



ENDKONTROLLE: Der Mitarbeiter einer Rostocker Firma für medizinische Knochen-Implantate begutachtet künstliche Kniegelenkskomponenten. Sie sind mit Titan-Nitrid beschichtet und damit besonders verschleißfest. Künftig könnten diese Teile auch mit einem Infektionsschutz versehen werden. Foto: dpa

## Mini-Eiweiße schützen Implantate

Antibiotische Schicht verhindert Infektionen / Erfolgreiche Tests an Titanoberflächen

BNN – Infektionen an Implantaten sind gefürchtete Komplikationen bei medizinischen Eingriffen. Rund zwei bis sechs Prozent aller Patienten sind davon betroffen. Wissenschaftlern des KIT-Instituts für Funktionelle Grenzflächen (IFG) ist es gelungen, eine Schutzschicht aus Mini-Eiweißen mit antibiotischer Wirkung zu entwickeln. Sie verhindert, dass Bakterien Implantate besiedeln und durch das Entstehen gefährlicher Biofilme schwerwiegende Infektionen auslösen. Im Tierversuch erwies sich die Schutzschicht als hochwirksam und zugleich als zellverträglich.

Bereits jetzt gibt es Ansätze, Implantate mit anti-mikrobiellen Stoffen zu tränken, um eine lokale Infektion zu verhindern. Dieses Verfahren erwies sich jedoch bis jetzt als wenig Erfolg versprechend, wenn nicht gar als kontraproduktiv: Die Methode fördert die Resistenzbildung der Bakterien und die Bakterien können sich früh auf den Wirkstoff

einstellen und Abwehrstrategien aktivieren. „Dadurch überleben sie eine höhere Konzentration des Antibiotikums“, so Projektleiter Kai Hilpert.

Für die Infektionen sind Biofilme an den Implantaten verantwortlich. Sie entstehen, wenn sich Bakterien an dem Implantat festsetzen. „Die Bakterien entlassen bestimmte Substanzen, die ein Gerüst bilden, in dem Bakterien dreidimensional aufwachsen und sich innerhalb dieses Systems spezialisieren können“, so Hilpert. Biofilme sind um ein Vielfaches widerstandsfähiger gegenüber Antibiotika. Um Bakterien in Biofilmen abzutöten, müssen die Antibiotika-Konzentrationen bis um das 1000-fache erhöht werden.

Wurden beschichtete Implantat-Stücke in eine Nährlösung mit sehr hoher Konzentration von Bakterien gelegt, stellten die Wissenschaftler im Unterschied zu unbeschichteten Implantaten kaum einen Bewuchs mit Bakterien fest. Die Wirksamkeit konnte auch im

Tierversuch nachgewiesen werden. Zugleich belegten Versuche in Zellkultur und an Ratten, dass die Schutzschicht biokompatibel, also unschädlich für Körperzellen ist. Bisher wurden die mit Kunststoffen fixierten Beschichtungen an Titanoberflächen untersucht, da dieses Material in sehr vielen Implantaten vorkommt. „Das gleiche Prinzip lässt sich aber auch auf anderen Oberflächen anwenden, beispielsweise bei Kathetern aus Kunststoff“, so Hilpert.

„Die Ergebnisse von Kai Hilpert und seinen Kollegen eröffnen eine neue und attraktive Option für die Beschichtung von Implantaten. Momentan werden am IFG die zugrundeliegenden Wirkungsmechanismen intensiv erforscht und die technologischen Grundlagen für eine schnelle Umsetzung entwickelt, damit baldmöglichst mit klinischen Studien begonnen werden kann“, zeichnet IFG-Direktor Christof Wöll die weiteren Perspektiven auf.

## Stift fördert flüssiges und unverkrampftes Schreiben

Frühzeitige Diagnose von motorischen Schwächen

Von unserer Mitarbeiterin Ute Eppinger

Der Schreiblernstift erinnert auf den ersten Blick an einen leicht zu dick geratenen Kugelschreiber. Am KIT tüfteln Markus Dickerhof, Hans-Georg Enkler und Benjamin Hessenauer in Zusammenarbeit mit dem Kinderzentrum Maulbronn an einem speziellen Lernstift für Kinder, die Schwierigkeiten mit der Motorik beim Schreiben haben. Der Stift soll motorische Störungen und Blockaden zuverlässig diagnostizieren und durch gezieltes Üben beseitigen helfen. Kinder mit motorischen Problemen beim Schreiben erkennt man oft daran, dass sie unbeholfener, ungeschickter oder unkoordinierter mit Stiften umgehen als Gleichaltrige. Ihre Zahl schätzt die Schweizer Gesellschaft für Verhaltens- und kognitive Therapie auf bis zu sechs Prozent. Meist dauert es bis zum Schuleintritt, bis Schreibstörungen bemerkt werden. Oft erst dann, wenn Probleme beim Schreibenlernen auftreten, das Schulkind im Diktat nicht hinterher kommt oder auch Probleme beim Zeichnen und Malen hat.

Der Stift ist mit geeigneter Sensorik ausgestattet, um Probleme beim Schreiben objektiv zu diagnostizieren. „Gemessen wird die Kraft, die der Stift auf die Unterlage aufbringt“, erklärt Hessenauer. Ein zu starkes Aufdrücken lässt auf eine verkrampfte Stifthaltung schließen. Der Sensor misst auch die Beschleunigung beim Schreiben, kann also nicht flüssige Bewegungen herausfiltern, die ebenfalls auf eine verkrampfte Haltung hindeuten. An der Spitze ist der Stift mit einem Beschleunigungssensor in alle drei Raumrichtungen

ausgerüstet. Winkelsensoren im hinteren Stifteil erkennen die Haltung beim Schreiben, drei Drucksensoren im vorderen Teil erfassen die Griffkräfte und übertragen sie kabellos und direkt auf den PC. „Wir bekommen einen Datenstrom aus dem Stift“, erklärt Dickerhof und deutet auf die Linien auf dem Monitor, die entstehen, als er mit dem Stift auf der Unterlage zu schreiben beginnt. Austariert werden muss noch, wie hoch der Druck beim richtigen Schreiben sein muss, was innerhalb der Norm liegt und ab wann Handlungs- und damit Therapiebedarf besteht.

Die Nachfrage nach einem objektiven Messinstrument kam von Kinderzentrum Maulbronn, berichtet Enkler. „Bislang ist es so, dass die Entwicklung von Kindern mit motorischen Problemen von erfahrenen Ärzten und Ergotherapeuten begutachtet wird.“ Die Ergebnisse sind allerdings immer ein wenig subjektiv, weil Einschätzungssache. Ein objektives, immer gleich bleibendes Messkriterium gibt es bislang noch nicht.

Das Projekt wird sowohl von der Helmholtz-Gesellschaft als auch vom KIT mit jeweils 100 000 Euro gefördert. In diesem Jahr sollen zwei Studien die Entwicklung des Stiftes begleiten. Zunächst eine Machbarkeitsstudie an etwa 50 Probanden, um plausible Messwerte zu erhalten. Eine große Nachfolgestudie mit Referenzgruppen – also Kindern ohne Schreibstörung und Kindern, die Schreibprobleme haben – soll die Standardisierung der Ergebnisse ermöglichen.

Für Ende des Jahres wird ein marktfähiger Prototyp angepeilt. Abnehmer und Tester der ersten Stifte werden Forschungsinstitute wie das Kinderzentrum Maulbronn sein. Der nächste Schritt ist dann, den Stift Therapeuten und Ärzten zur Diagnostik zur Verfügung zu stellen.

Das innovative Trio, das sich im Start-up-Unternehmen „iuvaris“ zusammenschlossen hat, will den Schreiblernstift zu

vertretbaren Preisen auch an Eltern verkaufen. Eine geeignete Lernsoftware soll den ABC-Schützen das Schreibenlernen schmackhaft machen. Dickerhof, Enkler und Hessenauer können sich auch eine Anwendung via Wii vorstellen. Am PC könnte ein solcher Stift Maus oder Joystick ersetzen und so schreibunwilligen Kindern auf die Sprünge helfen.



SENSOREN stecken in diesem Schreiblernstift.

Foto: iuvaris

## Freizügigkeit für Wanderfische

BAW optimiert Passierbarkeit und Auffindbarkeit von Fischpässen / Pilotprojekt am Neckar

Von unserem Redaktionsmitglied Konrad Stammschröder

Viele Fische wollen wandern, flussaufwärts zum Abtauchen schwimmen, ungehindert nach Fressplätzen suchen oder geeignete Orte der Ruhe aufsuchen. Staustufen hindern sie an ihrem natürlichen Drang. Allein auf den Bundeswasserstraßen existieren über 300 von ihnen. „Davon haben mehr als 200 Staustufen keine oder keine gut funktionierende Fischaufstiegsanlage“, so Roman Weichert, Referatsleiter Flussysteme bei der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) in Karlsruhe. Das muss sich bis zum Jahre 2027 ändern. „Die EU-Wasserrahmenrichtlinie fordert bis dahin die ökologische Durchgängigkeit der Gewässer“, gibt BAW-Leiter Christoph Heinzlmann das ambitionierte Ziel wieder.

Seit März 2010 ist die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes mit der Aufgabe

Bestehende Aufstiegshilfen überfordern die Tiere

betraut, an ihren Staustufen die Verhältnisse zu ändern. „700 Millionen Euro sind dafür erforderlich“, so Heinzlmann. BAW-Forscher bringen nun ihr hydraulisch-wasserbauliches Fachwissen ein. Sie entwickeln Fischpässe, die von den Fischen tatsächlich ohne großen Zeitverlust aufgefunden werden und auch passierbar sind. Die Kollegen von der Bundesanstalt für Gewässerkunde haben den biologisch-ökologischen Part dabei übernommen. Zudem wird mit dem KIT kooperiert, wo ähnliche Projekte laufen (die BNN berichten).

„Viele bestehende Fischaufstiegsanlagen überfordern die Tiere. Vielfach ist ihre Strömung zu stark für das Schwimmvermögen der Fische“, so Weichert. Oft sei auch der Einstieg zu weit entfernt vom Kraftwerk oder Wehr platziert worden. Eine Vielzahl der wandernden Fischarten orientiert sich an der Hauptströmung, die sie direkt bis vor die Staustufe leitet. „Also sollten die Einstiege der Fischpässe auch dort gebaut werden“, so Weichert. Doch das reicht nicht, die Wanderfische müssen zusätzlich angelockt werden. „Es muss gelten, dem Fisch eine für ihn wahrnehmbare Strömung aus dem Fischpass bereitzustellen“,

so Weichert. Keine so einfache Sache angesichts der dominanten, konkurrierenden Hauptströmung des Fließgewässers.

Die BAW hat nun ein 1:10-Modell des geplanten Fischpasses an der Neckarstaustufe Lauffen aufgebaut. Damit – sowie mit Computer-Simulationen und Messungen in der Natur – wird erforscht, wie den Fischen im Unterwasser der Stauanlage ein Strömungskorridor angeboten werden kann, der sie zur Aufstiegsanlage zieht.

Mit baulichen Maßnahmen zum Vermindern von Wasserwirbeln, mit Rampen, die den An-

schluss des Fischpasses an die Sohle gewährleisten, einem geschickten Turbinenmanagement und dem richtigen Wassermengenverhältnis zwischen Fischpass- und Hauptströmung könne das Ziel erreicht werden, ist sich Weichert sicher.

„Aus dieser Art Pilotprojekt sollen auch übertragbare Ergebnisse gewonnen werden, die in ein Regelwerk zum Bau von Fischaufstiegsanlagen fließen“, so Heinzlmann. Davon werde allerdings überprüft, ob der BAW-optimierte Fischpass in Lauffen auch tatsächlich von den Fischen angenommen wird.



PHYSIKALISCHES MODELL des Unterwassers der Stauanlage Lauffen am Neckar. Der Blick ist auf den Kraftwerksauslass gerichtet, rechts ist der Einstieg in den Fischpass zu sehen. Foto: BAW

## Zellen docken nur an „Griffen“ an

BNN – Forscher am KIT haben erstmalig ein Material entwickelt, an dem sich Zellen nicht zufällig, sondern nur an bestimmten Stellen anheften. Gelungen ist dies mit einem proteinabweisenden Gerüst aus Kunststoff, also einer dreidimensionalen Struktur.

Den Zellen werden Mikrometer kleine „Griffe“ am Gerüst angeboten, an denen sie andocken können – und zwar nur an diesen, am restlichen Gerüst finden sie keinen Halt.

Mit dieser Erfindung kann das Wachstum einzelner Zellen gezielt dreidimensional kontrolliert und manipuliert werden. Zellform, Zellvolumen, die Kraftentwicklung innerhalb der Zelle oder Zellunterschiede lassen sich so in Abhängigkeit von der äußeren Geometrie der Umgebung hervorragend bestimmen.

Diese Erkenntnisse sind nützlich, um später gezielt dreidimensionale Wachstumsbedingungen für Gewebekulturen, die beispielsweise in der regenerativen Medizin benötigt werden, in größerem Maßstab herzustellen.

## Abseits des Elfenbeinturms

Physiker vor und nach Fukushima als Risikoberechner gefragt

Von unserem Redaktionsmitglied Konrad Stammschröder

Physiker sitzen nicht im Elfenbeinturm: Sie ziehen sich nur auf die Mathematik zurück, wenn es Ernst wird, so Wolfgang Sandner, Präsident der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG). Von den Grundlagen bis zur anwendungsorientierten Forschung spanne sich der Bogen seiner wissenschaftlichen Disziplin. Und: „Wir stellen uns auch gesellschaftlichen Problemen“, erklärte Sander am Rande der Frühjahrstagung der DPG in Karlsruhe (die BNN berichten). So seien die Physiker als Berechner von Risiken gerade auch nach der atomaren Katastrophe in Fukushima gefragt.

Etwa 1 200 Fachleute diskutierten in der Fächerstadt über Neutrinos, kosmische Strahlung und über die Experimente am CERN, dem Europäischen Zentrum für Kern- und Teilchenphysik in Genf. Mit dem größten Teilchenbeschleuniger der Welt, dem LHC, erforsche das CERN noch andere Fragen, als die vielleicht wichtigste nach dem Entstehungsprozess des Universums. Es gehe auch einige Nummern kleiner, berichtete Rolf-Dieter Heuer, CERN-Generaldirektor. Beispielsweise um Klimaforschung: „Bei einem Forschungsprojekt geht es darum, wie die Wolkenbildung durch Höhenstrahlung beeinflusst wird.“ Im Teilchenbeschleuniger lasse sich die Höhenstrahlung simulieren und deren verschiedene,

wichtige Größen (Parameter) gezielt verändern. Mit den Erkenntnissen könne zwar der Klimawandel wohl nicht gestoppt werden. „Wenn wir die Höhenstrahlung kennen, können wir aber besser die anderen Abhängigkeiten der Wolkenbildung studieren und die numerischen Modelle optimieren“, so Heuer.

Am LHC gehen die Wissenschaftler auch der „Dunklen Materie“ auf den Grund. Astronomische Beobachtungen deuten darauf hin, dass das Universum neben Materie in Gestalt von Sternen und Gaswolken noch etwas anderes enthält. Diese „Dunkle Materie“ gibt keine Strahlung ab, sie macht sich allein durch ihre Schwerkraft bemerkbar. Die meisten Forscher tippen bei der „Dunklen Materie“ auf bislang nicht identifizierte Elementarteilchen. Mit dem LHC wird versucht, diese künstlich zu erzeugen und deren Eigenschaften zu studieren. Doch es gibt noch eine andere Vorgehensweise: bereits vorhandene Teilchen der „Dunklen Materie“ aufzuspüren.

Anlässlich der DPG-Tagung referierte mit Günter Wolf der frisch gebackene Träger der „Stern-Gerlach-Medaille“. Der 73-Jährige war an der Entdeckung des „Gluons“ maßgeblich beteiligt. Dieses Elementarteilchen überträgt das zwischen den kleinsten Materiebausteinen (den „Quarks“) wirkende Kraftfeld. Indirekt sorgt das „Gluon“ auch für die Stabilität von Atomkernen; es ist gewissermaßen der Klebstoff, der die Kernmaterie und damit die Welt im Innersten zusammenhält.

Im Teilchenbeschleuniger geht es auch um Klimaforschung