

## 6 Weisers Machbarkeitsprojektionen

---

»We are [...] trying to conceive a new way of thinking about computers in the world, one that takes into account the human world and allows the computers themselves to vanish into the background.«  
WEISER/1999, 3

Dieses Kapitel hinterfragt das Verhältnis der im vorherigen Kapitel identifizierten Wunschvision und der Machbarkeitsprojektionen, indem es die gegenwärtige Spannungslinie (Wunsch und Wirklichkeit) mit der zukünftigen Spannungslinie (Wunschprojektionen und Machbarkeitsprojektionen) in einer Entwicklungsfrage zueinander ins Verhältnis setzt: Wie werden aus den Prototypen, oder besser den Computern zu Weisers Zeit, Ubicomp-Computer? Was muss gewährleistet sein bzw. erbracht werden, damit aus den realen Computern die ersehnten Ubicomp-Computer werden? In »The Future of Integrated Design of Ubiquitous Computing in Combined Real & Virtual Worlds« geben Weiser und sein Kollege Daniel M. Russell zehn Jahre, nachdem Xerox Parc das Forschungsprojekt Ubicomp 1987 in Angriff nahm (vgl. Weiser, Gold und Brown 1999), drei Entwicklungslinien an, die die Computerforschung verfolgen muss:

»Three important directions for future work in real&virtual ubiquitous computing seem clear: (1) devices work will continue (creating novel kinds of output and input devices in places where people can use them), (2) transparent communication (between devices, information and people must become more functional and standard), (3) the user experience design (so people can use the constellations of devices and information resources available for them).« (Russell und Weiser 1998, 275)

Die Entwickler fordern demnach Verbesserungen:

- der Geräte (»devices work«),

- der Kommunikation zwischen Geräten, Information und Nutzern (»transparent communication«) sowie
- der Stereotypisierung von Nutzerverhalten (»user experience design«).

Wie Endgeräte verändert und verbessert werden sollen, demonstrieren die Protoypen. Mit dem zweiten Punkt diskutieren Weiser und Russell im weiteren Verlauf ihres Artikels primär die »Interoperability« zwischen verschiedenen Endgeräten (z.B. die Verbesserung der Datenübertragung) – ein Thema, mit dem sich die Xerox-Forscher seit längerem beschäftigen (Weiser, Demer und Hauser 1989; Press 1999). Die Verbesserung der Nutzungsstereotype, dritter Punkt, nimmt die Nutzungssituation in den Blick. Dieser letzte Bereich ist der unschärfste. Es bleibt unklar, worüber genau hier eigentlich gesprochen wird: Geht es um eine Verbesserung des Interaktionsprozesses? Oder geht es doch um die Gestaltung eines ›Erlebens‹ der Nutzer im Sinne einer positiven Erfahrung, die man macht? Woran ließe sich dann feststellen, ob Computer für ihre Nutzer im Gebrauch unsichtbar bleiben? Wie kann man Unsichtbarkeit operationalisieren? Um diese sich aufdrängenden Fragen zu beantworten, finden sich bei Weiser nur wenige Hinweise. Er stellt diese Fragen nicht einmal explizit. Weiser beschreibt daher die Qualität eines Gebrauchsmodus, ohne geklärt zu haben, was überhaupt das Objekt dieser Qualität sein kann. Um seine Ideen zur Verwirklichung von Ubicomp zu systematisieren, lassen sich zunächst folgende drei Machbarkeitsprojektionen unterscheiden:

1. Computer werden durch Verwandlung der Geräte, sprich der Verbesserungen und Variierungen bestehender Computergeräte, zu Ubicomp-Computern.
2. Computer verwandeln sich durch Vernetzung und Ausweitung der Computertechnologie zu einer ubiquitären und nahtlosen Infrastruktur in Ubicomp-Computer.
3. Der Computergebrauch wird durch einen anderen oder neuartigen Gebrauchsmodus ›Ubicomp-Computing‹.

Die ersten beiden Projektionen zielen darauf ab, Endgeräte und ihr Zusammenspiel zu verbessern. Die letzte Projektion richtet sich auf den Gebrauch, d.h. auf Interaktionen der Nutzer mit Computersystemen sowie auf Kollaborationen, in denen Computertechnik genutzt wird. Während die ersten beiden Punkte auf die Gestaltung der Realtechnik abzielen, also auf »Computer«, zielt der letzte Punkt auf die Gestaltung von Handlungsschemata ab, auf die Interaktion mit Computern als die nutzerbezogene Dimension des »Computings«. Wie beide Ebenen, die der Geräte und die der

Interaktion, zusammenspielen (sollen), diskutieren die Xerox-Forscher nicht. Dies sieht man schon daran, dass sie hier kategorial Verschiedenes vermischen. Sie müssten unterscheiden zwischen a) der Gestaltung von Interfaces, also der Computer-zu-Computer-Kommunikation, der Kommunikation b) zwischen Nutzer und Computer, also Interaktionen, die über eine Gestaltung der Schnittstellen vorstrukturiert werden kann sowie c) der computergestützen Kommunikation zwischen mehreren Nutzern, deren Möglichkeitsräume wiederum durch die Technologien vorstrukturiert sind. Um die Entwicklungslinien zu präzisieren, müssten sie demnach vier Dimensionen des Computings unterscheiden:

- Interfaces
- Schnittstellen
- Interaktionen
- Kollaborationen

Für die Entwicklung der Computertechnik müsste man daher zwei grundlegend verschiedene Ebenen des Computings unterscheiden: zum einen das Zusammenspiel der Realtechnik (Interoperability) und zum anderen die Gestaltung von Aktionen (von Nutzern mit Geräten oder die Zusammenarbeit mehrerer Nutzer). Um Weisers Machbarkeitsprojektionen auf die Probe zu stellen und Schwachstellen zu markieren, stelle ich zwei Testfragen: 1. Werden Computer durch eine Verbesserung der Interoperability zu Ubicomp-Computer? (Kap. 6.1). 2. Werden Computer durch die Gestaltung von Handlungsoptionen zu Ubicomp-Computern? (Kap. 6.2 und Kap. 6.3). Es gilt dabei auch zu klären, in welchem Verhältnis die Ebene der Interoperabilität und die Ebene der Aktionen bei Weiser gedacht sind.

## 6.1 VERBESSERUNG DER INTEROPERABILITÄT

Zur Interoperabilität gehört zum einen eine ›Verwandlung‹ der Endgeräte, zum anderen der Ausbau einer ubiquitären Infrastruktur durch die lückenlose Vernetzung dieser Geräte und der Gewährleistung ihres nahtlosen Zusammenspiels bei ihrem Einsatz.

### 1. Verwandeln der Geräte

Spielen wir als erstes die Machbarkeitsprojektion durch, nach der Computer durch die Verbesserung und Variierung bestehender Geräte zu Ubicomp-Computer werden; indem sie in ihrer Größe variiert werden, indem sie besser vernetzbar werden, indem sie andere Bedienungsmöglichkeiten bieten und dergleichen mehr.

»The technology required for ubiquitous computing comes in three parts: cheap, low-power computers that include equally convenient displays, software for ubiquitous applications and a network that ties them all together.« (Weiser 1999, 7)

In dem Artikel »Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing« führt Weiser (1993) exemplarisch eine Reihe zentraler, technischer Aspekte auf der Geräteebene an, die es für die Entwicklung von Ubicomp zu lösen gilt. Weiser ordnet diese technischen Aspekte gängigen Bereichen der Computerforschung zu, so dass Forscher anderer Bereiche Anknüpfungspunkte finden. Auf diese Weise entsteht eine Art Anforderungskatalog technischer Aspekte an die Ubicomp-Geräte, der nach den typischen Ebenen eines Computersystems und damit nach gängigen Forschungsberichen gegliedert ist:

»The following subsections >ascend< the levels of organization of a computer system, from hardware to application. One or two examples of computer science work required by ubiquitous computing are described for each level. [...] This is more akin to a tutorial than a survey, and necessarily selective. The areas included are hardware components (e.g., chips), network protocols, interaction substrates (e.g., software for screens and pens), applications, privacy, and computational methods.« (Weiser 1993, 78)

Betreffs der Hardware geht es vor allem darum, den Energiebedarf zu reduzieren (»chip design«, Weiser 1993, 78), Geräte verschiedener Größen herzustellen und sie vernetzungsfähig zu machen. Für Letzteres müssen neue Netzwerkprotokolle geschrieben, das Zusammenspiel bestehender Protokolle gewährleistet und die Bandbreite erhöht werden, um die Übertragung multimedialer Anwendungen zu ermöglichen. Ohne technische Details betrachten zu müssen, kann man festhalten: Technische Entwicklungen dieser Art sind nicht spezifisch für das Ubicomp-Projekt, sondern gehören zur allgemeinen Entwicklung der Computertechnik. Die Entwicklung technischer Aspekte, wie die Erhöhung der Bandbreite in einem Netzwerk, sind hinsichtlich ihres Einsatzes oder Gebrauchs unbestimmt. Technische Aspekte wie die Entwicklung leistungsfähiger Netzwerkprotokolle und Batterien können folglich weder exklusive noch hinreichende Kriterien für Ubicomp-Computer sein, wohl aber, und so legen es Weisers Texte nahe, notwendige technische Bedingungen.

Eine weiterer Aspekt betrifft die Anwendungen. Geräte sollen ihre Funktionalität dahingehend verbessern, dass sie multifunktional und interoperabel werden, d.h. auf der Softwareebene zusammenarbeiten: »Applications are of course the whole point of ubiquitous computing.« (Weiser 1993, 80). Hieraus folgt allerdings nicht, dass es eine für Ubicomp spezifische Anwendung gebe. Die prominentesten Beispiele der Proto-

typenentwicklung am Xerox Parc sind die Lokalisierungsfunktion der Active Badges und das kollaborative Zeichnen mittels Liveboard-Technologie: »Two examples of applications are locating people and shared drawing.« (Weiser 1993, 80). Allerdings sind diese Anwendungen beide keine exklusiven des Ubiquitous Computing. An beiden Anwendungen wurde bereits vor der Publikation des Ubicomp-Leitbildes (auch am Xerox Parc) geforscht. Beide Anwendungen lassen sich ohne Weiteres anderen Forschungsbereichen wie dem E-Learning zuordnen. Es ist daher zu bezweifeln, dass eine Anwendung, wie die Lokalisierung von Mitarbeitern, Computertechnologie in Ubicomp-Computing transformiert. Auch kann ein Anwendungstyp oder -bereich Ubicomp nicht gegenüber anderen Technologien auszeichnen, da es ja vom Anspruch her um eine maximale Ausweitung der Computerunterstützung unseres Alltags geht.

Erstes Fazit: Die Verbesserung oder Verwandlung der Geräte, die Funktionen der Hardware und ihre Anwendungen, scheint Computer nicht in Ubicomp-Computer verwandeln zu können. Allerdings sind technische Aspekte wie die Verbesserung des Energiebedarfs der Geräte und die Entwicklung der Netzwerkprotokolle zur Vernetzung der Geräte nötig. Sie sind folglich *notwendige Bedingungen* für die Herstellung dessen, was hier als zweite Machbarkeitsprojektion durchgespielt wird: die Etablierung einer ubiquitären Infrastruktur von Computertechnologie.

## **2. Etablieren einer ubiquitären Infrastruktur**

Mit Ubicomp soll eine Infrastruktur eingerichtet werden, deren Komponenten nach Bedarf derart miteinander interagieren, so dass sie für den Nutzer flexibel zu gebrauchen sind und ihn, so der Idealfall, jederzeit und überall aufgabengemäß unterstützen:

»We are designing more than just widgets; by creating many devices that communicate, we are creating entire environments.« (Russell und Weiser 1998, 276)

Weisers Texte fordern eine Infrastruktur, die aus vielen, heterogenen Geräten, die vollständig miteinander vernetzt sind, besteht. Jedes einzelne Gerät soll multifunktional sein und von mehreren Nutzern genutzt werden können, so dass das Zusammenspiel dieser Geräte von den Nutzern je nach Situation gebraucht werden kann. Dass die Geräte diesen Anforderungen genügen müssen, scheint klar. Offen bleibt hingegen, wann Geräte *hinreichend* vernetzt und multifunktional sind und wie vieler verschiedener Endgerättypen es überhaupt bedarf.

Betrachten wir bezüglich der Infrastruktur die Aspekte der Ubiquität und der nahtlosen Integration. Wie stattet man also eine Umgebung mit einer ubiquitären Infrastruktur aus? Ziel der Ubiquität wäre ein allgegenwärtiges Vorhandensein und die

Funktionsfähigkeit vieler verschiedener miteinander vernetzbarer Geräte zu gewährleisten. In der Praxis bedeutet das, den Bereich seiner Wahl, z.B. ein Bürogebäude, mit vielen verschiedenen Computergeräten auszustatten und diese miteinander zu vernetzen. Offen sind hierbei mindestens drei Punkte:

- Umfang und Ausmaß der Infrastruktur
- Anzahl der Geräte
- Beschaffenheit der Geräte

Nimmt man den Anspruch der Ubiquität, also der Allgegenwart, des Ubicomp-Konzeptes wörtlich, so gilt es, den ganzen Globus mit vernetzten Geräten zu durchdringen. Dabei bleibt sowohl im Falle des Globus als auch im Fall des Bürogebäudes *theoretisch unbestimmbar*, wie viele (Stückzahl) und welche Geräte erforderlich sind. Hier lässt sich einzig eine banale Mindestanforderung festhalten. Offensichtlich müssen mindestens zwei verschiedene Geräte miteinander interagieren, um überhaupt von einer Infrastruktur reden zu können. Demnach ist das Ubicomp-Konzept in dieser Entwicklungslinie ebenfalls unbestimmt und hiernach offen und flexibel. Ob eine Infrastruktur ubiquitär ist, ist eine Ermessensfrage der Praxis.

Ähnliches gilt für den Aspekt der nahtlosen Integration dieser ubiquitären Infrastruktur in eine Umgebung. Weiser fächert diese allerdings nicht analog zu den verschiedenen Systemebenen der Geräteentwicklung auf. Dadurch bleibt die Entwicklungslinie der nahtlosen Integration der ubiquitären Infrastruktur vager als die der Geräteentwicklung: »UC is fundamentally characterized by the connection of things in the world with computation. This will take place at a many scales, including the microscopic.« (Weiser und Brown 1997, 77). Es lassen sich jedoch zwei zentrale Aspekte herausstellen. Eine Form der nahtlosen Integration besteht darin, dass Ubicomp-Endgeräte in Alltagsgegenständen verschwinden, z.B. indem sie »embedded in walls, chairs, clothing, light switches, cars – in everything.« (Weiser und Brown 1997, 77) sind. Ein solches Beispiel ist der bereits erwähnte »Digital Desk«, bei dem die Computerleistung des Desktop-Computing in einen physischen Schreibtisch integriert wird. Der vormals virtuelle Desktop befindet sich dann an dem Ort, von dem er einst seinen Namen bekam: auf dem (physischen) Schreibtisch mit der Tischoberfläche als multifunktionaler Bedien- und Verwaltungsmöglichkeit seiner Daten. Eine Auffälligkeit dieser Form von Integration ist, dass die Computertechnik kein eigenes Gehäuse mehr besitzt, sondern in die Gestalt eines anderen Gegenstandes eingelassen ist. Hierdurch wird nicht nur die Computertechnik nahtlos integriert und in gewisser Weise unsichtbar, sondern es verschwindet vor allem die materielle Abgrenzung der Computertechnik von dem Gegenstand, in den sie sich einnistet. Bezuglich

dieser Form von Integration lässt sich daher ein Kriterium aufstellen: Computertechnik ist dann nahtlos in einen anderen Gegenstand integriert, wenn sie materiell nicht von diesem abgrenzbar und zu unterscheiden ist.

Bei Weiser ist es hiermit allerdings nicht getan, denn ihm geht es explizit um eine nahtlose Integration von Computern in unsere Lebenswelt und nicht allein um eine Verschmelzung von Computern und Alltagsgegenständen auf der Geräteebene – wie die Vision der Unsichtbarkeit in der nachfolgenden Forschung teilweise interpretiert wird (Mattern 2003a; Rügge 2008), insbesondere dann, wenn man den Fokus auf die Ausstattung beliebiger realer Gegenstände mit Sensoren und Aktuatoren legt (Pflaum, Hupp, Bullinger und Hompel 2007). Ein materiell-sichtbares Beispiel für eine nahtlose Integration im Sinne Weisers ist der »Dangling String« (Weiser und Brown 1997, 83), ein spaghettiförmiges, von der Decke eines Bürozimmers hängendes Stück Plastik, das den aktuellen Datenverkehr innerhalb eines lokalen Netzwerks anzeigt. Der String muss weder per Software bedient werden, noch nimmt er Anzeigengerät auf dem Schreibtisch ein, sondern befindet sich an der Decke hängend im Hintergrund der Aufmerksamkeit. Nach Weiser und Brown ist dieser String ein Prototyp dafür, wie sich Computergeräte nahtlos in die physische Welt integrieren und auf eine stille, unsichtbare Art benutzt werden können. Der String hängt an einem kleinen elektronischen Motor, der mit dem lokalen Netzwerk verbunden ist, an der Decke und signalisiert die Stärke des Datenverkehrs über »motion, sound and even touch. [...] A very busy network causes a madly whirling string with a characteristic noise; a quiet network causes only a small twitch every few seconds.« (Weiser und Brown 1997, 83). Diese Bewegung und Geräusche des Strings fallen nach Weiser und Brown solange nicht auf, bis man intrinsisch motiviert ist, auf die Informationen des Strings zu achten, die permanent im Hintergrund vorhanden sind. Still und unsichtbar ist die Art und Weise, wie der String seine Informationen anbietet, deswegen, weil er sich einerseits der psychischen Struktur des Aufmerksamkeitsvermögens der Nutzer anpasst (s. Kap. 6.3) und weil er sich andererseits nahtlos in den Kontext der Büroarbeit integriert. Eine weitere Form der nahtlosen Integration ist daher diejenige in einen Kontext, als ›Informatisierung‹ einer Umgebung, wie die eines Büros, und als Situationsbezogenheit der Gebrauchsmöglichkeiten von Computertechnik. Gemeint ist der jeweilige Nutzerkontext, der sich je nach Aufenthaltsort des Nutzers ändert. Im Idealfall agiert die Ubicomp-Infrastruktur genau so, wie es die Situation, in der sie bezogen auf ihre aktuellen Nutzer steht, erfordert. Diese Kontextsensitivität der Infrastruktur soll die Mobilität ihrer Nutzer berücksichtigen. Eine solche Berücksichtigung müsste nach Weiser der Tatsache gerecht werden, dass ein mobiler Nutzer sich über den Tag hinweg in verschiedenen Computerumgebungen befindet (z.B. computerisierten Büros), während seine Computernutzung, d.h. seine individuelle Daten-

verarbeitung, kohärent bleibt. Die Strategie, um der Mobilität der Nutzer gerecht zu werden, lautet entsprechend, den individuellen Umgang mit den eigenen Daten von der Individualität der Geräte zu entkoppeln. Verarbeitung und Anzeige von Informationen ist auf jedem beliebigen Gerät möglich, unabhängig vom Aufenthaltsort des Nutzers und dem »Aufenthaltsort« der Daten, ihrer Speicherung. Ohne das Problem der Kontextsensitivität zu differenzieren, versucht Weiser seinen Wunsch mit Prototypen zu exemplifizieren. Weisers Kollegen stellen im Jahr 1994 das Parc-Tab-System vor, das solche kontextsensitiven Anwendungen ermöglicht:

»Such *context aware software* adapts according to the location of use, the collection of nearby people, hosts, and accessible devices, as well as to changes to such things over time. A system with these capabilities can examine the computing environment and react to changes to the environment.« (Schilit, Adams und Want 1994)

Beispielsweise ist das Weiterleiten eingehender Telefonanrufe an den tatsächlichen Aufenthaltsort eines Mitarbeiters in dem Sinne kontextsensitiv, insofern das Computersystem den Anruf nicht weiterleitet, wenn sich der Mitarbeiter im Büro des Chefs befindet und eine Störung durch den Telefonanruf in diesem Fall (wahrscheinlich) unerwünscht wäre. Um sich kontextsensitiv verhalten zu können, braucht das Ubicomp-System daher vor allem Kontextdaten:

»Three important aspects of context are: where you are, who you are with, and what resources are nearby [...] Context encompasses more than just the user's location, because other things of interest are also mobile and changing. Context includes lightning, noise level, network connectivity, communication costs, communication bandwidth, and even the social situation; e.g. whether you are with your manager or with a co-worker.« (Schilit et al. 1994)

Weiser diskutiert nicht, wie das Sammeln von Daten über die Umgebung, in der ein System steht, zu einem kontextsensitiven Verhalten gegenüber den Präferenzen eines Nutzers führen kann. In den folgenden Jahren hat sich jedoch der Bereich der Kontextsensitivität oder »Context-Awareness« herausgebildet, in dem man daran arbeitet, Kategorien aufzustellen, die zugleich eine hinreichend genaue Datenerfassung und eine möglichst große Einsatzflexibilität ermöglichen (Dourish 2001, 230). Auch hier ist die Kontextsensitivität eine Eigenschaft eines Computersystems, die je nach Einsatzgebiet hinreichend erreicht wird, aber nicht universell bestimmbar scheint.

Zweites Fazit: Es gibt es konzeptuell keine feststehenden Kriterien, die bestimmen können, wann ein Zusammenschluss mehrerer Computer zu einer Infrastruktur ein

Ubicomp-System ist, d.h. ob eine Infrastruktur ubiquitär ist oder nicht. Diese Entscheidung ist ebenso eine Ermessenssache der Praxis wie die Optimierung der Geräte. Dementsprechend lässt sich ebensowenig über den Umweg des Bestimmungskriteriums für die Ubiquität einer Infrastruktur herleiten, ob Computer Ubicomp-Computer sind. Geht man allerdings davon aus, dass eine ubiquitäre Ubicomp-Infrastruktur vorliegt, so hat man es zwangsläufig auch mit Ubicomp-Computern zu tun. Das Attribut der nahtlosen Integration ist bedenklicher. Letztlich geht es Weiser um eine nahtlose Integration von Computern in unseren Alltag. Diese umfasst im Zweifel vierundzwanzig Stunden am Tag und sieben Tage die Woche. Diese totale Verfügbarkeit der Computer soll für die Nutzer wie ein unaufdringliches, aber bei Bedarf hilfreiches Angebot sein. Die nahtlose Integration der Computer in unsere Welt hängt daher eng mit der Art und Weise zusammen, *wie* sie sich uns anbieten, wie wir sie gebrauchen können. Die geforderte Nahtlosigkeit lässt sich zum Teil aufschlüsseln in die Integration von Computertechnik in Alltagsgegenstände, insofern gegenständliche Grenzen wegfallen, sowie in eine Kontextsensitivität der Computersysteme, im Idealfall derart, dass sich das Angebot der Computertechnik nahtlos in die Aufgaben, denen man nachgeht, integriert. Für Kontextsensitivität ein universelles Kriterium aufzustellen, ist schon von daher theoretisch unsinnig, weil ein Kontext ja gerade etwas ist, was lokal und zeitlich an eine bestimmte Situation gebunden ist und damit wesentlich als etwas Nicht-Universelles gedacht ist. Kontextsensitivität muss daher ein höherstufiges Kriterium sein, welches eine Dekontextualisierung realer Kontexte voraussetzt (s. Kap. 6.3), weshalb dessen Operationalisierbarkeit derzeit zahlreiche Forscher beschäftigt (vgl. Hartmann und Austaller 2008).

## 6.2 UNSICHTBARE COMPUTER

Die dritte Machbarkeitsprojektion Weisers ist die einer Verbesserung der Computernutzung. Hierbei geht es auch um Funktionalität, in dem Sinne, dass wir mit Computern praktisch alles machen können sollen. Für Computer (auch für den Mainframe-Rechner und den PC) gilt im Allgemeinen, dass ihre (Teil-)Funktionen relativ unspezifisch sind, weswegen man vom Computern auch als universales Werkzeug spricht. Auch einfache Werkzeuge können unspezifisch in ihrer Funktionalität sein, wie das Messer, mit dem man Brot schmieren und Menschen zerschneiden kann. Demgegenüber gibt es technische Mittel, die relativ spezifische Funktionen haben, wie etwa ein Fließband (vgl. Ropohl 1996, 92). Im Fall von Ubicomp soll diese generelle Multifunktionalität noch einmal radikalisiert werden. Die Zweckbestimmung soll universal sein und ist demnach maximal unbestimmt. Hierin liegt streng genommen

eine erste Schwierigkeit der Vision. Geht man handlungstheoretisch davon aus, dass Nutzer Computersysteme als technische *Mittel* nutzen, um bestimmte *Zwecke* zu verfolgen, muss man diesen Universalisierungsanspruch auf die Dialektik von Mitteln und Zwecken beziehen. Denn etwas ist nur Zweck im Hinblick auf seine *Herbeiführbarkeit* durch bestimmte Mittel (sonst haben wir es mit Wünschen zu tun) und etwas ist nur Mittel im Hinblick auf seine *Dienlichkeit* für gesetzte Zwecke (s. Kap. 3.2). Was Mittel und was Zweck ist bestimmt sich wechselseitig unter einem Interesse eines Handelnden. Hergestellen technischen Mitteln ist eine bestimmte Dienlichkeit eingeschrieben, sie werden für bestimmte Zweckrealisierungen gemacht und diese Zweckbestimmungen sind den Nutzern in der Regel auch bekannt. Die radikale Universalisierung der Zwecke stellt deswegen für die Hersteller ein Problem dar, weil hierbei streng genommen keine bestimmten Zwecke mehr gesetzt werden. Ohne Zwecksetzung lässt sich kein Mittel definieren. Der Universalisierungsanspruch kann daher praktisch nur den Anspruch einer Ausweitung der Anwendungsmöglichkeiten bedeuten. Computer sollen laut Anspruch folglich solche technische Mittel sein, die a) für maximal viele Zwecke einsetzbar sind (»*everyday computing*«) und b) hierbei als Mittel »unsichtbar« bleiben. Für Weiser ist hierbei der Aspekt des invisible/unsichtbaren und calm/stillen Computings ausschlaggebend. Diese Vision des Ubicomp möchte ich folgend in zwei Varianten diskutieren. Zum einen in einer radikalen Lesart, welche die metaphorisch anmutende Attribuierung der Unsichtbarkeit ernst nimmt und hinterfragt, wie dies aus Entwicklerperspektive gewährleistet werden kann. Anschließend (Kap. 6.3) beleuchtet ich dann realistischere Optionen dieser Wunschvision.

Die Unsichtbarkeit bezieht sich nicht auf eine materielle Unsichtbarkeit, es geht nicht um eine Dingegenschaft wie Größe, Farbe oder Gestalt. Vielmehr bezieht Weiser sie auf den Verwendungszusammenhang: »Of course, tools are not invisible in themselves, but as a part of a context of use.« (Weiser 1994, 7). Wie bei den Vorbildern des Ubicomp sollen Computer nicht gegenständlich unsichtbar sein, sondern in dem metaphorischen Sinne, dass man sie nutzt, ohne ihnen »explizit« Aufmerksamkeit<sup>74</sup> zukommen lassen zu müssen.

---

»Hundreds of computers in a room could seem intimidating at first, just as hundreds of volts coursing through wires in the walls once did. But like the wires in the walls, these hundreds

---

74 | Das Konzept der Aufmerksamkeit wird in Weisers Texten weder theoretisch eingeführt, noch von angrenzenden Konzepten wie dem der Wahrnehmung unterschieden.

of computers will come to be invisible to common awareness. People will simply use them unconsciously to accomplish everyday tasks.« (Weiser 1999, 5)

Hiernach müsste es den Forschern eigentlich um eine Gestaltung der Nutzungsweisen gehen. Wie kann man Computersysteme so gestalten, dass sie für Nutzer im Gebrauch unsichtbar sind und *bleiben*? – so müsste Weisers Frage lauten. Er arbeitet jedoch nur am Rande in die Richtung der Gestaltung von Interaktionen. Auch findet sich diesbezüglich kein technischer Anforderungskatalog, den es abzuarbeiten gilt. Vielmehr geht Weiser theoretisierend vor und entwirft eine Skizze eines idealen Computergebrauchs, die mehr behauptet als beschreibt, mehr spekuliert als erklärt, wie guter, d.h. unsichtbarer und stiller Computergebrauch funktioniert. Weiser lässt sich von seinem Forschungsumfeld inspirieren. Konkret bezieht er sich auf einzelne anthropologische Studien und eine Handvoll theoretischer Konzepte bzw. Begriffe aus seinem Diskursumfeld, die er – Flusser nicht unähnlich – vereinfachend importiert und für seine Zwecke zurecht stutzt. Im Hintergrund steht die Formierung des Forschungsfeldes der HCI, die nach Einschätzung ihrer Protagonisten in den Computerwissenschaften erst im Laufe der achtziger Jahre als eigenständiger Forschungsbereich ernst genommen wurde (Dix, Finlay, Abwod und Beale 2004, 3; Hellige 2008, 11).<sup>75</sup> Dass man Fragen der Gestaltung von HCI anfang ernst zu nehmen, steht in einem größeren diskursiven Zusammenhang der Computerforschung, auf den Jutta Weber hinweist und an dem das Forschungsinstitut Xerox nicht nur in der Person Suchmans beteiligt war. Suchmans Studie zieht eine Motivation aus dem Scheitern früherer Träume der KI-Forschung sowie der die Forschung begleitenden Kritik am kognitivistischen Paradigma und findet bei diesen Kritikern Widerhall. In den achtziger Jahren fand, so Weber (2003), ein Konzeptwandel statt, so dass fortan Intelligenz nicht mehr (allein) als abstrakte Symbolverarbeitung (Kognition) verstanden werden, sondern man

---

**75** | Nach Helliges Einschätzung ist die Gestaltungsfrage in der Informatik lange Zeit unbeachtet geblieben. Erst Ende der achtziger Jahre hätte man ihre Wichtigkeit erkannt: »Die Geschichtsschreibung spiegelt nur den Sachverhalt wider, dass die Bedienschnittstelle traditionell als ein Annex und unscharfer Randbereich der Informatik angesehen wird und nicht als eine zentrale Gestaltungsaufgabe verstanden wird, die über Erfolg oder Misserfolg entscheiden kann. Nur sehr langsam setzt sich diese Einsicht durch: ›The interface between the user and the computer may be the last frontier in computer design.‹ (Foley 1987, 83).« (Hellige 2008, 11). Darauf weist auch das Handbuch für »Human Computer Interaction« hin: »The term human-computer interaction has only been widespread use since the early 1980s but has its roots in more established disciplines.« (Dix et al. 2004, 3), die HCI als genuin interdisziplinäre Aufgabe verstehen (Dix et al. 2004, 4).

stellt das intelligente, weil *situative Verhalten eines Systems* in den Fokus der Forschung. Für die Kritik am kognitivistischen Paradigma der KI-Forschung ist neben der frühen Skepsis Joseph Weizenbaums (2003) bezüglich des Kommunikationsvermögens von Computerprogrammen insbesondere die Kritik Hubert Dreyfus' (1989), der neben anderen Suchmans Studie betreute, tonangebend. Über Dreyfus Kritik wurden phänomenologische Überlegungen zu unserem Verhältnis zur Welt, insbesondere die Heideggers (1967) und Maurice Merleau-Pontys (2008), verschlagwortet und in Gestaltungsmodelle der HCI importiert. Neben Suchmans Studie ist Terry Winograd und Fernando Flores (1989) »Understanding Computers and Cognition« (Orig. 1986) das wohl prominteste Beispiel eines Theorieimports aus anderen Disziplinen in die Computerwissenschaften, in der Absicht, die eigene Disziplin zu bereichern. Nach Einschätzung Coys ist diese Welle der Kritik »ein Paukenschlag« für die US-amerikanische Computerforschung, »nach dessen Abklingen bestimmte Forschungen und Haltungen einfach nicht mehr begründbar sind« (Coy 1989, 313). Es ist daher nicht sehr überraschend, wenn sich Weiser mit seiner theoretischen Skizze des guten Computergebrauchs sowohl auf Suchmans Studien als auch auf den Begriff der Zuhändigkeit und den Horizontbegriff bezieht, wie sie Winograd, der ebenfalls am Xerox Parc forschte (von 1972 bis 1983), und Flores aus der Phänomenologie Heideggers und der Hermeneutik Hans-Georg Gadamers adaptierten. Vor diesem Hintergrund besteht Zweifel daran, dass der Gestaltungsmodus des Computergebrauchs ein exklusives Thema von Ubicomp ist. Er steht vielmehr in einem größeren Zusammenhang, in dem die Computerwissenschaften insgesamt Gestaltungsfragen entdecken.

Als Weiser zu Xerox Parc kam, so beschreibt er selbst seine Inspiration, pflegte man, ausgehend von Suchmans Studien bei Xerox Parc zu Arbeitsprozessen und dem tatsächlichen Umgang der Mitarbeiter mit ihren Computern, eine »anthropologische Kritik« am PC und seinen Schnittstellen, die, so Weiser, den Nutzer von seiner Welt separieren und in eine fremde, zunächst unverständliche Maschinenwelt entführen:

»The anthropological critique was common in some quarters of Xerox PARC when I arrived in 1987. It went approximatly like this: the most profound technologies are those that become embedded in people's lives; current computer force people to separate their machine life from the rest of their lives, so computer in their current form would never become a very significant or profound technology.« (Weiser 1995)

In den von Weiser genannten soziologisch-anthropologischen Studien untersucht Suchman Arbeitsprozesse, welche Interaktionen von Nutzern mit ihren Computern umfassen. Suchman folgert aus ihren langjährigen Beobachtungen der Mitarbeiter des Xerox Parcs, an dem sie von 1979 bis zum Jahr 2000 forschte und im Zuge derer sie

Weiser begegnete (Suchman 1987, xi), dass die Mensch-Maschine-Kommunikation eines neuen Konzepts bedürfe. Entlang ihrer zentralen Unterscheidung von »plans« und »situated actions« schlägt sie vor, intelligentes Verhalten basierend auf dem Konzept der »situated actions« zu modellieren. Die KI-Forschung, so Suchmans Kritik, würde intelligentes Verhalten als die Umsetzung eines Plans, der zuvor im Kopf einer Person erstellt wurde, modellieren. »As ways of talking about action, plans as such neither determine the actual course of situated action nor adequately reconstruct it« (Suchman 1987, 3). Suchmans Konzept der »situated actions« dagegen soll dem Prozesscharakter einer Handlung gerecht werden. Anstatt Pläne zu modellieren, müsse man beobachten, wie Personen tatsächlich aus situativ gegebenen Ressourcen ihre Handlungen konstruieren. Bei der Gestaltung von Schnittstellen darf man daher nicht von einem rationalen und planvoll agierenden Individuum ausgehen, sondern muss vor allem auch die situativen Zusammenhänge bedenken. Während Suchman ein anderes Handlungsmodell vorschlägt, zieht Weiser aus ihren Studien den floskelhaften Anspruch, Computer zu bauen, die sich in das Leben ihrer Nutzer integrieren und sie nicht in eine fremde Maschinenwelt entführen. Die Computer sollen sich derart in unser Leben integrieren, dass wir mit ihnen harmonisch koexistieren, wie wir z.B. mit unseren Partnern oder Mitbewohnern zusammen wohnen:

»We dwell with nature, and roommates, and anything that we let enter us, and we it. Dwelling with computers means that they have their place, and we ours, and we co-exist comfortably.« (Weiser 1996)

Weisers konzeptionellen Importe aus anderen Disziplinen sind theoretisch nicht erschöpfend und gehorchen einer »Steinbruch-Mentalität«, die Coy bereits bei Winograd und Flores am Werk sieht: »Man bricht sich die Einzelteile aus einer philosophischen oder mathematischen Theorie heraus, die man gerade braucht, und hofft, daß der Kontext der Theorien diese Verpfanzung übersteht.« (1989, 309). Bemerkenswert ist jedenfalls, dass viele, wenn nicht alle der theoretischen Bezüge Weisers, einem größeren diskursiven Trend in der Computerforschung geschuldet sind, für den die Labore Xerox Parcs eine der Durchgangsstationen waren. Weiser kanalisiert diese Einflüsse für seine Zwecke derart, dass er sie als synonyme Güte-Garanten für sein Ubicomp-Konzept verwendet. Dies gilt insbesondere bezüglich der Behauptung, ein unsichtbarer und stiller Computergebrauch sei generell wünschenswert:

»Such a disappearance is a fundamental consequence not of technology but of human psychology. Whenever people learn something sufficiently well, they cease to be aware of it. When you look at a street sign, for example, you absorb its information without consciously perfor-

ming the act of reading. Computer scientist, economist and Nobelist Herbert A. Simon calls this phenomenon »compiling«; philosopher Michael Polanyi calls it the »tacit dimension«; psychologist J. J. Gibson calls it »visual invariants«; philosophers Hans Georg Gadamer and Martin Heidegger call it the »horizon« and the »ready-to-hand«; John Seely Brown of PARC calls it the »periphery«. All say, in essence, that only when things disappear in this way are we freed to use them without thinking and so to focus beyond them on new goals.« (Weiser 1999, 3-4)

Durch diese theoretischen Bezüge lässt sich Weisers Metapher des unsichtbaren Gebrauchs präzisieren. Den Begriff der *Zuhandenheit*, den Weiser hier übernimmt, entwickelt Heidegger (1967) in seiner Analyse der Strukturen unseres Daseins in »Sein und Zeit« (Orig. 1927) Er dient dem Phänomenologen dazu, den Modus zu beschreiben, in dem wir alltäglich mit den Dingen unserer Alltagswelten agieren und interagieren. Unser alltägliches Handeln zeichnet sich vor allem durch Gewohnheit und Habitualisierung aus. Wie Heidegger herausstellt, sind wir in unseren Handlungen in der Regel prinzipiell auf die von uns verfolgten Zwecke bezogen. Wir sind stets auf unsere Zwecke gerichtet, auf das »wozu« wir handeln und nicht auf unser Handeln oder die Mittel unseres Handelns. Die Dinge, mit denen wir im praktischen Engagement stehen, nennt Heidegger »Zeug«. Zeug ist all das, was uns zu seinem Gebrauch einlädt, wie Schreibzeug, Nährzeug, Werkzeug, Fahrzeug oder Messgeräte. Solcherlei Zeug steht uns in einem Horizont von Gebrauchsmöglichkeiten zur Hand. Heidegger beschreibt diese »Zuhandenheit« des Zeugs mit der Struktur des »Um-zu«:

»Der je auf das Zeug zugeschnittene Umgang, darin es sich einzig genuin in seinem Sein zeigen kann, z. B. das Hämmern mit dem Hammer, erfaßt weder dieses Seiende thematisch als vorkommendes Ding, noch weiß etwa gar das Gebrauchen um die Zeugstruktur als solche. Das Hämmern hat nicht lediglich noch ein Wissen um den Zeugcharakter. [...] Der gebrauchend-hantierende Umgang [...]. Der Umgang mit Zeug unterstellt sich der Verweisungsmannigfaltigkeit des »Um-zu.« (Heidegger 1967, 69)

Wenn wir handeln, sind wir also auf die von uns verfolgten Zwecke gerichtet. Solange sich unser Tun reibungslos vollzieht, schenken wir den Mitteln, die wir nutzen, keine explizite Aufmerksamkeit, vielmehr gehen sie im Gesamtvollzug bis auf das Minimum ihrer Handhabbarkeit auf. Diese phänomenologische Ausführungen lassen sich leicht nachvollziehen. Wer achtet schon auf die Anordnung der Buchstaben auf Tatstatur und Bildschirm, wenn er routiniert eine E-Mail tippt? Wer denkt an die »Hardware«, wenn er twittert, telefoniert oder ein Video schaut? Was Heidegger herausarbeitet, gilt für alles »Zeug«, welches wir instrumentell nutzen; d.h. für technische Mittel im Allgemeinen, seien es Zahnbürste, Smartphone oder Wasserversor-

gungssysteme. Voraussetzung hierfür ist, dass der »Gebrauchsverzweigungen« nicht unterbrochen wird. Technische Mittel bleiben für den Handelnden durch ihre Zwecke verdeckt, solange sie funktionieren, sie ihm zur Verfügung stehen und auch keine anderen Störungen auftreten. Heidegger grenzt diese *Zuhandenheit des Zeugs im praktischen Vollzug* von der *Vorhandenheit der Dinge* ab. Damit ist keine ontologische Unterscheidung getroffen, sondern eine Unterscheidung an der Sache. Jedes Zeug, so Heidegger, kann von dem Modus des Zuhandenseins in einen Modus des Vorhandenseins kippen, nämlich genau dann, wenn es sich der »Um-zu«-Struktur entzieht. Wenn es entweder *auffällig*, *aufdringlich* oder *aufsässig* wird, wie Heidegger weiter differenziert. Genau dann, wenn es z.B. wegen »Dysfunktion«, »Abwesenheit« oder der »Störung« anderer Vollzüge aus seiner Dienlichkeit heraustritt, erfahren wir es in seiner Widerständigkeit, d.h. in seiner Dinglichkeit, als äußere Natur, die sich unserem Gestaltungswillen entzieht. Ob etwas für uns vorhanden oder zuhanden ist, ist also, das hätte Weiser von Heidegger lernen können, keine ontologische Eigenschaft eines Gegenstandes, sondern eine Frage des (funktionalen) Gebrauchsverzweigungsverlaufs.

Der Begriff der Zuhandenheit ist eben gerade keiner, der sich für die Reduzierung der Qualität einer Situation, eines Handlungsvollzugs, auf eine Gegenstandseigenschaft anbietet. Unsichtbare Computer, im Sinne von Dingen, die immer ein Zeug wären, was niemals seinen Ding-Charakter für uns entbergen kann, sind eine Fiktion. Jedenfalls würde dieser totale Zeugcharakter voraussetzen, dass Computer ihre Dinglichkeit vollständig aufgeben. Sie könnten dann gar keine Dinge sein. Was wären sie aber dann? Verliert ein Gegenstand seine Dinglichkeit, dann gibt es nichts an ihm, was bewirken könnte, dass er sich einem Willen eines Subjektes entzieht. Er wäre diesem maximal hörig. Man könnte sich nicht an ihm stoßen, er würde sich einem nicht widersetzen. Es wäre überhaupt fragwürdig, ob dieses Etwas dem Subjekt, welches eine Vorstellung von ihm hat, äußerer Gegenstand sein kann. Es scheint eher so, als wäre dieses Etwas kaum etwas anderes als ein Bewusstseinszustand, eine fixe Idee (insofern es weder eine andere Person noch ein Ding ist). Was auf den ersten Blick nach einem idealen Werkzeug klingt, entpuppt sich bei näherer Hinwendung als Farce. Damit die Möglichkeit eines Umkippen von der Zuhandenheit in eine Vorhandenheit ausgeschlossen sein kann, müsste eine vollständige Deckung aller Wünsche einer beliebigen Person zu einem beliebigen Zeitpunkt mit den technischen Realisierungsoptionen der Computer gewährleistet sein. Der Computer wäre dann eine allmächtige Fee, die jedem jeden Wunsch erfüllt. Damit solche Computer serienmäßig hergestellt werden, müssten die Entwickler demnach alle Wünsche von allen Menschen, die jemals Computer nutzen könnten, kennen. Dies erscheint als nicht praktikabel. Außerdem müsste Weiser klären, wenn der Bezug auf Heidegger

ger in irgendeiner Weise plausibel sein sollte, wie sich denn der deskriptive Begriff der Zuhandenheit, der unser immer-schon-Verwickelt-Sein in die Welt beschreibt, in eine Entwicklungserspektive einfügen lässt, in der es darum geht, einen »unsichtbaren« Gebrauch technischer Mittel zu ermöglichen, mit denen wir eben noch nicht verwickelt sind, weil es sie noch gar nicht gibt. Von Heidegger aus hätte Weiser hier weiterdenken können, indem er diese Entwicklungsfrage als höherstufige Gestaltung einer Sicherung des funktionalen Gebrauchs technischer Mittel versteht (vgl. Hubig 2006, 103-106). Auf diese Weise ließe sich die Chance auf eine Adaptivität der neuen Technik seitens der Nutzer erhöhen, wenn diesen ein souveräner Umgang ermöglicht bleibt. Diese Sicherung der Funktionalität muss nämlich auch gerade dann disponibel sein, wenn technischen Mittel aus ihrer Zuhandenheit in eine Vorhandenheit gekippt sind, wenn also, aus welchen Gründen auch immer, ihr instrumenteller Einsatz scheitert. In dieser radikalen Lesart muss Weisers Wunschvision immerfort Vision bleiben.

## 6.3 STILLE COMPUTER

Die metaphorische Unsichtbarkeit darf obigen Überlegungen zufolge nicht als Dingegenschaft missverstanden werden. Vielmehr müsste es um einen Effekt aus der Perspektive des Nutzers gehen. Auf diesen Effekt zielt Ende der achtziger Jahre der Ingenieur und Psychologe Donald Norman ab, der vor Weisers Zeit Berater bei Xerox Parc war (1973-1978) und im Jahr 1988 zu Apple wechselte: »I do think of myself not as using a computer but as doing the particular task. The computer is, in effect, invisible.« (2002, 185). Auch für Normann ist die Unsichtbarkeit eine Anforderung, die er an den Computer der Zukunft stellt. Anders als Weiser und seine Kollegen bedenkt Normann jedoch explizit die Gestaltung und Gestaltbarkeit von HCI. Zwei Punkte lassen sich mit seinen Überlegungen klarstellen. Erstens ist es zu bezweifeln, ob es wünschenswert ist, dass Computersysteme uns jede Art von Arbeit vollständig abnehmen. Norman (2002, 184) unterscheidet zwei Interaktionstypen, einen indirekten und einen direkten. Bei der indirekten Interaktion mit Computern delegiert der Nutzer eine Aufgabe an das technische System, typischerweise in Kommandoform. Bei der direkten Interaktion erledigt der Nutzer die Aufgabe in dem Sinne selbst, dass er das Gefühl einer unmittelbaren Steuerung des Vorgangs hat (z.B. bei Computerspielen). Nach Normann (2002, 1985) sind beide Aktionstypen grundlegend und beide sollten so gestaltet werden, dass sie im Effekt für den Nutzer unsichtbar sind, *aber nicht zwangsläufig unsichtbar bleiben*. Die Wunschvision der Unsichtbarkeit von Computern sollte demnach nicht bedeuten, dass Computersysteme schlichtweg alle Aufgaben für uns erledigen bzw. wir alle Aufgaben an sie delegieren, sondern man müsste

zum einen die Form der unsichtbaren Delegation aufgabenspezifisch anbieten und zum anderen sollte eine prinzipielle Einholbarkeit – und damit eine Sichtbarkeit der Prozesse und des Dings namens Computer – gegeben sein. Es gilt Normann (2002, 13-29) zufolge generell folgende Designprinzipien zu beachten: »visibility«, »natural mapping« und »feedback«. Um etwas erfolgreich nutzen zu können, brauchen wir ein Handlungsschemata, das uns leitet und welches bewirkt, dass wir bestimmte Effekte erwarten können. Solche Schemata sind in Gebrauchsgegenstände (ihre erkennbare Dienlichkeit für bestimmte Zwecke) eingeschrieben. Entscheidend ist nun, dass sich die engeschriebenen Schemata mit denen der Nutzer hinreichend decken. Dies ist eine Frage des Designs, so Normans Grundgedanke. »Visibility« fordert die Sichtbarkeit aller möglichen Funktionen des Systems, etwa durch Bedienelemente. »Mapping« fordert erkennbare Verbindungen zwischen den Bedienelementen, dem Mechanismus, der durch sie ausgelöst wird, sowie den erwartbaren Effekten. Dieses mapping ist dann natürlich, wenn es für den Nutzer unmittelbar nachvollziehbar ist. »Feedback« fordert, dass der Nutzer Rückmeldung darüber erhält, welche Aktion tatsächlich vom System vollzogen wurde. Es geht hier somit insgesamt um die Transparenz der Abläufe. Bei aller Unsichtbarkeit der Computer (als Effekt) dürfen diese Desingprinzipien nicht unterlaufen werden.

Die Frage, ob ein Computer im Gebrauch für die Nutzer unsichtbar im Sinne von »zuhanden« ist, lässt sich zwar nicht als Dingegenschaft deklarieren und realisieren, dennoch können Computersysteme freilich nutzerfreundlicher oder -unfreundlicher sein. Dies betrifft die Nutzerstereotypisierung. Die implementierten Stereotype (wie löst eine Nutzer welche Aufgabe) müssen sich möglichst gut mit dem decken, wie sich Nutzer tatsächlich verhalten oder wie sie Lösungsstrategien möglichst einfach adaptieren können. Gute Produkte müssen drei Anforderungen genügen, sie müssen: »useful«/»nützlich«, »usable«/»einfach zu bedienen« und »used«/»attraktiv und gewollt« sein (Dix et al. 2004, 5). Die ersten beiden Punkte kann der Entwickler nach Normann gestalten. Dabei sei für die Thematik der »usability« der sogenannte ›Angebotscharakter‹ von Dingen ausschlaggebend, welcher im englischsprachigen Raum mit dem Begriff der »affordance« beschrieben wird, auf den sich auch Weiser bezieht:

»Our notion of technology in the periphery is related to the notion of affordances, due to Gibson [1979] and applied to technology by Gaver [1986] and Norman [2002]. An affordance is a relationship between an object in the world and the intentions, perceptions, and capabilities of a person. The side of a door that only pushes out affords this action by offering a flat pushplate. The idea of affordance, powerful as it is, tends to describe the surface of a design. For us the term ›affordance‹ does not reach far enough into the periphery where a design must be attuned to but not attended to.« (Weiser und Brown 1997, 80)

Norman (2002) adaptiert das Affordance-Modell von dem Wahrnehmungspsychologen James J. Gibsons (1977), der als Kritiker behavioristischer Wahrnehmungstheorien und des kognitiven Informationsverarbeitungsmodells gilt, und überträgt es auf die Gestaltung von Computern und »everyday things«. Der Angebotscharakter bezieht sich auf wahrnehmbare und wirkliche Eigenschaften eines Gegenstandes, die bestimmen, wie man den Gegenstand gebrauchen kann. So lädt uns ein Stuhl etwa dazu ein, auf ihm zu sitzen. »Affordances provide strong clues to the operations of things. Plates are for pushing. Knobs are for turning.« (Norman 2002, 9). Für Normann ist »affordance« daher ein zentrales Gestaltungsmoment.

Ohne auf dieses kognitionspsychologische Verständnis weiter einzugehen, bezieht Weiser affordance auf eine dichotome Vorstellung von Aufmerksamkeit: Entweder ein Etwas bekommt Aufmerksamkeit oder nicht. Oder anders: Entweder steht etwas im Zentrum oder es verweilt im Hintergrund unserer Aufmerksamkeit. Andere Formen der Aufmerksamkeit können einer Sache nicht zukommen, es hat die Option auf genau diese zwei Positionen im Aufmerksamkeitsfeld. Diese Positionen stehen von der Aufmerksamkeit aus gesehen im Ungleichgewicht zueinander. Das im Hintergrund der Aufmerksamkeit Stehende bekommt aktuell keine Aufmerksamkeit, sondern nur potentiell, steht logisch in einer Möglichkeitsposition, die allen Dingen der Umgebung zukommt. Die Besetzung des Zentrums denkt Weiser einwertig – entweder die Aufgabe, die wir gerade verfolgen, oder die Maske, in die wir Daten eingeben sollen, steht im Zentrum der Aufmerksamkeit. Es geht folglich für die Entwickler darum, die »affordance« der Computer so zu gestalten, dass sie sich ausschließlich auf »stille« Weise anbieten.

Der Clou liegt für Weiser darin, auf welche Art und Weise etwas ins Zentrum unserer Aufmerksamkeit kommen kann. In »The Coming Age of Calm Technology« stellen Weiser und Brown (1997) drei Bedingungen zur Erfüllung des Attributs von »Stille« heraus: 1. müssen Computer auf einfache Weise zwischen Hintergrund und Zentrum unserer Aufmerksamkeit wechseln können, 2. sollen Computer unseren Hintergrund bereichern, indem sie in den Hintergrund mehr Details einschreiben, 3. sollen Computer uns ein Gefühl der »locatedness« geben, ein Gefühl des Vorort-Seins und des auf Seine-Umgebung-Bezogen-Seins. Mit der Erfüllung der ersten beiden Bedingungen stehen Computer mit ihren Nutzern durch eine im Hintergrund angereicherte Information in einer stillen Beziehung, ohne sich dabei ins Zentrum zu drängen: »Technologies encalm as they empower our periphery.« (Weiser und Brown 1997, 80). Ihr dritter Anspruch der »locatedness«/des Vorort-Seins resultiert aus dieser Bevollmächtigung des Hintergrunds:

»The result of calm technology is to put us at home, in a familiar place. [...] The periphery

connects us effortlessly to a myriad of familiar details. This connection to the world we called ›locatedness‹ and it is the fundamental gift that the periphery gives us.« (Weiser und Brown 1997, 81)

Damit die Möglichkeiten der Technologie tatsächlich auf eine stille Weise genutzt werden, muss der Nutzer Kontrolle darüber haben, ob Computer im Zentrum oder im Hintergrund seiner Aufmerksamkeit stehen: »The individual, not the environment, must be in charge of moving things from center to periphery and back.« (Weiser und Brown 1997, 82). Diese vom Ansatz her plausible Überlegung unterlaufen die Forscher sogleich mit ihrem Exempel der Nutzung von Fensterglas als Raumteiler in Büros. Die Kontrolle der ›Aufmerksamkeitsbeanspruchung‹ liege hier beim Nutzer, da einerseits jedem einzelnen Arbeitsplatz hinreichend Intimität gesichert sei und man andererseits bei Interesse dem Geschehen hinter den Fensterscheiben Aufmerksamkeit schenken könne. Dieses Beispiel hinkt, weil Fensterscheiben sehr wohl zum Hindurchsehen einladen, also ihre Umgebung nicht völlig ›lautlos‹ werden lassen (s. Fußnote 73). Immerhin verschieben Weiser und Brown ihre eigene Aufmerksamkeit hier von der fixen Idee des Herstellens einer utopischen Dingenschaft hin zu der Problematik der Gestaltung von Nutzungsoptionen.

## 1. Strukturierung von Interaktionen

In dem Buchkapitel »Center and Periphery. Balancing the Bias of Digital Technology« konkretisieren Weiser und Brown (1998) ihre Kritik an der zeitgenössischen digitalen Technologie, indem sie ihr Ideal von einer harmonischen Koexistenz zwischen Nutzern und Computern auf die Formel der Balance der Nutzeraufmerksamkeit zwischen Zentrum und Peripherie bringen. Diese Balance, so der Grundgedanke, ermöglicht es uns, uns rasch, intelligent und vielseitig in der Welt zu orientieren und Dinge zu verfolgen, ohne sofort zu ermüden. Wir nehmen viel mehr wahr als das, was aktuell im Zentrum unserer Aufmerksamkeit steht, wie z.B. ein Motorengeräusch, welches im Hintergrund beim Autofahren kaum bemerkt wird, aber dann ins Zentrum unserer Aufmerksamkeit gelangt, wenn es vom gewöhnlichen Summen abweicht. In der Peripherie unserer Aufmerksamkeit liegt eine unendliche Weite an Hinweisen, denen wir uns sofort zuwenden können, wenn sie für uns interessant oder wichtig werden. Die zeitgenössische digitale Technologie, so Weiser und Brown, bricht diese Balance zwischen Zentrum und Peripherie und überfordere daher ihre Nutzer, Stichwort »information overload« (1998, 333). Dies verschulden im Konkreten zehn Trends, die im folgenden Zitat der Erkenntlichkeit halber kursiv gesetzt sind:

»The 10 biases of digital technology described here all contribute to the imbalance between

center and periphery. The former is emphasized at the expense of the latter. *Saying* omits the powerful context provided by what is not said. *Homogenizing* reduces all information to the same level of importance. *Stripping* removes context, while *reframing* imposes a new confusing or inappropriate context. *Monosensing* underutilizes the majority of our senses, leaving important sources of intelligence untapped. *Deflowing* constantly interrupts our focus and mental processes. *Defamiliarizing* leaves us lost, while *uglying* leaves us uncomfortable. *Reifying* leaves us untrusted or untrusting, and finally, *destabilizing* leaves us overwhelmed and stressed out.« (Weiser und Brown 1998, 333)

Das Problematische an diesen Trends ist somit, Informationen ohne Peripherie anzubieten. Zum Beispiel sei bei E-Mails die Form der Nachricht so homogenisiert, dass der Empfänger nicht auf einen Blick, wie es beim herkömmlichen Spektrum des Briefverkehrs der Fall ist, differenzieren kann, um was für einen Typ von Nachricht (Rechnung, Werbesendung etc.) es sich handelt. Es fehlt, so die Kritik, an einer Differenzierungsmöglichkeit in verschiedene Textsorten, die durch eine bestimmte Form der Nachricht gekennzeichnet sein kann. In einer Videokonferenz kann das Fehlen von Hinweisen, die in vergleichbaren Treffen mit physischer Anwesenheit im Hintergrund des Geschehens gegeben sind,<sup>76</sup> wie bei einer E-Mail rasch zu Missverständnissen führen bzw., so die Autoren, kann eine solche Kommunikation den Spielraum herkömmlicher Verfahren nicht erschöpfen. In diesem Artikel sprechen Weiser und Brown folglich nicht direkt von Ubicomp, sondern – allgemeiner – von einer Verbesserung der *Informationsdarbietung*, etwa durch eine ästhetische Gestaltung von Webseiten und der Gestaltung ihres Inhalts, die dem Leser eine schnellere und komfortablere Orientierung ermöglichen soll, und zwar mittels »Java or advanced HTML« (Weiser und Brown 1998, 323). Das ist auffällig, insofern sich die Kritik Weisers und Browns hier konkret auf Gestaltungsfragen der Schnittstellen richtet, auch wenn diese nicht als zentraler Punkt der Entwicklung von Ubicomp gesehen wird.

Im Zusammenhang mit der eingangs gestellten Frage, ob der unsichtbare und stilile Gebrauchsmodus von Ubicomp das Kriterium ist, was Ubicomp-Computer gegenüber anderen Computern auszeichnet – so die Schlussfolgerung –, lesen sich Weisers theoretische Adaptionen in erster Linie als Legitimationen, als trendige Verkaufs-

---

**76** | Neben der Körpersprache könne beispielsweise der Schuhtyp des Gegenübers ein ausschlaggebender, strategischer Hinweis für die Art der Gesprächsführung sein, so Weiser und Brown (1998, 323), wobei sie von einem Videobild ausgehen, das seine Gesprächspartner nur im Porträt zeigt.

rhetorik. Dort, wo die Xerox-Forscher konkrete Lösungen vorschlagen, operieren sie ohne konzeptionelle Aufladungen.

## **2. Strukturierung von Handlungsumgebungen**

Neben der Gestaltung von Nutzerschnittstellen bei konkreten Programmen oder Endgeräten birgt das Stichwort der Kontextsensivität eine zweite Option, wie sich einige Aspekte von Weisers Vision technisch realisieren lassen. Es geht hier im Sinne Weisers um die informative Durchdringung ganzer Handlungsumgebungen (Büros), so dass der Nutzer ortspezifische Angebote zur Hand hat. So soll etwa eine automatische Anrufweiterleitung das Telefonat dorthin weiterleiten, wo sich der gewünschte Gesprächspartner auch tatsächlich befindet, und nicht dorthin, wo sein Festnetztelefon steht. Und ein Anruf wird unter bestimmten Bedingungen auch gar nicht weitergeleitet, etwa, wenn man sich im Bürozimmer des Chefs befindet. Die Bedeutung der Kontextsensivität von Computersystemen hat sich gegenüber dem Xerox-Projekt ausgeweitet, so dass von verschiedenen Forschergruppen ganz unterschiedliche Aspekte mit diesem Schlagwort adressiert werden (Dourish 2004; Hartmann und Austaller 2008). Bei den Systemen, die Weisers Kollegen als kontextsensitive Computersysteme vorstellen, liegt der Fokus auf der Mobilität der Nutzer. Sie verstehen diese Systeme daher auch als eine Erweiterung des »Mobile Computing«, »because it concerns mobile people not just mobile computers.« (Schilit et al. 1994, 85). Ein Computersystem kann sich beispielsweise dadurch auf den Kontext des Nutzers einstellen, dass es je nach Umgebung und Situation verschiedene Software-Icons in den Vordergrund der Benutzeroberfläche rückt oder sichtbar macht. Betritt der Nutzer eine Bibliothek wird das Symbol, das nach einem Doppelklick das Programm zum Durchsuchen der Bibliotheksdatenbank öffnet, größer oder in den Vordergrund gestellt (Schilit et al. 1994, 88). In der heutige Forschung findet sich neben der ortsgebundenen Kontextsensivität, welche die Xerox-Forscher im Blick haben, eine personenbezogene (vgl. Wiegerling 2011, 77-80). Hierbei sind die Systeme sensitiv gegenüber ihren Nutzern. Derart kontextsensitiv »reagiert« beispielsweise ein Warnsignal beim Autofahren, wenn es beim Überschreiten einer umgebungspezifischen Geschwindigkeit darauf hinweist, dass wir zu schnell fahren. Während eine ortsgebundene Kontextsensivität einem System zuzuschreiben wäre, welches die Geschwindigkeitsbegrenzung abgibt je nach Wetterlage (oder Straßenbelag) reguliert. Nach Klaus Wiegerling greifen diese Ebenen der Kontextsensivität zwar ineinander, jedoch lässt sich mit dieser Unterscheidung nicht nur die Funktion und Leistung eines Computersystems besser beschreiben, sondern auch eine erste Trennlinie zwischen Mobile und Ubiquitous Computing ziehen, die Weiser verwischt, wenn er sich programmatisch von Mobile Computing abgrenzen will, dies praktisch aber nicht unterscheidet. Mobile Systeme

haben bezüglich der Kontextsensivität den Vorteil, dass sie sensitiv gegenüber ihrem Nutzer (seinen Präferenzen, Wünschen, Stimmungen) sein können, insofern sie ihn ständig begleiten und damit in den gleichen Kontexten stehen wie der Nutzer selbst. Weiser weist jedoch tragbare und in dem Sinne mobile Computer zurück. Er will eine Kontextsensivität von den Computern erreichen, die überall zum Gebrauch bereit stehen und sich auf uns einstellen, ohne dass wir sie mit uns führen. Demzufolge müssen Ubicomp-Systeme permanent Daten über ihre Umgebungen sammeln, um überhaupt eine Kontextsensivität im ersteren Sinne gewährleisten zu können. Gegenüber mobilen Lösungen (z.B. Smartphones, welche die Nutzer »immer« bei sich tragen) haben sie den Nachteil, dass sie sich zum einen auf ihre Umgebung »einstellen« müssen und zum anderen auf verschiedene Nutzer, die in ihre Umgebung – mit verschiedenen Anliegen – kommen. Ein solches System bedarf daher im erhöhten Maße einer Stereotypenbildung von Nutzern (Wiegerling 2005). Bei der personenbezogenen Kontextsensivität geht die Tendenz in die umgekehrte Richtung. Im Extremfall wäre ein personalisiertes System, das Weiser strikt ablehnt, nur von einem einzigen Nutzer sinnvoll zu gebrauchen. Ein Prototyp, der mit einer hohen Individualisierung arbeitet, stellt der »Personal Shopping Assistant (PSA)« dar, welcher den Kunden beim Einkaufen im »Future Store« der Metro-Gruppe durch den Supermarkt der Zukunft begleitet:

»Mittels seiner Kundenkarte kann sich der Kunde beim Einkaufswagen registrieren und Einkaufslisten hochladen bzw. interaktiv zusammenstellen. Durch ein Indoor-Lokalisierungssystem ist der PSA immer darüber informiert, wo sich der Kunde im Supermarkt gerade befindet. Auf Basis dieser Daten plant der PSA den optimalen Einkaufsbummel und blendet zusätzlich ortsspezifische Werbeangebote auf dem Bildschirm ein. Intelligente Obstwagen erkennen die zu wiegende Obstsorte automatisch und drucken von selbst den passenden Bon aus. Der Kunde muss nur noch den Barcode der gewogenen Ware an seinem Wagen einscannen und sofort wird das betreffende Produkt von der digitalen Einkaufsliste gestrichen.« (Simoneit 2003)

Ziel der Kontextsensivität sind Systeme, die sich auf Situationen einstellen können. Um dies zu gewährleisten, sind immer zwei Typen der Stereotypenbildung notwendig: die Stereotypisierung von Nutzerverhalten und die Stereotypisierung von Kontexten, wobei mal das eine, mal das andere stärker standardisiert sein kann. Durch diese Stereotypisierung werden reale Nutzer und reale Kontexte entindividualisiert und dekontextualisiert, damit ein System überhaupt eine »Charakteristik« einer Situation modellieren kann. Wiegerling (2011) schlägt folgende Unterscheidung des Kon-

textbegriffes vor, um bestehende Äquivokationen in der heutigen Forschung besser einordnen zu können:

- (1) »Kontext ist die jeweilige naturwissenschaftlich bestimmmbare materielle Umgebung.« (2011, 82)
- (2) »Kontext ist die jeweilige materielle Umgebung mitsamt ihren historischen, gesellschaftlichen und werthaften Implikationen, also das, was man gemeinhin unter dem Stichwort Lebenswelt erfasst.« (2011, 83)
- (3) »Kontext ist die jeweils eigene handlungsrelevante Disposition, also meine besondere Wertdisposition, meine besonderen Präferenzen, die meiner eigenen Individualgeschichte aber auch der Geschichte der Kultur, in der ich lebe, entsprechen.« (2011, 85)
- (4) »Kontext ist das, was die jeweiligen Nutzerstereotype und typische Nutzungssituation auszeichnet; der Fokus liegt hier auf der Erfassung entsprechender Verhaltensstandards, in dem Sinne, dass man beim Einkaufen eben dies und das tut.« (2011, 86)

Während (1) und (2) geläufige Definitionen des Kontextbegriffes in den Natur- und Kulturwissenschaften wiedergeben, bezieht sich (3) auf die individuelle Perspektive und kulturelle Differenzen, die personalisierte Systeme berücksichtigen könnten. (4) stellt die praktikabelste Variante für die Umsetzung des Ubicomp-Konzeptes dar. Allerdings wird mit Blick auf die zweifache Stereotypisierung noch einmal die Kluft deutlich, die sich zwischen Weisers visionärem Anspruch und den technischen Realisierungsoptionen auftut. Nicht ein guter Freund, sondern ein PSA signalisiert uns, ob die Frühstückszerealien Spuren von Nüssen enthalten, gegen die man allergisch ist. Ob ein System überhaupt den Anspruch haben sollte, sich a) wie ein guter Freund zu verhalten und b) dabei permanent unsichtbar zu bleiben, darf bezweifelt werden.

Drittes Fazit: Aus zwei Gründen kann Weisers Metapher der Unsichtbarkeit kein Kriterium für die Definition von Ubicomp sein. Zum einen stellt es keine spezifische Differenz im Vergleich zu anderen Computertypen dar. Im Gegenteil, eine Unsichtbarkeit im Sinne von Heideggers Zuhandenheit kann prinzipiell jedem Ding zukommen, eben weil es *keine Dingeigenschaft* darstellt. Zum anderen bleibt Weisers Anspruch zu generell als dass er sich technisch realisieren ließe. Für eine Unsichtbarkeit im Sinne seiner theoretische Skizze findet sich schlicht keine Operationalisierbarkeit. Wenn die heutige Forschung überhaupt noch von Unsichtbarkeit im Zusammenhang mit Ubiquitous Computing spricht, dann versteht sie diese konsequenterweise anders als Weiser; nämlich entweder als eine materielle Unsichtbarkeit im Sinne von

Miniaturisierung oder Integration von Computersystemen in andere Gegenstände (so dass diese von der Gestalt her nicht zu erkennen sind) oder im Sinne einer sogenannten »impliziten Delegation« (s. Kap. 7.3). So wie Weiser die Metapher der Unsichtbarkeit gebraucht, bleibt sie jedenfalls missverständlich. Außerdem darf man den Unsichtbarkeits-Optimismus der Xerox-Forscher in Zweifel ziehen. Es ist im Gegen teil häufig der Fall, dass eine Sichtbarkeit von Systemabläufen, Bedienelementen und damit dem Ding namens Computer Voraussetzung ist, damit eine Handlungsfähigkeit eines Nutzers überhaupt gewährleistet sein kann, worauf Norman in der Computerforschung mit seinen Designprinzipien zeitnah hinweist.

Resümierend lässt sich festhalten, dass Weisers Ubicomp weder hinsichtlich der technischen Gestaltung von Geräten und ihrer funktionalen Interaktionen noch hinsichtlich der Nutzererfahrung wohldefiniert ist. Außerdem lässt sich aus keiner der Entwicklungslinien ein exklusives Merkmal ableiten, welches Ubicomp allein zugehört, und es über diese Auszeichnung unterscheidbar machen würde. Infolgedessen muss das Spezifische des Ubicomp in einer anderen Dimension liegen als der einer Wohldefinierbarkeit oder eines exklusiven Merkmals. Damit steht in Frage, wie sich Ubicomp überhaupt von anderen Computertypen unterscheidet und wie Ubicomp als Ubicomp erkennbar ist. Auch wenn keine der durchgespielten Optionen eine Lösung der Frage, wie Computer zu Ubicomp-Computer werden, liefert, setzen Weiser und seine Kollegen die technische Optimierung der Geräte und ihrer Zusammenarbeit doch als notwendige Bedingung der Ubicompentwicklung. Dabei stehen die Ebene der Geräte, der Infrastruktur und des Gebrauchsmodus in einem hierarchischen Er möglichungsverhältnis. Die technischen Anforderungen an die Geräte, wie das Vor handensein und die Vernetzbarkeit der verschiedenen Gerätetypen, ist Voraussetzung für die Etablierung der ubiquitären Infrastruktur und der Möglichkeit eines allgegenwärtigen Gebrauchs dieses so entstehenden Computersystems. Dabei gibt es keine Anhaltspunkte, ab wann die technischen Aspekte hinreichend für die Etablierung der Infrastruktur sind, als auch ab wann diese Infrastruktur hinreichend ubiquitär und nahtlos in unsere Alltagswelt integriert ist, so dass ein Ubicomp-System vorliegt. Der Gebrauch liegt auf einer hierarchisch höheren Anforderungsebene, für wiederum die Etablierung einer ubiquitären Infrastruktur Voraussetzung, aber keine hinreichende Bedingung ist. Infolgedessen bleibt die Frage, wie die Gestaltung von Geräten (Computer) und die Gestaltung von Interaktionen (Computing) zusammenspielen soll, im Dunkeln. Diese Unklarheit besteht vor allem deswegen, weil Weiser nicht festlegt, auf welche Ebene er sich bezieht.

Interessanterweise setzt sich diese theoretische Unbestimmbarkeit in der Entwicklung des Ubiquitous Computing fort. Wie das folgende Kapitel zeigen wird, firmieren derzeit und seit den neunziger Jahren eine ganze Reihe von Projekten und

Entwicklungen unter dem Namen Ubiquitous Computing, ohne dass eine theoretische Klärung hinsichtlich der Wohldefiniertheit des Ubicomp-Konzeptes und auf Seiten der technischen Entwicklung eine Zäsur stattgefunden hätte, die entwicklungs-technisch ein Vorher des Ubicomp und eine Ubicomp-Phase, die Weiser verkündet, markieren könnte. Vielmehr wird weder die Wohldefinierbarkeit noch die technische Zäsur eingeklagt oder vermisst. Ob etwas Ubicomp ist oder nicht – diese Frage stellt sich in der Praxis gar nicht. Der spannende Befund dieses Einblicks in die »technological challenges« der Ubicomp-Forschung ist weniger, dass sich kein Entscheidungskriterium für Ubicomp fixieren lässt, sondern vielmehr die Beobachtung, dass Weisers Ubicomp-Computer sowohl an bestehende Technologien anknüpfen als auch extrem anschlussfähig für eine Vielzahl verschiedener Forschungsprojekte und -aspekte sind. Auf der Ebene der realen, technischen Entwicklung erweist sich das Ubicomp-Konzept als enorm integrativ und anschlussfähig, was wiederum mit der Offenheit seiner Umsetzung zusammenhängt.

