



Product Report 0112018

Nacera Blue X







Transluzenz erhöhende Flüssigkeit für 3Y-TZP Zirkonoxid

AUSGANGSSITUATION

Das Angebot von Zirkonoxid als Restaurationsmaterial auf dem Dentalmarkt ist vielfältig. Zirkonoxid hat sich vor allem aufgrund der hervorragenden optischen, sowie mechanischen Eigenschaften bewährt, denn neben der ausgezeichneten Biokompatibilität und hohen Festigkeit, ist Zirkon in höchstem Maße von Vorteil im Vergleich zu anderen Restaurationsmaterialien.

Dem Dentalmarkt wird ein breit aufgestelltes Portfolio unterschiedlicher Zirkonoxidprodukte in verschiedensten Variationen offeriert. Dabei wird, neben dem Farbangebot, auch in der Zugabe des Yttriumoxids als Dotierung differenziert. Hinsichtlich des Farbangebots wird zwischen weißem, vorgefärbtem und mehrschichtigem Zirkonoxid unterschieden. Darüber hinaus wird auch im Yttriumoxid-Gehalt des Zirkonoxids unterschieden. Dieser wird variiert, da sich mit steigendem Anteil (bis 8 Mol-%) die Transluzenz ändert.

Für die dentale Anwendung im Wesentlichen wird hier im Zusatz von 3 bis 6 Mol-% - Yttriumoxid unterschieden, was als Definition für folgende Zirkonoxidunterscheidungen gilt:

Low Translucent Zirconia (LT), High Translucent Zirconia (HT) und Ultra High Translucent Zirconia (UHT).

Je höher der Yttriumoxid-Gehalt eingestellt ist, desto transluzenter wird das Zirkonoxid. Durch die damit einhergehende Veränderung der Kristallstruktur, wird die Biegefestigkeit des Materials verringert.





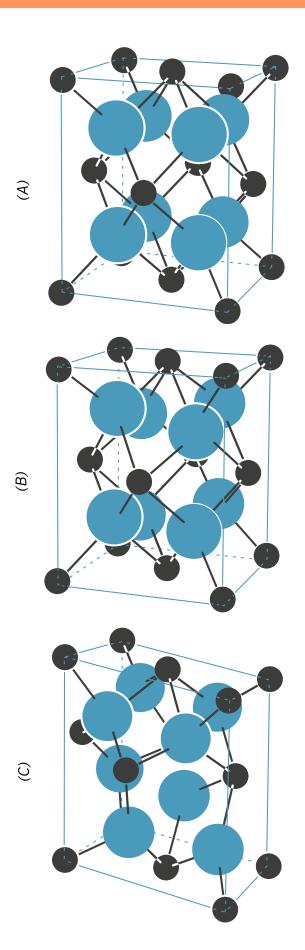


Abb. 1: von oben: A= Modifikationen kubisch, B= tetragonal, C= monoklines Kristallgitter; helle Kugeln= Zr, dunkel Kugeln= O (Quelle: Brevier)

ZUSAMMENHANG VON STABILISIERUNG, TRANSLUZENZ UND BIEGEFESTIGKEIT

Das für Dentalanwendungen verwendete Zirkonoxid (ZrO₂) wird synthetisch hergestellt. Reines ZrO₂ besitzt bei Raumtemperatur eine monokline Kristallstruktur. Die Kristallstruktur bezieht sich auf die Ausrichtung und die Abstände der Atome zueinander.

Die unterschiedlichen Modifikationen wirken sich unter anderem auch auf die Dichte aus.

Die höchste Dichte ist, mit 6,1 g/cm³, bei tetragonalem ZrO₂ zu finden. Bei der monoklinen Struktur liegt die Dichte bei 5,56 g/cm³ und bei der kubischen ca. bei 5,68-5,91 g/cm³. Diese Änderung der Struktur ergibt sich durch geringe Abweichungen in der Ausrichtung der Sauerstoffatome (s. Abb. 1)

Das Material wandelt sich bei ca. 1170°C in die tetragonale Phase und bei ca. 2370°C in die kubische Phase um. Bei der Abkühlung, nach der Sinterung des Materials, werden diese Modifikationen durchlaufen. Der kritischste Punkt liegt bei der Umwandlung von der tetragonalen zur monoklinen Phase. Dieser Modifikationswechsel hat eine Volumendehnung von 5 - 8 % zur Folge. Diese Dehnung führt zur Schädigung des Materials. Aus diesem Grund werden dem ZrO₂ weitere Oxide als Dotierung zugefügt, wie z. B. Yttriumoxid (Y₂O₃), damit die Umwandlung in die monokline Phase nicht stattfindet. Durch die zugesetzten Oxide entstehen Sauerstoffleerstellen in der Struktur, die eine Stabilisierung der gewünschten Modifikation ermöglichen.

Bei Erhöhung des Yttriumgehaltes steigt der Anteil der kubischen Phase im Material. Bei einem Yttriumgehalt von 8 Mol-% hat die Dotierung eine Vollstabilisierung der kubischen Phase zur Folge. Den größten Vorteil bringt jedoch die Stabilisierung der tetragonalen Phase, da, zusätzlich zur Verhinderung der Schädigung des Bauteils, auch eine Erhöhung der Biegefestigkeit erworben wird. Durch die guten Eigenschaften des Yttrium - stabilisierten ZrO₂ wird dieser Werkstoff für zahnmedizinische Zwecke verwendet.



Biegefestigkeit

Bei 3Y-TZP stabilisiertem ZrO₂ wird die höchste Biegefestigkeit gemessen.¹

Dies ist in der Umwandlungsverstärkung des Materials begründet. Die Umwandlung von der tetragonalen in die monokline Phase geht mit einer Volumendehnung der Körner von 5 - 8 % einher. Zugspannungen auf das Bauteil können Risse, ausgehend von der Oberfläche, induzieren. Diese breiten sich, abhängig von der Risswachstumsgeschwindigkeit des Materials, in dem Gefüge aus. Wenn der Riss durch das Gefüge

TETRAGONALES KORN

MONOKLINES KORN

Abb. 2: 3Y - TZP Zirkon

wandert, werden die angrenzenden, metastabilen tetragonalen ZrO_2 – Körner in die monokline Phase umgewandelt. Dies führt zu der beschriebenen Volumendehnung und dem Zusammendrücken der Rissspitze. Hierbei wird viel Rissenergie abgebaut, was die Ausbreitungsgeschwindigkeit hemmt.

So entstehen die erhöhten Biegefestigkeitswerte. Der entstehende Riss wird vom Material selbst zugedrückt und eine Ausbreitung wird somit gestoppt (s. Abb. 2).

Dieser Effekt verstärkt auch 5 und 6 Mol-% stabilisiertes ZrO₂. Im Gegensatz zu 3Y-TZP befindet sich ein hoher Anteil an kubischen Körnern im Gefüge des 5 & 6Y-PSZ. (engl.: partly stabilized zirconia)

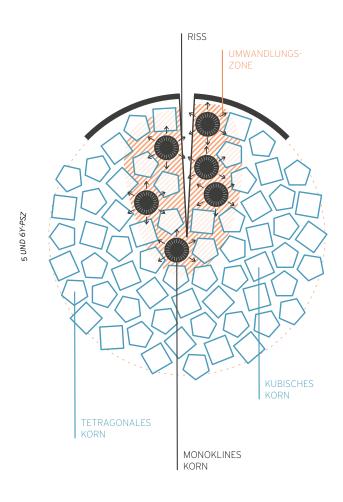


Abb. 3: 5Y und 6Y - PSZ Zirkon

Diese Körner werden nicht durch mechanische Einwirkung in die monokline Phase umgewandelt. Dadurch geht ein Teil der risshemmenden Wirkung verloren (s. Abb. 3).

Im Ergebnis verringert sich die Festigkeit und Risse gehen tiefer oder sogar ungehindert durch den Werkstoff.

¹ TZP = engl.: tetragonal zirconia polycrystal



Transluzenz

Transluzenz kann als partielle Lichtdurchlässigkeit durch einen Körper verstanden werden, welche durch verschiedene Einflüsse des Gefüges (Korngrößen, Porenverteilung, etc.) beeinflusst werden kann. Neben der Absorption und der Reflexion des Lichtstrahls durch Korngrenzen und Porosität spielt noch die Lichtbrechung an Kristallgrenzen eine große Rolle. Diese Lichtbrechung ist abhängig von dem Aufbau des Kristallsystems.

Die meisten Systeme zeigen einen anisotropen Aufbau und spalten den einfallenden Lichtstrahl auf und lenken ihn unterschiedlich ab. Das nennt man auch Doppelbrechung. Dieser Effekt senkt, wie die zuvor erwähnten Phänomene, die Transluzenz.

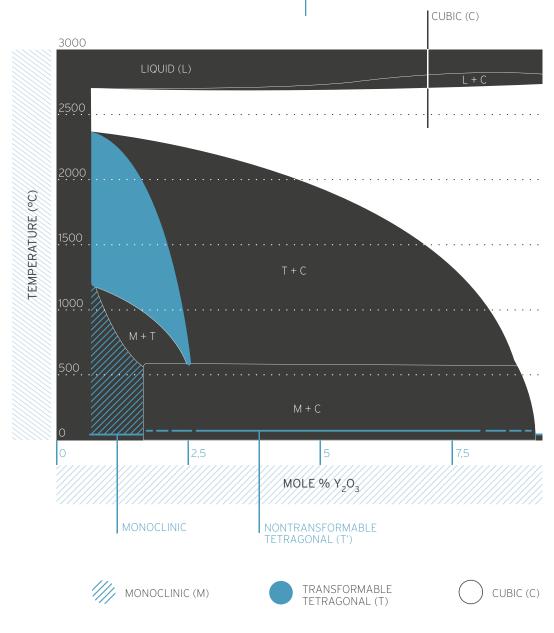
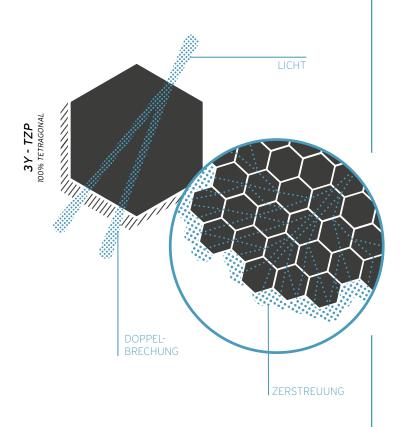


Abb. 4: Phasenumwandlung





Die Doppellichtbrechung ist eine physikalische Eigenschaft optischer Materialien, die zwei Brechungsindices besitzen.

In unterschiedlichen Polarisierungsebenen wird daher das Licht verschieden gebrochen. In bearbeitbarem, polykristallinen Zirkonoxid führt dies zu verstärkter Streuung und somit zur Opazität. In dem 6Y-PSZ Zirkonoxid konnte diese drastisch reduziert werden.²

Das kubische Kristallsystem ist isotrop und zeigt solch ein Verhalten nicht.

Durch die lokale Erhöhung des Yttriumgehaltes in der ZrO₂ - Keramik wird auch lokal das kubische Kristallsystem stabilisiert.

Aus diesem Grund wird der nachteilige Effekt der Doppelbrechung vermieden.

Fazit: in diesen Bereichen wird die Transluzenz erhöht

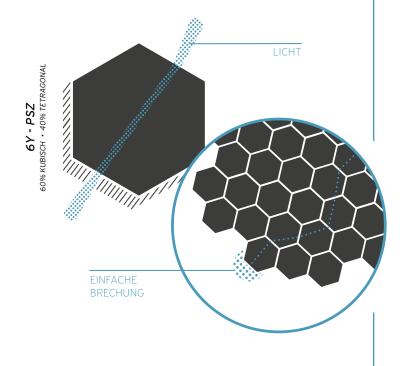


Abb. 5: Doppellichtbrechung

² PSZ = engl.: partly stabilized zirconia

PROBLEM

Aufgrund der unübersichtlichen Materialvielfalt besteht seitens des Zahntechnikers eine Verunsicherung in der Auwahl des durch den ihm vorliegenden Patientenfall indizierten Zirkonoxids.

Ebenso ist eine aufwendige Lagerhaltung notwendig, damit für jede Indikation das entsprechende Material zur Verfügung steht. Damit verbunden sind eine Kapitalbindung und eine erhöhte Kostensituation.



LÖSUNG

Mit Nacera Blue X besteht
die Möglichkeit auf vorgefärbtem 3Y-TZP Zirkonoxid der Marke
Nacera, ein innovatives Liquid aufzutragen, welches den Effekt von kubischem
Zirkon nach dem Sintern hervorruft. Mit der
Anwendung von Nacera Blue X kann die Transluzenz lokal um bis zu 8 % gesteigert werden.

Bei einer dentalen Restauration, bspw. einer Brücke, wird die Unterseite des freischwebenden Brückenglieds auf Zug belastet.
Hier ist anzumerken, dass dieser Bereich die tetragonale Modifikation, also die Umwandlungsverstärkung, aufweist. Deshalb ist die Indikation von Nacera Blue X auf die Oberseite der Restauration begrenzt. Dies bedeutet, dass die Unterseite des verwendeten 3Y-TZP ihre tetragonale Modifikation behält und nur der okklusale Bereich lokal kubisch umgewandelt wird.

Versuche haben gezeigt, dass bei behandelten Kronen eine ähnlich hohe Biegefestigkeit erreicht wird, wie bei unbehandelten Kronen.







Nacera Blue X kann sowohl für Einzelzähne im Front- und Seitenzahnbereich, als auch für Brücken mit bis zu drei Einheiten verwendet werden; wird mit dem Pinsel individuell ab der Zahnmitte hin zur Inzisalkante aufgetragen und sorgt für eine gezielte Erhöhung der Transluzenz.

Durch die erhöhte Transluzenz sinkt das Chroma, ein natürlicher Farbverlauf entsteht.

Abb. 7: 1 : Anwenden von Nacera Blue X • 2: Sintern 3: Finalisieren • 4: +8% Transluzenz mit Nacera Blue X



Wirkung von Nacera Blue X



Abb.8: Nacera Pearl mit Nacera Blue X

Grundlegend ist das patentierte³ Nacera Blue X eine komplexe Lösung mit Yttrium-Komponente. Die niedrigviskose Flüssigkeit wird mit einem Pinsel auf eine vorgesinterte ZrO₂-Keramik aufgebracht. Durch die Vorsinterung der Dentalblanks (Weißling) entsteht ein solches poröses Gefüge mit einer hohen Wasseraufnahme. Nach Behandlung mit Nacera Blue X besteht lokal ein hoher Gehalt an Yttrium, vorzugsweise auf den inzisalen bzw. okklusalen Flächen.

Während der anschließenden Endsinterung vaporisiert die Nacera Blue X Lösung. Die zusätzlich eingebrachten Yttrium-Atome werden in das ZrO₂ – Y₂O₃ – Gitter mit aufgenommen und bewirken eine erhöhte Stabilisierung der kubischen Phase. Nach Abkühlung der ZrO₂ – Restauration ist ein erhöhter Anteil der kubischen Phase in den gepinselten Bereichen zu finden. Nacera Pearl Zirkonoxid, das mit Blue X behandelt wurde, behält die Biegefestigkeit von 1.200 MPa (Biegefestigkeit nach DIN-EN ISO 6872-2016) bei.

Das ist somit fast doppelt so hoch wie bei kubischem Zirkon und bis zu 3x so hoch wie bei Lithium-Disilikat.

Die Anwendung von Nacera Blue X auf vorgefärbtem 3Y-TZP Nacera Pearl Zirkonoxid ermöglicht naturidentische Ästhetik von monolithischen

Zirkonoxidrestaurationen - in Form des Multi-Layer Effekts - ohne Festigkeitsverlust.

Die Anschaffung von zusätzlichen ultra-hochtransluzenten Zirkonoxidblanks entfällt mit Nacera Blue X und hilft somit die Lagerhaltung der verschiedenen Materialien einzugrenzen, erhöht die Flexibilität und senkt letztendlich die Kosten.

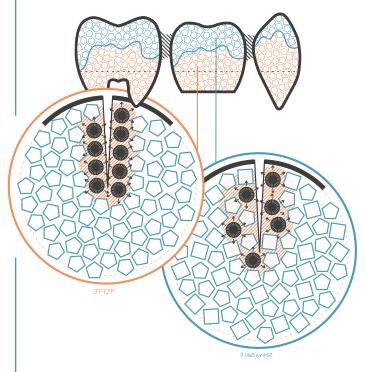


Abb.9: Modifikationsstruktur von 3Y-TZP behandelt mit Nacera Blue X

³ DE102015103439



DOCERAM Medical Ceramics GmbH