

**Zeitschrift:** Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin  
**Herausgeber:** Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung  
**Band:** 29 (2017)  
**Heft:** 115

**Artikel:** Per Wurmloch in die Zukunft  
**Autor:** Bratschi, Pierre  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-821541>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

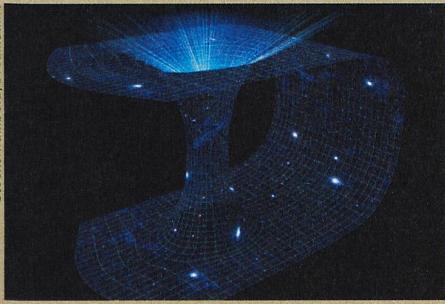
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 22.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



Rein theoretisch könnten Teilchenphysiker verschiedene Ecken des Universums verbinden.

### Per Wurmloch in die Zukunft

**T**eleportation und eine Reise in die Zukunft könnten möglich sein: durch ein sogenanntes Wurmloch – ein schwarzes Loch, das zwei weit auseinanderliegende Regionen des Universums verbindet. Zu diesem Schluss kommen Kyriacos Papadodimas und Rik van Breukelen vom Cern und von der Universität Genf, die ein neues Modell entwickelt haben. Es wäre demnach möglich, durch ein Wurmloch ohne Zeitverlust oder gar in die Zukunft zu reisen, ohne dass dabei eine Dehnung der Zeit gemäss der Relativitätstheorie von Einstein eintritt. «Allerdings handelt es sich um eine rein theoretische Studie zu lediglich einem Elementarteilchen, etwa einem Photon», wie van Breukelen einschränkt.

Mit dem Modell beschreiben die Physiker eine neue Kategorie von Wurmlöchern. Sie könnten damit theoretisch zeigen, wie die Information eines Teilchens – zum Beispiel seine Ladung – augenblicklich von einem Punkt zum andern der Raumzeit gelangt. «Ein Wurmloch ist im Moment noch ein theoretisches Objekt», betont van Breukelen. «Im Prinzip wäre es aber möglich, ein solches schwarzes Loch künstlich zu erzeugen, zum Beispiel mit einem eine Milliarde Kilometer langen Teilchenbeschleuniger. Das entspräche einer Distanz, die die Erde in einem Jahr auf der Sonnenumlaufbahn zurücklegt. Theoretisch möglich zwar, aber wohl frühestens in einigen tausend Jahren...»

Zur Untersuchung des Phänomens wurden in der Studie zwei Ansätze verwendet: einerseits der Anti-de-Sitter-Raum (AdS), der auf einer Quantengravitationstheorie beruht, und andererseits die Konforme Feldtheorie (CFT), welche die Elementarteilchen als Anregungen von Feldern der Grundkräfte beschreibt. *Pierre Bratschi*

R. van Breukelen and K. Papadodimas: Quantum teleportation through time-shifted AdS wormholes. *Arxiv* (2017)

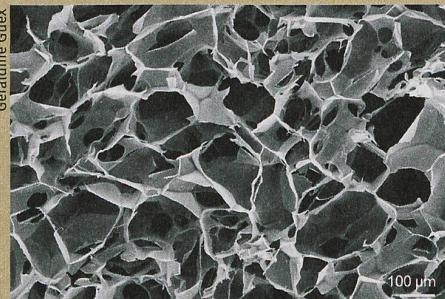
### Leitfähiger Plastik soll Knochen heilen

**K**omplizierte Knochenbrüche, die von allein nicht heilen, muss der Arzt mit Schrauben und Platten fixieren. Ein aus anderen Anwendungen bekanntes Plastik hat das Potenzial, diese Metallteile zu ersetzen, zeigt eine neue Studie. Forschende untersuchten, wie sich Vorläuferzellen von Knochen auf dem PEDOT:PSS genannten Polymer entwickeln. «Das Material sieht aus wie ein Schwamm und wird von Knochenzellen bewachsen», erklärt Anne Géraldine Guex. Sie hat die Experimente während eines mehrjährigen Forschungsaufenthalts am Imperial College in London durchgeführt.

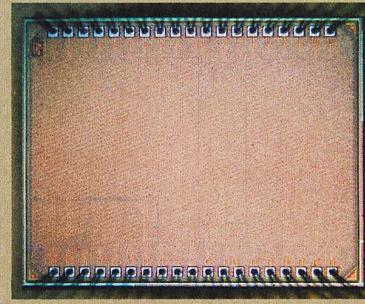
Das Polymer wird bis jetzt vorwiegend im technischen Bereich angewendet, so zum Beispiel zur Herstellung von Biosensoren oder Solarzellen. Sein grosser Vorteil: Es ist elektrisch leitfähig. Denn seit einigen Jahrzehnten ist bekannt, dass Knochen besser heilen, wenn sie elektrisch stimuliert werden.

In einem Experiment bestimmten die Forschenden, ob sich die Vorläuferzellen von Mäusen zu reifen Knochenzellen weiterentwickeln. Dafür massen sie während 28 Tagen die Aktivität von Genen, die für die Bildung von für Knochen wichtige Calcium-Ablagerungen verantwortlich sind. Zusätzlich analysierten sie die elektrische Leitfähigkeit und die Durchgängigkeit, damit die Zellen überhaupt hineingelangen können. «Wir konnten zeigen, dass Knochenzellen auf PEDOT:PSS gut wachsen», fasst Guex die Ergebnisse zusammen. Trotzdem warnt sie vor übertriebenen Erwartungen. Die klinische Anwendung sei noch weit entfernt. «Unsere Studie liefert erst eine hoffnungsvolle Basis.» Sie schlägt vor, als nächstes die Anwendung mit menschlichen Stammzellen zu testen und die Laborbedingungen zu optimieren. *Alexandra Uster*

A. G. Guex et al.: Highly porous scaffolds of PEDOT:PSS for bone tissue engineering. *Acta Biomaterialia* (2017)



Géraldine Guex  
Im PEDOT:PSS-Polymer fühlen sich Knochenzellen zu Hause.



Im neuen Handy? Chip mit zwei Schaltkreisen für den zukünftigen 5G-Standard.

### «Polar codes» für die nächsten Mobiltelefone

**D**urch die Mobiltelefonie wird die Luft immer mehr zum wichtigsten Übertragungsweg von Daten. Doch die drahtlose Kommunikation ist fehlerbehaftet: Sie wird durch «Rauschen» beeinträchtigt. Aus diesem Grund werden Daten redundant übermittelt. In den mobilen Geräten laufen deshalb Algorithmen, welche die Redundanzen herausfiltern und die ursprünglichen Daten wiederherstellen. Beim für 2018 erwarteten 5G-Standard für Mobiltelefonie wird eine neue Generation von sogenannten polaren Korrekturalgorithmen («polar codes») verwendet, die vor weniger als zehn Jahren entwickelt wurden. Forschende der EPFL haben zur Optimierung dieser Technologie zwei Prototypen von Schaltkreisen für Computerchips konzipiert.

Der erste Lausanner Schaltkreis optimiert die Leistung, der zweite den Stromverbrauch. Gemäss Andreas Burg, Leiter des Labors für Schaltungstechnik in der Telekommunikation der EPFL und Verantwortlicher für diese Arbeiten, sind diese Kriterien entscheidend. Dank den polaren Algorithmen lässt sich die Menge an redundanten Information laufend anpassen. Damit kann der Kommunikationsfluss gesteigert werden, wenn das Signal weniger rauscht. Sie basieren auf weniger Rechenschritten und benötigen damit weniger Energie – ein vorrangiges Kriterium für die Akkulaufzeit von mobilen Geräten.

«Noch rund ein Jahr vor ersten industriellen Anwendungen sind die «polar codes» bereits so leistungsfähig wie die gegenwärtig verwendeten Protokolle, die bereits seit mehr als 20 Jahren optimiert werden», freut sich Burg. «Ich denke aber, dass auch bei diesen Protokollen noch rund zwanzig Jahre Arbeit vor uns liegen, bis wir das volle Potenzial ausgeschöpft haben werden.» *Lionel Pousaz*

P. Giard et al.: PolarBear: A 28-nm FD-SOI ASIC for Decoding of Polar Codes. *IEEE Journal on Emerging and Selected Topics in Circuits and Systems* (2017)