



Textile Weight-Watchers

Zunehmen oder abnehmen – das ist eine Frage von Kalorienzufuhr und Energieverbrauch, sprich: körperlicher Aktivität. Schweizer Forscher entwickeln in die Kleidung integrierte Monitoring-Systeme, die übergewichtigen Menschen bei der Gewichtskontrolle helfen.

TEXT: Rainer Klose / BILDER & GRAFIK: Empa

1
Empa-Forscher Lukas Scherer testet die Funktion eines Leuchtsensors aus gestickten Fäden. Solche Sensoren können den Sauerstoffgehalt im Blut messen.

2
Der textile Leuchtsensor im Betrieb. Der Sensor ist biegsam und waschbar und kann in ein Überwachungs-T-Shirt eingebaut werden.

3
Prototyp des EKG-Sensors, der aus metallbeschichteten Fäden besteht.

4
So funktioniert das Überwachungs-T-Shirt:
a) Sechs EKG-Sensoren (einer auf dem Rücken, blau), überwachen den Kreislauf,
b) flexible Leuchtfasern messen das Atemvolumen,
c) Leuchtsensoren ermitteln die Sauerstoffkonzentration in Arterien und Venen.

Übergewicht ist ein Massenphänomen. Der Anteil an schwergewichtigen Personen in der Schweiz (mit einem Body-Mass-Index über 25) stieg in den vergangenen 15 Jahren von 30 auf 37 Prozent. Die dadurch direkt verursachten Krankheiten haben jedes Jahr Gesundheitskosten von fast vier Milliarden Franken zur Folge. In den europäischen Nachbarländern sieht es nicht besser aus, ganz zu schweigen von den USA.

Eine sorgfältige Überwachung des Körpers und seiner Stoffwechselphysiologie könnte helfen, Folgekrankheiten wie Herz-Kreislauf-Beschwerden zu verhindern, und Hinweise zum gezielten Abnehmen geben. Im Rahmen der Forschungsinitiative Nano-Tera (www.nano-tera.ch) haben sich mehrere Schweizer Hochschulen und Forschungsinstitute zusammengenommen, um ein solches Überwachungssystem zur Marktreife zu entwickeln.

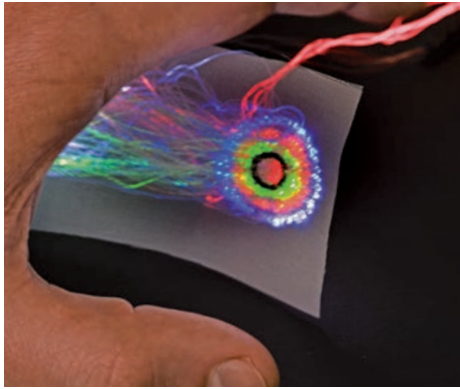
Ein herausragend wichtiger Teil des Projekts namens Obesense sind Sensoren, die direkt auf der Haut getragen werden und brauchbare Messwerte liefern, ohne zu stören. Genau dies ist die Domäne von Lukas Scherer, Textilforscher an der Empa in St.

Gallen und Leiter der Arbeitsgruppe «Medical Textiles».

Scherers Team steuert Know-how zu drei technisch völlig unterschiedlichen Sensoren bei, die Körperdaten der Patienten im Alltag aufzeichnen sollen. Die in Echtzeit berechnete Auswertung informiert den Patienten jederzeit über Kalorienzufuhr und -verbrauch sowie Kreislaufwerte und führt – im Idealfall – dazu, dass die Betroffenen ihr Essverhalten ändern und ihr Gewicht reduzieren können.

Silberfäden zeichnen EKG auf

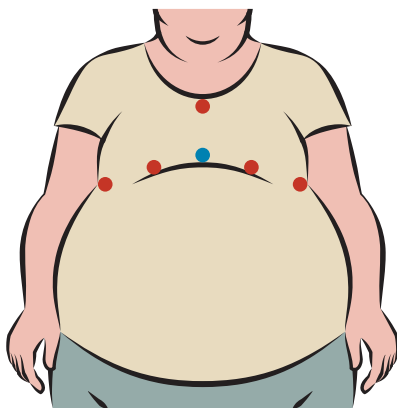
«Da wäre zunächst der EKG-Sensor», erläutert Scherer, «wofür wir ein elektrisch leitfähiges Gewebe aus silberbeschichteten Fasern verwenden.» Die leitfähige Elektrode muss eng am Körper anliegen und ist mit einer feuchtigkeitsspendenden Membran abgedeckt. Der Grund: Sie muss auch dann zuverlässig messen können, wenn kein Schweißfilm auf dem Körper haftet. Das EKG von Leistungssportlern ist einfach zu messen, schwieriger wird es mit älteren Menschen, denn sie schwitzen weit weniger. Die maschinenwaschbaren, silberbeschichteten Fasern werden nach einer an der Empa



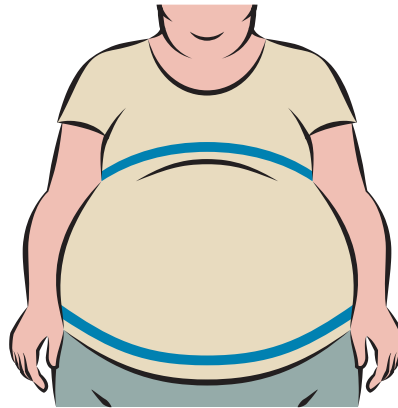
2



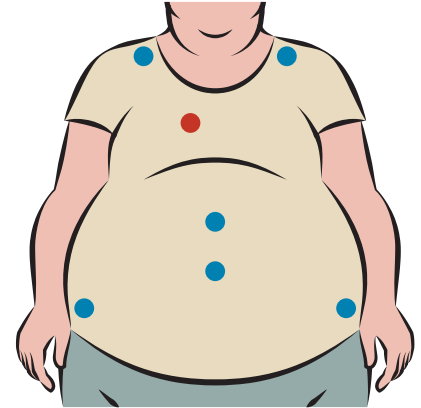
3



a) ambulantes EKG



b) Atemvolumen



c) Sauerstoffsättigung

4

entwickelten Methode gefertigt, und auch das Konzept für den «trockenen» EKG-Sensor wurde hier erdacht.

Der zweite Sensor, den Scherers Team entwickelt, soll die Atemfrequenz und das Atemvolumen des Patienten ermitteln – ein entscheidender Messwert, um den Kalorienverbrauch zu berechnen, denn die Verbrennung von Kohlenhydraten braucht Sauerstoff. Je mehr jemand atmet, desto mehr kann er verbrennen. «Wir wollen ein Licht leitendes elastisches Copolymer verwenden, das in Form eines Strickgewebes über den Bauch des Patienten gespannt und von einer LED durchleuchtet wird», erläutert der Empa-Forscher. «Wenn der Patient atmet, wird die elastische Faser gedehnt und ändert ihre optische Durchlässigkeit. Es kommt weniger Licht am integrierten Lichtsensor an.» Aus der optischen Messung der Bewegung am Bauch lässt sich – so hoffen die Forscher – hinreichend genau das Atemvolumen bestimmen. Eine solche Messung wäre ein gewaltiger Fortschritt für eine 24-Stunden-Überwachung des Kalorienverbrauchs, denn bislang lässt sich dieser Messwert nur bestimmen, wenn der Patient eine Atemmaske trägt.

Es gibt noch eine Methode, den Sauerstoffverbrauch zu messen, und auch dafür braucht es Sensoren aus den Empa-Labors. Die Messung nach dem so genannten Fick'schen Prinzip braucht drei Parameter: das vom Herz gepumpte Blutvolumen sowie die Sauerstoffsättigung in den Arterien und in den Venen.

Leuchtsensoren messen Blutsauerstoff

Zwei dieser Parameter, die Herzfrequenz und die Sauerstoffsättigung in den Arterien, können relativ einfach mit einem Pulsoxymeter bestimmt werden. Heute wird dies gewöhnlich mit einem leuchtenden Clip am Finger, Zeh oder Ohrläppchen erledigt, bei Neugeborenen durchleuchtet man oft auch den Fussballen oder das Handgelenk. Sauerstoffgebundenes Hämoglobin absorbiert Licht einer anderen Wellenlänge als freies Hämoglobin; daraus kann berechnet werden, wie viel Sauerstoff im Blut gebunden ist.

Da die Sauerstoffsättigung in den Venen an vielen Stellen des Körpers höchst unterschiedlich ist, gestaltet sich deren Bestimmung bedeutend schwieriger. Das Hemd mit den Messsensoren, das der Patient tragen soll, muss deshalb mehrere im Infrarot-

bereich leuchtende Messpunkte haben, um die verbrauchte Sauerstoffmenge hinreichend genau abschätzen zu können. Die Textilforscher um Lukas Scherer haben bereits einen leuchtenden Sensor aus gestickten Fäden entwickelt, der in ein solches Messhemd integriert werden könnte. Die Auswertung der Signale wird eine Elektronik besorgen, die derzeit am CSEM (Centre Suisse d'Electronique et Microtechnique) in Neuchâtel entwickelt wird.

Körperdaten aus dem Unterhemd

Am Ende des Obesense-Projekts soll ein für jeden Patienten massgeschneidertes Hemd stehen, das eng am Körper anliegt, angenehm zu tragen und einfach zu waschen ist. Es soll während des ganzen Tages Körperdaten des Patienten liefern und ihm bei der Umstellung seiner Gewohnheiten helfen, ohne ihn im Alltagsleben zu behindern. Auch dieser Aufgabe stellt sich die Textilforschung an der Empa. Nebst der Entwicklung von Hightech-Sensoren muss das Gesamtsystem stimmen. Das fertige Produkt muss nicht nur präzise gefertigt, sondern auch bequem sein. Sonst bleibt es am Ende nutzlos im Schrank hängen. //