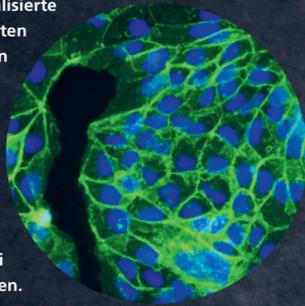


**Biologischer Fingerabdruck** Damit personalisierte Behandlungen massgeschneidert wirken können, müssen Patienten ganzheitlich betrachtet werden, inklusive ihrer komplexen molekularen Eigenschaften. Empa-Forschende analysieren daher nicht nur Eigenheiten des Erbguts im Bereich «Genomics», sondern schliessen bei ihren umfassenden Screenings die Gesamtheit der Proteine und Stoffwechselprodukten der Patienten sowie hochauflösende medizinische Bildgebungsverfahren mit ein. So wird es möglich, den Genotyp eines Menschen mit seinem medizinischen Erscheinungsbild zu verknüpfen und seinen biologischen Fingerabdruck bereits bei der Produktentwicklung zu berücksichtigen.



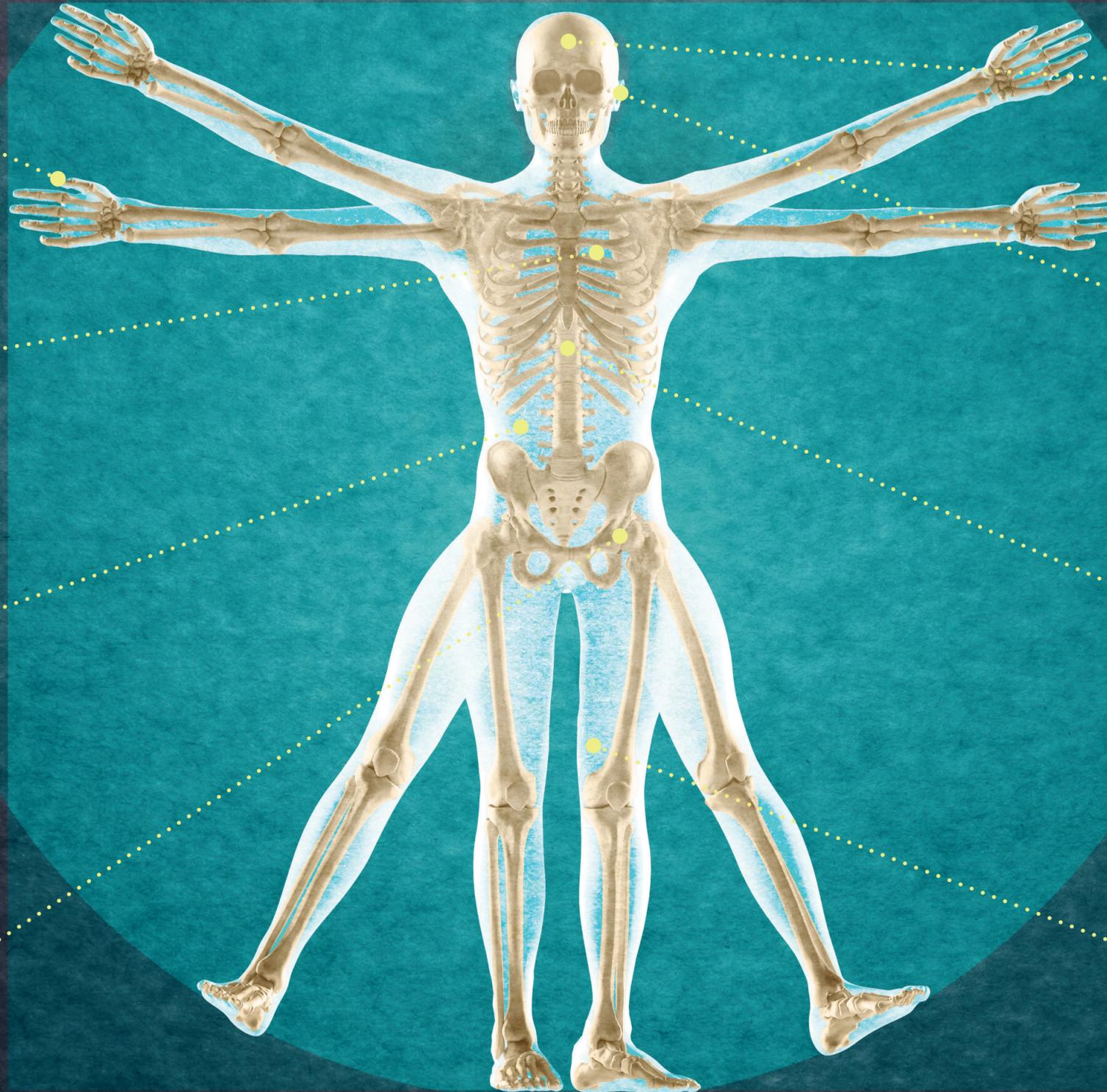
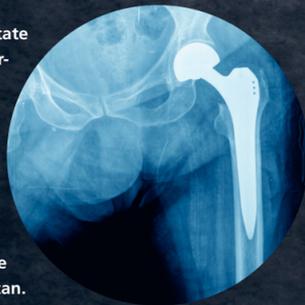
**Kunstherz mit Tarnkappe** Für unheilbar kranke Herzpatienten kann ein Kunstherz die letzte Rettung sein. In der Rotationspumpe des künstlichen Herzens wirken jedoch Scherkräfte, die lebensbedrohliche Blutgerinnsel verursachen können. Diese Effekte, die bisher nur grob abgeschätzt werden konnten, analysieren Empa-Forschende mit hochauflösender Röntgentechnik zusammen mit der ETH Zürich. Zudem entwickeln sie gängige Herzpumpen weiter, indem sie das Kunstherz mit hauchzarten Polymerfasern und patienteneigenen Zellen auskleiden. So sollen die Zellen eine «Tarnkappe» bilden, die nicht vom Immunsystem der Patienten angegriffen wird.



**Im Kampf gegen Spitalkeime** Bis zu sieben Prozent aller Patienten in Industrieländern infizieren sich im Krankenhaus mit Spitalkeimen. Gefährdet sind zum Beispiel Patienten, bei denen ein Harnkatheter eingesetzt wird. Auf den Materialien der Katheter kann ein Biofilm aus Bakterien und Ablagerungen entstehen und eine lebensbedrohliche Infektion hervorrufen. Um das Risiko von Spitalinfektionen zu senken, ergründen Empa-Forschende die rätselhafte Lebensgemeinschaft in den gefürchteten Biofilmen und entwickeln neuartige Materialien, die dank antibiotischer Oberflächen das Anheften und Vermehren von Keimen verhindern.



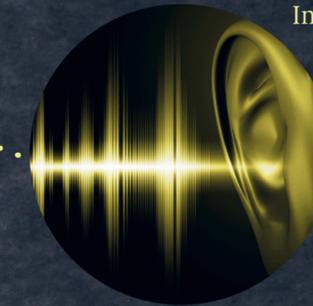
**Künstliche Gelenke** Wie interagieren Gelenkimplantate mit dem Organismus? Diese Frage beantworten Röntgenforscherinnen und -forscher anhand von künstlichen Hüftgelenken, die längere Zeit im Körper von Patienten im Einsatz waren. Mit dem Ziel, Prothesen zu entwickeln, die schneller und stabiler in den Knochen einwachsen, arbeiten sie an Implantaten mit neuartigen Oberflächenstrukturen, die das Knochenwachstum begünstigen. Röntgendiffraktionsanalysen bieten hierbei bisher ungekannte Einsichten in die Berührungsfäche von Knochen und Implantat, beispielsweise aus Keramikbasierten Beschichtungen oder Titan.



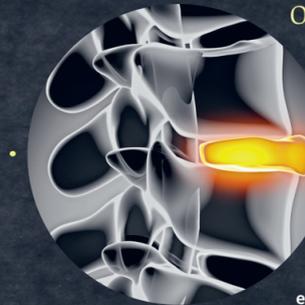
**Intelligente Bohrer** Ist das Gehör beeinträchtigt, der Hörnerv aber noch intakt, kann eine Prothese im Innenohr helfen. Das Einsetzen der winzigen Implantate ist jedoch riskant. Fehler beim Eingriff können zu Gesichtslähmungen oder zur Beeinträchtigung des Geschmackssinns führen. Empa-Forscher entwickeln daher «intelligente» Bohrer, die sich im Mikrometerbereich den Weg durch die empfindlichen Gewebe bahnen und zugleich eine Kontrolle der Nerven in der Umgebung ermöglichen. Diese Fähigkeit basiert auf einer neuartigen Beschichtung der winzigen Bohrer, die den Bohrer abschaltet, sobald er zu nah an Nervenbahnen gelangt.



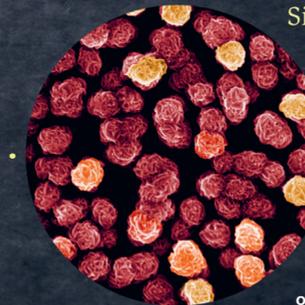
**Intelligente Bohrer** Ist das Gehör beeinträchtigt, der Hörnerv aber noch intakt, kann eine Prothese im Innenohr helfen. Das Einsetzen der winzigen Implantate ist jedoch riskant. Fehler beim Eingriff können zu Gesichtslähmungen oder zur Beeinträchtigung des Geschmackssinns führen. Empa-Forscher entwickeln daher «intelligente» Bohrer, die sich im Mikrometerbereich den Weg durch die empfindlichen Gewebe bahnen und zugleich eine Kontrolle der Nerven in der Umgebung ermöglichen. Diese Fähigkeit basiert auf einer neuartigen Beschichtung der winzigen Bohrer, die den Bohrer abschaltet, sobald er zu nah an Nervenbahnen gelangt.



**Optimale Rückenbehandlung** Quälende Rückenschmerzen sind ein komplexes Krankheitsbild. Die Ursachen zu ergründen und optimale Therapien zu identifizieren, ist dabei nicht trivial. Biomechanik-Ingenieure der Empa arbeiten daran an Simulationsprogrammen, mit denen die Bewegungen und Belastung der Wirbelsäule exakter abgebildet werden können. Dynamische Röntgenanalysen, die nicht nur eine Momentaufnahme des Patienten, sondern auch seine Bewegungen einbeziehen, sollen dem Arzt künftig helfen zu entscheiden, ob ein minimal invasiver Eingriff bei einem Bandscheibenvorfall ausreicht oder eine grössere Rücken-



**Sichere Nanomedikamente** Bei der Materialentwicklung geht der Trend in der Medizin zu immer komplexeren Wirkstoffen im Nanobereich. Welche Wechselwirkungen sich zwischen neuartigen Nanomaterialien und dem Körper ergeben, ist bisher unklar. Um die Sicherheit von Nanopartikeln zu analysieren, die aus Medikamenten und der Umwelt in unseren Organismus gelangen, entwickeln Empa-Forschende Labormodelle, mit denen sich die Vorgänge im Körper simulieren lassen. Anhand komplexer Zellkultursysteme lässt sich so beispielsweise untersuchen, was an den Eintrittspforten für Nanopartikel wie Lunge, Magen oder Plazenta passiert.



# HEALTH & PERFORMANCE

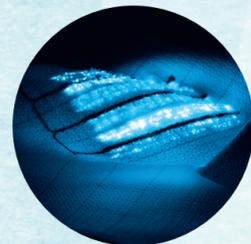


## Bekleidung für Spitzenleistung

Besonders leistungsfähige Funktionskleidung ist immer dann gefragt, wenn der menschliche Körper extremen Bedingungen ausgesetzt ist. Beim Wintersport, wenn literweise Schweiß produziert wird, versagen herkömmliche Textilien, wenn sie den Körper trotzdem trocken und warm halten sollen. Eine neue Technologie für elektronische Textilien, die von der Empa mitentwickelt wurde, hilft Sportlern, indem sie Feuchtigkeit aktiv nach aussen transportiert. Das Resultat: eine Skijacke mit elektroosmotischen Fähigkeiten, deren hauchdünne Schichten aus Gold im Gewebe unter Strom stehen und den Schweiß so «entsorgen».

## Textilien, die mitdenken

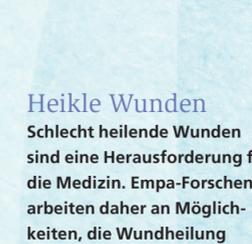
Empa-Forschende entwickeln optische Polymerfasern für textile Sensoren. Sie messen Stoffwechselfparameter oder überwachen die Durchblutung der Haut, um das Wundliegen von Patienten zu vermeiden. Weitere Einsatzgebiete sind Diagnose-Tests etwa für



Alzheimer oder Schlaf-Apnoe. Die intelligenten Textilien lassen sich zudem zu Sportwäsche in Form von Mützen oder T-Shirts verarbeiten. Babys, die nach der Geburt an Gelbsucht leiden, hilft ein leuchtender Pyjama, der die Therapie im Brutkasten ersetzt. Die optisch leitenden Textilfasern bestrahlen und neutralisieren dabei Giftstoffe, die sich in der Haut ablagern.

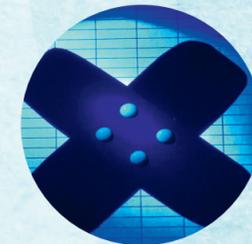
Die Gesundheitsversorgung der Schweiz befindet sich in einem gravierenden Wandel. Befeuert wird dieser unter anderem durch die gestiegenen Erwartungen der Menschen, bis ins hohe Alter gesund, fit und leistungsfähig zu sein. Das wachsende Bewusstsein für die eigene Gesundheit und ein Bestreben, diese zu erhalten und zu fördern, sind typisch für eine Gesellschaft, die von Individualismus und dem Bemühen geprägt ist, einen immer komplexeren Alltag zu meistern. Im Zuge dieser Veränderungen wachsen jene Anteile der Gesundheitsversorgung besonders stark, die auf die Vorbeugung von Krankheiten und die Behandlung chronischer Leiden abzielen.

Andererseits erlauben rasante Fortschritte in Forschung und Entwicklung bisher ungekannte Einblicke in die molekularen Grundlagen diverser Krankheiten – und daher völlig neue Möglichkeiten, diese mit personalisierten Therapien zu behandeln. Um diese enormen Chancen zu nutzen, antizipieren Empa-Forschende die Bedürfnisse im Gesundheitswesen und entwickeln zum Beispiel smarte Textilien, digitale Zwillinge von Organen und Geweben, neuartige Diagnose- und Therapiekonzepte und massgeschneiderte Implantate.

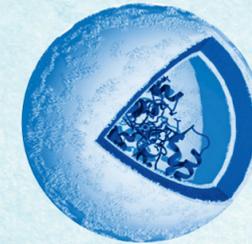


## Heikle Wunden

Schlecht heilende Wunden sind eine Herausforderung für die Medizin. Empa-Forschende arbeiten daher an Möglichkeiten, die Wundheilung zu verbessern. Eine Multisensor-Wundaufgabe warnt beispielsweise, wenn eine Wunde schlecht verheilt.



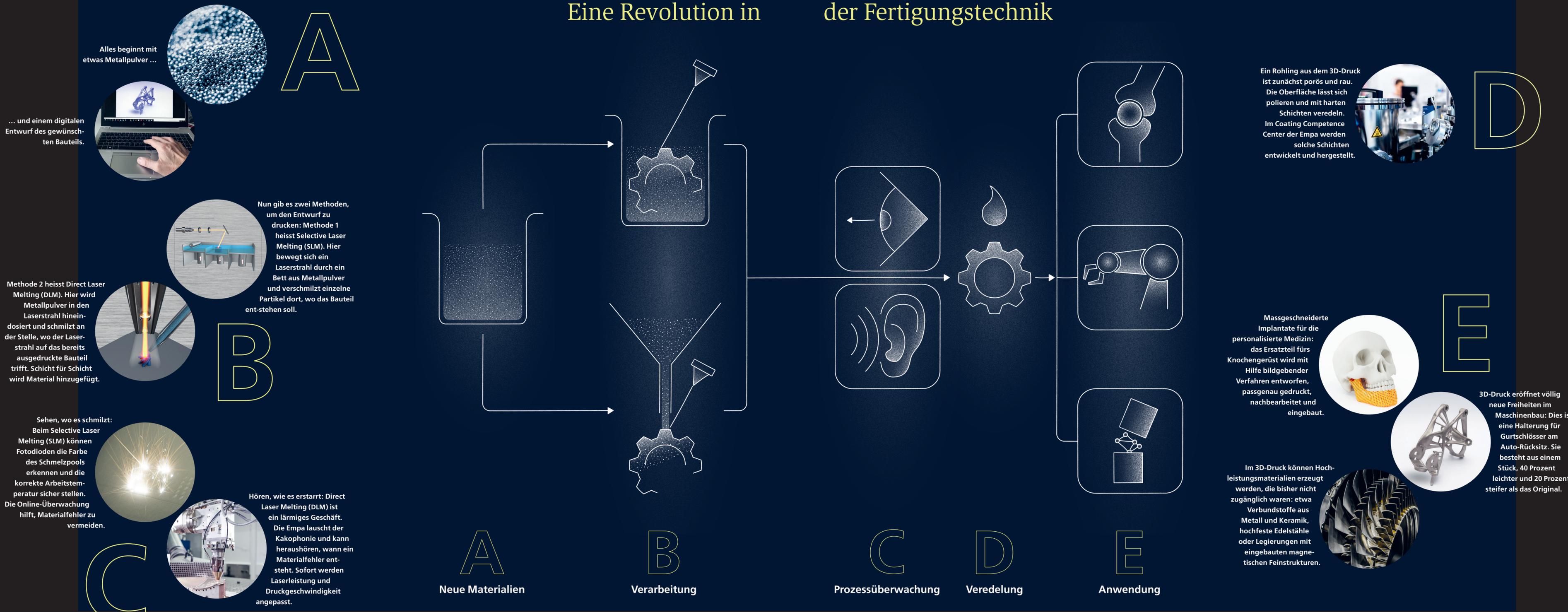
Sensoren leuchten auf, sobald sie kritische Entzündungsstoffe aufspüren. Um übermässige Narbenbildung zu verhindern, arbeiten Materialforscher an einem bioabbaubaren Polymerschäum, der in die Wunde platziert wird. Während das Biopolymer als Gerüst für einwandernde gesunde Zellen dient, sorgt ein zusätzlicher Wirkstoff für einen ausbalancierten Heilungsprozess.



## Nanotransporter für Medikamente

Forschende der Empa entwickeln Nanobehälter für medizinische Wirkstoffe, die mit einem Hautpflaster verabreicht werden. Das Besondere daran ist ein molekularer Lichtschalter, der die Wirkstoffabgabe aktiviert. So gelangen Medikamente präzise gesteuert in den Körper und können ebenso akkurat wieder gestoppt werden. Medikamente lassen sich überdies in die Fasern von wirkstoffhaltigen Textilien einbringen. Den Therapiebedarf erkennen die smarten Fasern von allein und dosieren die Wirkstoffe entsprechend. Auf bestimmte Reize hin, wie der veränderte pH-Wert einer Wunde, setzen die Fasern dann Schmerzmittel, Antibiotika oder ähnliches frei.

# Eine Revolution in der Fertigungstechnik

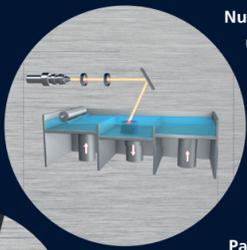


Alles beginnt mit etwas Metallpulver ...



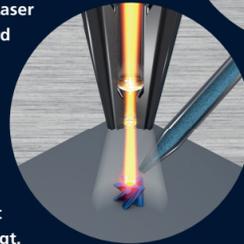
# A

... und einem digitalen Entwurf des gewünschten Bauteils.



Nun gib es zwei Methoden, um den Entwurf zu drucken: Methode 1 heisst Selective Laser Melting (SLM). Hier bewegt sich ein Laserstrahl durch ein Bett aus Metallpulver und verschmilzt einzelne Partikel dort, wo das Bauteil entstehen soll.

Methode 2 heisst Direct Laser Melting (DLM). Hier wird Metallpulver in den Laserstrahl hineindosiert und schmilzt an der Stelle, wo der Laserstrahl auf das bereits ausgedruckte Bauteil trifft. Schicht für Schicht wird Material hinzugefügt.



# B

Sehen, wo es schmilzt: Beim Selective Laser Melting (SLM) können Fotodioden die Farbe des Schmelzpool erkennen und die korrekte Arbeitstemperatur sicher stellen. Die Online-Überwachung hilft, Materialfehler zu vermeiden.



Hören, wie es erstarrt: Direct Laser Melting (DLM) ist ein lärmiges Geschäft. Die Empa lauscht der Kakophonie und kann heraushören, wann ein Materialfehler entsteht. Sofort werden Laserleistung und Druckgeschwindigkeit angepasst.



**A**  
Neue Materialien

**B**  
Verarbeitung

**C**  
Prozessüberwachung

**D**  
Veredelung

**E**  
Anwendung

Ein Rohling aus dem 3D-Druck ist zunächst porös und rau. Die Oberfläche lässt sich polieren und mit harten Schichten veredeln. Im Coating Competence Center der Empa werden solche Schichten entwickelt und hergestellt.



# D

Massgeschneiderte Implantate für die personalisierte Medizin: das Ersatzteil fürs Knochengerüst wird mit Hilfe bildgebender Verfahren entworfen, passgenau gedruckt, nachbearbeitet und eingebaut.



# E

Im 3D-Druck können Hochleistungsmaterialien erzeugt werden, die bisher nicht zugänglich waren: etwa Verbundstoffe aus Metall und Keramik, hochfeste Edelstähle oder Legierungen mit eingebauten magnetischen Feinstrukturen.



3D-Druck eröffnet völlig neue Freiheiten im Maschinenbau: Dies ist eine Halterung für Gurtschlösser am Auto-Rücksitz. Sie besteht aus einem Stück, 40 Prozent leichter und 20 Prozent steifer als das Original.



# ADDITIVE MANUFACTURING

zum Produkt



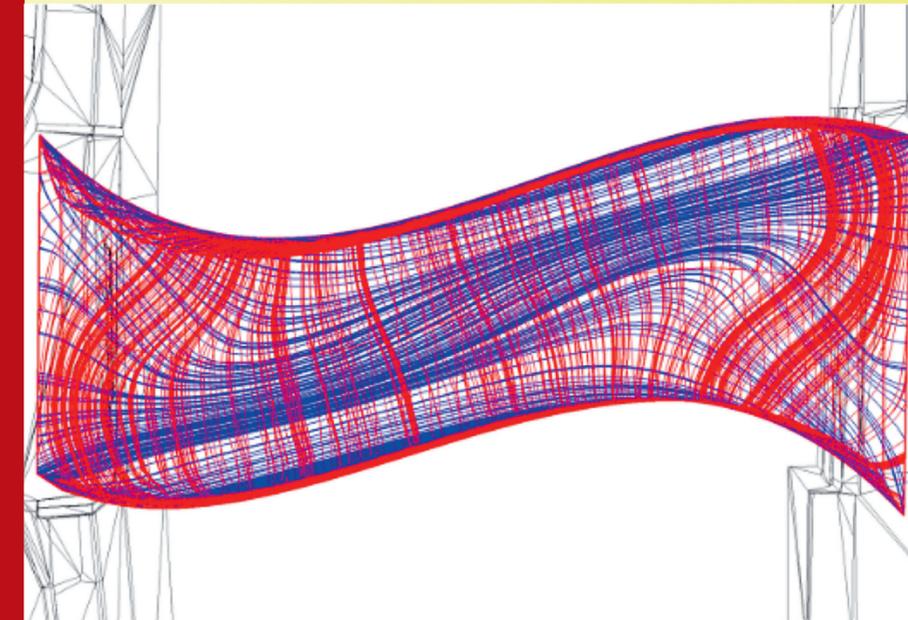
Im April 2018 ist die Brücke in voller Länge ausgedruckt. Hersteller ist das Amsterdamer Start-up MX3D. Die Brücke wird schliesslich einen Kanal im Amsterdamer Rotlichtbezirk überbrücken: den Oudezijds Achterburgwal.

Die Herstellung von Werkstücken aus Metall, Keramik oder Kunststoff mit Hilfe eines 3D-Druckers ist heute eine gängige Verarbeitungstechnologie. Der Vorteil ist, dass es keine speziell angefertigte Gussform braucht; das Werkstück kann gewissermassen «freihändig» in den Raum «hineingedruckt» werden. So werden Formen möglich, die mit herkömmlichen Methoden – etwa einer CNC-Fräse oder einer Gussform – niemals herstellbar wären. Dies eröffnet Konstrukteuren in allen Branchen phantastische, neue Spielräume.

Doch die Technik steckt vielfach noch in den Kinderschuhen: Entwicklungen auf diesem Gebiet wurden in den letzten Jahren vor allem in der Verfahrenstechnik vorangetrieben, während die Materialwissenschaften in der Freiformfertigung erst am Anfang stehen. Es gibt viel «trial and error» und noch zu wenige wissenschaftliche Grundlagen.

Die Empa trägt mit ihren Forschungsaktivitäten dazu bei, die Wissenslücken möglichst rasch zu schliessen.

Vom Entwurf



Belastungsberechnung für die erste 3D-gedruckte Stahlbrücke der Welt. Der Computere Entwurf wird als Datei einem 3D-Schweisroboter zugespielt. Dann beginnt die Produktion.