

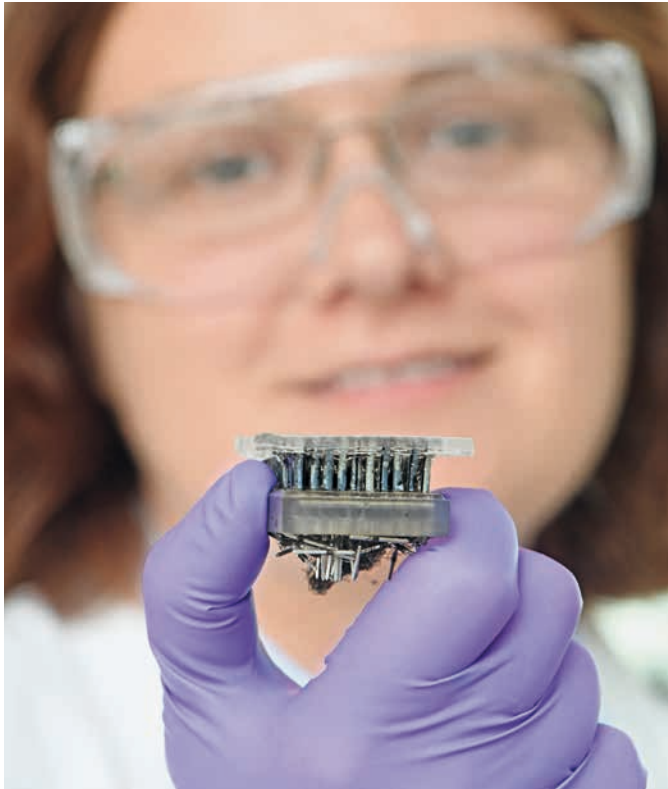
1. PREIS

Natur- und Technikwissenschaften

## Das Internet »ertasten«: Neuartiges Display für Blinde

Ein haptischer Monitor, der 9.000 Tastpunkte sowie Grafiken darstellen kann, ermöglicht auch stark sehgeschädigten und blinden Menschen »Einblicke« in die Bilderwelt des Internets.





zigen Punkten, die dreidimensional aus dem Bild herausragen und damit ertastbar sind. Solche »Taxel« sind das haptische Gegenstück zu optischen »Pixeln«.

Für die Internet-Kommunikation verwenden stark Sehgeschädigte meist einzeilige Brailledisplays. Diese stellen Buchstaben im Code von Louis Braille dar, dem Erfinder der Blindenschrift. Jeder Buchstabe wird dabei durch sechs Taxel kodiert, die ähnlich wie die »Augen« eines Würfels angeordnet sind. Ein Nachteil dieser einzeiligen Brailledisplays ist, dass sie nur Buchstaben darstellen können, nicht jedoch Grafiken.

Zwar haben Firmen schon erste Monitore entwickelt, die auch einfache Grafiken in Taxel-Form darstellen können. »Diese sind jedoch mit einem Preis von rund 50.000 Euro für die meisten Sehgeschädigten unerschwinglich«, kritisiert Wilhelm. Die Taxel dieser Monitore bestehen aus piezoelektrischen Elementen. Das sind keramische Materialien, die sich beim Anlegen einer elektrischen Spannung physisch verformen. Die Verformung ist jedoch zu gering zum ertasten, deshalb muss die Bewegung mit einer Art Hebelkonstruktion verstärkt werden. Diese macht die Monitore nicht nur teuer, sondern auch groß und schwer.

### Optimales Design dank Befragungen

Um ein optimales Brailledisplay zu entwickeln, hat Elisabeth Wilhelm zu Beginn ihrer Arbeit 69 Personen – Sehgeschädigte und deren Betreuer – befragt, welche Eigenschaften und welchen Preis ein solches Display haben sollte. Ergebnis: Es sollte unter 3000 Euro kosten, in etwa die Fläche eines DIN-A4-Blatts oder größeren Tablet-PCs haben, leicht und mobil nutzbar sein und für den Aufbau eines Taxel-Bildes höchstens zehn Sekunden benötigen. Die Taxel sollten im gleichen Abstand angeordnet sein. Da Taxel per DIN-Norm 1,3 Millimeter groß sein müssen, passen auf die gewünschte Fläche maximal 9000 Taxel.

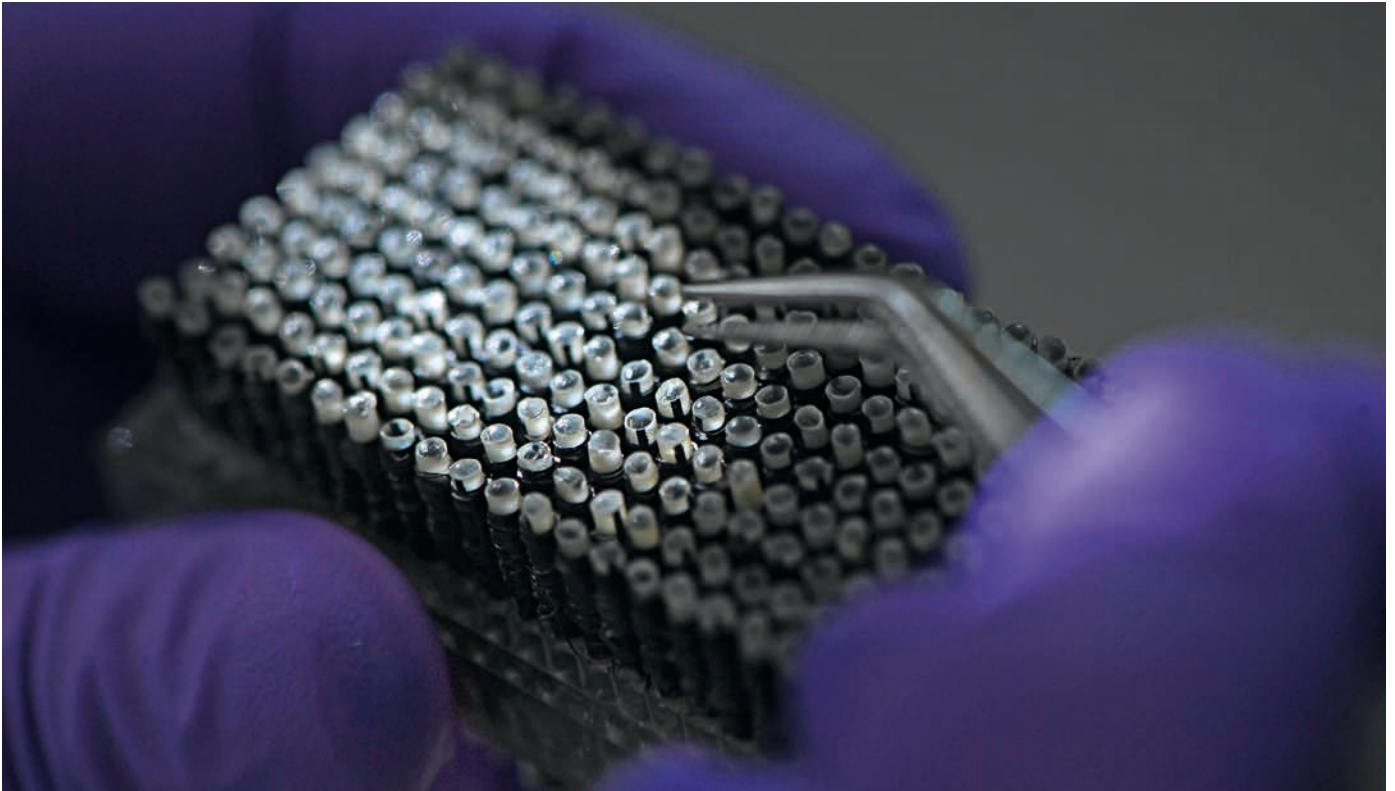
Mit diesen Vorgaben begann die Forscherin mit der Entwicklung ihres Prototyps: Er besteht aus einem Plastikquader, der von einem mit Wasser gefüllten Kanalsystem durchzogen ist. In die Oberfläche des Quaders sind winzige Löcher für die Taxel gebohrt. In jedem Loch endet einer der Wasserkanäle. Außen sind die Löcher mit einer flexiblen Membran überspannt, die als Displayfolie dient. Die Kanäle sind am jeweils

### Studienpreis-Juror Joachim Müller-Jung

»Elisabeth Wilhelm geht ein gesellschaftlich wenig beachtetes, aber für Millionen elementares Problem an: Wie können Menschen mit Sehschwäche an einer zunehmend bildlastigen digitalen Welt teilhaben? Der Lösungsansatz, die dreidimensionale Ausarbeitung einer kostengünstigen Display-Technik, ist hervorragend ausgeführt. Man darf auf die kommerzielle Realisierung hoffen!«

Nach Angaben der Weltgesundheitsorganisation gab es 2014 weltweit rund 285 Millionen Sehgeschädigte. Die global zunehmende Kommunikation und Informationsvermittlung über PC und Internet stellt sie vor große Probleme. Nun jedoch hat die Karlsruher Maschinenbauingenieurin Elisabeth Wilhelm im Rahmen ihrer Promotion den Prototyp eines Displays entwickelt, das Computerbilder und -grafiken in für Blinde und stark Sehgeschädigte ertastbare haptische Muster umwandeln kann. Sie erhalten damit unter anderem Zugang zu grafikbasierten Kommunikationsplattformen im Internet – Bereiche, die ihnen bislang verschlossen blieben

Zwar können Menschen, die über ein Restsehvermögen verfügen, Bildschirmhalte teils noch mit Programmen erkennen, die wie Lupen wirken. Stark Sehgeschädigten und Blinden hingegen bleibt in der Regel nur die Option, sich Computertexte via Sprachausgabe vorlesen zu lassen; Fotos, Bilder und Grafiken können sie überhaupt nicht erkennen. Eine Notlösung liefern – sehr teure – Spezialdrucker, die Computerbilder als taktile Grafiken ausgeben. Diese bestehen aus win-



anderen Ende mit einer Spritzenpumpe verbunden. Wird diese eingeschaltet, pumpt sie Wasser durch die Kanäle. Der Wasserdruck wölbt die Displaymembran jeweils zu einem Taxel auf.

»Auf diese Weise können aber nur alle Taxel gleichzeitig ein- und ausgeschaltet werden«, so Wilhelm. »Die nächste Herausforderung bestand darin, die Taxel gezielt einzeln zu aktivieren.« Dazu fügte sie an der Displayseite jedes Wasserkanals ein kurzes, mit Wachs gefülltes Schlauchstück ein. Mit diesem Wachs»Pfropfen« wird der Kanal verschlossen: Auch wenn die Pumpe pumpt, kann sich das Taxel nicht mehr aufwölben.

### Geheiztes Wachs wölbt die »Taxel«

Diese Blockade verschwindet jedoch, wenn man das Wachs elektrisch aufheizt. Im flüssigen Zustand kann es den Wasserdruck weitergeben, und das Taxel wölbt sich auf. Erkalte das Wachs in diesem Zustand, halten die Taxel selbst hohem Abtastdruck stand. Bei erneutem Schmelzen des Wachses ohne Pumpendruck kehrt das Taxel wieder in den flachen Ausgangszustand zurück. Die Taxel werden auf diese Weise »digital« steuerbar. Welcher Wachspfropfen für das jeweilige Taxel-Bild geschmolzen wird, bestimmt der mit dem Display verbundene Computer.

Die Heizung der Schlauchenden bereitete Wilhelm anfangs einiges Kopfzerbrechen. In einer ersten Testversion hatte sie die Schläuche mit elektrischem Heizdraht umwickelt, der sich bei Stromfluss erhitzt. Diese Lösung funktionierte zwar, heizte aber nicht nur das Wachs, sondern auch die Umgebung auf. Zudem war sie zu teuer, weil das industrielle Wickeln der Heizdrähte zu einem Preis pro Taxel von knapp 2 Euro geführt hätte – zu viel, um bei 9000 Taxeln die Preisvorgabe von maxi-

mal 3000 Euro zu erreichen. Doch auch hier zeigte sich die Preisträgerin erfinderisch: In der finalen Version ihres Brailledisplays nutzt sie das Wachs selber als »Heizdraht«, indem sie es mit Rußpartikeln vermischt. Ruß ist elektrisch leitfähig und hat in etwa dieselbe Dichte wie Wachs, sodass – wie auch Tests bestätigten – keine Gefahr besteht, dass es beim Schmelzen in das Wasser der Kanäle »absackt«.

»Wir haben damit«, so Wilhelm, »ein kostengünstiges Brailledisplay entwickelt, das auch deshalb ein hohes Marktpotenzial hat, weil es auf die Bedürfnisse der Sehbehinderten zugeschnitten ist.«

Elisabeth Wilhelm (29) studierte von 2006 bis 2012 Maschinenbau am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Im Anschluss promovierte sie am KIT zu »Entwicklung eines mikrofluidischen Brailledisplays«. Seit Mai 2015 ist sie Gastwissenschaftlerin am Department of Bioengineering des Imperial College London (UK) und forscht zur Bedeutung taktiler Wahrnehmung und taktilem Feedback für die Rehabilitation der Funktionsfähigkeit der Hand.

**Beitragstitel** [Haptischer Schlüssel zur digitalen Grafikwelt – Entwicklung kostengünstiger, großflächiger Brailledisplays für ein inklusives Internet](#)

#### Dr. Elisabeth Wilhelm

Promotion am Karlsruher Institut für Technologie

Department of Bioengineering, Imperial College London

E-Mail [e.wilhelm@imperial.ac.uk](mailto:e.wilhelm@imperial.ac.uk)