

# Superelastizität und Formgedächtnis

## Potenziale für die Implantate von morgen



Probeimplantation eines Funktionsmusters eines Luftröhrenimplantates. Rechts: Prof. Dr. med. Friedemann Pabst, Städtisches Klinikum Dresden, links: Christian Rotsch, Fraunhofer IWU

**S**mart materials bieten aufgrund ihrer Materialeigenschaften ein großes Potenzial für innovative Lösungen in der medizintechnischen Entwicklung und Anwendung. Für den Einsatz von Nickel-Titan-Legierungen (NiTi) sprechen dabei neben den aktorischen und superelastischen Eigenschaften auch deren Korrosions- und Biegefestigkeit sowie Biokompatibilität und MRT-Tauglichkeit.

Aufgrund des Allergiepotenzials von Nickel muss jedoch entsprechend der Applikation, dem möglichen Austreten von Nickelionen durch Oberflächenbehandlungen oder Beschichtungen vorgebeugt werden.

Voranging wird in der Medizintechnik der superelastische Effekt der NiTi-Legierungen genutzt. Die bekanntesten Beispiele sind dabei Stents bzw. Stentgrafts, Zahnspangen oder auch Brillengestelle. Die Anwendung der hohen reversiblen Dehnung des Materials wird u. a. auch für Implantate im Bereich der Hals-Nasen-Ohren erforscht. Aktuell können die mechanischen und funktionellen Eigenschaften der Luftröhre nur bedingt durch Implantate ersetzt werden. Notwendig wird dies u. a. bei Luftröhrenschnitten, Tumoren oder anderen Verletzungen bzw. Verengungen der Luftröhre.

Im Forschungsvorhaben »Extraplant« arbeiten Unternehmen und Forschungseinrichtungen an der Entwicklung eines neuartigen hybriden Luftröhrenimplantats, das aus einer NiTi-Trägerstruktur und Textilkomponenten besteht. Dabei können aufgrund der verwendeten Strukturen die biomechanischen Eigenschaften der nativen Luftröhre bereits gut nachempfunden werden. Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Implantatkonzeptes, welches perspektivisch dauerhaft im Körper verbleiben und Folgeeingriffe verhindern kann.

Daneben kommen in den letzten Jahren vermehrt auch aktive Komponenten zum Einsatz, die Formgedächtniseigenschaften nutzen. Durch gezielten Einsatz von NiTi-Komponenten können entweder Lastverhältnisse situativ verändert oder auch das Aufbringen von konstanten Lasten bei sich ändernden Umgebungsbedingungen erreicht werden. Somit können sich z. B. Implantate den Knochenumbauprozessen nach einer Implantation in gewissen Grenzen anpassen. Die Standzeit von Implantaten kann so erhöht und die Anzahl

**Menschliche Luftröhre mit Knorpelspangen. Implantatkomponente aus Nitinol soll zukünftig beschädigte bzw. entfernte Knorpelspangen ersetzen.**

**Projektvorhaben »Extraplant«**



von Revisionen verringert werden. Knochenfixierungselemente auf NiTi-Basis werden ebenfalls bereits eingesetzt und dabei im gekühlten Zustand implantiert. Bei Erwärmung auf Körpertemperatur ändern sie entsprechend ihre Geometrie und fixieren somit aktiv Brüche oder andere Verletzungen im Bereich der knöchernen Strukturen. Das klinische Outcome soll so ebenfalls verbessert werden.

Im Forschungsvorhaben »KEIFFON« wird untersucht, inwieweit Formgedächtniselemente für die Revision von Hüftimplantaten eingesetzt werden können. Moderne Hüftendoprothesen sind häufig modular aufgebaut, um den Wechsel einzelner Implantatkomponenten aufgrund von Verschleiß oder anderen Defekten zu ermöglichen. Im Rahmen einer solchen Revision treten in einigen Fällen jedoch Probleme auf, wenn ein keramisches Insert aus dem Pfannengehäuse entfernt werden muss. Das Lösen des Inserts erfolgt intraoperativ durch einen Schlag auf den Rand des Inserts. Dabei besteht die Gefahr von Randabplatzern und Brüchen der Implantatkomponenten. Dadurch können Splitter in den Körper gelangen, welche ein erhebliches Risikopotenzial darstellen. Im schlimmsten Fall muss eine eigentlich festsitzende Hüftpfanne entfernt werden, da diese durch den Revisionsvorgang beschädigt wurde. Dies gilt es zu vermeiden. Ziel des Projektes ist die Integration eines Ausdrückmechanismus auf NiTi-Basis in die Hüftpfanne. Diese aktorische Komponente wird durch einen externen thermischen Stimulus aktiviert, das Keramikinlay wird aus der Hüftpfanne herausgedrückt und ein neues Inlay kann eingesetzt werden. Die Operation kann somit risikoärmer und schneller durchgeführt werden.

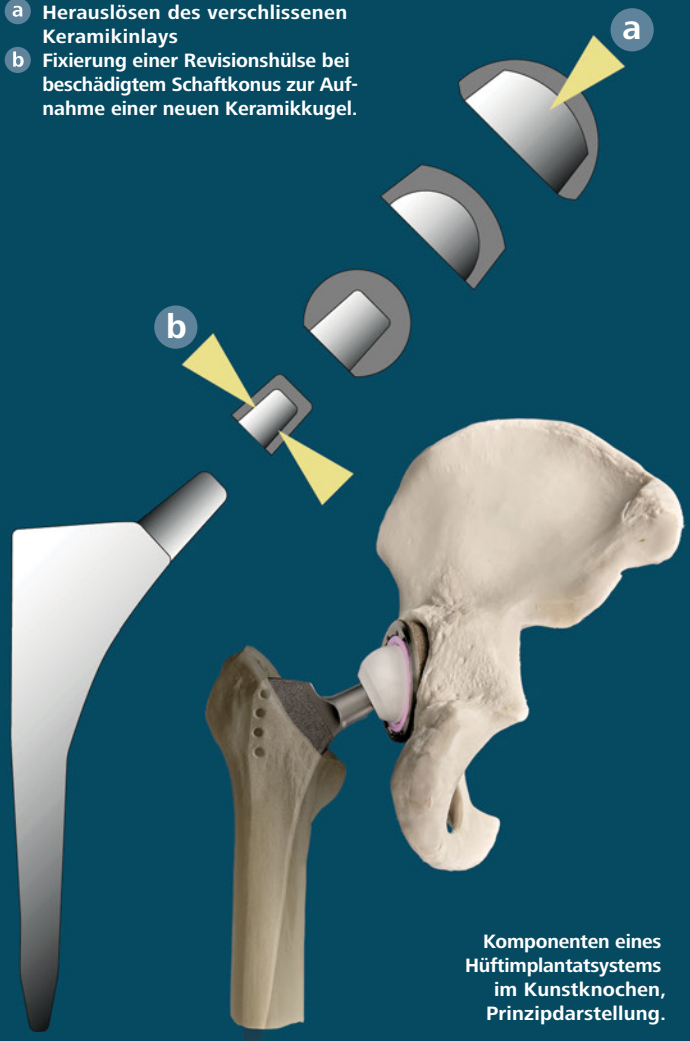
Die Anwendung von Nickel-Titan-Legierungen kann aufgrund der von konventionellen Konstruktionswerkstoffen abweichenden mechanischen Eigenschaften einen erheblichen Mehrwert bei medizintechnischen Anwendungen generieren. Die Werkstoffe erlauben einerseits die Realisierung von Strukturen, welche den biologischen Vorbildern hinsichtlich Geometrie und mechanischer Eigenschaften sehr nahekommen, und andererseits die Integration kleinster Aktorkomponenten in vorhandene Systeme.

Die Erforschung derartiger neuer Anwendungen ist ein Schwerpunkt des smart<sup>3</sup>-Verbundes. Es sollen die Grundlagen für zukünftige neue Produkte mit einem Mehrwert für die Patienten und das Gesundheitssystem erarbeitet werden.

Text: Christian Rotsch, Fraunhofer IWU

#### Anordnung von Nickel-Titan-Aktoren für den Revisionsfall

- a Herauslösen des verschlissenen Keramikinlays
- b Fixierung einer Revisionshülse bei beschädigtem Schaftkonus zur Aufnahme einer neuen Keramikugel.



Implantate: Aristotech Industries GmbH, Mathys Orthopädie GmbH

Projektvorhaben »KEIFFON«

#### »EXTRAPLANT«

ITV Denkersdorf Produktservice GmbH  
 EC Europ Coating GmbH  
 SITEC Industrietechnologie GmbH  
 Dr. Bryholm Formen- und Werkzeugbau GmbH  
 Städtisches Klinikum Dresden  
 Fraunhofer IWU

#### »KEIFFON«

Aristotech Industries GmbH  
 Mathys Orthopädie GmbH  
 IMA GmbH  
 Universitätsmedizin Rostock  
 endocon GmbH  
 Ingpus GmbH  
 Fraunhofer IWU