

Jürgen Steimle und Gordon Bolduan

# Touchscreen auf der Haut

Integriert, leistungsstark und oft kaum sichtbar: Schon bald wird in nahezu jedem Objekt ein Computer stecken. Informatiker arbeiten daran, die Schnittstellen für die Mensch-Maschine-Interaktion zu verbessern. Der Trend geht zu buchstäblich flexiblen Lösungen.

Smartwatches und Fitness-Tracker sind „in“ und stylisch – und sollen der Werbung nach den Alltag ihrer Besitzer verbessern. Ob relaxed auf dem Sofa, hastig per Fahrrad auf dem Weg zur Arbeit oder beim abendlichen Workout im Gym – überall sind Smartwatches mit ihren intelligenten Zusatzprogrammen gefragt. Sind es die neuen Uhren für das digitale Zeitalter?

Seit Sommer 2015 ist zum Beispiel die „Apple Watch“ auch in Deutschland erhältlich. Und während Geschäftsanalysten über das wirtschaftliche Erfolgspotenzial für das US-amerikanische Unternehmen spekulieren, sehen Experten

auf dem Forschungsgebiet Mensch-Maschine-Interaktion intelligente Uhren wie die Apple Watch mit anderen Augen: „fat thumb problem“ lautet ihre Diagnose. Wer die Smartwatch über Berührungen bedienen will, dem steht nur ein kleines Display zur Verfügung, wobei man den größten Teil noch mit den eigenen Fingern überdeckt.

Was auf eine technisch naheliegende Art und Weise realisiert wurde, ist nicht automatisch das Beste für den Menschen, so die übergreifende Erkenntnis. Das lässt sich ebenfalls außerhalb der Welt von Apple & Co. beobachten. Moderne Informationstechnologie

steuert zum Beispiel die Heizung in den eigenen vier Wänden. Dadurch verändert sich auch die Gestalt der Thermostate, die in diesem Fall die Schnittstellen zum Anwender darstellen. Anstatt wie bisher durch eine einfache und intuitive Drehbewegung gesteuert zu werden, gleichen solche Thermostate nun häufig einem unübersichtlichen Tastenfeld, das ohne Bedienungsanleitung nicht zu verstehen ist.

Die Gruppe „Mensch-Computer-Interaktion“ am Saarbrücker Exzellenzcluster „Multimodal Computing and Interaction“ stellt sich der Herausforderung, neue Interaktionsformen zu entwickeln, die nicht nur

*Ein Beispiel für hauchdünne gedruckte Elektronik: der „iSkin Music Sticker“, der mit seiner Flexibilität punktet.*



den Restriktionen und etablierten Konventionen der Technologien von heute folgen. Sie erforscht Lösungen, die sich passgenau in die Objekte und Gegenstände integrieren lassen, mit denen Menschen in der realen Welt arbeiten. Ihre Werkzeuge dafür sind unter anderem empirische Anwenderstudien und der Einsatz von neuen Technologien, die selbst noch erforscht werden. Derzeit ist dies vor allem gedruckte Elektronik.

Darunter werden Bauelemente, Komponenten und Anwendungen verstanden, die in Teilen oder vollständig gedruckt werden. Die Verfahren ähneln Tintenstrahldruckern: Anstelle von Drucktinte auf Papier werden hier jedoch stromleitende Flüssigkeiten auf dünne, flexible Folien – sogenannte Substrate – gedruckt. Damit können die Saarbrücker Informatikerinnen und Informatiker elektronische Bauteile mit ganz neuen Eigenschaften realisieren, die sich sehr gut in Objekte und Gegenstände der realen Welt integrieren lassen.

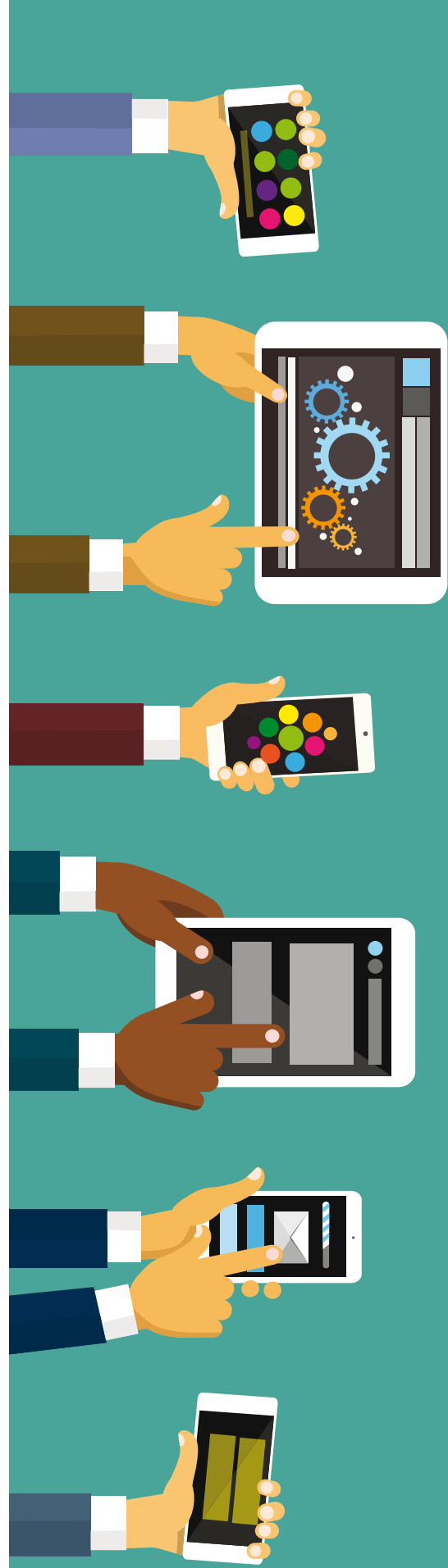
Die neuen Bauteile sind beispielsweise hauchdünn, verformbar oder gar dehnbar und haben dadurch mit heutigen Computern nur noch wenig gemein. Daher betreiben die Forscherinnen und Forscher auf zwei Ebenen Grundlagenforschung: Zum einen entwerfen sie auf Basis empirischer Untersuchungen völlig neue Interaktionsformen und setzen diese mit neuen Technologien um. Zum anderen erforschen sie systematisch, wie man die nahezu unsichtbaren Computer der Zukunft auf effiziente und nutzerfreundliche Weise steuern kann.

So auch bei aktuellen Forschungsarbeiten zu „Interaktiver Haut“. Während der Diskussionen über Apple Watch & Co. entstand

die Idee, Haut als natürliches Medium zu nutzen. Denn sie bietet eine größere Oberfläche und ist sehr leicht für Eingaben zu erreichen. Deshalb befragten die Forscher Personen, wie sie Aktionen auf der Haut ausführen würden, wenn diese als Eingabesensor für mobile Endgeräte dienen könnte. Überraschenderweise beschränkten sich die Antworten nicht auf das Berühren der Haut. Die Anwender wollten ihre Haut auch drücken, ziehen und sogar verdrehen. Dementsprechend entwickelten die Forscher den Prototyp eines Sensors, genannt „iSkin“ – der erste elastische Sensor, der für Touch-Interaktion mit Computern auf der Haut getragen werden kann.

Die Elastizität war dabei eine große Herausforderung, da man dafür Leiter braucht, die nicht brechen, wenn sie gedehnt werden. Die Informatiker arbeiteten dafür mit Materialwissenschaftlern der US-amerikanischen Carnegie Mellon University zusammen. Diese hatten ein Verfahren entwickelt, das verschiedene Arten von Silikon kombiniert, um elastische Leiter zu realisieren. Silikon ist hautfreundlich und kann daher problemlos mit einem medizinischen Kleber auf der Haut befestigt werden.

Auf dieser Basis entwickelten die Saarbrücker Forscher ein multimodales Verfahren, mit dem sowohl leichte Berührung als auch stärkerer Druck erfasst werden können. Drückt man auf eine vordefinierte Stelle auf dem Sensor, kann man so beispielsweise einen Anruf entgegennehmen oder die Lautstärke des Kopfhörers regulieren. Doch mit dieser grundlegenden Funktionalität waren die Wissenschaftler noch nicht zufrieden. Sie wollten einen Sensor schaffen, der den Menschen



in seinem ästhetischen Empfinden ernst nimmt. Er sollte daher gut aussehen und ein visuelles Statement sein, mit dem sich der jeweilige Träger identifizieren kann.

Deshalb entwarf das Forscherteam auch Verfahren, die es Designerinnen und Designern ermöglichen, Linien, Formen und Silhouetten nach eigenen Vorstellungen in iSkin-Sensoren zu verwandeln. Das Ergebnis: Die semi-transparenten Steuerschnittstellen sehen auf der Haut wie kunstvolle Tattoos aus und gleichen nicht mehr herkömmlichen Bedienelementen.

Inzwischen wird die Technologie auch im Rahmen eines ERC Starting Grant-Projekts weiterentwickelt, mit dem Steimles Forschung zu interaktiver Haut von der Europäischen Union gefördert wird. Neueste Ergebnisse der Gruppe erlauben es, Sensoren auf hauchdünnen Folien zu realisieren. Diese sind dünner als

die menschliche Haut selbst, sodass sie sich sogar an kleinste Fältchen anschmiegen und komfortabel getragen werden können.

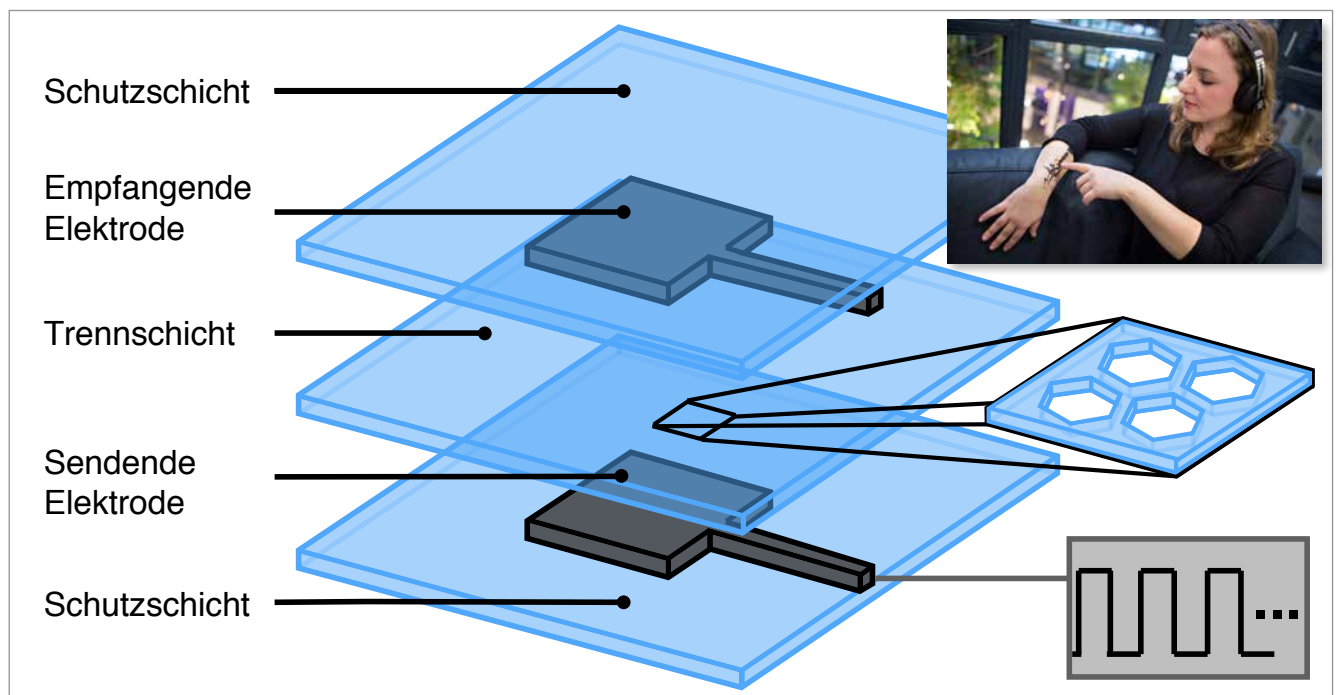
Eine weitere große Frage: Wie kann man es Laien auf einfache Weise ermöglichen, eine Technologie nach ihren Bedürfnissen anzupassen, um so personalisierte Produkte zu erstellen? Eine Antwort lieferte Simon Olberding, Doktorand in der Gruppe, mit dem Prototyp des Projekts „PrintScreen“: Eine Postkarte zeigt ein historisches Automobil. Drückt man auf einen Knopf, leuchten Hinterachse und Lenkradstange in der gleichen Farbe auf. Möglich machen dies zwei Segmente auf einem flexiblen Display, die genau der Form der Autoteile entsprechen. Olberding hat das Display auf einem handelsüblichen Tintenstrahldrucker ausgedruckt. Es ist „elektrolumineszent“, das heißt: Legt man

eine elektrische Spannung an, gibt es Licht ab. Bisher war es nur möglich, Displays in Massen zu produzieren, nie für einen einzelnen Nutzer.

So haben die Forscherinnen und Forscher Neuland betreten und einen neuen Prozess entwickelt. Der Anwender entwirft mit einem Grafikprogramm wie Adobe Illustrator oder PowerPoint eine digitale Vorlage für das gewünschte Display. Mit zwei von den Forschern entwickelten digitalen Produktionsverfahren kann er diese direkt drucken. Als Druckergebnis erhält man Displays, die nur den Bruchteil eines Millimeters dick sind. Da sich mit den Verfahren auch Materialien wie Papier, Kunststoffe, Leder, Keramik, Stein, Metall und Holz bedrucken lassen, sind allerlei zweidimensionale, aber auch dreidimensionale Formen möglich.

Selbst berührungsempfindliche Displays sind auf diese Weise druck-

*Der berührungsempfindliche Sensor „iSkin“ ist aus mehreren Ebenen aufgebaut. Je nach Stärke der Berührung gibt er ein unterschiedliches Signal. So kann zwischen Optionen wie keiner Berührung, leichter Berührung und festem Druck unterschieden werden.*



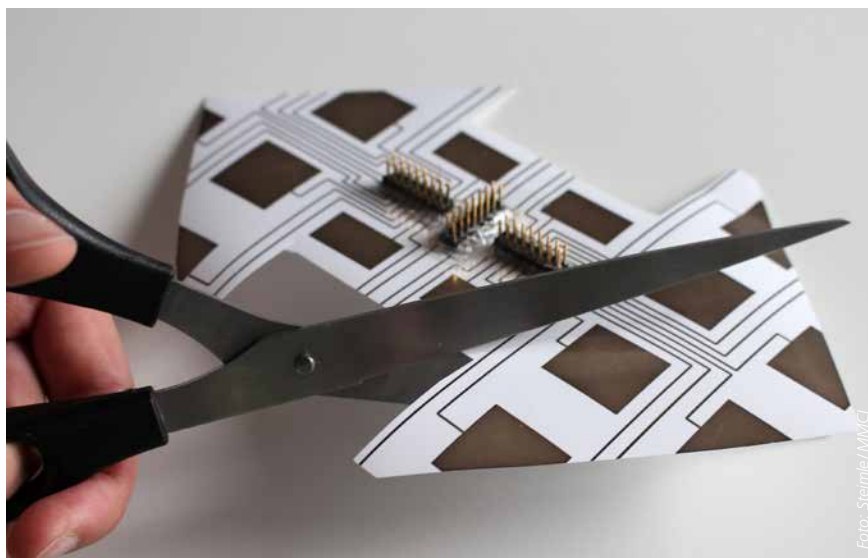


Foto: Steimle/MMCI

Der „Cuttable Sensor“ lässt sich so zurechtschneiden, wie ihn sich ein Nutzer wünscht. Der Clou: Auch danach funktioniert er noch und reagiert auf Berührungen.

bar und die Anwendungsmöglichkeiten damit vielfältig: Displays dieser Art lassen sich in nahezu jeden Alltagsgegenstand integrieren – nicht nur in Papierobjekte, sondern beispielsweise auch in Möbel und Einrichtungsgegenstände, auf Taschen oder am Körper getragene Gegenstände. So könnte man beispielsweise das Armband einer Uhr dazu bringen aufzuleuchten, wenn eine Kurznachricht eintrifft.

Wenn Anwender elektronische Bauteile nicht nur digital, sondern auch direkt, auf physische Art und Weise personalisieren könnten, wäre das eine Innovation. Zusammen mit Forscherinnen und Forschern des US-amerikanischen MIT Media Lab hat das Projektteam einen berührungsempfindlichen Sensor entwickelt, dessen Form und Größe jeder mit einer Schere nach Belieben ändern kann. Dass dabei die Elektronik trotz Schnitten und entfernter Bereiche weiterhin funktioniert, stellt eine neuartige Anordnung der gedruckten Schalt-

kreise sicher. „Stellen Sie sich vor, ein Kind nimmt das von uns entwickelte Sensorpapier und schneidet sich eine Blume in Form einer Blüte samt Stiel und Blättern aus. Berührt es nun die Blüte, ertönt das Summen einer Hummel“, beschreibt Olberding eine mögliche Anwendung.

Durch eine einfache App kann der gedruckte Sensor mit Soundeffekten oder anderen digitalen Funktionen verknüpft werden. Weitere Anwendungsmöglichkeiten liegen im Prototyping und Modellbau: So könnten beispielsweise Architekturmodelle oder Möbelstücke auf einfache Weise interaktiv gemacht werden. Als Basistechnologie dient wiederum gedruckte Elektronik. Doch sie allein reicht nicht aus, um den Sensor unverwundbar gegen Schnitte, Beschädigungen und das Abtrennen ganzer Bereiche zu machen. Bisher ähnelte der Schaltplan eines Multitouch-Sensors dem Karopapier in Rechenheften. Die Drähte verlaufen vertikal und horizontal, an ihren Schnittpunkten sitzen die

berührungsempfindlichen Elektroden, bilden Reihen und Spalten. Auf diese Weise ist maximaler Schaden absehbar, selbst wenn nur ein Draht durchtrennt wird.

Bei der Suche nach Alternativen ließen sich die Forscherinnen und Forscher von Vorbildern aus der Natur inspirieren, darunter dem menschlichen Nervensystem und dem Wurzelgeflecht von Pilzen. So wollen sie eine neue Art von Material schaffen, das Anwender in Schreibwarenläden kaufen können. Es soll so preiswert sein, dass man es für interaktive Anwendungen oder auch einfach nur als Schreibunterlage nutzen kann. Dass diese Vision schon bald real werden könnte, lässt eine Prognose der „Organic and Printed Electronic Association“ vermuten. Der internationale Industrieverband sagt voraus, dass flexible Elektronik für Endanwenderinnen und -anwender zwischen 2019 und 2022 verfügbar sein wird – in greifbarer Zukunft also.



#### Professor Dr. Jürgen Steimle

leitet die Forschungsgruppe „Mensch-Computer-Interaktion“ am Exzellenzcluster „Multimodal Computing and Interaction“ der Universität des Saarlandes.

#### Gordon Bolduan

ist für die Wissenschaftskommunikation am Exzellenzcluster und am Center for IT-Security, Privacy and Accountability (CISPA) an der Universität des Saarlandes verantwortlich.

Adresse: Campus E1.7, 66123 Saarbrücken

DFG-Förderung im Rahmen der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder.

[www.mmc.uni-saarland.de](http://www.mmc.uni-saarland.de)

