



THERANOSTISCHE IMPLANTATE – SMARTE FUNKTIONALISIERUNG UND MONITORING

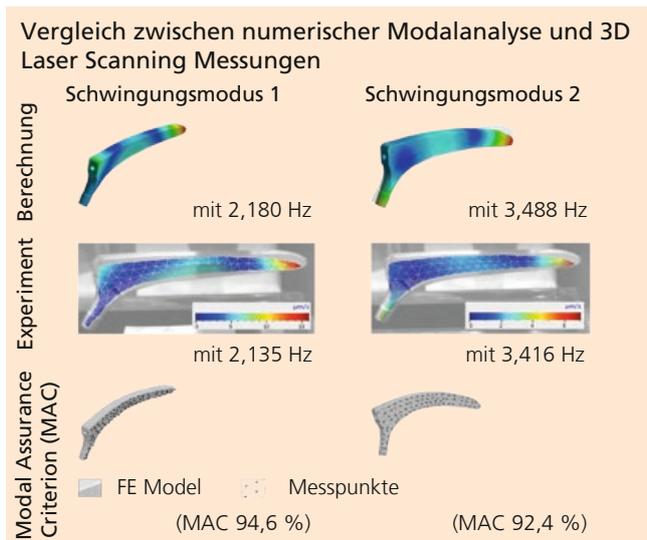
Dr. Holger Lausch, Dipl.-Math. Michael Brand, Dr. Michael Arnold, Dipl.-Ing. (FH) Bernd Gronde

Im Leitprojekt »Theranostische Implantate« war sowohl die Entwicklung (Fraunhofer IKTS) als auch die Einbettung (Fraunhofer IWU) von Aktoren und Sensoren in ein Hüftimplantat eine der größten Herausforderungen. Ein solch »smartes« Implantat ist in der Lage, eine mögliche Implantatlockerung frühzeitig zu detektieren, die Wiederverankerung ohne Eingriff zu aktivieren, den Einheilungsprozess zu stimulieren und Fehl- sowie Überbelastung rechtzeitig durch ein permanentes Monitoring festzustellen.

Die stoff- und formschlüssige Integration von temperaturempfindlichen Aktoren wie auch Sensoren in komplexe, metallische monolithische Formkörper stellt nach wie vor ein nur kompromisshaft gelöstes Problem dar. Einerseits benötigen diese Komponenten einen optimalen Form- und Stoffschluss, um die zu messenden Gradienten (Kraft) an den Sensor verlustarm anzukoppeln bzw. den aktorischen Gradienten in den funktionalen Formkörper ebenso verlustarm einzukoppeln. Andererseits müssen die mit dem Formkörper stoffschlüssig verbundenen bzw. einzubettenden Aktoren und Sensoren vor dem Energieeintrag bei der Einbettung abgeschirmt und geschützt werden.

Eine solche Strategie setzt voraus, dass der Aktor mit einem thermisch wirkenden Multilayer-Schutzsystem, vorzugsweise aus keramischen und metallischen Materialkomponenten, ummantelt bzw. beschichtet wird. Die Integrationsschnittstelle zwischen Aktor-Sensor-System und Formkörper wird dabei so gestaltet, dass der Hauptenergiefluss topisch auf diese Schnittstelle konzentriert und die Energie vom System weggeleitet und so räumlich verteilt wird. Im Ergebnis wird der Energieeintrag auf die temperaturempfindlichen Bereiche im Aktor-Sensor-System

insgesamt gesenkt. Mit einer drahtlosen Energieübertragung ist es gelungen, das Implantat akustisch in Schwingung zu versetzen und diese entsprechend der Simulation real zu messen. Neben der realisierten aktiven Oberflächenfunktionalisierung ist im inversen Schwingungsmodus auch ein energieautarker Betrieb mit dem Aktor als Energy Harvester möglich. Damit steht nun ein online/inline-Structure-Health-Monitoringverfahren als Frühwarnsystem zur Sicherheit und Wartung für verschiedenste – auch nicht medizinische – Anwendungen zur Verfügung.



- 1 Fertiges Implantat und IKTS-Sensormodul.
- 2 CAD- und CT-Bild des Implantats mit eingebetteten IKTS-Sensormodul. (Quelle: Fraunhofer IWU und Fraunhofer IKTS).