

## PRESSEMITTEILUNG

### Das Geheimnis starker Zähne: Nanostrukturen unter Spannung

Berlin, 10.06.2015

*Wissenschaftler entdecken Grundlagen für neue keramische Materialien*

Einem interdisziplinären Team um Forscher der Charité – Universitätsmedizin Berlin ist es gelungen, die Biostruktur der Zahnschicht Dentin und deren innere Mechanismen zu entschlüsseln. Anders als Knochen kann Dentin Risse oder Brüche weder reparieren noch heilen. Es gilt allerdings als eines der beständigsten organischen Materialien. Wie die Wissenschaftler nun erstmals durch Untersuchungen an den Synchrotronquellen BESSY II am HZB und an der European Synchrotron Radiation Facility ESRF, Grenoble, zeigen konnten: Innere Spannungen sorgen dafür, dass Schäden nicht entstehen oder begrenzt bleiben. Was zur Widerstandskraft gesunder Zähne führt, ist in der Fachzeitschrift *Nano Letters* veröffentlicht.

In den Ingenieurwissenschaften werden innere Vorspannungen bewusst eingesetzt, um Materialien für technische Anwendungen zu verstärken. Nun scheint es, dass auch die Evolution diesen Trick gut kennt und in unseren Zähnen nutzt. Denn anders als Knochen können Zähne Brüche nicht selbst „reparieren“. Dabei sind sie beim Kauen und Beißen enormen Kräften ausgesetzt, die zu Rissen führen können. Wie solche Risse im Zahndentin begrenzt werden, war bislang nicht ganz klar.

Nun haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Julius-Wolff-Instituts der Charité Berlin zusammen mit Teams der Technischen Universität Berlin, dem MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung, Potsdam und dem Technion - Israel Institute of Technology, Haifa die Biostruktur von Dentin im Detail untersucht. Dentin besteht aus mineralischen Nanopartikeln und dentalen Tubuli, die in ein dichtes Netz aus Kollagenfasern eingebettet sind. Sie ermittelten in-situ an der mySpot-Anlage von BESSY II am HZB, Berlin, den inneren Stress der mineralischen Nanopartikel und analysierten ihre lokale Ausrichtung an der „Nano-Imaging-Facility“ der European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) in Grenoble, Frankreich.

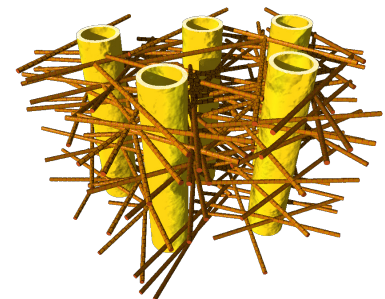
Ihre Messungen an Dentinproben zeigten: Wenn die winzigen Kollagenfasern schrumpfen, werden die eingebetteten Mineralpartikel zunehmend zusammen gedrückt. „Durch Veränderungen der Feuchtigkeit konnte unsere

#### Weitere Informationen:

Dr. Paul Zaslansky  
**Julius Wolff Institut**  
Berlin-Brandenburg Center for  
Regenerative Therapies (BCRT)  
Charité – Universitätsmedizin  
Berlin  
Tel.: +49 30 450 559 589  
paul.zaslansky@charite.de

#### Pressestelle

Dr. Antonia Rötger  
Tel.: +49 (0)30-8062-43733  
Fax: +49 (0)30-8062-42998  
antonia.roetger@helmholtz-berlin.de



Die Illustration skizziert die komplexe Biostruktur von Dentin: Die dentalen Tubuli (gelbe Hohlzylinder, etwa 1 Mikrometer im Durchmesser) sind von einem Gewebe aus Kollagenfasern umgeben, in das auch die winzigen mineralischen Nanopartikel eingebettet sind. Da deren Durchmesser nur wenige Nanometer betragen, sind sie in dieser Skizze nicht gezeigt.  
Bild: J.B. Forien@Charité.

Gruppe demonstrieren, wie der Stress in den Mineralpartikeln zunimmt“, erklärt Dr. Paul Zaslansky vom Julius Wolff-Institut der Charité Berlin. “Dies trägt dazu bei, die Entstehung von Rissen zu verhindern; Dabei sorgt die Art und Weise der Kompression auch dafür, dass die innersten Bereiche des Zahns weitgehend vor Rissen geschützt bleiben, so dass die empfindliche Pulpa nicht beschädigt wird“. Dadurch helfen die inneren Spannungen, die Entstehung und Ausbreitung von Rissen zu begrenzen.

Die Wissenschaftler untersuchten auch die Frage, was geschieht, wenn die Verbindung zwischen den Mineralpartikeln und den Kollagenfasern geschwächt wird, etwa durch Erhitzung. Dabei stellten sie fest, dass die Belastbarkeit von Dentin abnimmt. “Wir glauben, dass die inneren Spannungen zwischen Mineralpartikeln und Kollagenfasern im Gleichgewicht sein müssen. Das ist entscheidend für eine dauerhafte Belastbarkeit von Zähnen“, sagt Jean-Baptiste Forien, wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Charité. Dies könnte erklären, warum künstlicher Zahnersatz in der Regel weitaus weniger belastbar ist als gesunde Zahnschicht: die keramischen Materialien sind einfach zu “passiv“ gegenüber Belastung, da ihnen die Mechanismen fehlen, die in der natürlichen Zahnschicht für Stabilität sorgen. “Vielleicht liefert diese Arbeit einige Anregungen für die Entwicklung besserer keramischer Materialien für die Zahnbehandlung“, hofft Zaslansky.

Die Arbeiten fanden im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms SPP 1420 "Biomimetic Materials Research: Functionality by Hierarchical Structuring of Materials“ statt.

**Die Ergebnisse sind in Nanoletters publiziert. DOI: 10.1021/acs.nanolett.5b00143**

Jean-Baptiste Forien, Claudia Fleck, Peter Cloetens, Georg Duda, Peter Fratzl, Emil Zolotoyabko, Paul Zaslansky. Compressive Residual Strains in Mineral Nanoparticles as a Possible Origin of Enhanced Crack Resistance in Human Tooth Dentin. Nano Letters. 2015 May 29.

Das **Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)** betreibt und entwickelt Großgeräte für die Forschung mit Photonen (Synchrotronstrahlung) und Neutronen mit international konkurrenzfähigen oder sogar einmaligen Experimentiermöglichkeiten. Diese Experimentiermöglichkeiten werden jährlich von mehr als 2500 Gästen aus Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen weltweit genutzt. Das Helmholtz-Zentrum Berlin betreibt Materialforschung zu solchen Themen, die besondere Anforderungen an die Großgeräte stellen. Forschungsthemen sind Materialforschung für die Energietechnologien, Magnetische Materialien und Funktionale Materialien. Im Schwerpunkt Solarenergieforschung steht die Entwicklung von Dünnschichtsolarzellen im Vordergrund, aber auch chemische Treibstoffe aus Sonnenlicht sind ein wichtiger Forschungsgegenstand. Am HZB arbeiten rund 1100 Mitarbeiter/innen, davon etwa 800 auf dem Campus Lise-Meitner in Wannsee und 300 auf dem Campus Wilhelm-Conrad-Röntgen in Adlershof.

Das HZB ist Mitglied in der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V., der größten Wissenschaftsorganisation Deutschlands.