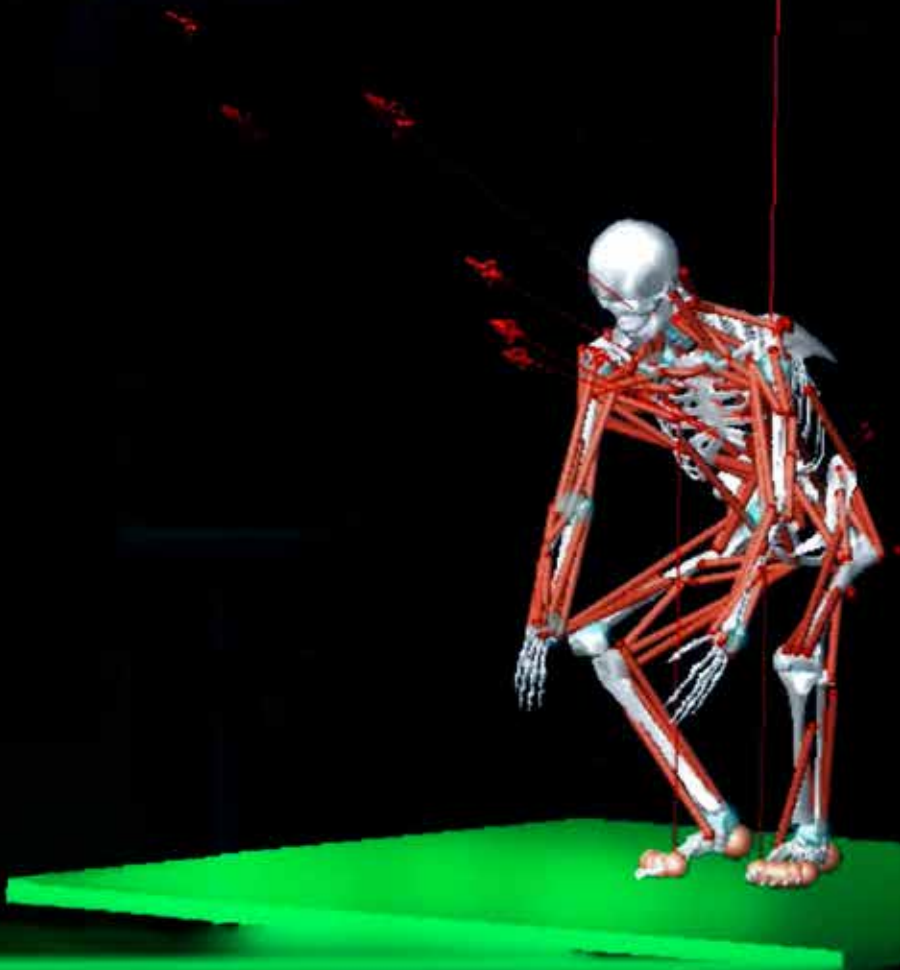


Empa **News**

Magazin für Forschung und Innovation
Jahrgang 13 / Nummer 48 / April 2015



Rückenschmerzen – eine Frage der Mechanik



Neue künstliche
Hüftgelenke

Portrait: Nano-Forscher
Oliver Gröning

Schmugglerbanden
im Fadenkreuz



MICHAEL HAGMANN Leiter Kommunikation

Keine Angst vor grossen Würfeln

Liebe Leserin, lieber Leser

Die Schweiz ist Innovationsweltmeister. Und das schon seit einigen Jahren. Seriensieger sozusagen, in verschiedenen Rankings. Das ist toll, und darauf können wir zu Recht stolz sein.

Daraus aber eine immerwährende, praktisch naturgegebene Überlegenheit des Schweizer Forschungs- und Innovationssystems abzuleiten, wäre fahrlässig. Sicher, wir machen vieles richtig. Aber auch wir können (und müssen) uns ständig weiter verbessern. Will man wettbewerbsfähig bleiben – und das will die Schweiz zweifelsohne –, gelte es, das «Abc des Zerfalls» zu vermeiden, warnte jüngst der US-Investor Warren Buffet: «arrogance, bureaucracy, complacency», also Arroganz, Bürokratie und Selbstgefälligkeit. Im internationalen Vergleich steht die Schweiz diesbezüglich (noch) gut da; doch wer sehen will, der erkennt auch hier zu Lande erste Anzeichen für eine derartige Entwicklung.

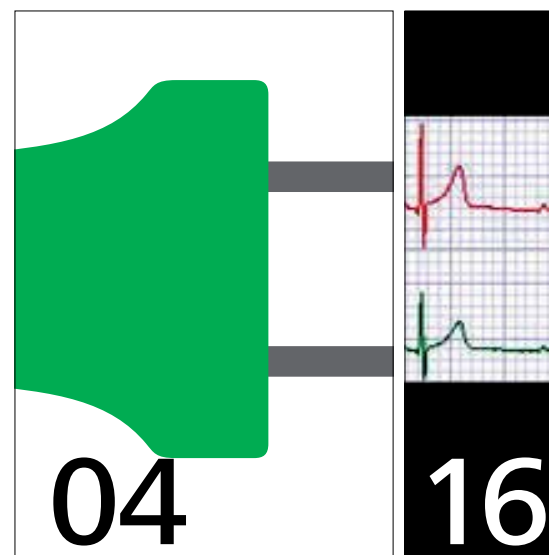
Was kann man also tun? Patentrezepte gibt es zwar keine; die Marschrichtung ist hingegen klar. Wir sollten unsere (durch Wohlstand und Erfolg bedingte) Risikoscheu ablegen, wir müssen wieder mutiger werden, dürfen keine Angst haben vor einem möglichen Scheitern und sollten immer wieder grosse Würfe wagen. Wie etwa mit dem Schweizer Innovationspark. Ob er ein Erfolg wird, steht zwar in den Sternen. Doch die (ursprüngliche) Vision dahinter ist der Schweiz würdig: ambitioniert, zukunftsorientiert, global.

Denn mit Kleingärtnerdenken und Vollkaskomentalität kann man sich nicht lange an der Spitze halten, sondern landet im Endeffekt dort, wo man hingehört: im Mittelfeld. Das darf für die Schweiz keine Option sein.

Viel Vergnügen beim Lesen!



06



04

16

Titelbild

Mit Hilfe des medizinischen Simulationsprogramms Open Sim der Stanford University lassen sich Bewegungen des menschlichen Knochengerüsts und Muskelapparats simulieren und die auftretenden mechanischen Kräfte berechnen. Die Empa nutzt Open Sim zur Analyse von Verschleisserscheinungen am Rückgrat. Seite 08



Fokus

Medizintechnik

- 06** **Unser Rückgrat – die unbekannte Mechanik**
Empa und Universität Pittsburgh kommen dem Verschleiss der Wirbelkörper auf die Spur.
- 10** **Hüftgelenksprothese als Kappe**
Künstliche Hüftgelenke halten 20 Jahre. Ein neuer Erst-Ersatz verschafft den Patienten mehr gesunde Lebenszeit.
- 14** **Licht statt Spritze**
Ein neu entwickelter Sensor kann Blutzucker durch die Haut messen. Frühgeborenen Babys erspart dies die Blutentnahme.
- 16** **Brustgurt fürs Herz**
Ein neuartiger Brustgurt, der sich selber feucht hält, erlaubt präzise Langzeit-EKG an älteren Patienten.



- 04** **Die ultraschnelle Stromtankstelle**
So tanken wir Elektroautos der Zukunft in nur fünf Minuten auf.
- 18** **Der in die Röhren schaut**
Oliver Gröning, Spezialist für Carbon-Nanotubes, wurde zum «Distinguished Senior Researcher» ernannt. Portrait.
- 22** **Schmuggler im Fadenkreuz**
Eine neue Röntgen-Software soll vollautomatisch Schmuggelware in Lastwagen erkennen.
- 23** **Nachgefragt**
Warum Journalistin Diana Hornung die Empa-Akademie besucht.

Impressum

Herausgeberin Empa, Überlandstrasse 129,
8600 Dübendorf, Schweiz, www.empa.ch /
Redaktion & Gestaltung Abteilung Kommunikation /
Tel. +41 58 765 47 33 empanews@empa.ch,
www.empanews.ch // Erscheint viermal jährlich
Anzeigenmarketing rainer.klose@empa.ch
ISSN 1661-173X





Die ultraschnelle Stromtankstelle

Sein Elektroauto in fünf Minuten auftanken – was bis jetzt unvorstellbar ist, soll ein neues Ladesystem der Empa möglich machen. Ganz ohne teure Infrastruktur, sondern an einer gewöhnlichen Industriesteckdose.

TEXT: Anemone Seger / BILDER: Empa / GRAFIK: iStockphoto

Ein Elektroauto hängt durchschnittlich sieben bis acht Stunden an einer Haushaltssteckdose, bis seine Batterie voll aufgeladen ist. An einer Schnellladestation wie CHAdeMO oder dem Tesla Supercharger dauert es je nach Auto nur noch zwischen 15 und 30 Minuten. Tanken in fünf Minuten – für Besitzer von herkömmlichen Autos mit Verbrennungsmotor selbstverständlich – ist für Elektroautobesitzer bis jetzt Wunschdenken. Dies könnte sich bald ändern.

Die Empa hat zusammen mit der ETH Zürich, der EPF Lausanne und der Berner Fachhochschule in einem von CCEM und swisselectric research finanzierten Projekt die UFCEV-Ladestation (Ultrafast Charging of Electric Vehicles) entwickelt. «Unsere Ladestation ist im Grunde eine riesige Batterie, sie wird langsam aufgeladen und gibt dann den Strom sehr schnell wieder ab», erklärt Donat Adams. Er forscht im Bereich Zuverlässigkeit und Sicherheit von Lithium-Ionen-Batterien und leitet das UFCEV-Projekt an der Empa. Die neue Technik soll den Traum endlich wahr werden lassen: Ein leergefahrenes Elektroauto ist in nur fünf Minuten wieder vollgeladen. Das Ladesystem braucht dafür keine teure Infrastruktur vom Elektrizitätswerk, sondern funktioniert an jeder gängigen 230-Volt-Steckdose mit 16-Ampère-Sicherung.

» **UFCEV**
Ultrafast Charging
of Electric Vehicles

Heutigen Elektroautos weit voraus

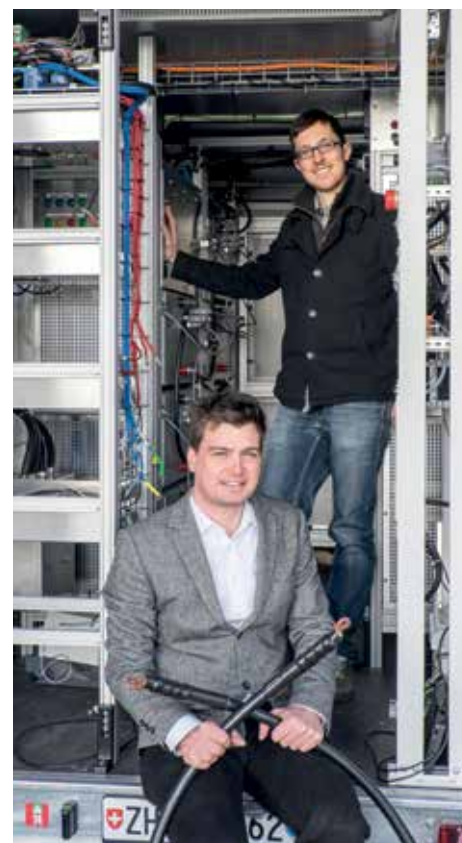
Da die UFCEV-Ladestation eineinhalb Tonnen wiegt und trotzdem mobil sein soll, haben sie die Forscher in einen Autoanhänger eingebaut. Aufladen kann man sie in knapp einer Stunde an einer gängigen Industriesteckdose. Im Innern der Ladestation wandelt ein Umrichter den Wechselstrom in Gleichstrom für die 15 Batterie-Elemente um. Die Batterie-Elemente bestehen aus mehreren Lithium-Eisenphosphat-Batterien. Dies hat zwei Gründe: Zum einen besteht bei ihnen keine Brandgefahr, zum andern sind sie langlebig. Die Forscher rechnen damit, dass die Batterien selbst in 20 Jahren noch zu gebrauchen sind. Ein eingebautes Ventilationssystem kühlt die Batterie-Elemente mit Luft, da sie sich im Betrieb erwärmen. Bei der Entladung regelt ein Spannungswandler präzise die Stromabgabe an ein angeschlossenes Elektroauto.

Im Januar war der Bau der UFCEV-Ladestation abgeschlossen. Trotzdem ist das Tanken in fünf Minuten noch nicht gleich morgen möglich. Denn die Batterien heutiger Elektroautos sind nicht in der Lage, die Energie über eine so kurze Zeit aufzunehmen, wie sie die UFCEV-Ladestation abgibt. «Beim Aufladen erwärmen sich die rund eineinhalb Tonnen schweren Batterie-Elemente der UFCEV-Ladestation um etwa sieben Grad. Die Batterie eines Elektroautos ist wesentlich kleiner. Würde nun die Batterie des Autos innerhalb von fünf Minuten aufgeladen werden, würde sie sich um 50 Grad und mehr erwärmen und dadurch kaputtgehen», erklärt Adams. Die UFCEV-Ladestation benötigt also passende Autobatterien, um ihre Leistungsfähigkeit voll auszuspielen zu können.

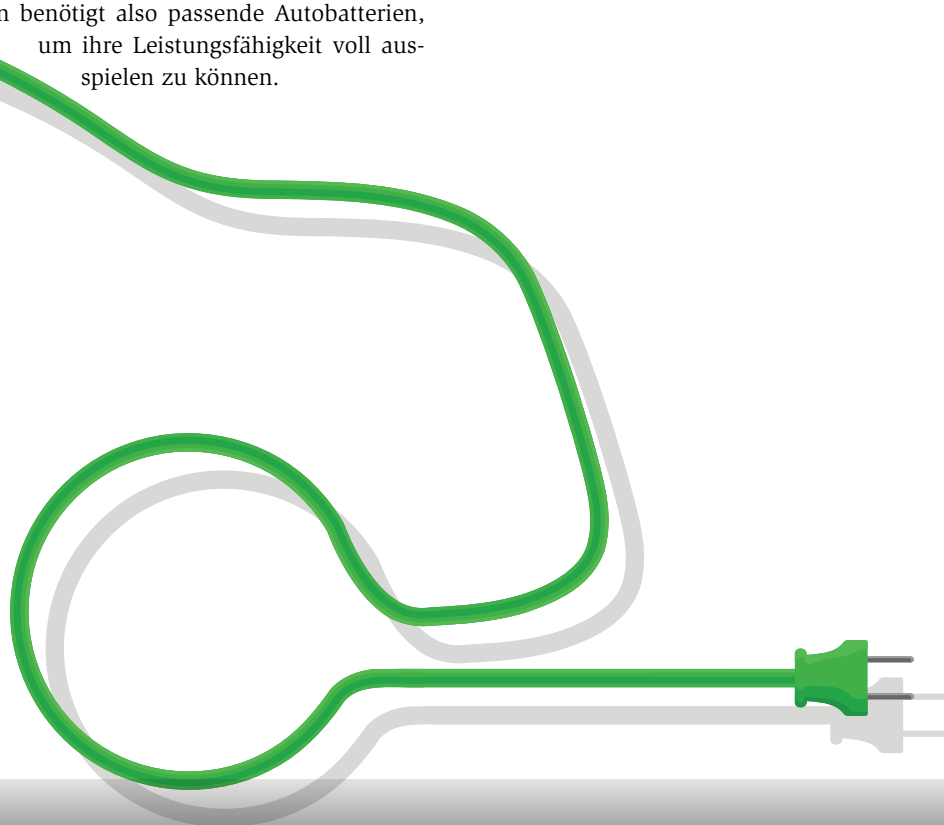
Ladestrom-Anschluss	Daten	Ladezeit für Elektro-PW
Haushaltsteckdose Schweiz	230 V und 10 A	7 bis 8 Stunden
Industriesteckdose Schweiz	230 V und 16 A	4 Stunden
Schnellladestationen (z.B. CHAdeMO oder Tesla Supercharger)	bis 500 V und 200 A	15 bis 30 Minuten
UFCEV-Ladestation	bis 700 V und 390 A	5 Minuten

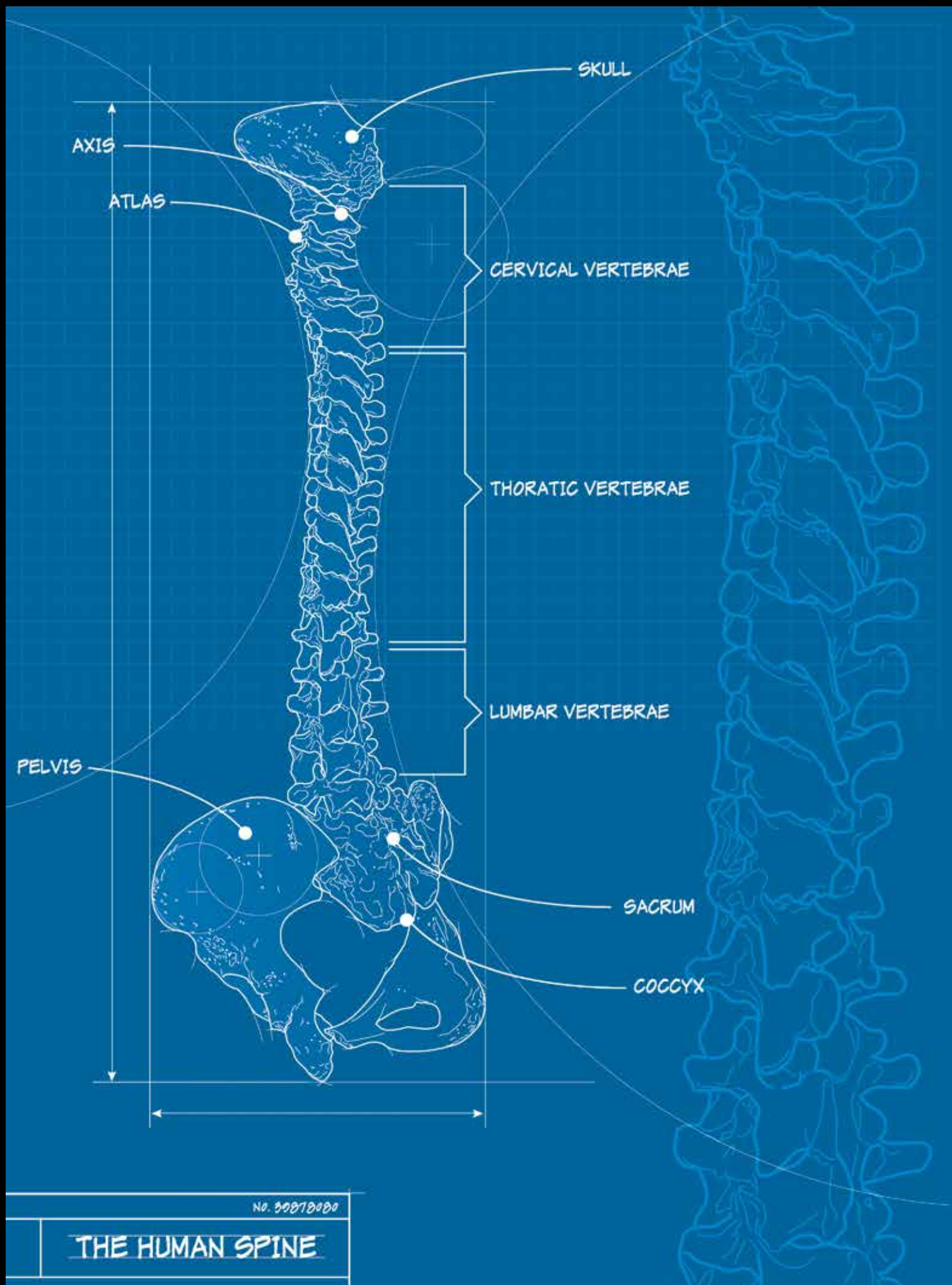
Einsatz und Pufferbatterie

Bis es so weit ist, steht die UFCEV-Ladestation aber nicht nutzlos herum. Schon jetzt kann sie als «normale» Schnellladestation eingesetzt werden; die Forscher können sie über den Spannungswandler so einstellen, dass sie ihre Ladung in rund 20 Minuten abgibt. Das ist in etwa das Maximum, das aktuelle Autobatterien aushalten. Adams, der auch an der EPF Lausanne im Bereich Energiespeicherung unterrichtet, ergänzt: «Wir prüfen auch andere Einsatzgebiete. Beispielsweise kann die UFCEV-Ladestation als Pufferbatterie benutzt werden und so das Stromnetz stabilisieren.» Dadurch lassen sich Differenzen zwischen Angebot und Nachfrage ausgleichen, indem die Ladestation immer dann aufgeladen wird, wenn überschüssiger Strom vorhanden ist, und wieder entladen wird, wenn kurzfristig Strom im Netz benötigt wird. //



Donat Adams (vorn) und Patrick Haldi von der Berner Fachhochschule Technik und Informatik installieren Hochleistungselektronik und Batterien. Das gesamte Schnelladesystem findet in einem Autoanhänger Platz.





NO. 30070000

THE HUMAN SPINE

Unser Rückgrat – die unbekannte Mechanik

Zusammen mit der University of Pittsburgh und der Universitätsklinik Balgrist entschlüsselt die Empa die Mechanik der unteren Rückenwirbel. Die Forscher können nun zeigen, wie es zum Verschleiss an Wirbelköpern und Bandscheiben kommt. Die gezielte Auswahl der richtigen Therapie wird dadurch einfacher.

TEXT: Rainer Klose / BILDER: iStockphoto, Empa, Chalmers University of Technology

Die einen sagen, Rückenschmerzen seien der Preis für den aufrechten Gang: Seitdem wir uns aufgerichtet haben, trägt die Wirbelsäule während vieler Stunden am Tag die gesamte Last von Kopf, Oberkörper und Armen. Das führe zu erhöhtem Verschleiss. Die anderen sagen, das Problem der Rückenschmerzen habe erst begonnen, als der Mensch sich hingekniet hat, um nachzudenken: Mangelnde Bewegung schwächt die Muskeln, dazu kommt Stress im Privatleben oder am Arbeitsplatz. Der Mensch laufe von Sorgen gebeugt durchs Leben; die Rückenmuskeln verkrampften immer mehr. Das Ende vom Lied: ein schmerzender Rücken.

Egal, welche Erklärung zutrifft, meist lässt sich das Problem durch Lockerung und Stärkung der Rückenmuskeln beheben. Doch bei jedem siebten Betroffenen gelingt dies nicht; selbst die Verabreichung von Opiaten hilft den Patienten dann nicht mehr. Hinter den Rückenschmerzen steckt in diesen Fällen ein mechanisches Problem. Nur eine Operation kann das Leiden beenden. In schweren Fällen werden die defekten Rückenwirbel oder Bandscheiben mit einer Metallkonstruktion überbrückt (intervertebrale Fusion). Das fixierte Segment verknöchert und kann zunächst keine Schmerzen mehr auslösen. Doch derartige Reparatur-Operationen bringen den Patienten nur für wenige Jahre Linderung, dann tritt das Problem an den benachbarten Wirbeln erneut auf. Die Frage ist: Warum ist das so, und wie könnte man das verhindern?

Eine Frage des Maschinenbaus

Bernhard Weisse forscht mit seinem Team an der Empa an genau diesen mechanischen Fragen. Um zu verstehen, warum und wie schnell eine Bandscheibe verschleisst, müssen die Forscher die Kräfte kennen, die in diesem Bereich wirken. Und dazu wiederum braucht es eine exakte Kenntnis der Form, der Elastizität und der Beweglichkeit der einzelnen Elemente – es ist eine Fragestellung für Maschinenbauingenieure, ähnlich wie im Brückenbau, der Schiffskonstruktion oder der Entwicklung von Fahrwerkskomponenten für Autos.

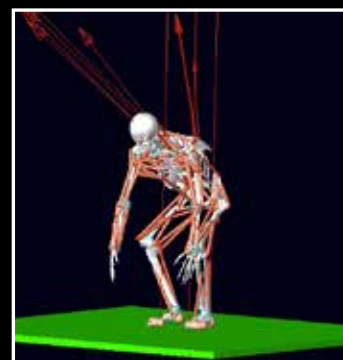
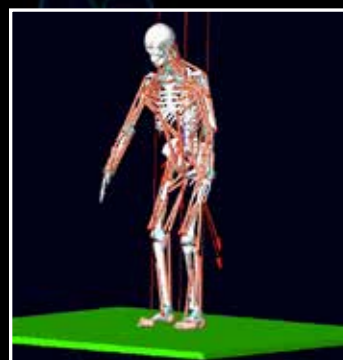
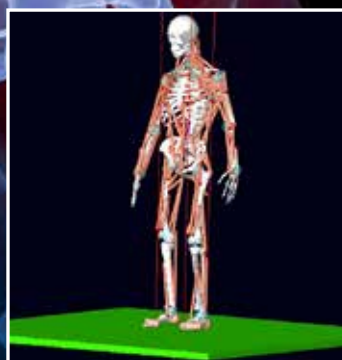
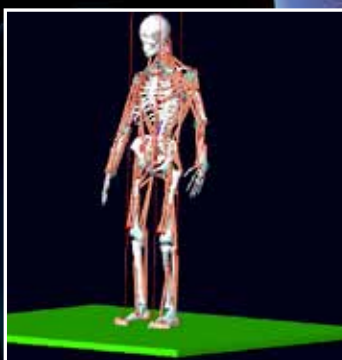
Medizinische Statistiken zeigen, dass bis zu 27 Prozent der Patienten, die sich einer lumbaren Spondylodese (Wirbelkörperverblockung) unterzogen haben, einen Rückfall erleiden. Doch das Risiko ist ungleich verteilt: Sitzt das Rückgrat fast vertikal über dem Hüftgelenk, dann ist die Rückfallquote klein. Beträgt die sagittale Fehlausrichtung, die die Lage des Rückgrats zum Hüftgelenk berücksichtigt, jedoch mehr als 15°, dann ist das Rückfallrisiko um das Vierfache erhöht.

Der Skelett-Simulator

In einem ersten Schritt feilten die Empa-Forscher an der theoretischen Grundlage: Marco Senteler fütterte das Computerprogramm OpenSim mit Wirbelsäulengeometriedaten von 81 Patienten – ein vom NCSRR (National Center for Simulation in Rehabilitation Research) der Stanford University entwickeltes, weltweit genutztes Simulationsprogramm für den menschlichen Bewegungsapparat. Dann galt es, die Biomechanik der Wirbelsäule in dieser Computersimulation möglichst genau abzubilden: Verhält sich eine Bandscheibe wie ein Kugelgelenk? Oder eher wie ein Gummilager? Welchen Einfluss haben die Muskeln dabei – bleibt das Gummilager immer gleich steif, oder verändert sich die Steifigkeit, abhängig vom Biegungswinkel? Hierfür arbeitete die Empa mit dem Laboratorium für orthopädische Biomechanik der Uniklinik Balgrist (Universität Zürich) und dem Institut für Biomechanik der ETH Zürich zusammen.

Den Wissenschaftlern gelang es mit Hilfe des Computermodells, die Mechanik nachzubilden – so kamen sie der Ursache des höheren Rückfallrisikos bei Patienten mit einer Fehlausrichtung der Wirbelsäule näher. Schon im nicht-operierten Zustand hat eine Wirbelsäule mit einer relativ grossen Fehlstellung demnach deutlich höhere Kräfte auszuhalten. Wenn der Mensch sich nach vorn beugt, um eine Last zu heben, sind die Bandscheiben um bis zu 34 Prozent stärker belastet. Geht eine Bandscheibe kaputt und wird überbrückt, steigt die Belastung in den Nachbargelenken noch weiter an und kann bis zu 45 Prozent höher sein als beim gesunden Menschen. Kein Wunder, dass der Verschleiss rapid zunimmt.

Doch allein mit der Computeranalyse eines Gesundheitsproblems kann sich die Forschung nicht zufriedengeben. Ziel ist es schliesslich, für jeden Patienten eine individuelle Diagnose zu



stellen und daraufhin die passende Therapie zu empfehlen. Also initiierte Bernhard Weisses Team ein Folgeprojekt und erhielt dafür Mittel vom Schweizerischen Nationalfonds. Nun galt es, genaue Aufnahmen der Wirbelsäule der Patienten anzufertigen – und zwar in vivo, während sie sich bewegen.

Wenn Röntgenbilder laufen lernen

Forscher der University of Pittsburgh in den USA haben ein neuartiges 3-D-Röntgen-Videosystem entwickelt. Es nennt sich «Digital Stereo-X-Ray Imaging» (DSX) und kann die Bewegung der Wirbelsäule mit 250 Bildern pro Sekunde wiedergeben, während die Position der Wirbel auf 0,2 Millimeter genau zu sehen ist. Dies bei sehr geringer Röntgendosis. Der Trick dabei: Die unscharfen Röntgenbilder der Bewegung werden mit scharfen CT-Bildern des still liegenden Patienten im Computer kombiniert.

Einer der dort tätigen Forscher, Ameet Aiyangar, war bereits im Jahr 2009 als Gastwissenschaftler an der Empa und kehrt nun an die Empa zurück. In Pittsburgh hat er zwölf gesunde Menschen Gewichte heben lassen und hochauflösende Filme ihrer Wirbelsäulenbewegung produziert. Derzeit ist Aiyangar dabei, die aufgenommenen Röntgenfilme mit den Computermodellen des jeweiligen Probanden abzugleichen.

Nachdem das Modell für gesunde Menschen stimmig ist, wollen die Forscher mit dieser Methode die Problematik der Spondylodese (Wirbelkörperverblockung) untersuchen. Dazu werden Patienten vor und nach der Operation mit dem DSX-System gefilmt und die Bewegung ihrer Wirbel analysiert. So lässt sich bestimmen, welche Kräfte im Bereich der unteren Wirbelsäule vor der Operation gewirkt haben und was die Überbrückung der Wirbel an dieser Kräfteverteilung geändert hat. Erstmals in der Medizingeschichte wird es dadurch möglich, den Bewegungs- und Belastungsverlauf und

die Bewegungsmuster der einzelnen Wirbel und Bandscheiben vor und nach der Wirbelüberbrückung mit dieser Methode in vivo zu vergleichen – und zwar spezifisch für jeden Patienten. Die Untersuchung wird helfen, den Verschleiss von Rückenwirbeln besser zu verstehen und die Ursache von Schmerzen im unteren Rückenbereich genauer zu lokalisieren.

In Zukunft könnte es eine derartige Computeranalyse für alle Rücken-OP-Patienten geben. Der Arzt kann dann leichter entscheiden, für welche Patienten eine Überbrückungsoperation ratsam ist und für welche nicht. Dank der gewonnenen Daten können in Zukunft auch Wirbelsäulenimplantate mit besserem Design (z. B. nachgiebige Bandscheibenprothesen) entwickelt werden. Die unbekannte Mechanik der Wirbelsäule hätte dann etwas von ihrem Mysterium verloren. //



Video
Simulation der Kraftverteilung im Rücken, wenn ein Mensch eine Last hebt (siehe auch Bilder unten).

<http://youtu.be/XYpGCnIJWVw>



Video
So funktioniert Open Sim – das Programm, das Kräfte und Mechanik im menschlichen Skelett berechnet.

<https://youtu.be/ME0VHfCtIM0>

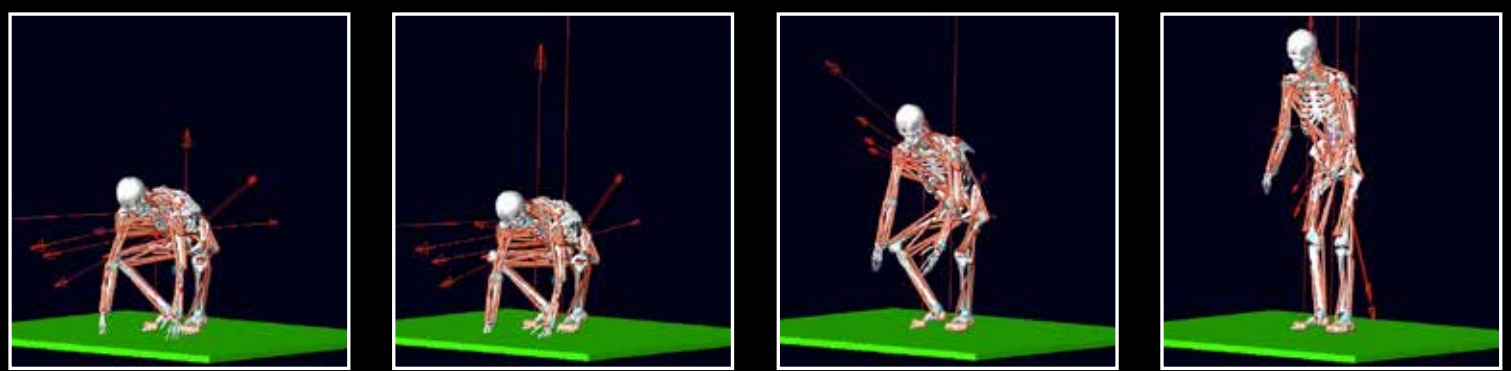
Empa MedTech Day am 20. Mai 2015

Die Empa ist an vielerlei Materialforschungsprojekten für den Medizinbereich beteiligt: So werden etwa metallische oder keramische Implantate entwickelt und neuartige Implantat-Oberflächen mit Hilfe spezieller Zellkulturen überprüft. Einen Überblick über die Medizinforschung an der Empa bietet der «MedTech Day» am 20. Mai 2015 ab 8.30 Uhr in der Empa-Akademie, Dübendorf. Am Nachmittag bietet das «Science Speed Dating» eine gute Gelegenheit, Forschungstemen direkt mit den Experten und Expertinnen der Empa zu besprechen und mögliche Partnerschaften auszuloten. Infos und Anmeldung unter www.empa.ch/ibmtd. Die Teilnahme ist kostenlos, Anmeldeschluss ist der 8. Mai 2015.

Zusammenarbeit mit Uni-Klinik Balgrist

Die Forscher der Empa arbeiten in mehreren Projekten eng mit Medizinern der Universitätsklinik Balgrist zusammen, einem weltweit führenden, hoch spezialisierten Kompetenzzentrum für die Abklärung, Behandlung und Nachbetreuung aller Schädigungen des Bewegungsapparates. Dieser Forschungsverbund wird bald weiter vertieft: Im Herbst 2015 wird der Balgrist Campus fertiggestellt sein, ein privat finanziertes Forschungszentrum in unmittelbarer Nachbarschaft zur Uni-Klinik, welches die Erforschung des Bewegungsapparates fördern und innovative Erkenntnisse gewinnen soll. www.balgristcampus.ch

Mit Hilfe des Programms Open Sim der Universität Stanford berechnet die Empa die Kraftverteilung im Rücken, wenn ein Mensch eine Last hebt.



Hüftgelenksprothese als Kappe

Künstliche Hüftgelenke halten rund 20 Jahre; beliebig oft ersetzen lassen sie sich allerdings nicht. Durch eine Art Schutzkappe wollen Empa-Forscher zusammen mit dem Schweizer Implantathersteller Metoxit AG den Gelenkersatz so lange wie möglich hinauszögern.

TEXT: Letizia Kruppenacher / BILDER: Empa

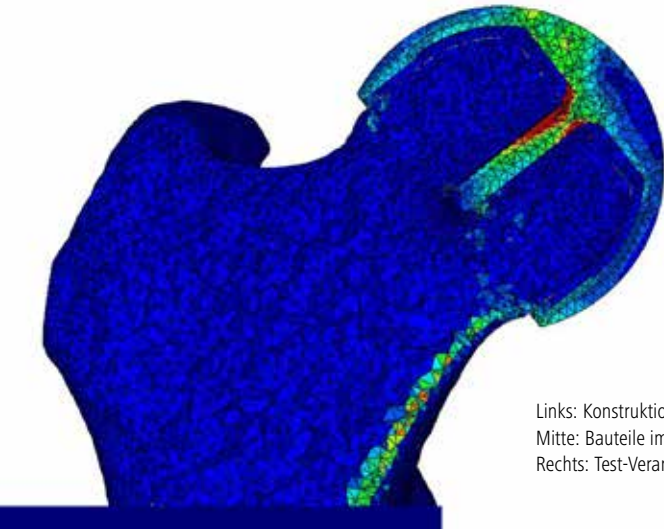
Eine Arthrose im Hüftgelenk ist nicht nur schmerzhaft, sondern schränkt die Bewegungsfreiheit der Betroffenen auch immer stärker ein. Als letzter Ausweg bleibt oft nur noch eine Hüftprothese. Heute hält ein derartiger Gelenkersatz durchschnittlich 20 Jahre. Die häufigste Ursache für den Ausfall einer Prothese ist die so genannte aseptische Lockerung der Prothese. Auf deutsch: Die Prothese fängt an zu wackeln. Dann muss das künstliche Hüftgelenk gegen ein neues ausgetauscht werden. Das jedoch lässt sich mit den heute in der Hüfte eingesetzten Schaftprothesen nicht beliebig oft wiederholen. Denn bereits für die erste Schaftprothese muss der ganze Oberschenkelhalsknochen entfernt werden; für jede weitere Prothese muss der Operateur den Knochenchaft weiter aufbohren; irgendwann ist dann aber die Knochenwand zu dünn.

Um bei einer Hüftgelenksschädigung den Oberschenkelhalsknochen so lange wie möglich zu erhalten, wurden vor einigen Jahren Oberflächenersatzprothesen entwickelt. Für deren Montage wird nur die Knochenoberfläche abgefräst und eine Kappe – eine so genannte Resurfacing-Prothese – direkt auf den Oberschenkelkopf gesetzt. Die dazugehörige Pfanne (die ebenfalls ersetzt werden muss) wird im darüber liegenden Hüftknochen verankert. Vorteil für den Patienten: Die Knochensubstanz des Oberschenkels bleibt erhalten.

Metall im Blut

Oberflächenersatzprothesen bestehen bisher aus einer Kobalt-Chrom-Legierung und warfen oft Probleme auf: Wenn die Metalloberflächen von Kappe und Pfanne aneinander reiben, gelangen Metallpartikel in den Körper. Als Folge davon treten Allergien, Entzündungen, Nekrosen oder sogar Vergiftungen auf.

Um dieses Problem zu lösen, hat die Schweizer Metoxit AG in Zusammenarbeit mit der Empa eine neue Prothese aus Keramik entwickelt. Dabei handelt es sich aber nicht um Keramik wie in Teetassen oder Blumentöpfen. Im Gegensatz zu solcher Low-tech-Keramik kommt für die neue Prothese indes eine hochfeste Mischkeramik aus Zirkonoxid und Aluminiumoxid zum Einsatz, bekannt unter der Abkürzung ATZ (alumina-toughened zirconia). Metoxit hat diese extrem feste, harte und langlebige Hochleistungskeramik entwickelt und setzt sie schon erfolgreich bei Zahnimplantaten ein. Gegenüber Metalllegierungen hat dieses Material einen sehr viel geringeren Abrieb – ist also verschleißfester. Ihre gute Biokompatibilität vermindert zudem das Risiko von immunologischen Reaktionen, selbst wenn es zu Abrieb kommen sollte.



Links: Konstruktionschema einer Resurfacing-Prothese
Mitte: Bauteile im Vergleich zu herkömmlicher Hüftprothese
Rechts: Test-Verankerung in künstlicher Knochensubstanz

Die Empa-Forscher Bernhard Weisse und Sebastian Valet haben das Design und die Grobstruktur der neuen Keramikprothese entwickelt und optimiert. Die Kappe und die Pfanne werden im Gegensatz zu den heute erhältlichen modularen Systemen aus einem Stück hergestellt. So wird das Einsetzen der Prothese deutlich einfacher. Aber das Design muss auch bestmöglichen Halt gewährleisten. «Dazu sind mehrere Rillen und Widerhaken in die Oberfläche der Pfanne gedreht und geschliffen, die sich nach dem Einsetzen im umgebenden Beckenknochen verkeilen», erläutert Weisse. Dies sichert von Anfang an eine gute Grundstabilität. Auf der gegenüberliegenden Seite wird die Oberfläche des Oberschenkelkopfs so zurechtgefräst, dass die Kappe nur aufgesetzt werden muss und sofort hält.

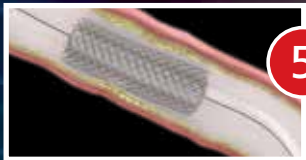
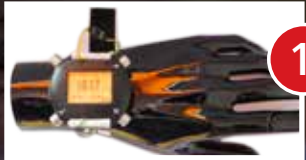
Knochenzellen sollen anwachsen

Damit die Prothese aber langfristig stabil bleibt, müssen Knochenzellen an der Oberfläche anwachsen können. Um eine Oberflächenstruktur zu finden, bei der die Zellen optimal an die Prothese anwachsen, führen Katharina Maniura und ihr Team an der Empa Zellbesiedlungsversuche an einer porösen und rauen Oberfläche durch, auf der sich Knochenvorläuferzellen vermehren. Als Vorbild dienen Strukturen, mit denen Zahnimplantate bereits erfolgreich in den Kieferknochen eingewachsen sind. Knochenzellen aus verschiedenen Körperregionen unterscheiden sich allerdings deutlich voneinander. In einem nächsten Schritt gilt es daher, die Implantatoberfläche auf die speziellen Anforderungen von Hüftknochen anzupassen. //

Bernhard Weisse überprüft mit einer Zugvorrichtung, wie fest die Prothese sich in künstlichem Knochenmaterial verankern lässt. Das Design der Rillen und Widerhaken ist entscheidend.



Reparatursatz für den me



enschlichen Körper

Nicht nur beim Leistungssport ist der Körper hohem Verschleiss ausgesetzt. Knochen, Muskeln und Blutgefässe verändern sich im Alter, durch Krankheiten oder Unfälle. Dann braucht der Mensch ein Ersatzteil. Diese müssen sich gut mit dem Körper vertragen – und sie müssen lange halten. Die Empa entwickelt neuartige Diagnosegeräte und verbesserte Ersatzteile für ein langes, aktives Leben.



- 1 Blutdruckmesser am Handgelenk**
Konventionelle Blutdruckmessungen sind unangenehm und können nur periodisch durchgeführt werden. Ein neues System, kaum grösser als eine Armbanduhr, soll die Überwachung in Zukunft wesentlich vereinfachen. (EmpaNews Nr. 41, Seite 25)
- 2 Blutzucker-Messung durch die Haut**
Eine neuartige Membran kann den Blutzuckerspiegel durch die Haut ermitteln. Noch funktioniert das nur an Neugeborenen. In Zukunft könnten auch Erwachsene die Technik nutzen. (dieses Heft, Seite 14)
- 3 Versteifung der Halswirbelsäule**
Ein Bruch der Halswirbelsäule wird mit einem sogenannten Cage repariert – ein winziger Käfig stützt die geborstenen Wirbel und verwächst mit dem Knochengestüst.
- 4 EKG-Gurt**
Ein Brustgurt aus leitfähigen Textilien ermöglicht schonende Langzeit-EKG's für ältere Patienten. Um zuverlässige Messwerte zu erfassen, muss der Sensor sich selbst feucht halten. (dieses Heft, Seite 16)
- 5 Bioabbaubarer Stent**
Verschlossene Herzkranzgefässe werden mit einem Stent erweitert. Die Empa entwickelt gemeinsam mit der Walliser Fachhochschule HES-SO einen mechanisch festen Stent mit Überzug aus bioabbaubarem Polymer. Die Oberfläche löst sich allmählich auf und gibt dabei Medikamente ab, die die Arterie offen halten.
- 6 Bandscheibenersatz**
Bewegliche Bandscheibenimplantate müssen höchste Beanspruchung aushalten. Die Empa hat Beschichtungen entwickelt, damit ein solches Bauteil ein Menschenleben lang hält. (EmpaNews 45, Seite 26)
- 7 Kraft-Forschung am Rückenwirbel**
Defekte Rückengelenke werden bisweilen mit Metallkonstruktionen überbrückt (intervertebrale Fusion). Doch dadurch verschleissen die Nachbargelenke umso schneller. Die Empa untersucht die Kräfteverhältnisse im Rücken und hilft, alternative Therapiemethoden zu finden. (dieses Heft, Seite 6)
- 8 Künstliche Hüftgelenke für junge Patienten**
Künstliche Hüftgelenke halten rund 20 Jahre. Doch beliebig viele lassen sich nicht nacheinander einsetzen. Die Empa entwickelt eine «Kappen-Lösung», als Erstimplantat. So kann das Folge-Implantat in einen intakten Hüftknochen eingebaut werden. (dieses Heft, Seite 10)
- 9 Design und Farbcodierung**
Knochenschrauben und –Platten sind Spezialbauteile. Die Empa optimiert das Design, das Material und seine Oberfläche und sorgt so für maximale Festigkeit. Eine biologisch neutrale Farbcodierung für Platten und Schrauben erleichtert im Operationssaal die Arbeit und vermeidet Fehler. (EmpaNews 37, Seite 20).

Dank eines neu entwickelten Sensors, der den Blutzucker durch Hautkontakt misst, ist keine Blutentnahme mehr nötig. Eingesetzt werden soll Glucolight zunächst bei Frühgeborenen.

TEXT: Anemone Seger / BILDER: Empa

Jedes zwölfte Kind in der Schweiz wird zu früh geboren. Bei diesen Frühgeborenen, Frühchen genannt, muss der Blutzuckerspiegel genau überwacht werden, denn bei einer länger andauernden Unterzuckerung kann es zu Störungen in der Gehirnentwicklung kommen. Bei dieser Überwachung waren bis jetzt Blutentnahmen unvermeidbar. Gerade wenn der Blutzuckerwert in einem kritischen Bereich liegt, müssen die Ärzte dem Baby stündlich Blut entnehmen; das hat Blutverlust, Schmerzen und Stress zur Folge. Die Empa hat daher während rund fünf Jahren zusammen mit dem Universitätsspital Zürich in einem vom Schweizerischen Nationalfonds (SNF) finanzierten Projekt den Sensor Glucolight entwickelt, der gänzlich ohne Blutentnahme den Blutzuckerspiegel über die Haut misst. «Da bei den Frühchen die oberste Hautschicht noch fehlt, ist ihre Haut durchlässig für Glukose. Darum kann man bei ihnen den Blutzucker sehr gut über die Haut messen», erklärt Projektleiter Martin Wolf von der Klinik für Neonatologie vom Universitätsspital Zürich.

Zwar gibt es bereits Hautsensoren, diese müssen vor dem Gebrauch jedoch kalibriert werden. Und dazu muss der Permeabilitätswert der Haut bekannt sein. Dieser ist abhängig beispielsweise von der Hautstelle, der Temperatur und dem pH-Wert. Um den Wert zu ermitteln, bestimmt man über eine Blutprobe den Blutzuckerwert und misst gleichzeitig den Glukosegehalt auf der Haut. Mit diesen zwei Messwerten lässt sich die Permeabilität berechnen und der Sensor kalibrieren.

Damien de Courten,
Doktorand im Team von
Projektleiter Martin Wolf,
präsentiert den Messkopf
mit der «smarten» Membran.

Licht statt Spritze

Intelligente Membran

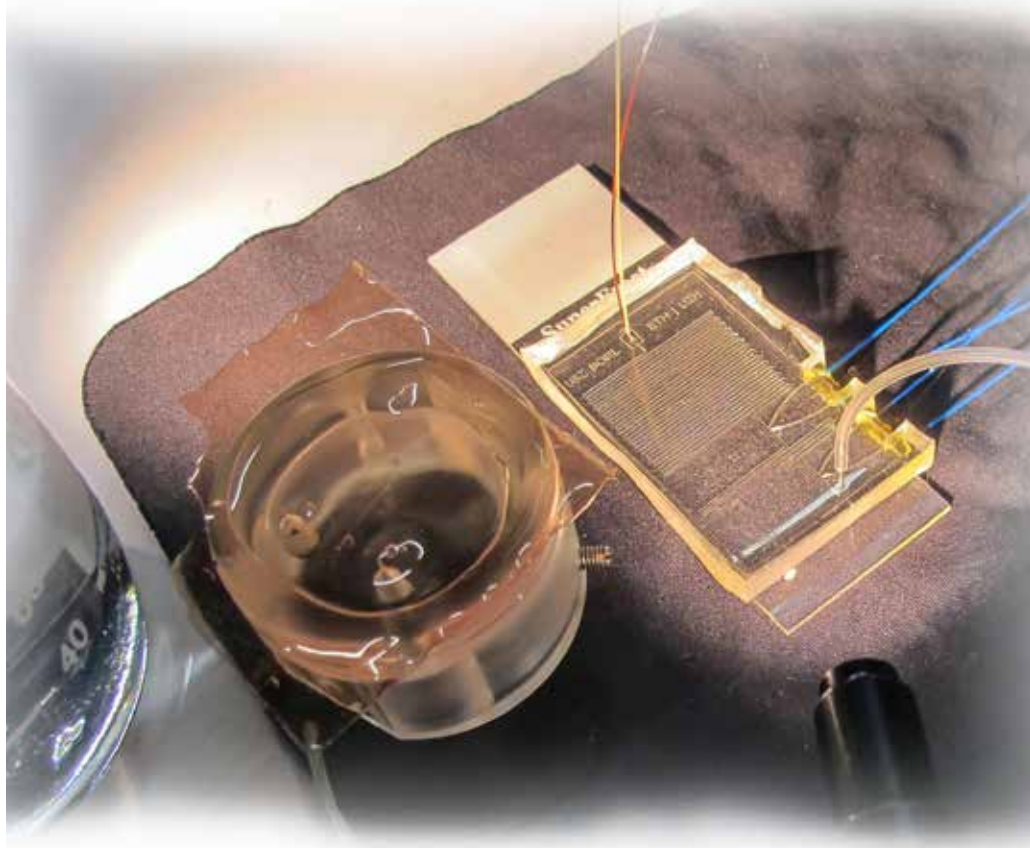
Glucolight erspart den Frühchen die Blutentnahmen und ermöglicht gleichzeitig eine permanente Überwachung des Blutzuckerspiegels. Der Sensor besteht aus mehreren Teilen: ein Mikrodialyse-Messkopf, der am Universitätsspital Zürich entwickelt wurde, mit einer an der Empa entwickelten «smarten» Membran, Lichtquellen, eine Pumpe und ein Mikrofluidik-Chip mit Fluorometer, das ebenfalls am Universitätsspital Zürich entwickelt wurde.

«Die an der Empa entwickelte und hergestellte Membran enthält spezielle Farbstoffmoleküle, so genannte Spiropyrane», erklärt Luciano Boesel von der Abteilung Schutz und Physiologie. Werden diese Spiropyranmoleküle mit UV-Licht bestrahlt, verändern sie ihre chemische Struktur, sie werden geladen (polarer). Bei der Bestrahlung mit sichtbarem Licht kehren sie zurück zu ihrer ursprünglichen, neutralen Struktur. Dies bewirkt, dass sich die Membran bei Bestrahlung mit UV-Licht «öffnet». Bei Bestrahlung mit sichtbarem Licht passieren dagegen weniger Glukosemoleküle die Membran.

Für die Messung wird der rund drei Zentimeter grosse Messkopf dem Baby auf die Haut geklebt. Anschliessend wird der Messkopf mit sichtbarem Licht bestrahlt – einige Glukosemoleküle diffundieren von der Haut durch die Membran. Dahinter wird die Glukose mit einer Flüssigkeit gemischt und durch den Mikrofluidik-Chip gepumpt. Dabei werden Enzyme beigemischt, welche eine Reaktion auslösen. Bei der Reaktion tritt eine Fluoreszenz auf, welche das Fluorometer misst, und der Computer errechnet daraus die Glukosekonzentration. Danach wird der Vorgang mit UV-Licht wiederholt. Über diese zwei unterschiedlichen Werte berechnet der Computer dann den Blutzuckerwert der Frühchen.

Nächster Schritt: klinische Studien

Die Patentanmeldung für Glucolight ist Mitte 2014 erfolgt. «Wir hoffen, dass wir Glucolight im Laufe des Jahres 2015 am Universitätsspital Zürich erstmals klinisch testen



können», so Projektleiter Wolf. Bis Glucolight standardmässig eingesetzt werden kann, dürfte es aber noch einige Jahre dauern. Zurzeit stehen die Empa und das Universitätsspital Zürich in Verhandlungen mit Partnern für die industrielle Herstellung des Sensors. Für in Zukunft können sich die Forscher vorstellen, Glucolight auch in anderen Bereichen, beispielsweise bei Diabetikern, einzusetzen.

Auch für Medikamentengabe einsetzbar

Im Zuge des «Forschungsprojekts Glucolight» entdeckten die Forscher eine weitere Anwendungsmöglichkeit für die Membran. Ihre «schaltbare» Durchlässigkeit lässt sich auch in umgekehrte Richtung nutzen: in einem Wirkstoffpflaster. Statt eines Messkopfs befindet sich hinter der Membran ein Wirkstoffdepot. Durch Bestrahlung mit UV-Licht wird die Membran durchlässiger, und der Wirkstoff wird schonend über mehrere Stunden über die Haut abgegeben. Auf dieser Grundlage entwickelte die Empa zusammen mit dem Universitätsspital Zürich ein Koffein-Pflaster gegen die bei Frühchen häufigen Atemstillstände. Über diese Anwendung berichteten wir in Empa News Nr. 47 vom Januar 2015. //

Zunächst diffundieren Glukosemoleküle von der Haut durch die Membran (links). Dann werden Enzyme beigemischt und die Lösung durch den Mikrofluidik-Chip (rechts) gepumpt. Eine Fluoreszenzmessung erlaubt es, den Glukosegehalt im Blut zu errechnen.



Video
«Intelligent materials take care of premature infants»

https://youtu.be/GPCws_IHtDM

Brustgurt fürs Herz

Ein Empa-Team hat einen Brustgurt für die Langzeitüberwachung von Herz-Kreislauf-Patienten entwickelt. Das Besondere am Gurt, der das Elektrokardiogramm (EKG) aufzeichnet: Er hält sich selber feucht – was für zuverlässige Signalerfassung unerlässlich ist.

TEXT: Martina Peter / BILDER: Empa, iStockphoto

Die Nachfrage nach EKG-Messgeräten steigt. Nicht nur Spitäler und Reha-Kliniken sind an Geräten für die Langzeitüberwachung von Herz-Kreislauf-Patienten interessiert. Auch der Trend, die eigenen Gesundheitsdaten zu sammeln und zu überwachen, boomt. Das Problem: Für zuverlässige Langzeit-EKG kamen bis anhin Gel-Elektroden zum Einsatz. Nach spätestens 24 Stunden trocknen diese jedoch aus und geben keine geeigneten Signale mehr ab. Sie eignen sich nur bedingt für ältere Menschen, die häufig weniger schwitzen und sich wenig bewegen.

Die Idee, einen EKG-Gurt für den Langzeiteinsatz mit benetzbaren Elektroden zu entwickeln, sei schon vor einiger Zeit entstanden, erklärt Markus Weder von der Empa-Abteilung «Schutz und Physiologie» und Leiter des Projekts, das von der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) unterstützt wurde. «Die Lösung, wie wir Elektroden dosiert benetzen können, kam aus einem ganz anderen Projekt, in dem wir Kühلبekleidung für Multiple-Sklerose-Patientinnen und -Patienten entwickelt haben, wo die gleiche Technologie zum Kühlen genutzt wird.»

Künstlicher Schweiß aus dem «Reservoir»

Damit die metallischen Sensoren die Körpersignale optimal registrieren und stabil übertragen



können, muss es zwischen Elektrode und Haut ganz leicht feucht sein – etwa so, wie wenn man schwitzt. Um eine Art «Schweiss» zu generieren, entwickelte Weders Team flexible Befeuchtungselemente, die sich mit rund 30 Milliliter Wasser befüllen lassen. Sie sorgen dafür, dass die Haut permanent feucht bleibt.

Beim «Reservoir» handelt es sich um einen Hohlraum zwischen einer wasserdichten Membrane und einer dampfdurchlässigen Textilschicht. Anstatt die Schichten zusammenzunähen, schweißten sie die Empa-Wissenschaftler mit einer von ihnen perfektionierten Technik mittels Laser zusammen. Die Schweißnähte sind dadurch extrem dicht: wasser-, dampf- und gar luftdicht. Das Wasserreservoir gibt über 24 Stunden hinweg kontinuierlich Wasserdampf ab. Am nächsten Tag kann man es einfach nachfüllen.

Nanometerdünne Plasma-Beschichtung

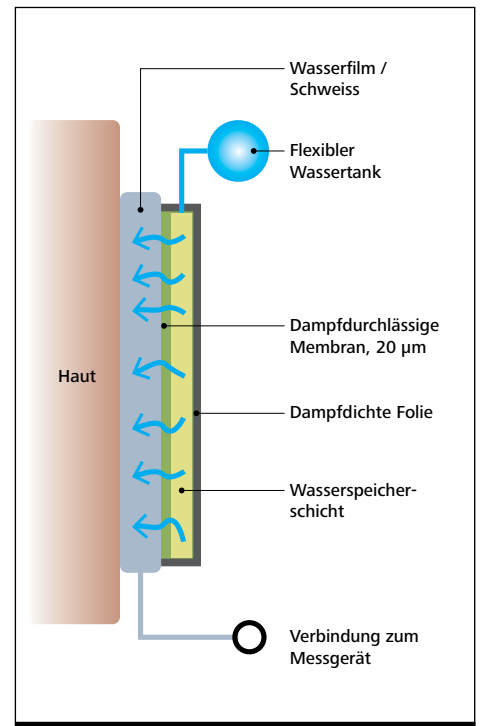
Befeuchtet werden Elektroden-Pads, die mit einer speziellen Faser bestickt sind. Die Pads können nicht nur die Herzfrequenz erfassen, sondern sämtliche Körpersignale, die für kardiologische Zwecke benötigt werden. Die Fasern aus Polyethylenterephthalat (PET) wurden mit einer an der Empa entwickelten Plasmaanlage beschichtet. «So entstehen ausserordentlich dünne Schichten», erklärt Dirk Hegemann, Spezialist für funktionale Textilbe-

schichtungen an der Empa-Abteilung «Advanced Fibers». Die ca. 100 Nanometer dünne Silberschicht sorgt dafür, dass die elektrischen Impulse weitergeleitet werden und dass sich keine Mikroorganismen ansiedeln können. Die darüber liegende vier bis sieben Nanometer dicke Schicht aus Titan sorgt für stabile Signale und verhindert, dass Hautreizungen entstehen oder Silberpartikel freigesetzt werden.

Strenge Auflagen für EKG-Geräte

Je zwei gestickte Sensoren-Pads werden in den EKG-Gurt eingearbeitet. Sie sind direkt mit einem Datenlogger verbunden. Die aufgezeichneten Signale werden an eine Datenzentrale oder an ein Standard-Überwachungsgerät weiterleitet. Da der Datenlogger mit Druckknöpfen befestigt ist, kann er abgenommen und der Gurt gewaschen werden – eine der strengen Auflagen, damit das System als medizinisches Langzeit-EKG-Gerät eingesetzt werden darf.

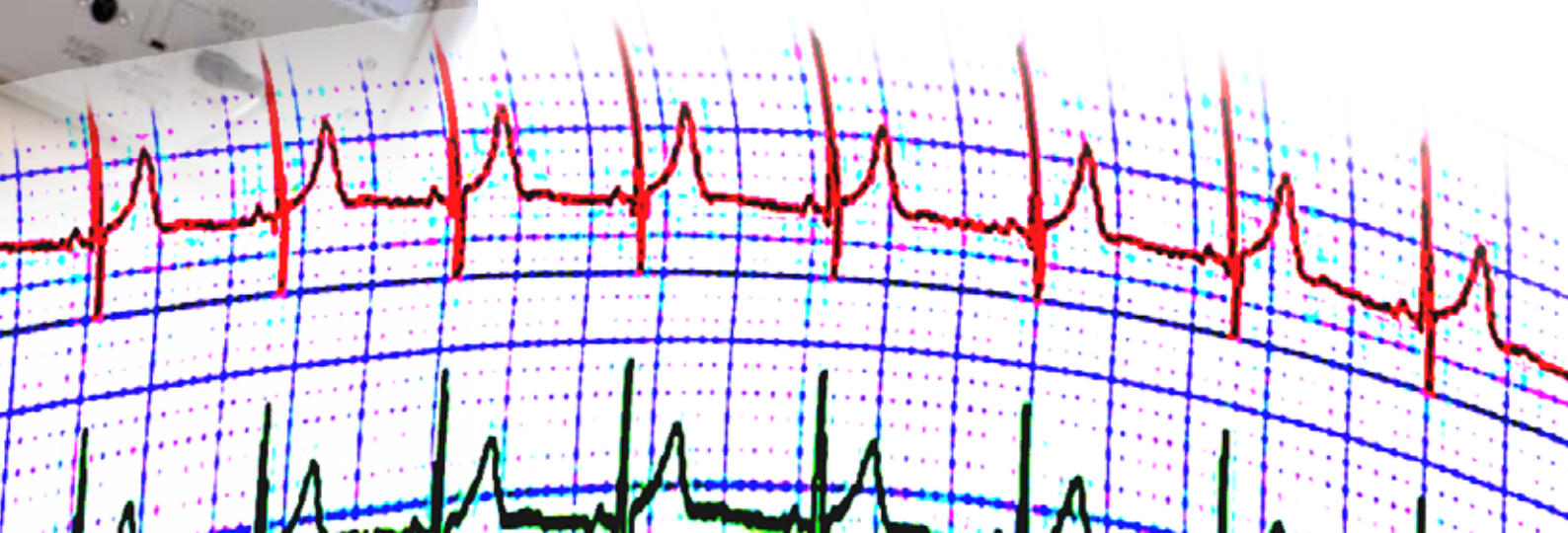
In über 100 Experimenten mit freiwilligen Probanden wurde das Gerät bereits erfolgreich getestet. Bis das Gerät auf den Markt kommt, wird es jedoch noch etwas dauern. Als nächstes stehen klinische Tests im Rahmen eines KTI-Folgeprojekts mit dem Universitätsspital Basel und verschiedenen Industriepartnern – Unico Swiss Tex GmbH, Forster Rohner, Serge Ferrari SA, xotox und Zietromec – an. Schon jetzt denken die Forscher nach, ob die Elektroden für andere Zwecke eingesetzt werden können. Etwa um in der Schmerztherapie Muskeln zu stimulieren oder um die Dickdarmfunktion bei Bettlägrigen durch Interferenz-Wellentherapie zu reaktivieren. //



Funktionsschema: Dank eines Wasserreservoirs bleibt die Elektrode immer feucht und liefert zuverlässige Daten.



Der Prototyp des EKG-Brustgurts wurde in mehr als 100 Experimenten an verschiedenen Probanden getestet.



Der in die Röhrrchen sch



Oliver Gröning wurde zum «Distinguished Senior Researcher» ernannt. Eine Auszeichnung für erfolgreiche Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, deren Renommee die Empa seit Jahren gut dastehen lässt. Unter anderem «baut» Gröning sortenreine Kohlenstoffnanoröhrchen aus Vorläufermolekülen – und macht sich Gedanken über seine erstaunlich geradlinige Karriere.

TEXT: Martina Peter / BILDER: Empa

aut

Es geht ihm um die fundamentalen Fragen. Nicht mehr – aber auch nicht weniger. Oliver Gröning möchte die Welt um sich herum verstehen – sozusagen «erkennen, was die Welt im Innersten zusammenhält». Dafür hat sich der Experimentalphysiker genau den richtigen Beruf ausgesucht. «Dank der Physik können wir im Prinzip sämtliche Phänomene, die uns im Alltag begegnen, verstehen.» Er deutet auf den Tisch vor ihm: «Etwa, warum die Stühle orange sind oder meine Armbanduhr glänzt.» Diese Neugier, dieses Wissen- und Verstehen-Wollen habe ihn schon immer angetrieben. Als es dann um die Studienwahl ging, musste Gröning nicht zweimal überlegen. «Ich bin kein musikalischer Mensch», beschreibt er seine Talente. «Wenn ich Kreativität ausgelebt habe, dann immer eher in der Mathematik und den Naturwissenschaften.» Das Studium an der Universität Fribourg führte ihn rasch zur Grundlagenforschung, in die Welt der Oberflächenphysik und der Nanotechnologie.

Forschen am Limit

Dort arbeiten Forscher am Limit, was Grösse, Temperatur und Reinheit angeht. «Unsere Maschinen sind mit Geräten auf der Intensivstation eines Spitals vergleichbar. Anstelle von Patienten untersuchen wir molekulare Systeme und versuchen, sie unter extremsten Bedingungen möglichst lange am Leben zu erhalten», erklärt Gröning. Die Extrembedingungen – etwa sehr tiefe Temperaturen und Hochvakuum – unterdrücken externe Einflüsse und machen die Welt dadurch weniger komplex. So können die Physiker die beobachteten Effekte einfacher auf fundamentale physikalische Theorien und Modelle zurückführen.

Um diese zu überprüfen, berechnet der Computer Simulationen, die gewisse Phänomene vorhersagen. Können die Phänomene experimentell – etwa durch Rastertunnel-elektronenmikroskopie – bestätigt werden, dann ist das Modell vermutlich korrekt. Ergeben die Experimente die «falschen» Resultate, dann heisst es, das Modell so lange zu revidieren, bis es passt. Gröning: «Wirklich verstanden haben wir die Phänomene erst, wenn wir das System korrekt modelliert haben.»

Während seiner Dissertation Ende der 1990er-Jahre sei er einem Phänomen nachgerannt, hinter dem viele Wissenschaftler einen neuen physikalischen Effekt vermuteten. Alle Welt suchte damals nach neuen, unkonventionellen Elektronenquellen, um Heisskathoden, wie sie in Bildschirm- und Elektronenröhren vorkommen, zu ersetzen.

Die Hoffnung richtete sich unter anderem auf Diamant als Elektronenquelle für neuartige, hochauflösende Flachbildschirme. «In der Fachliteratur konnte man überall nachlesen, wie gut diese Emission funktionieren würde. Doch bei meinen Proben sah es ganz anders aus», erinnert sich Gröning.

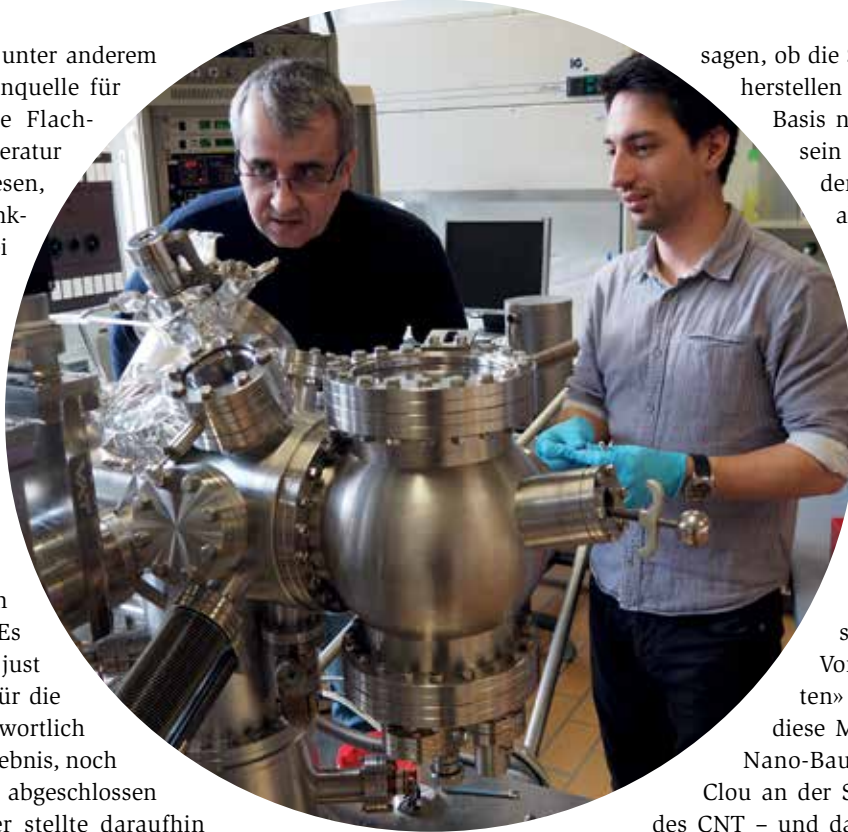
Als ihm dann ein Industriepartner «gut funktionierende» Proben zur Verfügung stellte, erkannte Gröning, dass diese neben diamantartigem Kohlenstoff auch Kohlenstoffnanoröhrchen (CNT, carbon nano tubes) enthielten. Es gelang ihm zu zeigen, dass just diese «Verunreinigungen» für die Elektronenemission verantwortlich sind. Ein vielbeachtetes Ergebnis, noch bevor er seine Dissertation abgeschlossen hatte. Der Industriepartner stellte daraufhin seine Suche nach diamantbasierten Elektronenemittern ein. Und Gröning entwickelte sich nach und nach zu einem der führenden Experten für die Charakterisierung von Feldemittern und CNT.

Allerdings nicht über Nacht, wie er zugibt. Direkt nach dem Studium habe er von Physik herzlich wenig verstanden. Erst mit der Zeit habe er die Wissensinseln miteinander verbinden können, habe ein Bild vom grossen Ganzen bekommen, das er auch gerne zu vermitteln versucht. Oft hält Gröning Vorträge an Fachhochschulen oder vor einem Laienpublikum; er erklärt komplexe physikalische Zusammenhänge routiniert und geduldig – und ist trotzdem nicht frei von Selbstzweifeln. «Manchmal denke ich, das hast du jetzt schön erklärt... aber dann sehe ich in den Augen des Publikums nur grosse Fragezeichen.» Gelegenheit zum Üben hat er schon bald wieder; sein nächster öffentlicher Auftritt – der erste seit seiner Ernennung zum «Distinguished Senior Researcher» – ist am Tag der Naturwissenschaften am 9. Mai im Rahmen des Jubiläums «200 Jahre Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften (scnat):» Gröning wird an der Kantonsschule Schaffhausen die Frage beantworten «Nanomaterialien: Technische Revolution oder Marketing-Hype?» (<http://www.ngsh.ch> > 200 Jahre SCNAT)

Als er nach seiner Dissertation von Doktorvater Louis Schlapbach das Angebot erhielt, weiterzumachen, blieb er als Postdoc. Und so habe sich 2001 – als Schlapbach zum neuen Empa-Direktor ernannt wurde – der Aufbau der (damals neuen) Empa-Abteilung «nanotech@surfaces» nahtlos angefügt. «Es gab eine Zeit in meinem Leben, da hatte ich Probleme damit, dass mein beruflicher Weg so ganz ohne Brüche, so linear verlief.» Inzwischen hat er es als «Teil seiner Biografie» akzeptiert.

Sein Ziel: Die molekulare Elektronik der Zukunft

Grönings aktuelle Arbeiten zielen darauf ab, die molekulare Elektronik – also die ultimative Miniaturisierung – Realität werden zu lassen. «So wichtig es ist zu vereinfachen, man darf den Bezug zu technologisch relevanten Problemen nicht verlieren», meint Gröning. Sei es in der Zusammenarbeit mit Industriepartnern, sei es in der Grundlagenforschung, wie er sie betreibt. «Wir können nicht



sagen, ob die Strukturen, die wir im Labor herstellen und untersuchen, einmal die Basis neuer elektronischer Bauteile sein werden», gibt er unumwunden zu. Doch da es viel kleiner als mit den von seinem Team untersuchten Kohlenstoff-Nanostrukturen gar nicht geht, ist für ihn auch klar: «Wenn es mit diesen Strukturen nicht geht, wird es sehr schwierig, Alternativen zu finden.»

In den vergangenen Jahren war Gröning daran beteiligt, erstmals CNT mit identischen elektronischen Eigenschaften aus massgeschneiderten organischen Vorläufermolekülen zu «züchten» – die Grundvoraussetzung, diese Materialien in elektronischen Nano-Bauteilen zu verwenden. Der Clou an der Sache: Die atomare Struktur des CNT – und dadurch dessen elektronische Eigenschaften – wird ausschliesslich durch die Vorläufermoleküle bestimmt. Die Arbeit brachte es auf die Titelseite von «Nature» und schlug entsprechend hohe Wellen in der Fachwelt.

Damit Kohlenstoff-Nanostrukturen als elektronische Bauteile, Dioden, Transistoren oder auch nur als Nanokabel zur Verbindung winziger Bauteile taugen, dürfen sie sich jedoch nicht auf einer leitenden Metalloberfläche befinden. Diese würde den elektrischen Stromkreis schlicht kurzschliessen. Gröning und seine Kollegen suchen deshalb nach Prozessen, um diese Nanostrukturen auf nichtleitende Oberflächen zu übertragen – oder sie gleich auf einem Isolator zu züchten.

Ein aussichtsreicher Kandidat ist Bornitrid. «Wir gingen davon aus, dass sich das Material wie eine Teflonbeschichtung in Kochpfannen verhalten würde, dass es also zu keiner nennenswerten Wechselwirkung zwischen den Kohlenstoff-Nanostrukturen und der Oberfläche kommen sollte, die die leitenden oder isolierenden Funktionen der Bauteile stören.»

Der Vergleich mit der Teflonpfanne ist nicht allzu weit hergeholt. Denn Gröning ist als passionierter Hobby-Koch mit Küchenutensilien vertraut. «Eigentlich kein Wunder bei einer italienischen Mutter», lächelt er. Seine Erbsensuppe und sein Tomaten-Sugo sind nicht zu verachten. «Wer einfach Pelati aus der Dose in die Pfanne kippt und dann meint, daraus ergebe sich eine gute Sauce, hat keine Ahnung», lacht er. Sein Rezept beruht auf karamellisiertem Zucker mit angebratenen Karotten und Sellerie.

Während Gröning in der Küche wenig Probleme hat, verhielt sich die «Antihaf»-Beschichtung aus Bornitrid indes gar nicht so reaktionsträge wie erwartet. Gewisse jodhaltige Moleküle, die nötig sind, um das Wachstum der Nanostrukturen in Gang zu bringen, verhielten sich auf der Bornitrid-Oberfläche seltsam: Einige Jodatome haben sich vom Molekül erwartungsgemäss gelöst, andere blieben dagegen haften. Gröning deutet erneut auf den Tisch vor sich: «Das wäre in etwa so, als ob sich hier immer nur drei Stühle wegrücken liessen, die drei anderen aber nicht.» Das konnte einfach nicht sein: Die Stühle können ja nichts voneinander wissen, genau so wenig wie die Jodatome. Als die Forscher genauer hinschauten, fiel ihnen auf, dass die Jod-Atome bezüglich dem Bornitrid nicht alle

auf den gleichen Positionen sitzen: Einige sitzen in einem «Loch» zwischen mehreren Bor- und Stickstoffatomen, andere etwas höher direkt über einem Boratom. Je nach Reaktionsenergie an dem einen oder anderen Ort kann sich ein Jodatom abspalten oder eben nicht. Wechselwirkungen finden also sehr wohl statt. Das Modell der Bornitridschicht, das sie anfangs postuliert hatten, war schlicht falsch; die angenommene Teflonschicht ohne Wechselwirkung gab es nicht. Grönings Fazit: «Bornitrid als isolierende Wachstumsgrundlage für Nanobauteile wird wohl eine grössere Herausforderung als gedacht.»

Entspannen auf dem Fahrrad

Der Job fordert viel von Gröning. Er kann aber auch gut abschalten, sagt er. Auf seinem Heimweg von Dübendorf ins solothurnische Gerlafingen mit der Bahn beschäftigt er sich mit «Nicht-Physikalischem», z. B. mit Wirtschaftstheorien. Auch hier fasziniert ihn die Frage nach dem Einfachen im Komplexen. «Ich habe mich beim Lesen von Wirtschaftsartikeln schon gefragt: Würde ich das selber auch herausfinden, selbst wenn ich nicht vom Fach bin?» Zu Hause angelangt, steigt er gern aufs Rad. «Beim Radfahren fasziniert mich die Reduktion auf eine einzige, einfache Tätigkeit, was dem Geist Freiraum schafft. Für mich ist das die reine Entspannung.» Am liebsten fährt er mit seinem Velo-Club durch die Juratäler und über den Grenchenberg, das mache mehr Spass, als allein zu strampeln.

Das Interview neigt sich dem Ende zu. Gröning hat noch einiges zu erledigen, bevor er in die Ferien fährt: Radfahren in der Toskana. «Die Kalorien, die ich dabei verbrenne, kann ich mir dann beim Essen hochqualitativ wieder zuführen.» //

«Was mich
immer interessiert
hat, sind fundamentale
Fragen.»



Video

Promotion Lecture: Materials Science at the Atomic Limit: Status; Prospects and Challenges

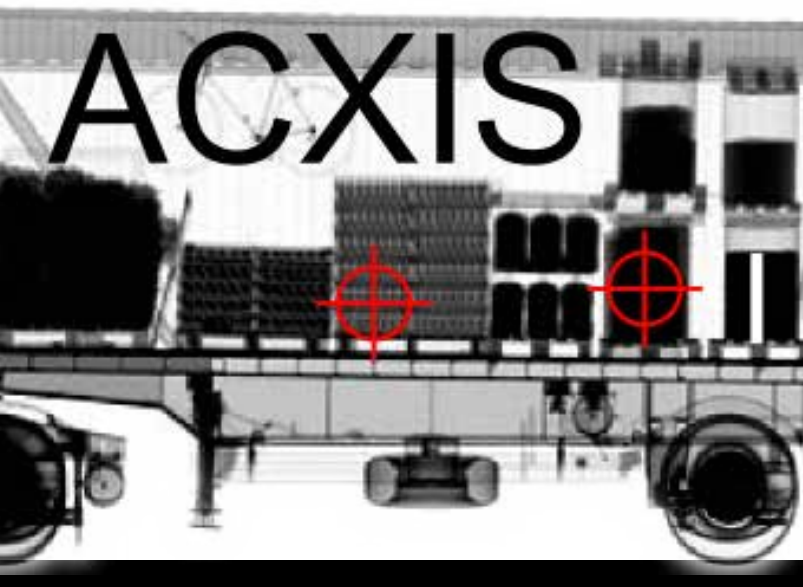
<https://youtu.be/Tx3nOj3TUBM>

Schmuggler im



Typische Schmuggelwaren im Empa-Labor:
Thomas Lüthi versteckt Drogen, Waffen und Zigaretten hinter
Wasserkannistern. Das charakteristische Röntgensignal der
so versteckten Ware wandert in eine Datenbank und soll die
automatische Erkennung möglich machen.

n Fadenkreuz



TEXT: Letizia Kruppenacher / BILDER: Empa, ACXIS

Im Rahmen des Europäischen Forschungsprojekts ACXIS entwickeln Empa-Forscher neue Röntgenverfahren, um Schiffs- und Lastwagen-Container komplett zu durchleuchten. Viele Zollbehörden arbeiten bereits seit einigen Jahren mit mobilen und stationären Container-Scannern. Trotz der neuen Technik kann jedoch bisher nur ein Bruchteil aller Ladungen kontrolliert werden; die Auswertung der Röntgenbilder ist schlicht zu aufwändig.

Darum entwickeln Alexander Flisch und Thomas Lüthi vom Zentrum für Röntgenanalytik der Empa zusammen mit anderen Forschungspartnern, einem Scanner-Hersteller und verschiedenen Zollbehörden ein ausgeklügeltes Computersystem, das «verdächtige» Muster von versteckten illegalen Waren auf einem Röntgenscan erkennt. Identifiziert das System Schmuggelwaren, dann alarmiert es die Zöllner automatisch. Als harmlos klassifizierte Ladung hingegen lässt das System unbehelligt durch. Der erste Prototyp des automatisierten Container-Scanners soll in etwa zwei Jahren einsatzbereit sein. //

...nachgefragt

«Wissenschaftsgeschichten leben von konkreten Beispielen. Die hole ich mir an der Empa.»



Die Journalistin Diana Hornung schreibt für die Zeitschrift für Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz und in der Freizeit (IZA) und besucht regelmässig Veranstaltungen an der Empa-Akademie. Mit Berichten über erneuerbare Energien, Nanotechnologie, Arbeitssicherheit und nachhaltige Ressourcennutzung informiert sie ihre Leserinnen und Leser über die neuesten Forschungsergebnisse.

Frau Hornung, Sie scheinen ein Fan der Veranstaltungen an der Empa zu sein. Warum sind sie so häufig zu Gast?

Ich erfahre dabei, woran aktuell geforscht wird und vor welchen Aufgaben die Wissenschaft noch steht. Ausserdem bieten die Veranstaltungen eine gute Plattform, um sich mit Fachleuten der Empa, diversen Hochschulen und der Industrie direkt auszutauschen.

Was nehmen Sie aus den Veranstaltungen mit in Ihren Berufsalltag?

Wenn etwas Neues zugunsten der Umwelt herausgefunden wurde, möchte ich darüber in der IZA berichten. Als Journalistin ist es mein Ziel, den Leserinnen und Lesern neue Erkenntnisse zu vermitteln. Dazu sind konkrete Beispiele, wie ich sie an den Empa-Veranstaltungen erhalte, sehr wertvoll.

Erinnern Sie sich nach so vielen Besuchen an ein herausragendes Ereignis?

Der Spatenstich fürs NEST im letzten August war ein besonderes Erlebnis, weil die Empa den Grundstein für ein so zukunftsweisendes Projekt gelegt hat. Mit dabei war die Eawag-Direktorin Janet Hering, die ich aus ihrer Zeit als Postdoc kannte. Ich werde die Forschung im NEST weiter verfolgen, denn es interessiert mich sehr, wie man den Energie- und Ressourcenverbrauch reduzieren kann.

Welche Art von Veranstaltung vermissen Sie?

Ich würde gern hören, wie neue Erkenntnisse aus der Forschung in die Praxis transportiert werden. Frauen und Männer aus der Forschung und den Unternehmen sollen erklären, was von einer Idee bis zum fertigen Produkt alles passiert und worauf zu achten ist. Dazu gehören Fragen wie: Welche Anforderungen stellen Unternehmen an die Forschung? Was kann eine Forschungsinstitution, was die Unternehmen selber nicht können?

Wem würden Sie die Veranstaltungen an der Empa weiterempfehlen?

Der Besuch einer Veranstaltung lohnt sich einfach für alle, die an Technik und Naturwissenschaften interessiert sind und sich mit den entsprechenden Akteuren vernetzen wollen.

In Zusammenarbeit mit der KTI

Förderprogramm Energie
Swiss Competence Centers for Energy Research

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra
Kommission für Technologie und Innovation KTI

efeeo
future energy efficient
buildings & districts

EMPA
AKADEMIE
Zentrum für Wissenstransfer

1. FACHKONGRESS

Energie + Bauen



Olma Messen, St.Gallen
Freitag, 22. Mai 2015, 8.30 –18.00 Uhr

Online-Anmeldung unter www.empa.ch/eub

Veranstaltungen

18./19. Mai 2015

Advanced sorption technologies and applications
Zielpublikum: Industrie und Wissenschaft
Empa, Dübendorf

22. Mai 2015

Fachkongress Energie & Bauen
Zielpublikum: Fachleute aus den Bereichen
Energie und Bauen
St. Gallen, Olma Messen

20. Mai 2015

Medtech Day 2015
Zielpublikum: Industrie und Wirtschaft
Empa, Dübendorf

09. Juni 2015

**FSRM-Kurs Elektrochemische Charakterisierung
und Korrosion**
Zielpublikum: Industrie und Wirtschaft
Empa, Dübendorf

Details und weitere Veranstaltungen unter
www.empa-akademie.ch


**Energie-Tage
St.Gallen**
21.–22. Mai 2015

Die Energie-Tage sind eine
Wissens- und Community-
Plattform rund um die
Energiewende.

Weitere Informationen auf:
www.energie-tage.ch

Die Energie-Tage St.Gallen
werden unterstützt von:

**4. Internationaler
Geothermie-Kongress**

Donnerstag, 21. Mai 2015
www.geothermie-bodensee.ch



**1. Fachkongress
Energie + Bauen**

Freitag, 22. Mai 2015
www.empa.ch/eub



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra
Bundesamt für Energie BFE

Kanton St.Gallen
Amt für Umwelt und Energie



**3. Nationaler Energie-
konzept-Kongress**

Donnerstag, 21. Mai 2015
www.energiekonzeptkongress.ch



**6. St.Galler Forum für
Management Erneuerbarer
Energien**

Donnerstag/Freitag, 21./22. Mai 2015
www.hsg-energieforum.ch



Ihr Zugang zur Empa:



portal@empa.ch
Telefon +41 58 765 44 44
www.empa.ch/portal