

7 Weisers Computerkonzept

Thema dieses Kapitels ist die Vorstellung von Computern in den Texten Weisers. Wie werden Computer beim Verkünden eines neuen Leitbilds für die Computerforschung gedacht? Ausgangspunkt dieses Verkündens ist die Einteilung der Computerentwicklung in drei historisch sich ablösenden Formen des »Computing« (Datenverarbeitung): 1. die Ära des Mainframe-Computing, 2. die Ära des Personal Computing und 3. die Ära des Ubiquitous Computing. Die Form des Computings kristallisiert sich jeweils in einer bestimmten Gerätekonstellation mit entsprechenden Nutzungsweisen heraus; diese sind 1. der Großrechner, der von vielen Nutzern nach dem Stapelverfahren genutzt wird, 2. der PC, der von je einem Nutzer gemäß der paradigmatischen Interaktionsform des Personal Computing genutzt wird, sowie 3. viele Computergeräte pro Nutzer mit nicht festgelegten, gewünscht kontextsensitiven Nutzungsoptionen. Weisers Computervorstellung setzt an dieser Dreier-Typologie an. Von Computern spricht er daher nicht nur, wenn es um Ubicomp-Computer geht. Dabei ist rückblickend auf die beiden vorherigen Kapitel festzuhalten, dass sich wie bei Flusser ebenso in Weisers Texten keine Diskussion darüber findet, was Computer sind oder nicht sind. Die Texte führen ihre Computervorstellung nicht explizit ein. Steht bei Flusser seine Gegenwart im Zentrum der Überlegungen, so bildet in Weisers Texten die Zukunft des Ubicomp den Fokus. Von Computer wird gesprochen, indem ein Leitbild für die Computerforschung formuliert wird. Hierdurch ist die Rede von Computer prinzipiell normativ geladen und idealisierend (wie bei Flusser) sowie prospektiv. Diese Vorstellung eines idealen Computers wird nicht zuletzt dadurch unscharf, dass die Referenz, auf welche Sache sich das Ubicomp-Konzept bezieht, changiert zwischen einem starken Artefaktbezug, speziell in den frühen Texten, hin zu einer stärkeren Orientierung an der Interaktion, sprich der Handlungssituation in den späteren Texten, wobei diese wegen der mangelnden Differenzierung der Kommunikati-

onsebenen (zwischen Computern, zwischen Mensch und Computer, zwischen Menschen) unterkomplex gedacht wird.

Der rhetorische Anspruch, dass Ubicomp eine Zäsur in der Computerentwicklung markiere, steht nicht nur im deutlichen Widerspruch zur eigenen Forschungspraxis. Gut zwanzig Jahre nach dem Verkünden des Endes der PC-Ära macht der PC zwar zunehmend einen anachronistischen Eindruck, das Personal Computing jedoch ist weder überwunden noch abgelöst worden. Der Widerspruch zwischen diesen beiden Dimensionen – Anspruch und Praxis – ist verblasst. Hingegen bleibt der Bogen zwischen Prototypen und Wunschvision des Ubiquitous Computing, wie ein Einblick in die gegenwärtige Forschung zum Ubiquitous Computing zeigt, gespannt. Ausgehend von diesem Befund stellt dieses Kapitel rekapitulierend die Computervorstellung des Ubicomp-Leitbildes heraus und versucht dieses unter Einbezug der Rezeption von Weisers Ubicomp zu fixieren.

7.1 UBICOMP ALS LEITBILD

Die Computervorstellung der Texte Weisers generiert sich aus dem Verkünden dieses Leitbildes, das sich aus der Spannung zwischen Prototypen und Wunschvision sowie dem Setzen der vier Attribute und der Veranschaulichung der Prototypen zusammensetzt. Dabei suggerieren die Texte, dass sich die Prototypen in naher Zukunft in Ubicomp-Computer verwandeln lassen, auch wenn keine genauen Kriterien für ihre Verwandlung angegeben werden können. Als ein solches Leitbild für die Computerforschung ist Weisers Ubicomp erfolgreich gewesen. Es hat eine Vielzahl von Projekten inspiriert und sich als Forschungsbereich in Forschung und Lehre etabliert. Einen exklusiven alleinigen Herrschaftsanspruch über die Leitung der Computerforschung im Ganzen hat es zweifelsohne nicht erlangt, auch nicht bezüglich der Frage nach der Zukunft der Computer. Entgegen diesem Anspruch hat es sich als enorm integrativ erwiesen. Und dies nicht nur auf der Ebene der realen Computertechnik, bei der es schon in Weisers Texten selbst fragwürdig war, ob seine Prototypen tatsächlich ein ganz anderer Typ von Computern sind als die Workstations, mit denen seine Prototypen in den Laboren von Xerox Parc zusammenarbeiteten. Ebenso ist die scharfe, ausschließende Abgrenzungsrhetorik zu anderen Leitbildern und Forschungsrichtungen, die sich in Weisers Texten findet, hinfällig geworden. Speziell die Weiserschen Feindbilder des Personal Computing und der Intelligenen Agenten, einem Zweig der KI, bilden derzeit häufig ein Konglomerat neuer Forschungsansätze (Mühlhäuser 2002; Augusto und Nugent 2006b; Ramos, Augusto und Shapiro 2008). So dominiert der Eindruck einer kaum überschaubaren Breite und Diversität der Forschungsprojekte,

die sich direkt und explizit Ubiquitous Computing zuordnen oder bei Bedarf in dessen Nähe stellen lassen. Auf der Ebene der Prototypen hat das Ubicomp-Konzept Weisers vor allem seine Offenheit und Anschlussfähigkeit bewiesen, so dass die Abgrenzungen zu anderen Computerleitbildern, mit denen eine Differenz in der Sache benannt werden sollte, als historisch überholt gelten dürften. Die Leitbild-Rhetorik Weisers hat sich in dem Sinne liquidiert, dass nicht nur Bezeichnungen uneindeutig werden, ob sich z.B. Projekte »Ubiquitous«, »Mobil«, »Soft« oder »Tangible« Computing zuordnen, sondern vielmehr noch die Grenzen in der Sache wegfallen, die Weiser markiert hatte. So verwundert es niemanden, wenn in dem Fachjournal »Personal and Ubiquitous Computing«, dessen Titelkomposition Weisers Leitbild schon zuwiderläuft, die Optimierung mobiler Telefone mit Fotografiefunktion ein Fall für Personal und Ubiquitous Computing ist (Ames, Eckles, Kim und Billinghamurst 2010), oder wenn auf der »Ubicomp 2009« neben den Lokalisierungs- und Kontextanwendungen in der Sektion »Sensing & sustainability« Beiträge die Nachhaltigkeit von Ubiquitous Computing diskutieren, z.B. in Bezug auf den Energieverbrauch einkommensschwacher Haushalte (Dillahunt, Mankoff, Paulos und Fussell 2009). Solcherlei Szenarien, Anwendungsfelder, Förderungsanträge und Prototypen der jüngeren Forschung im Ubiquitous Computing-Bereich sind nicht nur von der Sache her angeschlussfähig an Weisers Projekt, sondern stellen diese Verbindung zumindest zum Teil durch ihre bemerkenswerte Rhetorik der Selbsthistorisierung durch einen Rückbezug auf Weiser selbst her (Mühlhäuser und Gurevych 2008a). Die Forschung hat damit bestätigt, was die Projekte der Xerox-Forscher demonstrieren: eine breite Varietät und Anschlussfähigkeit der Ubicomp-Projekte auf Ebene der Geräte, ihrer Funktionalität und Anwendungsoptionen sowie den konstitutiven Bezug auf die imaginierten, vagen Computer der Zukunft.

Mit einem fachfremden Blick und für den schnellebigen Bereich der Computer Science ist es recht schwierig, verschiedene Rezeptionswellen zu benennen. Ich schlage in einer groben Annäherung dennoch folgende Einteilung vor:

1. Take-Off-Phase (ca. 1988-1997)
2. Verbreitungs-Phase (ca. 1998-2005)
3. Normalisierungs-Phase (ca. ab 2006)

Die Einteilung ist schon deswegen holzschnittartig, weil sie keine länderspezifischen Differenzen berücksichtigt. Sie dient in heuristischer Funktion einzig dazu, folgendes zu veranschaulichen: Da Weiser und Brown noch im Jahr 1997 ihre Vision des Ubicomp ihren Fachkollegen vorstellen und diese in die Vision einführen, scheint es

berechtigt, erst nach Weisers Tod von einer größeren Verbreitung durch die Computerwissenschaften insgesamt zu sprechen. Der »Hype« um Ubiquitous Computing pulsierte um die Jahrhundertwende. Zu dieser Zeit wurde die Vision auch vermehrt in Europa rezipiert. So sprangen nicht nur europäische Konzerne wie Philipps auf diesen Zug auf, auch die Europäische Kommission installierte eine Folgeneinschätzungen zum Ubiquitous Computing in den Tätigkeitsbereich ihrer »Information Society Advisory Group (ISTAG)«.⁷⁷ Seitdem werden neben Ubiquitous Computing die Bezeichnungen »Pervasive Computing« und »Ambient Intelligence« nahezu synonym verwendet (Wright et al. 2006, 7), wobei letztere die europäische Variante benennt. Teilweise versucht man, mit den verschiedenen Bezeichnungen Alleinstellungsmerkmale verschiedener Computing-Richtungen zu markieren oder gar Entwicklungsstufen zu identifizieren (Illari/Mena/Illarramendi 2010), einen Konsens hierzu scheint es jedoch nicht zu geben.

In dieser Phase wurde Weiser interessanterweise als eine Art Messskala verwendet, die angeben kann, wie nahe man der Zukunft des Ubicomp bereits gekommen ist. Weiser, speziell in Form des Artikels »The computer for the 21st century«, fungiert hier als Vergleichsfolie für den Stand der gegenwärtigen Forschung. In diesem Prozess des »Reviewing the Vision« werden durch den Vergleich mit Weisers Ubicomp-Konzept Erfolge und Misserfolge nach dem Muster »Lessons Learned« sichtbar und die eigene Forschung erhält Kontur. Im Jahr 2003 stellt Friedemann Mattern auf diese Weise fest: »Noch aber sind wir nicht im Zeitalter des Ubiquitous Computing angekommen, sondern befinden uns erst in der Ära des ›personal computing‹.« (2003a, 2). Auffälligerweise verbindet sich dieser abgleichende Rückblick zwischen der ei-

77 | Neben der ISTAG hat seit 2005 das Organ »Safeguards in a World of Ambient Intelligence (SWAMI)« im Rahmen des fünften, des sechsten und des derzeit laufenden siebten Forschungsrahmenförderungsprogramms der EU mehrere Berichte zur Einschätzung des Verhältnisses von Technikentwicklung des Ubiquitous Computing und Gesellschaft veröffentlicht. Neben möglichen Schwierigkeiten und Ressentiments stehen hier Fragen des Datenschutzes im Mittelpunkt. Dazu kommen Studien wie die des Unabhängigen Landeszentrums für Datenschutz Schleswig-Holstein (ULD) und dem Institut für Wirtschaftsinformatik der Humboldt-Universität zu Berlin »Technikfolgenabschätzung: Ubiquitäres Computing und Informationelle Selbstbestimmung (TAUCIS)« (Bizer et al. 2005) sowie Positionspapiere von »acatech« (2009), der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften. Zu diesen ministerien- und industriegestützten Folgeneinschätzungen gesellen sich eine Vielzahl an interdisziplinären Forschungsprojekten, die der Frage nachgehen, was die auf uns zukommende Technik des Ubicomp eigentlich für unsere Gesellschaft bedeutet und wie wir mit dieser fortan umgehen können und sollen (Heesen, Hubig, Siemoneit und Wiegerling 2005).

genen, gegenwärtigen Forschung und der Stiftungsvision Weisers mit einem erneuten Blick in die Zukunft, der nach den kommenden Veränderungen Ausschau hält. In der Regel stellt man in diesem rückblickenden Vergleich mit Weiser zwei Dinge fest: a) einige Fortschritte und Verbesserungen, gemessen an den Prototypen Weisers, sowie b) fehlende Fortschritte gemessen an der Wunschvision Weisers, woraus man die Notwendigkeit einer weiteren Verbesserung (weiterer Forschung) der realen, gegenwärtigen Computertechnik folgert. Auf diese Weise wiederholt sich der wertende Vergleich zwischen idealen Computern der Zukunft und den realen der Gegenwart und so setzt sich der Spannungsbogen aus Weisers Leitbild kontinuierlich fort:

»Gut ein Jahrzehnt nach Veröffentlichung des grundlegenden und viel beachteten Artikels von Mark Weiser (Weiser [1999]) nimmt sich das Pervasive Computing Magazine in einem Themenheft ›Reaching for Weiser's Vision‹ dieses Aspektes an (vgl. Satyanarayanan 2002). Die Autoren kommen darin zum Schluss ›many aspects of Mark Weiser's vision of ubiquitous computing appear as futuristic as they did in 1991‹ (Davies und Gellersen 2002) – und dies trotz mannigfaltiger Fortschritte in vielen Bereichen.« (Mattern 2003a, 16)

Solcherlei »Abgleiche« zwischen dem, was vor einigen Jahren visioniert wurde, und dem »State-of-the-Art« der eigenen Gegenwart sind typisch für die Computerforschung – erinnert sei an den oben eingeführten programmatischen Band der ACM »Beyond Calculation. The next fifty years of Computing« (Denning und Metcalfe 1997), in dem Weiser und Brown ihren Ausblick in die Computerzukunft platzieren. Möglicherweise gehört diese Zukunftsschau gar zum genetischen Code der Computerforschung, wie es Claus Pias (2005) nahelegt.

Es scheint mir deswegen angemessen, von dieser zweiten Verbreitungs-Phase eine weitere zu unterscheiden, weil zum einen der »Hype« um Ubiquitous Computing abgeklungen ist, zum anderen weil in den letzten Jahren zentrale Entwicklungsschritte realisiert worden sind, die der Vision eine relativ konkrete Anschauung geben. Ubiquitous Computing ist weniger fluide, weniger imaginär, dafür konkreter geworden. Aus Entwicklerperspektive scheint man entscheidende Schritte weiter gekommen zu sein. So bekunden im Jahr 2010 stellvertretend Seth Holloway und Christine Julien:

»Gone are the days that computers will be used by selected users sitting at a desk with a mouse and keyboard. The next wave of computing, ubiquitous computing, is upon us. With smart phones, tablet computers, and embedded sensors/actuators flourishing, users are already interacting with dozens of computers per day.« (Holloway und Julien 2010, 167)

Diese Entwicklungen betreffen sowohl die konzeptuelle Ebene (s. Kap. 7.3) als auch

vor allem die technische. Weisers Prototypen scheinen mit heutigen Tablet-PCs und Smartphones sowie digitalen Whiteboards marktfähig geworden zu sein. Hinzu kommen RFID-Tags,⁷⁸ die dem Prototypen-Status entschlüpft sind. Am Übergang von der zweiten zur dritten Phase⁷⁹ kam ebenfalls das Schlagwort »Internet der Dinge« (Fleisch 2005) auf, welches sich auf die ubiquitäre Vernetzung der Computersysteme untereinander bezieht. Die Vernetzbarkeit ist engmaschiger geworden. In dieser 3. Phase hat sich die Forschung in dem Sinne normalisiert, wie Entwicklungen schrittweise voran gehen, der Forschungsbereich institutionell etabliert ist und Überschneidungen mit anderen Leitbildern oder Computing-Formen, wie es für die Computerwissenschaften typisch ist, Alltag geworden sind. Selbst die Bezugnahme auf Weisers Vision wird derzeit in den Computerwissenschaften als eine spezifische Forecasting-Technik diskutiert, als »Envisioning« (Reeves 2012).

Während der Widerspruch zwischen Weisers autokratischem Anspruch und der Forschungspraxis hiernach bedeutungslos geworden ist, schreibt sich der Spannungsbogen zwischen den realen, gegenwärtigen Computern (Prototypen) und dem Vorausgriff auf die imaginierten, idealen Computer der Zukunft trotz aller technischen Fortschritte kontinuierlich fort – auch wenn freilich die Zielbestimmung immer wieder neu justiert wird. Holloway und Julien etwa fordern eine stärkere Berücksichtigung des »End-Users« bei der Gestaltung der Computersysteme (Holloway und Julien 2010). Wie Andreas Kaminski und Stefan Winter (2012) richtig beobachten, verläuft die Entwicklung insgesamt inkrementell, und zwar sowohl auf der konzeptuellen Ebene (von der Unsichtbarkeit zur Kontextsensitivität, Nutzerstereotypisierung, Adaptivität der Systeme) als auch der technischen Entwicklungsebene (»Sensorik, Vernetzung, Miniaturisierung«). Es geht bei dem verkündeten Paradigmenwechsel folglich nicht um eine Revolution, einen technischen Durchbruch, wie es die Rede vom Paradigmenwechsel nahe legt, sondern um ein »Mehr«. Im Resultat erweist sich Ubicomp als eine »Steigerungstechnologie«. Dieser schleichende Prozess passt zur Vision: die Entwicklung verläuft beinahe »unmerklich« (Kaminski und Winter 2012, 71). Die Verwandlung von Computern in Ubicomp-Computer – sofern man die Veränderung der Computertechnologie als eine solche Entwicklung beschreiben will – bleibt diskret, fast unspürbar, sie schleicht sich in unseren Alltag ein. Fest steht, was sich in der Forschung zu Ubiquitous Computing gegenüber Weisers Ubicomp nicht

78 | Gemeint ist ein Identifizierungsverfahren auf Basis elektromagnetischer Wellen, RFID = radio-frequency-identification.

79 | Die Jahre 2005 und 2006 wurden willkürlich gewählt, da ich eine begründete Wahl eines Unterscheidungskriteriums gerne den Historikern und Informatikern überlasse.

verändert hat: die technische Variabilität des Forschungsprojektes auf der Ebene der Prototypen und der verheißende Ausblick in die Zukunft als Computerschicksal.

Ohne an dieser Stelle tiefer in die Details der gegenwärtigen Forschungslandschaft einzusteigen, lässt sich festhalten, dass der gemeinsame Nenner einer Vielzahl heterogener Forschungsprojekte ein expliziter und zunehmend auch impliziter Rückbezug auf Weisers Ubicomp ist.⁸⁰ Anders als viele Forschungsgebiete der Computerwissenschaften definiert sich Ubiquitous Computing somit weniger über technische Probleme und deren Lösungen als durch eine Vision der Computerzukunft (Bell und Dourish 2007, 133). Daher bleibt der Rückbezug auf Weiser vermutlich ein konstitutives Moment in der Forschung. Derzeit wird Weisers Leitbild, so meine These, in zwei dominanten Hinsichten gelesen. Die erste dominante Lesart ist diese Fokussierung auf Ubicomp als inspirierende Vision (Kap. 7.2), welche sich im Zweifel auf ganze Alltagswelten (West 2011), ein ›Zusammenleben‹ mit Computern bezieht. Die zweite Lesart schließt an Weisers These des Endes der PC-Ära an (Kap. 7.3) und liest Ubicomp stärker als einen Paradigmenwechsel der HCI.

7.2 UBICOMP ALS VISION DER COMPUTERZUKUNFT

Die gegenwärtige Forschungsagenda ernennt den Chief Technologist von Xerox Parc zum Vater des Ubiquitous Computing und seinen Artikel »The computer for the 21st century« zum Gründungsdokument der Agenda. Ihm wird in Vorträgen auf den genannten internationalen Konferenzen, in Artikeln, Handbüchern und auf eigens zu

80 | In den konventionellen Rückbezügen ist das Xerox-Projekt unter dem Namen Weiser und zumeist in Form des Artikels »The computer for the 21st century« zum Stiftungsmoment einer Vision geworden, die als »visionärer Überschuss« (Blasi 2006b) für gegenwärtige Forschungsprojekte produktiv gemacht wird. In den letzten Jahren lässt sich hier allerdings eine Verschiebung beobachten. Wie Abowd, einer der führenden Ubicomp-Forscher, mit Blick auf seine Community auf der »Ubicomp 2009« feststellt, muss der Name »Weiser« nicht mehr fallen, um die eigene Forschungsarbeit im Ubicomp-Bereich zu verorten. Nach zwei Promotionsgenerationen hat sich Ubiquitous Computing zum eigenständigen Schlagwort verselbständigt, so dass mit dem Bezug auf Ubiquitous Computing zwar eine Assoziation zu Weisers Texten induziert wird, diese sich jedoch nicht weiter konzeptuell oder bezogen auf die Prototypen mit Weisers Vision auseinandersetzen müssen.

diesem Zweck eingestellten Webseiten Tribut gezollt.⁸¹ Dabei erfüllt dieser Rückbezug auf Weiser in erster Linie den Zweck, die eigenen Forschung zu rahmen. Adressiert wird Weisers Ubicomp, stellvertretend für die Forschungsarbeit der Xerox-Kollegen insgesamt, hierbei als Vision. So lässt man sich z.B. zum Design einer Lernumgebung von »the spirit of Weiser's vision« inspirieren:

»We started the work reported on here with the ambition to create inspirational learning environments for design and architecture students in the spirit of Weiser's vision of taking the computer ›out of the box‹ and making computational resources augment a design studio environment ubiquitously.« (Ehn, Binder, Eriksen, Jacucci, Kuuti, Linder et al. 2007, 50)

Als Vision stellt Weisers Ubicomp solche Ansätze in einen größeren Zusammenhang, der einen Zukunftsausblick bietet. Durch diese Zukunftsversprechen lassen sich eigene Projekte begründen:

»Wir bauen hier auf den in früheren Veröffentlichungen (Weiser 1999) beschriebenen Visionen auf, die wir auch verwendet haben, um unser Forschungsprogramm bei BT zu begründen. Damit stehen wir nicht alleine; beispielsweise wurde eine sehr ähnliche Vision (›ambient intelligence‹) dazu benutzt, die Forschungsaktivitäten im Rahmen des sechsten Rahmenprogramms der EU [...] zu motivieren.« (Wright und Steventon 2007, 17-18)

Praktisch scheint Weisers Vision hier eine Art Legitimationsfunktion zu erfüllen. Die Lesart als Vision findet sich darüber hinaus ebenso im Bereich der Technikfolgenabschätzung, etwa im Rahmen des 6. Europäischen Forschungsrahmenprogramms zur Entwicklung der Informationsgesellschaft. So deutet der Bericht über die »Safe-

81 | Neben der von Xerox Parc: <http://www2.parc.com/csl/members/weiser/>, (07.12.2009), findet sich eine Gedenkseite bei der Stanford University: <http://www-sul.stanford.edu/weiser/About.html>, (07.12.2009). Xerox erhält bis heute (07.12.2009) die Homepage von Weiser bei Xerox Parc. Auf der »ubicomp«-Seite, zuletzt 1996 aktualisiert, wird skizzenartig die Idee von Ubicomp vorgestellt, indem gesagt wird, was Ubicomp nicht ist und eine Art Mini-Historie der Forschung von Ubiquitous Computing aufgemacht wird: Von den ersten Produkten bei Xerox (1988-1994) und dem Hinweis, dass Ubicomp dem Forschungsboom von Mobile Computing einen »Kick-off« verlieh, wobei letzteres keineswegs als eine Weiterentwicklung von Ubicomp zu verstehen sei. An gleicher Stelle finden sich Verlinkungen zu Vortragsfolien, Cartoons, Draftversionen einiger Artikel, Presseartikeln, Quicktimemovies zu Ubicomp sowie zwei Hinweise auf weitere Literatur zum Thema. Weisers Selbstdarstellung ist unter folgenden URLs aufbewahrt: <http://sandbox.xerox.com/ubicomp/> und <http://www.ubiq.com/weiser>, (12.05.2009).

guards in a World of Ambient Intelligence« an die Europäische Kommission Weisers Texte als Initialzündung der Vision der Informationsgesellschaft, deren Kern in der allgegenwärtigen Vernetzung von Informationstechnologien liege:

»Weiser used the term ›ubiquitous computing‹ to describe this third wave of computing systems, which marked the initial articulation of a vision of a future information society. What is most significant about Weiser's vision is that while it pre-dated the mass diffusion of the Internet by a few years, it clearly embodies the idea of pervasive networked computers, assuming all kinds of shapes and located in all kinds of unconventional settings.« (Wright et al. 2006, 7)

Dass die einzelnen Projekte, die sich selbst auf Weiser rückbeziehen – seien es Projekte aus der Computerforschung selbst oder aus der Begleitforschung –, häufig unter anderen Namen kursieren, ist dabei fast ebenso typisch wie der Rückbezug selbst, von denen hier unzählige mehr aufgelistet werden könnten. Unabhängig vom Spektrum der Deutungen, woran diese Vision Weisers festgemacht wird (wie z.B. am »Networking«, wie es der SWAMI-Bericht vorschlägt), lässt sich dieses Ubicomp als Vision daraufhin befragen, welche Referenz sie eröffnet. Worauf bezieht sich die Vision des Ubicomp? Die Wirklichkeit bezüglich welches »X« will sie verbessern? Die Antwort, die der gegenwärtige Diskurs liefert, ist, Ubicomp beziehe sich auf die *Interaktion zwischen Nutzern und Computern*. Alternierte Weiser noch zwischen dem Entwerfen neuer Computertypen und der Interaktionsebene, hat sich die heutige Forschung festgelegt. Während sich bei Weiser noch smarte Endgeräte optimal in die Arbeitsabläufe einer Büroumgebung einfügen sollten, zielt man hier auf die Interaktionsformen zwischen Nutzern und smarten Umgebungen ab (s. Kap. 7.3). Mit dem Fokus auf der Interaktionsform lässt sich Weisers Entwurf präzisieren. Einerseits lässt er sich als eine bestimmte Form der HCI deuten (Ubiquitous Computing als Interaktionsparadigma), andererseits als eine Vision, in der weniger die Realtechnik im Mittelpunkt steht, als das Verhältnis zwischen Mensch und Computer. Vom Anspruch her ist diese Vision der Computerzukunft anthropomorph.

Auch wenn Ubiquitous Computing derzeit stärker als eine neues Paradigma der HCI verbucht wird (Friedewald 2008; Pflüger 2004), so zeugt speziell Weisers Analogie unseres Umgangs mit Ubicomp-Computern zu unserem Umgang mit Partner oder Mitbewohner von einer expliziten Nähe zu der prominenten Vision eines partnerschaftlichen Verhältnisses zwischen Mensch und Maschine wie sie Licklider als »einer der Ersten überhaupt« (Rusch 2007, 370) in den Diskurs des Digitalen einführt. Licklider (1960) stellt in dem Artikel »Man-Computer Symbiosis« das Verhältnis zwischen Computer und seinem Nutzer in den Fokus und beschreibt dieses als kooperative Zusammenarbeit, wofür er unglücklich das Bild einer symbiotischen Part-

nerschaft wählt. »Symbiotisch« soll hierbei wohl für eine Reibungslosigkeit des Arbeitsprozesses stehen und weniger wie in der Biologie für das Zusammenleben unterschiedlicher Organismen zum gegenseitigen Nutzen oder ihrer völligen Abhängigkeit voneinander. Die Partnerschaft, die Licklider (1960, 4) vorstellt, ist eine Arbeitsteilung zwischen Nutzer und Computer, bei der der Nutzer die Ziele setzt, der Computer hierfür die Routineaufgaben erledigt. Computer dienen hier als ideale Werkzeuge des Arbeitsalltags in Forschung und Entwicklung und verstärken und verbessern diese Arbeit. Im Vordergrund steht bei Licklider weniger die HCI als die »Dienstleistung« der Computer, die sie für die Menschen erledigen. Weiser schließt hier an. Während Licklider dabei den Computer eindeutig als Artefakt adressiert, changiert bei Weiser das Verhältnis zwischen Nutzer und Ubicomp zwischen dem Umgang mit singulären Computergeräten, Stichwort hier ist in der heutigen Debatte die Schnittstellengestaltung (s. Kap. 7.3), und einem Handeln (Berufsalltag) in einer Ubicomp-Welt, in der Ubicomp den alltäglichen Handlungsräum stellt und strukturiert. Mit Bezug auf letzteren Ausblick interpretiert Ian Hargraves (2007) Weisers Ubicomp als eine Vision darüber, wie wir in Zukunft leben wollen. Die Frage des Technikgebrauchs kippt hier in den Entwurf eines umfassenderen Zukunftsbildes, die Gestaltung von Ein- und Ausgabemedien in die Gestaltung ganzer Handlungskomplexe wie Einkaufen und Wohnen. »Ubicomp began as and remains a vision of the future.« (Hargraves 2007, 3). Das Nadelöhr, durch welches man in die Zukunft blickt, ist das optimierte »Zusammenleben« von Computern und ihren Nutzern, z.B. bezogen auf die Frage, wie wir in unseren Häusern leben möchten:

»The Ubicomp home as a character is not simply what the technology can do, nor is it the freedom it presents to its users. The Ubicomp home as a distinctive character shapes the way that people live in that home; it is in part new ways of living, and it is in part a continuation of domestic activities that have a long tradition. Drawing out Weiser's vision in these terms means more than placing technology into a house, it means understanding what homes currently are and how they might be in the future.« (Hargraves 2007, 9)

Als Vision eines Lebens mit Computern in der Zukunft, als eine bestimmte »Computerwelt«, wird Weiser speziell in solchen Beiträgen gelesen, denen es um die Folgen oder Abschätzung der Implikation einer »Allgegenwärtigen Informationstechnik« geht. Auch wenn sich diese allgegenwärtige Informationstechnik real in konkreten Situationen an bestimmten Orten findet, spricht man doch davon, dass sich in naher Zukunft die ganze Welt und unser Verhältnis zur Welt durch diese Ubiquitarisierung der Computer ändert:

»In diesem Beitrag soll die Vision einer Welt diskutiert werden, in der sich die Informations- und Kommunikationstechnologie vom PC auf dem Schreibtisch emanzipiert und in der physischen Umgebung aufgeht und allgegenwärtig wird. In dieser von Informationstechnologie durchdrungenen Welt sind physische Objekte und Räume mit der digitalen Welt verbunden, und Informationen über die reale Welt können dazu genutzt werden, die Möglichkeiten und Erfahrungen des Menschen zu erweitern und anzureichern. [...] Diese Vision ähnelt damit denjenigen, wie sie von Mark Weiser und anderen [MIT, End, CIT, Amb] beschrieben wurde, obwohl wir hier den Begriff ›intelligente Umgebungen‹ oder ›iSpaces‹ bevorzugen.« (Wright und Steventon 2007, 17-18)

Ob man mit Ubicomp unseren Umgang mit einzelnen Dingen oder den Alltag in einer anders computerisierten Welt anvisiert, konstitutiv bleibt der Bezug auf die Zukunft. Bemerkenswert an dieser Rezeption ist besonders, dass sich der Vorausgriff in die Zukunft stetig fortschreibt. Wie Natascha Adamowsky (2003, 231) beobachtet, versichern uns die Experten nach wie vor das Bevorstehen einer Computerrevolution. In naher Zukunft werden Ubicomp-Computer unsere Welt auf eine bestimmte Weise bevölkern. Dieses Versprechen eines Einbruchs der Ubicomp-Computer in der Zukunft ist von der Sache her eine bemerkenswerte Verkündung, da hierin die Zukunft, von der wir prinzipiell nicht wissen können, wie sie ist, als etwas verkauft wird, das mit Notwendigkeit eine bestimmte Form annehmen muss. Zukunft zeichnet sich gerade dadurch aus, dass wir über sie kein Erfahrungswissen haben können. In den Verheißenungen jedoch wird dieses »Nichtwissbare« zum Schicksal umgedeutet: »Wir wissen nicht, dass diese Maschinen auf uns zukommen. In dieser als Tatsache bereits deklarierten Behauptung steigern sich zwei Motive zum unentrinnbaren Schicksalseffekt: die göttliche Verkündigung und die Gesetze der Natur.« (Adamowsky 2003, 232). Als eine solche Zukunftsvision reiht sich Ubicomp in gewisser Weise in die Tradition solcher Utopien ein, die seit der Renaissance Technik als ein Mittel zur Umsetzung bestimmter Ideale thematisieren (Wiegerling 2008, 16-19). Insbesondere erinnere Ubicomp, so Wiegerling (2011), an die Idee des Alchemisten Giovan Battista della Porta, wie er sie in »Magna naturalis« (1558) und »Phytognomonia« (1583) ausführte, »einer universalen Verbindung aller Dinge, die Idee der Telekommunikation über die Fernwirkung des Magnetismus und nicht zuletzt die Idee einer magischen Aufladung aller Dinge.« (2011, 18). Waren die klassischen Utopien, wie Morus »Utopia« und Campanellas »Sonnenstaat«, noch sozialpolitische Gegenentwürfe, ist eine Technikvision wie die Weisers nicht politisch motiviert, sondern technik-getrieben. Auch wenn sie nicht, wie andere Projekte der Computerwissenschaften, in konkreten technischen Problemen ihren Ausgang nimmt, so entfaltet sich hier doch eine techni-

zistische Perspektive auf die Zukunft. Letztlich geht es um eine ubiquitäre Nützlichkeit aller Dinge, indem diese informatorisch aufgeladen werden.

7.3 UBICOMP ALS INTERAKTIONSPARADIGMA

Weiser gewinnt seinen Vorausgriff in die Zukunft des Ubicomp durch die stark vereinfachende Historisierung der Computerentwicklung in die drei Phasen der Mainframe-Ära, der PC-Ära und der Ubicomp-Ära. In dieser Phasenentwicklung erscheint die nachfolgende Phase jeweils als Überwindung der Vorgängerphase. Damit nimmt Weiser, zumindest was die ersten beiden Phasen angeht, einen Konsens des Diskurses des Digitalen auf, der eine wesentliche Zäsur in der Entwicklung des Personal Computing sieht. Das Personal Computing wird als ein Paradigma verstanden, welches das Computing personalisiert, indem es eine neue Form der Computernutzung etabliert, bei dem nicht mehr viele Nutzer (wie Programmierer oder Studenten) einen zentralen Großrechner eines Rechenzentrums Rechenaufgaben verarbeiten lassen, die sie Tage später abholen können, sondern bei dem jeder Nutzer an einem eigenen PC arbeitet. Wo sich im Rechenzentrum auf den Schreibtischen des bedienungsbefugten Personals (den »Operatoren« der Großrechner) die Rechenaufgaben der vielen Nutzer stapelten, verabschiedet die Verkleinerung und Verbilligung der Computer nicht nur die langen Wartezeiten auf die Lösung seiner Rechenaufgaben, sondern führt vor allem das Prinzip der direkten und interaktiven Manipulation ein. Diese direkte und interaktive Interaktion wird durch die drei Ein- und Ausgabemöglichkeiten von Tastatur, Maus und grafischer Benutzeroberfläche paradigmatisch, womit ein PC seine typische Gestalt gewinnt: Tower, Monitor, Tastatur, Maus plus optionaler Peripherie. Bei dieser Gestalt, die ihre Form auch in Laptops und Notebooks wiederfindet, folgt die Funktionsweise der Hardwarekomponente wie bei den Großrechner im Wesentlichen der Von-Neumann-Architektur (Neumann 1992). Dieses Leitbild des interaktiven PCs hatte sich innerhalb der industriellen wie akademischen Forschung bereits vor dem kommerziellen Erfolg der Heimcomputer⁸² in den achtziger Jahren

82 | Zu den Erfolgsmodellen zählen der 1977 erste industriell hergestellten PC »Apple II« von Apple, der erste IBM PC von 1981, Apples Macintosh-Serie ab 1984 sowie Commodore 64, Amiga und Atari. Wie sich das Prinzip des Personal Computing über die sechziger, siebziger und achtziger Jahre hinweg entwickelte, lässt sich hier nachlesen: Friedewald 1999; Goldberg 1988; Press 1999; Siegert 2008.

verfestigt (Friedewald 2007), wobei interessanterweise Forscher des Xerox Parc vor Weisers Zeit maßgeblich beteiligt waren.⁸³

1. Ubicomp als Anti-PC und Anti-VR

Inmitten der an diese Entwicklungen anschließenden Kommerzialisierung des PCs und der Etablierung der Vernetzung von Rechenleistung propagiert Weiser seinen radikalen Wechsel der Forschungsausrichtung innerhalb seiner Community. Aus heutiger Sicht lag er mit seiner These vom Ende des Personal Computing nicht nur nicht richtig, sondern stellte sich mit ihr sowohl gegen den Trend der Kommerzialisierung als auch gegen den Trend in Forschung und Politik im Bereich der Computertechnologie (Gore 1994; Bangemann 1995). Als wäre dies allein nicht schon bemerkenswert genug, bricht das Ubicomp-Projekt darüber hinaus – zumindest vom rhetorischen Anspruch her – mit der Tradition des eigenen Forschungsinstituts (Friedewald 1999), das maßgebliche Entwicklungen bis hin zur paradigmatischen Schließung des Personal Computing beisteuerte (Pflüger 2008). Weisers These vom Ende der PC-Ära könnte man daher auch als Kampfansage gegen Apple, Atari und andere aufblühenden Un-

83 | In den siebziger Jahren begannen die Xerox-Forscher unter der Leitung Robert Taylors und Alan C. Kays an dem »Alto«, der heute als der Prototyp des PCs gilt zu basteln. Dabei entwickelten die Forscher nicht nur den Prototyp des PCs, sondern den Prototyp des »Personal Distributed Computing«, also der Vernetzung von Computern zu einem lokalen Netzwerk. Bei diesem Proto-Geschehen wurden eine Vielzahl von Altos per Ethernet lokal miteinander vernetzt. Sie teilten sich den ersten Laserdrucker der Computerwelt und waren individuell per Tastatur und Maus bedienbar und konnten zu allem Überfluss auf ihren Monitoren das Krümelmonster der Sesamstraße erscheinen lassen (die erste auf einem Monitor darstellbare Grafik der Computergeschichte, vgl. hierzu Goldberg 1988; Pier 1983; Press 1993; Thacker 1986). Als Weiser 1988 zu Xerox Parc kommt, hatte sich die Forschung personell umgestellt. Eine Vielzahl der Mitwirkenden aus der Phase der Entwicklung von Prototypen des Personal Computing hatte Mitte der achtziger Jahre das Unternehmen verlassen, da – so die These Douglas K. Smiths und Robert C. Alexanders – Xerox an der Kommerzialisierung des PCs nicht ausreichend interessiert war (Smith und Alexander 1988). Von der massenhaften Verbreitung der PCs und der Kommerzialisierung des Internet außerhalb von Militär und Universitäten (Siebert 2008, 81-188) profitieren andere Unternehmen. Taylor gründet sein eigenes Forschungsinstitut, Kay wechselt zu Atari, später zu Apple. Im Jahr 1990 wird John Seely Brown Direktor von Xerox Parc, der Weiser zum Leiter des CSLs ernannt. Brown kam selbst bereits 1984 zu Xerox Parc, gründete dort die Forschungsgruppe zur KI, war von 1992 - 2002 Chief Scientist der Xerox Corporation und von 1990 bis 2000 Director des Xerox Parc. Zu den Verflechtungen rund um die Entwicklung bei Xerox Parc siehe auch die Oral-History Studie Michael Hiltziks (1999).

ternehmen der Heimcomputer- und Internetindustrie – und damit gegen ehemalige Xerox-Forscher, verstehen. Weiser attackiert diesen Trend:

»Silicon-based information technology [...] is far from having become a part of the environment. More than 50 million personal computers have been sold, and nonetheless the computer remains largely in a world of its own. It is approachable only through complex jargon that has nothing to do with the tasks for which people use computers.« (Weiser 1999, 3)

Ubicomp soll anders als die Computer seiner Zeit sein, die eine Kapselwelt für sich bilden. Damit richtet er sich insbesondere gegen das Prinzip des Personal Computing und das Eintauchen in virtuelle Welten über Monitore kistenartiger PCs auf Büroschreibtischen. Im Gegensatz zum Ubicomp-Computer gibt es eine definierte Vorstellung vom PC.⁸⁴ Diese Vorstellung bestimmt sowohl Gestalt, Funktion und Anwendungen der PCs als auch ihre Bedienmöglichkeiten, wohingegen Ubicomp sich weder durch Gestalt, Funktion, Anwendung noch Bedienmöglichkeiten definieren lässt. Die Abgrenzungen speziell gegenüber dem Personal Computing scheinen daher weniger inhaltlich als einer Neuausrichtung des Forschungsinstituts geschuldet zu sein. Auch wenn die These vom Ende der Ära des PCs angesichts des beginnenden kommerziellen Erfolgs unzeitgemäß erscheint, war Weiser dennoch kein Außenseiter mit seiner Kritik am Personal Computing. Versteht man Weisers Kritik am Personal Computing in erster Linie als eine Kritik an den Prinzipien des Gebrauchs von PCs, also an der Interaktionsform des Personal Computing, dann liegt Weiser im Gegenteil im Trend einer avantgardistischen Gegenbewegung zum kommerziellen Mainstream. Diese Lesart von Weisers Konzept zielt auf eine Ebene des Computings ab, nicht die Gestaltung der Computer, sondern die der Schnittstellen steht zur Debatte.

Friedewald liest Weisers Ubicomp als eine durch sozialwissenschaftliche und anthropologische Kritik inspirierte Suche nach neuen Interaktionsformen für den Umgang mit Computern (Friedewald et al. 2010, 33-38). Die »Schwächen« der Interaktionsform des PCs, gegen die sich Weiser nach Friedewald richtet, seien »die Komple-

84 | Entsprechendes gilt für die Interaktionsebene. Während die Interaktion des Personal Computings paradigmatisch bestimmt ist, war die Interaktion mit Ubicomp, jedenfalls in den neunziger Jahren, noch unbestimmt. Es ist außerdem bezeichnend für das Personal Computing, dass hier die Interaktionsform eindeutig an einen bestimmten Typ von Endgerät gebunden ist. Dies ist beim Ubicomp schon deswegen anders, weil man es hier ja konzeptuell mit einer prinzipiell offenen Mengen an Endgeräten und Gerätetypen zu tun hat. Interaktionsstandards müssen hier folglich für diverse Endgerätetypen und damit auch für möglicherweise verschiedenen Schnittstellenoptionen berücksichtigen.

xität und nur scheinbare Intuitivität der Bedienung sowie die hohen Anforderungen an die Aufmerksamkeit, die den Nutzer von seiner Umgebung isoliert.« (Friedewald 2008, 259). Damit zielt Weisers Kritik auf das Paradigma der Interaktionsform des PCs ab, speziell auf die Interaktion mit der grafischen Benutzeroberfläche, die uns in eine computerspezifische Welt entführt. Paradigmatisch basiert der Umgang mit der grafischen Benutzeroberfläche auf vier Komponenten: Fenster, Icons, Menüs und Zeigegerät, wofür auch die Bezeichnung »WIMP« steht (Windows, Icons, Menues, Pointing Device). Geprägt wird der Umgang mit diesen vier Komponenten durch die Metapher des Desktops/Schreibtisches, die vor allem dazu dienen soll, unerfahrenen Nutzern die Scheu vor dem Umgang mit Computern dadurch zu nehmen, dass mit dieser Metapher eine Analogie zwischen der gewohnten physischen Schreibtischumgebung und der grafischen Benutzerschnittstelle gezogen wird. Die Vorgänge im Computer sollten auf diese Weise gleichzeitig »verborgen und vorstellbar« werden:

»Die Bürowelt mit Dokumenten, Ordnern, Aktenschranken, Postein- und ausgangskörben, einem Papierkorb und sonstigen (Schreib-)Werkzeugen bot sich an, da hier auch die Kunden für die ersten kommerziellen Systeme Xerox Star und Apple Lisa gesucht wurden« (Müller-Prove 2008, 180)

Die Desktop-Metapher im Verbund mit WIMP hat eine Reihe von Konvention geformt, z.B. bezüglich der Mausinteraktion, der Menüstrukturen, der Applikationsmodelle und der Dateistrukturen, die sich, wie man heutzutage meint, seit ihrer Einführung in den achtziger Jahren im Kern nicht geändert haben (Müller-Prove 2008). Durch diese »Aneignungszumutungen« (Wehner und Rammert 1990, 229) wird die Computertechnologie für viele Nutzer unattraktiv, so die Warnung. Die Entwicklungen, die Weiser (1994) in seinem Artikel »The World is not a Desktop« attackiert, lassen sich auch als Vorschläge verstehen, wie man die Einschränkungen des Personal Computing, die Interaktion betreffend, überwinden kann. Angesagt waren zu dieser Zeit vor allem das Konzept der »intelligent agents«/intelligenten Agenten und des »voice inputs«/Spracherkennung. Beiden Leitbildern wirft Weiser eine unnötige Anthropomorphisierung vor: »Why should a computer be anything like a human being? Are airplanes like birds, typewriters like pens« (Weiser 1994, 8). Hiermit bezieht Weiser nicht nur eine selbstwidersprüchliche Position zu seiner Vorstellung einer partnerschaftlichen Beziehung zwischen Nutzer und Computer; der Vorwurf, den er damit verbindet, ist außerdem unhaltbar. Nach Weiser sei das Vorbild intelligenter Agenten ein perfekter Butler – eine Form der »lauten« Dienstleistung. Beide Leitbilder, so Weisers Kritik, stellen Computer ins Zentrum der Aufmerksamkeit des Nutzers, an-

statt sie im Hintergrund der Aufmerksamkeit verschwinden zu lassen: »the problem is that they are all in the domain of the conscious interaction.« (Weiser 1994, 8). Dass gerade der perfekte Butler auf eine laute, aufdringliche Weise seiner Tätigkeit nachgehe, scheint ein der Polemik geopfelter Irrtum zu sein. Weiser operiert hier nicht nur mit fragwürdigen Zuschreibungen, seine schiefe Kritik zeigt vielmehr erneut, dass seine Modellierung von »lauter« und »stiller« Technik als eine »entweder-oder Eigenschaft«, die einem Artefakt oder einem System zukommt, nicht haltbar ist. Ob Butler oder Computertechnik auf laute oder stille Weise wirken, ist zutiefst von der Situation und beiden Seiten der Interaktion abhängig; es beschreibt sozusagen die Dienstleistungsrelation der Butler/Computertechnik zum Hausherrn/Nutzer. Still und laut sind daher relationale Charakteristika. Einseitig und abstrakt kritisiert Weiser ebenso das Konzept der VR:

»The idea, as near as I can tell, is that by moving to full-body sensing and interaction we'll solve the user interface problem by maximally utilizing all of our body's input and output channels. [...] But is it really true that the problem with current user interfaces is that we don't have enough of them. Is it a quantity problem – a little user interface is good, more is better? VR, by taking the gluttonous approach to user interface design, continues to put the interface at the center of attention, leaving the real world behind.« (Weiser 1994, 8)

Weiser wendet sich mit dieser Kritik gegen eine bestimmte, und zwar extreme Form der VR, die am besten durch das Bild des Eintauchens in eine andere Welt, wie beim Tauchen in den Weiten eines Ozeans, beschrieben ist. Taucht man in die virtuelle Welt gar mittels Datenhandschuhen, Helmen oder ganzen Datenanzügen, ist man zweifelsohne in gewisser Hinsicht abgeschottet von der Erdoberfläche. Weisers Kritik trifft insofern einen korrekten Punkt, wenn VR tatsächlich mit einem solchen Eintauchen verbunden ist. Gegenwärtig scheint mir das Konzept der VR weitläufiger zu sein, d.h., es gibt keine eindeutige Bestimmung des Konzepts. Eine Möglichkeit, die Varianten der VR-Bedeutung zu systematisieren, ist eine einfache Polarisierung zwischen zwei extremen Varianten. Der eine Pol ist die Vorstellung des Eintauchens in eine virtuelle Welt bei nahezu völliger Abkopplung von der realen Welt. Der andere Pol ist ein (beschränktes) Verständnis, das VR bereits da anfangen lässt, wo visuelle Displays im Spiel sind (Robben 2006, 274-278). Mit diesem Verständnis hätte man es also bereits bei einer digitalen Uhrenanzeige mit einem »Häppchen« VR zu tun. In diese Polarisierung könnte man neben der visuellen Display-Variante das Internet eintragen, wohl näher an dem Pol des Eintauchens in virtuelle Welten als bei Com-

puterspielen.⁸⁵ Im Zwischenbereich dieser Pole jedenfalls liegt ein Verständnis des virtuellen Raums als eines besonderen Handlungs- und Erfahrungsraums (Krämer 1998). Jedenfalls wird Weisers Kritik an VR dann hinfällig, wenn man unter VR auch etwas anderes versteht als das Bild des Eintauchens in eine andere Welt. Sollte man diese Kritik Weisers sachlich auffassen können, müsste er zunächst ein Angebot setzen, wo VR konzeptuell anfängt und wo sie aufhört. Im Missverhältnis zu Weisers scharfer Abgrenzungsrhetorik gegenüber den konkurrierenden Leitbildern der Computerforschung steht die fehlende Abgrenzung in der Sache. Einzig in numerischer Hinsicht ist diese Abgrenzung eindeutig. Jeder Nutzer soll mehrere Computer verwenden, die ebenso von mehreren Nutzern verwendet werden können. Worin sich darüber hinaus Ubicomp-Computer von PCs mit ihren Zugängen zum Internet unterscheiden sollen, bleibt sachlich undefiniert. Real unterscheiden sich Weisers Prototypen von der technischen Architektur her nicht wesentlich von derjenigen der PCs. Die Prototypen bestehen im Kern aus Speicher und Prozessor, sind per Maus, Tastatur (Tasten) und elektronischen Stiften bedienbar, geben Informationen hauptsächlich über Displays oder angeschlossene Drucker aus und sind vernetzungsfähig. Eine sichtbare Abweichung stellt die Erforschung anderer Ein- und Ausgabeformen dar, etwa mittels elektronischer Kreide oder Gesten wie es Weisers Kollegen erforschten (Baudel und Beaudouin-Lafon 1993). Auch in dieser Hinsicht bleibt Weisers Konzept aufgrund fehlender Differenzierung abstrakt. Insofern Weiser das Ubiquitous Computing als von den Eigenschaften der Computer determiniert denkt, liefert er gerade keinen Beitrag zur Schnittstellengestaltung. Ob Computer wie Butler sein sollen oder nicht, müsste genauer in einem modalen Modell der Schnittstellengestaltung gefasst werden. Nicht wie ein Computer ist, steht zur Diskussion, sondern a) welche Möglichkeiten der Interaktion er seinen Nutzern bietet und b) welche (höherstufigen) Möglichkeiten der Kontrolle und Steuerung dieser Interaktionsmöglichkeiten er bietet. In dieser Hinsicht ist die Anthropomorphisierung der Computertechnik (durch die Diskussion entlang von Metaphern wie der vom Butler usw.) hinderlich, indem sie den Blick auf die Dinglichkeit der Computertechnik versperrt und von der sachlichen Frage einer Schnittstellengestaltung ablenkt. Ein Computer ist eben keine Person, auf deren Seinsweise wir uns einstellen können, sondern ein Ding, welches bestimmte Möglichkeitsräume aufspannt und zugleich eine Widerständigkeit bietet, die wir darin erfahren können, dass es Mittel-Zweck-Verknüpfungen nur auf eine bestimmte Weise disponibel macht oder wenn es sich dem intendierten Gebrauch entzieht. We-

85 | So unterscheidet z.B. der Computerspieldesigner Richard Bartle (2003) verschiedene Level der Immersion – des Einbezogenseins in ein Computerspiel.

sers undifferenzierte, in der Tendenz Technik auf Sachsysteme reduzierende Sicht verstellt daher gerade den Blick auf das Ding namens Computer.

2. Ubicomp als Überwindung des Personal Computing

Die Rezeption, speziell die technikhistorische, legt den Objektbezug Ubiquitous Computing auf die Gestaltung von Schnittstellen fest. Hintergrund dieser Einschätzung ist eine Geschichte der HCI, wie sie beispielsweise Hellige (2008) berichtet. Er beschreibt diese Geschichte als Suche nach dem »finalen interface«, das einen natürlichen Umgang mit Computern gewährt. Zu Beginn der neunziger Jahre überschlugen sich die Hoffnungen der HCI-Forschung, eine solche Interaktionsform gefunden zu haben. Emphatisch sah man in dem Eintauchen per Datenanzug etc. in virtuelle Welten, z.B. in sogenannte Caves, die Chance, die begrenzten Interaktionsformen des Personal Computing zu überwinden. Man wollte die Interaktionsform der grafischen Benutzeroberfläche durch »natürliche Schnittstellen« ablösen. Für »natürlich« befand man zu dieser Zeit speziell die »full-body«-Schnittstellen und die Spracherkennung, die Weiser attackiert. Weisers Verständnis der VR scheint diesem Trend geschuldet zu sein. Da insbesondere Datenhandschuh und -anzug weder alltagstauglich noch preislich konkurrenzfähig waren, scheiterte diese Vorstellung der natürlichen Interaktion, in der der Nutzer mit allen Sinnen und auf natürliche Weise (Sprache, Gesten) mit der VR verbunden war. Nach Helliges Einschätzung entstand in den neunziger Jahren als Reaktion auf diese Enttäuschung eine Reihe von neuen Interaktionsvisionen, denen das Motto »Back to Reality« gemeinsam war. »Allen Gegenkonzepten zu VR war gemeinsam, dass sie den User nicht mehr in eine vollkommen künstliche Computer-generierte Umgebung versetzen, sondern ihn ›in der Welt‹ belassen und die Arbeits- bzw. Alltagsobjekte lediglich mit Rechenkapazität anreichern wollen.« (Hellige 2008, 65). Zu solchen Alternativkonzepten zählt Hellige neben der »Augmented Reality (AR)«, der »Mixed Reality«, den »Tangible Interfaces (TUI)« und dem »wearable Computing« auch Weisers Ubiquitous Computing.

Nach Hellige zeichnet sich Weisers Interaktionsparadigma gegenüber den anderen dadurch aus, dass es eine neue Qualität in das Mensch-Computer-Verhältnis bringt. Friedewalds Beitrag zum Ubiquitous Computing als einem neuen Interaktionsprinzip schließt hier an (Friedewald 2008, 259). Während die Interaktionsformen des PCs gerade Aufmerksamkeit von ihren Nutzern erzwingen, würde Ubiquitous Computing dies durch eine Einbettung der Computer in den Hintergrund umgehen wollen: »Zunächst wörtlich als die physische Einbettung der Computertechnik in Werkzeuge, Gegenstände und die Umwelt. Im weiteren Sinne muss diese Einbettung so realisiert werden, dass das Computersystem, die Anwendung oder der Dienst sich nicht mehr mit den anderen menschlichen Aktivitäten überlagert.« (Friedewald

2008, 264). In dieser Zuordnung von Weisers Ubicomp in die Geschichte der Interaktionsparadigmen wird Weisers Kritik, dass Computer zu sehr im Zentrum der Aufmerksamkeit ihrer Nutzer stehen, auf die Frage der Schnittstellengestaltung festgelegt. Ebenso wird Weisers Formel vom Unsichtbarwerden der Computer auf eine Frage der Schnittstellengestaltung festgelegt. Diese Interpretation von Weisers Ubicomp ist sicherlich nicht falsch, betont sei jedoch, dass sie die Vagheit von Weisers idealen Computern, speziell die der Attribute invisible/unsichtbar und calm/still, auf die Schnittstellengestaltung festlegt und damit dieser Attribuierung ein eindeutiges Bezugsobjekt zuweist: die Benutzerschnittstellen der Computergeräte. Anschließend an diese Festlegung kann man dann das Besondere des Ubiquitous Computing benennen: Es verschiebt das Paradigma der direkten, interaktiven Computermanipulation hin zu »proaktiven Interfaces«, wie Hellige es beschreibt: »Jetzt soll ein Netz lernernder Automaten im Hintergrund den User wieder von der lästigen Interaktionsarbeit befreien.« (Hellige 2008, 67). Infolgedessen habe man es beim Ubiquitous Computing nicht mit Computern als Werkzeuge oder als Medien zu tun: »Die Computer verlieren damit ihren Werkzeug- und Mediencharakter, sie werden in der Peripherie der Alltagsdinge verborgen und treten nur bei ›Bedarf‹ in Erscheinung.« (Hellige 2008, 72). Man habe es daher beim Ubiquitous Computing eindeutig mit einer Infrastruktur-Technik zu tun, meint auch Friedewald (2008). Die derzeitige Forschung zeichnet in dieser Hinsicht, trotz einer enormen Ausweitung der Forschungsprojekte in der Sache und einer pluralen Namensgebung, ein klareres Bild des Ubiquitous Computing als es Weisers Texte liefern, in denen der Objektbezug des Ubicomp-Konzeptes durch die fehlende systematische Unterscheidung von Computern und Computing diffus bleibt.

Während Technikhistoriker wie Hellige und Friedewald Ubiquitous Computing explizit als ein neues Interaktionsparadigma adressieren, sprechen andere Autoren nicht explizit von einem neuen Paradigma oder Interaktionskonzept, bestätigen aber das Besondere der Interaktionsform beim Ubiquitous Computing (Dix et al. 2004; Streitz, Kameas und Mavronmati 2007; Encarnação, Brunetti und Jähne 2008; Hubig 2008b; Mühlhäuser und Gurevych 2008a; Rügge 2008). Die wichtigsten Merkmale dieser neuen Interaktionsform sieht man neben der Erweiterung von Ein- und Ausgabemöglichkeiten des Personal Computing, z.B. natürliche Sprache, Gesten (Encarnação et al. 2008; Schnelle 2008) Touchpads und Ähnlichem, in der sogenannten »implizite[n] Delegation« (Rügge 2008, 209). Diese implizite Delegation wird von Seiten der Begleitforschung, insbesondere von Hubig (2003), mit einem subjektiven Verschwinden der Schnittstellen in Verbindung gebracht (hierzu in Kürze mehr). Ubiquitous Computing ist dabei eine Form der Datenverarbeitung, bei der der Nutzer mit einem Computersystem interagiert, das in eine Umgebung eingelassen ist, so dass diese Umgebungen informatisiert oder smartisiert sind. In diesem Sinne verweisen die

Bezeichnungen »Ubiquitous Computing«, »Ambient Intelligence« oder »smart environments« auf dieselbe Sachlage, nämlich eine Durchdringung alltäglicher Umgebung mit Computertechnologie, die für den Nutzer eine »stärkere Vorstrukturierung des Handlungsräums« und »Erfahrungsraums« (Friedewald 2008, 276) darstellt. Eine solche intelligente Umgebung kann prinzipiell an jedem Ort entstehen bzw. vorhanden sein. Geläufige Forschungsobjekte und Beispiele sind etwa Wohnräume, Büros und Supermärkte (Bizer et al. 2005). Im Jahr 2000 definiert eine Forschergruppe von Microsoft eine solche intelligente Umgebung folgendermaßen:

»An intelligent environment is a space that contains myriad devices that work together to provide users access to information and services. These devices may be stationary, as with acoustic speakers or ceiling lights, or they may be mobile, as with laptop computers or mobile telephones. While the traditional notion of a PC is a part of this vision, a broader goal is to allow typical PC-focused activities to move off of a fixed desktop and into the environment as a whole.« (Brumitt, Meyers, Krumm, Kern und Schafer 2000, 12)

Schon bald, so die Aussichten, sind wir allerorts mit »smart environments« konfrontiert, daheim, unterwegs und im Büro, denn solche intelligenten Umgebungen können prinzipiell an jedem Ort entstehen, bzw. bereits vorhanden sein:

»Ein Trend der Informations- und Kommunikationstechnologie ist ihre zunehmende Integration in alltägliche Gebrauchsgegenstände, so dass diese zu mobilen und multimedialen Endgeräten werden. Erhalten diese autonomen, eingebetteten Systeme die Möglichkeit, sich zu vernetzen, ihre Umgebung über eine reiche Sensorik wahrzunehmen und über verschiedenste Aktuatoren auf sie zu reagieren, entsteht eine Umgebungsintelligenz, die Ambient Intelligence.« (Encarnaçao et al. 2008, 281)

In der Lesart von Weisers Ubicomp als eine neue (spezifische) Interaktionsform konkretisieren sich auf diese Weise die Attribute von Weisers Wunschvision. Ubiquitous/ubiquitär und seamless/nahtlos werden Computer hier, indem sie im Verbund solche intelligenten Umgebungen bilden. Invisible/unsichtbar werden hierbei die Schnittstellen zwischen diesen intelligenten Umgebungen und ihren Nutzern (calm/still hat sich als Attribut nicht durchgesetzt). Die Forschung nimmt so in gewisser Weise den Trend in Weisers späteren Texten auf, sich mehr auf Interaktion zwischen Nutzer und Computer zu konzentrieren (d.h. auf das Computing und nicht auf die Artefakte). Ubiquitous/ubiquitär sind die Computer in zweierlei Hinsicht: bei realen intelligenten Umgebungen können sie prinzipiell an jedem Ort vorhanden sein und nehmen in dem Sinne, dass in einer solchen intelligenten Umgebung

Computer nicht nur einen spezifischen Platz (wie die PCs auf dem Schreibtisch) einnehmen, sondern den Nutzer umgeben wie die Umgebung selbst. Auf zwei Weisen ist die Computertechnologie hierbei in die Umgebung integriert: zum einen durch die Verschmelzung von Computern mit Alltagsgegenständen, zum anderen durch ihre Kontextsensitivität, wie sie mittels Sensorik und Aktuatorik erreicht werden soll. Das Technische in Form von Sensoren und Aktuatoren spielt sich dann im Hintergrund ab.⁸⁶

Die Integration von Computern auf Geräteebene, bei Weiser eher eine Nebensache, ist inzwischen ein eigenständiges Forschungsfeld, z.B. als »Wearable Computing« (Rügge 2008), geworden. Hier dreht sich alles um die Integration von Computern, häufig in Form von RFID-Sensoren, in Kleidung. Aber nicht nur in oder an Kleidung werden Computer integriert, sondern alle erdenklichen Produkte können zu logistischen Zwecken mit RFID-Transpondern versehen werden, um jederzeit und allerorts eine Identifikation (wo kommen sie her, wo sollen sie hin?) und eine Lokalisierung der Produkte zu ermöglichen (Fleisch 2005). Auf diese Weise können verlegte Dinge, auch für den privaten Nutzer ein Vorteil, ganz einfach wieder gefunden werden (Borriello, Brunette, Hall, Hartung und Tangney 2004). Neben dem Warenstrom ist der Wohnbereich ein prominentes Anwendungsfeld der Geräteintegration. Computer können in alle möglichen Haushaltsgeräte und Möbel integriert werden, wie in Öfen, Fernseher, Kühlschränke, Spülbecken, Badewannenabflüsse, Klima- und Klimagelanlagen, Telefone, Notrufoptionen, Heizsysteme oder Betten (Augusto und Nugent 2006a). Die Liste der Gegenstände, die Computern eine neues Zuhause bieten können, scheint endlos erweiterbar. Einer Allgegenwart der intelligenten Umgebungen, in denen Computertechnik auf diese Weise nahtlos integriert ist, steht – so die Aussichten – bald nichts mehr im Wege.

Während sich die Attribute Weisers, die in meiner Lesart auf die Infrastruktur von Computertechnik zielen, in diesen prototypischen smart environments konkretisieren, findet die Formel des »invisible tools« in den neuartigen Schnittstellen zwischen einem Nutzer und den smart environments eine konkrete Form. Die Interaktion beim Ubiquitous Computing (oder in verwandten Formen wie dem Wearable Computing) bauen auf den etablierten Umgangsformen mit PCs auf. Diese werden erweitert, indem die Interaktion mobil und multimedial wird, d.h. verschiedene Sinneskanäle des

86 | Je nach Systematisierung haben smart Environments oder Ambient Intelligence verschiedene Schwerpunkte, oft mehrere gleichberechtigte. Zum Beispiel spielt KI, zumindest bei einigen Forschern, eine entscheidende Rolle (Ramos et al. 2008).

Nutzers anspricht, und indem Nutzer sowohl explizit als auch implizit mit ihren Computern ›interagieren‹ können. Beides unterscheidet Ingrid Rügge wie folgt:

»Eine bewusste Eingabe erfolgt durch eine zielgerichtete Handlung der BenutzerIn mit dem Ziel der Interaktion zwischen Mensch und Computer und durch die Nutzung des Computers als Primärartefakt. Die implizite Eingabe besteht in der weitgehend automatischen sensorischen Erfassung und Auswertung von Messwerten durch das Computersystem, die durch das Verhalten der NutzerIn ausgelöst und vom Computer als Eingabe interpretiert werden[...]« (Rügge 2008, 208)

Bei der impliziten Interaktion, wie sie Schmidt (2000) einführt, delegiert der Nutzer demnach nicht explizit eine Aufgabe an das Computersystem. Drücken wir einen Lichtschalter in der Absicht, Licht einzuschalten, so ist diese Handlung in diesem Sinne eine explizite Delegation. Wird es beim Betreten eines Raumes per Lichtschranke automatisch hell, so liegt eine implizite Delegation vor. Rügge betont, dass bei der impliziten Delegation der Computer im Gegenteil zur expliziten nicht als Primärartefakt genutzt wird, sondern der Nutzer auf seine eigentliche Aufgabe bezogen bleiben kann. So sei das Angehen des Lichts, ausgelöst durch den Bewegungsmelder, beim Eintreten in seine Garage, in der man an seinem Auto herumbasteln möchte, beiläufig.⁸⁷ Beiläufigkeit ist allerdings nicht an eine implizite Delegation gebunden, sondern kann auch bei expliziter Delegation zustande kommen.

Da intelligente Umgebungen auf diese Weise Reaktionen hervorbringen (Reaktionen auf implizite Delegationen), die dem ›Nutzer‹ wie Aktionen vorkommen (weil er nicht zuvor explizit einen Befehl an die intelligente Umgebung gegeben hat), spricht man davon, dass der Nutzer einer solchen Umgebung mit einem »quasi sozialen Gegenüber« konfrontiert ist. Die intelligente Umgebung wird zum »Akteur« (Friedewald 2008, 273).⁸⁸ Wie man sich den Umgang mit diesen intelligenten Umgebun-

87 | Ob das Anknipsen des Lichts per Schalterbedienung nicht ebenso beiläufig geschehen kann, bleibt damit unbeantwortet. Andersherum ist die automatische Beleuchtung überhaupt nicht mehr beiläufig, wenn sie beispielsweise auf Zeit geschaltet ist, und man beim Überschreiten dieser Zeiteinheit in einer Restauranttoilette plötzlich das Toilettenpapier im Dunkeln suchen muss (die Bewegungsmelder befinden sich genau dann kurioserweise auf einer anderen Raumachse).

88 | Dadurch induzieren intelligente Umgebungen eine eigene Form von Öffentlichkeit, die ein bestimmtes soziales Verhalten präfiguriert. Wie man sich dieses Interagieren vorzustellen hat, führen z.B. die Szenarien der ISTAG aus (Ducatel, Bogdanowicz, Scapolo, Leijten und Burgelman 2001).

gen bzw. das Agieren der Umgebungen vorzustellen hat, verraten uns nach wie vor Szenarien, die sich um die jüngsten Prototypen der Forschung aufstellen, wie um den »lifestyle assistant« oder den verschiedenen »mobilen Lösungen« des Wearable Computing:

»Als ein Beispiel sei hier der Wartungsbereich herangezogen: [...] Für die Wartung von Gebrauchsgegenständen (z.B. Drucker) oder der Gebäudetechnik (Vernetzung), zur Visualisierung verborgener architektonischer Strukturen in Gebäuden, zur Inspektion von Fahrzeugen, Flugzeugen, Industriekränen, Schiffen und Postsortieranlagen, zur Instandhaltung von Wohnhäusern sowie für die Inspektion in Produktion und Montage, z.B. beim (verteilten) Bau von Schiffen, wurden bereits Prototypen entwickelt (siehe Rügge 2007, 171f).« (Rügge 2008, 202)

Für Hubig ändert sich hiermit die Form unseres technischen Handelns. Aus Sicht des Handelnden verschwinden im Fall der impliziten Delegation oder proaktiver Aktionen einer intelligenten Umgebung die Schnittstellen, mit denen der Nutzer Computer bisher nicht nur steuerte, sondern anhand derer er sich über das Ablauen bestimmter Prozesse informieren konnte. Die Schnittstellen sind für den Nutzer nicht nur Bedienungsmöglichkeiten, sondern gleichfalls Basis der Repräsentation davon, dass und wann etwas passiert oder eben auch nicht (Hubig 2005, vgl. hierzu auch Nordmann 2007). Solange wir mit einer intelligenten Umgebung (oder anderer Technik) auf implizite Weise »interagieren«, haben wir keine Möglichkeit durch Rückmeldungen vom System (die expliziter Art sein müssen) unsere Erwartungserwartungen darüber, was so eben passiert, anzugleichen:

»Im Zuge der neuen Entwicklungen nun scheinen die Schnittstellen, wenngleich sie objektiv nicht verschwinden, so doch in gewisser Hinsicht indisponibel zu werden, sei es, dass sie denjenigen, die mit den Techniken umgehen, nicht (mehr) transparent sind, sei es, dass sie sich grundsätzlich einer weiteren Gestaltbarkeit entziehen.« (Hubig 2008a, 167-168)

Ein Retina-Implantat, so Hubigs Beispiel, entzieht sich im Vergleich zu einer Brille der Gestaltbarkeit, wenn die mit ihnen Sehenden selbst keine Fokussierungen mehr vornehmen können. Hier ist die Schnittstelle zwischen Auge und Implantat weder gestaltbar noch transparent. Fällt diese Gestaltbarkeit und die Repräsentation der Vorgänge durch »nicht-unsichtbare« Schnittstellen weg, so benötigen wir andere Möglichkeiten, uns unseres Technikhandelns zu vergewissern. Zwar können wir eine Reihe neuer Formen von Kompetenzen im Umgang mit intelligenten Umgebungen entwickeln, jedoch ebenso andere Kompetenzen verlieren. Die intelligenten Handlungs-umgebungen stellen uns vor spezifische Schwierigkeiten:

»Bei der Interaktion mit systemischen Effekten kann sich der Nutzer nicht darüber vergewissern, welcher systemische Effekt eine Antwort auf sein eigenes Verhalten oder dasjenige Dritter ist, die das System parallel nutzen und in Abhängigkeit von deren Nutzung das System so und so reagiert unter seinen eigenen internen strategischen Vorgaben. Bei ›Störungen‹ und fehlendem Handlungserfolg ist es nicht mehr möglich, eine Zuordnung zu inkorrektener Nutzung, systemischen Zweckbindungen, dem Agieren anderer oder Veränderungen der Systemumwelt vorzunehmen, für die das System nicht ausgelegt ist. Der Verlust der Realitäts-Wirklichkeitsunterscheidung erschwert direkte Interventionen und explizite Rollenwahrnehmung sowie eine Identitätsbildung qua positiver oder negativer Bezugnahme zu den Handlungsschemata, die das System unterstellt.« (Hubig 2008a, 173).

Aus diesem Grund habe man es beim Ubiquitous Computing wie auch bei anderen Hochtechnologien mit einer anderen Form von Technik zu tun, die sich der klassischen Technikvorstellung entzieht. Gemäß der klassischen Technikvorstellung setzen wir Technik zur Verfolgung bestimmter Zwecke als Mittel ein. Als handelnde Subjekte ziehen wir bei der Wahl der Mittel abduktive Schlüsse »von einem erstrebten Zweck auf die hinreichenden Mittel, die zu seiner Realisierung eingesetzt werden müssen.« (Hubig 2008a, 166). Technisches Handeln in diesem Sinne beruht wesentlich auf der Erwartbarkeit, durch den Einsatz bestimmter Mittel einen bestimmten Zweck zu erreichen. Für Hubig knüpft an diese Art von Handlungskompetenz die Bildung einer »Identität als Handlungssubjekte«, für die die Erwartbarkeit des Realisierens eines Zwecks durch den Einsatz eines bestimmten Mittels wesentlich ist. Das Handlungssubjekt hat hier Optimierungsspielräume. Es kann seine Mittel je nach den Möglichkeiten, die ihm gegeben sind, d.h. für ihn wahrnehmbar sind, in Hinsicht auf seine Ziele wählen. Solcherlei Wahlmöglichkeiten zu haben setzt zum einen voraus, dass die technischen Mittel als äußere Mittel passend zum Verfolgen eines Ziels erkennbar sind und zum anderen, dass uns überhaupt ein Möglichkeitsraum gegeben ist, in dem wir bestimmte Mittel für bestimmte Zwecke einsetzen können. Solange die intelligente Umgebung (oder andere Formen des Computings) nur implizit auf ihre ›Nutzer‹ reagiert oder ›agiert‹ ist eine solche Möglichkeit des Einsatzes eines Mittels subjektiv gar nicht gegeben.

Wie gesehen muss diese Wahrnehmbarkeit einer Möglichkeit des Mitteleinsatzes nicht immer erwünscht oder sinnvoll sein. Entscheidend ist jedoch erstens, dass eine Regulierbarkeit der Steuerung dieser Wahrnehmbarkeit möglich ist – und sich nicht der ganze Prozess in einem undurchsichtigen Automatismus verliert – und zweitens, dass geklärt ist, wer für das Steuern des Prozesses zuständig ist. Implizite Interaktionen bringen daher einen erhöhten Klärungsbedarf des Regelns und Steuerns von Technik mit sich. Hubig schlägt zur Kompensation dieses Gestaltungs- und Informa-

tionsverlustes eine höherstufige Parallelkommunikation vor (Hubig 2007, 115-117), die dem Nutzer unter anderem ermöglicht, bei Bedarf die Abläufe des Systems wieder repräsentativ transparent machen zu können. So überrascht es nicht, wenn die TAUCIS Studie insbesondere die Frage nach der Kontrolle, die der Nutzer über das System haben kann, als entscheidend für den Erfolg und die Akzeptanz der intelligenten Umgebungen ansieht (Bizer et al. 2005, 163-164). Unabhängig von diesen Fragen der Folgeneinschätzung und Technikbewertung lässt sich festhalten, dass die jüngere Forschung Ubiquitous Computing gegenüber Weisers Ubicomp konkretisiert. Es wird festgelegt auf eine spezifische Umgangsform, die sich durch die Überwindung der Beschränkung der Interaktionsform des Personal Computing (durch die Erweiterung dieser Interaktionsform) definiert. In Anbetracht dessen, dass die Forschung Ubiquitous Computing als ein bestimmtes Interaktionsparadigma ansieht und der Objektbezug von Weisers Ubicomp selbst zwischen einer starken Orientierung auf Artefakte und einer Orientierung auf die Nutzungssituation, also die Interaktionen, wechselt, scheint es angemessen, eine Unterscheidung verschiedener Interaktionsparadigmen als »Grundlinie«, auf der sich die Vorstellungen vom Computer im Diskurs des Digitalen eintragen lassen, zu ergänzen. Hellige unterscheidet in seiner Geschichte der Interaktionsparadigmen idealtypisch folgende vier Formen, die er ausdrücklich als »Diskursangebote der HCI-Community« verstanden haben will (Hellige 2008, 19):

- manuell bedienbare Rechen- und Informationstechnik,
- das vorweg arrangierte, automatisch abgewickelte Computing,
- das interaktive Computing sowie
- das proaktive Computing.

In der proaktiven Interaktionsform stehen sich also nicht ein Nutzer und ein PC gegenüber, sondern ein Nutzer (oder Betroffener) und eine intelligente Umgebung. Den Vorteil dieser Interaktionsform gegenüber der PC-Interaktion sehen José L. Encarnação, Gino Brunetti und Marion Jähne darin, dass der Nutzer nicht mehr in der Verantwortung steht, die Kooperation der einzelnen Systemkomponenten zu orchestrieren.⁸⁹ Bei der Interaktion mit PCs drängt der Computer seinem Nutzer nicht nur eine eigenwillige Bedienungsart auf, sondern erwartet gleichzeitig von ihm, wie ein versierter Dirigent (Experte) den Computer beherrschen, verwalten und steuern zu können. Bei der Interaktion mit »smart environments« hingegen erfolge die Interaktion nicht mehr technik-, sondern zielorientiert: »Nicht mehr der Benutzer soll sich ei-

89 | Was für den Technikphilosophen Simondon (1980) noch die Subjektposition des Menschen gegenüber der Technik stärkt.

nem System anpassen müssen, sondern das System erfüllt die Benutzerziele auf Basis der eigenen Adaptivität.« (Encarnaçao et al. 2008, 283). Auch hier wird das Steuerungsverhältnis zwischen Nutzer und Computer einseitig bewertet, wenn man versucht, die Benutzung eines Computersystems dadurch komfortabler zu machen, dass man die Steuerung an das System abgeben will. Encarnaçao et al. systematisieren die Anforderungen, die Computer für diesen Anspruch erfüllen müssen – wie natürlichsprachige Kommunikation, selbstorganisierte Kooperation der Geräteensembles, die ad-hoc und autonom geschehen soll, sowie das An-den-Tag-Legen eines intelligenten Verhaltens »in Bezug auf die aktuelle Umgebung, den aktuellen Handlungskontext und die erfolgten Benutzerinteraktionen« (Encarnaçao et al. 2008, 287). Eine solche Einschätzung vergisst, die Verschiedenheit der Kompetenzen von Computersystemen und ihren Nutzern auszubuchstabieren, und schematisiert das Steuerungsverhältnis oder den Aufwand der Techniknutzung eindimensional als ein Nullsummenspiel. Dabei vereinfacht sie nicht nur die Mehrstufigkeit technischer Systeme – was auf einer Stufe vorab geregelt wird, muss beizeiten auf einer höheren Stufe gesteuert werden –, sondern auch die Vielseitigkeit von menschlichen Handlungen, bei denen sich z.B. spontan Präferenzen und Absichten ändern können. Jedenfalls interagiert der Nutzer in dieser Sichtweise nicht mehr mit einem Computergerät, sondern mit einer ganzen Umgebung – »Human-Environment-Interaction (HEI)« (Encarnaçao et al. 2008, 289) genannt.