nachladen erhöht die Lebensdauer des Akkus sogar deutlich. Aus diesen Gründen ist es ratsam, die Lampe nach jedem Patienten grundsätzlich wieder zurück in die Ladestation zu stellen. In modernen Geräten wird die aktuell verbleibende Leistungsdauer im Idealfall über Symbole auf einem Display oder zumindest mit Leuchtdioden angezeigt, ein Warnzeichen kündigt die bevorstehende Abschaltung an.



Besitzt das Lichtgerät ein Lithium-Polymer- oder Lithium-Ion Akku? Ist die Kapazität des eingesetzten Akkus – sprich die Funktionsdauer – im geladenen Zustand ausreichend?

«Es ist eine gute Idee ein Lichtgerät auszuwählen, dass mit einem Zweitakku ausgeliefert wird oder einen optionalen Netzbetrieb bietet.»
(The Dental Advisor, Vol. 21, Nr. 6, Juli/August 2004)

Sicherheitsnetz für den Notbetrieb

Nichts erscheint unangenehmer, als dass die Behandlung eines Patienten und damit der gesamte Praxisablauf unterbrochen werden muss, nur weil gerade der Akku leer ist. Deshalb stellt sich die Frage nach einem Notbetrieb, wenn das Behandlungsteam keine Zeit zum Aufladen des Akkus besitzt, sondern das Lichtgerät augenblicklich verwenden möchte. Prinzipiell bestehen hierfür zwei Möglichkeiten. Zum einen die Mitlieferung eines dann auch zu finanzierenden Ersatzakkus. Dabei ist sicherzustellen, dass dieser jederzeit auffindbar und geladen ist. Zum anderen besitzen innovative Polymerisationslampen die Möglichkeit, das Handstück an das Netzkabel der Ladestation anzuschließen. Auf Wunsch des Behandlers kann somit jederzeit auch gänzlich unabhängig vom Akku gearbeitet werden.



Kann auch unabhängig vom möglicherweise entladenen Akku gearbeitet werden (Kabelbetrieb)?



Die richtige Akku-Pflege

Als kleine chemische Kraftwerke machen die wiederaufladbaren Akkus einen sorgsamem Umgang erforderlich. Für einen möglichst jahrelangen Gebrauch sind die folgenden Tipps hilfreich:

Um eine irreparable Tiefentladung zu vermeiden, sind bei längerem Nichtgebrauch Nickel-Metallhydrid-Akkus nach spätestens 3 Monaten und Lithium-Polymer-Akkus und Lithium-Ionen Akkus nach spätestens 6 Monaten wieder aufzuladen.

Nickel-Metallhydrid-Akkus müssen vor der vollständigen Aufladung komplett entladen werden. Lithium-Ionen Akkus dagegen können jederzeit entladen und wieder aufgeladen werden. Für eine verlängerte Lebensdauer wird bei Lithium-Ionen-Akkus und Lithium-Polymer-Akkus sogar empfohlen, das Gerät nach jeder Patientenbehandlung wieder ins Ladegerät zu stellen.

Saubere und von Verunreinigungen wie Staub und Comositerückständen befreite Akkukontakte ermöglichen jederzeit eine gute Leit- und somit Ladefähigkeit. Deshalb sollten die elektrischen Kontakte regelmässig und gründlich gereinigt werden – zum Beispiel mit einem Alkohol benetzten Tuch oder Q-Tip Stäbchen.

Jede Art von Akku altert, so dass mit zunehmenden Alter auch ein Verlust der Kapazität zu erwarten ist. Nach 3 Jahren Gebrauch verlieren Lithium-Polymer-Akkus und Lithium-Ionen-Akkus typischerweise etwa 30% ihrer anfänglichen Kapazität. Das bedeutet, dass der voll geladene Akku anstatt der anfänglichen z.B. 60-minütigen Funktionsdauer noch für gut 40 Minuten benutzt werden kann.

Das kleine Akku-Lexikon

Akku

Akkumulator oder wiederaufladbare Batterie.

Energiedichte

Gespeicherte Energie eines Akkus in Relation zu seiner Masse.

Lazy-Battery-Effekt

Absinken der verfügbaren Kapazität bei Teilladung, d.h. bei Aufladung des Akkus vor seiner vollständigen Entladung.

Lithium-Ionen-Akku (Li-Ion)

Im Li-Ion-Akku stellt Lithium-Metalloxyd den Plus- und Kohlenstoff den Minuspol. Das bedeutet: hohe Energiedichte, äusserst geringe Selbstentladung, kein Lazy-Battery-Effekt.

Lithium-Polymer-Akku

Batterien auf Lithium-Polymer Basis stellen derzeit die höchste Leistung bereit.

Kapazität

Die Kapazität eines Akkus entspricht seiner gespeicherten Ladungsmenge und bestimmt, wie lange ohne zwischenzeitliches Wiederaufladen belichtet werden kann.

Nickel-Metallhydrid-Akku (Ni-MH)

Im Ni-MH-Akku sorgt eine Wasserstoff speichernde Metall-Legierung für die negative und Nickelverbindungen für die positive Ladung. Bei häufigem Nachladen ist er anfällig für den Lazy-Battery-Effekt.

Selbstentladung

Verlust der gespeicherten Ladung in unbenutztem Zustand durch innere Prozesse. Die Selbstentladung ist temperatur- und zeitabhängig.

Tiefentladung

Weitere Entladung des Akkus nach vollständiger Entnahme der gespeicherten Kapazität.

Zyklus

Einzelner, kompletter Lade- und Entladevorgang

Nicht ohne Ventilator

LED-Lampen benötigen wenig Platz, sind energiesparend und haben eine hohe Lebensdauer. Diese Eigenschaften machen sie auch für die Zahnarztpraxis interessant. Wie alle elektrischen Bauteile erzeugen aber auch LEDs als Nebeneffekt Wärme, welche zwingend abgeführt werden muss, um eine temperaturbedingte Schädigung beziehungsweise einen frühzeitigen Ausfall des Gerätes zu vermeiden.

Die entstehende Wärme ist primär von der Lichtintensität der LED-Lampe abhängig. Moderne Geräte erreichen heute 1.000 mW/cm² und mehr. Bei diesen hohen Werten wird die Hitze am besten mit Hilfe eines Ventilators abgeführt. Andernfalls muss das Gehäuse oder ein spezieller Kühlkörper diese Wärme aufnehmen. Bei Dauerbetrieb – zum Beispiel bei der minutenlangen Belichtung für die Polymerisation von Befestigungscomposites bei indirekten Versorgungen – erwärmt sich das Gehäuse spürbar. Wird dann eine bestimmte Temperatur überschritten, kann es passieren, dass das Gerät zum eigenen Schutz automatisch abgeschaltet wird und erst nach mehreren Minuten Wartezeit wieder in Betrieb genommen werden kann. Ein Ventilator hingegen sorgt auch bei Hochleistungslampen für eine zeitlich unlimitierte Nutzung.

«Einige dieser [LEDs], besonders die schlichten Geräte, haben erhebliche Beeinträchtigungen ... [wie] den Mangel nicht länger als 3–4 Minuten belichten zu können.»

(REALITY, Vol. 20, 2006)

«10-Minuten-Test ... des Dauerbetriebs von Halogen & LED-Geräten ... das entspricht ungefähr der Belichtungsdauer für die Aushärtung von Befestigungscompositen beim aufeinanderfolgenden Einsetzen von 6-10 Veneers ... von facial und lingual.»

(REALITY, Vol. 20, 2006)



Eine aktive Kühlung mittels Ventilator führt zwangsläufig entstehende Wärme der LED ab und sorgt somit für einen zeitlich unlimitierten Gebrauch.

Programme

Wird in Bereichen mit geringer Restdentinstärke oder geringem Abstand zur Pulpa belichtet, sollte schonend, das heisst mit reduzierten Lichtintensitäten gehärtet werden, um eine überhöhte Wärmeentwicklung von Pulpa und Weichgewebe zu vermeiden. Beim Einsatz von Hochleistungslichtgeräten mit Intensitäten von 1.000 mW/cm^2 und mehr wird deshalb für Füllungen im Zahnhalsbereich oder bei lichthärtenden Adhäsiven und Unterfüllungen ein so genanntes «Low Power»-Belichtungsprogramm empfohlen. Eine hohe Leistung bedeutet auch einen erhöhten Polymerisationsstress im Composite. Hier ist es von Vorteil, wenn die Lampe ein spezielles Stufenprogramm oder einen Softstart mit ansteigender Lichtintensität vorsieht.



Gibt es für den unlimitierten Dauerbetrieb einen Ventilator?
Stehen spezielle Low-Power- und Softstart-Programme zur Verfügung?

Checkliste

neu

Was ist beim Kauf einer neuen LED-Lampe zu beachten?

bluephase

Hat das LED-Gerät ein halogenähnliches Spektrum?



Ja,
dank der eigens im Haus entwickelten
polywave LED (385–515 nm)

Ist eine komplette Auflistung der inkompatiblen Materialien erhältlich?



Nicht nötig,
dank polywave LED

Beträgt die Lichtintensität (mindestens) 1.000 mW/cm²?



Ja,
1.200 mW/cm²

Gibt es ein Radiometer zur Überprüfung der Lichtintensität?



Ja,
das bluephase meter

Ist die Mindestlichtintensität z.B. durch Angabe der Toleranzwerte in der Bedienungsanleitung klar definiert?



Ja,
1.200 mW/cm² ± 10%

Wird ein parallelwandiger Lichtleiter verwendet, der aus vielen einzelnen Glasfasern besteht?



Ja,
ein 10 mm Lichtleiter

Gibt es Daten über die entstehende Wärmeentwicklung bei der der Polymerisation?



Ja
(Wissenschaftliche Dokumentation)

Kann die Lampe zur Prüfung der Ergonomie tageweise ausgeliehen werden?



Ja

Besitzt das Lichtgerät ein Lithium-Polymer- oder Lithium-Ion-Akku?



Ja,
Lithium-Polymer-Akku

Ist die Kapazität des eingesetzten Akkus – sprich die Funktionsdauer im geladenen Zustand ausreichend?



Ja,
60 Minuten

Kann auch unabhängig vom möglicherweise entladenen Akku gearbeitet werden (Kabelbetrieb)?



Ja,
dank Click & Cure

Gibt es für den unlimitierten Dauerbetrieb einen Ventilator?



Ja

Stehen spezielle Low-Power und Softstart-Programme zur Verfügung?



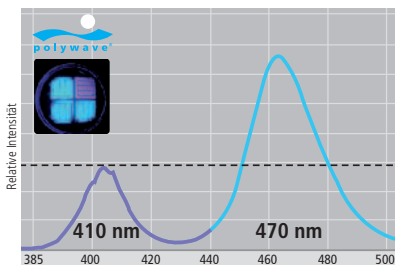
Ja



LED für jeden Einsatz

Die zweite Generation der bluephase-Produktfamilie setzt mit der eigens im Haus entwickelten **polywave® LED** neue Standards in der zahnärztlichen Praxis.

Im Gegensatz zu vielen herkömmlichen LED-Geräten erzielt die polywave LED das Optimum in Sachen Breitbandspektrum im Bereich von 385 bis 515 nm – genauso



Und so einfach funktioniert es: Ladestation umdrehen, Netzkabel aus Ladestation ziehen, ans Handstück anschließen und in gewohnter Manier weiterarbeiten.



wie das Vorbild das Halogengerät. Somit ist die bluephase uneingeschränkt für alle Lichtinitiatoren verwendbar.

Jedes Material dank polywave® LED

Dank der zwei unterschiedlichen LEDs – dominant bei ca. 410 nm und ca. 470 nm – werden alle lichthärtenden Materialien ausgehärtet.

Jede Indikation dank Dauerkühlung

Statt unangenehmer Unterbrechungen und minutenlanger Wartezeiten ermöglicht der unsichtbare und geräuscharme Ventilator einen Dauerbetrieb ohne klinische Grenzen – selbst bei der Eingliederung umfangreicher indirekter Restaurationen.

Jederzeit bereit dank Click & Cure®

Mit der bewährten **Click & Cure** Funktion können unangenehme Wartezeiten durch den eventuell entladenen Akku vermieden werden. Mit nur einem Klick kann das Handstück an das Netzkabel der Ladestation angeschlossen werden.

Die Fachwelt ist sich einig



Dr. Andreas Kurbad
Deutschland

«Meine Anforderungen an ein Polymerisationsgerät sind:

- eine zuverlässige und konstante Lichtintensität,
- kurze Belichtungszeiten,
- ausreichende Akkukapazität und die nötige Dauerkühlung.

Die bluephase vereint all diese positiven Eigenschaften in einem Produkt.»



Ulf Krueger-Janson
Deutschland

«Es ist fantastisch, eine LED-Gerät zu verwenden, das mir die Wahl zwischen unterschiedlichen Programmen und eine zuverlässige Lichtintensität von $1.200 \text{ mW/cm}^2 \pm 10\%$ bietet.

Gerade bei Vollkeramik-Restaurationen ist es wichtig, dass man sich darauf verlassen kann.

Des weiteren ist damit auch die gesteuerte Polymerisation von modernen Compositen sichergestellt.»



Dr. Anja Wenger
Schweiz

«Die bluephase verbindet Eleganz mit Leistung: sehr handlich, schnur- und geräuschlos.

Zudem wurde ich in meiner 5-jährigen Anwendung weder beim Polymerisieren direkter noch indirekte Restauration limitiert.

Rundum gelungen!»



Prof. Dr. Claus-Peter Ernst
Deutschland

«Bis dato kann einzig die bluephase mit einem auf 10 mm vergrößerten Lichtleiterdurchmesser aufwarten.

Somit zeigt dieses Gerät für den klinischen Gebrauch die besten Ergebnisse, da in der Regel Flächen >7 mm polymerisiert werden müssen und somit die Anzahl der überlappenden Aushärtezyklen deutlich reduziert werden kann.»



Dr. Gary Unterbrink
Liechtenstein

«Die Original bluephase arbeitet konstant, ist kabellos, programmierbar und stark. Nach mehreren Jahren harte Beanspruchung und tausendfacher Desinfizierung noch immer schön.

Die neue bluephase schliesst mit den unterschiedlichen LEDs für alle Photoinitiatoren die letzte kleine Lücke. Absolut empfehlenswert.»

Ivoclar Vivadent – worldwide

Ivoclar Vivadent AG
Bendererstrasse 2
FL-9494 Schaan
Liechtenstein
Tel. +423 235 35 35
Fax +423 235 33 60
www.ivoclarvivadent.com

Ivoclar Vivadent Pty. Ltd.
1 – 5 Overseas Drive
P.O. Box 367
Noble Park, Vic. 3174
Australia
Tel. +61 3 979 595 99
Fax +61 3 979 596 45
www.ivoclarvivadent.com.au

Ivoclar Vivadent Ltda.
Alameda Caiapós, 723
Centro Empresarial Tamboré
CEP 06460-110 Barueri – SP
Brazil
Tel. +55 11 2424 7400
Fax +55 11 3466 0840
www.ivoclarvivadent.com.br

Ivoclar Vivadent Inc.
2785 Skyway Avenue, Unit 1
Mississauga
Ontario L4W 4Y3
Canada
Tel. +1 905 238 5700
Fax +1 905 238 5711
www.ivoclarvivadent.com

Ivoclar Vivadent Marketing Ltd.
Rm 603 Kuen Yang
International Business Plaza
No. 798 Zhao Jia Bang Road
Shanghai 200030
China
Tel. +86 21 5456 0776
Fax +86 21 6445 1561
www.ivoclarvivadent.com

Ivoclar Vivadent Marketing Ltd.
Calle 134 No. 7-B-83, Of. 520
Bogotá
Colombia
Tel. +57 1 627 33 99
Fax +57 1 633 16 63
www.ivoclarvivadent.com

Ivoclar Vivadent SAS
B.P. 118
F-74410 Saint-Jorioz
France
Tel. +33 450 88 64 00
Fax +33 450 68 91 52
www.ivoclarvivadent.fr

Ivoclar Vivadent GmbH
Dr. Adolf-Schneider-Str. 2
D-73479 Ellwangen, Jagst
Germany
Tel. +49 (0) 79 61 / 8 89-0
Fax +49 (0) 79 61 / 63 26
www.ivoclarvivadent.de

Ivoclar Vivadent Marketing (India) Pvt. Ltd.
503/504 Raheja Plaza
15 B Shah Industrial Estate
Veera Desai Road, Andheri (West)
Mumbai, 400 053
India
Tel. +91 (22) 2673 0302
Fax +91 (22) 2673 0301
www.ivoclar-vivadent.in

Ivoclar Vivadent s.r.l.
Via Isonzo 67/69
40033 Casalecchio di Reno (BO)
Italy
Tel. +39 051 611 35 55
Fax +39 051 611 35 65
www.ivoclarvivadent.it

Ivoclar Vivadent K.K.
1-28-24-4F Hongo
Bunkyo-ku
Tokyo 113-0033
Japan
Tel. +81 3 6903 3535
Fax +81 3 5844 3657
www.ivoclarvivadent.jp

Ivoclar Vivadent Ltd.
12F W-Tower, 1303-37
Seocho-dong, Seocho-gu,
Seoul 137-855
Republic of Korea
Tel. +82 (2) 536 0714
Fax +82 (2) 596 0155
www.ivoclarvivadent.co.kr

Ivoclar Vivadent S.A. de C.V.
Av. Insurgentes Sur No. 863,
Piso 14, Col. Napoles
03810 México, D.F.
México
Tel. +52 (55) 50 62 10 00
Fax +52 (55) 50 62 10 29
www.ivoclarvivadent.com.mx

Ivoclar Vivadent Ltd.
12 Omega St, Albany
PO Box 5243 Wellesley St
Auckland, New Zealand
Tel. +64 9 914 9999
Fax +64 9 814 9990
www.ivoclarvivadent.co.nz

Ivoclar Vivadent Polska Sp. z o.o.
Al. Jana Pawła II 78
00-175 Warszawa
Poland
Tel. +48 22 635 54 96
Fax +48 22 635 54 69
www.ivoclarvivadent.pl

Ivoclar Vivadent Marketing Ltd.
Derbenevskaja Naberezhnaya 11,
Geb. W
115114 Moscow
Russia
Tel. +7 495 913 66 19
Fax +7 495 913 66 15
www.ivoclarvivadent.ru

Ivoclar Vivadent Marketing Ltd.
171 Chin Swee Road
#02-01 San Centre
Singapore 169877
Tel. +65 6535 6775
Fax +65 6535 4991
www.ivoclarvivadent.com

Ivoclar Vivadent S.L.U.
c/ Emilio Muñoz Nº 15
Entrada c/ Albarracín
E-28037 Madrid
Spain
Tel. + 34 91 375 78 20
Fax + 34 91 375 78 38
www.ivoclarvivadent.es

Ivoclar Vivadent AB
Dalvägen 14
S-169 56 Solna
Sweden
Tel. +46 (0) 8 514 93 930
Fax +46 (0) 8 514 93 940
www.ivoclarvivadent.se

Ivoclar Vivadent Liaison Office
: Tesvikiyeh Mahallesi
Sakayik Sokak
Nisantas Plaza No:38/2
Kat:5 Daire:24
34021 Sisli – Istanbul
Turkey
Tel. +90 212 343 08 02
Fax +90 212 343 08 42
www.ivoclarvivadent.com

Ivoclar Vivadent Limited
Ground Floor Compass Building
Feldspar Close
Warrens Business Park
Enderby
Leicester LE19 4SE
United Kingdom
Tel. +44 116 284 78 80
Fax +44 116 284 78 81
www.ivoclarvivadent.co.uk

Ivoclar Vivadent, Inc.
175 Pineview Drive
Amherst, N.Y. 14228
USA
Tel. +1 800 533 6825
Fax +1 716 691 2285
www.ivoclarvivadent.us