

Verbesserung der medizinischen Zahnpflegetechnik

Zähne gesund halten dank Ultraschall-Zahnsteinentferner und der EMS Piezon NO-PAIN® Technologie



Abbildung 1: Airflow-Prophylaxe-Instrument für die Guided Biofilm Therapie (GBT®), mit integriertem Piezon®-Ultraschall-Zahnsteinentferner auf der linken Seite.

Um natürliche Zähne so lange wie möglich zu erhalten und Karies und Parodontitis vorzubeugen, sind häusliche Pflegemethoden wie Zähneputzen und die Verwendung von Zahnseide unerlässlich. Leider reichen diese Maßnahmen alleine nicht aus. Ein schädlicher Biofilm entsteht auch dann, wenn diese Zahnpflege korrekt durchgeführt wird, und kann zur Bildung von Zahnstein und schweren Erkrankungen führen. Regelmäßige Besuche beim Zahnarzt sind unabdingbar, um die Bildung eines Biofilms oder von Zahnstein zu diagnostizieren und vorbeugende Maßnahmen durchzuführen, die deren Wuchs neutralisieren. Ein spezifisches Verfahren des Schweizer Unternehmens E.M.S. Electro Medical Systems S.A., Guided Biofilm Therapy (GBT®) genannt, sorgt für eine minimalinvasive, komfortable Behandlung. Dieses Verfahren umfasst Anfärbe- und Vorbeugungsschritte, die Entfernung von Biofilmen mit der Airflow®-Technologie (Polieren mit Luftdruck), die Entfernung von Zahnstein mit Piezon® PS (Ultraschall-Zahnsteinentferner) sowie Schritte für Endkontrolle und Nachsorge. Für eine effiziente Behandlung mit nicht-invasivem Ansatz spielen das genaue Verständnis und die Kontrolle der Bewegungen des Zahnsteinentferners die entscheidenden Rollen. Hier hilft die Laser-Doppler-Vibrometrie bei der Entwicklung und Herstellung dieses hochwertigen Dentalinstruments.

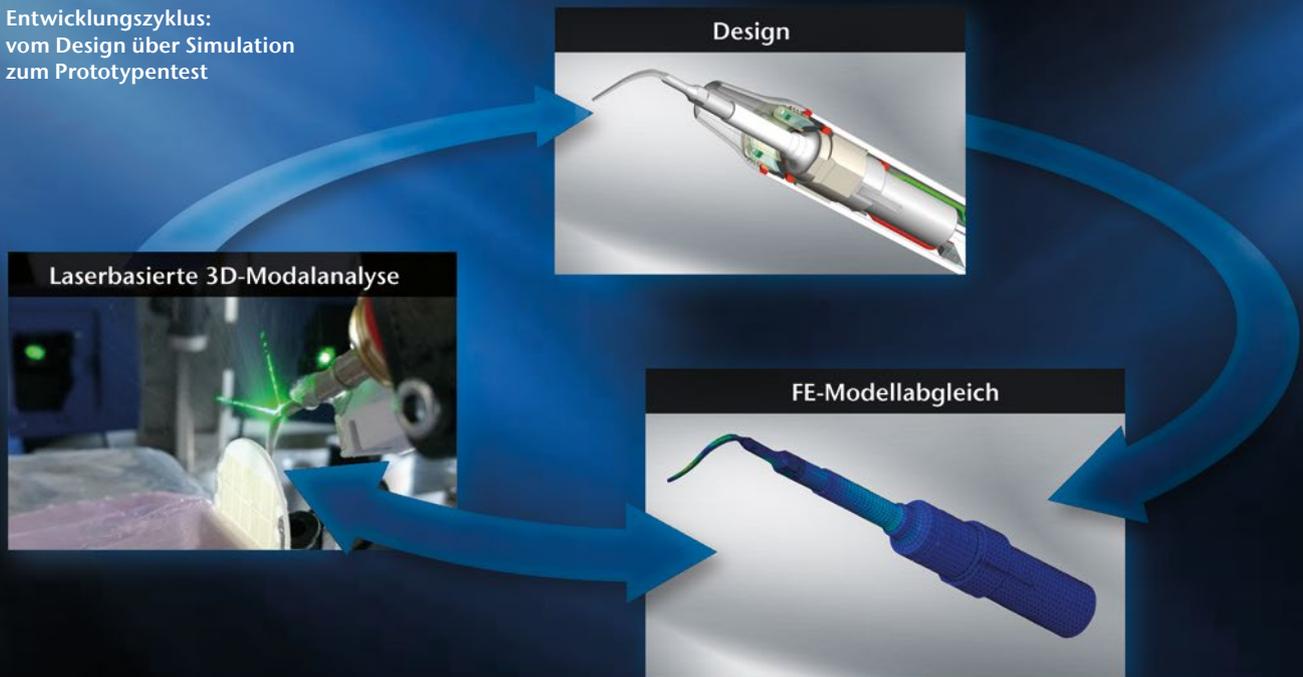
Das Guided Biofilm Therapy (GBT®) - Verfahren setzt auf die Piezon®-Technologie mit PS-Instrument, die aufgrund der Linearität ihrer Bewegung, ihrer Effizienz und dem geringen Einfluss auf Zähne und Weichgewebe gegenüber manuellen Verfahren, Pulverstrahl- oder magnetostriktiven Scalern überlegen ist. Das Piezon®-System entfernt Zahnstein durch kontrollierte Vibrationen des Instruments, welche durch einen Piezo-Wandler im Handstück ange regert werden. Der Piezo-Wandler wird von einem Elektronikmodul ange steuert, das eine konstante Vibration des Instruments gewährleistet. Das E.M.S. PS-Instrument gewährleistet dank der Geometrie und Form seines dünnen Endstücks eine schonende und effiziente Bewegung bei allen

Behandlungen von supragingival bis subgingival (oberhalb bzw. unterhalb des Zahnfleischsaums). Die Linearität der Bewegung ist durch das abgestimmte Zusammenspiel von Instrumentengeometrie, Design des Ultraschallwandlers und Elektronik gewährleistet. Bei konventionellen Instrumenten, ohne Abstimmung der Spitze auf das Gesamtsystem, war bisher die Herausforderung, die Schwingbewegungen der Spitze zu kontrollieren. Hier können selbst die kleinsten Abweichungen in Geometrie, Material und in der Behandlung selbst starken Einfluss auf die Effektivität haben. Dies kann in manchen Fällen sogar zu gefährlichem Bewegungsverhalten und Beschwerden beim Patienten führen. ►



Abbildung 2:
Piezon® PS, das universelle Instrument für die supragingivale bis subgingivale Behandlung (oberhalb bzw. unterhalb des Zahnfleischsaums).

Entwicklungszyklus:
vom Design über Simulation
zum Prototypentest



Um eine ordnungsgemäße Schwingbewegung des Instruments sicherzustellen, nutzt E.M.S. fortschrittlichste Technologien im gesamten Entwicklungs- und Charakterisierungsprozess. In der Entwicklungsphase werden scannende Laser-Doppler-Vibrometer zur Kalibration und Validierung der Finite-Elemente-Modelle (FEM) eingesetzt. Während der finalen Validierung überprüfen sie die Einhaltung der Toleranzwerte am Wandler im Instrumentenherstellungsprozess. Ebenso wird damit ein zulässiges Verschleißlevel für jedes Instrument bestimmt. Die Charakterisierung des Ultraschallinstruments erfordert

kontaktlose Analysemethoden, mit denen kleine Amplituden der Spitze bei hoher Frequenz und in Echtzeit genau gemessen werden können (<200 µm peak-to-peak), getriggert auf das von der Elektronik gesendete elektrische Signal zur mechanischen Bewegung des Instruments. Die einzigartigen Möglichkeiten des PSV-500-3D Xtra Scanning Vibrometers erlauben eine vollständige, scannende Erfassung der 3D-Bewegung der Spitze, bezogen auf das Signal des Wandlers als Phasenreferenz. Das PSV Scanning Vibrometer ermöglicht eine Überprüfung der Linearität des Frequenzgangs der Bewegung unter realen Bedin-

gungen: mit Kontakten auf einer Zahnoberfläche und Wasserspray. Dank erweitertem Geschwindigkeitsbereich auf bis zu 30 m/s erlaubt die Xtra Vibromerertechnologie von Polytec die Analyse der Zahnsteinferner unter realen Arbeitsfrequenzen (29 kHz) mit Amplituden von 275 µm peak-to-peak.

ERGEBNISSE

Die Messung des PS-Instruments konnte berührungsfrei ohne störende Massebelastung erfolgen. Das Endstück des Instruments ist mit ungefähr 135 Punkten hinreichend in X, Y und Z Richtung beschrieben, siehe Abbildung 4.

Basierend auf diesen Ergebnissen können wir das FE-Modell (Schwingform, Frequenz, Linearität der Ultraschallbewegung) validieren und kalibrieren, sodass es mit der tatsächlichen Amplitude der Ultraschallbewegung übereinstimmt, siehe Abbildung 5.

Wir können die mechanischen Messungen auch direkt mit dem elektrischen Signal der Treiber-elektronik vergleichen, um die Steuerungsqualität bei der Regelung der Ausgangsschwingung zu überprüfen. Darüber hinaus verwenden wir das Laservibrometer, um die Bewegung des Instruments unter realen Bedingungen

(unter Last bei Kontakt mit Zähnen und Zahnstein) zu messen, die in der Simulation schwer zu modellieren sind. Selbst unter schwierigen Betriebsbedingungen konnten wir so die Amplitude in situ exakt erfassen und die Linearität der Bewegung überprüfen.

FAZIT

Das Polytec PSV-3D Xtra Scanning Vibrometer erfasst mit konkurrenzloser Genauigkeit die Hochgeschwindigkeitsbewegung des Ultraschall-Zahnsteinentferners. Dank dieser Messtechnik hat E.M.S. die Simulationsmodelle

zuverlässig validiert, das Gerät kalibriert und letztlich die Effektivität des PS-Instruments sichergestellt. Dank der Synergie zwischen Design, Simulation und Prototyp hilft uns das Laservibrometer bei der Entwicklung neuer Konzepte, um unsere Produkte kontinuierlich zu verbessern und zu optimieren. Letztlich ermöglicht die Genauigkeit der Schwingungsanalyse die hohe Effizienz und Qualität der Prophylaxe-Behandlung getreu dem Motto: für die beste Behandlung nur die besten Technologien. ■



Abbildung 4: Schwingform des PS-Instruments bei aktivem Ultraschall.

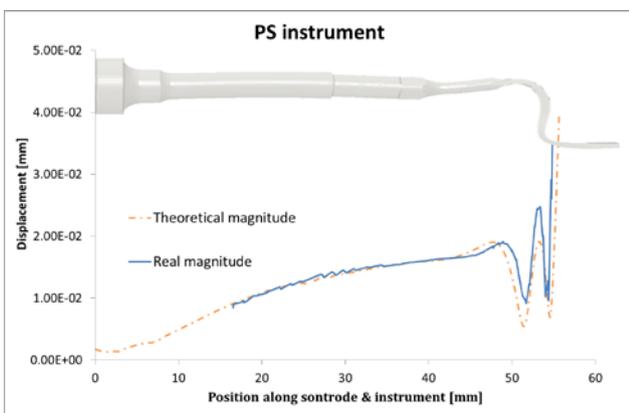


Abbildung 5: Vergleich zwischen realer und theoretischer Schwingamplitude entlang eines definierten Pfades auf der Sonotrode und dem Instrument.

Kontakt

Alex Bienaime, Ph.D.
Piezo-Technologie-Experte
Elektromechanischer Ingenieur
Research group – Dental
E.M.S. Electro Medical Systems S.A.
Nyon, Schweiz

abienaime@ems-ch.com

www.ems-company.com
www.ems-dent.com

Mehr Informationen finden Sie im vollständigen Artikel:
www.polytec.com/eu/vibrometry/areas-of-application/biology-and-medicine/