

**Zeitschrift:** Tec21  
**Herausgeber:** Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein  
**Band:** 133 (2007)  
**Heft:** 14: Impantate

**Artikel:** Transplantierte Körperlichkeit  
**Autor:** Hartmann Schweizer, Rahel  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-108097>

#### 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](#)

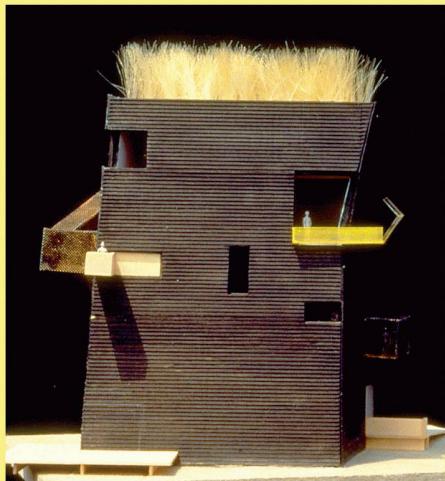
#### Terms of use

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:** 24.01.2026

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

# TRANSPLANTIERTE KÖRPERLICHKEIT



01

Die Architektur hat immer schon sprachliche und inhaltliche Anleihen bei der Medizin gemacht. Doch die «Verleiblichung der Architektur» ist auch eine Rückwirkung des medizinischen «Body-Engineering».<sup>1</sup>

Implantate, die keine Fremdkörper mehr sind, die keine Immunreaktionen auslösen und vom Organismus nicht mehr abgestossen werden, sind der Stolz der Mediziner. Bioaktive Implantate, die den Körper anregen, nachzuproduzieren, was bei einer Operation oder durch Verschleiss in Mitteilenschaft gezogen oder gar zerstört wurde, Gewebe zu regenerieren – etwa die Neubildung von Knochengewebe stimulieren, das bei der Entfernung eines Tumors angegriffen wurde – beflügeln ihren Ehrgeiz. So sehr, dass sie sprachliche Anleihe bei der Architektur nehmen: «Knochenaufbau und Weichgeweberegeneration, auch dies sind architektonische Meisterstücke», die, wie bei einem Bauwerk, der Funktionalität und Ästhetik dienen.»<sup>2</sup>

Tissue Engineering ist das Zauberwort. Es meint die Kombination von Hightechmaterialien mit Zellkulturen zur Züchtung von Gewebe, von der Zellentnahme am Patienten bis zur Kultivierung eines vollständigen Organs. Um Gewebe und Organe – Herzkappen oder Adern etwa – durch dreidimensionale Implantate zu ersetzen, wird eine extrazelluläre Matrix (EZM) erstellt, die die neu wachsenden Gewebezellen beherbergt. Trägermaterialien sollen bioverträglich, steril, je nach Anwendung langzeitstabil oder bioabbaubar und unterschiedlich flexibel sein. Als Ausgangsmaterial dienen Kunststoffe, anorganische Substrate und aus biologischem Material gewonnene Gerüstsubstrate, meistens Kollagen. Das Resultat sind schwammartige Schichten, wässrige und gummiartige Gele, zementharte Träger und flexible, faserhaltige Röhren.<sup>3</sup>

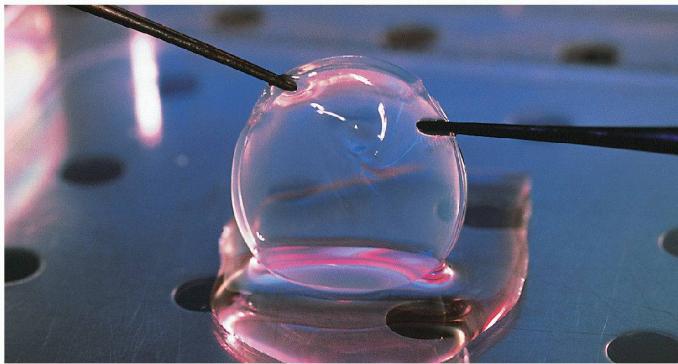
## GEWACHSENES MATERIAL

Die Behandlung von Hautverletzungen gilt als das bislang erfolgreichste Anwendungsgebiet für das Tissue Engineering. Das deutsche Bundesministerium für Bildung und Forschung schätzt, dass in Europa rund 25 000 Menschen mit *in vitro* gezüchteten Haut-, Knorpel- und Knochenzellen leben. Zur Hautregeneration wird eine bioabbaubare poröse Matrix verwendet, in die Makrophagen, Fibroblasten, Lymphozyten und Gefäße eindringen können – Komponenten, die für die Wundheilung wichtig sind. Mit einer Schicht dieses Materials wird die Wunde bedeckt und mit einer Silikonfolie geschlossen. Nachdem sich die Gewebebasis regeneriert hat, entfernt man die Silikonschicht und transplantiert eine *in vitro* kultivierte Ersatzhaut. Paradebeispiel für die Wiederherstellung eines ganzen Körperteils durch Tissue Engineering ist das Ohr. Dabei wird eine wie ein Ohr geformte Matrix mit patienteneigenen Chondrozyten (Knorpelzellen) besiedelt. Freiburger Mediziner verpflanzten einem Patienten einen im Labor hergestellten Ohrknorpel. Zur Rekonstruktion seines verstümmelten Ohres waren ihm Knorpelzellen aus einer Rippe entnommen worden. Die Zellen wurden in Kultur vermehrt, zusammen mit Fibrin («Klebstoff» der plasmatischen Blutgerinnung) in Ohrform gegossen, transplantiert und mit einem Hautlappen überzogen. Die Herzkappen-Prothese ist ein anderes Beispiel. Mit Unterstützung des Nationalen Forschungsprogramms «Implantate und Transplantate» ist es am Zürcher Universitätsspital gelungen, aus Stammzellen, die aus menschlichem Fruchtwasser gewonnen wurden, lebende Herzklappen zu züchten. Diese können nach der Implantation mit dem Körper mitwachsen (Bild 4).

### Titelbild

Auch implantiert: der auf einem elektro-hydraulischen Lift montierte Pflanzentopf von Blanca Blarer als Kunst am Bau im Innenhof des neuen Büro- und Gewerbebaus von agps.architecture in Wallisellen (Bild: agps.architecture)

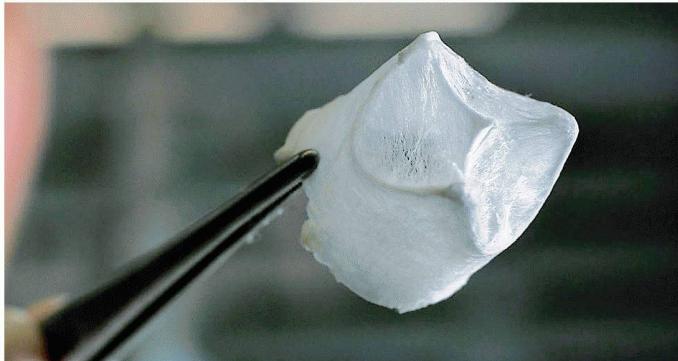
01 Steven Holls Projekt für das Knut-Hamsun-Zentrum, das 2008 nördlich des Polarkreises nahe dem Dorf Presteid bei Hamarøy eröffnet werden soll, ist körperhafte Architektur, u. a. mit einem Balkon, der den Namen «Mädchen mit aufgerollten Ärmeln poliert gelbe Scheiben» trägt. Mit dem Ort verbunden werden soll das Implantat durch die Bepflanzung auf dem Dach – lange Gräser, die den traditionellen Reet-Dächern Norwegens seine Referenz erweisen – und die geteerte, schwarze Holzfassade, die an die traditionellen Kirchenbauten des Landes erinnert (Bild: Steven Holl)



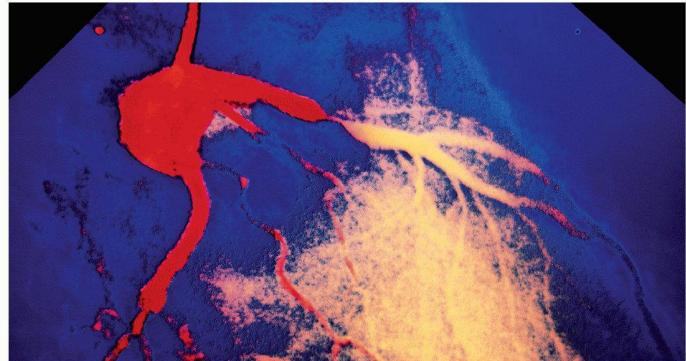
02



03



04



05

## REGENERATIV, ADAPTIV, SENSITIV

Das Pendant zu den regenerativen Materialien der Medizin sind im Bauwesen die adaptiven Werkstoffe. Adaptive Werkstoffsysteme – auch intelligente Werkstoffe, multifunktionale Werkstoffe, Adaptronics oder Smart Materials genannt – sind in der Lage, während des Einsatzes selbstständig auf Änderungen der Umgebungsbedingungen zu reagieren und ihre Eigenschaften anzupassen.<sup>4</sup> Multifunktionale Verbundwerkstoffe etwa werden entwickelt, die Schwingungen dämmen und den damit verbundenen Lärm reduzieren: Sensoren registrieren, wann das Material in Schwingung gerät. Das Sensorsignal wird von einem Regler verarbeitet, der die integrierten Aktuatoren so ansteuert, dass die Bewegung abgedämpft wird. Dabei werden mikrometerfeine piezoelektrische Fasern aus Keramik genutzt, die mechanische oder thermische Spannungen in elektrische Signale umsetzen. Umgekehrt können sich die Fasern dehnen oder zusammenziehen, wenn eine elektrische Ladung angelegt wird (Bild 7). Im Ingenieurwesen ist das Implantat aber längst etabliert. Die Betonierung des Sockels des berühmten schiefen Turms von St. Moritz, die mittels Verputz kaschiert wird (Bild 9), ist ebenso als Implantat zu verstehen wie die nachträgliche Vorspannung von Brücken, wie sie etwa an der Sihlhochstrasse mittels Zugstangen bewerkstelligt wurde, oder wie nachträgliche Klebearmierungen, um Wände zu verstärken.

## PULSIERENDE STADT

Auch der Architektur selber rückt man längst schon mit Körper-Metaphern auf den Leib. In der Renaissance zwangen Proportionsstudien den menschlichen Körper ins architektonische Korsett. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wird die Anleihe konkreter: Adolf Loos' Michaeler Haus in Wien (1910), das «aufgrund seiner weissen, für die damalige Zeit ungewöhnlich ornamentlosen Fassade in den oberen Wohngeschossen, (...) in den Betrachtern Bilder von Kahlheit und Nacktheit (weckte); in der Presse war jedoch auch die Rede vom ‹nackten Oberbau›, einer ‹ungeschlachten drallen Dirne› oder dem ‹Haus ohne Unterleib›».<sup>5</sup> Damals war das Implantat die Tätowierung der Haut, heute ist es die mit dem Lotos-Effekt ausgerüstete Fassade oder gar die adaptive, mit einem Adern- oder Nervensystem ausgestattete Gebäudehülle des Projekts «Paul» von Werner Sobek und Markus Holzbach, die sich die Haut als ein sensitivs Organ zum Vorbild genommen hat, die den Wärmehaushalt im Innern reguliert.<sup>6</sup>

02 Aus menschlichem Epithelgewebe gezüchtete Hornhaut (Bild: KEYSTONE / Science Photo Library / Mauro Fermariello)

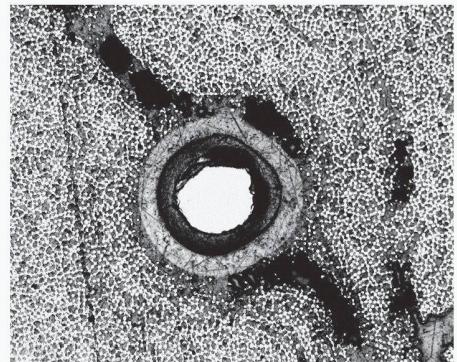
03 Röntgenaufnahme eines Implantats, das einem Gelähmten die Kommunikation zwischen Gehirn und Computer ermöglicht (Bild: KEYSTONE / AP Photo / Emory University)

04 «Natürliche» Herzklappe: Ein Gerüst aus biologisch abbaubaren Materialien wird in Schichten mit Stammzellen «bestückt», die aus menschlichem Fruchtwasser gewonnen wurden. Die Stammzellen wurden mittels Wachstumsfaktoren und Nährstoffen zur Vermehrung und Ausbildung fertiger Zellschichten «animiert». Um sie statisch und in ihrer Funktionsfähigkeit zu stärken, wurden die heranwachsenden Herzklappen in einem kleinen, künstlichen Kreislaufsystem physiologischen Bedingungen ausgesetzt, wie sie im Körper des Fötus herrschen. Das Grundgerüst baute sich innerhalb weniger Wochen biologisch ab, sodass am Ende körpereigene, lebende Herzklappen «Übrig» blieben (Bild: SNF)

05 Angiogramm, das die Verengung (Stenose) der linken Koronararterie zeigt (Bild: KEYSTONE / Science Photo Library / Simon Fraser)



06



07



08

**06** «Interface Flon» von Bernhard Tschumi und Luca Merlini überbrückt das 5 ha grosse Industriequartier in Lausanne, das einst die ersten Stahlbetonkonstruktionen der Schweiz beherbergte. Im Schatten der Tour Bel-Air nistete sich nach dem Niedergang die Musik- und Kunstszenen ein. Die Qualität der Brache hat inzwischen auch die Stadt erkannt. Zwar hat sie den Tabula rasa einen Riegel geschoben. Doch ob kleine Läden, Unternehmer, Handwerker und Künstler neben dem Multiplexkino und dem Buch-Discounter Fnac, die die Miezinsen anheizen werden, überleben können, ist fraglich (Bild: rhs/Red.)

**07** Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme eines faseroptischen Sensors, integriert in einen aus kohlenstofffaserverstärkten Polymeren (CFK) hergestellten Draht. Faseroptische Sensoren werden während des Herstellungsprozesses in den Werkstoff implantiert.

Eingesetzt werden die Sensoren zur Kontrolle des Härtungsprozesses und danach zur Überwachung der strukturellen Integrität eines Bauteils (Bild: Empa)

**08** Talbrücke Berbke zwischen Arnsberg und Meschede im Sauerland: Hohlkasten mit externen Längsspanngliedern (Bild: Karl Schäfer & Co. GmbH, Ibbenbüren)

**09** Schiefer Turm aus dem 13. Jahrhundert der 1890 abgebrochenen Mauritiuskirche in St. Moritz, mit einem Betonsockel stabilisiert (Bild: Wikipedia)

**10** Schaulager Basel von Herzog & de Meuron: Prima vista ein Fremdkörper – der Bau wurde, wie die Casa da Musica von OMA, mit einem Meteoriten verglichen. Doch die Materialisierung verweist auf den Genius Loci: Das Kiesmaterial des Aushubs wurde für die Konstruktion der Wände verwendet. Und den Bezug zur Stadt gewährleistet die «eingedrückte» Eingangsseite, «bewacht» von dem kleinen Torhaus, das formal und masstäblich zwischen Besuchern und Bau vermittelt (Bild: KEYSTONE / Martin Ruetschi)

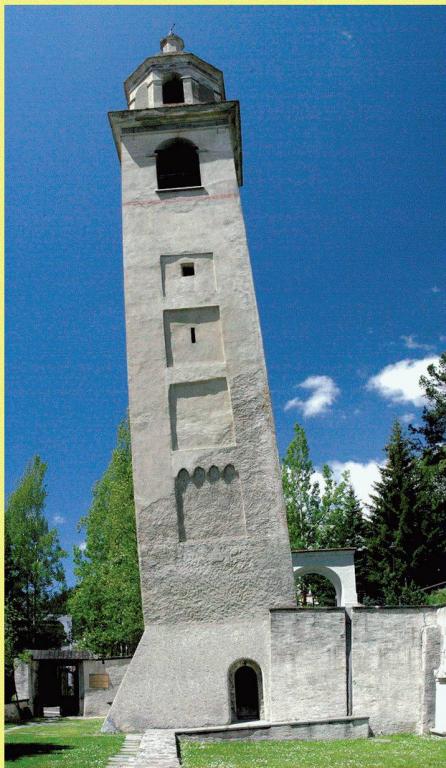
Die Stadt wird zur pulsierenden Metropole, deren Gefäße aber auch schon verstopft sind. Le Corbusier schrieb von der «fruchtlosen Operation», in Paris «riesige Massen baufälliger Häuser» niederrüreissen und «auf den so gewonnenen Terrains «Buildings»» zu errichten: «Man lässt es geschehen, man lässt über der alten Stadt, die das Leben mordete, eine neue Stadt aufrichten, die das Leben um so viel unfehlbarer morden wird, als sie wahre Knoten von Verstopfung bildet, ohne die Strasse irgend umzuwandeln.»<sup>7</sup> Heute wird die Verstopfung mit dem «Bypass» behoben.

Jüngstes Projekt eines solchen Implantats ist der Bypass Thun Nord, der die Thuner Innenstadt vom Verkehr entlasten und gleichzeitig Entwicklungsgebiete erschliessen soll (siehe Seiten 8–9). Die Stadt wird als Organismus begriffen, dessen schädliche Wucherungen mit dem Skalpell entfernt und durch Implantate ersetzt werden, die mit dem Stadtkörper amalgieren sollen, damit die Wundränder verheilen. Der Palast der Republik in Berlin war eine solche Geschwulst, die es auszumerzen galt und die nun mit dem Wiederaufbau des Schlosses geheilt werden soll. Gewaltksam eine Wunde geschlagen hat die Terrorattacke 2001 in New York. Sie klafft noch immer, weil das Implantat wohl zu sehr aufgeladen wurde – Arterien als Verkehrsverbindungen, Zellen für Büros, ein Stoffwechselorgan des sozialen Austauschs, Synapsen der Erinnerung.

Der Flon in Lausanne galt als fast abgestorbenes Organ, das der Wiederbelebung bedurfte. Der Fußgänger-Bypass – das «Interface-Flon» von Bernard Tschumi und Luca Merlini – ist schon gelegt (Bild 6). Und statt des einstigen Flusses durchzieht das Quartier bald die Arterie der Metro: eine Operation am offenen Herzen, denn noch klaffen riesige Baulücken, die nach und nach aufgefüllt werden. Manchmal jedoch reichen auch homöopathische Dosen, die Renovation eines Gebäudes und seine Um- oder Wiedernutzung, wie etwa beim Cabaret Voltaire in Zürich.

## GENIUS LOCI – SOZIOKULTURELLE MATRIX

Architektonische Implantate können mit dem Stadtkörper verwachsen – etwa, wenn wie in Bilbao das umliegende Terrain einbezogen, die Ader des Flusses revitalisiert wird und Brücken wie Gefäße das neue Organ versorgen – oder auch nur, wenn körpereigene Zellen transplantiert werden –, die Treppe in der Erweiterung des Kunsthause Aarau von Herzog & de Meuron als Referenz an die existierende Spindel, die Adaption der traditionellen Azulejos in OMAs Casa da Musica in Porto, die ansonsten auch mit einem Meteoriten verglichen wurde. Und als solcher kann der



09



10

Fremdkörper natürlich auch einen Virus einschleppen. Aber anders als in der Medizin lassen sich eine Stadt und ihre Bewohner zuweilen gern von ihm infizieren, anstecken von dem Neuen, das zum Körpereigenen mutieren kann.

Doch die medizinischen Metaphern implizieren auch potenzielle soziale Abstossungsreaktionen des Stadtkörpers, des durch Menschen belebten Organismus, die den kulturellen Austausch ausmachen. Denn «dieselben» Makrophagen und Lymphozyten, welche die Wundheilung fördern, stellen auch die Immunabwehr: «Ob Gehrys Wunderbau der Stadt tatsächlich ein kulturelles Herz einpflanzen kann, obwohl die Büromenschen nach Dienstschluss auf dem schnellsten Weg zu den Parkplätzen hasten, die wenigen Take-away-Schnellrestaurants ihre Rollläden herunterlassen und der Distrikt sich nach Einbruch der Dunkelheit in ein zugiges, unwirtliches Revier verwandelt?», fragte sich Claus Spahn angesichts der von Frank O. Gehry in Los Angeles gebauten Walt Disney Concert Hall.<sup>8</sup>

Wenn der gesellschaftliche Kitt, die soziokulturelle Matrix versagt, fehlt der Nährboden. Das Implantat verkümmert und muss eines Tages amputiert werden...

Rahel Hartmann Schweizer, [hartmann@tec21.ch](mailto:hartmann@tec21.ch)

#### Anmerkungen

- 1 Jörg Gleiter: Vom speechact zum sketchact – Architektur als Technik des Körpers, in: Wolkenkuckucksheim, Thema, Urban Bodies, 7. Jg., Heft 1, September 2002.
- 2 Daniel Buser, Professor Universität Bern, zitiert in: Thomas Vaulxhier: Osteology-Stiftung. Implantologie Journal, 5/2004.
- 3 Dokumentation des Bundesministeriums für Bildung und Forschung: Regenerative Medizin und Biologie – Die Heilungsprozesse unseres Körpers verstehen und nutzen, S. 18.
- 4 Urs Meier: Auf dem Weg zu intelligenten Baumaterialien, tec21, 19/2003, S. 6–9.
- 5 Hermann Czech / Wolfgang Mistelbauer: Das Looshaus. Wien 1968, S. 31, zitiert nach: Jörg Gleiter: Vom speechact zum sketchact – Architektur als Technik des Körpers, in: Wolkenkuckucksheim, Thema, Urban Bodies, 7. Jg., Heft 1, September 2002.
- 6 Christian Höll: Leuchtender Kokon, tec21, 41/2005, S. 4–8.
- 7 Le Corbusier: Leitsätze des Städtebaus, in: Programme und Manifeste zur Architektur des 20. Jahrhunderts. Ulrich Conrads (Hrsg.), Braunschweig u. Wiesbaden 1981, S. 89.
- 8 Claus Spahn: Eine Rose für das kalte Herz. «Die Zeit» 30.10.2003, Nr. 45.