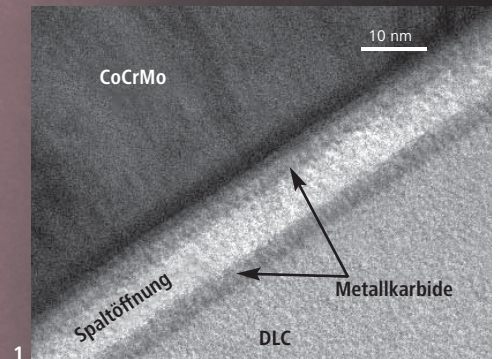


Implantate für die Ewigkeit?

Extrem harte Beschichtungen aus diamantartigem Kohlenstoff verlängern bei Werkzeugen und Bauteilen die Einsatzdauer. In künstlichen Gelenken versagen die Beschichtungen allerdings oft, weil sie sich ablösen. Empa-Forschende untersuchten die Schichten und fanden heraus, warum.

TEXT: Rémy Nideröst / BILDER: Empa, iSock



1 Ursache für das Versagen gefunden: Schichten aus diamantartigem Kohlenstoff (DLC) können sich von Implantaten lösen, wenn sich Risse und Spalten (helle Zone) in der Reaktionsschicht zwischen dem Implantatmaterial und der DLC-Schicht bilden.

2 Die Empa entwickelte zusammen mit Industriepartnern eine Methode, mit der sich die zu erwartende Lebensdauer eines mit DLC beschichteten Implantats im menschlichen Körper voraussagen lässt.

Ob auf Computerfestplatten, Sägeblättern, Prägwerkzeugen, Rasierklingen oder Einspritzdüsen: extrem harte Schichten aus diamantartigem Kohlenstoff (englisch «Diamond-like Carbon», DLC) bewähren sich schon länger. Sie vermindern den Abrieb und verleihen Werkzeugen und Bauteilen deshalb eine längere Einsatzdauer. Was liegt also näher, als DLC auch auf medizinische Implantate wie künstliche Gelenke aufzubringen? Denn auch hier ist Abrieb ein Problem.

DLC hatte in den Labors der Hersteller etliche Tests *in vitro* bestanden und sich als körpervertäglich, extrem abriebfest und resistent gegen das relativ aggressive Körpermilieu erwiesen. Implantiert in den menschlichen Körper, traten jedoch nach einigen Jahren gravierende Probleme auf. Abrieb lag jedoch nicht vor, aber die Schichten hatten sich ohne erkennbaren Grund vom Implantatmaterial gelöst.

Grenzfläche im Visier

In einem von der Förderagentur für Innovation (KTI) und der Medizinaltechnikfirma Synthes GmbH finanziell unterstützten Projekt ging die Empa den Ursachen für dieses Ablösen auf den Grund. Dazu führten die Forschenden akribische Untersuchungen der Grenzflächen zwischen dem Implantatmaterial und der Beschichtung durch. Beim Zusammenfügen von zwei Materialien entsteht in der Grenzfläche

eine nur wenige Atomlagen dünne Reaktionsschicht – und somit ein neues Material. Die Forschenden zeigten, dass die bisher kaum beachtete Reaktionsschicht für das Ablösen der DLC-Schicht verantwortlich war, da sie nicht korrosionsstabil ist.

So entstanden einerseits durch Spannungsrisskorrosion Risse in der Reaktionsschicht. Die mechanische Belastung führte zusammen mit der eindringenden Körperflüssigkeit zu einem langsamen Risswachstum und dadurch nach und nach zum Ablösen der DLC-Schicht. In anderen Fällen war Spaltkorrosion für die Schädigung verantwortlich. Dabei bildet sich in feinen Spalten mit der Zeit ein aggressives, saures Medium, das allmählich die Reaktionsschicht zerfrisst, was ebenfalls zur Ablösung führt.

Verfahren, um Lebensdauer zu bestimmen

Neben einer korrosionsstabilen Reaktionsschicht entwickelte die Empa gemeinsam mit Synthes und dem Beschichter Ionbond ein Verfahren, mit dem die Geschwindigkeit des Risswachstums bei Spannungsrisskorrosion unter körperlähnlichen Bedingungen bestimmt werden kann; daraus lässt sich dann die zu erwartende Lebensdauer der beschichteten Implantate im menschlichen Körper berechnen. Auch für die Spaltkorrosion kann mit dem Testverfahren die zu erwartende Lebensdauer des eingesetzten Implantats vorausgesagt werden. //