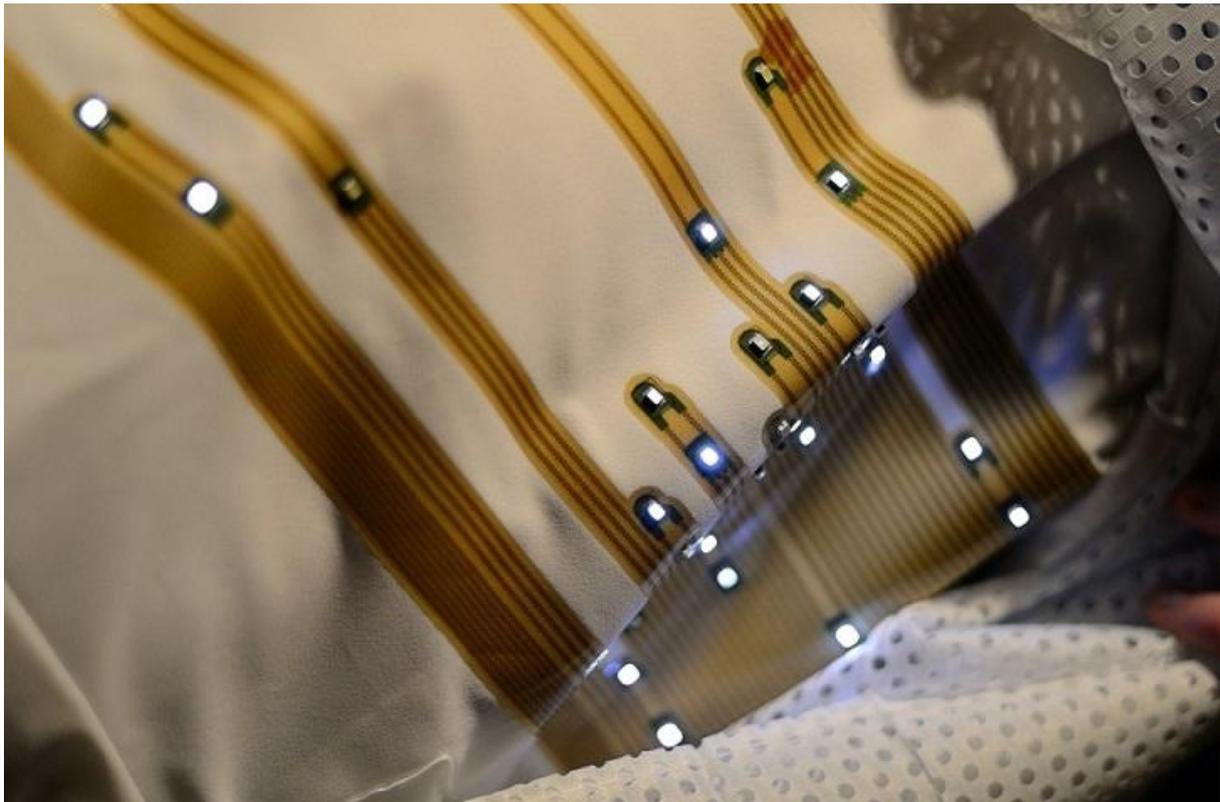


**Wearables & Co –
elektronische Kleinstsysteme
mit großer Zukunft**



Impressum

Medieninhaber und Herausgeber:
Amt der Oö. Landesregierung
Direktion Präsidium, Oö. Zukunftsakademie
Kärntnerstraße 10-12, 4021 Linz
Tel.: +43 732 7720 14402
E-Mail: zak.post@ooe.gv.at
www.ooe-zukunftsakademie.at
DVR: 0069264
Auflage: 2017

Redaktionsteam:
Mag.^a Dr.ⁱⁿ Reingard Peyrl, MSc (Projektleitung)
DIⁱⁿ Judit Asztalos
DI Dr. Klaus Bernhard
Mag.^a Simone Hüttmeir
Monika Pleiner

Titelfoto: Sonago & Novanex / Fraunhofer IZM

Inhaltsverzeichnis

Executive Summary	4
Einleitung	6
1. Aktuelle Trends und Entwicklungen	8
1.1. Neue Materialien	8
1.2. Intelligente Accessoires	14
1.3. E-Textilien	21
2. Oberösterreichische Beispiele aus Forschung und Wirtschaft	28
2.1. Bildungs-, Forschungs- und Innovationsaktivitäten	28
2.2. Beispiele für Produktentwicklungen	30
3. Zukunftsperspektiven für Oberösterreich	33
Quellen- und Literaturverzeichnis	35

Executive Summary

Die Miniaturisierung elektronischer Bauteile sowie die Materialwissenschaften erleben in den letzten Jahren eine besonders dynamische Entwicklung. Durch das **Zusammenspiel neuer Materialien und Elektronik** bei intelligenten Accessoires („Smart Wearables“) und E-Textilien (in Kleidungsstücke integrierte elektronische Systeme) werden voraussichtlich in den nächsten Jahren **viele neue Anwendungsmöglichkeiten** entstehen. Diese könnten unser Alltagsleben in einem ähnlich großen Ausmaß bereichern wie Internet und Smartphone.

Derzeit schon vorhandene bzw. sich abzeichnende **Einsatzmöglichkeiten** liegen u.a. im Gesundheits- und Pflegewesen, im Sicherheits- und Mobilitätsbereich, in der Arbeitswelt sowie in den Gebieten Lifestyle und Fitness.

Um elektronische Kleinstsysteme in Gegenstände wie Armbänder oder Kleidung zu integrieren, ist die **Entwicklung von Materialien** notwendig, die eine hohe mechanische Stabilität aufweisen. Weiters müssen sie gegen übliche Waschmittel und die beim Reinigen auftretenden Temperaturen beständig sein. Nicht zuletzt sollten diese möglichst umwelt-schonend in der Herstellung sowie unschädlich für Mensch und Umwelt sein und im Sinne der Ressourcenschonung recyclebar. Werkstoffe, die diese Eigenschaften aufweisen, könnten in Zukunft über die eigentlichen intelligenten Accessoires und smarten Textilien hinaus breite Anwendung finden. Zum Beispiel ist von der Gewebeforschung auch ohne Einbindung elektronischer Bauteile in Zukunft vieles zu erwarten, wie etwa winkelselektiver Sonnenschutz im Bauwesen, der durch spezielle Verwebung und Garndurchmesser den Lichteinfall reguliert und damit einen Beitrag zu mehr Energieeffizienz leisten kann.

Oberösterreich ist aufgrund seiner **Forschungs- und Wirtschaftsstruktur** mit Schwerpunkten in Materialwissenschaften, Informationstechnologie, Medizin und Kunst dafür prädestiniert, Wearables und E-Textilien zu erzeugen. Dies belegen auch die bereits jetzt schon laufenden anwendungsorientierten Forschungen und wirtschaftlichen Erfolge, die nur beispielhaft angeführt werden sollen:

- ❖ Neue Polymersubstanzen mit dehn- und faltbaren Eigenschaften sowie von "Wearable Displays" werden an der **Johannes Kepler Universität Linz** erforscht.
- ❖ Die **Kunstuniversität Linz** entwickelt gemeinsam mit dem **Textilen Zentrum in Haslach** und dem **Linz Center für Mechatronik** neuartige Gewebe.

- ❖ Wearable Computing ist einer der Forschungsschwerpunkte der **FH Oberösterreich, Campus Hagenberg** und Bestandteil verschiedener Studienrichtungen.
- ❖ In künstlerisch kreativer Weise sind neue Materialien, Wearables und smarte Textilien fixer Bestandteil der Aktivitäten der **Ars Electronica in Linz**.
- ❖ Über Oberösterreichs Grenzen hinausgehend koordiniert die **Branchenplattform PlasTexTron** des Kunststoff-Clusters der Business Upper Austria - OÖ Wirtschaftsagentur GmbH Projekte im Forschungsfeld zwischen Mechatronik, Kunststoff- und Textilindustrie
- ❖ Neben dem auch international sehr bekannten Linzer Unternehmen Runtastic sind viele andere **oberösterreichische KMUs sowie Start-ups** im Bereich E-Textilien und Wearables tätig. Beispiele sind Smartbow GmbH aus Weibern (sensorbestückte Ohrmarken), Utope und Skarabeos aus Engerwitzdorf (Sport- und Sicherheitsbereich), Schütze Schuhe aus Tragwein (smarte Arbeitsschuhe) sowie die Entwicklung neuer Leiterbahnen durch die Profactor GmbH, Lenzing AG und Tiger Coatings GmbH & Co.

Oberösterreichs Forschungs- und Wirtschaftslandschaft hat somit beste Voraussetzungen, zukünftige **Chancen im Bereich der Wearable Technologies** zu ergreifen, wobei durch die Vielzahl an möglichen Zugängen, die auch die Kreierung neuer Designs und Big-Data-Analysen umfasst, viele Potenziale entstehen.

Voraussetzung für eine breite **Akzeptanz** von Wearables & Co durch die Gesellschaft der Zukunft ist, dass die Menschen autonom in ihrer Entscheidung bleiben, diese zu nützen und dass der Schutz der persönlichen Daten gewahrt bleibt. Nur in diesem Fall können die vielen Möglichkeiten, die von Lifestyle-Produkten bis hin zur Förderung des Gesundheitsbewusstseins im Sinne des „Public Health“ und der Arbeitssicherheit liegen, optimal genützt werden.

Einleitung

Bereits Anfang 2015 hat sich die Oö. Zukunftsakademie im Rahmen der Fachtagung „Materialien in Veränderung“ mit den **zukunftsweisenden Perspektiven neuer Materialien** besonders auch in Verbindung mit Elektronik beschäftigt. Es zeichnete sich ab, dass in Zukunft neue Materialien mit ungeahnten Eigenschaften der Schlüssel für Neuentwicklungen in vielen Bereichen sein werden.

Interessante Fortschritte liegen nicht nur in neuen „Supermaterialien“, die etwa selbst-reparabel sind, selbstreinigend oder sich im Körper nach einer gewissen Zeit selbst auflösen, sondern auch in **smarten Textilien und intelligenten Accessoires**, die im Alltag von großem Nutzen sind, u.a. auch im Zusammenhang mit Gesundheitsfragen der älter werdenden Gesellschaft.

Es ist das Zusammenspiel neuer Materialien und elektronischer Entwicklungen, das intelligente Accessoires und smarte Textilien ermöglicht und **neue Anwendungsbereiche** öffnet – u.a. im Gesundheits- und Pflegewesen, im Sicherheits- und Mobilitätsbereich, in der Arbeitswelt und in der Freizeit.

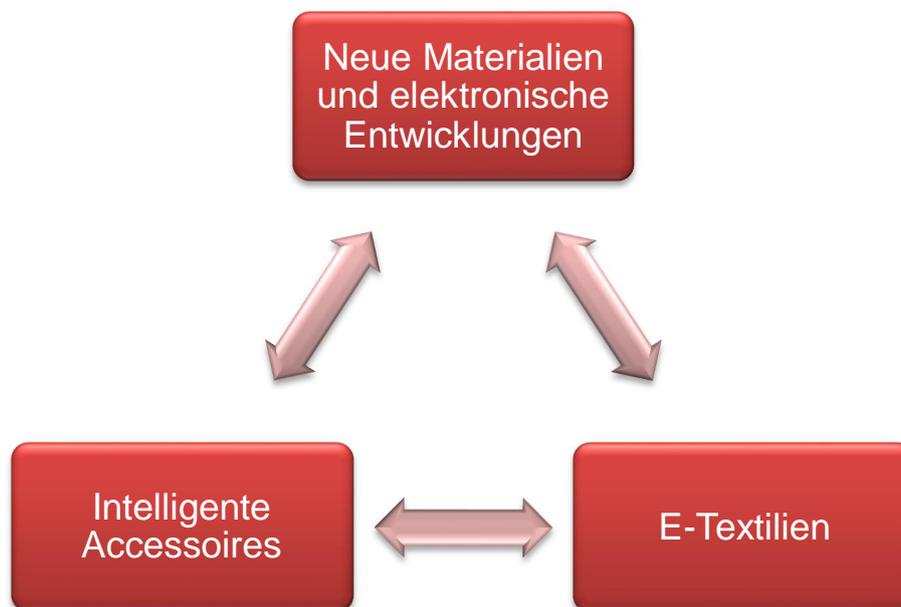


Abbildung 1: Zusammenspiel neuer Materialien und elektronischer Entwicklungen mit intelligenten Accessoires und E-Textilien

Anfangs eher im Bereich der „elektronischen Spielereien“ angesiedelt, erfahren Wearable-Technologien eine zunehmende Verbreitung und Beliebtheit in volkswirtschaftlich wichtigen Feldern. **Oberösterreichs Forschungslandschaft** weist mit der Johannes Kepler Universität, der FH Oberösterreich und der Kunstuniversität kompetente Player im Material-, Mechatronik- und IT-Sektor auf, die die besten Voraussetzungen liefern, zukünftige Chancen im Bereich der Wearable Technologies zu ergreifen.

Die vorliegende Publikation beschäftigt sich mit den Neuentwicklungen, den gegenwärtigen und zukünftigen Forschungsfeldern in der Materialentwicklung und den praktischen Anwendungen von intelligenten Accessoires und E-Textilien für unterschiedliche Einsatzbereiche.

Was die Zukunft bringen wird, zeigen gegenwärtig bereits vielversprechende Beispiele aus der Forschung und Produktentwicklung. Nach einer Begriffsbestimmung folgt eine Zusammenstellung zukunftssträchtiger Entwicklungen für unterschiedliche Anwendungsbereiche im globalen Maßstab. Im darauffolgenden Kapitel beziehen wir uns speziell auf die oberösterreichische Forschungslandschaft und Zukunftsprodukte „made in Upper Austria“.

1. Aktuelle Trends und Entwicklungen

Große internationale Messen, wie die CeBIT in Hannover, die CES in Las Vegas bis hin zur Wearable-EXPO in Tokio bilden den Boom um die **Möglichkeiten der tragbaren Elektronik** deutlich ab. Forschungsinstitute, Start-ups und etablierte Unternehmen konkurrieren nicht nur um die besten Innovationen, sondern auch um neue ökonomisch tragfähige Geschäftsmodelle in unterschiedlichen Wirtschaftssektoren.

1.1. Neue Materialien

Als Materialien werden in Technik und Wirtschaft verschiedenste Stoffe inklusive Hilfs- und Betriebsstoffen bezeichnet, die **Ausgangsbasis von produzierten Gütern** sind (Gabler Wirtschaftslexikon, 2017).

Materialien können sowohl organischer Art wie Holz oder Kunststoffe als auch anorganischer Natur wie Stahl, Messing oder Gesteine sein. Der in den letzten Jahren häufig verwendete Begriff der "Neuen Materialien" ist hingegen nicht eindeutig definiert. Die darunter zu subsumierenden Stoffe verändern sich im Laufe der Zeit. Beispielsweise galt Aluminiummetall vor etwa hundert Jahren als "Neues Material", da es zu dieser Zeit extrem schwierig herzustellen war und die ersten Anwendungen wie nichtrostende Metallschiffe den staunenden Menschen präsentiert wurden. Gleiches gilt für Kunststoffe wie Nylon oder PET, die Mitte des letzten Jahrhunderts in Massenproduktion gingen und heute völlig selbstverständlich in unzähligen Produkten und praktisch allen Lebensbereichen Anwendung finden.

Neben **völlig neu chemisch zusammengesetzten Stoffen** wie biologisch abbaubaren Kunststoffen (Phys.org, 2016) werden auch neue Darstellungsformen bekannter Stoffe unter die Gruppe der neuen Materialien eingereicht wie die **Nanomaterialien**, bei denen etwa das altbekannte Eisenoxid in mikroskopisch kleinen, nur etwa ein millionstel Meter messenden Teilchen eingesetzt wird. Vielfach werden neue Kombinationen von bekannten Stoffen, wie Kunststoffen und Holz im Sinne von **Kompositmaterialien** ebenfalls als neuen Werkstoffe bzw. Materialien angesehen.

Durch den immer besser verstandenen theoretischen Aufbau der Materie und die immer schneller wachsenden Möglichkeiten zur Herstellung von Materialien mit maßgeschneiderten Eigenschaften boomen die **Material- oder Werkstoffwissenschaften** weltweit. Gerade in Zeiten knapper werdender Ressourcen, steigender ökologischer Anforderungen an Produktion, Wiederverwendbarkeit und Energieeffizienz sowie strenger umwelttechnischer Auflagen spielen Werkstoffe mit maßgeschneiderten Eigenschaften eine Schlüsselrolle.

Diese Entwicklungen führen zu völlig **neuen Produkteigenschaften** und somit zu Anwendungsbereichen, die noch vor wenigen Jahren undenkbar gewesen wären. Als elektrische Leiter waren bislang praktisch ausschließlich relativ unbewegliche metallische Drähte üblich. Elektronische Schaltungen beruhten auf harten kunststoffbasierten Leiterplatten mit daran haftenden unflexiblen und mechanisch empfindlichen metallischen Leiterbahnen.

Unter diesen Voraussetzungen sind die Einsatzbereiche wesentlich beschränkter als bei der Verwendung von neuartigen flexiblen organischen elektrisch leitenden Kunststoffen. Diese können etwa auf Kunststoffverpackungen aufgebracht werden und dort bestimmte Zwecke wie die Dokumentation der Einhaltung der Kühlkette erfüllen.

Besonders **hohe Anforderungen an die Materialeigenschaften** werden für die Verwendung elektronischer Bauteile in Anwendungen wie der E-Textilien gestellt, die später im Detail dargestellt werden. Neben einer hohen mechanischen Flexibilität der elektrischen Verbindungen ist eine Resistenz gegen Nässe und eine chemische Beständigkeit gegen übliche Waschmittel unabdingbar. Dies sind Bedingungen, die nur spezielle Kunststoffmaterialien der neuesten Generation erfüllen können. Idealerweise heilen kleine Risse derartiger elektronischer Bauteile sogar selbst, ein ganz aktuelles Thema, an dem nicht zuletzt Forscher der Johannes Kepler Universität intensiv arbeiten (Springer Nature, 2016).

1.1.1. Elektronik und Informationstechnologie

Dehnbare Elektronik

Elektronische Bauteile in E-Textilien und Wearables sollten sich an eine sich ändernde Form anpassen können, ohne dass die Funktion darunter leidet. Dies trifft beispielsweise auch für Anwendungen zu, die in direktem Körperkontakt wie bei der Messung von Körperfunktionen stehen. Für eine optimale Funktion einer „Stretchable Electronics“ müssen alle einzelnen Bauteile dehn- und faltbar sein. Ideal wäre es zusätzlich, wenn kleinere Schäden (z. B. nach einem Waschvorgang) von "Smart Clothes" selbst heilen können.

Im Rahmen des europäischen Projekts STELLA wurde am Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration eine Technologie zur **Herstellung dehnbarer elektronischer Systeme** entwickelt. Durch die Verwendung von Polyurethan anstelle von glasfaserverstärktem Epoxid oder Polyimid wird eine Dehnbarkeit von bis zu 300 % erreicht, bevor es zu Brüchen der Leiterzüge kommt.

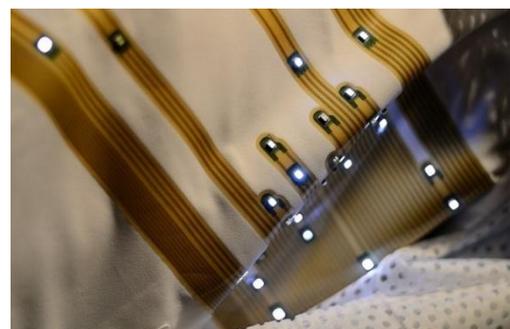


Foto: Sonago & Novanex / Fraunhofer

http://www.izm.fraunhofer.de/de/abteilungen/system_integrationsinterconnectionstechnologies/arbeitsgebiete/system-in-packagebysubstrateintegration/dehnbare_elektronik.html

Als künftige Bestandteile der „Stretchable Electronics“ werden auch **dehnbare Batterien** entwickelt. So konnte gezeigt werden, dass eine dehnbare Batterie mehr als 700 Stretchvorgänge bis zu 25 % Dehnung ohne Verlust an Stromkapazität übersteht - eine wesentliche Voraussetzung für den Einsatz in der Praxis.

<http://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2013/ta/c3ta00019b>

<http://www.nature.com/nature/journal/v539/n7629/abs/539365a.html>

Neuartige Mikrocondensatoren als Stromspeicher

Für den Einsatz elektronischer Bauteile in Wearables und in E-Textilien ist häufig die Stromversorgung ein limitierender Faktor. Forscher der König-Abdullah-Universität für Wissenschaft und Technologie in Saudi Arabien haben einen Mikrosuperkondensator entwickelt, der auf dreidimensionale poröse Elektroden setzt. Dadurch soll eine besonders **schnelle Aufladung und große Speicherkapazität** ermöglicht werden. Laut der Aussendung soll die Energiedichte fünf mal höher sein als bei derzeit modernsten Mikrocondensatoren, sowie auch langlebig (kein Kapazitätsverlust über 10.000 Ladezyklen) sein. Dies würde auch die Lebensdauer der Geräte, bei denen die Stromspeicher meistens fix verbaut sind, erhöhen und somit Ressourcen schonen.

<https://phys.org/news/2016-12-flexible-device-captures-energy-human.html>

<http://www.presetext.com/news/20161123002>

Neue Metalloxide für stromsparende Festplatten

Die Minimierung des Stromverbrauchs ist für eine weitere Verbreitung von mobilen sowie stationären IT-Anwendungen von hoher ökologischer aber auch praktischer Bedeutung.

Forscher des Schweizer Paul Scherrer Instituts haben ein neues Material entwickelt, das auf elektrische Felder mit einer **Ummagnetisierung** reagiert, die für die Speicherung eines jeden Bits auf einer Festplatte nötig ist. Dabei handelt es sich um ein Material aus der Klasse der sogenannten magnetoelektrischen Multiferroika. Bisher entwickelte es seine phänomenalen Eigenschaften bei einer Temperatur von minus 200 Grad Celsius. Durch ein "Schockfrieren" der auf 1000 °C erhitzten Verbindung von Yttrium, Barium, Kupfer und einem speziellen Eisenoxid bleiben die günstigen Eigenschaften des Materials auch bei Raumtemperatur erhalten.

Bei einer praktischen Anwendung kann künftig nicht nur bei der Erzeugung der elektrischen Felder und somit beim Betrieb der Geräte Strom gespart werden, sondern auch bei der

Kühlung bei größeren Anlagen wie Servern und Cloud Computing. Vorteilhaft ist, dass die neuen Materialien aus relativ häufig vorkommenden chemischen Elementen zusammengesetzt und somit ressourcenschonend sind.

<http://www.presetext.com/news/20161220005>

Neue akustische Sensoren verfolgen Körperfunktionen

Durch niederfrequenten Schall, der durch Herzschlag oder Lungenbewegung verursacht wird, kann die Fitness von gesunden, aber auch erkrankten Menschen aufgezeichnet und bewertet werden. Ein von der Universität von Illinois entwickelter **mechanisch-akustischer Sensor** funktioniert wie ein tragbares, auf der Haut montiertes Stethoskop, sieht aber wie ein dünnes und unauffälliges Wundpflaster aus. Nicht nur Töne, sondern auch niederfrequente Vibrationen können gemessen und aufgezeichnet werden. Dieser neuartige Sensor ist ein Teil einer Serie von "**Epidermal Electronics**", deren geschmeidiger Silikonkern einen angenehmen Tragekomfort verspricht. Künftiges Ziel ist das schmerzfreie, kabellose und unauffällige Monitoring wesentlicher Körperfunktionen durch medizinisches Personal z. B. bei Risikopatienten/innen.

<http://www.medicalbag.com/tech-talk/new-skin-patch-sensors-able-to-monitor-body-functions-acoustically/article/573898/>

Gestochen scharfe Bilder mit Nanolinsen

Leistungsfähige, strapazierfähige und günstige Sensoren sind essentiell für eine Weiterentwicklung von tragbaren elektronischen Anwendungen. Durch Forschungen am California Institute of Technology konnte eine neuartige Linse entwickelt werden, die so flach ist wie eine Fensterscheibe und dennoch gestochen scharfe Bilder erzeugt. Für die Erzeugung der **Nanolinse** wurden sogenannte Metamaterialien - künstlich erzeugte Werkstoffe, die in der Natur nicht vorkommen – verwendet. Im konkreten Fall sind dies Millionen zylinderförmigen Pünktchen aus Silizium, die unterschiedliche Durchmesser haben. Sie sind gerade mal 600 Nanometer hoch, also ein hundertfünzigstel des Durchmessers eines menschlichen Haares. Mit dieser Technik lassen sich künftig Kameralinsen für vielfältige Anwendungszwecke fertigen, die nur wenige Millimeter Durchmesser aufweisen und billig mittels Ätztechnik herstellbar sind.

<http://www.presetext.com/news/20170112015>

Big-Data-Analysis von Messwerten aus Wearables zur Krankheitserkennung

Sensoren in Wearables können die Körperaktivität, Herzfrequenz, Hauttemperatur, Sauerstoffsättigung und eine Reihe anderer Funktionen simultan ermitteln, die mittels geeigneter **Big-Data-Analysemethoden** ausgewertet werden. Eine aktuelle Studie der Universität Stanford, bei der insgesamt zwei Milliarden einzelner Daten von 60 Personen

einbezogen wurden, zeigte auf, dass durch die Verknüpfung der Messwerte der unterschiedlichen Sensoren noch wesentlich mehr Informationen über den Gesundheitszustand eines Menschen gewonnen werden können. Überraschenderweise könnte etwa der Ausbruch von Infektionskrankheiten schon in den Daten bemerkt werden, obwohl es dem/der Träger/in des Wearables noch nicht bewusst war. Ähnlich wurden in den Daten auch Hinweise auf einsetzende Entzündungen sowie sogar Insulinresistenz gefunden. Derartige Krankheiten, die vordergründig kaum eine Beziehung zu Herzfrequenz und Hauttemperatur haben, beeinflussen offenbar deutlich den Körper als Gesamtsystem.

<https://phys.org/news/2017-01-wearable-biosensors-flag-illness-lyme.html>

1.1.2. (Bio-)Polymere

Selbstheilende Kunststoffbeschichtungen durch Licht

Die oberflächliche Alterung von Kunststoffprodukten kann die Lebensdauer deutlich herabsetzen. Forscher unter Leitung der Humboldt-Universität zu Berlin haben eine **intelligente Kunststoffbeschichtung** entwickelt, die sich durch Lichtbestrahlung gezielt repariert. Durch Hitzeeinfluss kann sie selbstständig Schäden gleichmäßig und komplett ausbessern. Beim Erkalten erhärtet der Kunststoff, wird wieder robust - und dabei nicht unbrauchbar. Durch die neue Beschichtung wird die Belastung auf den Bereich der Beschädigung beschränkt, ohne das gesamte Material zu beanspruchen. Denkbare Anwendungen sind verschiedenste Alltagsprodukte, bei denen Werkstoffe hohen Belastungen ausgesetzt werden, aber auch in der Nanofabrikation oder im 3-D Druck.

<http://www.presetext.com/news/20161212026>

Biologisch abbaubare und umweltfreundliche Klebstoffe

Das Kleben von Werkstoffen hat in den letzten Jahren einen großen Aufschwung erfahren, da im Vergleich zu anderen Fügeverfahren weder hohe Temperaturen noch ein großer mechanischer Aufwand wie beim Nähen von Geweben erforderlich sind. **Klebeverfahren** sind somit auch besonders günstig in der Industrie 4.0 umsetzbar.

Beispielsweise wurden hochwertige Fußbälle früher händisch genäht (oft unter fragwürdigen Bedingungen in Schwellenländern), während sie heute eher automatisiert geklebt werden. Kleben ist somit auch ein wesentlicher Fertigungsschritt bei der Herstellung von vielen Arten Wearables und Smarten Textilien. Viele bislang verwendete Klebstoffe haben den Nachteil, dass sie toxische Monomere, wie das als karzinogen eingestufte Formaldehyd, enthalten.

Im Sinne der Bionik wurde nun die Chemie von natürlichen Klebstoffen erforscht, mit denen sich gewisse Muschelarten auch unter Wasser fest an ihre Unterlagen kleben können. Ein Beispiel für eine derartige Muschel ist die seit einigen Jahrzehnten in Oberösterreichs Seen

und Flüssen weit verbreitete Dreikantmuschel. Diese kann sich an verschiedenste Materialien wie Steinen aber auch Bootsrümpfen fest anhaften und so mit Hilfe des Menschen weite Entfernungen überwinden (Nationalpark Donauauen, 2017).

Forscher/innen der Purdue University (USA) haben die Quervernetzung von Proteinmolekülen von Muschelklebstoff untersucht und auf das Biopolymer Polylactosesäure übertragen, das aus Mais hergestellt werden kann. Der auf diese Weise erhaltene „**Bio-Kleber**“ ist von der Qualität mit herkömmlichen, erdölbasierten vergleichbar, aber wesentlich umweltfreundlicher.

<https://phys.org/news/2017-01-shellfish-chemistry-combined-polymer-biodegradable.html>



Foto: Wikimedia Commons/U.S. Geological Survey

Spinnenseide im Labor nachgeahmt

Seit langem ist bekannt, dass Spinnfäden außergewöhnliche mechanische und chemische Eigenschaften aufweisen: Spinnenseide ist, bezogen auf ihre Masse, viermal so belastbar wie Stahl und kann um das Dreifache ihrer Länge gedehnt werden ohne zu reißen. Sie besitzt ein hohes Wasseraufnahmevermögen, das mit dem von Wolle vergleichbar ist, ist aber dennoch leicht und wasserfest. Spinnfäden sind biologisch abbaubar, widerstehen aber mikrobiologischen Angriffen.

Einem Forschungsteam am Lehrstuhl für Biomaterialien der Universität Bayreuth ist es gelungen, die in der Spinne ablaufenden Prozesse der Proteinvernetzung zu entschlüsseln, sowie in fast allen Schritten technisch nachzuahmen. Die auf diese Weise hergestellte **biomimetische Seide** besitzt eine mechanische Belastbarkeit wie natürliche Spinnenseide. Aufgrund der speziellen Eigenschaften wird an vielfältige Anwendungsmöglichkeiten wie etwa in der Textilindustrie oder der Medizintechnik gedacht. Weltraumagenturen träumen schon von Fahrstühlen ins All aus Spinnenseide.

<https://www.uni-bayreuth.de/de/universitaet/presse/pressemitteilungen/2015/031-Biotech-Spinnenseide/index.html>

Fluoreszierende Farbstoffe mit Wasser statt mit giftigen Lösungsmitteln hergestellt

Obwohl elektronische Geräte in sehr vielen Fällen zu Ressourcenschonung und Umweltschutz beitragen, ist die Herstellung der Bauteile selbst häufig mit dem Gebrauch aggressi-

ver Chemikalien und Lösungsmittel verbunden. Dies erschwert auch die Produktion selbst und verschlechtert das Image derartiger Produkte.

An der Technischen Universität Wien wurde in Hinblick auf diese Problematik ein neues **umwelt- und ressourcenschonendes Verfahren** zur Herstellung organischer Pigmente vom Typ der Perylenbisimide entwickelt. Perylenbisimide stellen eine in der Wissenschaft bereits gut untersuchte Klasse an chemischen Stoffen dar, da sie interessante Farbstoffe sind. Neben der optisch sehr ansprechenden Farbe zeigen diese organischen Moleküle, die unter Tageslicht gefärbt erscheinen, oft auch elektronisch verwertbare Eigenschaften. Dadurch sind sie vielversprechende Materialien für Anwendungen als organische Halbleiter, aber auch in LCD-Displays oder Solarzellen. Ein wesentlicher Vorteil der neuen Herstellungsmethode ist die Verwendung von reinem Wasser als Lösungsmittel mit einer Temperatur von 200 °C in einem chemischen Druckreaktor. Sehr günstig ist im Sinne der Ressourceneffizienz, dass nicht mehr mit einem Überschuss an einzelnen Reaktanden gearbeitet werden muss, sondern die Ausgangsstoffe in einem Verhältnis von exakt 1:1 eingesetzt werden können.

Wenn sich dieses neue Verfahren der TU Wien auch großtechnisch bewährt, könnten künftig verschiedene elektronische Bauteile umweltfreundlicher und ressourceneffizienter hergestellt werden.

http://www.oe-journal.at/index_up.htm?http://www.oe-journal.at/Aktuelles/!2017/0117/W4/13001tuWien.htm
<http://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2017/cc/c6cc06567h>

1.2. Intelligente Accessoires

Intelligente Accessoires („Smart Wearables“) sind **elektronische Kleinstsysteme**, die in Alltagsgegenstände eingebettet sind und am Körper getragen werden. Durch die Integration von Computerleistung werden Gegenstände zu sog. smarten Gegenständen, die entweder **separat am Körper** getragen und genutzt werden (z. B. Smart Watches, Smart Glasses, Wearable Cameras) oder aber als zusätzlich integrierte Funktion beispielsweise in intelligenter Kleidung und Smart Shoes (IT Wissen, 2017). Inzwischen beschäftigt sich die Forschung auch vermehrt mit sog. „embedded“ Wearables, die als **Tattoo auf der Haut** oder als **Implantat unter der Haut** getragen werden.

Intelligente Accessoires sind drahtlos betriebene Systeme, die ihre Daten direkt anzeigen und/oder über Funkprotokolle auf Smartphones, Tablet-PCs oder Personal Computer übertragen. Sie können auch mit dem Internet verbunden sein. Grundsätzlich haben sie eine äußerst geringe Leistungsaufnahme und übertragen ihre Daten mit energiesparenden

Funkprotokollen wie Bluetooth Low Energy (BLE) oder ANT+. Dadurch können Smart Wearables mit sehr kleinen Energieträgern wie zum Beispiel kleinen Knopfzellen oder winzigen Lithium-Polymer-Akkus betrieben werden (IT Wissen, 2017).

Intelligente Accessoires beschäftigen ein breites Forschungsfeld, ihr Einsatzbereich erweitert sich laufend. Unterschiedlichste Branchen greifen auf die Potenziale intelligenter Accessoires zurück und so zeichnen sich viele Chancen am Absatzmarkt ab.

Im **Gesundheitssektor** ist die Nutzung intelligenter Accessoires heute schon Normalität – sowohl in der Vorsorge als auch in der medizinischen Versorgung und Pflege: Bei der Gesundheitsüberwachung liegt der Fokus auf dem Monitoring gesundheitsrelevanter Parameter. Zugehörige Apps animieren Trägerinnen und Träger eines Wearables zu bewusster Ernährung, mehr Bewegung u. dgl. Bei verletzungs- und krankheitsindizierten Beschwerden steigen die Einsatzmöglichkeiten von medizinischen intelligenten Accessoires zur Behandlung, Therapie und Unterstützung im Alltag.

So kann beispielsweise der **Gesundheits- und Aufmerksamkeitszustand** der Träger/innen überwacht werden. Es finden tragbare medizinische Geräte Anwendung, die spezielle Funktionalitäten wie Pulsmessung, Körpertemperatur, Hautleitfähigkeit, Gewicht und ähnliche Funktionen in Uhren oder Smartphones mit eingebaut haben (re:publica, 2015). Gesundheitsrelevante Parameter wie Herzfrequenz oder Bewegungsmuster werden aufgezeichnet, verarbeitet und behandlungsrelevante Schlüsse aus den Ergebnissen gezogen. Beispiele dafür sind Vitalwerte messende Fitness-Armbänder, smarte Kontaktlinsen, die über die Tränenflüssigkeit den Blutzuckerspiegel messen oder auch smarte Pflaster, die auf die Haut geklebt werden und Vitalwerte messen.

Auch bei der **Behandlung und Therapie** finden intelligente Accessoires ihren Einsatz. Auf der medizinisch zertifizierten Ebene gibt es eine Reihe von Systemen, die Patienten/innen helfen. Beispiele dafür sind autonom gesteuerte Insulinpumpen für Diabetiker, Herzfrequenzmonitore und Stimulatoren für chronisch Herzkrankte, Sensorpflaster, die durch elektrische Stimulation Schmerzen behandeln oder tragbare Systeme zur Behandlung von Epilepsien (re:publica, 2015).

In der Zukunft wird die Anwendung gesundheitsrelevanter Wearables in Vorsorge, Versorgung und Pflege noch deutlich steigen. Arzt/Ärztin, Pflegepersonal und Patient/in werden über Smartphones, Tablets und Wearables miteinander verbunden sein.

Bei **Sport- und Fitnessaktivitäten** dienen intelligente Accessoires vor allem der Überwachung von Körperfunktionen, dem sog. Life-Logging und Fitness-Tracking oder Activity-

Tracking. In zunehmendem Maße umfassen deren Funktion und Nutzung auch Verarbeitung, Analyse und Interpretation der gesammelten Daten, die den Sporttreibenden dann als Empfehlung für Training oder auch Wettkampf dienen – das „smarte Coaching“.

Intelligente Accessoires begleiten im **Alltag und** definieren **Lifestyle**: Kommunizieren oder Navigieren, Restaurant- oder Parkplatzsuche über Apps mit der Smart Watch, Gaming mit Virtual Glasses oder Headsets, Wearables als Einkaufsbegleitung und Shopping-Tool, sog. Pet-Wearables, also speziell für Haustiere entwickelte tragbare elektronische Systeme – es gibt viele Möglichkeiten der Nutzung von Wearables als Lifestyle-Produkte.

Wirtschaft und Handel setzen auf intelligente Accessoires. Dies beginnt beim Einkaufsverhalten von Konsumenten/innen, auf das sich auch der Handel zunehmend einstellt, und führt bis zur Ausstattung von Betrieben, Arbeitsplätzen und nicht zuletzt Arbeitskräften.

Ein Beispiel dafür ist der Online-Handel. Einkaufen, Bestellung tätigen oder Buchungen durchführen – die Nutzung von intelligenten Accessoires wie Smart Watches oder Datenbrillen für den **smarten Einkauf** ist im Kommen. Eine internet-repräsentative, von der Internet World Messe in Auftrag gegebene Studie hat zum Beispiel ergeben, dass eine steigende Zahl der Besitzer/innen von Wearables Interesse daran hat, Online-Shopping damit zu betreiben (Internet World Messe, 2015).

Auch im Bereich der **Mobilität** werden intelligente Accessoires zunehmend einbezogen. Die Entwicklung von Anwendungen für Wearables wie Smart Watches oder Datenbrillen, die mit den elektronischen Systemen von Fahrzeugen korrespondieren und auf diese Weise die Sicherheit der Autofahrer/innen voranbringen, stehen beispielsweise im Zentrum der Automotive-Technik, die durch die Digitalisierung im Fahrzeug- und Verkehrsbereich neue Dimensionen erreicht (Trend Report, 2016).

Die folgenden **Beispiele** stellen eine Auswahl dar und vermitteln einen Eindruck von der Vielzahl an zukunftssträchtigen Anwendungsbereichen intelligenter Accessoires.

Smarte Pflaster messen, analysieren, dosieren

Stichworte¹: Gesundheit und Medizin

Intelligente Pflaster („Smart Patches“) sind mit Sensoren und Aktoren ausgestattete, akkubetriebene elektronische Pflaster, die auf die menschliche Haut geklebt werden und Vitalwerte messen: Körpertemperatur, Hautwiderstand, körperliche Aktivitäten wie Bewegung, Ruhezei-

¹ Die Stichworte zeigen die derzeitigen Anwendungsbereiche der angeführten Innovation, eingeteilt in: Alltag, Arbeit, Bauwesen, Gesundheit, Fitness, Kommunikation, Landwirtschaft, Lifestyle, Logistik, Medizin, Mobilität, Sicherheit, Sport, Stromversorgung von E-Textilien, Wirtschaft

ten und diverse andere Vitalfunktionen. Die Daten werden an Smartphone, Smart Watch oder Tablet-PC übermittelt und können Arzt/Ärztin vorgelegt werden. Neben den reinen Überwachungsfunktionen können intelligente Pflaster auch vom behandelnden Arzt fernkontrolliert werden. Werden bei der Patienten/innen-Kontrolle bestimmte Krankheitssymptome gemeldet, dann können Mediziner/innen bei bestimmten Pflastern gleich eine festgelegte Dosis eines Medikaments freisetzen, das dem/der Patienten/in über die Haut zugeführt wird. (IT Wissen, 2017)

Aktuell arbeiten Forscher/innen der Northwestern University zum Beispiel an einem Pflaster, das mit Hilfe elektronischer Sensoren den Schweiß des/der Trägers/in analysiert und pH-, Glukose-, Chlorid- und Laktatwerte aufzeichnet und auswertet. Es ist ca. 2,5 Zentimeter groß und wird am Arm direkt auf der Haut getragen. Das Pflaster befindet sich in Entwicklung, es könnte in der Zukunft Menschen auf Krankheiten wie Diabetes oder zystische Fibrose untersuchen.

<http://wearable-gadget.de/2016/12/smarteres-pflaster-analysiert-den-schweiss-des-traegers/>

Das Massachusetts Institute of Technology (MIT) hat einen Verband entwickelt, der bei Änderung der Körpertemperatur Medizin ausschütten kann. Das Hydrogel-Wundpflaster ist mit Temperatursensoren, Halbleiter-Chips sowie LEDs ausgestattet. Diese leuchten, sobald das Medikament benötigt wird. Eine interessante Perspektive bietet das Medikamenten-verabreichende Pflaster zum Beispiel bei der Behandlung von Diabetes mellitus – das Insulin-Pflaster.

<https://www.wired.de/collection/science/das-mit-hat-ein-smarteres-hydrogel-pflaster-entwickelt>

<http://www.spektrum.de/news/smarteres-insulinpflaster-haelt-blutzuckerspiegel-stabil/1351957>

Smarte Gesundheitsaccessoires und digitale Gesundheitsdienste – Beispiel „Digital Healthcare“

Stichworte: Gesundheit und Medizin

Die Gesundheitsinitiative „Digital Healthcare“, getragen von der Versicherungsanstalt für Eisenbahnen und Bergbau (VAEV), dem Land Tirol, dem Land Steiermark und dem AIT Austrian Institute of Technology, ist ein aktuelles österreichisches Beispiel für die Verknüpfung von modernen Technologien wie die der Smarten Accessoires mit digitalen Gesundheitsdiensten.

Im Pilotprojekt „HerzMobil Tirol“ werden beispielsweise rund 50 herzkranken Menschen versorgt: Einfach zu bedienende Messgeräte erfassen täglich die Vitaldaten, die über ein spezielles App an das zentrale Datenservice übermittelt werden. Ein Versorgungsnetzwerk mit speziell ausgebildetem Gesundheitspflegepersonal und Mediziner/innen übernimmt die

direkte Betreuung und Kommunikation mit den Patienten/innen. Bei Überschreitung bestimmter Grenzwerte kann rasch reagiert und die Therapie adaptiert werden.

http://www.ait.ac.at/news-events/single-view/detail/4356/?no_cache=1

Der tragbare Harnblasen-Sensor

Stichworte: Alltag, Gesundheit und Medizin

Das niederländische Unternehmen Novioscan BV hat mit „Noviomini“ einen tragbaren Harnblasen-Tracker entwickelt. Der Sensor wird wie ein Pflaster am Bauch getragen und meldet dem Smartphone, sobald die Blase beinahe voll ist. Menschen mit Querschnittslähmung, Menschen, die unter Inkontinenz leiden, in der Pflege – die Anwendungsfelder im Bereich Medizin und Gesundheit sind vielfältig. Das Accessoire kann zur Steigerung der Lebensqualität von Betroffenen im Alltag beitragen sowie medizinisches und Pflege-Personal unterstützen.

<http://novioscan.nl/>

Elektronische Milchpumpe für stillende Mütter

Stichworte: Alltag, Gesundheit

Die beiden Milchpumpen der Firma Willow bestehen aus Kunststoff und werden von der Frau im Still-Büstenhalter getragen. Die Pumpe erkennt, wenn die Brüste beginnen, Milch abzugeben und passt seine Funktionalität an die Intensität der Milchproduktion an. Die Muttermilch wird in einen innenliegenden Beutel gepumpt, ein Ventil verhindert das Auslaufen. Start und Saugstärke können per Knopfdruck eingestellt werden. Sobald ein Beutel voll ist, wird die Trägerin per Smartphone-App informiert. Ein Beutel fasst etwa 100 Gramm und kann im Kühlschrank verwahrt werden.

<https://www.cnet.com/products/willow-wearable-breast-pump/preview/>

<http://de.engadget.com/2017/01/06/willow-cleverer-milchpumpe-fur-den-bh/>

Smartwatch analysiert Stimmungslage

Stichworte: Alltag, Gesundheit

Ein Forschungsteam vom Massachusetts Institute of Technology arbeitet an einem sog. Mood-Predicting Wearable: Die Technologie für Smart Watches zeichnet Unterhaltungen auf und verarbeitet Audio-Aufnahmen, Text-Transkriptionen und physiologische Messungen. Algorithmen analysieren Stimmungswechsel in einem Gespräch und stellen fest, ob es vorwiegend fröhlich oder traurig ist. Das intelligente Accessoire richtet sich an Menschen, die Schwierigkeiten bei der Einschätzung von Stimmungslagen in Unterhaltungen haben, wie es zum Beispiel bei Angststörungen der Fall sein kann.

<http://www.presetext.com/news/20170203003>

Das intelligente Armband misst Körperdaten

Stichworte: Gesundheit, Mobilität, Fitness und Sport

Das intelligente Armband („Smart Bracelet“) ist quasi der Klassiker unter den smarten Wearables, der seinen Anfang im pulsmessenden Fitness-Accessoire für Sportler/innen genommen hat.

Das intelligente Armband ist ein elektronisches Armband, das diverse Körperfunktionen überwachen kann. Es wird am Arm getragen und ist mit verschiedenen Sensoren und einem Display ausgestattet. Die erfassten Daten können über Drahtlosdatentransferprotokolle wie Bluetooth an Notebook, Smartphone oder Tablet-PC, bald auch direkt an Fahrzeugsysteme übermittelt und für Aktivitätstracking oder Gesundheitschecks genutzt werden. Die Anwendungsbereiche für Smarte Armbänder aber auch Smarte Uhren werden laufend mehr, die Qualität der Produkte wird rasant besser, an Lösungen für kritische Problemfelder wie Stromspeicher, Stromverbrauch oder standardisierte Schnittstellen wird gearbeitet.



Foto: Pixabay/hayabuzo

<http://www.oeffentliche-it.de/-/wearables>

Ein aktuelles Beispiel für die Nutzung des Smarten Armbandes hat die kalifornische Firma Milo Sensors entwickelt: ein intelligentes Armband namens „Proof“ misst den individuellen Alkoholspiegel. Auch die Festlegung von Grenzwerten ist möglich. Anhand der Analyse von Alkoholmolekülen in der Haut bzw. der Chemikalien im Schweiß wird der Alkoholgehalt im Blut errechnet. Der Blutalkoholwert wird am Smartphone, das mit dem Armband verbunden ist, abgelesen.

<https://www.proofwearable.com/>

Die Sonnenbrille als Fitness-Coach

Stichworte: Fitness und Sport

Sensoren im Brillenrahmen der „Oakley Radar Pace“-Sportbrille sammeln beim Laufen oder Radfahren Vital-, Bewegungs- und Umgebungsdaten (z. B. Herzfrequenz, Geschwindigkeit, Luftdruck oder Luftfeuchtigkeit). Die Brille hat kein Display, sie kommuniziert audio-akustisch mit Träger/in und ist via Drahtlosdatentransferprotokoll (z. B. ANT+) mit dem Mobiltelefon verbunden. Die Software verarbeitet Daten in Echtzeit und meldet mittels App zurück an die Brille. Echtzeit-Coaching und -Feedback, das ausschließlich mittels integrierter Kopfhörer erfolgt, ist ebenso möglich wie die Erarbeitung individuell abgestimmter Trainingspläne.

<https://www.cnet.com/products/oakley-radar-pace/review/>

An einer Brille mit ähnlichen Eigenschaften arbeitet zum Beispiel auch *VSP Global* in Kooperation mit dem Center of Bodycomputing der University of Southern California.

<http://newsroom.vspglobal.com/vsp-global/news-releases/vsp-global-and-usc-launching-major-wearables-study-with-tech-infused-frames>

Das tragbare Bluetooth-Keyboard

Stichworte: Alltag und Lifestyle, Arbeit und Wirtschaft

Dieses intelligente Accessoire, entwickelt vom US-amerikanischen Unternehmen Tap, wird als über die Finger einer Hand gezogener Riemen getragen, der mittels Sensoren Hand- und Fingerbewegungen eruiert und in Tastenkombinationen transkribiert, in Buchstaben umwandelt und mittels Bluetooth an Smartphone, VR-Brille, Smart Watch o.a. Geräte überträgt. Das heißt, das Wearable macht den Untergrund durch Berührung und Antippen zum Keyboard. Die Anwendung bietet außerdem spezielle Möglichkeiten für Menschen mit Sehschwäche oder blinde Menschen.

<http://www.tapwithus.com/>

<https://www.golem.de/news/tap-strap-texte-mit-dem-bluetooth-schlagring-tippen-1605-120886.html>

Der implantierte Chip als Stech-, Kunden- oder Bürgerkarte

Stichworte: Alltag und Lifestyle, Arbeit und Wirtschaft

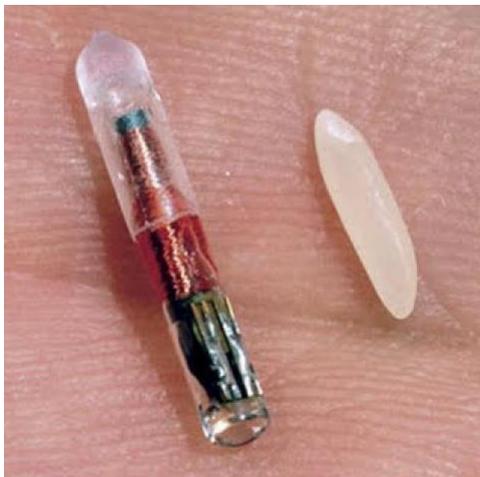


Foto: Wikimedia Commons/Light Warrior

Was vor wenigen Jahren noch unter Science Fiction fiel oder aber nur bei Tieren denkbar war, hält langsam Einzug in den Alltag der Menschen: Reiskorn-große, mit Nahfeldkommunikationstechnik ausgestattete Chips werden unter die Haut implantiert und identifizieren deren Träger/innen am Arbeitsplatz, in der Arztpraxis, im Fitness-Studio etc. Auch Geldgeschäfte wie das Bezahlen beim Einkauf, E-Banking etc. könnten bzw. können schon über den Chip abgewickelt werden. Datenschutzexperten/innen weisen dabei nachdrücklich auf die Wahrung von Datenschutz- und Persönlichkeitsrechten hin.

Der schwedische Verein Bionfyiken, der sich der Verschmelzung von Technik und Körper verschrieben hat, treibt beispielsweise diesen Trend voran. Die Frankfurter Allgemeine Zeitung berichtete darüber bereits im Jahr 2015: <http://www.faz.net/aktuell/beruf-chance/arbeitswelt/rfid-chip-bueroangestellte-schweden-13438675.html>

Gerätesteuerung über das Tattoo

Stichworte: Alltag und Lifestyle, Arbeit und Wirtschaft

Das MIT Media Lab hat gemeinsam mit Microsoft ein Verfahren entwickelt, mit dem (abnehmbare) High-Tech-Tattoos hergestellt werden können. Diese Tattoos können sowohl zur Steuerung von Geräten als auch als Display-Ersatz verwendet werden. Wenn sie als Steuerung Verwendung finden, können sie beispielsweise als Trackpad, Taste oder stufenloser Regler eingesetzt werden. Das Material vermag seine Farben ändern, z. B. wenn sich die Körpertemperatur verändert. Zudem kann auch Nahfeldkommunikationstechnik (NFC) verbaut werden, sodass Daten drahtlos übertragen werden können (FUTUREZONE Technology News, 2016).

<http://duoskin.media.mit.edu/>

1.3. E-Textilien

Bei smarten (intelligenten) Textilien handelt es sich um funktionelle textile Materialien, die mit der Umgebung aktiv wechselwirken, d. h. auf Veränderungen in der Umgebung reagieren oder sich diesen anpassen (CEN/TR 16289).

Eine Untergruppe dieser sind die **E-Textilien** (elektronische Textilien), welche beispielsweise mit elektrisch leitenden Fasern durchwebt sind oder auch elektronische Bauteile enthalten beziehungsweise mit dergleichen bedruckt sein können. Auch die Ausstattung mit Sensoren, Mikroprozessoren oder Aktoren machen textile Materialien zu elektronischen Textilien. Die durch die Sensoren erfassten Daten werden häufig durch eingebettete Sender an ein Smartphone oder einen Rechner übertragen und mittels App oder mit anderen Programmen verarbeitet.

Gegenüber konventionellen elektronischen Produkten sind E-Textilien flexibel formbar und besonders leicht. Sie sind somit besonders geeignet für Anwendungen, bei denen das Gewicht eine wesentliche Rolle spielt. Die Einsatzmöglichkeiten sind vielfältig: in den Bereichen **Medizin, Sport und Arbeitssicherheit** kann der Gesundheits- und Aufmerksamkeitszustand bzw. die Leistung durch Messung von Temperatur, Puls, Herz- und Atemfrequenz, Feuchtigkeit, Bewegung und Muskeltätigkeit überwacht werden. Die Sensoren sind dabei in die Kleidung oder textile Gegenstände integriert. Die ermittelten Daten werden meist drahtlos übertragen und dann ausgewertet.

Mittels RFID-Technologie (radio-frequency identification) können Personen oder Gegenstände lokalisiert und/oder identifiziert werden, was im Sportsegment bzw. zur Sicherheitskontrolle genutzt werden kann. Bei Arbeit und Sport können Assistenzsysteme mit Belastungsmessung und (taktilem) Feedback zur Haltungs- und Leistungsoptimierung beitragen. Weitere

Anwendungen ergeben sich durch die Abgabe von elektrischen Impulsen aus smarten Textilien für die Medizin.

Im Bereich **Lifestyle** und **Kommunikation** bringen E-Textilien die Möglichkeit Schnittstellen zu Geräten (z. B. dem Smartphone) direkt in die Kleidung zu integrieren. Außerdem sind interaktive Farb- und Temperaturänderungen möglich, die einerseits für Kleidung, andererseits auch in der Veranstaltungs- und Präsentationstechnik zur Anwendung kommen können.

Zu den zahlreichen Herausforderungen zählt die Waschbarkeit der neuen Textilien. Um Kochwäsche und chemische Reinigung zu überstehen, müssen die Textilien nicht nur knick-, sondern auch korrosionsbeständig sein. Weiche und flexible Sensortextilien fühlen sich nicht nur besser an, sondern sind auch besser waschbar. Die Beschichtungen der feinen Drähte dürfen sich zudem nicht ablösen.

Im **Bauwesen** und in der **Anlagentechnik** bieten E-Textilien die Möglichkeit des in-situ-Bauteilmonitorings. Integrierte Sensoren können zur Kraft- und Dehnungsmessung oder zum großflächigen Feuchtemonitoring auch in schwer zugänglichen Bereichen eingesetzt werden. Elektronische Textilien mit interaktiver Temperatur- und Farbveränderung können z. B. als textile Flächenheizung zum Schutz vor Bauteilvereisung bzw. für neue Beleuchtungslösungen sorgen.

Flexible Solarzellenbeschichtungen auf Geweben ermöglichen neue Einsatzgebiete für die Photovoltaik, neben der Stromversorgung von elektronischen Bauteilen in E-Textilien können sie auch zur Stromerzeugung auf großen Flächen, wie z. B. Beschattungselementen, verwendet werden.

Auch in der **Logistik** und der **Mobilität** sind die Anwendungsmöglichkeiten der E-Textilien vielfältig: In Textilien integrierte RFID-Transponder lokalisieren Fahrzeuge, Güter oder Personen und ermöglichen eine automatisierte Lagerhaltung. Drucksensoren in Fahrzeugsitzen können Auskunft über deren Nutzung liefern. Im Bereich **Sicherheit** können mit leitenden Fasern ausgestattete Textilien zur Einbruchdetektion genutzt werden.

Die folgende Auswahl an **Beispielen** soll einen Einblick in die Vielfalt der Anwendungsbereiche von E-Textilien geben.

Das T-Shirt macht ein EKG

Stichworte: Medizin, Sicherheit

Das am Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland entwickelte T-Shirt macht mittels eingewebten Elektroden ein EKG und misst Temperatur und Feuchtigkeit der Haut. Die Messwerte werden per Funk an die Feuerwehrleitstelle übertragen und geben Auskunft über den Zustand eines Feuerwehrmannes. Damit lässt sich frühzeitig erkennen, ob es diesem schlecht geht und er seinen Einsatz abbrechen sollte.

http://www.wissenschaft.de/kultur-gesellschaft/gesellschaft/-/journal_content/56/12054/1586595

Schmerztherapie

Stichwort: Medizin

Elektronische Spezialbänder ermöglichen die medikamentenfreie Selbstbehandlung akuter Schmerzen – besonders bei Rücken- oder Kniebeschwerden, sowie bei Zerrungen – mit gezielten elektrischen Impulsen. Leitfähige Kunstfasern aus silberbeschichteten Polyamidfäden werden punktuell im Stoff eingearbeitet. Ein aus diesem Stoff bestehendes Band oder Gürtel wird an der von Schmerzen geplagten Stelle angelegt und elektrische Impulse an die betroffenen Nerven abgegeben. Der neue Reiz lässt die gespeicherten Schmerzen vergessen, wodurch besonders chronisch stechende Schmerzen gedämpft werden können.

<http://www.textilforschung.de/uploads/2016-11-14-15-12-22-40-1.pdf>

Smarte Socke

Stichworte: Medizin, Sport



Foto: TU Chemnitz/Wolfgang Schmidt

Sensoren in der Socke messen Druckverteilung, Beschleunigung, Luftfeuchte und Temperatur am Fuß und mittels App können Rückschlüsse auf z. B. einseitige Belastungen gezogen werden. Anwendungsmöglichkeiten liegen in der Schmerz- und Unfalltherapie, aber auch im Leistungs- und Freizeitsport. Elektronik und App wurden an der TU Chemnitz in Zusammenarbeit mit der Textilherstelfirma Lindner entwickelt.

<https://www.tu-chemnitz.de/uk/pressestelle/aktuell/7793>

Smarter Anzug zur Überwachung von Schlaganfallpatienten (INTERACTION)

Stichwort: Medizin

Mit Hilfe eines mit Sensoren ausgestatteten Anzugs können die Bewegungen von Schlaganfallpatienten/innen in häuslicher Umgebung erfasst, an einen Server übertragen und ausge-

wertet werden. So kann die Bewegungsqualität der Patienten/innen nach einer stationären Reha dokumentiert und die Therapie angepasst werden.

<http://www.presstext.com/news/20161202004>

<http://mednic.de/sensorenanzug-fuer-schlaganfallpatienten/2996>

Textilbasierte autarke Batterie in Schutzbekleidung (TexBatt)

Stichworte: Sicherheit, Stromversorgung für E-Textilien

Kleidungsstücke mit aktiven Leuchtelementen sorgen dafür, dass Sicherheitspersonal, Sportler/innen oder Fußgänger/innen im Dunkeln sichtbar sind. Zur Stromversorgung der (O)LED-Anzeigen wurden durch die 3D-MicroMac AG und deren Projektpartner textilbasierte, flexible Akkus aus Silber-Zink-Elementen entwickelt, welche über eine induktive Kopplung am Kleiderbügel wieder aufladbar sind.

<http://www.technik-zum-menschen-bringen.de/projekte/textbatt>

https://www.bmbf.de/pub/Projektgalerie_2013.pdf

Gestrickter Stromspeicher

Stichworte: Stromversorgung für E-Textilien

Wissenschaftler der Drexel University, Philadelphia, haben eine Komposit-Faser mit Kohlenstoff als Alternative zu herkömmlichen Lithium-Ionen-Akkus bei der Stromversorgung von smarten Textilien vorgestellt. Poröse Mikropartikel aus Aktivkohle wurden mit Hilfe chemischer Lösungsmittel in die Oberfläche konventioneller Fasern aus Baumwolle, Leinen oder Viskose eingelagert. Unter Variation von Temperatur, Druck und Konzentration der verwendeten Lösungen wurden Fasern für Garne erzeugt, die stricktechnisch verarbeitet werden konnten. Der erste Prototyp konnte bis zu 3.000 Mal aufgeladen werden, die Kapazität reduzierte sich in der Zeit lediglich um 25 %.

<http://www.haute-innovation.com/de/magazin/smart-materials/gestrickte-batterie-zur-stromversorgung-fuer-smarte-textilien.html>

Kleidung zur Ermittlung der idealen Passform

Stichworte: Lifestyle

Mit hochsensiblen Sensoren ausgestattete Kleidungsstücke ermitteln die Körpermaße des Trägers/der Trägerin. Die Daten werden an die App auf dem Smartphone übertragen, welche die am besten den Körpermaßen entsprechende Kleidungsstücke verschiedener Marken vorschlägt. Konfektionsgrößen sind weltweit unterschiedlich festgelegt, außerdem nutzen auch Hersteller verschiedene Größenstandards. Damit ist besonders im Online-Handel die Wahl der passenden Größe schwierig. Mit diesen elektronischen Kleidungsstücken könnten die Kunden/innen die richtige Größe leichter finden.

<http://www.presstext.com/news/20141124008>

<http://likeaglove.me/>

Smarte Jacke als Schnittstelle zum Smartphone

Stichworte: Kommunikation, Lifestyle, Sport

Durch leitfähige, direkt in den Stoff der Jacke verwobene Fäden wird eine Schnittstelle zum Smartphone geschaffen. Die Steuerung dessen erfolgt über Berührung des Jackenärmels. Zielgruppe der Entwickler sind vor allem Radfahrer/innen, aber bei Integration dieser Technologie in Sport- und Businesskleidung ist ein breites Anwendungsgebiet möglich.

<http://derstandard.at/2000037384282/Levis-und-Google-bringen-smarte-Jacke-auf-den-Markt>

Textiles Exoskelett

Stichworte: Medizin

Forscher der Universitäten Linköping und Borås haben Kleidung entwickelt, die den Bewegungsapparat des Trägers/der Trägerin positiv unterstützen kann. Der Effekt geht auf ein Textil zurück, das auf minimale elektrische Impulse reagiert und sich wie ein Muskel zusammenzieht und entspannt. Das flexible Exoskelett aus textilen Materialien sollen Patienten/innen zukünftig unter ihrer normalen Kleidung tragen können.



Foto: Thor Balkhed/Linköping university

Die Basis dieser Innovation bildet ein Zellulosegarn, das mit Polypyrrol ummantelt wird. Dabei handelt es sich um einen flexiblen und gleichzeitig elektroaktiven Kunststoff. Wird das Garn mit niedriger elektrischer Spannung stimuliert, nehmen Länge und Volumen zu. Durch unterschiedliche Webtechniken können die Eigenschaften gesteuert und verschiedene Muskelpartien nachempfunden werden. Sind die Fasern parallel zueinander angeordnet ist es sogar möglich, kleinere Gewichte anzuheben.

<http://www.haute-innovation.com/de/magazin/smart-materials/gewebte-textilmuskel-zur-alltagsbewaeltigung-gehandikapter-personen.html>

Weste als orthetisch-bionisches Assistenzsystem

Stichworte: Gesundheit, Sicherheit

Unter der Projektleitung von Otto Bock HealthCare wurde ein tragbares System aus körpernahen Textil- oder leichtgewichtigen Hartschalen-Komponenten entwickelt, welches (insbesondere ältere) Arbeiter/innen bei schweren physischen Belastungen unterstützt. Integrierte Sensoren erfassen und analysieren Bewegungen und Belastungen, um Träger/in beispielsweise durch taktiles Feedback bei der Einhaltung einer ergonomisch günstigen Körperposition zu helfen.

<http://www.technik-zum-menschen-bringen.de/projekte/ortas>

Textiles Sensorsystem

Stichworte: Arbeit, Gesundheit, Mobilität, Sicherheit

Das Sensorsystem physiosense kann in praktisch jede textile Fläche integriert werden um dort Druck und Bewegung aufzuzeichnen und Muster zu erkennen. Im Bürostuhl erkennt sie, wie Menschen sitzen, ob sie den Stuhl korrekt eingestellt haben und ob genügend Bewegung stattfindet.

In Fahrzeugen kann sie dazu eingesetzt werden, um die Fitness oder Fahrtauglichkeit von Menschen zu überwachen. Sitze lassen sich durch gewonnene Informationen gezielt einstellen. Auch kann das System beispielsweise erkennen, ob sich eine Tasche, ein Kindersitz oder eine Person auf dem Sitz befindet. So können interne Sicherheitssysteme wie Airbags den Gegebenheiten angepasst werden und so für deutlich mehr Sicherheit sorgen. Die Sensorik kann auch identifizieren, ob ein/e Fahrer/in beide Hände am Lenkrad hat oder ob sich der Fuß auf dem Bremspedal befindet. Im Kofferraum oder der Ladefläche kann überwacht werden, ob Gepäck oder Ladung verrutschen und ob sie sicher fixiert sind.

Kombiniert mit einer intelligenten Positionserkennung können die Sensoren auch in Pflege-Kranken- oder Babybetten dafür sorgen, dass Menschen gesünder liegen und betreuendes Personal den Status über eine App erfassen können.

<http://physiosense-wp.azurewebsites.net/de/home/>

Schutzausrüstung für Arbeiter/innen in der Fischerei

Stichworte: Sicherheit

Das EU-finanzierte Projekt SAFE@SEA (Protective clothing for improved safety and performance in the fisheries) verfolgte das Ziel, voll funktionsfähige Schutzausrüstung für Arbeiter/innen in der Fischerei zu entwickeln und zu erproben, die für mehr Arbeitssicherheit ohne Kompromisse hinsichtlich Komfort und Beweglichkeit sorgt.

Sämtliche Produkte – Jacken, Hosen, Schürzen, Handschuhe und Kopfschutz – wurden aus Stoff gefertigt, der selbstheilend, beschädigungsbeständig und wasserdicht ist. Jedes Einzelteil, etwa Schnittschutzhandschuhe und stoßdämpfende Kopfbedeckungen, wurde überdies in Hinblick auf verbesserte Ergonomie und Schutz vor bestimmten Gefahren am Arbeitsplatz entwickelt.

Die Kleidungsstücke enthalten zusätzlich eine aufblasbare Schwimmhilfe, einen Mann-über-Bord-Alarm, ein Notlicht sowie eine GPS- und Funkeinheit. Alle diese Einrichtungen werden beim Untertauchen automatisch eingeschaltet. So kann man vom Schiff aus jede über Bord gegangene Person mit Hilfe von GPS-Tracking und besserer Sichtbarkeit finden.

http://cordis.europa.eu/result/rcn/92920_de.html

Sensorbestückte Geotextilien

Stichworte: Bauwesen

Im EU-finanzierten Projekt Polytect (Polyfunctional Technical Textiles against Natural Hazards) wurden Geotextilien² mit Sensoren ausgestattet, welche Informationen zu Spannungen, Verformungen, Wasserständen und chemischen Umweltbelastungen zu liefern. Mit diesen Geotextilien ist auch eine Zustandsüberwachung möglich, um strukturelle Defekte erkennen und schneller und gezielter eingreifen zu können.

http://cordis.europa.eu/result/rcn/89789_de.html

Alarmtextil

Stichworte: Bauwesen, Logistik, Sicherheit

Ein Stoff, bestehend aus einem Trägermaterial aus Polyester, ist mit einer feinen Gitterstruktur von silberbeschichteten leitfähigen Garnen, welche mit einem Microcontroller verbunden sind, durchzogen. Wird der Stoff durchtrennt, löst das einen Alarm aus. Das Textil kann die Stelle zentimetergenau genau lokalisieren und ist zudem deutlich günstiger als andere Warnsysteme. Da es große Flächen sichern kann, eignet es sich als quasi unsichtbarer Schutz für Gebäude, Tresore oder Lastkraftwagen.

http://www.izm.fraunhofer.de/de/news_events/tech_news/ein-stoff-schlaegt-alarm.html

² Geotextilien dienen als Baustoff im Bereich des Tief-, Wasser- und Verkehrswegebbaus und sind für geotechnische Sicherungsarbeiten ein wichtiges Hilfsmittel. Sie werden zum Trennen, Drainagieren, Filtern, Bewehren, Schützen, Verpacken und als Erosionsschutz eingesetzt.

2. Oberösterreichische Beispiele aus Forschung und Wirtschaft

Oberösterreich verfügt in den für Wearable-Technologien relevanten Bereichen einerseits über eine **vielschichtige Forschungslandschaft**, von der Ars Electronica über verschiedene Institute der Johannes Kepler Universität, der FH Oberösterreich, Schwerpunktschulen bis zum Textilien Zentrum in Haslach, andererseits über **zahlreiche Clusteraktivitäten** (allen voran Vernetzungen über den Kunststoff- und Mechatronik-Cluster) bis zu **innovativen Produktentwicklungen in den oberösterreichischen Unternehmen**.

Beispielhaft und ohne Anspruch auf Vollständigkeit sollen hier ausgewählte oberösterreichische Forschungen und Produktentwicklungen umrissen werden, um das weitreichende Spektrum der Wearable Technologies auch in Oberösterreich hervorzuheben:

2.1. Bildungs-, Forschungs- und Innovationsaktivitäten

Kunst, Technologie und Gesellschaft, Ars Electronica

Innovativ und radikal sucht die Ars Electronica seit 1979 nach Verbindungen und Überschneidungen, nach Ursachen und Auswirkungen, um Zukunftsentwicklungen im Spannungsfeld zwischen Kunst, Technologie und Gesellschaft zu thematisieren. Dabei sind neue Materialien, Wearables und smarte Textilien fixer Bestandteil der Aktivitäten. In Ausstellungen im Ars Electronica Center wird u.a. der technologische und gesellschaftliche Wandel in Medizin und Gesundheitswesen behandelt. Beispielsweise durch außergewöhnliche Geschichten von Menschen, die wissenschaftliche Forschung für alle zugänglich machen. Das Projekt „Agent Unicorn“ von Anouk Wipprecht zeigt eindrucksvoll, wie Design und Technik anhand eines 3D-Druck-Headsets genutzt werden kann, um die Behandlung von psychischen Krankheiten zu verbessern.



Foto: Ars Electronica / Marije Dijkema

Das Projekt „Agent Unicorn“ von Anouk Wipprecht zeigt eindrucksvoll, wie Design und Technik anhand eines 3D-Druck-Headsets genutzt werden kann, um die Behandlung von psychischen Krankheiten zu verbessern.

<http://www.aec.at/aeblog/de/2014/10/27/wearable-electronics/>

Bachelorstudium Fashion & Technology, Kunstuniversität Linz

Das Institut für Raum und Design an der Kunstuniversität Linz bietet das Bachelorstudium Fashion & Technology in der Tabakfabrik an. Gemeinsam mit dem Textilien Zentrum in Haslach und dem Linz Center of Mechatronics wird neuartiges Gewebe entwickelt und mit Wearable Technologies experimentiert. Dazu gibt es eine Spezial-Lehrveranstaltung rund um den Themenbereich „Intelligente Textilien, Wearables, Smart Clothing“. Im Rahmen des Ars Electronica Festivals werden vielversprechende Innovationen öffentlich vorgestellt.

<http://www.ufg.ac.at/Fashion-Technology.11325.0.html>

Neue Polymersubstanzen, JKU

Neue Polymersubstanzen, die dehn- und faltbare Eigenschaften aufweisen, werden an der Abteilung Physik weicher Materie am Institut für Experimentalphysik der Johannes Kepler Universität erforscht. Flexible organische Solarzellen sind nicht nur extrem leicht, sondern auf Gummi aufgebracht auch dehnbar.

<http://www.jku.at/content/e213/e63/e58/e57?apath=e32681/e147613/e161845/e162045>

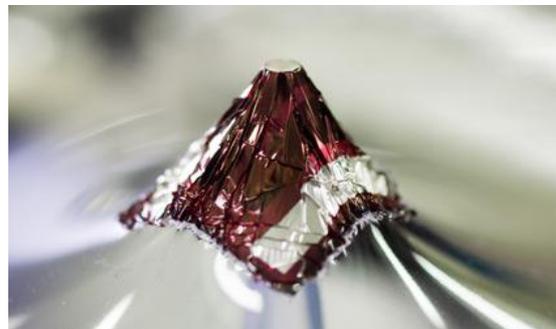


Foto: JKU / Martin Kaltenbrunner

Tragbare Systeme und „denkende Maschinen“, JKU

Tragbare Systeme und „denkende Maschinen“ sind Forschungsgegenstände am Institut für Pervasive Computing an der Johannes Kepler Universität. Für die Entwicklung von „Wearable Displays“ konnte der Innovationspreis des Staatspreises für Multimedia und e-Business entgegengenommen werden.

<http://www.pervasive.jku.at/>

Media Interaction Lab, FH OÖ

An der FH Oberösterreich, Campus Hagenberg ist Wearable Computing einer der Forschungsschwerpunkte und Bestandteil verschiedener Studienrichtungen. Am Media Interaction Lab wird an smarten flexiblen Textilien ebenso geforscht wie an e-Glasses.

<https://www.fh-ooe.at/campus-hagenberg/studiengaenge/bachelor/hardware-software-design/alle-infos-zum-studium/wearable-computing-im-studium/>

<http://mi-lab.org/research/>

Branchenplattform PlasTexTron, Kunststoff-Cluster

Die Branchenplattform PlasTexTron und die Initiative Smart Plastics des Kunststoff-Clusters der Business Upper Austria – OÖ Wirtschaftsagentur GmbH sind über Oberösterreichs Grenzen hinausgehende Projekte, die sich im interdisziplinären Forschungsbereich zwischen Mechatronik, Kunststoff- und Textilindustrie bewegen.

<http://www.plastextron.at/>

<https://www.smart-plastics.com/>

2.2. Beispiele für Produktentwicklungen

Leitfähige Tinte

Stichworte: Gesundheit und Medizin, Fitness und Sport

In Zusammenarbeit mit den Unternehmen Lenzing AG und Tiger Coatings hat die Steyrer Forschungseinrichtung PROFACTOR eine zukunftsreiche Methode entwickelt, mit denen elektrische Leiterbahnen in einer individuell gestalteten Form mit einem Inkjet Printer auf Textilien gedruckt werden können. Die neuartige Tinte beruht auf gelöstem Silber und enthält im Gegensatz zu früheren Produkten keine festen Silberpartikeln mehr. Dadurch ist die Tinte

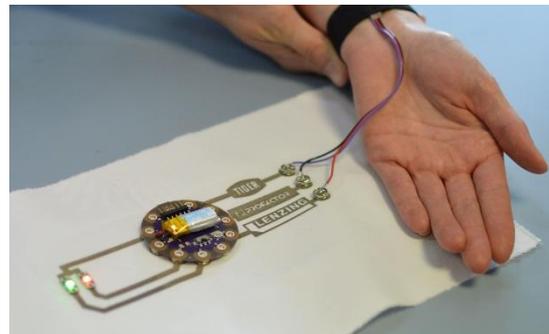


Foto: PROFACTOR

„stabiler“ – länger haltbar und leichter druckbar. Beim Druckvorgang verdampfen die Lösungsmittel, auf dem Textil bleibt reines Silber bestehen. Die auf diese Weise gedruckten elektronischen Leiterbahnen sind gegenüber Waschvorgängen, Feuchtigkeit, Hitze und Kälte beständig und vertragen auch das Zerknüllen ohne Funktionsverlust.

<https://www.profactor.at/ueber-uns/news/leitfaehige-tinte-fuer-textilien-der-zukunft/>

Elektronik auf Kunststofffolien

Stichworte: Alltag und Lifestyle, Sicherheit, Arbeit und Wirtschaft

Die Plastic Electronic GmbH in Linz ist Pionier im Bereich smarter Oberflächen und beschäftigt sich mit der Einbindung von Elektronik auf Kunststofffolien. Es entstehen formbare Oberflächenbeschichtungen mit integrierten elektronischen Funktionen, Drucksensormatten und touchfähige Einsatzmöglichkeiten.

<https://plastic-electronic.com/de/>

Intelligente Mode und Accessoires

Stichworte: Sicherheit, Sport

Utope und Skarabeos, Start-ups aus Engerwitzdorf, haben sich auf intelligente Mode und Accessoires spezialisiert und stellen durch den Einbau von LEDs und Alarmsensoren neue Produkte für den Sport- und Sicherheitsbereich her.

<http://www.utope.eu/info.html>

<https://www.skarabeos.com/>

MagicShoe

Stichworte: Arbeit, Sicherheit



Foto: TRUMPF

Schütze Schuhe, ein Familienunternehmen im Mühlviertel, hat im Auftrag des Werkzeugmaschinenbauers TRUMPF Österreich den „MagicShoe“, einen smarten Arbeitsschuh entwickelt. Der „MagicShoe“ ist ein vollwertiger Sicherheitsarbeitsschuh mit einer in der Sohle integrierten Sensorik und der Möglichkeit der drahtlosen Kommunikation. So ist die Steuerung von normalerweise manuell zu bedienenden Maschinen

durch Gewichtsverlagerung von der Ferse auf den Ballen möglich.

<http://www.at.trumpf.com/de/produkte/werkzeugmaschinen/produkte/biegen/highlights/ergonomie.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=rUM0I8cvkp0>

Fitness-App

Stichworte: Gesundheit, Fitness und Sport

Zu einem der bekanntesten Wearable Technology-Unternehmen wurde der Linzer Fitness-App-Anbieter Runtastic. Das Start-up aus Linz wurde zunächst an Axel Springer verkauft, 2015 ging der Mehrheitsanteil an Adidas über. Neben der Software für die Aufzeichnung von Aktivitätsparametern bietet Runtastic auch eigens entwickelte Hardwarekomponenten, wie Herzfrequenzmesser, Schlaf- oder Aktivitätstracker an.

<https://www.runtastic.com/>

Sensorenbestückte Ohrmarke

Stichworte: Landwirtschaft

Wearable Technologies ziehen auch in den Bereich der Landwirtschaft ein. Die Smartbow GmbH aus Weibern hat eine mit Sensoren bestückte Ohrmarke entwickelt, mit der etwa Kühe per Smartphone oder PC überwacht werden können. Neben der GPS-Ortung gibt die

Auswertung der spezifischen Ohrbewegungen auch Auskunft über das körperliche Befinden der Tiere.

<http://www.smartbow.at/de/>

Pet Wearables

Stichworte: Alltag und Lifestyle

„Pet Wearables“ werden tragbare elektronische Systeme bezeichnet, die speziell für Haustiere entwickelt wurden. So ermöglichen etwa GPS-Tracker die Ortung eines Haustieres oder Aktivitätssensoren die Überwachung der Bewegungs- und Ruhezeiten. Über das Smartphone können auch Vibrationssignale an das Haustier übermittelt werden. Das Unternehmen Tractive aus Linz bietet unterschiedliche Geräteausführungen an.

<https://tractive.com/de/>



Foto: Tractive GmbH

3. Zukunftsperspektiven für Oberösterreich

Durch die rasanten technischen Fortschritte bei neuen Materialien und der Vielfalt an praktischen Anwendungsmöglichkeiten ist zu erwarten, dass Wearables & Co in den nächsten Jahren unseren Alltag in vielfacher Weise beeinflussen werden. Das bringt für **Wirtschaft, Forschung und Gesellschaft in Oberösterreich** in hoher Dynamik neue Chancen und Herausforderungen mit sich.

Eine Untersuchung der gegenwärtig abschätzbaren Entwicklung zeigt, dass ihre Auswirkungen auf den Menschen je nach den **gesellschaftlichen Rahmenbedingungen** sehr unterschiedlich ausfallen können: Sind die Menschen autonom in ihrer Entscheidung, ob und wie sie Wearables verwenden, so kann diese Technologie viele Möglichkeiten bieten, das Leben zu erleichtern bzw. zu bereichern. Bestimmen jedoch andere Akteure über die Nutzung, etwa durch sozialen Druck oder institutionelle Vorgaben, so kann es dazu führen, dass die Menschen in ihren Möglichkeiten eingeschränkt werden und die neuen Chancen durch den technischen Fortschritt ablehnen (Kleine, 2016).

Wie groß die durch Wearables tatsächlich erzielbaren positiven **Gesundheitseffekte** sind, ist Gegenstand laufender Forschungen und Studien. Beispielsweise untersucht die Universität Oldenburg, ob Schrittzähler und andere Geräte dazu beitragen können, ein größeres Bewusstsein für einen gesunden Lebensstil zu entwickeln (Die Welt, 2016). Gleichzeitig muss davor gewarnt werden, dass die Selbstüberwachung zu fragwürdigen Selbstdiagnosen und Selbstbehandlungen führen kann.

Durch das direkte Tragen am Körper zeichnen Wearables verschiedenste der unmittelbaren persönlichen Sphäre zuzuordnende sensible Daten wie Bewegungsprofile und Gesundheitszustand auf. Daher wird dem Bereich des **Datenschutzes** und des Persönlichkeitsrechtes eine besondere Bedeutung zukommen, von der ebenfalls die künftige gesellschaftliche Akzeptanz abhängt. Diesem Thema widmet sich beispielsweise bereits intensiv der "Hagenberger Kreis zur Förderung der digitalen Sicherheit" in Form von Diskussionsveranstaltungen in Partnerschaft mit der FH Hagenberg (Security Forum, 2017). Auch im IT-Cluster wird im Zuge der Ausweitung zum Information Security Hub eine eigene Arbeitsgruppe „IT-Security“ aufgebaut.

Für viele Zukunftstechnologien, so auch für die Wearable Technologies, werden **kritische Rohstoffe** (wie z. B. die Seltenerdmetalle) benötigt, deren Versorgungssicherheit nur in begrenztem Ausmaß gegeben ist. Sie werden oftmals in weniger entwickelten Ländern unter geringen Umweltstandards gewonnen, was aus dem ökologischen – aber auch arbeitsmedi-

zinischen – Blickwinkel betrachtet stark verbesserungswürdig ist. Die Erforschung von geeigneten Recyclingverfahren ist für westliche Industrieländer essentiell, um die Ressourcengrundlage sicherzustellen und die Wertschöpfung im eigenen Land zu erhöhen. Die Miniaturisierung der tragbaren Elektronik und die Verwendung der Rohstoffe in geringsten Mengen ist dabei die besondere Herausforderung für eine ökonomischen Rückgewinnung, die ein gutes Zusammenspiel der Abfallwirtschaft - insbesondere der getrennten Sammlung von Kleinst-Elektronikschrott - und Recyclingunternehmen voraussetzt.

Die Entwicklung von Wearables findet im **Forschungsfeld von Materialwissenschaften, Informationstechnologie, Medizin und Kunst** statt. Dies sind Felder, in denen Oberösterreich bereits jetzt sowohl in der Forschung als auch in wirtschaftlicher Hinsicht stark vertreten ist. Dies belegen die zahlreichen angeführten international anerkannten Best-Practice-Beispiele.

Da die für Wearables erforschten neuen Materialien künftig für verschiedenste Anwendungen denkbar sind, könnten auch weit über den engeren Fachbereich gehende Impulse entstehen. Neben neuen Möglichkeiten für die heimische Textilindustrie durch die Entwicklung neuartiger Gewebe (Textiles Zentrum Haslach) könnte eine **Vernetzung verschiedenster Stärkefelder** wie bei der Entwicklung smarterer Arbeitsschuhe mit dem Maschinenbau („MagicShoe“) erfolgen. Weitere Schnittstellen könnten in Oberösterreich etwa im Lebensmittel-, Bau-, Medizintechnik-, und Automotivesektor liegen. Dies ist in Einklang mit der schon derzeit starken Kultur einer "Innovation durch Kooperation" in Oberösterreich, wobei ausgehend von branchenübergreifenden Themennetzwerken wie SmartPlastics und Industrie 4.0 in Zukunft radikal innovative Partnerschaften z.B. zwischen Maschinenbau und Kunst entstehen könnten.

Bei einer Fortführung der intensiven **Vernetzung der einzelnen Themenbereiche** hat unser Bundesland beste Chancen, weiterhin führend in diesem Zukunftsthema zu bleiben und die künftigen wirtschaftlichen Chancen zu nützen. Die Vielzahl an Zugängen wie etwa über Big-Data-Analysen, Gestaltung von neuen Designs, Erforschung von neuartigen Kunststoffen und vieles mehr eröffnet sowohl Start-ups als auch etablierten KMUs Potenziale.

In diesem sich gerade besonders stark entwickelnden Themenfeld erfolgen derzeit viele Innovationen, aber es existieren noch wenig Marktführer und -dominanzen. Daher sind die nächsten Jahre eine einmalige Gelegenheit im Sinne eines "window of opportunity" für heimische Unternehmen, sich in diesem Markt dauerhaft zu etablieren und Kunden/innen zu gewinnen und somit ein neues **Stärkefeld für Oberösterreich** zu kreieren.

Quellen- und Literaturverzeichnis

ASMET u.a., 2015: Austrian Materials Foresight. Foresight für Hochleistungswerkstoffe zur Stärkung des Wissens- und Produktionsstandortes Österreich. - Studie im Auftrag des BMVIT und der FFG, 107 S.

<http://asmet.org/wp-content/uploads/2015/05/Studie-zur-Austrian-Materials-Foresight-Endfassung.pdf>

CEN/TR 16298, 2011: Textilien und textile Produkte - Intelligente Textilien - Definitionen, Klassifizierung, Anwendungen und Normungsbedarf

Der Standard, 2017: Smart Clothes: Batterien, die man sich stecken kann (17.7.2016)

<http://derstandard.at/2000040927494/Smart-Clothes-Batterien-die-man-sich-stecken-kann>

Die Welt, 2016, "Wie wirksam ist Self-Tracking wirklich?"

<https://www.welt.de/gesundheit/article153220938/Wie-wirksam-ist-Self-Tracking-wirklich.html>

Forschungskuratorium Textil e. V.

<http://www.textilforschung.de/>

Fraunhofer Institut, 2017: Textilintegrierte elektronische Systeme

http://www.izm.fraunhofer.de/de/abteilungen/system_integrationsinterconnectionstechnologies/arbeitsgebiete/elektronikintegrationinalternativmaterialien/projekte/integration_von_elektronikintextilien.html

FUTUREZONE Technology News, 2016: DuoSkin: Gadgets können über Tattoo gesteuert werden.

<https://futurezone.at/produkte/duoskin-gadgets-koennen-ueber-tattoo-gesteuert-werden/215.563.409>

Gabler Wirtschaftslexikon, 2017: Material

<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/material.html>

Internet World Messe, 2015: Wearables – der E-Commerce am Handgelenk. In: Presseportal Deutschland

<http://www.presseportal.de/pm/107468/3128254>

IT Wissen, 2017: Intelligente Pflaster

<http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Intelligentes-Pflaster-smart-patch.html>

IT Wissen, 2017: Smart Clothes

<http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Intelligente-Kleidung-smart-clothes.html>

IT Wissen, 2017: Smart Textiles

<http://www.itwissen.info/definition/lexikon/smart-textiles-Intelligente-Textilien.html>

IT Wissen, 2017: Smart Wearables

<http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Smart-Wearables-smart-wearables.html>

Kleine N., 2016: Gesellschaftliche Auswirkungen von Wearable-Technologie. In: "Zweite Transdisziplinäre Konferenz, Technische Unterstützungssysteme, die die Menschen wirklich wollen", Hamburg, S. 173-181

https://publik.tuwien.ac.at/files/publik_257505.pdf

Kompetenzzentrum Öffentliche IT, 2017: Wearables

<http://www.oeffentliche-it.de/-/wearables>

Nationalpark Donauauen, 2017: Wandermuschel - Dreissena polymorpha

<http://www.donauauen.at/nature/fauna/molluscs/wandermuschel/1206>

Newsroom Universität Innsbruck, 2016: Stiftungsprofessur für intelligente Textilien

<https://www.uibk.ac.at/newsroom/stiftungsprofessur-fuer-intelligente-textilien.html.de>

Phys.org, 2016: Biodegradable polymer coating for implants

<http://phys.org/news/2016-12-biodegradable-polymer-coating-implants.html>

re:publica, 2015: Medizinische Wearables – Schöne Vision einer gesunden Zukunft oder der nächste Schritt in die Komplettüberwachung?

<https://re-publica.com/de/session/medizinische-wearables-schoene-vision-einer-gesunden-zukunft-oder-naechste-schritt>

Security Forum, 2017: Hagenberger Kreis

<https://www.securityforum.at/>

Sicht-Sonnenschutz, 2017: Smart Textiles eröffnen Weg zu innovativen Baulösungen
<http://www.sicht-sonnenschutz.com/smart-textiles-eroeffnen-weg-zu-innovativen-bauloesungen/150/18630/343983>

Smart-Textiles Plattform Austria
<http://www.smart-textiles.com/>

Springer Nature, 2016: Materials science: Semiconductors that stretch and heal
http://www.nature.com/nature/journal/v539/n7629/full/539365a.html?WT.feed_name=subjects_materials-science

TITV, 2017: Smart Textiles
<http://www.titv-greiz.de/index.php?id=smart-textiles>

Trend Report, 2016: Integration von Wearables im Auto
<https://trendreport.de/integration-von-wearables-im-auto>

WearablesTech, 2017: Was sind Wearables?
<http://www.wearables-tech.de/was-sind-wearables-tech-trend>

Wirtschaftswoche, 2015: Intelligente Kleidung – Fünf Trends, die unsere Textilien revolutionieren
<http://www.wiwo.de/technologie/gadgets/intelligente-kleidung-fuenf-trends-die-unsere-textilien-revolutionieren/11933114.html>

