



TOPISCH UV-LICHT ERZEUGENDE KERAMIKEN ZUR BESEITIGUNG VON BIOFILMEN UND FOULING

Dr. Holger Lausch, Dr. Katja Wätzig, Dr. Isabel Kinski, Dr. Thomas Härtling

Biofilme auf medizinischen Implantaten, dentalen Restaurationen sowie das Fouling in der maritimen und Immobilienwirtschaft stellen noch immer eine große Herausforderung dar. Bei der Entwicklung neuer Gegenstrategien steht beim Antifouling vor allem die Giftfreiheit und damit die Umweltverträglichkeit sowie bei der Biofilmbekämpfung deren Zytotoxizität in den Grenzgeweben im Zentrum.

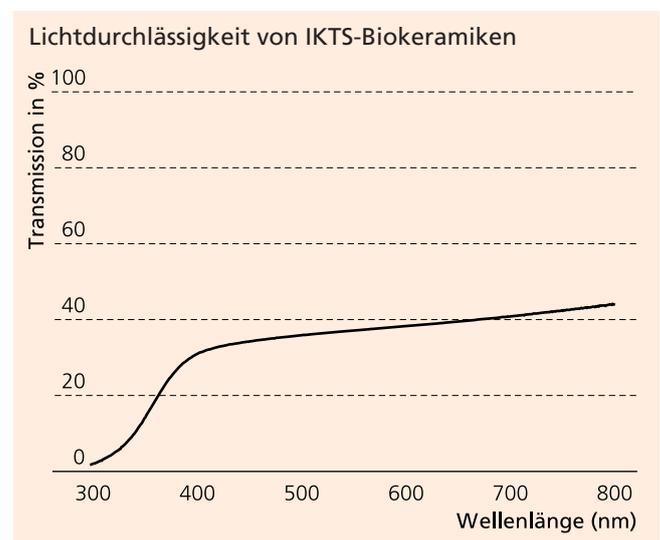
Die Entfernung von Fouling- und Biofilmschichten erfolgt in der Regel mechanisch. Die Effektivität hängt von der chemisch-toxischen oder biochemisch zytotoxischen Vorbehandlung ab. Diese chemisch-toxischen und biochemisch zytotoxischen Bekämpfungsstrategien stoßen bei Fouling und Biofilmen auf ausgefeilte Gegen- und Schutzstrategien vor allem an ihrer Oberfläche, deren Überwindung macht die am Markt etablierten Methoden ineffizient bzw. kostenintensiv. Dagegen stoßen die rein mechanischen Bekämpfungsstrategien nicht selten aufgrund der enormen Adhäsion des Biofilms auf feuchten Oberflächen mit Stufen, Rissen und Spalten an ihre Grenzen, wirken nur kurzfristig oder steigern den Aufwand. So stellt sich die Frage nach einer Alternative zur Bekämpfung von Fouling und Biofilmen durch die Oberfläche hindurch bis hin zur Adhäsionsebene.

Forschungsansatz

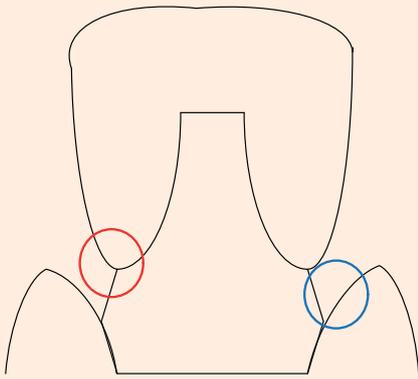
Da die Haftung des Biofilms durch starke chemische Bindungen an der Substratoberfläche wirkt und zugleich auch die Bindungen innerhalb der gesamten haftenden Schicht verändert bzw. stärkt, ist die Zerstörung der Adhäsion der Anlagerungen bzw. des Biofilms an der Oberfläche notwendig. Dies kann über eine UV-basierte Bestrahlung erfolgen, sodass die haftbildenden Biopolymere bzw. Biopolymerkomplexe photo-dissoziativ gespalten werden. Gelingt es, den Biofilm auf seiner ungeschützten Rückseite zur Oberfläche hin einer UVA- und/oder UVB-Strahlung auszusetzen, so kann dieser Effekt direkt genutzt werden. Für die Anwendung muss die Oberfläche

bzw. das Substrat für eine UV-Strahlung durchlässig sein. Die relevanten Zahnkeramiken, Polymerkomposite, Gläser u. Ä. sind jedoch im UV-Bereich nicht transparent.

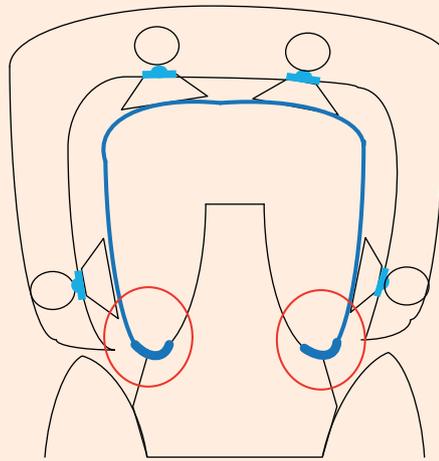
Um trotzdem eine UV-Wirkung auf der Grenzfläche zwischen Biofilm und Substrat zu generieren, muss die UV-Strahlung nur topisch und konditioniert erfolgen, um nicht auch gleichzeitig gesundes Zellgewebe zu schädigen. Zur Erzielung dieser Wirkung wird die Eigenschaft der Lichtdurchlässigkeit im sichtbaren Bereich (nicht UV!) genutzt. Nach Durchdringung des Materials z. B. mit blauer Lichtstrahlung wird mit deren Hilfe lokal definiert und topisch an der Haftseite des Biofilms UV-Licht erzeugt. Dies setzt eine lichtumwandelnde Schicht (UV-Leuchtschicht) auf der mit Biofilm besiedelten Substratoberfläche voraus, damit die ungeschützte Rückseite des Biofilms bestrahlt werden kann. Lichtdurchlässige Werkstoffe, die mit einer Leuchtschicht versehen werden können, stellen die dentalen Bio- und Verblendkeramiken des IKTS mit Transmissionsraten von 20 bis 60 % im sichtbaren Lichtspektrum dar (Diagramm unten).



3



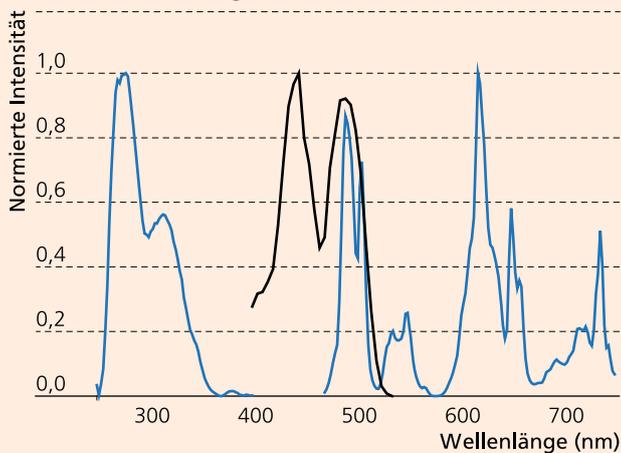
4



BIO- UND MEDIZINTECHNIK

Wird diese lichtdurchlässige Keramik mit Leuchtschicht z. B. mit einem nicht zytotoxischen Laser im sichtbaren blauen Wellenlängenbereich von 450 oder 490 nm bestrahlt, emittiert diese an der Biofilmrückseite auch eine UVA/UVB-Strahlung. Die Art der Leuchtschicht und deren Dichte auf der Substratoberfläche sowie die Expositionsdauer erlauben so eine topisch dosierbare UV-Emission an der Haftungsgrenze des Biofilms ohne Beeinträchtigung der gesunden Gewebereiche.

Emissionsbanden bei Bestrahlung mit blauem Licht (450 nm Wellenlänge), Anregungsbanden nachgewiesen für UV-Strahlung



— angeregt bei $\lambda = 450$ nm — detektiert bei $\lambda = 280$ nm

Anwendung

Eine der ersten Anwendungen könnte der Schutz der Präparationsgrenze von dentalen Restaurationen sein. An der Präparationsgrenze bildet sich ein mehr oder weniger ausgeprägter Spaltbereich zwischen dem Dentin (Zahnhal) und der dentalen Restauration (Bild 3).

Dort finden Biofilme, insbesondere die auch Periimplantatit (Art der Parodontitis) verursachenden Keime, besonders attraktive Besiedlungsareale. Diese Areale sind mit den marktüblichen Gegenmitteln besonders schwer erreichbar und bilden Biofilmiseln, die immer wieder Biofilmkeime ausstreuen. Für die Anwendung des o. g. UV-Effekts bieten die im IKTS

entwickelten Verblend-/Kronen-/Brückenkeramik aufgrund ihrer vorteilhaften Lichtdurchlässigkeit (Transmissionsrate) im sichtbaren Strahlungsbereich besonders gute Voraussetzungen, wenn sie mit einer UV-Leuchtschicht gezielt an der Präparationsgrenze ausgestattet sind und mit intensivem blauem Licht z. B. mit Hilfe eines leuchtenden Kieferschutzes bestrahlt werden (Bild 4).

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Maßgeschneiderte, applikationsspezifische Synthesen und Entwicklungen von keramischen Leuchtstoffen inklusive Charakterisierung
- Entwicklung von applikationsspezifischen Beschichtungen und entsprechenden Oberflächenstrukturen
- Gerätetechnische Umsetzung der Applikationsmöglichkeiten

1 Verblendkeramik mit Transmission im sichtbaren Licht.

2 Kronengerüste mit biologischem Design.

3 Präparationsgrenze (rot), Dentin-Gingiva-Bereich (blau).

4 Schematische Darstellung eines Kieferschutzes mit blauer Beleuchtung.