

Wearable Technology

Überwachungssysteme im Bereich Sport,
Sicherheit und Lifestyle

Simon Bürdel
Industrial Design, 6.Semester, Februar 2014

Zürcher Hochschule der Künste
VID-Thesis – BDE-BDE-T-VS-6001.14F.001
Verantwortliche Dozierende
Franziska Nyffenegger
Claude Lichtenstein

INDUSTRIAL DESIGN

Z hdk



Abstract

Es ist ein technologischer Wandel im Gange. Computer, die früher ganze Räume füllten, tragen wir nun in unserer Hosentasche. Natürlich wird dieser Wandel auch durchaus kritisch betrachtet. Der westlichen Gesellschaft steht dieser Wandel jedoch unmittelbar bevor.

Meine Arbeit befasst sich mit Wearable Technology im Kontext Sport, Sicherheit und Lifestyle. Nach einem Einblick in die Geschichte werden vorhandene Technologien und Möglichkeiten zur Energieversorgung untersucht. Ich werde aufzeigen, in welche Richtung sich die Industrie tendenziell bewegt. Des Weiteren werde ich Wearable Technologies im Kontext der technischen Innovation und gesellschaftlichen Relevanz betrachten. Im letzten Kapitel wage ich einen Ausblick in die Zukunft.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	S.6
1.1 Motivation	S.6
1.2 Ausrichtung der Arbeit	S.6
1.3 Ziel	S.6
2. Begriffserklärung	S.7
3. Wearable Technology	S.8
3.1 Grundlagen	S.8
3.2 Gesamtübersicht	S.10
3.3 Wearability	S.11
4. Anwendungen im Sport	S.12
4.1 Herzfrequenz-Messer	S.12
4.2 Beheizbare Kleidung	S.13
4.3 Schuhe	S.14
4.4 Displays und Beleuchtung	S.15
4.5 Motivation	S.16
4.6 Crash-Sensor	S.16
5. Energieversorgung	S.17
5.1 Energiespeicher	S.17
5.2 Mobile Energieerzeuger	S.18
6. Analyse Wearable Technology	S.19
6.1 Technologische Innovation	S.19
6.2 Gesellschaftliche Relevanz	S.21
7. Zukunft	S.22
8. Fazit	S.23
9. Schlusswort	S.24
10. Abbildungsverzeichnis	S.25
11. Referenzliteratur	S.26

1. Einleitung

1.1 Motivation

Nach der Industrialisierung ist ein neues Zeitalter angebrochen. Die digitalen Technologien werden immer verbreiteter; ständige Innovationen und technisch ausgeklügelte Raffinessen beeinflussen unser Leben. Um als Designer am Puls der Zeit zu bleiben, sollen die wachsenden Möglichkeiten und die neuen Felder der Digitalisierung nicht ignoriert werden. Computersysteme werden kleiner und verschwinden allmählich bis zur Unsichtbarkeit. Es eröffnen sich für den Designer ganz neue Möglichkeiten, unsere Umwelt zu gestalten.

1.2 Ausrichtung der Arbeit

Wearable Technologies werden den Medizin- und Sportbereich revolutionieren und die Wohlfahrt erhöhen. Obwohl diese Technologien auch zur Überwachung und zur Kontrolle von Individuen verwendet werden können, werde ich den Aspekt des Datenschutzes und der Ethik in meiner Arbeit nicht behandeln. Ich werde das Aufkommen der Wearable Technologies als positiven und unabdingbaren Effekt der Digitalisierung unseres fortschrittlichen Lebensstils betrachten.

Ich befasse mich in dieser Arbeit mit Wearable Technology mit dem Fokus Sport, Sicherheit und Lifestyle. Es gibt in den verfügbaren Technologien Überschneidungen mit der Medizin. Mit dem Feld der medizinischen Anwendungen werde ich mich nicht tiefer befassen. Durch die Zusammenführung von Technik und Mode prallen zwei völlig verschiedene Welten aufeinander. Der Designer muss darum wissen, welche Technologien es in beiden Feldern gibt, um sich diesen Herausforderungen zu stellen. Fragen werden gestellt und beantwortet, die mir als Designer weiterhelfen, mich mit diesem aktuellen und spannenden Thema auseinanderzusetzen. Die Arbeit soll aufzeigen, wie man sich als Designer in diesem Themenfeld bewegen kann und welche Gestaltungsmöglichkeiten sich im Designprozess bieten.

1.3 Ziel

Ich möchte die vorhandenen Produkte und Technologien im Bereich Sport, Sicherheit und Lifestyle kategorisieren, analysieren und bewerten. Ich möchte deren Einfluss auf die erwähnten Bereiche erkennen und die dadurch notwendigen Veränderungen des Designprozesses verstehen.

2. Begriffserklärung

Wearable Technology /Wearable Computing

Wearable Technology (engl. to wear = tragen) oder auch Wearable Computing sind getragene elektronische Einheiten. Wo ein Laptop zu unhandlich ist, werden Wearable Computers eingesetzt. Input-Optionen können durch Tastatur, Joystick oder Touchscreen, Output-Optionen können mittels LCD-Display, Vibration oder Akustik erfolgen. Ein markantes Detail eines Wearable Computer ist, dass er neu programmiert oder umkonfiguriert werden kann. Beispiel: Smartphones

Wearable Electronics

Wearable Electronics sind eine Untergruppe der Wearable Computers. Sie sind technisch einfacher und meistens nur für spezifische Aufgaben programmiert. Beispiel: Activity Tracker

Abk.: Wearable

User-Interface

Ein Interface ist eine Schnittstelle zwischen Geräten oder zwischen Mensch und Gerät (User-Interface, Benutzerschnittstelle).

Smart Clothes

Intelligente Kleidungsstücke, die eine Technik an oder in sich haben, die sich im alltäglichen Gebrauch, beim Tragen oder beim Waschen nicht bemerkbar macht. Zum Beispiel können Smart Clothes Daten des Trägers sammeln und sie dann drahtlos an ein externes Computersystem senden.

Hybrid

Eine Kreuzung aus zwei Dingen.

3. Wearable Technology

3.1 Grundlagen

Einer der Pioniere der Wearable Technology ist Steve Mann, der am MIT (Massachusetts Institute of Technology) Media Lab promovierte. Seine Definition von Wearable Technology besteht aus drei Faktoren: Constanthheit (Konstanz), Augmentation (Erweiterung), Mediation (Vermittlung)

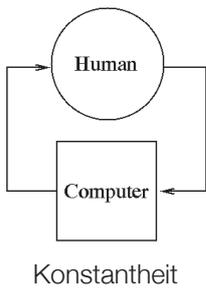


Abb. 1: Constanthheit

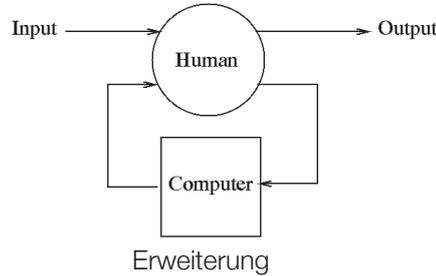


Abb. 2: Augmentation

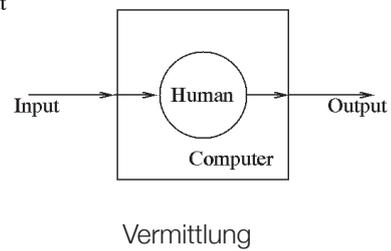


Abb. 3: Mediation

Nach Mann sind Wearables immer eingeschaltet und immer bereit. Der Austausch zwischen Mensch und Computer ist ständig am Laufen (Abb. 1). Im Gegensatz zu herkömmlichen Computersystemen, die die ganze Aufmerksamkeit des Benutzers brauchen, laufen Wearables im Hintergrund und dienen als Erweiterung der Sinne (Abb. 2). Der Benutzer bestimmt selbst, wie intensiv er mit dem Wearable interagieren und wieviel er preisgeben möchte (Abb. 3). Mit den entsprechenden Features ausgestattet können Wearables Situationen selbständig erkennen und entsprechend reagieren (z.B. in einem Notfall Hilfe organisieren).

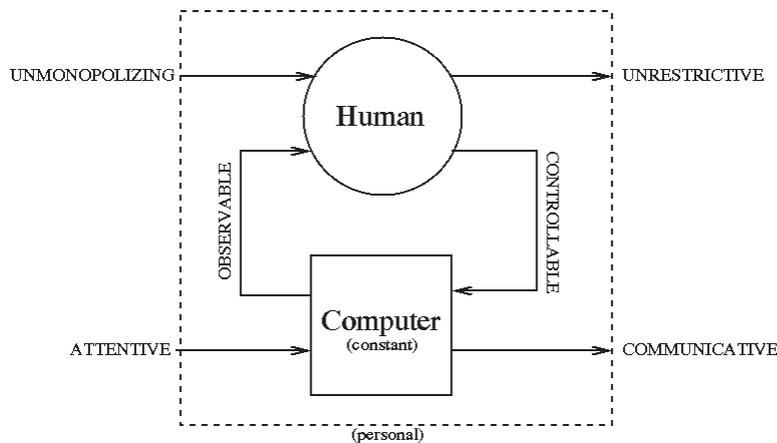


Abb. 4: Framework nach Steve Mann

Steve Mann leitete sechs primäre und zwei resultierende Attribute von Wearables ab (Abb. 4). Gemäss diesem Framework sollte das Wearable immer eingeschaltet sein («constant») und im Gegensatz zu einem normalen Computer nie abgeschaltet, sondern höchstens in einen Schlafmodus versetzt werden. Des weiteren ermöglichen diese Attribute einen sehr persönlichen Benutzungsraum («personal»).^1

In den frühen 1980ern baute Steve Mann ein tragbares System mit fotografischem Equipment. Es war ein System mit Lichtern, Batterien und Kameras, eingebaut in einem Rucksack und einem Helm (Abb. 5). Die Forschung hatte das Ziel, ununterbrochen das, was er fühlt und sieht, aufzuzeichnen, zu speichern und abrufbar zu machen.

Heute ist Steve Mann Professor an der University of Toronto. Sein Hauptarbeitsgebiet ist «Sousveillance», was das Gegenteil ist von Überwachungskameras. Er selbst «beobachtet» von unten mit seiner Kamera die Umgebung.^2



Abb. 5: Steve Mann mit seinen Wearables

1 Daniela Bliem, *Wearable Computing*, 2006, Kap. 2.1.1 Idee und Merkmale nach Steve Mann

2 <http://wearcam.org/sousveillance.htm>, 1. Feb. 2014

3.2 Gesamtübersicht

Die Industrie kann in vier grobe Felder geteilt werden: Sport, Medizin/Gesundheitswesen, Unterhaltung/Mode und Militär/Öffentlicher Sektor. In manchen Feldern gibt es Überlappungen oder keine klar definierbaren Grenzen – sie brauchen dieselben oder ähnliche Technologien.³

Im Sportbereich kann man zwischen Spitzensport und Freizeitsport unterscheiden. Während beim ersteren bio-physikalische Daten gesammelt werden, welche mit dem Bereich Medizin verschmelzen, werden im Freizeitsport eher Technologien zur Unterhaltung verwendet, wie z. B. die FitBit Produkte,⁴ welche in einem späteren Kapitel erläutert werden.

Das Feld der Medizin bietet zwei Produktarten an: solche, die vom Arzt verordnet werden (z.B. für die Überwachung von Herzrhythmus, Blutdruck oder der Körpertemperatur) und solche für Leute, die sich über ihre Gesundheit Gedanken machen und fit bleiben möchten (z.B. für die Gesundheitsprävention).

Die Einbettung von Technologien in Kleider hat in der Mode und Unterhaltungsbranche für Faszination gesorgt. So werden Musik- oder Kommunikationssysteme in Kleidungsstücke integriert und RFID-Chips vereinfachen die Logistik von Kleidern in Warenhäusern.

Das Militär war besonders aktiv in der Erforschung von Wearable Technology. 2009 enthüllte die US-Army den sogenannten HULC⁵. Dies ist ein tragbarer Anzug, welcher aus einem 24 kg schweren Exoskelett besteht und zulässt, dass man ungeheure Kräfte besitzt. Dank der Kraftübertragung des Exoskelett auf den Menschen kann man 91 kg problemlos tragen. Bis 2020 wollen sie einen vollständigen «bionic warrior suit» (bionischen Kampfanzug) entwickeln.⁶ Viele vom Militär entwickelte Technologien oder Systeme werden auch in anderen Bereichen benutzt, wie beispielsweise beim Schutz der Öffentlichkeit. Feuerwehr- oder Polizeiuniformen bieten sich in diesem Fall besonders an.

3 J.McCann, D.Bryson, 2009, Smart clothes and wearable technology, Kap. 2.3 Industry sectors overview

4 <http://www.fitbit.com/de>, 1. Feb. 2014

5 <http://www.army-technology.com/projects/human-universal-load-carrier-hulc/>, 1. Feb. 2014

6 J.McCann, D.Bryson, 2009, Smart clothes and wearable technology, Kap. 2.3.4 military, public sector and safety

3.3 Wearability

Wearability umschreibt die Tragbarkeit oder den Tragkomfort eines Produktes. Während bei Modeprodukten eher die Form das Kriterium ist, sind es bei funktionsorientierten Produkten die Innovation und Brauchbarkeit. In erster Linie muss bei Wearable Technology-Produkten darauf geachtet werden, dass sie angenehm zu tragen sind und die Bedienung möglichst einfach ist.

Francine Gemperle erarbeitete mit einem Forscherteam der CMU (Carnegie Mellon University) eine Studie über «Design für Wearability»⁷. Sie indentifizierte anhand des «Pod-Systems» 5 doppelte Zonen an den Gliedmassen und 3 Zonen am Rumpf, welche sich für das Anbringen von Wearables eignen (Abb. 6). Bei allen erwachsenen Personen sind diese Körperregionen in etwa ähnlich geformt. Besonders ist, dass Gemperle den Kopfbereich nicht als Platzierungsmöglichkeit in Betracht zieht, jedoch die Oberseite des Fusses.



Abb. 6: Übersicht über beste Anordnung von Wearables am menschlichen Körper

Des Weiteren untersuchte sie eine für den Körper angenehme Formensprache der Objekte. Sie erkannte, dass sich innen konkave Oberflächen besser der Körperform anpassen, während aussen konvexe Oberflächen ein Anstossen an der Umgebung verringern. Ein Abschrägen der Kanten wirkt stabilisierend auf die Form und passt sie dem Erscheinungsbild des Menschen an. Die abschliessende Glättung der Form ermöglicht eine bessere Anpassung an einen sich bewegenden Körper (Abb. 7). Um als eine möglichst unscheinbare zweite Haut zu fungieren, sollten Wearables eine Dicke von 1–3 cm nicht übersteigen.⁸

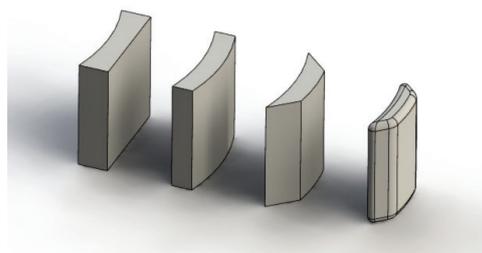


Abb. 7: Entwicklung einer geeigneten Formensprache von Wearables gem. Francine Gemperle

⁷ Daniela Bliem, *Wearable Computing*, 2006, Kap. 2.4 Wearability

⁸ Daniela Bliem, *Wearable Computing*, 2006, Kap. 2.4.1 Humanoide Grundlagen

4. Anwendungen im Sport

Grundsätzlich wird zwischen biophysikalischen und biomechanischen Messungen unterschieden. Während sich die biophysikalischen Messungen u. a. auf Körperfunktionen wie Puls, Sauerstoffaufnahme des Bluts oder Stoffwechsel beziehen, setzen sich biomechanische Messungen mit Kraft und Bewegung auseinander.

Aufzeichnungen und Analysen des Körpers bieten vielerlei Vorteile, da Verletzungen häufig durch Müdigkeit oder falsch ausgeführte Technik hervorgerufen wird.

4.1 Herzfrequenz-Messer

Viele Sportler trainieren mit einem Pulsmesser um das Training möglichst effizient zu gestalten. Dabei wird ein Brustgurt getragen, welcher die Herzfrequenz misst und an eine Pulsuhr oder an ein Smartphone sendet. Je nach Modell werden noch weitere Informationen wie Zwischenzeiten, Geschwindigkeit, Kalorienverbrauch oder Streckenlänge angezeigt.

Die Technik, mit der die Messungen durchgeführt werden, ist meistens in den Brustgurten integriert. Die getragenen Gadgets wie Uhren oder am Velo befestigte Anzeigen dienen nur als visueller Output. Die Herzfrequenz-Sensoren von Polar sind mit den meisten Produkten anderer Hersteller kompatibel, besonders im Bereich der Sportuhren. Der H6-Herzfrequenz-Sensor (Abb. 8) ist speziell für die Anwendung mit einem Smartphone entwickelt worden, dessen App gratis zur Verfügung steht.

Die Pulsuhr von Garmin (Abb. 9) hat die Funktion eines Coaches.⁹ Sie sammelt Daten zu Bodenkontakt, Vertikalbewegung und Schrittfrequenz. Mit dem entsprechenden Pulsgurt kann die maximale Sauerstoffaufnahme ermittelt werden, was ein Kriterium für die Ausdauerleistung eines Menschen ist. Die Coaching-Funktion gibt an, wenn man das Training etwas langsamer angehen oder ganz stoppen sollte.

Durch das Crowdfunding-Portal «Kickstarter» wurde das Projekt «Dash» (Abb.10) finanziert. Das Ziel ist, bis Ende 2014 Wireless-Kopfhörer auf den Markt zu bringen, mit denen man auch Telefonieren und die Herzfrequenz messen kann und die als intelligenter Coach agieren.¹⁰



Abb. 8: H6-Herzfrequenz-Sensor



Abb. 9: Forerunner 620, Garmin



Abb. 10: Dash Wireless-Kopfhörer

⁹ <http://www.garmin.ch/de/PN6620-BB.html>, 5. Feb. 2014

¹⁰ <https://www.kickstarter.com/projects/hellobragi/the-dash-wireless-smart-in-ear-headphones?ref=live>, 5. Feb. 2014

4.2 Beheizbare Kleidung

Beheizbare Kleider werden im Sportbereich vor allem beim Motorradsport, Pferde- und Fischer- und Jagdsport, Wintersport und Tauchsport benutzt. Produkte gibt es in Form von Handschuhen, Hosen, Jacken, Socken und Sohlen. Es gibt grundsätzlich zwei verschiedene Produktlinien, die 12V und 7.4V Produkte. Der Unterschied liegt darin, dass die 12V-Heizkleidung für den Anschluss an ein Fahrzeug (Squad, Motorrad, Schneemobil etc.) konzipiert wurde, während die 7.4V keine Stromquelle brauchen und somit mobil einsetzbar sind und mit einem Akku betrieben werden.¹¹

Die Firma WarmX bietet beheizbare Funktionsunterwäsche an.¹² Sie haben einen flexiblen textilen Stromkreis aus versilberten Polyamid-Fäden entwickelt, der völlig ohne Drähte auskommt und sich direkt auf der Haut erwärmt. Die Wärmeentwicklung kann in drei Stufen geregelt werden und hält mit dem Lithium-Ionen-Akku bis zu drei Stunden an. Die Unterwäsche lässt sich herkömmlich in Waschmaschinen bei 30 °C waschen. Im Vordergrund des Produkts steht dabei die Prävention von Verspannungen und Muskelzerrungen. Ein Vorteil gegenüber wärmenden Salben oder Patches ist der wiederaufladbare Akku, der meiner Ansicht nach jedoch ziemlich gross ist und als störend empfunden werden kann.



Abb. 11: Knie- und Oberschenkelwärmer



Abb. 12: Nierenwärmer mit Akku

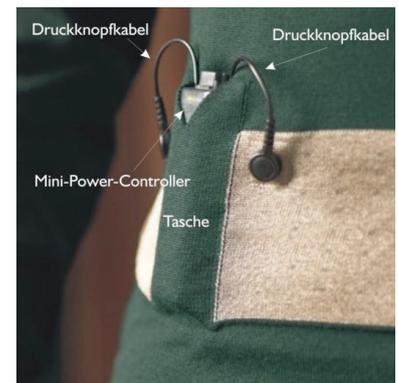


Abb. 13: Detail der Akkutaste

Im Bereich des Wintersports werden von Therm-ic Produkte wie Beanies, Handschuhe und heizbare Sohlen angeboten. Der Wärmegrad kann mit Knöpfen einfach reguliert werden. Die Energie wird durch aufladbare Lithium-Ionen-Akkus gewonnen. Diese haben eine bis zu 10-stündige Betriebsdauer.



Abb. 14: heizbarer Handschuh



Abb. 15: heizbares Beanie

¹¹ <http://heizkleidung.ch/12v-vs-7-4v-heizkleidung/>, 5. Feb. 2014

¹² <http://www.warmx.de/index.php>, 5. Feb. 2014

4.3 Schuhe

Laufen ist eine der beliebtesten Sportarten für die Massen. Verletzungen im Laufsport werden häufig durch Müdigkeit oder falsche Technik hervorgerufen. Diesbezüglich hat das Wearable Computing Lab der ETH Zürich eine Forschung betrieben, die in einem späteren Kapitel genauer beschrieben wird. Schuhe mit integrierter Technologie gab es schon einige, jedoch konnte sich keine Durchsetzen. Eine Auswahl davon wird kurz beschrieben.

Der Adidas 1 Laufschuh (Abb.16) kam 2005 auf den Markt und bot eine anpassungsfähige Dämpfung des Schrittes. Während des Laufens wird die Kraft beim Auftreten des Fusses gemessen und die Daten an einen in der Fusswölbung angebrachten Mikroprozessor weitergeleitet. Die Dämpfung wird so bei jedem Schritt automatisch eingestellt.¹³ Der Verkauf wurde jedoch zwei Jahre später wegen häufig auftretenden Fehlern eingestellt.

Nike und Apple bieten einen Sensor (Abb.17) an, der in den Nike+ Schuhen unterhalb der Sohle eingelegt werden kann. Während dem Training kann per Touchscreen am iPod oder iPhone ein Feedback über Dauer, Distanz, Geschwindigkeit und Kalorienverbrauch abgerufen werden. Die Trainingsdaten werden automatisch mit der Webplattform nikeplus.com synchronisiert und können so wieder abgerufen und mit anderen Läufern verglichen werden.¹⁴ Kritisiert wird die kurze Lebensdauer des Sensors, weil die Batterie nicht aufgeladen oder ersetzt werden kann.

Seit 2011 ist im App Store die separate Nike+ Anwendung für alle Smartphones verfügbar. Sie benötigt keinen separaten Sensor, da die Messungen der Geschwindigkeit und der Laufstrecke mit dem integrierten GPS-Empfänger erfolgt.¹⁵ Der Nachteil dieser Methode ist die Ungenauigkeit durch den GPS-Tracker.

Im Rahmen des EU-Projekts «RUNSAFER» (Abb.18) wird ein Laufschuh entwickelt, der Verletzungen vorbeugen soll.¹⁶ Die in der Schuhsohle integrierte Mikroelektronik misst biomechanische Körperdaten des Läufers. Die Daten werden per Bluetooth an ein Smartphone übertragen und innert Sekunden ausgewertet. Mit Hilfe einer App und speziellen Algorithmen wird dem Sportler direkt beim Laufen Rückmeldung gegeben und empfohlen, den Bewegungsablauf zu ändern, das Training zu verlangsamen oder sogar abzubrechen. Auf einem Webportal werden die Daten visuell dargestellt, um den Trainingsverlauf nachvollziehen zu können.



Abb. 16: Adidas 1



Abb. 17: Nike+ iPod Sensor

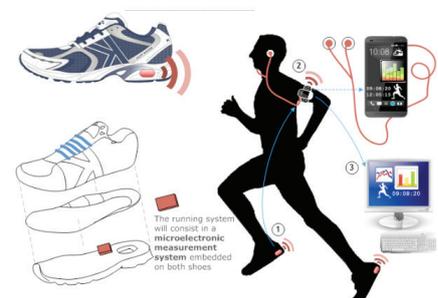


Abb. 18: RUNSAFER Konzept

¹³ J.McCann, D.Bryson, 2009, Smart clothes and wearable technology, Kap. 2.2.7 Training technology

¹⁴ <http://www.apple.com/chde/ipod/nike/run.html>, 7. Feb. 2014

¹⁵ http://www.netzwelt.de/news/86908_2-nike-sport-treiben-unterstuetzung-netzgemeinde.html, 7. Feb. 2014

¹⁶ <http://www.runsafer.eu/>, 7. Feb. 2014

4.4 Displays und Beleuchtung

Das wohl bekannteste Display im Wearable Bereich ist der Touchscreen des Smartphones (Abb. 19). Es gibt zwei Arten: die kapazitiven und die induktiven Touchscreens. Die kapazitiven Touchscreens, welche in den meisten Smartphones verwendet werden, messen die Kapazität zwischen dem Finger und dem Bildschirm. Der Vorteil dieses Systems ist, dass Berührungen mit mehreren Fingern erkannt werden können, das sog. «Multi-Touch». Induktive Touchscreens, wie sie in Grafiktablets verwendet werden, können nur mit speziellen Eingabestiften benutzt werden. Es gibt auch hybride Systeme, bei welchen der Stift höher priorisiert wird als bei gewöhnlichen Tablets. Für den Sport ist die Touchbedienung besonders gut geeignet, da ohne grosse Ablenkung mit verschiedenen Berührungen auf nur einer Fläche unterschiedliche Befehle ausgeführt werden können.

Das bekannteste Head-Mounted-Display (HMD) ist das Google Glass (Abb. 20). Der Benutzer kann zu jeder Zeit mit Zusatzinformationen wie Wetterinfos, Navigationsdaten oder Trainingsanweisungen versorgt werden. Man nennt dies «Augmented Reality» (dt. erweiterte Realität).¹⁷ Typische Displaysysteme für HMDs sind undurchsichtige und halbdurchsichtige Systeme. Undurchsichtige sind zwar billiger, aber auch anstrengender für den Benutzer, da die Umwelt nicht mit einbezogen wird.¹⁸ Für den Gebrauch am spannendsten ist das halbdurchsichtige HMD, da hier dem Benutzer wichtige Informationen angezeigt werden können, ohne dass er die freie Sicht verliert.

Zur Beleuchtung gibt es unzählige Produkte, vor allem Kleider, die mit LEDs funktionieren, z.B. leuchtende Skibekleidung, welche mittels Solarzellen betrieben wird.¹⁹ Eine andere viel verwendete Technik ist die Elektrolumineszenz (EL). Charakteristisch für die EL-Technologie ist die Leuchtkraft der hauchdünnen Folien, welche durch eine externe Batterie betrieben werden. Anwendungen findet sie in der Automobilindustrie als Hintergrundbeleuchtung des Armaturenbretts oder als Hintergrundbeleuchtung von Uhren. In Kleidern angebrachte EL-Technologie dient nicht nur als graphische Oberfläche für viele «gimmick T-shirts», sondern auch für seriösere Anwendungen in Form von Warnhinweisen (Abb. 21).²⁰

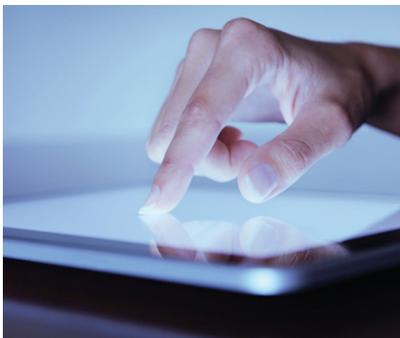


Abb. 19: Touchbedienung iPad



Abb. 20: Google Glass



Abb. 21: EL-Warnweste

¹⁷ <http://www.bild.de/digital/multimedia/google-glass/google-glass-erklart-29950362.bild.html>, 10. Feb. 2014

¹⁸ Daniela Bliem, *Wearable Computing*, 2006, Kap. 6.1.1 Head-Mounted-Displays

¹⁹ <http://www.crunchwear.com/bogner-led-clothing/>, 10. Feb. 2014

²⁰ <http://www.dezeen.com/2007/11/28/ski-suits-with-solar-powered-lights-by-willy-bogner/>, 10. Feb. 2014

4.5 Motivation

Auf dem Markt gibt es unzählige Activity-Tracker, mit denen man sich quantifizieren kann. Sie kommen meistens in Form eines Armbandes oder eines Clip-on vor, mit deren sich die Stimmung, Blutoxygenwerte, mentale oder physikalische Leistungen messen lassen. Produkte wie Nike+ Fuelband (Abb. 22), Fitbit Flex oder Jawbone Up (Abb. 23) leiten die Daten via Wireless an eine Schnittstelle, meistens ein Smartphone, und lassen sich auf Webportalen wieder abrufen. Man bekommt Trainingsanweisungen und Ernährungstipps angeboten und kann sich mit anderen, die das gleiche Produkt verwenden, vergleichen.

Ein 3-Achsen Beschleunigungssensor zeichnet bei allen die Bewegungsabläufe auf. Das Jawbone Up besitzt zusätzlich noch ein Vibrator, der signalisiert, wenn man sich mal wieder etwas bewegen sollte.

Dieser Trend des «quantify yourself», des «sich selbst Messens», ist bei der Bevölkerung auf grosses Interesse gestossen und hat Anklang gefunden. Die Hersteller erhoffen sich eine grosse Marktpräsenz und ein grosses Stück des Gewinnkuchens.²¹



Abb. 22: Nike+ Fuelband



Abb. 23: Jawbone Up

4.6 Crashsensor

Der Icedot Crashsensor (Abb. 24), der an Helme montiert werden kann, sendet bei einem Unfall, falls ein eingeleiteter Countdown nicht unterbrochen wird, automatisch ein Notsignal über das Smartphone an eine Notfallnummer mit den entsprechenden Koordinaten.²²



Abb. 24: Icedot Crashsensor an einem Helm befestigt

²¹ <http://www.zeit.de/digital/mobil/2013-10/NikeFuelband>, 12. Feb. 2014

²² <http://crash-sensor.eu/de/crashsensor/>, 12. Feb. 2014

5. Energieversorgung

Mobile Geräte müssen immer über eine mobile Stromversorgung verfügen um die Bewegungsfreiheit des Benutzers zu gewährleisten. Da meistens ein Dauerbetrieb in Form von Analysen und von virtuellen Überlagerungen gefordert wird, entstehen grosse Verarbeitungslasten. Der Energiespeicher sollte jedoch immer möglichst klein und leicht sein. Dieses Problem kann nur durch effiziente Energiespeicherung und durch Energiesparmassnahmen auf den Hard- und Softwareebenen bewältigt werden.

5.1 Energiespeicher

Die meisten Wearables verwenden für den Betrieb wiederaufladbare Batterien. Dabei kommen meistens Lithium-Ionen-Akkus (Li-Ion) zum Einsatz. Der Vorteil gegenüber anderen Akkus ist die grössere Energiedichte bei einem niedrigen Gewicht. Nichtwiederaufladbare Batterien besitzen zwar eine sehr hohe Energiedichte, sind jedoch durch die einmalige Verwendung relativ teuer und umweltschädlich. Beide Systeme funktionieren beim Entladen nach dem Prinzip der Umwandlung von chemischer in elektrische Energie. Da beim Laden und Entladen ein Teil der Energie in Wärme umgewandelt wird, ist darauf zu achten, dass für den Benutzer ein Schutz vor dieser Wärme gewährleistet ist.

Die langsame Entwicklung von mobilen Energiespeichern wirkt sich als Hemmnis im Bereich der Wearables aus.

In den nächsten Jahren könnte ein Durchbruch mit hauchdünnen und flexiblen Folienbatterien gelingen. Sie bestehen aus einer organischen Polymerbasis und brauchen keine schwere Ummantelung zum Schutz des Benutzers. Dadurch werden sie sehr leicht und können in praktisch alle Gehäuse eingebaut werden. Pulsmesser könnten somit um einiges schmaler gestaltet werden.²³

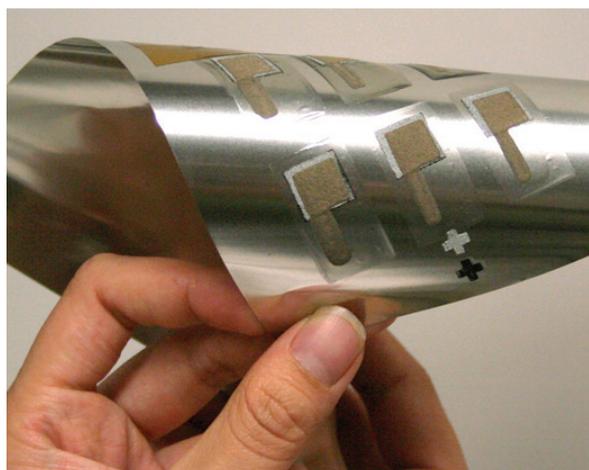


Abb. 25: Folienbatterie

²³ <http://www.wiwo.de/technologie/forschung/energiespeicher-wie-forscher-die-batterie-neu-erfinden/6527732.html>, 12. Feb. 2014

5.2 Mobile Energieerzeugung

In der mobilen Energieerzeugung werden Energiequellen aus der Umgebung angezapft. Dazu eignet sich im Bereich der Wearables fast ausschliesslich das Licht und der menschliche Körper.

Solarzellen nutzen Licht um Energie zu erzeugen. Dabei geben die auf Solarzellen auftreffende Photonen Energie an die Elektronen im Material ab und es entsteht Strom. Die am meisten verwendeten Solarzellen sind kristalline Siliziumzellen. Für den mobilen Bereich muss erwähnt werden, dass die meisten Solarzellen nicht nur natürliches Sonnenlicht, sondern auch künstliches Licht umwandeln können. Der Einsatz beschränkte sich bisher meistens auf niedrige Energieansprüche. Diese Art von Energieerzeugung sind in Anwendungen, welche auf wenige Funktionen spezialisiert sind, durchaus sinnvoll. Um eine flexible und leichte Bauart zu ermöglichen, kommen hier Dünnschicht-Technologien zum Einsatz.²⁴

Auf dem Markt gibt es bereits aufklappbare und rollbare Solar Panels. Potential hat diese Art der Energieerzeugung im Wearable Bereich auf jeden Fall. Anwendungen im Sportbereich finden sich in Form von in Winterkleidern integrierte Photovoltaik²⁵ oder in Rucksäcken integrierte Solarpanels (Abb. 27).

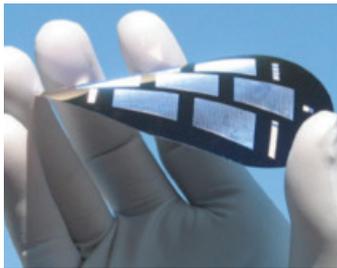


Abb. 26: Flexible Solarzelle der Fraunhofer Gesellschaft



Abb. 27: Array Solar Charcher

Eine Studie von Thad Starners über die Energieversorgung ausgehend vom menschlichen Körper kommt zum Schluss, dass in sportlichen Aktivitäten das höchste Potential zur Energieerzeugung liegt.²⁶ Insbesondere können piezoelektrische Materialien eingesetzt werden, die durch Druck oder Verformung Spannung erzeugen.

Das 2013 gegründete Kickstarter-Projekt «SolePower» ist dabei, eine Einlegesohle für Schuhe zu entwickeln, welche bei jedem Schritt einen Akku auflädt, der am Fuss oder an der Aussenseite des Schuhs angebracht ist (Abb. 28).²⁷



Abb. 28: SolePower in Schuh mit Akku am Fussgelenk

²⁴ Daniela Bliem, *Wearable Computing*, 2006, Kap. 3.2.1 Photovoltaik

²⁵ http://www.presseagentur.com/interactivewear/detail.php?pr_id=1391&lang=de, 12. Feb. 2014

²⁶ Daniela Bliem, *Wearable Computing*, 2006, Kap. 3.2.2 Menschlicher Körper

²⁷ <http://solepowertech.com/>, 12. Feb. 2014

6. Analyse Wearable Technology

6.1 Technologische Innovation

Grundsätzlich gibt es hunderte von Sensoren und Aktoren, die Energien umwandeln, seien es Schallwellen, Chemie, Magnetismus, Mechanik oder Temperatur. In Sensoren werden physikalische Messwerte in elektrische Energie umgewandelt. In Aktoren findet der gegenteilige Prozess statt: elektrische Energie wird in akustische, optische oder haptische Signale umgewandelt.

Die Schnittstelle der meisten Wearables ist das Smartphone. Dies kommt daher, weil auf dem Produkt komplexe Informationen nicht visuell dargestellt werden können, sei es aus Platz- oder Kostengründen. Aus diesem Grund braucht es in naher Zukunft auch keine in Kleidung eingebrachte Displays. Einfache Rückmeldungen können hingegen mit kleinen LEDs gemacht werden.

In meinem Gespräch mit Prof. Gerhard Tröster, der im Wearable Computing Lab an der ETH Zürich arbeitet, ergaben sich interessante Aspekte. Gemäss Prof. Gerhard Tröster muss es triviale Gründe geben, um Technologie und Kleider zusammenzuführen. Smartphones würden die Schnittstelle zwischen Benutzer und Wearables bleiben. Die grosse Ausnahme könnte dabei die Brille sein. Prof. Gerhard Tröster meint, dass die Google Glass Technik bald gänzlich in die Brille integriert werden kann. Technisch gesehen könne alles in die Kleidung integriert werden, nur stelle sich die Frage nach dem Sinn.

Es ist sinnvoll, Technologien direkt am Körper zu tragen, wenn diese Körperdaten messen müssen. Die ETH hat im Wearable Computing Lab eine solide Grundlagenforschung betrieben. Es wurden diverse mobile Computersysteme erarbeitet, welche vor allem durch die Miniaturisierung der einzelnen Komponenten hervorstechen.²⁸ Für den Sportbereich wurde ETHOS (ETH Onbody Sensor) entwickelt, der Bewegungsabläufe des Körpers aufzeichnet (Abb. 29,30).

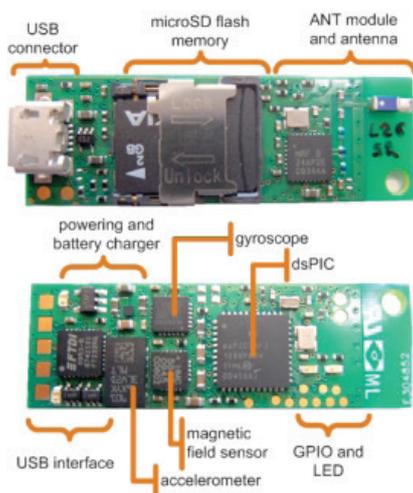


Abb. 29: ETHOS System Komponenten



Abb. 30: ETHOS Armband Gehäuse

Im Bereich der Textilien wurde vor allem die Miniaturisierung der Sensorik und deren Verarbeitung erforscht. Im Zentrum stand die Verarbeitungsmöglichkeit der Technologie mit einer normalen Webmaschine. Es gelang ihnen, Streifen mit Druck- und Temperatursensoren mit einer normalen Webmaschine zu verarbeiten (Abb. 31).



Abb. 31: Eingewobene Sensorik-Streifen des Wearable Computing Lab, ETH Zürich

Ein weiteres Feld am Wearable Computing Lab ist die Erforschung von miniaturisierten flexiblen Sensoren, welche die Temperatur (Abb. 32) oder die Luftfeuchtigkeit (Abb. 33) messen oder auf Gase reagieren (Abb. 34).

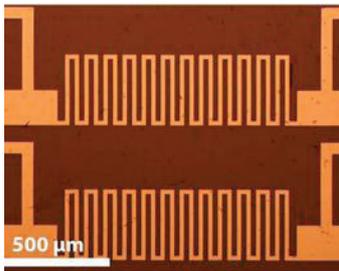


Abb. 32: RTD-Sensor

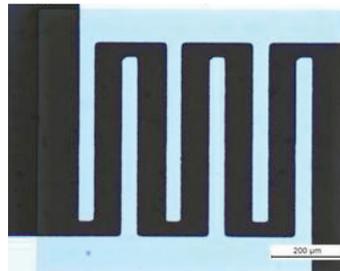


Abb. 33: PEDOT-Sensor

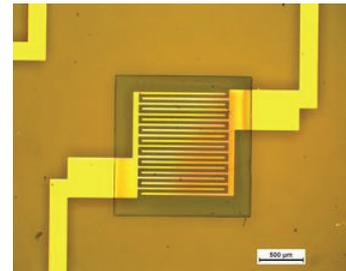


Abb. 34: PANI-Sensor

6.2 Gesellschaftliche Relevanz

Im Sportbereich haben Wearables eine sehr grosse Relevanz. Aus sportmedizinischer Sicht können stationäre Überwachungssysteme (wie z.B. die Messung der maximalen Sauerstoffaufnahme) durch am Körper getragene Mikroelektronik ersetzt werden. Wearables helfen auch bei der Prävention von Sportverletzungen, indem sie Feedback zu Bewegungsabläufen und Trainingsintensivität geben können (Coaching-Funktion).

Die Activity-Tracker, welche die Aktivitäten aufzeichnen und auf Webportalen abrufbar machen, können für viele Sportler eine grosse Hilfe sein. Damit kann der eigene Leistungsstand überwacht und mit anderen verglichen werden. Dies ist sehr anspornend und motivierend, wie ich aus Selbsterfahrung mit dem Freeletics-App²⁹ bestätigen kann.

Gemäss einem möglichen Zukunftsszenario der Credit Suisse könnten Versicherungsprämien verbilligt werden, wenn man nachweisbar einen gesunden Lebensstil führt.³⁰

²⁹ <https://www.freeletics.com/de>, 20. Feb. 2014

³⁰ <https://www.credit-suisse.com/ch/de/news-and-expertise/news/economy/sectors-and-companies.article.html/article/pwp/news-and-expertise/2013/07/de/the-future-of-wearable-technology.html>

7. Zukunft

Abschliessend ist zu sagen, dass sich im Bereich Wearable Technology noch einiges verändern wird. Beinahe täglich ist das Thema Wearable Technology in den Medien. Es wird laufend geforscht und es kommen neue Anwendungen auf den Markt, die noch smarter und kleiner sind als die bisherigen. Vor allem im Bereich Gesundheit und Sport gibt es viel Entwicklungspotenzial.

Die Möglichkeit, an den unterschiedlichsten Orten Daten zu sammeln, zu analysieren oder auszutauschen wird ein immer wichtigerer Teil in unserem Alltag und dürfte ähnliche Veränderungen in der Gesellschaft verursachen wie die Verbreitung des Internets. Die Wearables werden so zum «Internet der Dinge» beitragen und damit ungeahnte Welten eröffnen.

Ich denke, dass vermehrt intelligente Sensoren verwendet werden, die untereinander kommunizieren. Wearables dienen als Sinneserweiterung des Menschen und erleichtern den Alltag.

8. Fazit

Das Erkennen von Kontexten wird immer wichtiger bei Wearables. Obwohl viele Daten gleichzeitig erfasst und verarbeitet werden, müssen die wichtigsten Informationen situationsgerecht dargestellt werden können.

Viele Produkte können nur einfache Rückmeldungen mit einer LED-Anzeige machen. Komplexere Auswertungen werden meistens über ein Webportal oder über Apps erstellt. Das Smartphone spielt darum eine grössere Rolle als ich dachte. Praktisch alle Wearables besitzen eine Schnittstelle zum Smartphone, mit der die Benutzung überhaupt erst ermöglicht wird. Ein wichtiger Punkt für die Verbreitung der Wearables sind die auf dem Smartphone oder auf dem Wearable installierbaren Apps.

Die Energieversorgung ist weniger problematisch als ich am Anfang dachte, da man es sich angewöhnt hat, elektrische Geräte abends aufzuladen. Eine grössere Rolle spielen die Anzahl Ladezyklen und ob das Gerät mit austauschbaren Akkus ausgerüstet ist.

Für meine praktische Arbeit habe ich erkannt, dass die Schnittstelle zwischen den Wearables und dem Benutzer ungemein wichtig ist. Da die Bedienung meistens mit dem Smartphone erfolgt, ist die Gestaltung der Benutzeroberfläche gleich wichtig wie das Design des Wearables.

Ein neues Produkt sollte nicht mit allen verfügbaren Technologien ausgerüstet sein, sondern individuell auf den Benutzer eingehen und dessen Bedürfnisse abdecken. Der Designer sollte darum darauf achten, dass seine Produkte personalisierbar und individuell kombinierbar bleiben.

9. Schlusswort

An dieser Stelle möchte ich mich bei Prof. Gerhard Tröster, Leiter des Wearable Computing Lab an der ETH Zürich und Remo Läng, Fallschirmspringer und Sporttaucher, bedanken. Durch interessante Gesprächen mit Ihnen kam ich an nützliche Informationen für meine Arbeit.

10. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1,2,3

Definition of Wearable Computing (What is Wearable Computing?)
<http://wearcomp.org/wearcompdef.html>
besucht 31. jan. 2014

Abbildung 4

Can Humans Being Clerks make Clerks be Human? - Exploring the Fundamental Difference between UbiComp and WearComp
<http://wearcam.org/itti/itti.htm>
besucht 1. Feb. 2014

Abbildung 5

Steve Manns Wearable Computer
<http://www.wearcam.org/steve5.jpg>
besucht 2. Feb. 2014

Abbildung 6

PDF, Wearable electronic systems: Applications to Medical Diagnostics/Monitoring
<http://www.google.ch/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CD8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.echalliance.com%2F%3Fwpdmact%3Dprocess%26did%3DMS5ob3RsaW5r&ei=skoLU6qMIKiu7AaUnYCYCQ&usq=AF-QjCNFkh6W72bFLGrK5Vf-sUeAi3nJeQw&sig2=NrZwsd9C-myJ9L2dc8WIMBQ&bvm=bv.61725948,d.ZGU>
besucht: 24. Feb. 2014

Abbildung 7

CAD Formensprache gem. Francine Gemperle
Nachgebaut von Simon Bürdel
besucht: 2. Feb. 2014

Abbildung 8

Polar H6 Pulsgurt
<http://www.polar.com/ch-de/products/accessories/H6>
besucht: 19. Feb. 2015

Abbildung 9

Forerunner 620, Garmin
<http://www.garmin.ch/de/PN6620HR-BB.html#>
besucht: 19. Feb. 2014

Abbildung 10

Dash Wireless-Kopfhörer
<http://www.direktconcept.com/2014/02/12/dash-smart-head-phones/>
besucht: 20. Feb. 2014

Abbildungen 11, 12, 13

WarmX Bekleidung
<http://www.warmx.de/index.php>
besucht: 19. Feb. 2014

Abbildungen 14, 15

Therm-ic Beanie und Handschuh
<http://de.therm-ic.com/>
besucht: 19. Feb. 2014

Abbildung 16

Adidas 1
<http://www.tri.by/News/Details/219>
besucht: 20. Feb. 2014

Abbildung 17

Nike+ iPod Sensor
<http://store.apple.com/ch-de/product/MA368ZM/E/nike-ipod-sensor>
besucht: 7. Feb. 2014

Abbildung 18

RUNSAFER
<http://www.virtuelles-wartezimmer.de/smarter-laufschuh-soll-kunftig-vor-verletzungen-schutzen.html>
besucht: 7. Feb. 2014

Abbildung 19

Touchpadbedienung iPad
<http://www.mixtechs.com/apple-unveils-hd-ipad-forget-ipad-3-0873089.html>
besucht: 20. Feb. 2014

Abbildung 20

Google Glass
<http://www.computerbild.de/fotos/Bilder-Google-Glass-Fassungen-fuer-Brillentraeger-9223644.html>
besucht: 20. Feb. 2014

Abbildung 21

EL-Warnweste
<http://www.el-light.de/start.htm?>
besucht: 20. Feb. 2014

Abbildung 22

Nike+ Fuelband
<http://hypesrus.com/blog/2012/01/20/nike-fuelband-makes-life-a-sport/>
besucht: 20. Feb. 2014

Abbildung 23

Jawbone Up
<http://www.wired.com/gadgetlab/2013/04/jawbone-up/>
besucht: 20. Feb. 2014

Abbildung 24

Icedot Crashsensor
<http://crash-sensor.eu/de/crashsensor/>
besucht: 20. Feb. 2014

Abbildung 25

Folienbatterie
<http://www.wiwo.de/technologie/forschung/energiespeicher-wie-forscher-die-batterie-neu-erfinden/6527732.html>
besucht: 20. Feb. 2014

Abbildung 26

Papierdünne Solarzelle
http://www.solarserver.de/l8mimages/duenne_si-solarzelle.jpg
besucht: 20. Feb. 2014

Abbildung 27

Solar Backpack
<http://www.voltaicsystems.com/img/products/array-s.jpg>
besucht: 20. Feb. 2014

Abbildung 28

SolePower
<http://www.elektroniknet.de/power/energiespeicher/artikel/98362/>
besucht: 20. Feb. 2014

Abbildungen 29, 30
<http://www.wearable.ethz.ch/research/groups/platforms/ETHOS>
besucht: 1. Feb. 2014

Abbildung 31
Woven Stripes
http://www.wearable.ethz.ch/research/groups/textiles/ElectroSensorFibers/Woven_strips?hires
besucht: 20. Feb. 2014

Abbildung 35-37
Flexible Sensorik
<http://www.wearable.ethz.ch/research/groups/PlasticElectronics>
besucht: 20. Feb. 2014

Augmented Reality
<http://www.bild.de/digital/multimedia/google-glass/google-glass-erklaert-29950362.bild.html>
besucht: 10. Feb. 2014

Crunchwear
<http://www.crunchwear.com/bogner-led-clothing/>
besucht: 10. Feb. 2014

EL-Anwendungen
<http://www.dezeen.com/2007/11/28/ski-suits-with-solar-powered-lights-by-willy-bogner/>
besucht: 10. Feb. 2014

Marktpräsenz
<http://www.zeit.de/digital/mobil/2013-10/NikeFuelband>
besucht: 12. Feb. 2014

Crashsensor
<http://crash-sensor.eu/de/crashsensor/>
besucht: 12. Feb. 2014

Folienbatterien
<http://www.wiwo.de/technologie/forschung/energiespeicher-wie-forscher-die-batterie-neu-erfinden/6527732.html>
besucht: 12. Feb. 2014

Photovoltaik Sportbereich
http://www.presseagentur.com/interactivewear/detail.php?pr_id=1391&lang=de
besucht: 12. Feb. 2014

SolePower
<http://solepowertech.com/>
besucht: 12. Feb. 2014

Wearable Computing Lab
<http://www.wearable.ethz.ch/research/groups/platforms>
besucht: 18. Feb. 2014

Dash
<https://www.kickstarter.com/projects/hellobragi/the-dash-wireless-smart-in-ear-headphones?ref=live>
besucht: 20. Feb. 2014

Unternehmen & Branchen
<https://www.credit-suisse.com/ch/de/news-and-expertise/news/economy/sectors-and-companies.article.html/article/pwp/news-and-expertise/2013/07/de/the-future-of-wearable-technology.html>
besucht: 24. Feb. 2014

Tim Cook, NZZ
<http://www.nzz.ch/aktuell/digital/interview-tim-cook-1.18089401>
besucht: 24. Feb. 2014

CES Las Vegas, NZZ
<http://www.nzz.ch/aktuell/digital/wearables-ces-2014-1.18216065>
besucht: 24. Feb. 2014

Definition Steve Mann
<http://wearcomp.org/wearcompdef.html>
besucht: 24. Feb. 2014

SmartWear
<http://www.wewearsmartwear.de/smart-clothes/>
besucht: 24. Feb. 2014

11. Referenzliteratur

Bücher

J.McCann, D.Bryson, 2009, Smart clothes and wearable technology, Kap. 2.3 Industry sectors overview

J.McCann, D.Bryson, 2009, Smart clothes and wearable technology, Kap. 2.3.4 military, public sector and safety

J.McCann, D.Bryson, 2009, Smart clothes and wearable technology, Kap. 2.2.7 Training technology

J.McCann, D.Bryson, 2009, Smart clothes and wearable technology, Kap. 2.2.10 Displays and lighting systems

Daniela Bliem, Wearable Computing, 2006

Internet

FitBit
<http://www.fitbit.com/de>
besucht: 24. Feb. 2014

HULC
<http://www.army-technology.com/projects/human-universal-load-carrier-hulc/>
besucht: 24. Feb. 2014

Sousveillance
<http://wearcam.org/sousveillance.htm>
besucht 1.feb.2014

Nike+
<http://www.apple.com/chde/ipod/nike/run.html>
7. Feb. 2014

Trainingsdaten
http://www.netzwelt.de/news/86908_2-nike-sport-treiben-unterstuetzung-netzgemeinde.html
besucht: 7. Feb 2014

Runsafer
<http://www.runsafer.eu/>
besucht: 7. Feb. 2014

