

Benutzerschnittstellen zum Anziehen Wearability und Fashion

Monika Wnuk
wnukm@ifi.lmu.de

Ludwig-Maximilians-Universität München, Lehrstuhl für Medieninformatik
Amalienstrasse 17, 80333 München, Deutschland

Betreuer: Matthias Kranz
matthias@hclilab.org

Zusammenfassung Durch neue Technologien und Entwicklungsbereiche und die damit zusammenhängende zunehmend drahtlose Übertragung von Informationen, werden Produkte mobiler und tragbarer. Wearable Computing beschäftigt sich mit miniaturisierten, angepassten Benutzerschnittstellen, die in die persönliche Umgebung des Benutzers, also in seine Kleidung oder in einzelne tragbare Elemente eingebettet, also anziehbar sind. Ein anziehbares Objekt, sollte Tragefreundlichkeit - die sog. "Wearability" - aufweisen. Diese Arbeit untersucht und beschreibt die physischen Eigenschaften von anziehbaren, elektronischen Geräten, die nötig sind, um Tragefreundlichkeit zu gewährleisten, um also die bestmögliche Interaktion zwischen dem menschlichen Körper und dem tragbaren Objekt zu ermöglichen. Dabei spielen wohldefinierte Prinzipien, wie die richtige Platzierung oder die gleichmäßige Verteilung des Gewichts von elektronischen Komponenten eine große Rolle. Die Gestalt der anziehbaren Geräte reicht von eingebetteter Elektronik in Kleidungsstücken bis hin zu angepassten Einzelkomponenten, die wie Kleidung genutzt werden, wie z.B. Brillen. Zunehmend wird versucht, diese Äußerungsformen in Hinblick auf gute Wearability zu untersuchen und zu entwickeln, um die Akzeptanz dieser Geräte beim Benutzer und im Markt zu steigern.

1 Einleitung

Der technologische Fortschritt bringt neue Arten der Informationsübertragung mit sich, die es erlauben, mithilfe von drahtloser Kommunikation und immer stärker miniaturisierten, mobileren Endgeräten und alternativen Computerumgebungen unabhängig von einer statischen Desktop-Umgebung auf Informationen zuzugreifen. Neben anderen Entwicklungen, wie beispielsweise den Umgebungsmedien (Ambient Media) [1], steht der persönliche Intimraum des Menschen - der menschliche Körper - als unterstützende Umgebung für Computer im Fokus. Gewöhnliche Laptops oder PDAs jedoch, die eher vom Benutzer gehalten als getragen werden, sind lediglich kleinere Ausgaben von Computern. Man muss seine Tätigkeit unterbrechen, um sie zu bedienen. Durch das bewußte, explizite Benutzen dieser Geräte, können sie nicht durchgehend in Betrieb sein und observieren, um dem Benutzer situationsbezogen zu helfen. Im Gegensatz dazu bieten anziehbare Benutzerschnittstellen - sog. "Wearable Computer User Interfaces" oder kurz "Wearables" - dem Träger neue, effektivere und mobilere Möglichkeiten des Informationszugriffs.

Ein Wearable ist also ein elektronisches Objekt oder eine Kombination von Eingabe- und Ausgabewerkzeugen, einer Steuerungseinheit (dem eigentlichen

Rechner) und einer drahtlosen Kommunikationsvorrichtung, welche in das tägliche Leben, also in die persönliche Umgebung des Benutzers integriert ist und ihm eine operative und interaktive Konsistenz bietet, d.h immer an und erreichbar ist [2]. Dadurch kann ein anziehbares Gerät im Gegensatz zu herkömmlichen Laptops und PDAs die Realität des Benutzers erweitern und, wenn es täglich getragen wird, eine enorme Menge an kontextbezogenen Daten sammeln, um den Benutzer individuell und situationspassend zu informieren. Beispielsweise könnte ein Benutzer auf einer Party einer Frau die Hand schütteln, von der er zwar weiss, dass er sie kennt, aber sich nicht an ihren Namen erinnern kann. Der tragbare Computer tastet den Händedruck ab, startet sein Gesichtserkennungssystem, identifiziert die Dame und zeigt automatisch ihre Kontaktinformation und die letzte eMail an, die der Benutzer von ihr erhalten hat [3]. Wearables haben bereits bedeutend die Arbeit und Leistung von Nutzern beispielsweise in Bereichen der Flugzeugwartung, Routenplanung oder Autoinspektion gefördert. Da ein anziehbarer Computer an den Menschen gebunden ist, muss seine Gestaltung umso mehr die Dynamik des menschlichen Körpers respektieren. Nachdem nun in diesem Abschnitt in das Thema "Wearable Computing" eingeleitet wurde, kann im nächsten Kapitel in das Konzept und die Prinzipien der Tragefreundlichkeit - der sog. "Wearability" - von tragbaren Produkten tiefer eingestiegen werden. In dem darauffolgenden Kapitel "Äußerungsformen von anziehbaren Computern" werden diese Prinzipien anhand von modischen Beispielen betrachtet und bewertet. Das Unterkapitel "Digitale Accessoires" bietet einen Überblick über die unterschiedlichen elektronischen Komponenten, die in Wearable-Systemen vorkommen. Das Kapitel "Intelligente Kleidung" behandelt dabei Computerumgebungen, die vollständig in Kleidungsstücke integriert sind. Zum Schluss wird in Kapitel "Diskussion und Ausblick" das Konzept der Wearability und die Zukunft von Wearables auf dem Markt kontrovers diskutiert.

2 Tragefreundlichkeit ("Wearability")

Der menschliche Körper ist in Bewegung, seine Form ändert sich permanent und ist verschiedenartig. Ein am Körper getragener Computer, der diese Dynamik respektiert und mit dem Körper in einer aktiven Beziehung steht, entspricht dem Prinzip der Wearability, also Tragefreundlichkeit.

Bisher gibt es im Bereich des Wearable Computing lediglich eine Quelle, die sich mit dem Thema Wearability signifikant und ausführlich befasst - die "Design for Wearability"-Studie der Carnegie Mellon University in Pittsburgh [4]. Die Richtlinien, die im Rahmen der Studie entwickelt wurden, sagen aus, dass tragbare Gegenstände so gestaltet werden sollen, dass sie einer humanistischen Formsprache entsprechen, d.h. sich an die Form und Bewegung ihres Trägers anpassen, ohne diesen zu behindern. Die Gestaltung von anziehbaren Computern bedarf einer Reihe von Kompromissen zwischen Aspekten der menschlichen Form und Mensch-Maschine-Interaktion und den Zwängen der Technologie und des Nutzzweckes. Im Folgenden werden die wichtigsten Designrichtlinien für die Herstellung von tragbaren Objektformen, vorgestellt.

Platzierung. Die wichtigste Aussage der Studie ist, dass Elemente am Körper ergonomisch und den Träger in seiner Bewegung so wenig wie möglich hindernd platziert werden müssen. Die Kriterien für eine tragefreundliche Platzierung variieren je nach Bedarf an Funktionalität und Erreichbarkeit. Drei Hauptkriterien wurden dabei ermittelt, anhand derer entschieden wurde, welche Stellen am geeignetsten sind. Zum Einen sollen Elemente an Stellen angebracht werden, die in ihrem Umfang bei Erwachsenen in etwa gleich ausfallen, zum Anderen sich relativ unflexibel verhalten, wenn der Körper in Bewegung ist, und die zuletzt eine große Oberfläche besitzen. Diese Kriterien lassen auf die am wenigsten störenden Stellen des menschlichen Körpers schließen, wie in Abbildung 1 zu sehen.

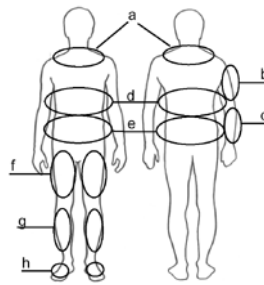


Abbildung 1. Die wesentlichen Stellen, an denen tragbare Objekte angebracht werden sollten: (a) Hals- und Nackengegend (b) Rückseite des Oberarms (c) Unterarm (d) alle Seiten des Brustkorbs (e) Bauch und Hüfte (f) Oberschenkel (g) Schienbein und (h) Fußoberseite

Form. Elemente müssen organisch geformt sein, damit sie der dynamischen Beschaffenheit der menschlichen Figur entsprechen. So muss die Innenseite des Objektes konträr zur Körperoberfläche konkav gestaltet sein, um mit der Körperform direkt abzuschließen. Die Aussenseite sollte hingegen konvex gehalten sein, um störende Ausbeulungen zu vermeiden. Abgeflachte Seiten stabilisieren das Element am Körper und abgerundete Kanten und Ecken machen die Form sicher, weich und tragbar (Abb. 2). Diese Formeigenschaften, die bei keinem anziehbaren Objekt fehlen dürfen, werden in der Studie als humanistische Formsprache beschrieben.

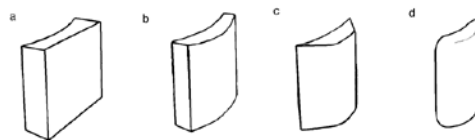


Abbildung 2. Um eine humanistische Formsprache zu erzeugen, muss eine Kombination bestehen aus (a) Konkavität (gegenseitig zur Körperform), (b) Konvexität, an der Aussenseite des Objekts, (c) Verjüngung, damit das Objekt nicht vom Körper absteht, und (d) Abweichen der Ecken und Kanten.

Bewegungsfreiheit. Die Bewegung des Menschen schränkt die Gestaltung von anziehbaren Objektformen ein, kann aber auch dazu genutzt werden, in Bewegungstests das Profil und die Oberflächenstruktur von Objektformen besser bestimmen zu können. Dies hat das Forschungsteam getan. Zunächst wurden die Elemente analysiert, die eine Körperbewegung ausmachen. Dazu gehören die Mechanik der Gelenke, die Hautdeformation, und die Streckung und Dehnung von Muskeln und Sehnen unter der Haut. Schon durch einfache Bewegungen kann sich die Form des menschlichen Körpers enorm verändern (Abb. 3). Die Freiheit für diese Bewegung kann auf zwei Arten gewährleistet werden. Zum Einen kann man bei der Gestaltung von Objektformen die aktiven Bereiche um die Gelenke herum auslassen. Zum Anderen kann man das Element so gestalten, dass der Körper sich in die Form hinein bewegen kann.



Abbildung 3. Sogar durch kleine Bewegungen verändert sich der Körper erheblich.

Minimaler Körperabstand. Das menschliche Gehirn nimmt eine Art Aura um den Körper herum wahr, welche dazu verwendet werden sollte, um den Abstand des Herausragens von angebrachten Elementen zu bestimmen. Wearables sollten also laut der "Design for Wearability"-Studie in der intimen Zone des Trägers bleiben, damit sie als Teil des Körpers wahrgenommen werden. Der intime Raum liegt zwischen 0 und 12,5 cm vom Körper entfernt (Abb. 4). Kompromisse sind oft von Nöten, allerdings sollte die Dicke des Elements so stark wie möglich reduziert werden. So werden Komfort und Sicherheit gesteigert, physisch und psychisch.



Abbildung 4. Die Körperaura, die vom Gehirn als zum Körper dazugehörend empfunden wird.

Größenänderung. Körperbau und Zu- und Abnahme von Masse müssen bei der Gestaltung von Objekten berücksichtigt werden. Anziehbare Computer sollten so vielen Körpertypen wie möglich passen. Um die Größenvariabilität zu ermöglichen, kann man sich zum Einen anthropometrische Daten, welche feste Abstände und Längen für verschiedene Körper definieren, anschauen oder Muskel- und Fettzunahme analysieren. Durch die Kombination von starren und flexiblen Teilen können Wearables an diese Variationen angepasst werden. Die flexiblen Formen sollten entweder als Verbindung zwischen den festen Teilen eingesetzt werden, oder die festen Formen in Form von Flügeln erweitern.

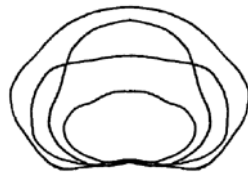


Abbildung 5. Rumpfqerschnitte von verschieden mächtigen Körpern zeigen, wie Körpermaße variieren können.

Anbringung. Elemente können komfortabel angebracht werden, indem sie vielmehr vollständig um den Körper gewickelt werden, anstatt sie mit Gurten oder Riemen zu befestigen. Zudem ist auch hier wichtig, dass die Anbringung flexibel bezüglich verschiedener Körpermaße ist. Das Design für eine solide, stabile und komfortable Anbringung stützt sich auf Erkenntnisse aus der Bekleidungs- und Outdoor-Industrie. Größenvariable Anbringsysteme können auf zwei Arten realisiert werden. Einerseits durch Einstellbarkeit, z.B. einstellbare Längen von Rucksackriemen, andererseits durch bekannte Größensysteme aus der Bekleidungsindustrie.

Gewicht und Verteilung. Das Gewicht eines tragbaren Computers sollte die Bewegung und das Gleichgewicht des Trägers nicht behindern. Die schwersten Teile sollten dort angebracht werden, wo sich das Hauptgewicht des Körpers befindet - in der Bauch- und Hüftgegend nahe am Körperschwerpunkt - und weg von den Extremitäten. Zudem muss auf eine gleichmäßige Verteilung der Komponenten des Wearables geachtet werden.

Erreichbarkeit. Die Elemente müssen so angebracht sein, dass sie je nach Gebrauchszweck, sei es taktiler, auditiver, oder visueller Natur, am Besten zu erreichen und zu gebrauchen sind. Es macht beispielsweise keinen Sinn, eine visuelle Ausgabeschnittstelle unter den Achseln zu platzieren.

Wärmeabstrahlung. Da der Körper atmen muss und empfindlich auf Objekte, die Hitze erzeugen, konzentrieren oder einschließen, reagiert, muss auf eine geeignete Isolierung und Anbringung geachtet werden.

Ästhetik. Ein wichtiger Aspekt von Form und Funktion von anziehbaren Elementen ist ihr Erscheinungsbild. Formen, Farben, Materialien, und Muster werden vom jeweiligen kulturellen und kontextuellen Umfeld bestimmt und diktieren die Gestaltung. Beispielsweise wird ein tragbarer Computer zur Reparatur von Flugzeugen besser vom Träger akzeptiert, wenn er in einem traditionellen Werkzeuggurt aus schweren Leder integriert ist.

Diese Prinzipien basieren auf Erfahrungen des Carnegie Mellon Forschungsteams mit eigens angefertigten, tragbaren Systemen und darauf angewandten Tests, u.a Interviews mit Testbenutzern, sowie auf ausgiebiger Erforschung der Physiologie und Biomechanik des menschlichen Körpers und der Geschichte und Kultur von Bekleidung, Volkstrachten, Schutztextilien und einer Reihe von tragbaren Geräten. Anhand der Forschungsergebnisse und der daraus resultierenden Richtlinien für Wearability wurden dreidimensionale Pads (Polsterkissen) entwickelt (Abb. 6), um weitere umfangreiche Benutzerstudien mit nun in Hinsicht auf Wearability optimierten, tragbaren Objektformen durchzuführen. Die Pads wurden dabei so realitätsnah wie möglich gestaltet, so wurde z.B. darauf geachtet, dass sie dick genug sind, um elektronische Komponenten beherbergen zu können. Die Ergebnisse der Wearability-Tests mit unabhängigen Personen waren größtenteils positiv und besagten, dass die Wahrnehmung von Komfort und Bewegungsfreiheit mit den Objektformen am Körper nahezu nicht beeinträchtigt wurde. Beispielsweise sagte eine Testperson aus, die Pads seien angenehm und mit wenig körperlicher Einschränkung zu tragen. Somit stellen diese Formen ideale Hüllen für Wearables in Bezug auf dynamische Wearability dar.



Abbildung 6. Dynamische, dreidimensionale Objektformen, die auf Basis der aufgestellten Richtlinien für Wearability von der Forschungsgruppe entwickelt wurden.

3 Äußerungsformen von anziehbaren Computern

Anziehbare Computer können alles sein, angefangen bei kleinen, am Handgelenk getragenen Einzelgeräten bis hin zu komplexen, verteilten tragbaren Systemen,

die aus einer Kombination mehrerer Komponenten bestehen. Typischerweise beinhalten diese Systeme eine in einem Gürtel oder Rucksack untergebrachte Rechneinheit, eine am Kopf befestigte Anzeige (ein sogenanntes "Head Mounted Display"), Hardware für drahtlose Kommunikation und eine Eingabeschnittstelle, wie z.B. ein Touchpad. Die Form der Geräte und Komponenten reicht von groß und wuchtig bis hin zu klein und minimal gehalten. Die neue Generation von Wearables gestaltet sich soweit in Accessoires und sogar Textilien integriert, dass sie von normaler Kleidung nicht mehr unterscheidbar ist. Im Folgenden wird die Entwicklung von anziehbaren Benutzerschnittstellen der letzten Jahre anhand einiger Beispielprojekte vorgestellt.

3.1 Digitale Accessoires

Es liegt nahe, elektronische Komponenten in gebräuchliche Accessoires wie Armbänder, Uhren, Brillen, oder Schmuckstücke, beispielsweise Ringe, zu integrieren. Accessoires werden bereits gerne am Körper getragen, sei es zu kulturellen, emotionalen, oder ästhetischen Zwecken. Zudem befinden sie sich von Natur aus an Stellen des menschlichen Körpers, die gut erreichbar sind, die Bewegung des Menschen minimal behindern und von Körperunterschieden am wenigsten betroffen sind. Accessoires, beispielsweise Uhren, werden ausserdem oft von Natur aus über längere Zeitspannen getragen und eignen sich somit hervorragend für längere, kontinuierliche Informationserfassung bzw. Aktivität.

Digitaler Schmuck In Form von digitalen Schmuckstücken bzw. -sets ist es möglich, Computersysteme physisch in ihre Einzelteile aufzuteilen und so die Komponenten näher an die jeweiligen Ein- und Ausgabe betreffenden Körperteile zu bringen, ohne sich mit langen Kabeln oder anderen Verbindungsstrukturen abfinden zu müssen.

Java Ring. Dallas Semiconductor hat einen elektronischen, Java-basierten Ring (Abb. 7) entwickelt, der ähnlich einer Smart Card automatisch Türen öffnen, den Träger auf Computern einloggen, ihn auf eine sichere Art und Weise identifizieren (Führerschein, Personalausweis), sowie selbstständig Transaktionen im Internet ("One-Button Shopping") durchführen kann [5]. Funktionaler Teil des Rings ist der, als Siegel eingebaute "iButton"-Baustein, auf dem Java-Applets mittels einer virtuellen Java-Maschine ausgeführt werden. Der iButton kann mühelos, mit minimalem Bewegungsaufwand an einen sog. "Blue Dot"-Adapter herangeführt werden, will man beispielsweise eine Sitzung mit einem Computer einleiten. IButtons können in viele verschiedene Dinge, die man nicht zu verlieren gelernt hat, wie Uhren, Brieftaschen, Schlüsselanhänger, etc. integriert werden. In Form des Ringsiegels ist er in eine robuste, praktisch unzerstörbare, auf 10 Jahre Haltbar- und Tragbarkeit getestete Umgebung integriert, ohne schwer oder klobig zu sein. Im Java Ring werden alle denkbaren Identitätsnachweise, die sonst als Vielzahl von Karten oder Buttons in Taschen oder Geldbeuteln verteilt sind, in einer Applikation vereint. Der Träger muss sich nicht auf vorsichtigen Umgang mit dem Gerät konzentrieren, vielmehr verschwindet der iButton ganz im Sinne eines Wearables aus der bewußten

Wahrnehmung. Durch seine zudem ästhetische und minimale Ringform ist der Java Ring nicht nur komfortabel und behinderungsfrei zu tragen, sondern dient auch als stylisches Accessoire, auch wenn er für das weibliche Geschlecht etwas zu groß ausfallen mag.



Abbildung 7. Java Ring von Dallas Semiconductor (aus [6])

IBM Mobile Phone. Weiterhin hat IBM bereits einen Mobiltelefon-Prototypen entwickelt, der aus verschiedenen digitalen Schmuckstücken besteht (Abb. 8), die miteinander drahtlos, voraussichtlich über Bluetooth, zusammenarbeiten werden [7]. In Ohringen eingebettete Lautsprecher sollen dabei als Tonausgabe dienen. Sprechen, um sich einerseits mit dem Gesprächspartner zu unterhalten und andererseits das Telefon über Spracheingabe zu steuern, werden die Benutzer in das im Kettenanhänger integrierte Mikrofon. Der Ring ist ausgestattet mit LED-Leuchtdioden, die durch Leuchten einen ankommenden Anruf anzeigen. Dazu gehört optional ein Armband mit einem VGA-Monitor, welcher Name und Telefonnummer von Anrufern anzeigen könnte. Die Schmuckstücke erscheinen vergleichbar mit regulärem Schmuck sehr ästhetisch und "cool", sodass sie durchaus im täglichen Leben tragbar sind, wenn auch nur hauptsächlich von Frauen.



Abbildung 8. Das IBM Mobiltelefon als digitaler Schmuck

Das Projekt zeigt, wie mobile Geräte und ihre vielfältigen Funktionalitäten vollständig in tägliche Accessoires eingebettet werden können, so dass sie als

Teil der normalen Kleidung und nach dem "Design for Wearability" Prinzip des minimalen Körperabstands als zum Körper gehörend wahrgenommen werden. Dadurch kann eine intuitivere und völlig neue Art der Interaktion mit mobilen Geräten geschaffen werden.

Digitale Armbänder Der Arm ist ein beliebter Körperteil für anziehbare Geräte, wie auch in der "Design for Wearability"-Studie festgestellt. Er bietet eine gute taktile Erreichbarkeit, ohne die Bewegung des menschlichen Körpers zu sehr zu behindern und unterscheidet sich in seinem Umfang im Vergleich zu anderen Körperregionen von Mensch zu Mensch relativ wenig. So lassen sich feste Größen für anziehbare Computer entwickeln, die nurmehr durch ein in seiner Länge variables Halterungsband angepasst werden. Vor allem im Bereich der Wartung und Registrierung von Waren werden am Arm angebrachte Scanner, wie der von Symbol Technologies für UPS entwickelte "Ring Scanner" (Abb. 9 a), verwendet [3]. Die gepolsterten Innenseiten der Arm- und Fingerkomponenten bieten Tragekomfort und verhindern das Wandern der Komponenten um Finger oder Arm. Das leichte und so klein wie möglich gehaltene Utensil wird heute als erleichternde Hilfe in Paketlagern verwendet, eignet sich in seiner Form aber kaum für den privaten oder medizinischen Bereich. Hierzu sind mittlerweile Produkte auf dem Markt, die den Anforderungen für den täglichen Gebrauch entsprechen, wie das entweder am Arm zu tragende, oder zusammengeklappt als reguläres Telefon zu nutzende Mobiltelefon "Tag" von Nec (Abb. 9 b) mit flexibler Tastatur und LED-Anzeige oder das "SenseWear" Armband der Firma BodyMedia (siehe unten), welches Körperwerte messen kann.

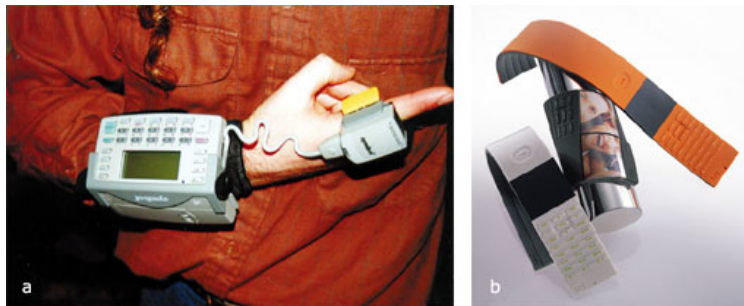


Abbildung 9. (a) Ring Scanner (b) Flexibles Mobiltelefon "Tag" von Nec (aus [8])

BodyMedia SenseWear Armband. BodyMedia hat ein multifunktionales Sensorsystem für eine erweiterte Körperüberwachung entwickelt, welches, als Armband am hinteren Oberarm getragen, mittels sechs Sensoren permanent den Herzschlag, die Körpertemperatur, die Leitfähigkeit der Haut und die Bewegungen des Patienten misst (Abb. 10). Das System wurde anhand der "Design for Wearability"-Prinzipien und ausgiebiger Usertests so geformt

und platziert, dass der Träger es gerne über längere Zeitspannen trägt und dadurch Daten kontinuierlich und genau ausserhalb von Laborumgebungen und Krankenhäusern erfasst werden können.

Die Oberarmgegend eignet sich demnach am besten für das Anbringen des Körperüberwachungssystems [9]. Der Oberarm wird nur selten genutzt für Schmuck oder andere funktionale Accessoires. Zudem ist er geschlechtsneutral, d.h. z.B. im Gegensatz zur Brustgegend (Beispiel Büstenhalter) haben weder Männer noch Frauen Probleme, dort etwas zu tragen. Ein weiterer Punkt ist der Tragekomfort, den der Oberarm durch seine Weichheit und Gleichförmigkeit ermöglicht und durch seine Struktur und Kraft, könnte sogar ein etwas schwereres Objekt mit wenig Ermüdung getragen werden. Die Oberarmgegend, vor allem der Trizeps, ist eine der am wenigsten hinderlichen Bereiche des Arms und bietet eine gute Möglichkeit, das tragbare, klinische Objekt zu bedecken, um es "privat" zu halten.

Die Form des SenseWear Armbandes ist weich und flexibel gehalten. Symmetrische, flexible Flügel auf jeder Seite des Monitors stabilisieren das Gerät, halten es sicher am Arm, verteilen das Gewicht gleichmäßig, und schaffen einheitlichen Druck auf die Sensoren. Ein elastisches, antiallergisches Band, welches der Befestigung dient, erlaubt dem Bizeps, sich zu dehnen und zusammenzuziehen, ohne zu eng oder zu lose zu wirken. Benutzerstudien mit normalen Personen, Football-Spielern, oder Feuerwehrmännern ergaben eine hohe Akzeptanz des Armbandes und komplette Zuverlässigkeit und Robustheit während verschiedener Alltags-, Trainings- oder Ruhe- und Schlafaktivitäten.



Abbildung 10. "SenseWear" Armband von BodyMedia

Elektronische Brillen ("Head Mounted Displays") Neben den oben vorgestellten Accessoires spielen "Head Mounted Displays" (HMDs), Computerausgabegeräte, die auf dem Kopf getragen werden und dem Benutzer eine visuelle Ausgabe unmittelbar vor dem Auge bieten, eine große Rolle. Oft werden hierzu Brillen um eine elektronische Vorrichtung erweitert oder bereits als eigenes Gerät entwickelt. Diese Brillen können dann z.B. Orte und Personen wiedererkennen und dem Träger die dazugehörigen Daten anzeigen.

Die ersten HMDs wurden Anfang der achtziger Jahre von Steve Mann am MIT Media Lab entwickelt (Abb. 11 a). Das waren klobige, große Apparate,

mit sperrigen 1,5 Zoll-CRTs, welche einen Helm als Halterung erforderten. Lange Antennen für die Funkkommunikation waren daran befestigt. Zusätzlich wurde das HMD kombiniert mit einer 5-Kilo-Ausrüstung, sodass es für den täglichen Gebrauch denkbar ungeeignet war [10]. Gegen Ende der Neunziger Jahre konnten durch den technischen Fortschritt und die Miniaturisierung von Komponenten Empfang, visuelle sowie auditive Ein- und Ausgabe in minimalen HMDs untergebracht werden, wie Steve Manns "EyeTap" (Abb. 11 d) Projekt [11] oder das Head Mounted Display des Wearable PCs von IBM (siehe unten) zeigt. So werden mittlerweile smarte Anzeigeb Brillen hergestellt, die entweder kaum unterscheidbar von normalen Brillen oder minimal gehalten als höchst ästhetisches Designobjekt und dadurch durchaus tragbar im täglichen Leben sind.

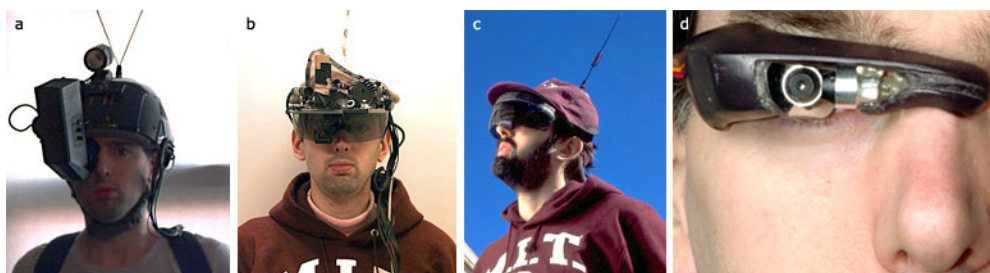


Abbildung 11. Entwicklung der Head Mounted Displays von Steve Mann angefangen 1980 mit dem (a) Helmdisplay inklusive langer Antennen bis hin zum (d) "EyeTap" Display

IBM HMD. IBM hat einen tragbaren PC mit voll funktionsfähiger "ThinkPad"-Logik entwickelt, der neben einem im Gürtel getragenen PC und einer in der Hand zu haltenden Steuereinheit ein minimales Head Mounted Display (Abb. 12) als Ausgabegerät mit sich bringt [12].

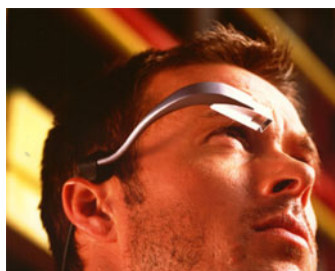


Abbildung 12. Minimales Head Mounted Display des IBM Wearable Thinkpad PCs (aus [13])

Das Display zeigt ein virtuelles Bild des Computerbildschirms, ohne die Sicht des Trägers zu behindern. Es ist leicht, schmal und ergonomisch geformt, sodass es auch über längere Zeitspannen getragen werden kann. Zudem gleicht es in

seinem Aussehen einem regulären Headset, sodass es auf den ersten Blick nicht auffällt. Ausserdem muss das Auge, wie bei allen HMDs, minimale Strecken zurücklegen, um den gesamten virtuellen Bildschirm zu überblicken. Das Auge ermüdet nicht so schnell, wie bei normalen Monitoren, die bei tragbaren Systemen beispielsweise um den Bauch geschnallt oder in Uhrdisplays integriert sind.

3.2 Intelligente Kleidung

Ein weiterer Schritt in der Entwicklung und Gestaltung von anziehbaren Computern ist die direkte Integration von elektronischen Systemen in Textilien. Herkömmliche Vernetzungshardware und starre, am Körper festzuschnallende Komponenten, so klein und portabel sie mittlerweile auch sind, werden ersetzt durch langlebiges, flexibles und sogar waschbares leitfähiges Gewebe und adäquate Ummantelungen von festen Komponenten. Computerbausteine werden in verschiedene Arten von Verschlüssen, wie Reißverschlüsse, Haken, oder Metallknöpfe integriert. Ausgaben werden beispielsweise in Form von "leuchtendem" Garn ermöglicht. Wie bei den elektronischen Accessoires werden Computerumgebungen ermöglicht, die von herkömmlicher Kleidung kaum unterscheidbar sind und sich in höchsten Grade an den menschlichen Körper und seine Bewegung anpassen können. Intelligente Jacken, Unterwäsche, Krawatten oder Schuhe sind da geläufige Äußerungsformen. Forschung und Industrie warten auf mit smarten Hemden, die Herzfrequenz und Atmung messen können (siehe unten), Entertainment-Jacken mit integriertem mp3-Player (siehe unten), Musikjacken mit eingebauter, textiler Tastatur (Abb. 13 a, b), oder Stiefeln, die den Träger automatisch in Chaträumen einloggen (Abb. 13 c).

Computerisierte Kleidung erlaubt es dem Träger, Funktionalitäten moderner Computergeräte im täglichen Leben zu nutzen, während er traditionellen Modetrends entspricht. Der tragbare Computer wiederum kann sich vollständig und ubiquitär in die persönliche Umgebung des Trägers einfügen und sie als Kontext nutzen.

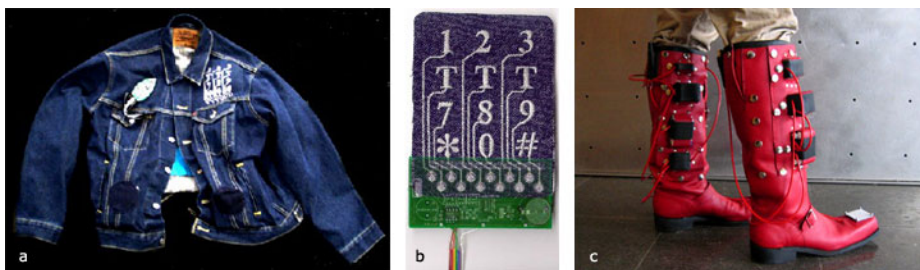


Abbildung 13. (a) Vom MIT Media Lab mithilfe leitfähiger Fasern entwickelte Musikjacke (aus [14]). (b) Textile Tastatur, die in die Musikjacke eingenäht ist (aus [3]). (c) "Seven Mile Boots" (aus [15])

"SmartShirt". Forscher am Georgia Institute of Technology's School of Textile and Fiber Engineering in Atlanta, USA, haben das "SmartShirt" [16] (Abb. 14) entworfen, welches nun auch auf dem freien Markt über die Firma SensaTex erhältlich ist. Das Hemd besteht aus einem konduktiven Gewebe namens "Silk Organza", einer Mischung aus Seiden- und Kupferfaser. Es kann Herzfrequenz, Körpertemperatur und Atmung messen und den Träger oder Arzt mittels drahtloser Übertragung auf PCs, PDAs, und das Internet oder über Sprachausgabe warnen, wenn ein Problem auftritt. Die Technologie kann eingesetzt werden, um Werte von Astronauten, Leistungssportlern, Feuerwehrleuten, militärischem Personal, chronisch Kranken, oder Kleinkindern zu überwachen. Im Gegensatz zu herkömmlichen Messungs- und Überwachungssystemen mit oft klobigen, umständlichen Geräten und Gebundenheit an den Ort der Überwachung ermöglicht die SmartShirt-Technologie, eine für den Träger komplett unsichtbare, komfortable, einfache und behinderungsfreie Überwachung von Körperwerten. Der Träger muss zur drahtlosen Übertragung der gemessenen Werte seinen Standort nicht verändern. Zudem kann die Technologie in jede Art von Material, wie z.B. Baumwolle, Wolle, Lycra, Wolle oder in Stoffgemische eingearbeitet werden ohne das Aussehen, das Tragegefühl, die Flexibilität oder die Beschaffenheit der Textilien, die sie ersetzt zu beeinflussen. Somit bietet das SmartShirt nicht nur hochwertige Funktionalität sondern zugleich ein hohes Maß an Tragefreundlichkeit, wie es herkömmliche Textilien tun.

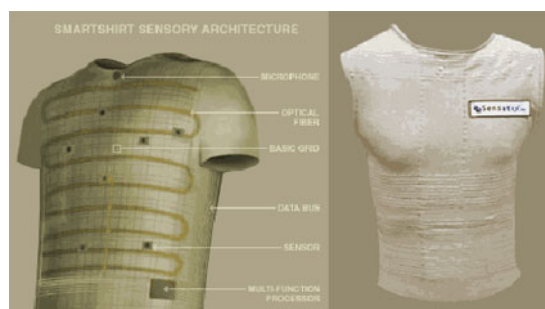


Abbildung 14. "SmartShirt" von SensaTex (aus [17])

Snowboardjacke "The Hub". Ein weiteres anziehbares System in Form von intelligenter Kleidung ist die von Infineon Technologies in Kooperation mit O'Neill entwickelte Snowboardfunktionsjacke "The Hub" (Abb. 15), mit der man über ein herausnehmbares Chipmodul Musik abspielen und telefonieren kann [18]. Das Modul enthält einen mp3-Player und ein Bluetooth-Modul, über das ein Mobiltelefon angesteuert werden kann. Über ein flexibles, textiles Bedienelement am linken Ärmel lassen sich mp3-Player und Mobiltelefon bedienen. Zusätzlich wird Sprachsteuerung über das im Kragen eingenähte Mikrofon, über das gesprochen wird, unterstützt. Kopfhörer werden, angeschlossen an das Chipmodul, durch Kabelschlitz und Kabelschleife innerhalb des Jackenrandes zum Kopf geführt. Elektrisch verbunden sind die Einzelteile

über flexible Gewebeleitungen.

Die elektronischen Komponenten sind so platziert und flexibel, dass sie den Träger in seiner Bewegung nicht stören und gut erreichbar sind. Das textile Bedienelement ist am linken Ärmel auf Handgelenkhöhe angebracht, sodass es für Rechtshänder gut zu bedienen ist. Es ist stabil genug, um dem Fingerdruck nicht nachzugeben und doch leicht, flexibel und in seiner Form vollständig dem Stoff der Jacke angepasst, sodass es in der bedienungsfreien Zeit als gewöhnlicher Teil des Ärmels wahrgenommen wird. Das Mikrofon in Mundhöhe ist auditiv gut erreichbar. Das Chipmodul hat ein gewisses Gewicht, welches jedoch durch die Platzierung auf Brusthöhe über dem Körperschwerpunkt relativ unmerklich ist. Im Gegensatz zu einem herkömmlichen mp3-Player, der für gewöhnlich in Jackentaschen untergebracht wird, hängt die Jacke nicht zu einer Seite über, sondern behält ihre gleichmäßige Position. Trotz des Gewichts des Chipmoduls ist die Elektronik leicht und behindert nicht den Tragekomfort und die Bewegung. Zwar sind die Kopfhörer nicht physikalisch in die Jacke eingearbeitet, die Kabelführung durch Schlitz und Schlaufe verhindert aber Störungen durch Kabel und führt das Kabel zum Kopf. Durch die auf Schnee-, Regen-, und Frostfestigkeit getesteten, mechanisch robusten und flexiblen Leitergewebe ist die Jacke waschmaschinentauglich und bügelfest wie herkömmlicher Stoff.

Die Jacke ist ein gutes Beispiel für die Integration eines Unterhaltungssystems in tägliche Kleidung. Weiterhin ist denkbar, dass die Kopfhörer in textiler Form implementiert und die Stromversorgung komplett vom menschlichen Körper übernommen wird.



Abbildung 15. "The Hub" Snowboardjacke von Infineon Technologies in Kooperation mit O'Neill

4 Diskussion und Ausblick

Bisher waren die meisten anziehbaren Computerprodukte zu teuer für Privatpersonen und wurden vorwiegend für vertikale Nischen hergestellt. So werden sie während der Verrichtung von berufsspezifischen Tätigkeiten getragen, für die ohnehin Ausrüstung benötigt wird, wie z.B. bei der Fluginspektion. Dort haben sich Wearables durch ihre ergonomischen und funktionalen Vorteile gegenüber

herkömmlichen, in der Hand zu haltenden Geräten weitgehend durchgesetzt. Der Ringscanner ist hierfür ein gutes Beispiel.

In der Verbreitung von anziehbaren Computern wird nun der Massenmarkt angesteuert. Einige Forscher sehen Wearables sich in jedem Bereich des Lebens etablieren. Andere glauben, dass ihre Zukunft stark von der Akzeptanz in der Gesellschaft abhängt. Dafür ist die Tragefreundlichkeit der tragbaren Produkte ausschlaggebend. So ist noch viel Arbeit im Bereich der Forschung, Entwicklung und des Testens, und das nicht nur in Laborumgebungen, sondern auch im täglichen Gebrauch, nötig.

Beispielsweise arbeiten Designer und Ingenieure bereits an der Reduzierung störender Einflüsse, wie Hitzeabstrahlung und Elektrosmog, indem sie Gewebe verarbeiten, die elektromagnetische Strahlung abschirmen [19]. Zudem wird versucht eine vollständig integrierte Stromerzeugung zu ermöglichen. Infineon Technologies hat hierzu bereits einen Thermogenerator entwickelt, der aus den Temperaturdifferenzen zwischen Körper und Kleidung elektrischen Strom erzeugt [19]. Denkbar wird hier auch sein, Energie über einen Federmechanismus zu beziehen, der 6-8 Watt liefern könnte. Dies ist genug um beispielsweise ein PDA oder Mobiltelefon zu betreiben.

Um Wearables im Massenmarkt zu etablieren, reicht eine gute Wearability der Produkte allein jedoch nicht aus. Ihre Durchsetzung hängt zudem stark von einer guten Marketingstrategie, und einem vernünftigen Absatzort ab. Werden Schmucktelefone nun in Schmuckläden angeboten, oder doch in Mobilfunkläden? Das Scheitern des Schmucktelefons Xelibri von Siemens im Jahr 2003 [20] war beispielsweise darauf zurückzuführen, dass in Modeboutiquen kein geschultes Personal zur Verfügung stand, um Kunden die Technik nahezubringen, und in Mobilfunkläden das Vertrauen in einen guten Absatz des Produkts zu gering war. Zudem reichen Tragekomfort und gutes Zusammenspiel mit dem menschlichen Körper nicht aus, wenn das Gerät keine Verbesserung bzw. Alternative zu herkömmlichen Produkten in ihrer Funktionalität und Zeitersparnis aufweist. So werden Benutzer beispielsweise in der Lage sein müssen, ihre Desktop PCs verlassen und ihre täglichen Aufgaben weiterverfolgen zu können, während sie verbunden bleiben mit EDV und Kommunikationsressourcen [3]. Ist das Aussehen zudem den gesellschaftlichen Vorstellungen und Vorlieben nicht entsprechend, also beispielsweise "uncool", wird das Produkt trotz guter Wearability nicht im Massenmarkt boomen.

Weiterhin wird seit einiger Zeit das Problem mit der Verletzung der Privatsphäre und des Datenschutzrechts von Personen in der unmittelbaren Kommunikationsumgebung des Trägers diskutiert [21]. Wearables könnten ungehindert Personendaten sammeln, wie im Gesichtserkennungsbeispiel aus Kapitel 1 beschrieben.

Auf der anderen Seite werden die Preise mit weiterer Verbreitung von Wearables sinken. Funktionalitäten und Zeitersparnis für den Nutzer werden mit der raschen technologischen Forschung und Entwicklung hinzukommen. So wird das Kosten-Nutzen Verhältnis kontinuierlich verbessert. Zudem werden anziehbare Geräte immer tragefreundlicher und, durch die stetige Steigerung des Mobilitätsbedarfs, attraktiver. Schon jetzt ist zu beobachten, dass Menschen dazu tendieren, mobile Geräte zum Computer zum Anziehen umzufunktionieren. Bei-

spielsweise tragen Leute ihre Handys an Bändern um den Hals. Wird der Weg in die Medien und die Geschäfte durch gute Marketingstrategien geebnet, werden Wearables vielleicht sogar schon in naher Zukunft im Massenmarkt boomen.

Literatur

1. Block, F.: Umgebungsmedien und stille Technologie. Seminar UI-Update 1.0. Ludwig-Maximilians-Universität München. <http://www.hcilab.org/events/ui-update1.0/> (Feb. 2005)
2. Mann, S.: Wearable Computing as means for Personal Empowerment. In: ISWC '98: Proceedings of the 2nd IEEE International Symposium on Wearable Computers, IEEE Computer Society (1998)
3. Billinghamurst, M., Starner, T.: Wearable Devices: New Ways to Manage Information. Computer **32** (1999) 57–64 Band 32, Ausgabe 1.
4. Gemperle, F., Kasabach, C., Stivoric, J., Bauer, M., Martin, R.: Design for Wearability. In: ISWC '98: Proceedings of the 2nd IEEE International Symposium on Wearable Computers, IEEE Computer Society (1998) 116
5. Cameron, C., Dayn, B.: Knuckletop Computing: The Java Ring. <http://java.sun.com/features/1998/03/rings.html> (Mär. 1998)
6. Bonsor, K.: How Digital Jewelry Will Work - The Java Ring. <http://electronics.howstuffworks.com/digital-jewelry3.htm> (aufgerufen im Jan. 2005)
7. Bonsor, K.: How Digital Jewelry Will Work - Give Me a Ring. <http://electronics.howstuffworks.com/digital-jewelry1.htm> (aufgerufen im Jan. 2005)
8. Nec Corporation: Tag: Soft-shell mobile phone. <http://www.nec-design.co.jp/showcase/> (2003/2004)
9. Why the Upper Arm? Factors Contributing to the Design of an Accurate and Comfortable, Wearable Body Monitor, erreichbar über www.BodyMedia.de (2002)
10. Mann, S.: Smart Clothing: The Wearable Computer and WearCam. Personal Technologies (Mär. 1997) Band 1, Ausgabe 1.
11. EyeTap Personal Imaging Lab: EyeTap: The Eye Itself as Display and Camera. <http://eyetap.org/research/eyetap.html> (2004)
12. Wilcox, J.: More Details Emerge on IBM's Wearable PC. <http://news.com.com/2100-1040-234689.html?legacy=cnet> (1999)
13. IBM: IBM Research. <http://www-5.ibm.com/se/news/archive/images/computers/wearable-pc/wearable-pc-closseup-guy.jpg> (aufgerufen im Jan. 2005)
14. Bonsor, K.: How Computerized Clothing Will Work. <http://computer.howstuffworks.com/computer-clothing.htm> (aufgerufen im Jan. 2005)
15. Beloff, L., Berger, E., Pichlmair, M.: Seven Mile Boots. <http://randomseed.org/sevenmileboots/> (2003/2004)
16. Bowie, L.: Smart Shirt Moves from Research to Market - Goal is to Ease Healthcare Monitoring. Georgia Institute of Technology, erreichbar über www.gatech.edu (Jun. 2000)
17. SensaTex Inc.: Welcome to SensaTex. <http://www.sensatex.com/index.html> (2002)
18. Schoenrock, R.: O'Neill Unveils Snowboard Jacket with Integrated Infineon Electronics - Entry into Future Market of 'Wearable Electronics'. Infineon News Releases (Jan. 2004)
19. Saße, D.: Europas neue Kleider - Technik wird tragbar. Computer und Technik. <http://www.heise.de/ct/03/04/022/> (Apr. 2003)
20. Longino, C.: Axe Falls on Xelibri. <http://www.thefeature.com/article?articleid=100665&threshold=-1&ref=5270724> (Mai 2004)
21. Wood, C.: Privacy and the Wearable Computer. PC Magazine. http://www.pcmag.com/print_article/0,3048,a%3D20006,00.asp (2001)