

# Wissenschaft

## Herzmodell aus dem 3D-Drucker

Verfahren könnte Mangel an Spenderorganen beheben

Von Walter Willems

Ein neues Verfahren könnte künftig den 3D-Druck von Organen ermöglichen. In einem Machbarkeitsnachweis haben US-Forscher ein Miniatur-Herz, sich regelmäßig zusammenziehende kleine Herzkammern sowie Herzklappen geschaffen. „Wir haben gezeigt, dass wir aus Zellen und Kollagen Teile des Herzens drucken können, die tatsächlich funktionieren“, sagt Projektleiter Adam Feinberg von der Carnegie Mellon University in Pittsburgh. Anwendungsreif ist die Methode aber noch nicht.

Kollagen ist gut geeignetes Biomaterial für den 3D-Druck, denn daraus besteht buchstäblich jedes einzelne Gewebe des Körpers. „Das Problem besteht darin, dass es anfangs eine Flüssigkeit ist, so dass es beim Druck eine Lache bilden würde. Daher haben wir eine Technik entwickelt, die eine Verformung verhindert“, berichtet Ko-Autor Andrew Hudson.

Bei dem Verfahren namens Fresh (Freeform Reversible Embedding of Suspended Hydrogels) wird Kollagen von einem Drucker Schicht für Schicht in einem Gelbad aufgetragen, das die Form zunächst stützt. Nach Ende des Druckvorgangs wird das Gel auf 37 Grad – also Körpertemperatur – erhitzt und schmilzt, so dass das fertige Gerüst zurückbleibt, wie die Forscher im Fachblatt Science schreiben.

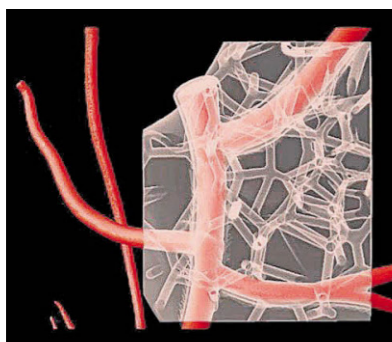
### Kammer und Klappe

Die Auflösung des Drucks liegt bei 20 Mikrometern (Tausendstel Millimetern). Das ist mehr als zehnfach genauer als beim Vorläuferverfahren, das die Forscher vor vier Jahren vorgestellt hatten. Zudem ermöglichte die poröse Mikrostruktur das Einwachsen von Zellen und Blutgefäßen.

In weiteren Versuchen schufen die Forscher Modelle einer linken Herzkammer, in denen sie zusätzlich aus humanen embryonalen Stammzellen entwickelte Herzmuskelzellen und Fibroblasten hinzufügten. „Nach vier Tagen zogen sich die Herzkammern sichtbar zusammen, und nach sieben Tagen hatten sie sich synchronisiert“, berichtet das Team. Zudem druckten sie eine Herzklappe mit einem Durchmesser von 28 Millimetern.

Die Studie sei ein Machbarkeitsnachweis dafür, dass man mit dem Verfahren Gerüste für unterschiedliche Organe schaffen könne, auch wenn es noch viele Herausforderungen gebe, etwa die für Organe benötigten Milliarden Zellen und die Zulassung für den klinischen Einsatz. „Auch wenn wir den 3D-Druck eines voll funktionsfähigen Organs noch erreichen müssen, können wir nun Konstrukte bauen, die die strukturellen, mechanischen und biologischen Eigenschaften echter Gewebe zu umfassen beginnen.“

Organmangel ist ein weltweites Problem. Allein in den USA warten mehr als 4 000 Menschen auf ein Spenderherz. In Deutschland, wo pro Jahr 300 Herzen transplantiert werden, warten nach Angaben der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung etwa 700 Menschen auf ein Herz. (dpalfwt)



In das gedruckte Herz können Blutgefäße einwachsen. C. MELLON UNIV. COLL. OF ENGINEERING.



Blick in ein Rechenzentrum mit einer ganzen Galerie von Serverschränken. Sie brauchen Strom für den Betrieb und für die Kühlung.

IMAGO/PHOTOTHEK

## Streaming frisst besonders viel Strom

Internet und Smartphones zu nutzen, verbraucht viel Energie. Die Herstellung der Geräte aber noch mehr

Von Mechthild Henneke

Klimaaktivisten erhalten zurzeit viel Aufmerksamkeit – auch dank des Internets, das dabei hilft, Informationen auszutauschen, sich zu vernetzen und Aktionen zu dokumentieren. Dass die Umweltschützer mit ihren Netzaktivitäten selbst CO<sub>2</sub>-Abdrücke hinterlassen, wird selten thematisiert. Dabei ist es wichtig, über Digitalisierung und Nachhaltigkeit nachzudenken.

Denn bei jedem Griff zum Handy dreht sich irgendwo ein Stromzähler. „Beim Surfen wird Energie verbraucht, die nicht in der eigenen Stromrechnung erfasst ist“, sagt Marina Köhn von der Beratungsstelle nachhaltige Informations- und Kommunikationstechnik im Umweltbundesamt in Dessau-Roßlau. „In dem Moment, wo ich das Smartphone aktiviere, löse ich in einem Rechenzentrum eine Anfrage aus, die alle meine Konten auf neue Nachrichten überprüft“, nennt sie als Beispiel.

Bei dieser Aktion wird – das ist offensichtlich – Energie vom Handy verbraucht. Doch die Mobilfunkantennen, über die die Anfrage weitergeleitet wird, ziehen ebenfalls Strom und das Rechenzentrum, das die Konten überprüft, benötigt auch Energie, um diese zu bearbeiten. Dasselbe geschieht, wenn die Antwort zurückgesendet wird.

### Riesige Rechenzentren

Wie viel Energie an den drei Stationen exakt anfällt, wird derzeit vom Umweltbundesamt in Kooperation mit Forschungseinrichtungen untersucht. Im kommenden Jahr soll es exemplarisch konkrete Zahlen zum Stromverbrauch von ausgewählten Internet-Anwendungen geben.

Klar ist bereits, dass das Ansehen von Filmen im Netz, das Streaming, hoch zu Buche schlägt. „Videos oder Filme im Internet zu streamen, macht rund 80 Prozent des Gesamtvolumens des weltweiten Datenverkehrs aus“, sagt Marina Köhn. Statt den Tatort am Sonntagabend im Fernsehen anzuschauen, starten nicht wenige den Film wenig später, wenn sie vom Grillen nach Hause kommen oder die Küche nach dem Abendessen aufgeräumt ist. Nicht selten sehen Eltern und Kinder dieselben Filme in verschiedenen Zimmern auf ihren Rechnern.

Köhn gefällt das überhaupt nicht. „Besser wäre es, Filme dann zu gucken, wenn sie ausgestrahlt werden

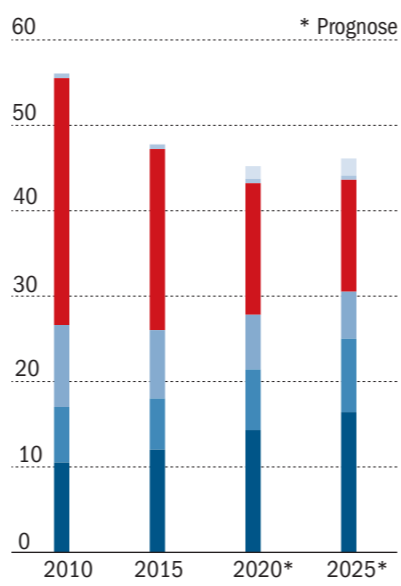
oder zumindest gemeinsam“, sagt die Expertin.

Der Stromverbrauch durch Datennutzung ist im Visier der GreenIT-Experten. Im Jahr 2015 gab es eine Untersuchung des Fraunhofer-Instituts für Zuverlässigkeit und Mikrointegration zur Entwicklung des IKT-bedingten Strombedarfs in Deutschland (siehe Grafik). Diese prognostizierte, dass der Jahresenergiebedarf von Telekommunikation und Rechenzentren von etwa 17 Terawattstunden (TWh) im Jahr 2010 auf 25

### Strombedarf in Deutschland

in der Informations- und Kommunikationstechnik, in Terawattstunden (TWh/a)

■ Gebäudeversorgung ■ Arbeitsplatz-IT  
■ Haushalte ■ Telekommunikation  
■ Öffentlichkeit ■ Rechenzentren



TWh im Jahr 2025 ansteigen wird. „Diese negative Entwicklung ist primär auf eine intensivere Internetnutzung zurückzuführen“, heißt es in der Begründung. Als Hauptursache wird das Streaming genannt.

Die Rechenzentren werden immer größer gebaut, denn sie müssen für Spitzenzeiten bereit sein – etwa für Fußballweltmeisterschaft-Endspiele. Dann sollen auch die Handynutzer, die im Park oder am Badeseen live dabei sein möchten, nicht enttäuscht werden. Die Folge ist, dass die Rechenzentren überdimensioniert sind und der größte Teil der Kapazitäten meistens brach liegt. Denn: Montagsmorgens gibt es keine Endspiele. Die Server brauchen aber auch dann Strom und müssen gekühlt werden, wenn sie keine Leistung erbringen.

Rechenzentren und Server effizienter zu machen, ist daher das Ziel vieler Bemühungen. „Es gibt eine Daumenregel, nach der sich die Rechenleistung von Computern alle zwei Jahre verdoppelt – bei gleichbleibendem Energieverbrauch“, sagt Jens Gröger, der beim Öko-Institut, einer Forschungs- und Beratungseinrichtung mit Hauptsitz in Freiburg, für nachhaltige Informationstechnik zuständig ist.

Doch der technische Fortschritt hinkt der Nachfrage hinterher. Der

schiedlichen Bedarf an Hardware-Ressourcen und damit am Stromverbrauch haben. Die Ergebnisse der Studie sind auf der Website des Umweltbundesamtes veröffentlicht. Ein Kriterium für den Blauen Engel für Software soll zum Beispiel sein, dass ein Programm auch auf älteren Rechnern läuft oder dass Aktualisierungen nicht die Anschaffung neuer Geräte erfordern, sagt Gröger.

Die Herstellung von Laptops oder Smartphones ist nämlich wesentlich umweltbelastender als deren Nutzung, hat Gröger herausgefunden. „Notebooks verursachen bei der Herstellung 250 Kilogramm CO<sub>2</sub>-Emissionen und in der Nutzungsphase 25 Kilogramm pro Jahr.“ Ein Notebook auszutauschen, weil es weniger Energie als das alte verbraucht, sei kein Beitrag zum Klimaschutz.

Gröger: „Selbst wenn das neue Notebook nur die Hälfte an Energie benötigt und somit 12,5 Kilogramm CO<sub>2</sub> pro Jahr einspart, müsste das neue Gerät 20 Jahre lang genutzt werden, um den Herstellungsaufwand wieder wettzumachen.“ Letzterer ist deshalb so hoch, weil Halbleiter und Leiterplatten in energieaufwendigen Prozessen hergestellt werden müssen.

### Nachhaltige Geräte

Ein Fokus von Gröger und Köhn richtet sich deshalb auf die Hardware, die möglichst langlebig sein sollte. Ihre Nachhaltigkeitsanalysen untersuchen den Lebensweg eines Produkts von der Herstellung bis zur Entsorgung und nicht nur die Nutzung. „Wichtig ist, nicht nur auf Energieverbrauch, sondern auch auf Ressourcenverbrauch zu achten“, sagt er. Viel smarte Technologie veraltet schnell und verlange dann nicht nur neue Programme, sondern auch neue Geräte. Solche Umweltwirkungen bei der Digitalisierung zu berücksichtigen, nennt Gröger „Nebenwirkungen mitdenken“.

Da mancher Geräteaustausch notwendig wird, weil die Softwarehersteller neue Programme auf den Markt bringen, die mehr Arbeitsspeicher und schnellere Prozessoren erfordern, rät Gröger zu Open-Source-Software. Solche kostenlosen Programme haben oft längere Supportzeiträume und die Anforderungen an die Hardware sind meist deutlich bescheidener. Eine Alternative zum neuen Rechner seien außerdem generalüberholte Geräte. Gröger: „Gebrauchte Hardware von professionellen Händlern läuft gut und gerne noch weitere fünf bis sechs Jahre.“

## Wie sich ein Hunde-Tumor ausbreitet

Das Sticker-Sarkom entstand vor 6 200 Jahren

In einem Mammutprojekt haben Forscher die Ausbreitung des Sticker-Sarkoms, eines weltweit verbreiteten Tumors bei Hunden, rekonstruiert. Der ansteckende Hundekrebs sei die älteste, erfolgreichste und vielfältigste bekannte Krebslinie, schreibt das Team um Adrian Baez-Ortega von der britischen University of Cambridge im Fachblatt Science.

Das Sticker-Sarkom – kurz auch CTVT – ist ein übertragbarer Krebs, der durch lebende Zellen zwischen Hunden vorwiegend beim Geschlechtsverkehr übertragen wird. Die Tumore treten gewöhnlich an den Geschlechtsorganen auf und lassen sich recht gut behandeln.

In dem Großprojekt sequenzierter Forscher Erbgutteile von 546 Sticker-Sarkomen weltweit und erstellten daraus einen Stammbaum. Die Analyse ergab, dass dieser Tumor vor etwa 6 200 Jahren bei einem Hund vermutlich in Zentral- oder Nordasien entstand. Auch nach dem Tod des Hundes lebten seine Krebszellen als Metastasen in seinen Artgenossen fort – bis heute.

Die ersten Jahrtausende nach der Entstehung blieb der Tumor in seiner Ursprungsregion. Seine spätere Ausbreitung spiegelt manche Wanderungsbewegungen wider. Vor weniger als 2 000 Jahren verließ die Tumormutlinie ihre ursprüngliche Hundepopulation und verbreitete sich in andere Teile Asiens und nach Europa. Von dort gelangte sie vor etwa 500 Jahren mit den Europäern nach Mittelamerika und dann in den Norden und Süden des Kontinents. Aus Amerika kamen Subtypen vor etwa 300 Jahren nach Afrika. Zu jener Zeit verbreitete sich der Tumor aus Asien oder Europa nach Australien und in den Pazifikraum.

„Etwa vor 100 Jahren war CTVT in Hundepopulationen weltweit vorhanden und es entstanden lokale Linien, die seitdem weitgehend vor Ort geblieben sind“, schreiben die Forscher. In vielen westlichen Ländern sei der Tumor im 20. Jahrhundert mit dem Rückgang von Straßenhunden stark geschwunden. (dpafwt)

## Immer weniger Seevögel auf Langenwerder

Auf der Ostseeinsel stören Stehpaddler und Füchse

Ob Sturmmöwe, Brandseeschwalbe oder Küstenseeschwalbe: Die Bestände vieler Brut- und Zugvögel auf der kleinen Ostsee-Insel Langenwerder nehmen ab. So brüteten in den 80er-Jahren noch 5 000 Sturmmöwen-Paare in Deutschlands ältestem Seevogel-schutzgebiet. In diesem Jahr sind es noch rund 2 000, wie Vogelwart Veiko Lehsten sagte. Sie hätten gerade einmal 900 Jungtiere aufgezogen, von denen viele wohl nicht flügge würden. Auch die Bestände anderer Brut- und Zugvogelarten nehmen seinen Angaben zufolge ab.

Ein Grund ist der Fuchs. Seit der Bekämpfung der Tollwut hat er sich stark vermehrt und kommt bei Niedrigwasser von Poel herüber, sagt Lehsten. Auch der Mensch ist ein Problem für die Vogelschutzinsel. Eigentlich dürfen sich Boote nur bis auf 200 Meter dem Strand nähern, doch viele Stehpaddler und Surfer schert das wenig. Ein Schutzverein dokumentiert die Entwicklung der Bestände auf der knapp 20 Hektar kleinen Insel, die der Insel Poel vorgelagert ist. (dpa)