



## Das gedruckte Herz

Die Hochschule für Life Sciences FHNW forscht an einer neuen Generation von künstlichen Organen, die mit 3-D-Druckern herstellbar sind.

## Tödliche «Spaniola»

1918 tötete die Grippe mitten im Sommer zwischen 50 und 100 Millionen Menschen. Und niemand will sich daran erinnern.

## Rätsel Wundheilung

Novartis sucht die Gründe, weshalb gewisse Wunden schnell verheilen und andere überhaupt nicht – ein riesiges Problem in den Spitälern.

## Spitzenforschung

Roche entwickelt in Basel die Wirkmoleküle und produziert sie in Kaiseraugst. Dafür betreibt der Konzern ein milliardenteures Investitionsprogramm.

ANZEIGE



# Willkommen in der Zukunft der Medizin.

 NOVARTIS



# Adern aus dem 3-D-Drucker

Die Hochschule für Life Sciences FHNW in Muttenz forscht an einer neuen Generation von künstlichen Organen



**Body on Chip.** Mit Maurizio Gullos Forschungen soll ein «Test-Körper» auf einem Chip möglich werden. Foto Nicole Pont

Von *Andreas Schwander*

Science-Fiction ist der Realität immer etwas voraus, und doch bemüht sich die Wissenschaft immer wieder, Science-Fiction zur Realität werden zu lassen. Am Institut für Medizintechnik und Medizininformatik an der Hochschule für Life Sciences FHNW ist der Forscher Maurizio Gullo und sein Team der Fiktion auf der Spur – mit Geweben aus dem 3-D-Drucker.

Allerdings kann man nicht einfach so mal eine Niere ausdrucken, auch wenn dies das Ziel ist. Man fängt mit biologischen Zellen an, welche in dreidimensionalen Strukturen gezüchtet werden. Denn bisher ging das, grob gesagt, in den Petrischalen nur in zwei Dimensionen. Dies entspricht aber nicht der natürliche Umgebung von biologischen Zellen, denn normalerweise wachsen diese dreidimensional und in alle Richtungen. Deshalb züchtet man sie nun statt in Nährlösungen in speziellen Gels, in denen die Zellen in alle Richtungen wachsen können. Auf diese Weise entstehen Gewebeproben auf einem Glas Chip, wobei das Gel mit speziel-

len 3-D-Biodruckern wie aus der Tube gepresst wird. Dabei steht in der ersten Annäherung die endgültige Form nicht im Vordergrund, wie etwa bei einem herkömmlich 3-D-gedruckten Gegenstand. Wichtig ist vorerst, dass das Gel formstabil bleibt, damit das Gewebe in alle Richtungen wachsen kann.

**500 Chips statt 500 Mäuse**

Erstes Ziel dieser Gewebe auf einem Chip ist die Vermeidung von Tierversuchen. Das hat sowohl mit dem Tiererschutz zu tun, aber auch mit einfacheren Versuchsabläufen und genaueren Resultaten. Zum einen sind Versuche mit Mäusen nicht zwingend auf den Menschen übertragbar, während man in den Gels mit menschlichen Zellen arbeiten kann. Zudem sind 500 Chips mit Gewebeproben viel einfacher und effizienter zu handhaben als 500 Mäuse.

Mit den Gels können einfache «lebende Strukturen» gedruckt werden. Durch Diffusion dringen Nährlösungen bis etwa einen halben Millimeter tief in das Zellgewebe ein. Wenn man daher dicke und komplexe Strukturen drucken will, benötigt das

Zellgewebe ein Versorgungssystem, dass sie mit Nahrung versorgt und Abfallprodukte abführt, wie die Arterien und Venen in unserem vaskulären System. Auch dies lässt sich drucken, mit so genannter «fugitive ink», mit flüchtiger Tinte, die bei Temperatur über 20 Grad Celsius relativ fest ist und sich bei tieferen Temperaturen verflüchtigt, indem sie sehr dünnflüssig wird. Das entspricht der Jahrtausende alten Technologie des Giessens mit der verlorenen Form. Dabei wird ein WachsmodeLL in Sand gepackt und der Sandklumpen erwärmt bis das Wachs schmilzt und verschwindet. Zurück bleibt ein Hohlraum in Form des Werkstücks, der dann mit flüssigem Metall gefüllt wird. Und auch in der modernen Giessereitechnik werden Gusskerne mit 3-D-Printern gedruckt.

«Das System gleicht der Jahrhunderte alten Technik des Giessens mit verlorener Form.»

Beim Drucken von komplexeren Zellgeweben werden deshalb so die Aderstrukturen gedruckt. Danach übergiesst man sie mit dem Gel, das biologische Zellen enthält und kühlt das Ganze ab. Nach dem Abkühlen bleibt ein dickes Zellgewebe mit Adern zurück. Allerdings kann man nur relativ grosse Adern drucken. Der 3-D-Biodrucker hat eine Auflösung von etwa drei Hundertstel Millimeter. Das mag als sehr klein erscheinen. Allerdings besteht das weit verzweigte Kapillarsystem im Körper aus noch feineren Blutgefässen. Neben den Blutgefässen gibt es auch noch das Lymphatische System, welches Abfallstoffe und überschüssige Flüssigkeiten aus dem Zellengewebe abführt. Die winzig feinen Lymphkapillaren sind deshalb nicht einfache Röhrchen, sondern durchgehend perforiert und durchlässig, wie Drainage-Röhrchen. Auch das wird im Organ benötigt.

**Vier Stufen der Komplexität**

Wenn man nun ein Organ oder Gewebe drucken möchte, das man einmal einem Menschen implantieren kann, gibt es vier Komplexitätsstufen. Auf der ersten Stufe befinden sich einfache Gewebe, wie etwa Knorpelgewebe. Die kann man relativ einfach drucken, auch weil sie keine Blutversorgung brauchen. Das wird schon oft gemacht, vor allem für die rekonstruktive Chirurgie. Die zweite Komplexität ist die Vaskularisierung, etwa für eine Niere oder Bauchspeicheldrüse. Die dritte Komplexität ist es, ein Organ zu drucken, dass auch ein Lymphatisches System und ein Vegetatives Nervensystem enthält.

Damit ist es aber noch nicht getan. Ein fertiges Organ braucht ein Interface, d.h. Anschlüsse an das Ader-, Lymph- und Nervensystem, mittels welchen der Arzt das Organ operativ mit den entsprechenden Systemen im Körper des Patienten verbinden kann. Ohne diese Verbindungen ist ein künstliches Organ nutzlos.

**Der ganze Körper auf einem Glas Chip**

Die dritte und vierte Dimension sind im Moment noch in weiter Ferne. Gegenwärtig arbeitet man auf dem zweiten Level, der Vaskularisierung. Das ist schon schwierig genug. Es geht dabei erst einmal darum, die Gewebe zu drucken und dann am Leben zu erhalten. Auf diesem zweiten Level gibt es nun schon Anwendungen. Das sind zum einen der Ersatz der Tierversuche, aber auch schon einzelne Organgewebe, sogenannte «Organs on Chip», Organe auf einem Glas Chip. Von da aus ist es nur ein kleiner Schritt zum «Human on Chip», dem Menschen auf einem Glas Chip. Damit können fast alle Organe eines Menschen mit körpereigenen Zellen auf einem Chip dargestellt werden und die Interaktionen der einzelnen Organe unter bestimmten Bedin-

gungen getestet werden. Damit liesse sich beispielsweise die Reaktion, die Wirksamkeit oder auch die Nebenwirkungen etwa von bestimmten Krebstherapien und Medikamentenkombinationen für jeden einzelnen Patienten voraussagen – in dem man sie erst an seinem Chip mit seinen Zellen testet, bevor man die Therapie mit allen Risiken an einem bereits geschwächten Körper startet.

Eine andere Anwendung der Technologie wäre, dass man bei Menschen mit gewissen genetischen Vorbedingungen für Erbkrankheiten, etwa ausgeprägte Herz-Kreislaufprobleme, Ersatz-Organen bereits auf Reserve züchtet. Ähnliches strebt man auch in der Zahnmedizin an. Bereits jetzt ist es möglich, sich ein genaues digitales Abbild seiner gesunden Zähne machen zu lassen. Wenn man dann einmal einen Unfall hat oder im Alter eine Prothese braucht, kann man sich

«Künstliche Organe sind nutzlos, wenn man sie nicht an den Körper anschliessen kann.»

gemäss diesem digitalen Abbild das ursprüngliche Gebiss, das man mit 20 einmal hatte, rekonstruieren lassen. Das schliesst auch die Wurzeln der Zähne mit ein. Wenn man sich dann einen Zahn ziehen lassen muss, passt die Kopie haargenau in die Öffnung. Ähnliches sollte dann auch mit andern Organen möglich sein.

**Erst kommen die Sanitärinstallationen**

Doch soweit ist man noch nicht. Der Forschungsbereich von Maurizio Gullo am Institut für Medizintechnik und Medizininformatik (HLS FHNW) liegt im Moment klar im zweiten Level der Technologie, bei der Vaskularisierung von dickem Zellgewebe. Dabei werden die Adern ausgedruckt und dann die Kapillaren aus organischem Material gezüchtet, da sie zu fein sind um gedruckt zu werden. Man legt sozusagen für das neue Organ wie bei einem Haus, das man neu baut, erst einmal die Zu- und Abwasserleitungen an. Wenn das denn einmal existiert, könnte man beispielsweise in die angelegten Kapillaren Nierenzellen einsetzen, welche dann zur Niere wachsen könnten. Die Forschungen gehen nun in die Richtung, dass man die Nierenzellen und die zu vaskularisierenden Zellen gleichzeitig im selben Gel züchtet.

Mit ihren Forschungsarbeiten ist das Team um Maurizio Gullo im nagelneuen FHNW-Campus in Muttenz ganz vorne mit dabei – und der Science-Fiktion näher auf den Fersen als sich viele Menschen bewusst sind.

ANZEIGE

# WACHSEN KNÖCHEN BALD AUF KNOPFDRUCK?

**Ja, hier.**

Komm an den Info-Anlass für den Bachelor in Life Sciences und erfahre mehr über alle Studienrichtungen, z. B. über «Medizintechnik».

17. Oktober und 28. November 2018 in Muttenz. Jetzt anmelden: [www.ja-hier.ch](http://www.ja-hier.ch)