



EUROPÄISCHE AKADEMIE

zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen
Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH

Direktor: Professor Dr. Dr. h. c. Carl Friedrich Gethmann

GRAUE REIHE · NR. 50 · SEPTEMBER 2010

Die Zukunft der Räume

Gesellschaftliche Fragen auf dem Weg
zur „Ambient Intelligence“

Stephan Lingner, Bernd Lutterbeck, Frank Pallas (Hrsg.)



EUROPÄISCHE AKADEMIE

zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen
Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH

Direktor: Professor Dr. Dr. h. c. Carl Friedrich Gethmann

GRAUE REIHE · NR. 50 · SEPTEMBER 2010

Die Zukunft der Räume Gesellschaftliche Fragen auf dem Weg zur „Ambient Intelligence“

Stephan Lingner, Bernd Lutterbeck, Frank Pallas (Hrsg.)

Herausgeber



EUROPÄISCHE AKADEMIE

zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen
Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH

Direktor: Professor Dr. Dr. h. c. Carl Friedrich Gethmann

Die Schriften der „Graue Reihe“ umfassen aktuelle Materialien und Dokumentationen, die von den Wissenschaftlern der Europäischen Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH laufend erarbeitet werden. Die Publikationen der „Graue Reihe“ werden als Manuskripte gedruckt und erscheinen in loser Folge im Selbstverlag der Europäischen Akademie. Sie können über die Europäische Akademie auf schriftliche Anfrage bezogen und auf der Homepage der Europäischen Akademie (www.ea-aw.de) heruntergeladen werden.

Europäische Akademie

zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen
Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH

Wilhelmstraße 56, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler
Tel. +49 (0) 2641 973-300, Fax +49 (0) 2641 973-320
E-mail: europaeische.akademie@ea-aw.de
Homepage: www.ea-aw.de

Direktor

Professor Dr. Dr. h. c. Carl Friedrich Gethmann (V.i.S.d.P.)

ISSN

1435-487 X

Redaktion

Friederike Wütscher

Layout und Druck

Medienproduktion Höll · Swisttal · info@medienproduktion-hoell.de

Vorwort

Mit „Ambient Intelligence“ (Deutsch etwa: Intelligente Umgebungstechnik) beschreibt man das auf menschliche Zwecke hin gerichtete sensitive und reaktive Potential elektronisch ausgestatteter Räume durch geeignet verteilte und vernetzte Prozessoren, Sensoren, Funkmodule und Aktuatoren. Es zeichnet sich ab, dass sich menschliches Handeln zunehmend in entsprechend intelligent gestalteten Umgebungen abspielen wird. Dieser Trend wird individuelle Lebenswelten und Aktionsmöglichkeiten in physischen Räumen verändern und wirft daher entsprechende gesellschaftliche Fragen auf.

Vor diesem Hintergrund veranstaltete die Europäische Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH am 19. und 20. November 2009 in Kooperation mit Experten der TU Berlin und weiteren Wissenschaftlern ein Fachgespräch zu „Zukunft der Räume. Gesellschaftliche Fragen auf dem Weg zur Ambient Intelligence“. Im Rahmen des Workshops wurden die absehbare Verschmelzung physischer und virtueller Realitäten aus verschiedenen Blickwinkeln skizziert sowie entsprechende Perspektiven, Visionen und Dystopien erörtert. Weiterhin wurde diskutiert, welchen Beitrag „Technology Assessment“ zu einer wünschbaren Technikgestaltung auf dem Weg zur „Ambient Intelligence“ leisten kann und welche Vorhergehensweisen sich in diesem schnell ändernden Umfeld anbieten.

Der vorliegende Band dokumentiert die Beiträge der Teilnehmer und die Ergebnisse des Fachgesprächs; er knüpft dabei inhaltlich an das Gemeinschaftsvorhaben „Räumliche Auswirkungen der Virtualisierung und ihre technologisch-gesellschaftlichen Randbedingungen“ der TU Kaiserslautern und der Europäischen Akademie an.¹

Dr. rer. nat. Stephan Lingner, Dipl.-Geol.

Europäische Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH

Professor Dr. iur. Bernd Lutterbeck

Technische Universität Berlin

Informatik und Gesellschaft

Dr-Ing. Frank Pallas, Dipl.-Inf.

Technische Universität Berlin; Karlsruher Institut für Technologie

Lehrstuhl Informatik und Gesellschaft (TU)

Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft (KIT)

¹ Lingner S, Allin S, Steinebach G (Hrsg) (2007) Gesellschaftliche Randbedingungen der Virtualisierung urbaner Lebenswelten. Graue Reihe 42. Europäische Akademie Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH.

Inhaltsverzeichnis

Einführung

Stephan Lingner, Bernd Lutterbeck, Frank Pallas 7

Biosensorik und emotionale Stadtkartierung.

Die Erfassung physiologischer Daten im Stadtraum

Stefan Höffken 9

„Ambient Intelligence“ zwischen Entlastung, Selbstbestimmung und Vertrautheit. Ethische und anthropologische Aspekte

Carl Friedrich Gethmann, Stephan Lingner 23

Gesellschaft im Bau – Pervasive Computing und die „Public Sphere“. Zum Ansatz von Dana Cuff und Jerry Kang

Bernd Lutterbeck 31

Informationsethik, Raumkonzepte und „Ambient Intelligence“

Jessica Heesen 43

Reichweite und Grenzen der Technikfolgenabschätzung und Technikgestaltung

Karsten Weber 53

Coordinating Emergency Response.

Using Position-Aware Market Mechanisms

Felix Wex, Christian Bodenstein, Dirk Neumann 67

Software als ungerichteter Prozess.

Zur Beeinflussbarkeit prinzipiell ungerichteter Entwicklungen

Frank Pallas 85

Einführung

Stephan Lingner, Bernd Lutterbeck, Frank Pallas

Mit dem Einzug moderner Informationssysteme in den menschlichen Alltag werden individuelle Lebenswelten zunehmend technisch erschlossen und ihre Interaktionen innerhalb öffentlicher oder öffentlich zugänglicher Räume vermehrt virtualisiert. Die früher als passiv empfundene Umwelt wandelt sich durch Funk-Chips und elektronische Assistenten zu einem (inter-)aktiven Milieu. Die Einbettung elektronischer Assistenzsysteme in eine zunehmend „intelligent“ gestaltete Umgebung des Menschen eröffnet damit neue Chancen beim Einsatz entsprechend verteilter technischer „Agenten“. Nationale und europäische Programme haben dieses Thema bereits aufgegriffen und fördern entsprechend ambitionierte Forschung und Entwicklung. In der Wirtschaft arbeitet man neben der technischen Weiterentwicklung von „Umgebungsintelligenz“ bereits an der Konzeption von Geschäftsmodellen zur Organisation und Vermarktung entsprechend vernetzter Systeme und Dienstleistungen.

Gleichwohl sind mit diesen Entwicklungen und ihren Anwendungsmöglichkeiten auch Risiken verbunden, die kritisch zu beurteilen sind: So müssen elektronische Assistenzsysteme zur Erbringung gewünschter Dienstleistungen auch persönliche Daten ihrer Klienten mit ihrer nahen und fernen Umgebung austauschen bzw. den Austausch und seine Restriktionen selbst organisieren. Es stellen sich hier informationsethische und datenschutzrechtliche Fragen der Gewährleistung von hinreichender Privatheit und informationeller Selbstbestimmung des einzelnen Nutzers sowie der Sicherstellung der Integrität und Authentizität verarbeiteter und transferierter Personendaten. Insbesondere der raumfordernde Charakter dieser Entwicklung lässt Fragen über die Gestaltung möglicher Rückzugsräume offen. Darüber hinaus kann auf breiter Front ein Kontrollverlust an den Nutzerschnittstellen befürchtet werden, dessen Anpassungszwang und „entmündigende“ Wirkung mit dem Begriff „Technikpaternalismus“ umschrieben wird. Potentielle Nutzer können durch die Veränderung vertrauter Abläufe, Funktionen und Gegenstände in einer „intelligent möblierten Umgebung“ irritiert oder überfordert sein. Technische Assistenzsysteme würden in dem Fall als Barrieren empfunden werden – mit einschränkenden Konsequenzen für die Wahlfreiheit des Einzelnen und seiner

Teilhabe an gesellschaftlichen Prozessen. Daher bleibt auszuloten, durch welche rechtliche Randbedingungen und Marktanreize ein freier und gerechter Zugang von Interessenten zu elektronischen Assistenzsystemen ermöglicht werden kann. Dies betrifft die Berücksichtigung der individuellen Voraussetzungen ihrer Nutzung bzw. ihre Alltagstauglichkeit, die Anpassung von Geschäftsmodellen und die Erstellung geeigneter Finanzierungskonzepte.

Zur Abwendung nicht wünschbarer Technisierungsfolgen von „Ambient Intelligence“ sind neben steuernden Maßnahmen auf politischer Ebene auch vorgelagerte Möglichkeiten der Vermeidung oder Minderung negativer Effekte durch „Privacy enhancing technologies“ schon bei der Entwicklung („Privacy-by-design“) bzw. durch geeignete Governance-Strukturen und Selbstorganisationsformen im Informatiksektor zu betrachten. In dem Zusammenhang ist zu klären, ob die überwiegend klassischen Instrumentarien des Risikomanagements technischer Entwicklungen angesichts ihrer Ubiquität in diesem Fall zureichen.

*Dr. rer. nat. Stephan Lingner, Dipl.-Geol.
Europäische Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-
technischer Entwicklungen Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH*

*Professor Dr. iur. Bernd Lutterbeck
Technische Universität Berlin
Informatik und Gesellschaft*

*Dr-Ing. Frank Pallas, Dipl.-Inf.
Technische Universität Berlin; Karlsruher Institut für Technologie
Lehrstuhl Informatik und Gesellschaft (TU)
Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft (KIT)*

Biosensorik und emotionale Stadtkartierung. Die Erfassung physiologischer Daten im Stadtraum

Stefan Höffken

1 Einleitung

Die digitale Revolution – die insbesondere durch das Wachstums des Internets bedingt ist – ist in einer nie zuvor da gewesenen Schnelligkeit erfolgt und heutzutage aus unserem Alltag und Geschäftsleben nicht mehr wegzudenken. Diese Digitalisierung aller Lebensbereiche stellt uns vor neue Aufgaben und Herausforderungen, aber ebenso viele neue Möglichkeiten.

Das urbane Leben findet in einer zunehmend digitalisierten Umwelt statt. Fußgängerampeln werden digital geschaltet, die Straßenbeleuchtung reagiert auf Sensoren, welche die Lichtstärke messen, das Handy hat überall Empfang und an immer mehr Orten gibt es Hot-spots für das Internet. Mobile Geräte bringen die Technologien und damit verbundenen Netzwerke und Kommunikationsmöglichkeiten zunehmend in den städtischen, öffentlichen Raum. Da der öffentliche Raum jene Sphäre ist, in dem sich das städtische Leben vollzieht, prägt dessen Ausgestaltung und Organisation entscheidend die Lebensqualität und das urbane Leben. Hieraus ergeben sich für die Stadtplanung neue Herausforderungen an seine Gestaltung, womit die Auseinandersetzung mit dieser Lebensumwelt eine zunehmende Bedeutung gewinnt.

Die Durchdringung unserer Welt durch das Internet (das „Internet der Dinge“) eröffnet der Stadtplanung und Stadtforschung neue Visionen, die z. B. unter dem Schlagwort einer „smart city“ diskutiert werden (Real Corp 2009). Neue Beobachtungs- und Analyseinstrumente sind dabei wichtige Werkzeuge, um eine auf die Bedürfnisse der Menschen zugeschnittene Lebensumwelt für die Zukunft zu schaffen. Mobiles Internet, „Location Based Services“ und Biosensoren eröffnen hierbei neue Wege der Stadtanalyse, da sie in ihrer Kombination die Erfassung von bisher nicht erfassbaren Daten ermöglichen.

In diesem Zusammenhang soll das Projekt „Emotionale Stadtkartierung“ mit ersten Ergebnissen vorgestellt werden, dessen Ziel die Erfassung und räumliche Verortung von physiologischen Reaktionen der Probanden im städtischen Raum ist.

2 Vom installierten Sensor zum mobilen Begleiter

Mobile Sensorik ...

Unter dem Schlagwort der Sensorik versteht man die Entwicklung von immer kleineren Sensoren, die zunehmend im Alltag eingesetzt werden. Passive Sensoren werden zur Datenerfassung in der Langzeit-Beobachtung, wie etwa der Entwicklung von Gesteinsformationen, verwendet. Aus dem Alltag bekannte Beispiele wie Licht- und Bewegungssensoren, die aufgrund der gemessenen Daten aktiv vorprogrammierte Aktionen ausführen, werden als aktive Sensoren bezeichnet.

Die immer weiter gehende Miniaturisierung der Sensoren ermöglicht deren Integration in mobile Geräte, wie z. B. Handys. Beispiele hierfür sind GPS¹ und Bewegungssensoren in Handys, mit denen Location-Based-Sevices (LBS) und die Analyse von Bewegungsmustern möglich sind. Diese erfassen Bewegungen der Nutzer und zeigen, wo diese sich aufhalten, wo das nächstgelegene Café liegt oder wo sich Freunde gerade befinden – wie es z. B. mit „google latitude“ möglich ist. Damit werden diese mobilen Sensoren für die Stadtbewohner zunehmend zum alltäglichen Begleiter und ermöglichen auch Laien deren Nutzung. Dank der mittels GPS erhobenen Rauminformationen können die per Kamera oder Handy gemachten Fotos verortet werden – das sogenannte „Geotagging“. Und es entwickeln sich zunehmend Dienste, die mittels Geodaten nutzerrelevante Informationen, wie z. B. den Weg zum nächstgelegenen Restaurant, anbieten.

... in der Stadtforschung

Die massenhafte Verbreitung von Mobiltelefonen ermöglicht neue Formen von Datenauswertungen, da Funkaktivitäten, Verbindungsdaten und Aktivität der Mobilfunkmasten aufgezeichnet werden. Die hierdurch zur Verfügung stehenden aggregierten Daten ermöglichen die Analyse von Bewegungsmustern und damit Erkenntnisse über das Verhalten von Bewohnern in der Stadt. Im Projekt der Technischen Universität Braunschweig werden z. B. die Mobilfunkdaten zur Generierung von Staumeldungen genutzt. Dabei dienen die Individuen mit ihren Handys als mobile Sensoren (sogenannte „Floating Phone Data“).² Im Projekt „Real Time

¹ GPS = Global Positioning System (deutsch: Globales Positionsbestimmungssystem) wird im allgemeinen Sprachgebrauch speziell für das „NAVSTAR-GPS“ des US-Verteidigungsministeriums verwendet, welches zur weltweiten Positionsbestimmung und Zeitmessung entwickelt wurde.

² http://www.gin-online.de/downloads/vortraege_logistik_07/3_Vortrag_Loehner.pdf, letzter Zugriff am 21.6.2010.

Rome“ des MIT wurde die Funkaktivität der Sendemasten in Rom in Echtzeit erhoben und mit den GPS-Koordinaten von Taxis und Bussen in Relation gesetzt. Auf diesem Wege konnten Erkenntnisse gewonnen werden, in wie weit die Transport-Infrastruktur mit der Anzahl an Passanten korreliert.³

Als mobiles Endgerät mit vielfachem Datenaustausch wird das Handy eine zunehmend wichtigere Rolle bei der zukünftigen Erhebung von raumbezogenen Daten spielen. Dieses erlaubt durch seine ständige „Anwesenheit“ beim Nutzer die Erhebung und Auswertung von vielerlei dynamischen Daten. Deren Auswertung kann neue Erkenntnisse für ein besseres Verständnis von täglichen Prozessen und Abläufen in Städten bringen.

Den städtischen Raum den Bedürfnissen der Menschen anzupassen ist eins der grundlegenden Ziele der planenden und bauenden Disziplinen. Vielfach wurden hierzu „harte Informationen“ (wie Informationen über Gebäude, Geschäfte, Straßen) einer Stadt erhoben und kartografiert. Mit den beschriebenen technischen Möglichkeiten können zunehmend „weiche Informationen“ wie Bewegungen und Aktivitätsmuster in ihren räumlichen und zeitlichen Kontext erfasst werden. Damit stehen Werkzeuge und Daten zur Verfügung, welche entscheidend dabei helfen, dynamische Prozesse besser zu analysieren.

Mobile Gesundheitsassistenten und die Erfassung physiologischer Daten

Noch näher am Menschen dran sind tragbare Sensoren, welche in der Medizin unter dem Schlagwort des „wearable computing“ erforscht werden. Diese Biosensoren zeichnen als mobile Begleiter die Körperfunktionen der Träger auf. Dabei erfassen sie physiologische Daten, wie etwa Hauttemperatur, Pulsschlag und Hautwiderstand. Die Aufzeichnung der Körperfunktionen von z. B. älteren Personen über längere Zeiträume ermöglicht Ärzten die Beobachtung der gesundheitlichen Entwicklung und gibt Hinweise auf den Verlauf von Krankheiten. Vorteil ist hierbei, dass die Beobachtung von Patienten nicht mehr nur stationär, sondern – zumindest teilweise – im Alltag erfolgen kann. Ebenso wird an Gesundheitsassistenten geforscht, welche im Notfall Hilfe anfordern (Tröster 2007). Die erhobenen Daten werden in den mobilen Geräten direkt analysiert und ausgewertet, so dass im Notfall der Arzt informiert wird.

³ <http://senseable.mit.edu/realtimerome/>, letzter Zugriff am 21.6.2010.

3 Emotionale Stadtkartierung

Stand der Forschung

Die Kombination von mobilen Geräten, besseren Sensoren und Hochleistungsrechnern zur Auswertung sowie die Hoffnung auf ganz neue Erkenntnisse begründen das verstärkte Interesse der raumbezogenen Disziplin am Thema der emotionalen Stadtkartierung. Diese Forschungsrichtung ist noch sehr jung. Erste Versuche dieser Art hat der Künstler Christian Nold in seinem Projekt „Biomapping“⁴ unternommen. Ausgestattet mit einem GPS-Gerät und einem Lügendetektor, der den Hautwiderstand an den Fingerspitzen misst, erfasst er die Hautwiderstandsdaten von Probanden während der Spaziergänge. In Kombination mit den GPS-Daten erstellt er sogenannte „emotional maps“ von Städten wie z. B. San Francisco (Nold 2008). Dabei wendet Nold keine normierten Verfahren an und erhebt keine ergänzenden Daten, womit sein Projekt als ein eher künstlerisches zu verstehen ist.

Mit genaueren Messverfahren, die mehr Daten einbeziehen, beispielsweise auch den Puls, die Gehirnströme (EEG) oder die Blickrichtung, ließen sich auch genauere Aufschlüsse über die Erlebnisbeschaffenheit von Orten gewinnen, die beispielsweise für Architekten und Urbanisten, aber auch für Designer von virtuellen Räumen sehr interessant sein könne. (Rötzer 2006)

Dank technischer Entwicklungen der vergangenen Jahre, welche die immer genauere und umfassende Messung dieser Indikatoren ermöglichen, schreitet die Erforschung der menschlichen Vitaldaten weiter voran.

Physiologische Daten und Emotionsanalyse

Die Erhebung von physiologischen Daten oder auch Vitalparametern lässt Rückschlüsse auf das körperliche Befinden des Menschen, wie etwa Stress oder Entspannung, zu. Zur Erfassung der physiologischen Verfassung des Menschen spielt die Haut eine wichtige Rolle. Sie ist das größte Organ des Menschen und ermöglicht eine einfache Messung von verschiedenen Körperdaten – wie etwa Hauttemperatur und Hautwiderstand.

Die menschliche Haut ist grob schematisch in drei Schichten aufgebaut: der Subcutis (Unterhaut), der Dermis und der an der Hautoberfläche liegenden Epidermis – die

⁴ <http://www.biomapping.net/>, letzter Zugriff am 12.7.2010.

sogenannte Oberhaut (Kanitakis 2002). Zwischen Dermis und der Epidermis findet eine permanente Transpiration statt, welche zu einer guten Leitfähigkeit der Haut führt. Die elektrodermale⁵ Aktivität (EDA) lässt sich als Veränderung der elektrischen Eigenschaften der Haut beschreiben, die durch Interaktion zwischen Umwelt und dem persönlichen psychologischen Zustand beeinflusst wird. Mit verantwortlich sind hierbei die Schweißdrüsen, welche – neben ihrer Funktion für die Thermoregulation – auch in Situationen aktiv werden, in denen spezifische Umweltstimuli zu emotionalen Reaktionen führen (Bortz, Döring 2003:283).

Die Messung der EDA mittels Hautwiderstand/Hautleitwert wird in der Medizin (Storm et al. 2002), der Stressforschung (Selye 1956, Papastefanou 2008) und Psychologie (Pinel 2001) angewendet. Der Hautwiderstand (skin resistance)⁶ und der reziproke Wert der Hautleitfähigkeit (skin conductance) sind Indizes für die EDA der Haut (Pinel 2001:117). Die EDA wird als „sensibler und valider Indikator im unteren Aktivierungsbereich und bei kleinen, meist kognitiv bedingten Aktivierungsänderungen angesehen“ (Boucsein 1998:295).

Vitaldaten – und hierbei der Hautwiderstand – werden als Indikatoren für die emotionale Verfassung des Menschen gesehen (Pinel 2001:117) und ermöglichen damit Rückschlüsse auf diese (Tröster 2007:120). So werden Emotionen selbst zwar nicht erfasst. Aber da diese eng an physiologische Veränderungen gekoppelt sind und vom Autonomen Nervensystem gesteuert werden, lassen sich Veränderungen der emotionalen Regungen mittels Veränderungen der EDA erfassen.

Die Technik

Zur Erfassung der zurückgelegten Wegstrecke der Probanden wurde in den bisherigen Projekten ein GPS-Logger „i Blue 747“ der Firma „Transsystems“ sowie ein „Smartphone“ vom Typ „HTC Hero“ eingesetzt. Das Gerät zeichnet neben den Positionskordinaten (mittels GPS) den dazugehörigen „Timestamp“ (Zeitdaten) auf. Über den Timestamp können die Ortskordinaten mit den physiologischen Daten kombiniert werden. Geringes Gewicht und kleine Größe ermöglichen, dass sie angenehm von den Probanden getragen werden können. Mittels eines USB-Anschlusses können die Daten nachträglich ausgelesen werden.

⁵ Vom griechischen Wort *derma* für Haut.

⁶ Der Begriff „Galvanic Skin Response“ findet noch weite Verwendung, ist jedoch ungenau definiert (Rösing 2001:6). Daher wird in dieser Arbeit von „skin resistance“ gesprochen.



Abbildung 1: Das Smartband (eigene Darstellung)

Als Sensor-Armband zur Messung des Hautwiderstandes bzw. der Hautleitfähigkeit wurde in den ersten Begehungen ein Prototyp des „smartband“ von „bodymonitor“ eingesetzt, das zur Aufzeichnung von Vitalparametern entwickelt worden ist. Es handelt sich hierbei um ein Armband, welches mittels Mikroprozessoren und Sensoren den Hautwiderstand der Probanden aufgezeichnet. Im späteren Versuch wurde das „SenserWear-Armband“ der Firma „BodyMedia“ genutzt, welches bereits in mehreren klinischen Studien für metabolisches Aktivitäts- und Lebensstil-Monitoring zum Einsatz kam und neben dem Hautleitwert auch die Hauttemperatur misst sowie aufgrund der triaxialen Beschleunigungssensoren Bewegungstypen (wie z. B. Rennen, Sitzen, Schlafen) identifiziert.

Die bisherigen Projekte

Das Studienprojekt „emomap“

Im Studienprojekt „emomap“ an der Technischen Universität Kaiserslautern unter der Leitung von Dipl.-Ing. Peter Zeile führte eine Gruppe von 20 Probanden, zusammengesetzt aus angehenden Stadtplanern und Architekten, innerhalb von

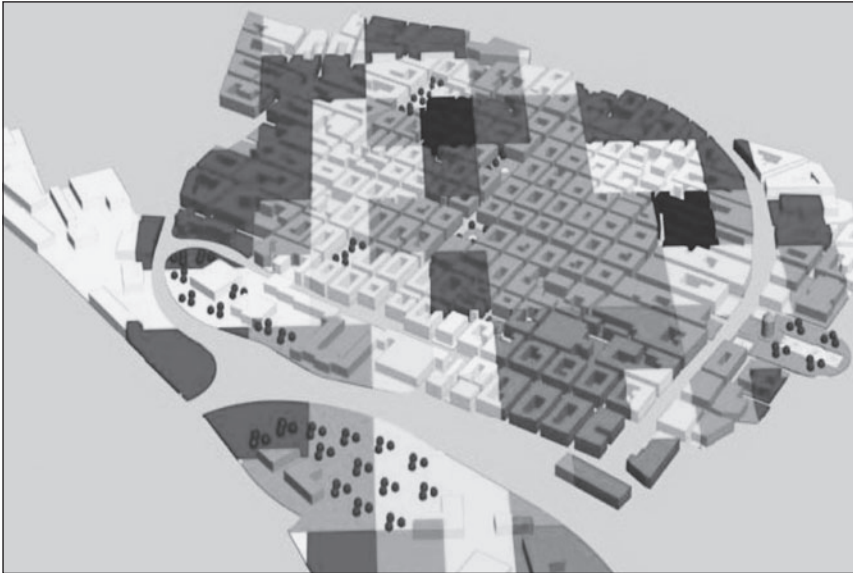


Abbildung 2: Gesamtstädtische Betrachtung im Projekt „emomap“
(Quelle: Zeile et al. 2009)

drei Monaten mehrere Testläufe in der Mannheimer Innenstadt durch. Ziel war die Identifikation von Bereichen in der Stadt, denen sich bestimmte physiologische Reaktionen zuordnen lassen. Auf Basis der Daten sollte eine sogenannte „emomap“ visualisiert werden. Die Probandengruppen trafen sich in der Stadt Mannheim zu zehn verschiedenen Testläufen in verschiedenen, vorher definierten Quartieren, wobei jeder Lauf ungefähr eine Stunde dauerte.

Die erhobenen Daten wurden zu einer gesamtstädtischen Betrachtung zusammengefasst. Dies wurde durch eine bewusst groß gewählte Rastereinteilung der gemessenen Hautwiderstandsklassen erreicht. Demgegenüber steht die Visualisierung der absoluten Messwerte innerhalb der Stadt, die ohne die Klassenbildung visualisiert wurde. Auffallend ist der große Unterschied der absolut aufgenommenen Werte (Zeile et al. 2009).

Bei der Detailbetrachtung von drei Experimententeilnehmern konnten Bereiche analysiert werden, die Hinweise auf Stress- oder Entspannungszonen gaben (Zeile et al. 2009). Z. B. zeigten sich entlang einer stark befahrenen Bundesstraße starke Verän-

derungen des Hautleitwerts. Diese Erkenntnisse sind erste Indizien zur Identifikation von Stress- und Wohlfühlräumen.

Das Projekt „Mapping Marzahn-Hellersdorf“

Anknüpfend wurde bei einer Begehung in Marzahn-Hellersdorf auf die Aggregation der Daten verzichtet und die Analyse individueller Erfahrungen durchgeführt. Im Rahmen des Kunstprojekts „Landvermesser K.“ und „Humboldt Landvermesser – HM2“⁷ der beiden Künstler Johann Zeitler und Klaus W. Eisenlohr fanden im Oktober und November 2008 drei Begehungen in Marzahn-Hellersdorf statt. Während dieser Stadtspaziergänge fanden besondere Aktionen (wie etwa Literaturlesungen, Singen eines Kinderchores und ortsbezogene Vorträge) statt. Bei der dritten Begehung wurden zwei Teilnehmer mit Sensor-Armbändern (dem „smartband“) sowie einem GPS-Logger ausgerüstet. Die Begehung dauerte knappe drei Stunden und führte vom alten Dorfkern Marzahn zum alten Gutshof in Hellersdorf. Insgesamt fanden 13 besondere Aktionen während des Spaziergangs statt. Kurz vor der Begehung wurden die Probanden vor Ort in die Technik (Funktion des Sensor-Armbandes und Markerfunktion des GPS-Loggers) eingewiesen und gebeten, von ihnen als besonders empfundene Situationen per Logpunkt (subjektives Urteil) und einer kurzen handschriftlichen Notiz zu vermerken. Diese subjektiven Urteile der Probanden wurden erhoben, um Hinweise für die Interpretation der Vitaldaten zu erhalten.

Bei der Auswertung der Logpunkte und der dazugehörigen handschriftlichen Notizen zeigte sich, dass die beiden Probanden die subjektiven Urteile unterschiedlich nutzten.⁸ Es wurde deutlich, dass die Probanden die als besonders empfundene Situationen unterschiedlich setzten. Neun von 15 subjektiven Urteilen bezogen sich auf durchgeführte Aktionen des Spaziergangs, während nur ein Drittel durch die umgebende Umwelt ausgelöst wurde (bei einer Markierung ohne Angaben).

Im folgenden Schritt wurden die subjektiven Urteile (Logpunkte) mit den verräumlichten Hautreaktionswerten (GPS-Daten plus physiologische Reaktionswerte) verglichen. Hierbei zeigte sich, dass die Hautreaktionsveränderungen mit den gesetzten Logpunkten nicht immer korrelieren. Bei Proband 1 unterscheiden sich die Orte,

⁷ <http://kulturserver-berlin.de/home/landvermesser/ausstellung.html>. letzter Zugriff am 18.7.2010.

⁸ Proband 2 litt an einer Sehenscheidenentzündung und musste daher das „smartband“ nach gut zwei Stunden abnehmen. Daher liegen die Daten nur für gut zwei Stunden vor.



Abbildung 3: Alle Ortsmarken beider Probanden – nur einmal zeigt sich eine räumliche Nähe (eigene Darstellung)

welche er mit einem Logpunkt markiert hat, von jenen, welche unwillkürlich seine Aufmerksamkeit erregt haben (Hautreaktionswerte). Bei Proband 2 ist hingegen zu erkennen, dass subjektives Urteil und automatisch-emotionale Reaktionen zeitlich eng zusammen liegen. Die unwillkürlich-körperlichen Reaktionen des Probanden 2 sind damit relativ konsistent mit seinem bewussten Urteil (vgl. Abb. 4). Zudem deuten die Ergebnisse darauf hin, dass äußere Einflüsse (wie etwa die Aktionen) auf den Hautleitwert der Probanden Einfluss nehmen.

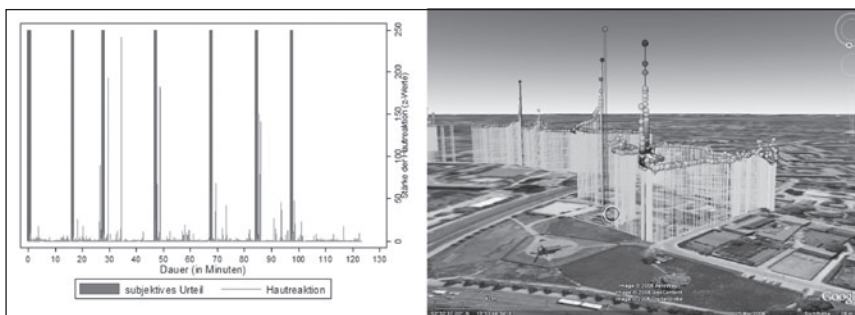


Abbildung 4: Auswertung der Ortsmarken (grün) und der Hautreaktion (orange) sowie die verräumlichte Darstellung der Hautreaktionswerte von Proband 2 (eigene Darstellung)

Es wurde deutlich, dass subjektives Urteil – also die bewusste Bewertung eines Ortes bzw. einer Situation – nicht zwangsläufig mit den autonomen physiologischen Reaktionen einhergehen muss. Die bewusst gesetzten subjektiven Urteile können damit nur eingeschränkt zur Interpretation der physiologischen Reaktionen herangezogen werden, womit weitere Methoden zur Interpretation (z. B. Videobeobachtung) entwickelt werden müssen. Gleichzeitig lässt sich aber vermuten, dass mittels der Methoden der emotionalen Stadtkartierung Orte und Situationen identifiziert werden können, die bei den Probanden unbewusste Reaktionen auslösen, ohne bewusst als besondere Momente wahrgenommen zu werden. Ein Anwendungsfeld für weitere Forschungen könnte z. B. die Erkennung von Gefahrensituationen im Radverkehr sein.

Technische Probleme

Es zeigte sich, dass die bisher verwendete Technik noch nicht ausreichende Funktionalität in Bezug auf Datengenauigkeit und automatisierte Auswertung der Daten erlaubt, so dass neben den Fehlerquellen bei der Erhebung (z. B. Rutschen des Armbandes, Messausfälle) auch das Auslesen und Auswerten der Daten durch die manuelle Manipulation Fehlerquellen birgt. Da die genutzten Geräte noch erste Prototypen waren, wird sich dies jedoch mit zunehmender Entwicklung verbessern. Im aktuell gestarteten dritten Projekt kam das „SenseWearm Armband“ von „Body-Media“ zum Einsatz, welches den automatisierten Export der Daten ermöglicht und aufgrund der verschiedenen Messparameter (wie Hauttemperatur, Hautleitwert und dreidimensionalem Beschleunigungssensor) automatisiert ein Bewegungsprofil erstellt. Hierbei „erkennt“ das Programm aufgrund der Datenbasis starke, mittlere und geringe Aktivität und Schlafphasen.

Erkenntnisse

Mit zunehmender Auseinandersetzung mit den erhobenen Daten zeigte sich, dass die erzeugten Datensätze keine Erkenntnisse bezüglich der Emotionalität der Probanden zulassen, wie zu Anfang der Forschungen beim Projekt „emomap“ erwartet wurde. Zwar besteht eine Korrelation zwischen Hautwiderstand und Emotionalität, jedoch ist die Emotionalität ein komplexes Phänomen, das von vielerlei äußeren Einflüssen und inneren Gefühlen und Gedanken beeinflusst wird. Der Hautwiderstand gibt

Hinweise auf die Erregung des Menschen – welche Emotion hierfür der Auslöser war, ist aufgrund der Komplexität jedoch nicht ableitbar. Der Hautwiderstand als einzelner Indikator ist nicht aussagekräftig, um Emotionalität in ihrem umfassenderen Sinne zu messen.

Gleichzeitig wurde aber deutlich, dass die Datensätze Hinweise auf Regungen wie Stress oder Entspannung der Probanden geben können. Der Einfluss der gebauten Umwelt auf den Gemütszustand der Probanden kann durch diese Methode hingegen nur schwerlich erfasst werden. Dies begründet sich dadurch, dass nicht langfristige Veränderungen und grundlegende Stimmungen, sondern kurzfristige Reaktionen erfasst und erkannt werden.

Zudem ist der Hautleitwert individuell unterschiedlich, so dass bei gleichen äußeren Einflüssen die Probanden andere Werte des Hautleitniveaus zeigen. Eine Auswertung der absoluten Werte ist damit zum aktuellen Zeitpunkt kaum aussagekräftig. Um diese zu erhöhen, sollte in weiteren Projekten eine Skalierung der Geräte im Vorfeld erfolgen, um eine genauere aggregierte Auswertung zu ermöglichen.

Ausblick – kontextsensitive Daten

Die Firma „Sense Networks“ hat das Programm „Citysense“ für San Francisco entwickelt, welches anhand von anonym ausgewerteten Ortsdaten, die via GPS erhoben werden, anzeigt, wo sich die Menschen in der Innenstadt von San Francisco gerade aufhalten. Diese Lokalisierung der einzelnen Personen in Verbindung mit den jeweiligen Nutzerprofilen ermöglicht es den registrierten Mitgliedern, „Hotspots“ aufzusuchen, wo sich andere Personen mit ähnlichen Interessen – wie z. B. Kunstliebhaber auf Vernissagen – treffen.⁹

Und unter dem Begriff des „Lifestreamings“ ist eine Tendenz zu einer immer umfassenderen Aufzeichnung der eigenen Lebensaktivitäten und -kommunikation mittels des Internets zu erkennen. Auf Seiten wie „allofme.com“ speichern Menschen die digitalen Spuren des eigenen Lebens. Hierbei fließen mittels anderer web 2.0 Tools – z. B. Fotobörsen („flickr“), Videokanälen („youtube“) und Microblogs („twitter“) – erstellte Inhalte zusammen, womit Erinnerungen und Aktivitäten permanent erfasst und damit jederzeit lesbar werden. Das eigene Leben wird nicht

⁹ <http://www.citysense.com/home.php>, letzter Zugriff 23.2.2010 (aktuell abgeschaltet).

mehr abschnittsweise rückblickend betrachtet, sondern wird ein fortlaufender Strom an Informationen – der sogenannte „Lifestream“.

Bereits mit physiologischen Daten arbeitet ein Projekt der Firma „Nokia“. Der „Sportstracker Beta“ ist eine „GPS-basierte Anwendung für kompatible mobile ‚Nokia-Geräte‘ zur Aufzeichnung sportlicher Aktivitäten“.¹⁰ Diese ermittelt u. a. Geschwindigkeit, zurückgelegte Entfernung und Pulsschlag und speichert die erhobenen Daten via Internet in einem sogenannten „Trainingstagebuch“. Dem Nutzer ist es damit möglich, sein eigenes Trainingsprofil zu erstellen und eigene Datensätze mit anderen Nutzern vergleichen.

Und bei Microsoft arbeitet ein ganzes Forschungslabor daran, die physiologischen Daten aufzunehmen und für weitere Anwendungen nutzbar zu machen. Für das Projekt „MyLifeBits“ zeichnet der Mitarbeiter Gordon Bell seinen gesamten Alltag auf. Dies beinhaltet Wärmekameras, das „Tracking“ des Standortes per GPS sowie viele andere Parameter. Die komplette Erfassung des menschlichen Lebens und dessen digitale Speicherung wird damit zu einer möglichen und in dieser Form auch erschreckenden Realität, die eine Menge an datenschutzrechtlichen Fragen aufwirft.

Fazit

Auch wenn die Forschungsrichtung der sogenannten „emotionalen Stadtkartierung“ noch am Anfang steht und technische sowie analytische Probleme eine aktuelle Anwendung in der Praxis verhindern, bleibt zu erwarten, dass die Entwicklung in Richtung Biosensorik weitergeht. Zum einen aufgrund der medizinischen Forschungen, aber auch aufgrund der sinkenden Kosten für solche Technologien. In wie weit die emotionale Stadtkartierung für die Planung in der Praxis Anwendung finden wird, bleibt abzuwarten. Aufgrund der aktuellen Forschungen in den vielfältigen aufgezeigten Bereichen werden aber Sensorik und damit stark zusammenhängend die „Ambient Intelligence“ von zunehmender Bedeutung für unser alltägliches Leben werden. Denn kontextsensitive Daten erleichtern in weiten Teilen das Leben (insbesondere für ältere Menschen) und unterstützen eine zunehmende Vernetzung unserer Welt, womit sich „echtes“ und „virtuelles“ Leben immer weiter überlagern: „With the advent of nanotechnology and the convergence

¹⁰ <http://sportstracker.nokia.com/>, letzter Zugriff 20.7.2010.

of microelectronics and biological processes and materials, the boundaries between human life and machine life are blurred.“ (Castells 2009:23f.)

Da der Geist der digitalen Vernetzung einmal aus der Flasche gelassen wurde und damit nicht mehr rückgängig gemacht werden kann und zudem vielfältige Vorteile mit sich bringt, wird die Ambient Intelligence nach Meinung des Autors in Zukunft ein normaler und selbstverständlicher Teil unserer Umwelt werden. Angst und Ablehnung sind dabei schlechte Ratgeber für die Gestaltung der Zukunft – vielmehr müssen rechtliche Rahmenbedingungen (insbesondere zum Datenschutz) ausgehandelt werden, welche vor Missbrauch schützen und den Mehrwert dieser Technologien nutzbar machen.

Dipl.-Ing. Stefan Höffken

Technische Universität Kaiserslautern

*Fachbereich Architektur/Raum- und Umweltplanung, Lehr- und
Forschungsgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden
in Raumplanung und Architektur*

Literaturverzeichnis

- Bortz J, Döring N (2003) Forschungsmethoden und Evaluation: für Human- und Sozialwissenschaftler. Berlin u.a., Springer
- Boucsein W (1988) Elektrodermale Aktivität – Grundlagen, Methoden und Anwendungen. Berlin
- Castellsn, M (2009) Communication Power. Oxford University Press
- Kanitakis J (2002) Anatomy, histology and immunohistochemistry of normal human skin. *European journal of dermatology* 12(4):390–399
- Nold C (2008) unter: <http://biomapping.net/>, letzter Zugriff 21.7.2010
- Papstefanou G (2008) Ambulatorisches Assessment und Empirische Sozialforschung, unter: http://www.gesis.org/fileadmin/upload/dienstleistung/fachinformationen/servicepublikationen/sofid/Fachbeitraege/Methoden_und_Instrumente_der_Sozialw_2008-2.pdf, letzter Zugriff 21.7.2010
- Pinel JPJ (2001) Biopsychologie. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag
- Rötzer F (2006) Emotionale Stadtkartierung, unter: <http://www.heise.de/tp/r4/artikel/22/22591/1.html>, letzter Zugriff 21.7.2010
- Selye H (1956) The Stress of Life. Kapitel 1–7, McGraw-Hill
- Storm H, Myre K, Rostrop M, Stokland O, Lien MD, Raeder JC (2002) Skin conductance correlates with perioperative stress, unter: <http://www.med-storm.com/pdf/SCperioperativestress.pdf>, letzter Zugriff 21.7.2010
- Tröster G (2007) Kleidsamer Gesundheitsassistent. In: Mattern F (Hrsg.) Die Informatisierung des Alltags, S. 103–126
- Zeile P, Höffken S, Papastefanou J (2009) Mapping People? Human as sensors and its possible use for urban design, REAL CORP 2009, unter: http://programm.corp.at/cdrom2009/papers2009/CORP2009_78.pdf, letzter Zugriff 21.7.2010

„Ambient Intelligence“ zwischen Entlastung, Selbstbestimmung und Vertrautheit. Ethische und anthropologische Aspekte

Carl Friedrich Gethmann und Stephan Lingner

Komplexe, vernetzte Sensoren und Assistenzsysteme lassen moderne, technisch bereits erschlossene Umwelten zunehmend „intelligenter“ werden.¹ Entsprechende Innovationen hin zu selbstorganisierenden Systemen dringen in das Alltagsleben vor, indem sie bestimmte, zuvor menschlich kontrollierte Funktionen im häuslichen Bereich, im Beruf und im Verkehr übernehmen. Im Bereich der Fahrerassistenzsysteme sind entsprechend autonome Funktionalitäten bereits auf breiter Front Realität. Auch zeichnet sich zukünftig ein partieller Ersatz einfacher Bekleidungsstoffe hin zu elektronisch „aufgerüsteten“ Funktionstextilien ab; die „intelligente Möblierung“ des menschlichen Handlungsraums rückt damit bis unmittelbar an den menschlichen Körper heran.

1 Entlastung als Zweck

Intelligente Umgebungstechniken dienen gemeinhin dem Zweck, Menschen von bestimmten Aufgaben zu entlasten. Dieser Entlastungsbeitrag richtet sich auf die automatisierte Übernahme von Aktivitäten, die andernfalls

- durch stereotype Abläufe oder sehr einfache Aufgaben langweilen und ermüden,
- durch Komplexität, Umfang und Qualität der Anforderungen z. B. an die Kontrolle technischer Systeme überfordern bzw. durch Unübersichtlichkeit verunsichern oder
- durch spezifische Umgebungsbedingungen gefährlich sind.

Technisch installierte Umgebungszelligenz ermöglicht somit Fehlervermeidung, Sicherheit, effiziente Organisation und wirtschaftliches Handeln sowie – durch freiwerdende Kapazitäten – die Freisetzung kreativen Potentials. Legt man die provisorische ethische Leitlinie „Chancen nutzen – Risiken mindern“ zugrunde, wäre

¹ Die Eigenschaft „intelligent“ wird hier solchen elektronisch und sensorisch unterstützten Systemen zugeordnet, die interaktiv und flexibel mit ihrer Umgebung in Wechselwirkung treten können. Die anthropomorphe Redeweise hat hier praktische Gründe; sie unterstellt technischen Systemen keine intrinsische schöpferische Intelligenz.

daher in erster Näherung die Entlastung durch „Umgebungsintelligenz“ moralisch zulässig, evtl. sogar empfehlenswert. Diese Annahme geht von der anthropologischen Grundthese aus, dass der Mensch sich mit Blick auf sein Naturverhältnis und die damit gegebenen Aufgaben der Naturbewältigung sowie auf seine Zwecksetzungen Leistungen abverlangt, die ihn hinsichtlich seiner „von Haus aus“ gegebenen Fähigkeiten überfordern. Mittels entlastender technischer Systeme, wie z. B. intelligenter Umgebungstechnik, ist es ihm aber gleichwohl möglich, sich diesen Randbedingungen und Herausforderungen anzupassen bzw. sich mit ihnen auseinanderzusetzen. Dieser vorläufig positiven Einschätzung von „Ambient Intelligence“ stehen allerdings bestimmte Risiken entgegen, weswegen „Ambient Intelligence“ einer kritischen Abwägung unterzogen werden muss, um schließlich zu einer qualifizierten Beurteilung zu gelangen. In eine detaillierte Abwägung sind auch technische, ökonomische und regulatorische Möglichkeiten des Risiko-Managements einzubeziehen, um intelligente Umgebungstechnik hinsichtlich ihres Nutzens und Risikos für die Gesellschaft optimal zu gestalten.

2 Zur Ambivalenz von moderner Technik

Menschliche Gesellschaften und ihre Institutionen sind generell technisch geprägt. Technisches Handeln ist somit Bestandteil menschlicher Kultur, die technische Infrastrukturen gemäß menschlicher Zwecksetzungen hervorbringt oder verändert. Die kulturgeschichtliche Dynamik technischen Handelns belegt diese Tatsache. In dem Entwicklungszusammenhang werden auch zunehmend moralische Aspekte relevant: In der Vormoderne waren technische Hilfsmittel und Gerätschaften noch einfach konstruiert; der Folgenraum ihrer Anwendung blieb überschaubar. Entsprechend reichte es zumeist aus, diese ohne Rücksicht auf die technischen Realisierungsbedingungen lediglich nach ihren Zwecken zu beurteilen.

Die darüber hinaus gehende Frage nach der Legitimation technischen Handelns kam erst mit der industriellen Fertigung komplexer Maschinen und Anlagen auf, die das Verhältnis von Gesellschaft und Technik bis heute ambivalent gestaltet hat. Diese Ambivalenz drückt sich durch Unsicherheit und Ungleichheit der Technikfolgen aus. *Unsicherheit* ist wesentlich durch die Komplexität beteiligter Prozesse bedingt, die die Erfüllung technisch gewollter Zwecke nur noch mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit in Aussicht stellen. Unsicherheit besteht bei komplexen Prozessen aber auch hinsichtlich der Realisierung nicht-intendierter und möglicherweise

schädlicher Folgen. Außerdem kann technisches Handeln *Ungleichheiten* erzeugen oder verstärken, indem es denjenigen technisch bedingte Lasten oder Gefährdungen aufbürdet, die nicht Nutznießer dieser Technik sind und somit durch ihre Vorteile nicht entschädigt würden. Angesichts dieser schwer überschaubaren Folgen ist aus technikethischer Sicht zu fragen, ob entsprechende Gefährdungen und ihre Verteilungsmuster zumutbar bzw. gerecht sind.

Überlegungen hierzu haben sich dabei auch mit einem mehrfachen *Paradox gesellschaftlicher Technikreflexion* auseinanderzusetzen: Die Motive technischer Entwicklungen sind – neben der Nutzenmaximierung – primär und durchaus erfolgreich auf die Minderung von äußeren Gefahren ausgerichtet. Ihrem Problemlösungsbeitrag steht allerdings auch die Erzeugung sekundärer Gefährdungen gegenüber, die Gegenstände kritischer Reflexion oben genannter Technikfolgen sind. Ihr Schadenspotential gibt Anlass zu gesellschaftlicher Besorgnis und zu Erwartungen ihrer Vermeidung. Rationale Beurteilung und Management entsprechender Risiken sind allerdings nur unter Berücksichtigung ihrer Eintrittswahrscheinlichkeiten möglich, da andernfalls möglicherweise überzogene Maßnahmen provoziert würden, die gesellschaftliche Risiken dritter Ordnung hervorrufen könnten. Erst ein umfassendes Wissen ermöglicht somit die angemessene Bewältigung von Risiken, z. B. durch die Formulierung geeigneter und überprüfbarer Sicherheitsstandards. Wissenschaft und Technik erlauben daher einen Stand der Sicherheit, der andernfalls so nicht erreichbar wäre. Aus dieser Darstellung lässt sich die ethische Forderung an moderne Gesellschaften ableiten, die kritische Technikreflexion *von der Perspektive primärer Gefahrenwahrnehmung hin zur rationalen Risikobeurteilung* weiterzuentwickeln. Technisches Handeln ist Handeln unter Risiko und damit ein Problem praktischer Vernunft (Gethmann 1993).

Bezogen auf die technische Kultur von „Umgebungsintelligenz“ bedeutet dies, dass sich Urteile zur Akzeptierbarkeit von Entwicklungen hin zur „Ambient Intelligence“ auf rationale Risikobeurteilungen stützen sollten, die sich ggf. auch auf Risikovergleiche und Risiko-/Nutzenabwägungen beziehen können, nicht aber auf generell risikoaverse Haltungen, wie sie beispielsweise Hans Jonas (1979) vertritt.

3 Risiken intelligenter Umgebungstechnik

Grundsätzlich zeichnen sich Risiken einer „intelligenten Möblierung“ menschlicher Aktionsräume in zweierlei Hinsicht ab. Sie lassen sich durch mögliche technisch

bedingte Verluste an Selbstbestimmung und an Vertrautheit skizzieren, die es den jeweils willkommenen Entlastungsbeiträgen von „Ambient Intelligence“ entgegenzustellen gilt.

3.1 Verluste an Selbstbestimmung?

Fragen von Selbstbestimmung, die „Ambient Intelligence“ aufwirft, lassen sich an folgendem Beispiel illustrieren: Fahrerassistenzsysteme schränken im Notfall die Selbstbestimmung des Handelnden (Fahrers) erheblich ein, indem sie eine automatisierte Vollbremsung einleiten. Es besteht also scheinbar ein unauflöslicher Konflikt zwischen dem Sicherheits- und dem Selbstbestimmungsbedürfnis des Handelnden (Fahrers). Dieser Kontrollverlust (über das Bremssystem) kann als Entmündigung aufgefasst werden, dem aber ein Kontrollverlust über die Gesamtsituation (gefährliche Straßenlage) gegenübersteht. Würde man also Selbstbestimmung apodiktisch im Sinne einer *jederzeit* bestehenden Handlungsherrschaft deuten, müsste man höhere Zwecke (Sicherheit, Komfort) durch Verzicht auf elektronische Bremsassistenten ggf. in Frage stellen. Diese Konsequenz widerspräche unterstellten Prioritätsregeln menschlicher Zwecke sowie auch der lebensweltlichen Praxis. Vielmehr gilt es, Selbstbestimmung auch durch *Selbstbeschränkung* zuzulassen bzw. in Grenzsituationen sogar zu fordern. Hierfür sind Bedingungen konstitutiv, die nachfolgend näher beschrieben werden.

- Die „Körnigkeitsebene“ *selbstbestimmten Handelns*: Selbstbestimmtes Handeln ist immer auf Handlungszwecke bezogen. Zur Erreichung dieser Zwecke sind notwendige und hinreichende Bedingungen sicherzustellen, die es in manchen Situationen erforderlich machen, *Abstriche an selbstbestimmtes Handeln auf niedriger Ebene* vorzunehmen, um die gesetzten Zwecke realisieren zu können. Auf das obige Beispiel übertragen, hieße das, sich auf die elektronische Steuerung des Bremsvorgangs zu verlassen, so wie man sich auch auf die funktionierende Hydromechanik verlässt. Mögliche, aber unwahrscheinliche Fehlfunktionen sind im Rahmen eines Risikokalküls für eine selbstbestimmte Entscheidung für oder gegen ein entsprechend ausgerüstetes Fahrzeug einzubeziehen. Es reicht daher im Allgemeinen aus, selbstbestimmtes Handeln auf relativ hohen „Körnigkeits-ebenen“ (Kaufentscheidung; manueller Bremsimpuls) sicherzustellen und damit Selbstbestimmung auf der untergeordneten Ebene eher mittelbar zu gestalten (automatische Bremsunterstützung).

- *Inkaufnahme partieller Verluste von Selbstbestimmung*: Mit der oben genannten souveränen Entscheidung für ein bestimmtes Assistenzsystem nimmt die handelnde Person in Kauf, dass ihr die Handlungsherrschaft im Detail unter bestimmten Umständen (teilweise) abgenommen wird. Meist ist in technischen Kontexten daher die geplante Inkaufnahme die normativ einschlägige Kategorie – und nicht eine abstrakte Aufgabe von Selbstbestimmung. Die normativen Implikationen von Inkaufnahme und Selbstbeschränkung zeigen, dass technische Entlastungsfunktionen nicht per se mit Entmündigung gleichgesetzt werden dürfen. Es muss jedoch sichergestellt sein, dass der Akteur auf irgendeiner Körnigkeitsebene seine Selbstbestimmung zumindest durch Inkaufnahme ausüben kann. Folgen hinsichtlich der Einschränkung der Selbstbestimmung intelligenter Umgebungstechnik sollten somit – auch implizit – nicht erzwungen werden. Vielmehr ist auf technischer Revidierbarkeit zu bestehen, z. B. durch die Möglichkeit, Fahrerassistenzsysteme abzuschalten.
- *Gradierung von Selbstbestimmung*: Akzeptable Maße zugestandener Selbstbestimmung auf relevanter Körnigkeitsebene bzw. durch Inkaufnahme von Selbstbeschränkungen sollten sich nach Möglichkeit auch an individuellen Fähigkeiten zur Selbstbestimmung orientieren. Sie variieren im Bevölkerungskollektiv je nach Begabung oder Disposition Einzelner. Darüber hinaus kann sich deren Kompetenz zur Selbstbestimmung auch altersbedingt ändern (Kinder, alte, behinderte Menschen). Hier sind ggf. weitere individuelle Abstriche an Erwartungen hinsichtlich der Selbstbestimmung zu machen und zu rechtfertigen.

Selbstbestimmung beinhaltet insbesondere auch das Recht auf freie Entfaltung der Persönlichkeit. Damit einher geht die Forderung nach einer Beschränkung möglicher Überwachungs- und Kontrollmöglichkeiten durch Dritte, die sich u. a. auch durch intelligente Umgebungstechniken bieten. Hier ist der *Schutz persönlicher Daten* vor Einblicken und Manipulation durch andere als gesellschaftliches Ziel geboten. Dieser Aspekt wird in der Debatte um „Ambient Intelligence“ sehr ausführlich diskutiert (z.B. Kornwachs/Coy 2009) und soll an dieser Stelle nicht weiter vertieft werden.

3.2 Verluste an Vertrautheit?

Der Raumbezug moderner Umgebungstechnik stellt neben Selbstbestimmungs- und Datenschutzproblemen auch solche Herausforderungen an den Einzelnen, die sich auf technikbedingte Veränderungen seines vertrauten Handlungsumfeldes richten. Im ungünstigsten Fall könnte die „intelligente Möblierung“ der Umwelt zur inak-

zeptablen *Entfremdung* des Einzelnen von seiner Handlungssphäre führen. Hierzu seien die anthropologischen Implikationen des Begriffs der Umgebung als vertraute Umwelt und Lebensraum näher erläutert. Heidegger (1967) formuliert die Verbindung von Weltsicht und Vertrautheit:

...Vertrautheit mit der Welt verlangt nicht notwendig eine theoretische Durchsichtigkeit der die Welt konstituierenden Bezüge. Wohl aber gründet die Möglichkeit einer ausdrücklichen ontologisch-existenzialen Interpretation dieser Bezüge in der für das Dasein konstitutiven Weltvertrautheit, die ihrerseits das Seinsverständnis des Daseins mit ausmacht.²

Die Grundthese nach Heidegger lautet also, dass ein sich Zurechtfinden in der Umwelt nur durch erfolgreiche Interpretation ihrer lebenspraktischen Bezüge gelingt, als den in ihren Funktionen und Eigenschaften vertrauten Gegenständen bzw. Subjekten.³ Raumbezogene Vertrautheitserwartungen nehmen allgemein vom Standpunkt des jeweiligen Subjekts nach außen ab (Bollnow 1963). Technisch bedingte Veränderungen der Umgebungsbedingungen (menschlichen Handelns) könnten daher zu Verlusten an Vertrautheit mit der nahen Umwelt führen und Individuen in der Verfolgung ihrer rechtmäßigen Zwecke irritieren bzw. verunsichern.

Hieraus ließe sich für die angemessene Installation von intelligenter Umgebungstechnik eine normative Schlussfolgerung formulieren, die auf einen *Vertrauthetsanspruch* – zumindest im Kernbereich des individuellen Handelns – hinausliefe. Gleichwohl kann aus dieser Forderung kein technik-averser Anspruch auf Konservierung einer gewohnten Lebensform abgeleitet werden. Dagegen spräche zunächst die diachrone Variabilität auch der natürlichen Umwelt, die dem Menschen bislang entsprechende, im Großen und Ganzen durchaus erfolgreiche Anpassungsleistungen abverlangt hat. Zum anderen ist es aus anthropologischer Sicht gerade die menschliche Flexibilität und Kreativität, die den Einzelnen dazu ermutigt „vertraute Pfade“ zu verlassen, um Fernreisen zu unternehmen oder um wissenschaftlich-technisches bzw. künstlerisches „Neuland zu betreten“. Dieses Veränderungsbedürfnis und die oben genannten Vertrautheitserwartungen wären daher zu einem moralisch-kohärenten Vertrauthetsanspruch zu verdichten. Entsprechende Regeln sind nicht auf statische „Idealzustände“ gerichtet; sie sollen vielmehr solche *moderate Umgebungsveränderungen* ermöglichen, deren Geschwindigkeit Mensch und Gesellschaft nicht überfordern. Dabei sind – wie

² In dem Sinne konstruiert Heidegger (1967) lebensweltliche Vertrautheit aus der Analyse des „In-der-Welt-seins“.

³ Vgl. auch Possel H (2010).

im vorigen Abschnitt – auch *individuelle Dispositionen* und Vertrauheitsansprüche angemessen zu berücksichtigen, um benachteiligte Personen die Teilhabe an individuellen und gesellschaftlichen Optionen weiterhin zu ermöglichen.

Sonderfall soziale Vertrautheit: „Ambient Intelligence“ hat auch das Potential, bestimmte vertraute soziale Routinen und Dienstleistungen zu verdrängen oder langfristig zu ersetzen. Hier lässt sich ebenfalls die Forderung nach einer moderaten Veränderungsgeschwindigkeit rechtfertigen, die die Realisierung effektiver Gewöhnungs-, Anpassungs- und Kompensationsstrategien erlaubt. Letztere sind allerdings nicht einfach durch ein „Mehr“ an mitmenschlicher Zuwendung zu definieren, da Zuwendung immer *funktio-nell* vermittelt wird. Sollte mitmenschliche Zuwendung also ein allgemein wünschbares Ziel sein, wären technisch ersetzte soziale Funktionen durch ebensolche andere *zu kompensieren*, um Technikentwicklung in akzeptierbarer Weise zu gestalten.

4 Fazit und Ausblick

Aus anthropologisch-ethischer Sicht ist der Entlastungsbeitrag intelligenter Umgebungstechnik grundsätzlich als willkommene Chance aufzufassen. Voraussetzung hierfür ist die Gewährleistung der individuellen Selbstbestimmung zumindest auf hoher „Körnigkeitsebene“ sowie die Vermeidung des Risikos der Überforderung, das sich durch persönliche Anpassungsschwierigkeiten an sich verändernde Umgebungsbedingungen ergeben kann. Die letztgenannte Bedingung könnte durch eine moderate und voraussehbare Innovationsdynamik erfüllt werden. Entsprechende Regeln sollten eher prozedural als material wirksam werden, da konkrete Chancen und Risiken von „Ambient Technologies“ im Entwicklungsprozess kaum vorher-sagbar sind und demgemäß nicht sicher steuerbar erscheinen.⁴

Professor Dr. phil. Dr. phil. h.c. Carl Friedrich Gethmann
Europäische Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-
technischer Entwicklungen Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH
Universität Duisburg-Essen
Lehrstuhl für Philosophie mit dem Schwerpunkt Angewandte Philosophie
Dr. rer. nat. Stephan Lingner, Dipl.-Geol.
Europäische Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-
technischer Entwicklungen Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH

⁴ Vgl. TA-Swiss 2009.

Literaturverzeichnis

- Bollnow OF (1963) Der Mensch und der Raum, Universitas 18:499–514
- Gethmann CF (1993) Zur Ethik des Handels unter Risiko im Umweltstaat. In: Gethmann CF, Kloepper M (Hrsg) Handeln unter Risiko im Umweltstaat. Berlin u. a.
- Heidegger M (1967) Sein und Zeit, Tübingen (11. Aufl.)
- Jonas H (1979) Das Prinzip Verantwortung: Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation. Frankfurt/M.
- Kornwachs K, Coy W (2009) Selbstbestimmung und Sicherheitsbedürfnis am Beispiel RFID. In: Herzog O, Schildhauer T (Hrsg) Intelligente Objekte. Technische Gestaltung – wirtschaftliche Verwertung – gesellschaftliche Wirkung. Berlin Heidelberg
- Possel H, Martin Heidegger: Dasein. <http://www.performativ.de> (recherchiert am 4.2.2010)
- TA-Swiss (Hrsg) (2009) Weiter knüpfen am Netz der Netze. Was Fachleute zum Internet der Zukunft sagen. Bericht im Rahmen des Projekts „Internet der Zukunft“, Bern

Gesellschaft im Bau – Pervasive Computing und die „Public Sphere“. Zum Ansatz von Dana Cuff und Jerry Kang¹

Bernd Lutterbeck

„As we percolate the physical environment, we intentionally or inadvertently redesign the public sphere.“
(Kang/Cuff 2005:24)

Die grundlegenden Fragen

Welchen Einfluss hat *Pervasive Computing (PC)* auf den öffentlichen Raum? Die Frage hat zwei unterschiedliche Aspekte oder Perspektiven:

- Die Surveillance-Perspektive
Wie beeinflusst die Ausstattung öffentlicher und privater Räume mit Pervasive Computing (PC) das Verhalten von Einzelnen oder Gruppen?
- Die Perspektive von Ästhetik und Architektur
Wie können neue Räume Menschen zu (neuem) Verhalten befähigen?

Perspektive 1 sieht den Menschen eher als Objekt staatlicher Maßnahmen und privater Begierde. Diese Perspektive hat der Datenschutz in der Vergangenheit eingenommen. Sie bestimmt bis jetzt die dort herrschende Meinung. Perspektive 2 sieht die Chance, mit Hilfe von PC neue öffentliche Räume zu bauen und durch sie die Fähigkeiten menschlicher Akteure zu vergrößern und zu verbessern. Diese Perspektive interessiert die Avantgarde unter den zeitgenössischen Architekten und Künstlern, die die neu entstehenden Räume begreifbar machen wollen. In der wissenschaftlichen Literatur (zumindest in Deutschland) ist diese Perspektive nahezu völlig unterbelichtet.

Der folgende Beitrag will einige Bedingungen und Voraussetzungen benennen, bei denen die Perspektive 2 erfolgreich sein könnte. Natürlich kann man die Per-

¹ Viele der hier ausgebreiteten Gedanken sind ohne Bilder und Darstellungen kaum zu begreifen. Dies ist aber aus drucktechnischen Gründen hier nicht möglich. Die Bilder zu diesem Beitrag sind auf meiner Homepage abrufbar, <http://lutterbeck.org/2.html>. Verweise auf diese Bilder werden nummeriert in eckigen Klammern. Die Bilder bzw. die Architekturen, die ich behandle, halten sich in der Regel an die Vorgaben der Autoren Kang, Cuff und Hansen, nur in Einzelfällen habe ich sie durch eigene Beispiele ergänzt (z. B. Mehretu 2009:17, 18).

spektiven nicht voneinander trennen, jedenfalls sollte man das nicht. Der Jurist Jerry Kang und die Architektin Dana Cuff aus Los Angeles haben mit dieser Auffassung Ernst gemacht und eine Abhandlung geschrieben, die die angesprochenen fachlichen Aspekte zusammenbindet: Rechtswissenschaft, Informationsökonomie, Marketing, Architekturtheorie und Ästhetik: „Pervasive Computing: Embedding the Public Sphere“ (Kang/Cuff 2005). 2008 haben sie ihren Ansatz noch einmal erweitert um die Informatik und so eine technische Dimension hinzugenommen. Der Aufsatz „Urban Sensing“, den sie gemeinsam mit Marc Hansen geschrieben haben, versucht die Perspektive 2 einzunehmen (Cuff/Hansen/Kang 2008).

Das konzeptionelle Anliegen der Autoren ist weiterführend:

- Es stellt einen heuristisch außerordentlich fruchtbaren Ansatz für eine transdisziplinäre Herangehensweisen her.
- Es durchbricht das in der Rechtswissenschaft und anderswo geltende Bilder- und darstellungsverbot. Denn die neuen Räume lassen sich nicht allein mit Worten begreifen und darstellen.
- Das Konzept formuliert eine Perspektive, die den einzelnen Menschen zum Subjekt seiner Umwelt macht. Der Einzelne ist danach mehr als bloßes Objekt staatlicher oder privater Überwachung.

Die folgenden Ausführungen benutzen die Beiträge dieser drei Autoren als Folie, vor der die Gedanken ausgebreitet werden. Die Überschrift „Gesellschaft im Bau“ betont das Experimentelle des Vorgehens. Aus einzelnen Architekturen der Avantgarde soll eine Architekturtheorie sozialer Räume entstehen. Das Ziel ist es, so ein juristisch handhabbares Wissen zu generieren, mit dem sich Strategien der Kontrolle und Überwachung sowie ihre Gegenstrategien („counteracting strategies“, Kang/Cuff 2005:49) ableiten lassen. Die Methode ist anspruchsvoll. Sie versucht, sich der Klärung in mehreren Schritten zu nähern:

- Erster Schritt: Ein hermeneutischer Blick auf PC an Beispielen. Dieser Blick zeigt, dass durch PC verschiedene übereinander liegende Schichten entstehen. Sie durchdringen sich in zu erklärender Weise.
- Zweiter Schritt: Man braucht ein Modell, mit dem sich Funktionalitäten dieser einzelnen Schichten darstellen lassen. Dieses Modell muss zumindest technische und bauliche Architekturen erfassen und in ihnen und mit ihnen die Kommunikation von Menschen. Dieses Modell entnehme ich der tatsächlich gebauten

oder nur theoretisch gedachten Renaissance-Architektur Oberitaliens aus der Zeit von 1300–1500.

- Dritter Schritt: Es muss die Frage beantwortet werden, welche Strukturen gewollt sind. Auch insoweit braucht man einen gedanklichen Rahmen, der aus der Falle staatlicher, deshalb häufig vergeblicher Regulierung hinausweist – einen „Vor-Hobbeschen“ Ansatz. Dieser Gedanke legt es nahe, nach „vorstaatlichen“ Strukturen „guter“ Regierung zu suchen. Es gibt einen wichtigen Ansatz, der die Frage „guter“ Regierung und die an ihrem Ort gebauten Einrichtungen im Zusammenhang betrachtet: das Fresko „Good and Bad Governance“ von Ambrogio Lorenzetti in Siena (um 1340) [15].²
- Vierter Schritt: Das Miteinander von Architekturen und Menschen hat die Belange der Gemeinschaft in den Städten Oberitaliens offensichtlich vorangebracht – durch Mechanismen der Selbstorganisation. Der Analogieschluss könnte dann lauten: Könnte es sein, dass diese Mechanismen der Selbstorganisation auch ein Modell für die „Regierung“ der PC-Räume sind?

Dieser vierte Schritt ordnet das PC-Problem ein in die moderne Forschung über ‚Commons‘ oder ‚Allmenden‘ bzw. „Community-Governance“, wie es bei anderen Autoren heißt. Elinor Ostrom ist für ihre Allmende-Forschungen soeben mit dem Ökonomie-Nobelpreis 2009 geehrt worden (z. B. für ihr bahnbrechendes Werk „Governing the Commons“ von 1990). Diese Ehrung könnte ein Beleg für die außerordentliche Relevanz dieser Forschungen sein. Auch Cuff, Hansen und Kang schließen an diese Forschung an und fordern, den über PC entstehenden Wissensraum als „Data Commons“ zu organisieren. Mein Beitrag geht über ihre Idee eines „Data Commons“ hinaus. Er behauptet, dass man Technik und gebaute Architektur im Zusammenhang betrachten muss. Dieser Ansatz wirft schwierige Fragen zur Regulierung dieser neu entstehenden vernetzten Räume auf.

Meine These: Eine – noch zu etablierende – Architekturtheorie schafft den Rahmen für Analyse und Bewertung von PC. Diese Theorie muss enthalten: Archetypen der Architektur, den sog. Vitruvianischen Dreiklang und Community Gov-

² Der Blick auf die Renaissance zur Klärung aktueller Fragen ist weniger überraschend als es den Anschein haben mag. Diesen Weg sind in den vergangenen Jahren eine Reihe von Wissenschaftlern verschiedener Disziplinen gegangen: Rechtswissenschaft (Rechtstheorie; Urheber- und Patentrecht), Ökonomik (Institutionenökonomik), Soziologie und Informatik (Open Source-Forschung). In einem Beitrag von 2008 (dort mit w. N. auf die Literatur) versuche ich, diese Art von Forschung für das moderne Innovationsgeschehen nutzbar zu machen.

ernance. Denn die Architektur ist eine gemeinschaftsstiftende Kunst, indem sie – öffentliche und private – Räume erbaut: „Baukunst schafft den dreidimensionalen Rahmen des in der Gemeinschaft räumlich wie sozial aufgehobenen Menschen.“ (Neumeyer 2002:23)

Augmented Realities – Enacted Environments

Kang und Cuff geben eine Unterscheidung, die für den Anfang heuristisch gute Dienste leistet: Augmented Reality – the Percolated Person. „Computing“ ist porentief eingebettet in nahezu alle Aspekte unseres täglichen Lebens. Dadurch vergrößern die Menschen ihre „sensory, communicative, and processing powers“. In dieser Welt ist „computing in the air, in the walls, in our sunglasses“. Durch den „richtigen Klick“ kann jedes Objekt mit unseren Kommunikationsinstrumenten verbunden werden. Besonders wichtige Beispiele sind Mobiltelefone oder RFID-Tags, die dem Menschen und seiner Dingwelt anhaften.

Pervasive Computing vergrößert nicht nur die Fähigkeit von Menschen, sondern auch seiner Orte und „places“. Durch PC wird der Umwelt ein „digital nervous system“ implantiert, das interaktiv ist. Es kann mit den Menschen kommunizieren und aus veränderten Umständen lernen. Kang und Cuff nennen diese Eigenschaft von PC „environmental responsiveness“. Kang und Cuff machen die Unterschiede beider Varianten an zwei Szenarien eines ganz unterschiedlichen Weges zur Arbeit deutlich:

Leaving home as planned at 7:30 in the morning, your mobile communicator informs you of the morning traffic report, and on that basis, suggests the fastest route to your office, which is mapped out on your windshield. On your way, non-spam emails received since last night are read to you, and the speech recognition system in the car's computer relays your responses. As you pass by a commercial center, you receive a visual note on your dashboard that your favorite brand of shoes is on sale, with four styles in your size; they can be put „on reserve“ simply by saying, „Computer, accept offer“.

Auch das Szenario für „enacted reality“ scheint weit in die Zukunft zu greifen. Konzeptualisiert es ist nur vereinzelt, z. B. im Konzepthaus „Blur“ der New Yorker Architekten Diller + Scofidio [6, 7], sowie den interaktiven D-Tower in Doordrecht [5]:

This time, you get a late start and leave home at 7:45 with barely enough time to make it to the office. As you race onto the freeway, a remote speed-limiting device prohibits your accelerator from going ten miles over the 55 MPH limit, and sensors on your bumper hold you back from tailgating. Based on your speed, acceleration,

and frequency of lane changes, as measured by road sensors, your vehicle's exterior paint turns bright red, warning other drivers that you are driving erratically. Signals are also sent to local law enforcement, depending on the degree and duration of your aggressive driving. As a courtesy, the audio system warns you that the police have been alerted. At the same time, civil fines are deducted from your bank account.

Schon die oberflächliche Analyse zeigt, dass PC neue und unterschiedliche Raumstrukturen entstehen lässt. Im Jüdischen Museum Berlin (JMB) entstehen innerhalb des großen Raumes JMB weitere Räume, die durch das unterschiedliche Interesse an den Exponaten definiert sein mögen. Durch die Interaktionsmöglichkeit, die das kommunikative Netz am Tag nach dem Besuch des Museums zulässt, entsteht ein weiterer Raum, den der Besucher definiert [1].

Etwas anders dürfte der Fall bei der Mall of America (MoA) liegen [2]. Die Mall gehört mit ihren bis zu 55 Millionen jährlichen Besuchern zu den meist besuchten Orten in der Welt. Im MoA machen Menschen aus der ganzen Welt Urlaub, nach Eigenwerbung besonders viele aus Deutschland, das MoA ist der Ort, an dem Teenager ihre Dates machen. Außerdem kann man dort einkaufen. Das MoA ist schon Gegenstand der Forschung, weil sich ersichtlich eine Frage stellt, die nur an der Oberfläche einfach zu beantworten ist: Warum sind so viele Menschen bereit, auf ihre verfassungsmäßigen Rechte zu verzichten? Denn das MoA ist eine private Entität, in der die amerikanische Verfassung nur begrenzt anwendbar ist. Dies gilt z. B. für diverse Überwachungseinrichtungen technischer und nicht-technischer Art. Jedenfalls muss man davon ausgehen, dass die Angebote ein Bündel unterschiedlicher Benutzerräume entstehen lassen. Die Realität der Menschen, wahrscheinlich auch ihre Identität, ergibt sich aus diesem Bündel von Räumen.

Das Beispiel Prada zeigt einen weiteren, neuen Aspekt von PC [3, 4]. Das Schaufenster von Prada ist funktional ein Museum, das den öffentlichen Raum bedient. In diesem Sinne kommuniziert das Schaufenster mit der Öffentlichkeit. Ein privater Raum wird öffentlich. Es würde natürlich keinerlei technische Schwierigkeiten bereiten, mobile Werkzeuge der Passanten und Gegenstände innerhalb der Prada-Räume miteinander kommunizieren zu lassen. Dies ergibt folgende prinzipielle Strukturen: Prada ist ein Beispiel für den Übergang von „augmented reality“ zu „enacted environment“. Durch die Durchlässigkeit der Wand von Prada entsteht ein neuer öffentlicher Raum innerhalb des öffentlichen Raums Straße [8]. Für die neu entstehenden Räume ist es wahrscheinlich weniger erheblich, in welcher Rechtsform sie organisiert sind: Privates Unternehmensrecht (MoA), Stiftung

(LMB) oder bei dem Prada-Fenster öffentliches Wegerecht. Entscheidend ist, nach welchen Kautelen man Zugriff auf Räume hat. Es ist auch ersichtlich, dass für eine ubiquitäre Struktur wie PC das Leitbild des Bentham'schen Panoptikums fragwürdig ist. Es geht davon aus, dass der eine sieht, der andere gesehen wird. Dies trifft für interaktive Strukturen nicht zu.

Der Öffentliche Raum – reloaded

Räume werden hergestellt, sie sind nicht einfach da. In einem Gebäude entsteht Raum durch Architektur. Architekturen, die ihre Mauern öffnen, können kommunikativ sein. Konstruktiv wird gewissermaßen das Innere nach Außen geklappt. Im Freien entsteht Raum nur durch Kommunikation von Menschen. Das Beispiel Prada hat gezeigt, dass die bauliche Struktur und die Kommunikation von Menschen zusammengebracht werden können. In diese Strukturen lagert sich PC porentief ein. Für die Planung der Städte, für die Zuweisung der Ressourcen und das „Glück“ der dort lebenden Menschen ist es entscheidend, diese Zusammenhänge gut zu verstehen. Inzwischen weiß man, dass auch ein untrennbarer Zusammenhang mit der Innovationsfähigkeit dieser Räume besteht: „Je besser, je effizienter die Strukturen, je höher die Innovationsrate“ (hierzu Lutterbeck 2008). Es gibt allerdings auch andere Stimmen wie den Anthropologen Marc Augé (1994), der anthropologische und Nicht-Orte unterscheidet. Für ihn müsste die Mall of America der Prototyp eines solchen Nicht-Ortes sein, das sind Orte, die auf einen bestimmten Zweck hin konstituiert sind und lediglich eine vertragliche Beziehung zwischen sich und den Nutzern herstellen. Anthropologische Orte bringen demgegenüber das „Organisch-Soziale“ (S. 111) hervor. Menschen kommunizieren in einem normativen Kontext, der ihr Verhalten leitet. Es mag zutreffen, dass Städte- und Regionalplaner schon Antworten darauf haben, wie sich dieser normative Kontext und die raumbildenden Architekturen zueinander verhalten. Dem müsste man nachgehen. Jedenfalls sind sie der rechtswissenschaftlichen Innovationsforschung noch nicht bekannt. Man weiß inzwischen auch, dass für dieses Verhalten soziale Normen eine gegenüber Rechtsnormen möglicherweise herausgehobene Rolle spielen. Durch PC entsteht indessen eine Komplexität, für die Auffassungsgabe und Instrumentarien noch nicht zureichen. Es könnte sich deshalb lohnen, diese Komplexität in einem Modell auf handhabbare Elemente zu reduzieren. In einem solchen Modell müsste man die einzelnen Strukturelemente in einem nor-

mativen Kontext diskutieren, der Kommunikation in einer Umgebung ohne Recht verstehbar macht. Diese Kommunikation müsste in einem ökonomischen Kontext stattgefunden haben, der der heutigen, vor allem durch die Informationstechnik ausgelösten Dynamik vergleichbar ist. Solche Kommunikation kann nur in einer Zeit existiert haben, in der die heute gültigen Vorstellungen vom Recht noch nicht existiert haben.³

Man braucht gewissermaßen Menschen in einer Versuchsanordnung, die schon alles enthält, allerdings noch nicht die komplexe regulatorische Ordnung heutiger Zeit. Diese Überlegungen führen dazu, die in der Renaissance Oberitaliens vorzufindenden Gegebenheiten diesem Modell zugrunde zu legen. Denn das Bündnis von Architektur und Kommunikation im öffentlichen Raum Oberitaliens erschließt sich auch architektonischen Laien. Dieses Modell hat zusätzlich den Vorteil, dass viele Gebäude, Plätze etc. noch zu besichtigen sind und nicht nur musealen Zwecken dienen. Das Modell ist also anschaulich. Dieser methodische Kniff hat in den vergangenen Jahren in Sonderheit das Interesse von Institutionen-ökonomien gefunden, die die Institutionenbildung in den Städten Oberitaliens zwischen etwa 1300 und 1500 zum Gegenstand haben. Das Modell hat wissenschaftlich einen weiteren Vorzug: In dieser Zeit, um 1450, hat Leon Battista Alberti (1975) die erste Architekturtheorie nach der Antike geschrieben. Im Gegensatz zu seinem Vorbild Vitruvius war Alberti selbst ein erfolgreicher Baumeister. Insbesondere an der Piazza Santissima Annunziata in Florenz kann man auch heute noch eine für den vorliegenden Text zentrale Idee studieren [10].

Alberti hat die Kirche Santissima Annunziata lediglich vollendet, allerdings die Architektur um ein für unsere Betrachtung wichtiges Detail verändert. Die Arkaden öffnen die Kirche zum Platz und laden zusammen mit den anderen Arkaden

³ Spätestens an dieser Stelle wird eine Schwäche meines Ansatzes sichtbar: Die Begrifflichkeit ist noch unscharf, vielleicht sogar teilweise widersprüchlich. Raum ist sicher das, was von gebauten Mauern/Wänden umfasst wird, also das Innere eines Hauses. Raum ist ein Terminus der Architekturtheorie, die ja hier als theoretischer Rahmen zugrunde gelegt wird. Gleichzeitig benutze ich den Begriff „öffentlicher Raum“ und „sozialer Raum“ für eine Beziehung außerhalb dieses architektonischen Raums. Hierfür müsste Augé den Begriff ‚Ort‘ benutzen. Allerdings ist dieser Ort in meiner Graphik [14] ein „Platz“ oder eine „Gegend“ nach der Bezeichnung des Archetyps von Leon Battista Alberti. Eine künftige Forschung müsste sich sicher bemühen, diese terminologischen Unklarheiten zu beseitigen. Diese sind sicher auch der Tatsache geschuldet, dass ganz unterschiedliche Disziplinen das Gleiche zu ihrem Gegenstand haben, es aber nach ihren jeweiligen Bedürfnissen benennen. Aber schon innerhalb einer Disziplin sind Begriffe nicht immer klar: Wo die deutsche Übersetzung Albertis Universalie als „Mauer“ bezeichnet, spricht Neumeyer (2002) fast durchgängig von „Wand“.

zur Kommunikation ein, was angesichts der mediterranen Hitze von Vorteil ist. Die Mauern der einzelnen Gebäude werden gleichsam kommunikativ aufgeladen für Zwecke, die die Bürger von Florenz ihnen geben. Die Fassade der Kirche setzt die zentrale Idee seiner Theorie in gebaute Architektur um: Wände beziehungsfähig und raumaktiv zu machen. In den sechs Archetypen, auf die Alberti die Architektur zurückführt, spielt auch die Wand bzw. die Mauer die zentrale Rolle für ein politisches Gemeinwesen. Gelingt dem Architekten das Vorhaben, entsteht zwischen den verschiedenen Mauern von Häusern ein sozialer Ort der Kommunikation. Man betrachte jetzt das Beispiel des Prada Flagship Store [4]. Dort sind ja die als Museum eingerichteten Schaufenster eine Wand, die der holländische Architekt Rem Koolhaas beziehungsfähig gemacht hat. Auch wenn das Prada-Fenster durch PC kommunizieren könnte, wäre es funktional nichts anders als die Fassade von Santissima Annunziata, die Alberti Mitte des 15. Jahrhunderts in Szene gesetzt hat. Dass Albertis Wände unsere Vorstellungen von sozialer Kommunikation und Schönheit auch heute noch jedenfalls nicht verfehlen, hängt nach Alberti mit „Grundlagen“ zusammen, die dem Archetyp Wand bzw. Mauer „förderlich“ sind (1975:22):

Sie sollen jedes einzelne ihrem bestimmten Zwecke genau angepasst und besonders gesund sein, in Bezug auf Dauerhaftigkeit und Unvergänglichkeit vollkommen und solid, ja bis zu einem gewissen Grade ewig; in Bezug auf Anmut schmuck und wohlgefällig und in allen Teilen sozusagen festlich geschmückt sein.

Die Archetypen sind: „die Gegend, der Grund (die Baustelle), die Einteilung (Grundriss), die Mauer, die Decke und die Öffnung“ (Alberti 1975:21). Die Archetypen sind demnach so etwas wie ein architektonischer Werkzeugkasten. Mit diesen Formulierungen greift Alberti den sog. Vitruvianischen Dreiklang aus *firmitas*, *utilitas* und *venustas* auf, der bis heute das Basiskonzept der Architektur geblieben ist. Andere Konzepte benutzen die vielleicht heute besser verständlichen Begriffe Konstruktion – Funktion – Form. Alle Konzepte verweisen darauf, dass eine Architektur immer aus drei fachlichen Hinsichten entworfen sein muss: der Mathematik (sonst steht der Bau nicht), der Ökonomik (sonst ist das Gebäude nutzlos) und der Kunst (ein unschönes, unproportionales Gebäude lädt nicht zur Kommunikation ein). Diese, schon antike, Einsicht kann nicht genug betont werden: Man kann nicht bauen ohne eine normative Vorstellung von den Beziehungen zwischen dem Gebäude und den Menschen außerhalb. Dieser Gedanke mag uns heute fremd erscheinen, in der Renaissance Oberitaliens war er offensichtlich allgemein präsent und den Baumeistern natürlich bekannt.

Betrachten Sie jetzt das Geschehen um diesen realen Platz, wenn man Google benutzt [11]: Die Eingabe „Santissima Annunziata Florenz“ in Google Maps ergibt einen Kartenausschnitt von Florenz und Umgebung. Man kann sich näher an den Platz heranbeamen oder das Männchen am Navigator bedienen. Dieser Klick schickt einen auf einen fotografierten Rundgang um den Platz. Das Frontalbild zeigt Albertis Fassade innerhalb eines Angebots von Google. Weitere Klicks links auf der Seite führen den Benutzer in soziale Netzwerke, die sich mit der Thematik befassen. Ein Benutzer eines heute gebräuchlichen Handys kann all diese Informationen laden und damit seine Spur in der Stadt ziehen. Wer über mobile GPS-Funktionen verfügt, kann zusätzlich um den Platz herum Geo-Caching betreiben. Der folgende Ausschnitt vom 5.11.2009 zeigt, dass sich die für Geo Cashing relevanten Orte einem Netz ähnlich um den Platz herum verteilen [12]. Um den historischen Ort „Santissima Annunziata“ lagern sich also verschiedene Schichten, die teils von Google hergestellt sind, teils von Benutzern definiert sind. Während der historische Ort im wahrsten Sinne des Wortes fest steht, können sich die hergestellten Orte je nach Interesse der Benutzer verändern. Damit kann sich aber auch die Relation zwischen Benutzer-Ort und historischem Ort verändern. Albertis Fassade ist lediglich die „Grundlage“ der Bildung virtueller Netze. Dies könnten natürlich auch PC-Netze sein.

Mit Hilfe der Archetypen Albertis – Alberti ist gelernter Jurist – lassen sich die prinzipiellen baulichen Elemente von „Santissima Annunziata“ modellieren. Auch die um den Platz herumgelegten virtuellen Netze können dargestellt werden. Über oder neben dem realen Alberti-Ort und den neuen virtuellen Netzen existiert ein weiterer Raum, den ich in Anlehnung an die Systematik des Unionsvertrages der EU „Raum der Freiheit, der Sicherheit und des Rechts“ nenne [14]. Denn die Freiheit, entweder Albertis Ort real zu besichtigen oder nur auf das Internet zuzugreifen, ist durch eine rechtliche und politische Ordnung garantiert. Eine beliebige rechtliche Ordnung könnte den sozialen Raum „Santissima Annunziata“ z. B. durch folgende Regeln strukturieren wollen:

- Nicht-Italiener dürfen den Platz nicht besuchen.
- Es ist verboten, Handel auf dem Platz zu betreiben.
- Darstellungen im Internet sind kostenpflichtig und nur bei Bezahlung einer Lizenzgebühr zulässig.
- Geo Caching darf nicht gegen die guten Sitten verstoßen.

Dieses Modell beantwortet die zentrale Frage, die den Juristen interessiert, noch nicht: Wie kann durch Regulierung/Nicht-Regulierung eine gerechte und nicht eine bloß beliebige Ordnung entstehen? Dazu muss der Jurist zunächst den Mechanismus kennen, der Räume und Mauern/Wände verschiedener Bauten zu sozialen Orten macht. Der Architekturtheoretiker Neumeyer beschreibt Albertis Position so:

Als begrenzendes Element ist die Wand Stifterin von Gemeinschaft, denn sie ermöglicht ein geordnetes Zusammenleben im Neben- und Miteinander unmittelbarer Nachbarschaft und stiftet damit ein gesellschaftliches Leben, in dem Privatheit und Öffentlichkeit miteinander verschränkt sind. (Neumeyer 2002:21)

Albertis Gemeinschaft kann nur durch Handlungen von Menschen entstehen. Offensichtlich geht er davon aus, dass (seine) Architektur und bestimmte Handlungen der Menschen diese Gemeinschaft bilden. Alberti behandelt diesen Zusammenhang nicht weiter, vielleicht, weil er ihn als bekannt vorausgesetzt hat. Die neueste wissenschaftliche Literatur über Allmenden hat das wahrscheinliche Strukturprinzip für diese Verschränkung von privat und öffentlich herausgearbeitet: Es ist die Infrastruktur der Allmende (dazu näher Lutterbeck 2005). Auch diese Forschung versucht, die Komplexität zu reduzieren durch einen Rückgriff auf die italienische Renaissance. Ein Fresko von Ambrogio Lorenzetti in Siena spielt dabei eine herausgehobene Bedeutung.

„Gute und schlechte Regierung“ in der Stadt⁴

Der Mailänder Architekt und Bauhistoriker Vittorio Lampugnani hat vor Kurzem seine Vision der künftigen europäischen Stadt mit einer bemerkenswerten Feststellung begründet: „Die historische Stadt ist ein Modell für vorbildliches Knowledge Management“ (Lampugnani 2009). Um heute Städte zu bauen oder zu erneuern und ggf. mit PC-Infrastrukturen zu verdichten, muss man ihre Funktionsbedingungen kennen und modellieren. Das ist nicht ganz einfach, wie die umfangreiche Literatur über Lorenzettis Fresko zeigt (z. B. Lutterbeck 2008, Riklin 1996, Skinner 2009, Starn 1994). Kurz zusammengefasst hat die europäische Stadt offensichtlich als Allmende-Struktur funktioniert. Wenn aber diese Struktur ein vorbildliches Knowledge Management ermöglicht haben sollte, dann spricht vieles

⁴ Die Formulierung bezieht sich auf das Fresko von Ambrogio Lorenzetti, „Allegoria ed effetti del buono e cattivo governo in città ed in campagna“, Palazzo Pubblico, Sala dei Nove, Siena (1338–1340) [15].

dafür, auch PC-Infrastrukturen als Allmende zu organisieren – als Raum, der allen Menschen diskriminierungsfrei Zugriff auf die realen und virtuellen Ressourcen ermöglicht. In der Welt Lorenzettis haben die Menschen ihre Belange aus sich selbst heraus organisiert – ohne weltliche oder kirchliche Autoritäten, die ihnen den Weg wiesen. Die Menschen haben, in der Sprache der Institutionenökonomik ausgedrückt, einen Kooperationsmechanismus benutzt, der es ihnen ermöglicht hat, den sozialen Raum Stadt „gut“ zu regieren. Allerdings scheint das zugrunde liegende Modell nur ein knappes Jahrhundert in Siena funktionsfähig gewesen zu sein. Aufgabe künftiger Forschung wäre es, diesen Kooperationsmechanismus offen zu legen. Dann hätte man die europäische Stadt als sozialen Körper für erfolgreiches „Knowledge Management“ rekonstruiert. Danach müsste man prüfen, inwieweit dieser Mechanismus für eine Analogie zur heutigen digitalen Umwelt trägt. Die vorliegenden Forschungen geben Anlass zur Hoffnung, dass sich daraus ein frühes Beispiel für eine „offene Stadt“ rekonstruieren lässt. Die Utopie heutiger Architekten und Stadtplaner einer „Open City“ (Rienjets/Sigler/Christiaanse 2009; Sennet 2006, [16]) ließe sich dann auch institutionenökonomisch untermauern.

*Professor Dr. iur. Bernd Lutterbeck
Ehem. Technische Universität Berlin
Lehrstuhl Informatik und Gesellschaft*

Literaturverzeichnis

- Alberti LB (1975) Zehn Bücher über die Baukunst. Wissenschaftliche Buchgesellschaft: Darmstadt
- Augé M (1994) Orte und Nicht-Orte. Vorüberlegungen zu einer Ethnologie der Einsamkeit. Fischer: Frankfurt
- Braman S (2006) Tactical Memory: The Politics of Openness in the Construction of Memory. *First Monday* 11(7), http://firstmonday.org/issues/issue11_7/braman/index.html
- Cohen JE (2007) Cyberspace as/and Space. *107 Columbia Law Review* 210:210–256
- Cuff D, Hansen M, Kang J (2008) Urban Sensing: Out of the Woods. *Communications of the ACM* 51(.3):24–33
- Kang J, Cuff D (2005) Pervasive Computing: Embedding the Public Sphere. *Washington and Lee Law Review* 65:93–147. Verfügbar: SSRN: <http://ssrn.com/abstract=626961>
- Lutterbeck B (2005) Infrastrukturen der Allmende. In: Lutterbeck, Gehring, Bärwolff (Hrsg) *Open Source Jahrbuch 2005*. LehmannsMedia: Berlin, S. 329–346
- Lutterbeck B (2008) Open Source Communitys und geistiges Eigentum – Ein Kommentar zu Axel Metzger. In: Eifert M, Hoffmann-Riem W (Hrsg) *Geistiges Eigentum und Innovation. Innovation und Recht*. Dunker & Humblodt: Berlin, S. 207–236
- Mehretu J (2009) *Grey Area*. Ausstellungskatalog der Deutsche Guggenheim Berlin, Guggenheim Museum Publications: New York
- Neumeyer F (2002) *Quellentexte zur Architekturtheorie*. Prestel: München u.a.
- Ostrom E (1999) *Die Verfassung der Allmende*. MohrSiebeck: Tübingen
- Palladio A (2008) *I quattro libri dell' architettura – Die vier Bücher über die Baukunst*, Marixverlag: Wiesbaden
- Rienjets T, Sigler J, Christianse K (2009) *Open City. Designing Coexistence*. Ausstellungskatalog der 4. Architektur-Bienale, SUN: Amsterdam
- Riklin A (1996) *Ambrogio Lorenzettis politische Summe*. Stämpfli-Manz: Bern + Wien
- Sack RD (1997) *Homo Geographicus. A Framework for Action, Awareness, and Moral Concern*. The John Hopkins University Press: Baltimore and London
- Sennett R (2006) *The Open City*. Veröffentlichung von URBAN AGE – a worldwide series of conferences investigating the future of cities, http://www.urban-age.net/0_downloads/Berlin_Richard_Sennett_2006-The_Open_City.pdf
- Sieck J (2009) RFID-Anwendungen in Museen – Kommunikations-, Informations und Multimediatechnik, Folien einer Präsentation, www.tm.tfh-wildau.de/~cpuesch/rfid/.../Sieck_Wildau_20091006.pdf
- Skinner Q (2009) Macht und Ruhm der Republik in den Fresken Lorenzettis. In: Ders., *Visionen des Politischen*. Suhrkamp: Frankfurt, S. 93
- Starn R (1994) *Ambrogio Lorenzetti. The Palazzo Publico, Siena*, George Braziller: New York
- Vitruv [Marcus Vitruvius Pollio] (2004) *De Architectura Libri Decem – Zehn Bücher über Architektur*. Marix Verlag: Wiesbaden
- Weiser M (1991) The Computer for the Twenty-First Century. *Scientific American*, September 1991:94–10,, <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/SciAmDraft3.html>
- Zittrain J (2008) Ubiquitous Human Computing. *Oxford Legal Studies Research Paper* 32/2008. Verfügbar: SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1140445>

Informationsethik, Raumkonzepte und „Ambient Intelligence“

Jessica Heesen

Kontextbezogene Medien erfordern neue auf den Raum bezogene Forschungslinien der Informationsethik. Zentrale Reflexionspunkte bedürfen durch die Etablierung der Technologien im Bereich „Ambient Intelligence“ einer Ausweitung und Neukonzeptionisierung. Raumbezogene Probleme entstehen zum Beispiel aus den Risiken durch das „Hacking“ einer intelligenten Umgebung. Eher sozialetisch orientierte Fragestellungen ergeben sich aus der Auflösung der Trennung von privaten und öffentlichen Räumen und der damit verknüpften Vermischung von Arbeits-, Freizeit- und Privatbereichen. Aus der informationstechnischen Durchdringung der Umgebung ergibt sich entsprechend auch ein neuer Regelungsbedarf. Gibt es zum Beispiel ein Recht an Ortsinformationen? Leisten kontextbezogene Dienste einen Beitrag zur gesellschaftlichen Integration und können in diesem Rahmen Anforderungen an die Dienste artikuliert werden? Darüber hinaus sind das Selbstbestimmungsproblem bei der Nutzung der häufig adaptiven und selbst organisierten kontextbezogenen Dienste oder eine umfassende Präsenz potenzieller Überwachungstechnologien von Bedeutung. Auch die Diskussion anderer grundlegender informationsethischer Themen wie Informationsfreiheit, Digitale Spaltung oder kulturelle Identität ist eng verwoben mit Fragen der Raumordnung und Raumerzeugung durch Kommunikationsinfrastruktur.

Informationsethik beschäftigt sich mit der Verantwortung des Einzelnen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechniken (IT), mit der Bewertung und Steuerung institutionellen Handelns für eine sozialverträgliche Technikgestaltung und mit dem Einfluss der Informationstechniken auf die Strukturbedingungen des Handelns auf höherer Ebene. Aus dieser letztgenannten Perspektive geht es um die Effekte der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechniken auf Mensch und Kontext, also um die Auswirkungen der Computernutzung auf die Möglichkeitsbedingungen von Handeln wie sie durch Prozesse der Sozialisierung und Identitätsbildung sowie durch die verschiedenen Weisen der Realitätsauffassung vorgegeben sind. Insbesondere die Konstituierung von Realität ist durch Ordnung und Erfahrung des Raums geprägt. Im Folgenden sollen Spezifik und ethische Relevanz der Raumerfahrung in einer intelligenten Umgebung im Vordergrund stehen.

Zur Erfassung dieses Bereichs wird eine Differenzierung zwischen Ort (Place) und Raum (Space) eingeführt, die bestehende Forschungsansätze aus Philosophie und Humangeografie (z. B. Lefèbvre 1974, Tuan 1979) auf Basis einer informationstechnisch bedingten Herausforderung gewohnter Ordnungsschemata verschärft und modifiziert (Heesen 2008).

Ort und Raum

In einem Grundlagentext von 1977 formuliert der Sozialgeograf Yi-Fu Tuan:

„Space‘ ist more abstract than ‚place‘. What begins as undifferentiated space becomes place as we get to know it better and endow it with value. [...] From the security and stability of place we are aware of the openness, freedom, and threat of space, and vice versa. (Tuan 1979:Einleitung)

Tuan schreibt dem Raum einen höheren Grad an Abstraktheit zu – erst auf einer lokalen, örtlichen bzw. stabilen Ebene fände eine Zuschreibung bestimmter Wertannahmen statt. Tuan spricht in Bezug auf die Wirkung eines Ortes von einem „sense of place“ (ebd.:162). Auch in späteren Arbeiten aus der Informatik waren ähnliche Vorstellungen vorherrschend:

Where ‚space‘ describes geometrical arrangements that might structure constrain, and enable certain forms of movement and interaction, ‚place‘ denotes the ways in which settings acquire recognizable and persistent social meaning in the course of interaction. The catch-phrase was: ‚space is the opportunity; place is the (understood) reality‘. (Dourish 2006:299)

Für dieses Modell vom Ort als dem spezifischen und dem Raum als dem umfassenden Allgemeinen liegt die Vorstellung von einer a priori gegebenen Entität nahe, die im Kontext eines kulturellen „Gebrauchs“ durch den Menschen erst erschlossen und mit Bedeutung angefüllt wird. Diese Auffassung wurde in anderen, insbesondere in neueren Ansätzen, modifiziert. Die Konstitutionsbeziehung zwischen Ort und Raum erscheint zunehmend wechselseitig, das heißt: an konkreten Orten finden *Interaktionsbeziehungen* zwischen Menschen statt, die überhaupt erst für die möglichen Perspektiven zur Erschließung und Gestaltung von Raum entscheidend sind. Die physische Dimension des Kontextes tritt in dieser Interpretation in den Hintergrund. Der Informatiker Paul Dourish hält fest: „Space is a social product just as much as place“ (Dourish 2006:302). In das Zentrum der Beschäftigung mit Ort und Raum treten Interaktionsbezie-

hungen und ihre Rolle für das Zustandekommen von Bedeutung in erkenntnistheoretischer und normativer Dimension. Raum ist hier die Bezeichnung für ein Medium personaler Interaktion. Auch der britische Soziologe Anthony Giddens betont die Bedeutung des Raums für die – häufig auch metaphorische – Rahmung von Interaktionsbeziehungen: „In Orten [...] wird der Raum als Bezugsrahmen für Interaktion verfügbar gemacht, während umgekehrt diese Interaktionsbezugsrahmen für die Spezifizierung der Kontextualität des Raumes verantwortlich sind“ (Giddens 1995:170). Die spezifische Wahrnehmung eines Ortes ist somit immer auch von der Bedeutungsgenerierung in Interaktionsräumen abhängig, die der Ort selbst wieder rekursiv beeinflusst.

Vor dem Hintergrund der oszillierenden Beschreibungen von Raum und Ort bieten sich nur wenige Charakteristika, die zu einer fundierten Unterscheidung führen können. Aus den obigen Ausführungen wurde deutlich, dass bei allen Unterschieden in den Begriffsdefinitionen doch einige Zuschreibungen für den Ortsbegriff typisch sind. Dazu gehören die Vorstellungen, dass ein Ort eine Ordnung in einem konkreten und stabilen Kontext ist, dass an Orten Werte und Normen entstehen, dass sie aber auch Träger (Signaturen) von Werten und Bedeutungen sind; für manche Ansätze ist zusätzlich die visuelle Erkennbarkeit charakteristisch. Für den Raum hingegen wird in der Literatur immer wieder sein *Ermöglichungscharakter* genannt. In diesem Sinne ist er assoziativ mit Bewegung (im Raum) verbunden, mit Struktur (Wege, Straßen) und auf konzeptioneller Ebene mit Freiheit, Offenheit und Abstraktion von konkreten Gegebenheiten konnotiert. Für den Ort wie auch für den Raum trifft zu, dass sie als soziale Konstruktion oder Interpretation verstanden werden, für die konkrete soziale Interaktionen wie auch höherstufige Intersubjektivität konstitutiv sind (vgl. de Certeau 1988, Dourish 2006, Schlögel 2004). Einen herausgehobenen Stellenwert haben vor diesem Hintergrund Orte, die das gemeinsame gesellschaftliche Bewusstsein in einem besonders hohen Maße beeinflussen. Also solche Bereiche der natürlichen oder menschlich geschaffenen Umwelt, die eine bestimmte Bedeutung nicht nur für einzelne Personen, sondern für die Allgemeinheit haben wie z. B. Stonehenge oder Ground Zero im Gegensatz zu einem privaten Garten, der nur für die Besitzer eine besondere Bedeutung hat. Solche *öffentlichen* Orte substantiieren die lebensweltlichen und kulturellen Determinanten einer sozialen Gemeinschaft. Sie verbinden die gegenständliche mit der intersubjektiv-kommunikati-

ven Komponente einer gemeinschaftlichen Identität. Ein solcher Ort ist „lesbar“ und auch gestaltbar.¹

Der Raumbegriff kennzeichnet gegenüber dem Begriff des Ortes die Möglichkeit zur Herstellung kommunikativer Öffentlichkeiten ohne einen direkten Bezug zu einem gegenständlichen Bereich. Diese Unterscheidung ist insofern wichtig, als durch die interaktive Netzkommunikation Räume des intersubjektiven Austauschs an Bedeutung gewinnen, ohne dass gegenständliche Orte mit diesen Räumen in einem Zusammenhang stehen müssen.

Im Folgenden soll zwei Fragestellungen nachgegangen werden: (1) Inwiefern beeinflusst eine intelligente Umgebung unsere Erfahrung von Ort und Raum? (2) Hat der Ort als solcher eine eigene ethische Relevanz?

Inwiefern beeinflusst eine intelligente Umgebung unsere Erfahrung von Ort und Raum?

Nicht nur die Sozial- und Geisteswissenschaften beschäftigen sich mit raumbezogenen Forschungsfragen. Ambient Intelligence steht für die Hinwendung der Informationstechnik zum Kontext als dem konkreten und singulären Ort der menschlichen Erfahrung. Im Folgenden soll skizziert werden, inwiefern umgebungsbezogene IT die Erfahrung des Ortes beeinflussen:

1. *„Umarmungsstrategie“*: Kontextbezogene Dienste beziehen sich dialektisch auf einen Wert des Ortes, indem sie einerseits die Vielfalt und Vieldeutigkeit des Ortsbezugs anerkennen und andererseits eine neue Zentralperspektive einnehmen, also ein Ordnungs- und Interpretationsschema, das die Pluralität und Differenz in konkreten Umgebungen aufnimmt aber auch aufhebt. Bei der Anwendung von kontextbezogener IT geht es immer um einen Versuch der Reduktion der Komplexität vor Ort. Dieses Stiften von Ordnung findet statt durch die Erstellung von Umgebungsmodellen und Karten, adaptiv generierten Nutzerprofilen und der ausgesuchten Bestückung der Umgebung mit „Hot Spots“, RFID, Bewegungsmeldern usw.
2. *Neuerschaffung und Transzendierung*: Der Ort als Erfahrungsdimension wird einerseits sowohl geordnet und reduziert andererseits aber auch angereichert

¹ Als Beispiel kann man sich einen Ort als Dorf vorstellen (aber auch ein Büro oder eine Landschaft): Die Kirche, die Anordnung der Häuser, ihre Architektur, der Zustand der Straßen geben Auskunft über Organisation, Wohlstand und Wertvorstellung der Gemeinschaft.

(augmented) mit Informationen und neuen realen und virtuellen Handlungsmöglichkeiten z. B. mittels eines „Internet der Dinge“ (Fleisch/Mattern 2005). Der konkrete Ort wird als Bedeutungs- und Orientierungseinheit berücksichtigt, gleichzeitig wird er somit jedoch auch nivelliert, überwunden und neu erschaffen auf einer symbolischen Ebene. Die Immobilität des Ortes wird transzendiert: Es findet eine Integration wie auch eine Diffusion von Ortserfahrung und allgemeinem Wissenstransfer statt - die (vermeintliche) Dichotomie zwischen Ortsbezug einerseits und Globalisierung andererseits wird durch umgebungsbezogene Informationstechniken aufgehoben.

3. *Medialisierung*: Die Erfahrung des Ortes wird zu einer Kommunikation mittels des Ortes. Nicht der Ort selbst steht im Vordergrund der Wahrnehmung, sondern seine Funktion als Brückenkopf zum Übergang in einen virtuellen Raum von Interaktionsbeziehungen und Dienstleistungen.

Ist ein Ort als solcher ethisch relevant?

Die ethische Relevanz des Ortes leitet sich ab aus seiner Rolle für die Konstituierung von Wirklichkeit. In ihren Ausführungen zur Konstitution der Lebenswelt bemerken Alfred Schütz und Thomas Luckmann:

Wichtig ist es vor allem zu betonen, daß die Wirklichkeitsordnungen nicht durch eine etwaige ontologische Struktur ihrer Objekte, sondern durch den Sinn unserer Erfahrungen konstituiert werden. (Schütz/Luckmann 1979:49)

Auch bei einer grundsätzlichen Disponibilität der Weisen der Erfahrbarkeit von Welt aus erkenntnistheoretischer Perspektive in Bezug auf ihr Vermögen zur Konstituierung von Wirklichkeit, setzt der Ort als material vorhandener eine eigene Erfahrungsqualität. Dabei spielt seine Einmaligkeit und Eigenheit eine besondere Rolle.

Ein Ort ist die Ordnung (egal, welcher Art), nach der Elemente in Koexistenzbeziehungen aufgeteilt werden. Damit wird also die Möglichkeit ausgeschlossen, daß sich zwei Dinge an derselben Stelle befinden. Hier gilt das Gesetz des ‚Eigenen‘ die einen Elemente werden neben den anderen gesehen, jedes befindet sich in einem ‚eigenen‘ und abgetrennten Bereich, den es definiert. (De Certeau 1988:218)

Die Gegenständlichkeit des Ortes macht seine besondere Qualität als eigene Bedeutungseinheit aus. *Die Möglichkeit einer spezifischen ästhetischen Erfahrung* (zum Begriff ästhetische Erfahrung vgl. Bubner 1989, Adorno 1973) *ist die*

eigentliche Strukturkategorie zur Unterscheidung von Ort und Raum. In Bezug auf Kunstobjekte als Eigenem spricht Walter Benjamin in diesem Zusammenhang von einer Aura des Kunstwerks, Gernot Böhme wählt den Ausdruck „Atmosphäre“ für das Verhältnis zwischen Betrachter und Betrachtetem.

Dabei ist von Bedeutung, dass Atmosphären etwas zwischen Subjekt und Objekt sind, nämlich ihre gemeinsame Wirklichkeit. Sie werden erfahren in affektiver Betroffenheit, d. h. in der eigenen Befindlichkeit, haben aber jeweils einen Charakter bzw. eine charakteristische Weise, in der sie uns anmuten. (Böhme 1998:8)

Die Wirklichkeit eines Ortes – *als Inbegriff der Umgebungseigenschaften, die sich nur in der physischen Präsenz von Erkenntnisobjekt und -subjekt erschließen* – hat ihren besonderen Stellenwert in der Erfahrung der Anmutungsqualitäten einer gegenständlichen Präsenz. Ein Ort hat durch seine sinnlich umfassende Präsenz eine besondere Wirkung oder Wirkmächtigkeit. Anders als auf einzelne Sinne eingeschränkte Medien wie ein Buch oder das Internet bietet er einen unmittelbaren Eindruck. Diese Vielzahl und Unmittelbarkeit der Erfahrung verleihen dem Ort eine besondere Autorität in Bezug auf die Richtigkeit einer Erfahrung oder die Prüfung theoretischer Annahmen. Redewendungen wie „der Ortstermin“, „die Begehung“ oder „sich ein Bild vor Ort machen“ weisen hin auf die besondere Rolle des Ortes als Fixpunkt und Verifizierungsmöglichkeit subjektiver oder kollektiver Einstellungen und Theorien.

Auch in Bezug auf das Internet erhielt das Lokale als Gegenpol und Korrektiv einer globalen Netzkommunikation erhöhte Aufmerksamkeit. Rafael Capurro hält fest:

Die Rückkehr des Lokalen im Sinne von Glokalität bedeutet aber mitten im Lokalen ‚where bodies live‘ [J. P. Barlow] und wo wir unsere Existenz raum-zeitlich, hier und dort, heute, damals und morgen, austragen, die Auswirkungen digitalen Handelns sichtbar zu machen. (Capurro 2003:381)

Karl Schlögel spricht von einem „Veto des Ortes“ (Schlögel 2004:279) und will damit zum Ausdruck bringen, „dass nicht alles Zeichen, Symbol, Simulacrum, Text ist, sondern Stoff, Materie, Baumaterial, vom dem man erschlagen werden kann“ (ebd.:262). Ähnliche Forschungsansätze unter dem Begriff Spatial Turn verfolgen häufig einen emanzipatorisch-postmodernen Ansatz. Hier wird versucht, die Topographie des Raums sozial- und kulturgeschichtlich lesbar zu machen. Der Raum wird demzufolge nicht als Ursache für Ereignisse und Entwicklungen gesetzt, sondern der Raum wird als Text betrachtet, dessen Zeichen auf verschiedene Weisen zu entziffern sind (Weigel 2002:159). Eine bedeutende Moti-

vation der Forschungen im Rahmen des „Spatial Turn“ ist, Raumkonzepte mit Hierarchisierungsmustern und Fragen der Machtordnung kritisch zu verbinden (vgl. Soja 1989, Bachmann-Medick 2006:292ff.). Hier steht der konkrete Ort als komplexe, differente und kontingente Präsenz der vereinheitlichenden und totalitären Tendenz abstrakter Systeme und Weltanschauungen (Metaerzählungen) gegenüber (vgl. Schmid 2005:62f.). Medialisierung, Neuerschaffung und Aufhebung des Ortes widersprechen diesen normativen Erwartungen, die indirekt mit dem Ortsbegriff verbunden sind. Im Rahmen von „Ambient Intelligence“ geht es gerade nicht mehr um den Ort als Gegenpol und Korrektiv in kritischer Absicht gegenüber einem allumfassenden System. Im Gegenteil haben wir es hier sogar mit einem System zu tun, das es sich unter dem Leitbild „Ubiquitous Computing“ zur erklärten Aufgabe gestellt hat, sämtliche Lebens- und Gesellschaftsbereiche zu durchdringen. Der Ort erscheint in einer intelligenten Umgebung nicht länger als das Singuläre, sondern als Baustein für einen umfassenden Zusammenhang. Gerade so verliert er jedoch seine Bedeutung als Möglichkeit für eine Differenzierung in Abgrenzung von medialisierten Wirklichkeiten. Die Implementierung der Informationstechnik in den gegenständlichen Bereich verändert oder zerstört die Eigenheit der Elemente: Orte nehmen durch eine informationstechnische Imprägnierung eine andere Wirklichkeit an. Wie ausgeführt, hat die Wirklichkeit eines Ortes jedoch ihren besonderen Stellenwert gerade in der Erfahrung der spezifischen Anmutungsqualitäten einer *gegenständlichen* Präsenz.²

Was sind also die besonderen Anmutungsqualitäten des Ortes, die ihn von einer informationstechnisch erschlossenen Umgebung unterscheidbar machen? Was gewinnen wir durch einen „Ort“ im Unterschied zu einem umfassenden informationstechnischen System?

Zu der Anmutungsqualität eines Ortes ohne IT trägt unter anderem die *Abgeschlossenheit*, die Beschränkung auf die *lokale Situation* und ihre spezifische *nicht reproduzierbare* Ausstrahlung bei. Darüber hinaus die Negation der *systemimmanenten Rationalität* von IT-Anwendungen als Ordnung unter bestimmten Zwecken und Normen. Und als weiterer wichtiger Punkt: ein Ort ohne IT *reduziert die Möglichkeiten von Kontrolle* durch Überwachung und erzeugt eine gleichsam freie Atmosphäre in der gemeinsamen Wirklichkeit von Subjekt und Kontext.

² Dass ein Ort mit einer spezifischen Form der ästhetischen Erfahrung verbunden ist, spricht natürlich der Medienkunst oder virtuellen Realitäten nicht eine eigene Ästhetik ab.

Diese Besonderheiten unterscheiden Orte von medialisierten Wirklichkeiten und bieten deshalb die Möglichkeit zur Wahrnehmung einer *Differenzerfahrung*, die selbst wiederum unabdingbare Voraussetzung für einen reflektierten, objektivierenden Umgang mit Informationstechniken ist.

Dr. phil. Jessica Heesen
Albert Ludwigs-Universität Freiburg
Arbeits- und Koordinationsstelle für das
Ethisch-Philosophische Grundlagenstudium

Literaturverzeichnis

- Adorno TW (1973) *Ästhetische Theorie*. Hg. v. Gretel Adorno und Rolf Tiedemann, Frankfurt a. M. 11. Aufl. 1992
- Bachmann-Medick D (2006) *Cultural Turns. Neuorientierung in den Kulturwissenschaften*. Hamburg
- Böhme G (1998) *Anmutungen, Über das Atmosphärische*. Ostfildern vor Stuttgart
- Bubner R (1989) *Ästhetische Erfahrung*. Frankfurt a. M.
- Capurro R (2003) Die Rückkehr des Lokalen. In: Klumpp D, Kubicek H, Roßnagel A (Hrsg) *Next generation information society? Notwendigkeiten einer Neuorientierung*. Mössingen-Talheim, 376–384
- de Certeau M (1980) *Kunst des Handelns*. Berlin, 1988, Original, *L'invention du quotidien*. 1 Arts de fair, Paris
- Dourish P (2006) *Re-Space-ing Place: Place and Space Ten Years On*. Proceedings ACM Conference Computer-Supported Cooperative Work CSCW (Banff, Alberta), 299–308
- Fleisch E, Mattern F (Hrsg) (2005) *Das Internet der Dinge. Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis: Visionen, Technologien, Anwendungen, Handlungsanleitungen*, Berlin/Heidelberg
- Giddens A (1995) *Die Konstitution der Gesellschaft. Grundzüge einer Theorie der Strukturierung*. Mit einer Einführung von Hans Joas. *Theorie und Gesellschaft*, hg. v. Joas H, Offe C, Bd. 1, Frankfurt/New York
- Heesen J (2008) *Medienethik und Netzkommunikation. Öffentlichkeit in der individualisierten Mediengesellschaft*, Frankfurt. a. M.
- Lefèbvre H (1974) *The Production of Space*. Übs. v. Donald Nicholson-Smith, Oxford 1991 (Original, *La production de l'espace*, Paris)
- Schlögel K (2004) *Kartenlesen, Augenarbeit*. In: Kittstein HD (Hrsg) *Was sind Kulturwissenschaften?* München, 261–283
- Schmid C (2005) *Stadt, Raum und Gesellschaft. Henri Lefèbvre und die Theorie der Produktion des Raumes*. Stuttgart
- Schütz A, Luckmann T (1979) *Strukturen der Lebenswelt*. Band 1, Frankfurt a. M.
- Soja EW (1989) *Postmodern Geographies: The Reassertion of Space in Critical Social Theory*, London
- Tuan Y-F (1977) *Space and Place. The Perspective of Experience*, London, 2. Aufl. 1979
- Weigel S (2002) *Zum ‚topographical turn‘*. *KulturPoetik. Zeitschrift für kulturgeschichtliche Literaturwissenschaft* 2/2:151–165

Reichweite und Grenzen der Technikfolgenabschätzung und Technikgestaltung

Karsten Weber

1 Einleitung

Der folgende Beitrag¹ soll zeigen, was Technikfolgenabschätzung und Technikgestaltung² können, um zu verdeutlichen, warum TA all die anderen Dinge, die in jener Aufzählung nicht vorkommen, nicht kann. Dafür ist zuvor eine klare Abgrenzung notwendig. Weder werden Constructive TA oder Realtime TA noch partizipative Verfahren (hierzu bspw. Van den Ende et al. 1998) oder spezifische Methoden, bspw. Delphi-Studien, Szenarien oder Simulationen und Computersimulationen, angesprochen. Stattdessen soll etwas Grundlegenderes diskutiert werden: die Reichweite und Grenzen der Technikfolgenabschätzung und Technikgestaltung angesichts moderner bzw. modernster Informations- und Kommunikationstechnologie³.

In einem ersten Schritt werden zunächst bestimmte Technologien betrachtet – es wird zum einen um „Ubiquitous Computing“ gehen, zum anderen um „Ubiquitous Media“. Letzterer Ausdruck ist nicht so geläufig wie bspw. „Ubiquitous Computing“ oder auch „Ambient Intelligence“; daher macht es Sinn, zunächst die Technologien, die sich hinter diesen Ausdrücken verbergen, voneinander abzugrenzen. Daraufhin sollen die nun eingeführten Technologien anhand zweier Szenarien etwas detaillierter betrachtet und danach aus dem Gesagten einige Konsequenzen für die TA abgeleitet werden.

2 Technologien und Definitionen

Die Bezeichnungen „Ambient Intelligence“ (AI), „Ubiquitous Computing“ (Ubi-Comp) oder auch „Pervasive Computing“ (PerC) stehen für Technologien, die informations- und kommunikationsorientierte Dienstleistungen erbringen, ohne

¹ Dr. Frank Pallas danke ich für hilf- und lehrreiche Diskussionen nicht nur zu dem Thema dieses Textes.

² Im Folgenden werden die Ausdrücke „Technikfolgenabschätzung“ und „Technikgestaltung“ mit TA zusammengefasst und abgekürzt. Das ist inhaltlich sicher sehr vereinfachend und verwischt wichtige Unterschiede. Allerdings spielen diese im folgenden Text keine allzu große Rolle, so dass die mit der Zusammenfassung verbundenen Unschärfen kein Problem darstellen sollten.

³ Im Folgenden mit „IuK-Technologie“ abgekürzt.

dass die entsprechenden Geräte als technische Artefakte erkennbar wären (siehe bspw. Beigl, Gellersen, Schmidt 2001). Die entsprechenden Funktionen werden nicht von klar identifizierbaren und eng lokalisierten einzelnen Geräten ausgeführt, sondern die jeweilige Umgebung selbst soll mit technischer Funktionalität aufgerüstet sein; unzählige sehr kleine und meist auch einfache Geräte sollen sich je nach Anforderung spontan und ohne menschliche Eingriffe vernetzen und interagieren, um Benutzerwünsche zu erfüllen. Marc Weiser hatte diese Idee in seinem Aufsatz „The Computer for the Twenty-First Century“ bereits im Jahr 1991 entwickelt und dabei eine Technologie skizziert, die in Bezug auf ihre Funktionalität einen hohen Grad an Autonomie besäße und gleichzeitig nicht mehr als Technik erkennbar wäre, sondern unsichtbar in der Umwelt aufginge.⁴

Der Ausdruck „Ubiquitous Media“ taucht seltener in der Literatur auf, als dies für AI, UbiComp oder PerC gilt. Der Unterschied zu den Technologien, die unter diese drei Bezeichnungen subsumiert werden, ist vor allem darin zu sehen, dass im Fall von Ubiquitous Media viel stärker auf mediale Aspekte verwiesen wird und nicht so sehr auf Dienstleistungen⁵; IuK-Technologie dient im Fall von Ubiquitous Media als Medium zur Konstruktion und Vermittlung von Wirklichkeit.⁶ Andere Bezeichnungen, die diesen medialen Aspekt stark hervorheben, sind bspw. „mixed reality“ oder „augmented reality“ (vgl. Kabisch 2008:227).

3 Zwei Perspektiven ... in der Theorie

Technologien können auf sehr verschiedenen Wegen entwickelt und implementiert werden. Im Folgenden wird eine dichotome Unterscheidung genutzt, die für die Beschreibung realer Prozesse wohl zu grob wäre, aber für eine grundsätzliche Analyse durchaus hilfreich sein kann: Es wird davon ausgegangen, dass Innovations-

⁴ Für diese Technologie findet sich inzwischen eine große Zahl von Bezeichnungen; Ubiquitous Computing, Pervasive Computing oder Ambient Intelligence sind beileibe nicht die einzigen. Im Moment findet man sehr häufig die Bezeichnung „Anytime Anywhere Communication and Computing“ (AACCC) (vgl. Neitzke et al. 2008); außerdem wird oft vom „Internet der Dinge“ (vgl. bspw. die Beiträge in Fleisch, Mattern 2005) gesprochen. Auf der Webseite von Friedemann Mattern (<people.inf.ethz.ch/mattern/publ.html>, letzter Zugriff am 21.12.2009) findet man dazu eine Fülle von frei zugänglichen Texten.

⁵ Allerdings finden sich auch vereinzelt Texte, die „Ubiquitous Media“ in den Kontext von AI bringen (siehe bspw. Drews 2004).

⁶ Obwohl in den späten 1990er Jahren weder die Bezeichnung „Ubiquitous Media“ genutzt wurde, noch die adäquate Technologie zur Umsetzung der dahinterstehenden Idee zur Verfügung stand, gab es bereits zu dieser Zeit umfangreiche Forschungsprojekte in diesem Bereich (vgl. bspw. Mann 1997).

und Implementierungsprozesse im Wesentlichen entweder „top-down“ oder „bottom-up“ betrieben werden:

Top-Down-Innovation soll bedeuten, dass Technologie in einem gesteuerten Prozess, angestoßen von einem oder wenigen Akteuren, bspw. Unternehmen oder staatliche Institutionen, entwickelt und implementiert wird, um ein konkretes und explizit formuliertes Ziel zu erreichen. Paradigmatisches Beispiel wäre die Großforschung in Deutschland mit Growian, Hochtemperaturreaktor, Transrapid und ähnlichen Projekten, die mehr oder minder erfolgreich waren. Doch Top-Down-Innovation, so wie sie hier verstanden werden soll, muss nicht unbedingt diese Dimensionen annehmen, sondern kann sich auch in kleineren Maßstäben bewegen. Beispiel hierfür könnte sein, dass das US-amerikanische Unternehmen Wal-Mart vor einigen Jahren ankündigte, dass innerhalb bestimmter Fristen alle Warenlieferungen von Partnerunternehmen mit RFID-Chips markiert sein müssen (Wu et al. 2006). Für den vorliegenden Text wird ein noch stärker eingegrenztes, aber in eine ähnliche Richtung weisendes Beispiel genutzt: Jerry Kang und Dana Cuff diskutieren in ihrem Aufsatz „Pervasive Computing: Embedding the Public Sphere“ aus dem Jahr 2005 den flächendeckenden Einsatz von RFID-Chips und anderen Überwachungstechnologien in einer Shopping-Mall. Top-Down-Innovationen zeichnen sich dadurch aus, dass es ein vergleichsweise klar definiertes Ziel gibt und dass die zur Erreichung dieses Ziels entwickelte und eingesetzte Technologie im Wesentlichen auch nur für dieses Ziel verwendet werden soll.

Bottom-Up-Innovation soll nun heißen, dass Technologie in einem allenfalls lokal gesteuerten Prozess, angestoßen von einer nicht klar zu benennenden Zahl von Akteuren, entwickelt und implementiert wird, um ein wiederum allenfalls lokal definiertes Ziel zu erreichen. Paradigmatische Beispiele hierfür sind Netzwerke im Bereich der IuK-Technologie: Selbst wenn die Anfänge des Internet durch eine Behörde gesteuert und finanziert wurden (vgl. Hafner, Lyon 1996), zeigt sich im weiteren Verlauf, dass unzählige Akteure einen Beitrag zur Weiterentwicklung leisteten und dass der Innovationsprozess lokal zielgerichtet, global jedoch eher ungeordnet und ungerichtet verlief. Ein aktuelleres Beispiel ist *Google Maps*: Zwar hat das Unternehmen *Google* als einzelner Akteur diesen Dienst implementiert und es ist davon auszugehen, dass das Unternehmen damit auch einen konkreten Zweck verfolgte. Doch die Offenheit und Interoperabilität von *Google Maps* erlaubte es weiteren Akteuren, andere Dienste darauf aufzusetzen, ohne dass diese

von Google mitgeplant gewesen wären. Hier findet also ein vergleichsweise ungerichteter Innovationsprozess statt. In dem 2009 erschienenen Aufsatz „Ubiquitous Media – Ökonomische und technische Rahmung sozialer Handlungsmöglichkeiten“ haben Weber et al. ein Szenario entwickelt, wie Ubiquitous Media-Umwelten durch das ausschließlich durch ökonomische Mechanismen koordinierte Handeln individueller Akteure zustande kommen könnten. Dieses Szenario soll hier als Beispiel einer Bottom-Up-Innovation herangezogen werden.

4 ... und in der Praxis

Die beiden nun folgenden Beispiele sind jeweils als Szenarien zu verstehen, da keine realen Umstände beschrieben, sondern denkbare Einsatzmöglichkeiten für bestimmte Technologien skizziert werden. Für beide Szenarien gilt, dass sie sicherlich nicht in genau der beschriebenen Weise realisiert werden, doch ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Entwicklung und der Einsatz entsprechender Technologien in die angedeutete Richtung geht, sehr hoch. Bereits jetzt lassen sich erste Anfänge beobachten (bspw. Ishii, Ullmer 1997; Andrejevic 2005).

Kang und Cuff (2005) beschreiben den Einsatz von UbiComp- bzw. PerC-Technologie zur Überwachung und Kontrolle einer Shopping-Mall. Dabei spielen insbesondere RFIDs eine Rolle. Die Autoren beschreiben eine Reihe von Konsequenzen der möglicherweise eingesetzten Technologie und zeigen auf, dass die Handlungsmöglichkeiten bspw. der Konsumenten sowohl eingeschränkt als auch erweitert werden könnten. Sie behandeln nicht nur technische oder ökonomische Fragen, sondern machen sich ebenso Gedanken darüber, wie sich die Nutzung des öffentlichen Raums aus soziologischer und politikwissenschaftlicher Perspektive verändern könnte. Die entsprechenden Konsequenzen der Nutzung von UbiComp- und PerC-Technologien verdeutlicht folgendes Zitat:

Generally, PerC helps the mall identify „undesirables“ by examining individuals' immediate attributes for disliked characteristics. A person might fall into a pariah category because of what she is wearing, who she is „hanging out“ with, or her demographic category. (Kang, Cuff 2005:122)

Es geschieht also das, was im Englischen prägnant als „social sorting“ bezeichnet wird: Bestimmte Menschen werden aufgrund von tatsächlichen oder zugeschriebenen Eigenschaften bspw. von der Nutzung bestimmter Plätze oder Räume ausgeschlossen (vgl. die Beiträge in Lyon 2003). Entscheidend für das

Szenario, das Kang und Cuff skizzieren, ist, dass dieses „social sorting“ gewollt ist, also gezielt angestrebt und durch den Einsatz von Technologie erreicht wird.

Ausgangspunkt von Weber et al. (2009) ist hingegen zunächst eine simple Beobachtung: Die Unternehmen der Medien- und Contentindustrie stehen vor dem aus ihrem Geschäftsmodell erwachsenden Problem, kontinuierlich neue Inhalte bereitstellen zu müssen. Es ist offensichtlich, dass in dem Augenblick, in dem der Nachschub an Content versiegen sollte, die Unternehmen der Medien- und Contentindustrie scheitern werden. Weber et al. gehen daher von der Problematik aus, dass Contentprovider vor dem ökonomischen Problem stehen, Inhalte liefern zu müssen, die sie in der nachgefragten Menge und vor allem zu den nachgefragten Preisen nicht selbst produzieren können. Das von den Autoren entwickelte Szenario läuft darauf hinaus, dass die Provider sich den Trend zu User Generated Content (z. B. Lee 2008) – kommerziell bspw. in Web 2.0-Angeboten wie *YouTube*, community-basiert bspw. in Form der *Wikipedia* – zunutze machen und die bereits bestehende Infrastruktur der mobilen Multimediageräte neu nutzen werden. Jeder Besitzer eines solchen Geräts wird dabei zum Produzenten von Inhalt.

Wichtig an diesem Szenario ist, dass es zur Entwicklung einer allgemein verbreiteten, eben ubiquitären, und äußerst leistungsfähigen multimedialen Infrastruktur keinerlei zentraler Steuerungsinstanz bedarf. Die beteiligten Akteure werden jeweils ihre eigenen, vor allem ökonomisch definierten Ziele verfolgen und dazu lokal Technologie entwickeln und implementieren. Dabei wird der innovative Teil dieser Entwicklung vor allem in Form der Neukombination bereits existierender Technologien stattfinden; es wird eine vorgefundene Infrastruktur verwendet, in diesem konkreten Fall das Internet, Mobilfunknetze und multimedial ausgestattete mobile Endgeräte. Mit Hilfe von Software, die vorhandene Schnittstellen auf kreative Weise nutzt, werden neuartige Dienstleistungen angeboten. Jene Anbieter, die sich mit ihren Produkten und Dienstleistungen erfolgreich am Markt durchsetzen können, setzen damit gleichzeitig Standards, die dazu beitragen, dass andere Wettbewerber entweder ähnliche Produkte und Dienstleistungen oder aber Komplementärprodukte anbieten werden – in jedem Fall aber wird es entscheidend für die Marktfähigkeit sein, kompatibel zu einmal gesetzten bzw. sich durchgesetzten institutionellen bzw. Industriestandards zu sein.

5 Einen Schritt weiter gedacht

Kang und Cuff (2005) nehmen eine „Top-Down“-Sichtweise ein: Ihr Szenario baut darauf auf, dass ein Shopping-Mall-Betreiber gezielt eine technische Infrastruktur aufbaut, die zur Überwachung und Kontrolle der Besucher und Kunden genutzt werden kann; darauf basierend werden die möglichen sozialen Folgen des Technikeinsatzes evaluiert. Weber et al. (2009) hingegen betrachten die Entstehung einer Ubiquitous Media-Umgebung aus einer „Bottom-Up“-Perspektive und fragen, was passieren könnte, wenn viele Akteure eine bereits vorhandene Infrastruktur auf eine neue Weise nutzen und ihr Handeln dabei ausschließlich durch Marktmechanismen koordiniert wird.

Angesichts der sehr unterschiedlichen Herangehensweise kann es nicht verwundern, dass die Autoren der beiden Texte zu teilweise kategorial unterschiedlichen Schlussfolgerungen kommen. Zum einen sind ihre Ausgangspunkte unterschiedlich, zum anderen auch Teile ihrer Fragestellung: Das ist also nicht außergewöhnlich. Überraschend ist hingegen, dass auch Kang und Cuff eine mögliche Entwicklung andeuten, die zumindest lokal, im Kontext der schon genannten Shopping-Mall, große Ähnlichkeit zu dem Technologiepfad aufweist, den Weber et al. skizzieren.

Denn auch Kang und Cuff betonen, dass die Technologie, die ursprünglich zur Überwachung und Kontrolle genutzt werden sollte, ganz anderen Zwecken zugeführt werden könnte. Ein Beispiel, angelehnt an das Szenario von Kang und Cuff, mag dies verdeutlichen: Die Produkte, die ein Lebensmittelladen innerhalb der Shopping-Mall verkauft, sind mit RFID-Chips versehen; dies gilt für jede Milchpackung, Coladose, Bierflasche, Chipstüte, Kekspackung und jeden Müsliriegel. Jeder RFID-Chip enthält eine eindeutige Kennung, die somit nicht nur den RFID-Chip selbst, sondern auch das damit gekennzeichnete Produkt einzigartig werden lässt.

Kangs und Cuffs Szenario läuft nun darauf hinaus, dass der Shopping-Mall-Betreiber versucht sein könnte, bspw. die Häufung von Bierflaschen an einem Ort zu detektieren, um so zu prüfen, ob womöglich Alkohol von einer Gruppe von Personen konsumiert wird, so dass diese ein potenzielles Unruhe- oder gar Sicherheitsrisiko darstellen.⁷ Das Sicherheitspersonal der Shopping-Mall könnte auf die

⁷ Dazu wäre es nicht notwendig, dass bspw. jede Bierflasche eindeutig gekennzeichnet ist, sondern es reichte aus, dass die Bierflaschen durch einen Produktgruppencode markiert sind.

ser Basis präventiv tätig werden und die betreffenden Personen mehr oder minder sanft zum Verlassen der Mall bewegen. Das ist der repressive Teil des Szenarios, der zeigt, dass entsprechende Technologien in Bezug auf Bürgerrechte durchaus Probleme aufwerfen.

Ebenfalls und weitaus positiver gestimmt wäre vorstellbar, dass die Hersteller der genannten Produkte den Endkunden die Möglichkeit geben, mithilfe eines mobilen RFID-Scanners, der bspw. im Mobiltelefon oder „Smartphone“ integriert wird, diese Kennung auszulesen und über das mobile Internet den Zugriff auf Datenbanken zu gewähren, in denen Informationen wie die Herkunft der Inhaltsstoffe, das Produktions-, Verpackungs- und Auslieferungsdatum und vieles mehr gespeichert sind (vgl. Frank et al. 2008). Diese Dienstleistung könnte kostenpflichtig angeboten werden; es ist jedoch wahrscheinlicher, dass dieser Service mittel- bis langfristig als Maßnahme der Kundenbindung kostenfrei angeboten wird.

Zunächst könnten die potenziellen Kunden diese Dienstleistung dazu nutzen, um besser informiert ihre Konsumententscheidungen zu treffen: Vielleicht möchten sie keine Produkte mit Inhaltsstoffen aus asiatischen Ländern kaufen, weil sie protektionistisch gestimmt sind.⁸ Oder aber es sollen keine Produkte mit Inhaltsstoffen aus Ländern sein, in denen kein Mindestlohn gezahlt wird – ‚edel sei der Mensch, hilfreich und gut‘. Es ist zwar eher unwahrscheinlich, dass Informationen über Mindestlöhne, Menschenrechtsverletzungen oder umweltschädliche Produktionsmethoden in den Datenbanken der Hersteller dieser Produkte zu finden sein werden. Doch ist es leicht denkbar, dass andere Datenbankanbieter – bspw. NGOs und Organisationen wie *Attac*, *Human Rights Watch* oder die *ILO* – solche Zusatzinformationen bereitstellen; schon heute wäre es möglich, bspw. mithilfe von *Google Maps* eine Landkarte des Herkunftsortes aufzurufen oder in der *Wikipedia* Informationen über den Ort zu suchen. Genau dies war weiter oben gemeint, als davon gesprochen wurde, dass der schöpferische Part einer Bottom-Up-Innovation vor allem in Form der Neukombination bereits existierender Technologien stattfinden wird. Die gerade skizzierten Anwendungen und Services

⁸ Oder gar rassistisch: Ob die Intentionen der Konsumenten moralisch akzeptabel sind oder nicht, kann und soll hier nicht weiter diskutiert werden. Ebenfalls soll nicht versucht werden, die Frage zu beantworten, ob Technik moralisch neutral oder normativ geladen ist. Doch wird an diesem Punkt bereits deutlich, dass die Frage, wie und zu welchen Zwecken eine Technologie tatsächlich genutzt wird, nicht vorab beantwortet und auch nicht gesteuert werden kann. Schon allein dies muss zu eher bescheidenen Erwartungen an TA beitragen.

wären technisch sofort realisierbar; auf der Hardwareseite existiert die Technik, auf der Softwareseite müssten noch Programme erstellt werden, doch ähnliche Angebote existieren auch hier – wirklich neu ist daher allenfalls der Service, nicht die dahinter liegende Technik.

6 Reichweite und Grenzen der TA

Nun soll dieser Text primär nicht mehr oder minder wahrscheinliche Szenarien für den Einsatz von UbiComp- oder PerC-Technologien vorstellen, sondern – wie im Titel bereits angedeutet – die Reichweite und Grenzen der Technikfolgenabschätzung und Technikgestaltung ausloten.

Für die beiden Szenarien, die hier als Ausgangspunkt der vorhergehenden Überlegungen gedient haben, kann eine hohe Plausibilität der getroffenen Aussagen angenommen werden. Sofern sich die Welt in Bezug auf die von den Autorinnen und Autoren behandelten Aspekte entsprechend entwickeln wird – und viele aktuelle Dienstleistungen, Services und Produkte gehen bereits in diese Richtung –, sind die Konsequenzen, die Kang und Cuff (2005) sowie Weber et al. (2009) skizzieren, nicht nur plausibel, sondern sogar sehr wahrscheinlich. Die Nutzung des physischen wie des sozialen Raums wird sich durch den Einsatz von UbiComp und PerC massiv verändern; in diesem Punkt herrscht in den einschlägigen Debatten weite Übereinstimmung.⁹

Daher muss aus der Perspektive der TA – in einem weiten Sinne gedacht, da hiermit auch Technology Forecasting, Innovations- und Technikanalyse und Ähnliches gemeint ist – die zentrale Frage sein, wie weit voraus und wie präzise zukünftige Technologie und ihre Folgen vorhergesehen werden können. Die Antwort, die aus dem bisher Gesagten abgeleitet werden kann, ist in doppelter Hinsicht negativ: Weder kann TA besonders weit schauen noch kann sie dies sonderlich präzise. Diese Aussage gilt jedoch nur unter einem, allerdings sehr wichtigen, Vorbehalt: Die betrachtete Technologie ist netzwerkartig. Es mag sein, dass TA im Falle von „klassischen“ Großtechnologien wie der CO₂-Abscheidung und -Speicherung (engl.: Carbon Dioxide Capture and Storage, CCS) oder Projekten wie dem Drei-

⁹ Natürlich machte es keinen Sinn, hier den Versuch zu unternehmen, dies durch die Nennung einer Unzahl von Publikationen zu untermauern. Der in einer Fußnote weiter oben bereits genannte Friedemann Mattern gilt jedoch allgemein als guter Gewährsmann bzgl. des hier diskutierten Themas, so dass es nahe liegt, einen Blick auf seine Überlegungen zu werfen.

Schluchten-Damm in China, bei Themen der Umwelt- und Gesundheitsgefahren wie bei Nanomaterialien sowie in Bezug auf bestimmte Aspekte auch von netzwerkartigen Technologien wie bspw. der Strahlenbelastung durch die Mobiltelefoninfrastruktur und der daraus erwachsenden gesundheitlichen Gefährdungen langfristige und auch vergleichsweise präzise Vorhersagen treffen kann, weil in solchen Fällen ein Großteil der Folgen in den empirisch-wissenschaftlich erforschbaren Bereich fallen: Ob die CO₂-Abscheidung und -Speicherung funktionieren kann, ist eine Frage, die Disziplinen wie Physik, Chemie oder Geologie beantworten können. Doch schon die Frage, ob sich solch ein Unterfangen wirtschaftlich rechnet bzw. welche Auswirkungen diese Technologie auf den zukünftigen (Energie-)Markt haben wird, ist nicht mehr eindeutig zu beantworten, da hier der Faktor Mensch erhebliche Bedeutung bekommt – TA bekommt es bei solchen Fragen mit Netzwerken zu tun: sozialen, ökonomischen, juristischen, technischen Netzwerkstrukturen, die zudem untereinander verbunden sind und miteinander wechselwirken.

Mit der rasanten Verbreitung hoch vernetzter (mobiler) IuK-Technologien ist die Hoffnung, TA jenseits der Darstellung plausibler Zukünfte – wie es Kang und Cuff, Weber et al. und viele andere tun – betreiben zu können, verfehlt. Selbst im Fall der Top-Down-Innovation wird es schwierig sein, die von den Schöpfern einer Technologie nicht intendierten Verwendungsweisen und Entwicklungen mit in Rechnung zu stellen. Bei IuK-Technologien sind die Innovationszyklen so kurz und folgen so rasch aufeinander, dass Voraussagen über die Distanz von Jahren hinweg schlicht illusionär sind, da bereits nach sehr wenigen Iterationen zu viele Akteure, zu viele Interessen und zu viele Interdependenzen zwischen diesen Faktoren auftauchen, die in der Folge zu viele mögliche und sehr wahrscheinliche Entwicklungspfade erzeugen. Das gilt nicht nur für IuK-Netzwerke, sondern auch für andere Technologien, die netzwerkartig strukturiert sind, bspw. im Bereich der Energieerzeugung und -distribution, bei Transport und Logistik oder allgemein im Bereich der Mobilität.

7 Schlussfolgerung

Man könnte das bisher Gesagte als Variante des Collingridge-Dilemmas (Collingridge 1980) auffassen: Unser Wissen über die Folgen einer Technologie ist vor deren Innovation und selbst in der frühen Implementierungsphase zu gering,

als dass auf dieser Basis sinnvolle Eingriffe möglich wären. IuK-Technologie mit ihren kurzen und rasch aufeinander folgenden Innovationszyklen verringert die Chancen zu informierten Eingriffen weiter. Es ist zweifelhaft, ob im Fall von IuK-Technologie überhaupt jemals ausreichende Informationen vorliegen, um steuernde Eingriffe zu legitimieren. Hinzu kommt, dass IuK-Technologien und netzwerkartig strukturierte Technologien sehr schnell zu Lock-In-Situationen führen: Es wird sehr schnell sehr teuer und damit extrem schwierig, aus einem Entwicklungspfad auszusteigen (vgl. Shapiro, Varian 1999:103ff).

Daher ist es eine unvermeidbare Schlussfolgerung, dass TA in Bezug auf IuK- und netzwerkartig strukturierte Technologien den Anspruch auf weit vorausschauende und präzise Prognosen aufgeben muss; TA kann allenfalls plausible Zukünfte skizzieren, wobei diese Skizzen immer unter dem Vorbehalt stehen, dass sie beinahe unendlich viele Faktoren außer Acht lassen müssen, ohne dass es möglich wäre, anzugeben, welche dieser Faktoren relevant oder irrelevant sind.

Daraus folgt zwingend eine politische Konsequenz: TA sollte nicht mehr versuchen, ein bestimmtes Ergebnis im Bereich der Technologieentwicklung zu empfehlen oder anzustreben. Der Volksmund ist hier schon immer klüger gewesen: Erstens kommt es anders, zweitens als man denkt. TA sollte sich daher darauf konzentrieren, über *Regeln* nachzudenken, wie Technologie gestaltet und geregelt wird. Die normativen Ansprüche, die der TA zugrunde liegen, können daher nicht im Ergebnis der Technikentwicklung, sondern nur in den Regeln, die diese Entwicklung rahmen, realisiert werden.¹⁰ Diese Regeln sollten, wie es Philip Frankenfeld (1992) mit seinem Ansatz des „technological citizenship“ ähnlich formuliert, Rechte der potenziell Betroffenen schützen und gleichzeitig ihre Pflichten im Gebrauch von Technologie formulieren. Wie im konkreten Einzelfall die jeweils verwendete Technologie jene Regeln realisiert, bleibt den Entwicklern überlassen. Dies könnte sowohl die Autonomie der Nutzer als auch jene der Entwickler fördern und gleichzeitig sicherstellen, dass im Rahmen von TA über soziale und politische Akzeptabilität statt über technische Details gesprochen werden könnte; würde dies erreicht werden, wäre Partizipation nicht Ergebnis spezieller Verfahren der TA, sondern eine Selbstverständlichkeit. Denn

¹⁰ Die Revision von Ansprüchen innerhalb der TA wird auch von anderen Autoren betrieben (bspw. Mai 2003), doch scheinen diese Ansätze nach wie vor auf die konkrete Gestaltung von Technologie statt auf die Gestaltung von Regeln ausgerichtet zu sein.

nun wäre TA nicht mehr bloß eine Sache von Experten oder einer kleinen Schar ausgewählter Bürger, sondern Teil der politischen Willensbildung auf allen Ebenen des politischen Prozesses.¹¹

Professor Dr. phil. habil. Karsten Weber
Universität Opole, Polen; TU Berlin; BTU Cottbus
Professor für Philosophie, Universität Opole, Polen; Gastprofessor
für Informatik und Gesellschaft, Technische Universität Berlin;
Honorarprofessor für Kultur und Technik an der Brandenburgischen
Technische Universität Cottbus

¹¹ Der hier skizzierte Ansatz ist keineswegs neu, sondern wird unter der Bezeichnung „governance by challenge“ diskutiert (vgl. Hisschemöller et al. 2006). Wichtig hierbei ist, dass diese Form der Governance an Ideen der politischen Philosophie und politischen Theorie angedockt werden kann und so theoretisch gut fundiert und normativ gut begründet werden kann – TA könnte hier den eigenen interdisziplinären Anspruch einlösen.

Literaturverzeichnis

- Andrejevic M (2005) Nothing Comes Between Me and My CPU: Smart Clothes and 'Ubiquitous' Computing. *Theory, Culture & Society* 22(3):101–119
- Beigl M, Gellersen H-W, Schmidt A (2001) Mediacups: experience with design and use of computer-augmented everyday artefacts. *Computer Networks* 35(4):401–409
- Collingridge D (1980) *The social control of technology*. New York: St. Martin's Press
- Drews S (2004) *Ubiquitous Media – Vision des Digital Home der Zukunft und Anforderungen hinsichtlich seiner Realisierung*. München: Grin
- Fleisch E, Mattern F (Hrsg) (2005) *Das Internet der Dinge – Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis*. Berlin: Springer
- Frank C, Bolliger P, Mattern F, Kellerer W (2008) The Sensor Internet at Work: Locating Everyday Items Using Mobile Phones. *Pervasive and Mobile Computing* 4(3):421–447
- Frankenfeld PJ (1992) Technological Citizenship: A Normative Framework for Risk Studies. *Science, Technology & Human Values* 17(4):459–484
- Hafner K, Lyon M (1996) *Where Wizards Stay Up late. The Origins of the Internet*. New York: Simon & Schuster
- Hisschemöller M, Bode R, Van de Kerkhof M (2006) What governs the transition to a sustainable hydrogen economy? Articulating the relationship between technologies and political institutions. *Energy Policy* 34(11):1227–1235
- Ishii H, Ullmer B (1997) Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits and atoms. In: Rosson MB et al. (Hrsg) *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. Atlanta/Georgia: Addison-Wesley, 234–241
- Kabisch E (2008) Datascape: A Synthesis of Digital and Embodied Worlds. *Space and Culture* 11(3):222–238
- Kang J, Cuff D (2005) *Pervasive Computing: Embedding the Public Sphere*. Washington and Lee Law Review 65:93–146
- Lee E (2008) Warming Up to User-Generated Content. *University of Illinois Law Review* 5:1459–1548
- Lyon D (Hrsg) (2003) *Surveillance and Social Sorting. Privacy, Risk, and Digital Discrimination*. London, New York: Routledge
- Mai M (2003) Technikbewertung als Instrument der politischen Gestaltung. Über die Steuerbarkeit moderner Gesellschaften. *Poiesis & Praxis: International Journal of Technology Assessment and Ethics of Science* 1(3):197–209
- Mann S (1997) Wearable computing: A first step toward personal imaging. *IEEE Computer*, 30 (2):25–32
- Neitzke H-P, Calmbach M, Behrendt D, Kleinhückelkotten S, Wegner E, Wippermann C (2008) Risks of Ubiquitous Information and Communication Technologies. *GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society* 17(4):362–369
- Shapiro C, Varian HR (1999) *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy*. Boston/Massachusetts: Harvard Business School Press
- Van den Ende J, Mulder K, Knot M, Moors E, Vergragt P (1998) *Traditional and Modern Technology Assessment: Toward a Toolkit – A Research Methodology and Learning Strategy for Social Impact Assessment*. *Technological Forecasting and Social Change*, 58:5–21

- Weber K, Nagenborg M, Drücke R, Langewitz O (2009) Ubiquitous Media – Ökonomische und technische Rahmung sozialer Handlungsmöglichkeiten. *Merz Medien + Erziehung, Zeitschrift für Medienpädagogik* 53(2009)6:102–110
- Weiser M (1991) The Computer for the Twenty-First Century. *Scientific American* 265(3):94–104
- Wu N-C, Nystrom MA, Lin T-R, Yu H-C (2006) Challenges to global RFID adoption. *Technovation*, 26(12):1317–1323

Coordinating Emergency Response. Using Position-Aware Market Mechanisms

Felix Wex, Christian Bodenstein, Dirk Neumann

Zusammenfassung

Jüngste Naturkatastrophen im lateinamerikanischen Raum offenbaren schwerwiegende Unzulänglichkeiten in der Durchführung von Rettungsmaßnahmen lokaler Verantwortlichkeiten. Eine ungerechtfertigt hohe Anzahl an Todesopfern sowie Gewalt und Plünderungen innerhalb der Bevölkerung waren unmittelbare Konsequenzen aus unsachgemäßen Reaktionen. In diesem Zusammenhang werden vermehrt „Emergency Response Systeme“ (ERS) eingesetzt, die automatisiert Entscheidungsträger unterstützen, um das gesellschaftliche Leid einer Katastrophe zu minimieren. Gesellschaftliches Leid bezieht sich in diesem Zusammenhang primär auf die Anzahl betroffener Personen sowie andere, nicht außer Acht zu lassende Faktoren wie wirtschaftlicher und ökologischer Schaden.

Märkte bilden das Bindeglied zwischen Anbietern und Konsumenten. Marktmechanismen leisten einen wesentlichen Beitrag beim Waren- und Dienstleistungsgüteraustausch. Betrachtet man Katastrophen in diesem Kontext als Szenarien, in denen Dienstleistungen, im Sinne von Rettungsmaßnahmen, „gehandelt“ werden, die von Rettungskräften der Allgemeinheit zur Verfügung gestellt werden, bieten automatisierte Marktmechanismen diverse Vorteile bei der Koordination von Rettungskräften.

Die vorliegende Forschungsarbeit schlägt eine Möglichkeit vor, wie Marktmechanismen bei der Koordination von Rettungskräften zu Rate gezogen werden können. Der Fokus soll hierbei auf der Präsentation eines entscheidungsunterstützenden Koordinationsmechanismus für die Anwendung im Katastrophenfall liegen: Rettungskräfte werden eindeutigen Brandherden zugewiesen, um dort ihre Dienstleistung, also Rettungsmaßnahmen, anzubieten und den gesellschaftlichen Nutzen zu dienen, d. h. das soziale Leid zu minimieren. Im Rahmen der Koordination werden diverse Faktoren, wie geographische Abhängigkeiten und Heterogenität der Brandherde, berücksichtigt. Der vorzustellende Mechanismus basiert auf präzisen Erkenntnissen der Märkte.

Abstract

The 2010 earthquake in Haiti has manifested a strong need for a radical rethinking in emergency response actions. The main objective of emergency response systems focuses in general on the minimization of detriment once an incidental catastrophe (e.g. earthquake, terrorist attack) has occurred. Detriment primarily refers to the number of immediate casualties of a catastrophe. Other harm such as environmental damage or economic loss plays an inferior – albeit not negligible – role. The crucial challenge in simultaneously handling different, geographically distant incidents lies in the efficient allocation of available resources and rescue teams. Current research on emergency response systems is mainly devoted to the setup of an information system that gathers information about the disaster explicitly, but leaves out real-time allocation decisions. In this work, we will remedy this shortcoming by introducing a market-based decision model which assigns resources in terms of rescue teams to incidents based on their current positions, the incidents' detriments and processing times. The near-time version of the decision model makes use of detailed ex-ante descriptions of corresponding emergency data.

1 Introduction

The threat of climate disasters other than earthquakes is, according to Bailey (2009), rising by around 50 percent, expected to affect about 375 million human casualties by the year 2015. Not only might this be provoked by the development in current climate change leading to natural catastrophes, but also by epidemics and terrorist attacks – resulting in a high demand for an effective support in disaster management. Former research that dealt with disaster management and control insufficiently dealt with the effective allocation of resources during the case of an emergency. Even though enough rescue units exist, a lack in coordinating efforts is often the main reason of an increase in detriment and casualties in reality. Chaotic circumstances and break-downs of communication and infrastructure capabilities are other consequences resulting in improvised and decentralized decisions of local rescue teams.

Several past catastrophes experienced huge difficulties in allocation processes of personnel and material. At this point co-reference needs to be made explicitly to congested command and control centers during the following events: 9/11 attacks

in 2001 and Hurricane Katrina in 2005. The inability to conduct appropriate disaster management measures induced severe distress and manifested a strong need for improvement and rethinking of established structures and processes. Similar problems became obvious after the seism in Haiti struck in 2010. Current mechanisms that have been currently deployed by organizations seem unable to handle multiple scenarios simultaneously and appropriately. Therefore, we revisit more natural coordination mechanisms in other areas such as to benefit from basic principles. Among the oldest coordination mechanisms, markets are known to react in real time to current demand fluctuations, or even changes within the markets themselves.

Exchanges between merchants who own and offer goods or services and customers who are in need of and demand goods or services constitute the primary concept behind all economic activity. While former market transactions occurred on dedicated marketplaces or bazaars, in the connected world today, markets are increasingly incorporated online not only over e-auction houses (e.g. *eBay*, *Amazon*, *Alibaba*). Interconnectivity is a very fruitful infrastructure for markets, as the information such as product descriptions, comments, bids and offers can be transmitted instantaneously via conjoint systems. While information can be conveyed online, the services (and goods) being traded are often constrained by their respective locations. An easy example clarifies this: In the context of emergency response, suppose we are interested in delivering humanitarian services from point H (i.e. a rescue unit's depot) to the destination point T (i.e. incident/ground zero). Instead of "hiring" a dedicated rescue unit that delivers the service, we may contact a rescue unit that is already on tour, which has yet some capacities available.

Assume now there are other rescue units available, each not only offering medical but also perhaps technical or transportation assistance. Based on the corresponding distances from current positions to point H, the destination point T is especially influential for long trips such as between distant cities: if a unit has taken a trip within its home region, and needs to return to the depot, the transportation costs of doing so are relatively low. A typical auction such as the Ebay auction can be used to allocate the cheapest unit to the route. However, in this setting the unit can change its position while participating in the auction. In this case the expression "Auction" may be misleading, since a fire truck will not wait until being "paid", before extinguishing fires. The auction is used to

trade services, without payment structure. Likewise, costs are seen as “time to target”, rather than monetary costs. In this work we aim to improve the coordination of emergency response, rather than formulate an economic model to improve profits.

Research in the broad field of emergency management and disaster control has been gaining importance and public attention over the last decade. The first basic approaches of Emergency Response Systems (henceforth ERS) dealt primarily with the modeling, classification and description of information workflows and communication processes: before, whilst, and after extreme situations, also see Shen et al. (2004), Chen et al. (2008), Faraj et al. (2006). ERS are used to support decision makers or organizations in reacting upon crises. Regarded as special arrangements of information systems, ERS do not only provide communicational and data processing support but also deliver assistance in the immediate coordination of resources, the key issue in many emergency response situations. As studies (e.g. Quarantelli 1986, Kendra et al. 2003) have revealed, it is in particular the coordination during cases of emergencies that needs improvement. Resources and rescue teams at the disaster source are at times prevalent in numbers, but are inadequately employed by a central coordinator, who in turn is hampered by the chaotic situation itself.

The objective of this work is to develop situation-oriented rules that define a correct code of conduct for the coordination of rescue teams depending on the status quo of the catastrophe. These situation-oriented rules are formally specified such that they can easily be incorporated into ERS allowing a fully automated allocation of resources during emergency response in severe situations such as natural disasters, catastrophes, and terrorist attacks. This position-aware decision model built upon well-defined situation-oriented rules is deemed promising to support the central coordinator in those critical minutes of any disaster, which typically offset the coordinator due to the chaotic information overflow. For deriving our model we examine related problems from job scheduling theory and tailor it to the needs of emergency response in order to minimize societal detriment in the response market. The focal point of our study emphasizes the during-incident response mechanism of coordination. Nevertheless disaster management is a cyclical process also encompassing the phases of prevention (mitigation) and preparedness; see Pauchant et al. (2002).

The remainder of this work is structured as follows: Firstly, we will depict a motivational scenario to put more structure to the problem by discussing the recent earthquake in Haiti. Based on our motivational scenario we derive requirements for near-time resource allocations during any disaster. In section three we will design a market-based planning model that suffices our requirements. By means of exemplification we will show that our model outperforms a currently used heuristic. Section four concludes this work with a summary and an outlook.

2 Motivational Scenario and Requirement Analysis

Requirement analyses reason the recapitulation of a real scenario. As the quite recent Haitian earthquake is well documented, we will use it as our motivational scenario: Reconsidering the original situation in Haiti before the earthquake struck; the country, as it represents the poorest country in the Western hemisphere, revealed a scarce endowment of medical supplies and infrastructures. Existent rescue units were low in numbers and occupied by everyday routine indeed. These circumstances, and the fact that the actual epicenter was located just 16 kilometers from the capitol Port-au-Prince, led to fatal consequences of the Haitian collective. Insufficient first aid activities and organizational support fostered novel issues such as violence and looting amongst citizens. Numberless new sources of human affliction were from this point on not to be neglected but treated as novel emergencies. Another major issue, as Figure 1 shows, was how location-based issues could be resolved. As the different rescue routes depict, the allocation of aid personnel and material was complicated as ways were to be found how support could reach into the catastrophe region and be provided to as many in need as possible.

Even though there was only one major epicenter reported, there were numberless spots of affliction that required attention simultaneously. Before international aid arrived, the Haitian government was not able to coordinate its own rescue teams in such a way that the societal suffering would have come to an end. The problem which arose was that these hot spots were distributed in a somewhat random and “accidental” way on the map, one or more human lives were endangered per hot spot, and the rescue teams had to prioritize those incidents by their own, resulting in, according to Dmitracova (2010), excessive responsibilities of commanders, redundant presence of rescue units and arbitrary allocations of rescue teams to

incidents. Yet at times, based on Harvey et al. (2010), an effective leadership was lacking and public support was refused.

The recent Haiti earthquake revealed yet another factor when it comes to providing assistance during emergencies: Time. One of the goals of search-and-rescue activities is to locate casualties and to provide first aid as far as needed. As time went by, chances of finding and successive caring for survivors in Haitian buildings diminished. On the other hand, the hygienic situation in urban areas did not improve as sanitary conditions were worsening due to a massive number of bodies not treated appropriately.¹ Moreover, the 2010 earthquake in Haiti inevitably showed that human led command and control centers might not always guarantee best decisions in allocating resources. Whilst this special occasion, and others, the weaknesses of such structures become evident, not only because large failures in basic technology and strategy instruments can lead to blackouts of the command centers, according to Turoff et al. (2004). But this also holds true for social agony significantly explodes as time passes by. Even though a profound informational supply usually exists in most cases and communicational processes are established well, a somewhat fast and efficient assignment of rescue teams, fire fighters, paramedics, etc., seems to be lacking throughout. Deriving the experiences of Haiti to a more general setting, one might recognize the actual problem in coordinating efforts during a catastrophic situation: Firstly, persons in charge have to prioritize disasters and casualties based on the number of humans affected, by the height of economic loss thereafter. Secondly, it is a complex task to set up explicit, situational rules which command a specialized rescue unit to incidents – that is: places of need. Considering these issues, one could conclude that the decision, whether a rescue unit is allocated to a specific incident or not, is location-based and thus must make use of shortest-path policies. It is finally advisable to be prepared for additional locations where human lives or the environment is endangered, and economic loss is probable. To accomplish this goal of a somewhat ubiquitous awareness, rules must be established. Position-aware markets are characterized by the fact that location matters. This implies that offer specifications may change while providers participate in the auction. Further, participation in more than one auction at a time is probable. Ideally, the auction mechanisms keep track of the fact that any incident receives attention and allocations, even though it took

¹ see Pan American Health Organization 2010.

part in multiple auctions. In its demand, each incident is subject to combinatorial bids as only coalitions of agents can provide the desired handling of an incident. Even though each incident (location) forms its own market, the overall auction process will depend on a centralized auctioneer rather than being fully decentralized. Due to the aforementioned impediments, the execution of the following requirements onto the design of ERS needs to be assured by our mechanism as good as possible. These requirements will be summed up and explained in more detail in the follow-up.

Requirement 1. Automated Decision Support: The goal of the market mechanism, especially during cases of emergency, is to provide an automated decision support for distinct persons in charge. Given a defined set of information, the mechanism has to automatically present a solution after inputting data. Furthermore, the solution is preferably calculated in a rapid way, for time matters centrally. Nevertheless, mechanisms can never relieve men of their ability to decide between life and death. This first requirement suggests that mechanisms provide unbiased and thus potentially better decisions than humans do. In the end, the scientific contribution will have to supply aid and therefore a solution in terms of an effective decision-making support but is not to make any final decisions on its own. The first step of the mechanism is therefore to provide a helpful support for the emergency command and control center by automating decision findings and referring to a set of given information.

Requirement 2. Exposure to Informational Uncertainty: As the 2010 Haiti catastrophe indicated, one major challenge in managing disasters is their interior ambiguity. Even though the earthquake's epicenter was known, *exact locations* of affected casualties were not disposable. Rescue teams were sent to random collapses of buildings in order to find survivors by chance. Furthermore, *exact dates* when aid was needed at a specific location were unknown as well as the corresponding *importance* of the hot spot. Importance considers the number and types of casualties, the infrastructural damage, and the hygienic situation. The challenge of the introduced mechanism is to cope with a high amount of informational uncertainty as stated above and be able to process this input.

Requirement 3. Optimal Allocations: As we consider an automated mechanism which is exposed to informational uncertainty, that is non-clairvoyant, we require

that, given all known information, the mechanism will provide for situational best solutions with the least amount of detriment following any allocation. As time proceeds discretely and information is known not until its recognition, we require the mechanism to act “myopically”. “Myopia”, often found in markets, is a greedy property as it always strives for a possible solution when feasible. Note that the globally best allocations cannot be guaranteed because of the non-existent global view over all data.

Requirement 4. Near-time Property: Private data such as non-trivial release dates impede any allocation effort, as organizations are not able to deal with upcoming incidents before they appear. The mechanism will have to manage private data by incorporating non-trivial release dates and tackling the emergency situation according to discrete time steps. The so-called near-time property is to be provided for.

Requirement 5. Positional Dependencies: In order to provide decision-makers with very helpful information it is advisable to confront the mechanism with spatial aspects. Position matters since one cannot assume rescue units reside at the very same locations. The goal is to incorporate this aspect to aspire the mechanism’s usefulness in reality.

3 The Model

We develop a centralized market-based model that is in particular suitable for allocating and coordinating rescue units when confronted with an undefined number of incidents.

3.1 Key Features

The mechanism which fulfills all desiderata faces several concurring and sequential catastrophes and a limited amount of rescue units. The overall objective of the optimization problem in any emergency situation is to minimize the expected detriment (“costs”) for humanity, the environment, or the economy, caused by an undefined set of catastrophic incidents $I = \{1, \dots, i\}$. This can be measured by a total weighted completion time needed to conduct all rescue activities: $\sum_i w_i C_i$. Each completion time C_i is to be seen as the time when incident i finally is to perish after being processed by any rescue unit m .

The social welfare is maximized whenever the total weighted completion times above all incidents are minimized. In our approach, the task is to resolve the difficulty of finding efficient allocations which relate all incidents $I = \{1, \dots, i\}$ to rescue units $M = \{1, \dots, m\}$ over a definite time horizon $T = \{1, \dots, t\}$. Note that we consider m identical, parallel, uniform and unrelated rescue teams. The model can thus be formulated as follows:

$\min \sum_i \left(w_i (s_{(i-1),i} + p_i + b_i) \right)$	<i>Obj.</i>
$b_i = \sum_{\substack{j \in H(i) \\ j \rightarrow m \\ T_j > r_i}} p_j + T_k - r_i - p_k$	<i>s.t.</i> (1)
$\exists k \in H(i) \bigwedge k \rightarrow m \bigwedge T_k > r_i \bigwedge T_k - p_k \leq r_i$	(2)
$b_i, p_i, r_i, w_i \geq 0, \forall i \in I, \forall m \in M$	(3)

The objective function seeks to minimize overall completion times and is reformulated as follows: We define $p_i > 0$ to be the processing time of incident i that is needed until i can be terminated by any rescue unit m . Any incident possesses exactly one p_i because of homogeneity and identity between rescue units. Introducing matrices in form of $S_{(i-1),i}$ allows for the integration of position-aware dependencies as the values represent the times needed to move from one incident to another.² A weighing factor w_i represents the gravity of destruction of incident i , equivalent to the scale of impact or simply the importance of incident i . The derivation of any factor of destruction considers the amount and types of affected short and long-term casualties, economic loss, population and environment endangered. Furthermore, this representative factor of destruction w_i can also be interpreted as incident i 's opportunity cost for waiting an additional unit of time to be processed and remedied. It is imperative and trivial that for all incidents applies $w_i \geq 0$. We do not know about the existence of any incident i until its rec-

² In the literature, $S_{(i-1),i}$ is also referred to as setup time, compare to Weng et al. (2000).

ognition r_i . As one can suspect, C_i therefore consists of the following summed up values: *processing times* p_i , the time needed to move from one incident to another (travel time $S_{(i-1),i}$), and an ex-ante unknown parameter which resembles the *duration* an incident has to *wait* for being processed by a specific rescue unit.³ For processing and setup times are fixed and individually constant, the actual task is trying to minimize the waiting times as this is the only parameter that controls the schedule and the allocation mechanism. Minimizing the weighted waiting times allows therefore for the same result as for minimizing weighted completion times but reduces capacities.

Side constraints (1) and (2) define the incorporation of waiting times into the model. Condition (1) depicts b_i as the sum of the processing times of all incidents $j \in H(i)$ that have started being processed by the same rescue unit before incident i has been recognized and that terminate yet past i 's date of recognition. Subset $H(i)$ comprises all higher prioritized, in general more severe, incidents than i . Furthermore, incident k 's date of expiration has to be added, its recognition date of i and the actual processing time of k have to be subtracted respectively. The logical expression (2) defines incident k more closely: exactly one incident k is a member within the subset $H(i)$ which has started being processed by rescue unit m *before* incident i has been recognized; but yet, incident k 's time of final termination by the same rescue unit m lies *beyond* incident i 's recognition date. Hence, this important temporal difference needs to be regarded in the calculation of i 's waiting time in (1) and does explicitly not result in an additional waiting time equal to k 's processing time.

In the model we propose that all necessary data⁴ is given as soon as an incident occurs, that is, as soon as an emergency happens. In addition, we assume that one can trust in the truthfulness of this information. We induce a non-preemptive behavior of all rescue units. Each rescue team can process at most one incident at a time and each incident can be processed by at most one rescue team at a time. We exclude the trivial problem of more subsisting rescue units than incidents which would reveal, that at any given time any incident can be handled without delay.⁵

³ Overall completion time of incident i : $C_i = S_{(i-1),i} + p_i + b_i$.

⁴ Processing times p_i , factors of destruction w_i , recognition dates r_i .

⁵ Trivial problem: $lil \leq lml$.

Consequently, we try to find a schedule that allocates rescue units to incidents efficiently by including all requirements and assumptions made. As Hall et al. (1996) state, the formulation of this optimization problem is exponential in the size of its input, excluding polynomial-time mechanisms. Furthermore, this scheduling problem is, according to Bruno et al. (1974), at least NP-hard in the ordinary sense. That is, it is unlikely to find a polynomial time mechanism that can identify an optimal schedule. We therefore seek to find an efficient heuristic which anneals this problematic.

3.2 Benchmark: First-Come First-Served (FCFS)

In order to provide a real improvement in Emergency Response processes, it is necessary to take a systematic look at the status quo of resource allocations during emergency response. Reassuming a single command and control center which decides between cases of distress, it is considerably usual to apply a first-come first-served policy: The first incident that appears is to be processed by the first idle rescue unit. Any following incident is queued and handled thereafter, no matter its importance. A vague presumption might say that, to its simplest, the FCFS procedure is still used by traditional control centers today, especially in regions of need such as Haiti where technological progress cannot be provided for. A simple FCFS policy represents a somewhat numb and inflexible command and control structure. This simple heuristic will serve as a benchmark for the future study in this paper in order to provide reasoning in favor of the effectiveness of our mechanism to be introduced.

FCFS allots incidents to rescue teams according to their date of appearance and does not conduct another prioritization. Therefore any factor of destruction w_i can be “neglected” as it does not affect any prioritization. Other simple policies from the broad research area of machine planning theory are neglected because of (assumed) worse results in the objective function and missing execution in practice.⁶

⁶ I.e. shortest job first, least work first.

3.3 Heuristic of a Near-Time ERS mechanism

<i>Initialize</i>	$t=0$: All rescue units m are idle: Create urgent incident list.
<i>Step i.</i>	Loop: Given an urgent incident list including all incidents that have appeared but not yet been processed or started being processed by any rescue unit. Add incidents i with $r_i = t$ to urgent incident list.
<i>Step ii.</i>	Prioritize urgent incidents by the WSPT-rule (weighted shortest processing time first): Rearrange all known incidents such that $\frac{p_i}{w_i} \geq \frac{p_n}{w_n} \forall i, n \in I$. The higher w_i/p_i the higher the priority of incident i will be. All incidents which are already being processed or which have already vanished due to termination do not appear in the set of urgent incidents anymore and are to be neglected as the mechanism runs in a non-preemptive mode. ⁷
<i>Step iii.</i>	If rescue unit m is idle let m immediately start processing the currently first incident i from the priority queue. ⁸ Once rescue unit m starts handling incident i , i can be neglected from this point on in the priority list as it occupies rescue team m for p_i time steps and can thus be deleted from the urgent incident list. Rescue unit m will not be available until the completion of its aligned incident i .
<i>Step iv.</i>	All incidents which have started being processed by any rescue unit m in step ii are discarded from the urgent incident list. Non-Preemption guarantees complete processing.
<i>Step v.</i>	If urgent incident list is empty: End Loop
<i>Step vi.</i>	$t = t + 1$. Return to Step i

3.4 Emergency Response Allocations: Exemplification

For a market-inspired mechanism in an emergency response allocation example we consider the following configuration: we have 3 parallel rescue teams ($m=3$), we consider a near-time environment $t \geq 0$, that is in form of non-trivial release dates and we try to suffice an objective function that minimizes the weighted waiting time. The initial situation of the imaginary problem at time $t=0$ starts with a defined set of five incidents that reveal at starting time ($r_i = 0$). The known attributes are their individual processing times p_i and their factor of destruction w_i . We assume that the distances to incidents are the same for all rescue units and

⁷ Distances between incidents are, in this heuristic, considered to be negligibly small. Hence prioritizations only depend on factors of destruction and processing times.

⁸ In $t=0$, the m -highest rated incidents can be processed by the m rescue teams without having any extra delay in terms of waiting times: $b_i = 0$.

fade them out. Therefore, we limit complexity of our example to a reasonable degree and can easily use the presented heuristic from the section above.

Table 1: Urgent Incident List ($t=0$)

Incident i	p_i	w_i
1	3	6
2	2	8
3	5	1
4	3	12
5	5	1

Having a look at incident 1 might reveal that 6 casualties are affected by the catastrophe and would last three hours for any rescue unit to save lives, to stabilize the situation, and to initially marshal the chaos, compare to Table 1. According to the proposed mechanism the first task is prioritizing all known members of the urgent incident list by applying the WSPT rule which results in the following priority list:

Table 2: Priority List ($t=0$)

Priority	Incident i	w_i/p_i (WSPT)
1 st	2	4
2 nd	4	4
3 rd	1	2
4 th	3	1/5
5 th	5	1/5

Given the results of the prioritization and according to our proposed mechanism, the three ($l=3$) most important incidents in the priority list will be treated immediately by one rescue unit each as in $t=0$ all rescue units are idle. The three rescue teams will be blocked until their individual process is done. Our first allocation based upon the prior prioritization at time $t=0$ looks as follows. The allocations are expressed by a binary variable x_{im} which states ‘1’ if incident i is processed by m at

time t , and it states ‘0’ otherwise. Glancing at the first incident of our urgent incident list reveals support in the first time slot by the third rescue unit, see Table 3.

Table 3: Allocations $t=0$

Incident i	$m = 1$	$m = 2$	$m = 3$
1	$x_{110}=0$	0	1
2	1	0	0
3	0	0	0
4	0	1	0
5	0	0	0

As time proceeds discretely, the mechanism is able to react upon new upcoming incidents. This can be guaranteed by newly prioritizing the list of incidents in each time step. In our example, we expand the schedule in $t=1$ by another incident $i=6$ with a processing time of $p_6=1$ and a fair enough factor of destruction $w_6=1$. Our initial schedule in $t=0$ reveals that all three rescue units will be busy in $t=1$ because of non-preemption and because all incidents *in process* have processing times larger than 1. Therefore no changes can occur in our allocations in $t=1$.

Moving to $t=2$ releases rescue unit 1 as incident 2 is terminated by the very same. According to our mechanism, incident 2 can be purged from the urgent incident list. Newly prioritizing all relevant incidents based on their parameters, that is $i \in \{3,5,6\}$, provides the user with the information that rescue unit $m=1$ has to be related to incident $i=6$. The schedule for $t=2$ exhibits a change in column $m=1$:

Table 4: Allocations $t=2$

Incident i	$m=1$	$m=2$	$m=3$
1	0	0	1
3	0	0	0
4	0	1	0
5	0	0	0
6	1	0	0

Acting accordingly for all further time slots, the mechanism will terminate in $t=8$ when the two least important incidents $i=3$ and $i=5$ are covered. This procedure brings us to our final result. Regarding the objective function and treating all factors of destruction w_i as public information, we look at the following individual waiting times:

Table 5: Overall waiting times

Incident i	b_i
1	0
2	0
3	3
4	0
5	3
6	1

Thus, the overall result of the objective function calculates to a total weighted waiting time of 7 additional hours of distress.⁹ Respectively, the calculation of the total weighted completion time results in 88 hours of distress in total. This is equivalent to 3 days and 16 hours of time needed until chaos is back at its target state. Comparing these findings to a total weighted waiting time of 10 hours (resulting in a total weighted completion time of 113 hours), which will be achieved when using the traditional approach of a first-come first-served procedure, justifies the launch of the mechanism in practice. Yet the full advantages of the proposed position mechanism will be more obvious when it acts in a more complex environment, including heterogeneous distances, and when it allocates significantly more hot spots to rescue units than it did in the above example. Trivially, the results change as the number of rescue units in action alter.

Testing the mechanism by an imaginary example using position aware market-based allocation reveals therefore an enhancement in execution compared to the traditional approach of first-come first-served still used by old-fashioned command and control centers.

⁹ The hourly time intervals may be replaced by other desired time steps.

4 Summary and Outlook

The task of effective resource allocations when talking about ERS is evolving rapidly as not only the chaotic circumstances in the aftermath of the 2010 Haiti earthquake showed. The change in human perception fosters more assistance during catastrophes and a better preparation as the perceived menaces are on the rise. This paper presented a new approach in Emergency Response technology: Support for decision makers in terms of a position-aware market mechanism during catastrophes when chaos is at its peak. The goal to structure chaos as fast as possible by allocating resources efficiently to incidents and consequently minimizing societal detriment can be achieved by the presented work.

The presented heuristic embodies an automated decision support and delivers myopic best solutions. The mechanism is apt to handle informational uncertainty as it incorporates non-trivial recognition dates of the incidents. We chose a centralized market mechanism for resource allocation in order to ensure congruence of activities, non-interference amongst detached decision-makers, and a relatively low and therefore feasible degree of comprehensibility. Spatial aspects in terms of positional dependencies were included by incorporating so-called travel times to each incident considered. Travel times can guarantee the temporal difference needed of aligning a rescue unit from one incident to another which resembles distances between incidents.

During the calculations of the proposed example, a finding was that the number of rescue units which are providing search and rescue activities and other services are significantly responsible for the total sum of completion times of all incidents. As all detriment can be minimized ex-ante by increasing the number of rescue units towards infinity, the trade-off between fixed economic costs and incidental/random societal detriment needs to be evaluated. A further extension of the mechanism might hence be to examine a variable number of rescue units and a flexible size within themselves.

As the example in section 3.4 demonstrated, the mechanism is capable of supplying meaningful improvements in the broad field of disaster management. Especially since single command and control centers are prone to human failures and/or ulterior congestions, compare to Paton et al. (1999), can this work be a powerful assistance in practice.

In future examinations, it will not only be essential to resolve ethical frictions that arose during this work. In particular, a justifiable interpretation of the so-called factor of destruction has to be given and its calculation or assessment possibly readjusted. It might be clever to integrate linguistic assessments of the disaster scene into the model. Even more, a decentralized behavior of rescue units might yet provide for more support during emergencies in case of blackouts (denials of service) of the command and control center. Simulation runs are to be used to show that suggested market mechanisms outperform currently used arbitrary planning methods. Quantitative comparisons of the best-response equilibrium with incomplete information to the global optimum, and to FCFS will attest the performances even more.

Dipl.-Vw. Christian Bodenstein
Albert Ludwigs-Universität Freiburg
Chair for Information Systems Research

Professor Dr. rer. pol. Dirk Neumann
Albert Ludwigs-Universität Freiburg
Chair for Information Systems Research; Freiburg Institute for
Advanced Studies (FRIAS)

Dipl.-Inform. Wirt Felix Wex
Albert Ludwigs-Universität Freiburg
Chair for Information Systems Research

References

- Bailey R (2009) The Right to Survive in a Changing Climate. Oxfam background paper. Oxfam GB
- Bruno J, Coffman Jr EG, Sethi R (1974) Scheduling independent tasks to reduce mean finishing time. *Communications of the ACM* 17:382–387
- Chen R, Sharman R, Rao HR, Upadhyaya SJ (2008) An Exploration of Coordination in Emergency Response Management. *Communications of the ACM* 51:66–73
- Dmitracova O (2010) Poor coordination biggest problem for relief work – report. In: Alert-Net (Thomson Reuters Foundation) Feb 10th 2010. URL: <http://www.alertnet.org/db/art/art/60725/2010/01/10-155441-1.htm> (last checked: 25 February 2010)
- Faraj S, Xiao Y (2006) Coordination in fast-response organizations. *Management Science* 52(8):1155–1169
- Hall LA, Shmoys DB, Wein J (1996) Scheduling to minimize average completion time: Off-line and On-line Algorithms. *Proceedings of the seventh annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms*, 142–151
- Harvey P, Stoddard A, Harmer A, Taylor G (2010) The State of the Humanitarian System: Assessing Performance and Progress – A Pilot Study. ALNAP. URL: <http://www.alnap.org/pool/files/alnap-sohs-final.pdf> (last checked: 1 March 2010)
- Kendra JM, Wachtendorf T (2003) Elements of Resilience after the World Trade Center Disaster: Reconstituting New York City’s Emergency Operations Centre in Crisis Management III, Arjen Boin (ed.) 2008
- Pan American Health Organization (2010) Special Report: Update on the Health Response to the Earthquake in Haiti 16 February 2010. URL: [http://www.reliefweb.int/rw/rwb.nsf/db900sid/AMMF-82RMQN/\\$File/full_report.pdf](http://www.reliefweb.int/rw/rwb.nsf/db900sid/AMMF-82RMQN/$File/full_report.pdf) (last checked: May 18th 2010)
- Paton D, Flin R (1999) Disaster stress: an emergency management perspective. *Disaster Prevention and Management Journal* 8:261–267
- Pauchant TC, Mitroff II (2002) *Transforming the Crisis-Prone Organization: Preventing Individual, Organizational, and Environmental Tragedies*. Jossey-Bass Publishers, San Francisco, CA
- Quarantelli EL (1986) *Disaster Crisis Management*. Disaster Research Center University of Delaware
- Shen SY, Shaw MJ (2004) Managing Coordination in Emergency Response Systems with Information Technologies. *Proceedings of the Tenth Americas Conference on Information Systems*. New York
- Turoff M, Chumer M, Van De Walle B, Yao X (2004) The Design of a Dynamic Emergency Response Management Information System (DERMIS). *The Journal of Information Technology Theory and Application (JITTA)*
- USA Today (2010) Damage summary from Haiti earthquake. 20 January 2010. URL: http://www.usatoday.com/news/world/2010-01-14-quake-interactive-map_N.htm?csp=usat.me (last checked: 20 May 2010)
- Weng MX, Lu J, Ren H (2000) Unrelated parallel machine scheduling with setup consideration and a total weighted completion time objective. *International Journal of Production Economics* 79(2001):215–226

Software als ungerichteter Prozess. Zur Beeinflussbarkeit prinzipiell ungerichteter Entwicklungen

Frank Pallas

Software und ihre Bedeutung für die Zukunft der Räume

Wie aus den weiteren Beiträgen dieses Bandes deutlich wird, wird die „Zukunft der Räume“ aller Voraussicht nach maßgeblich von Informationstechnik – und hier insbesondere von den Technologien des „Ubiquitous Computing“ (UbiComp) bzw. des „Pervasive Computing“ (PerC) oder der „Ambient Intelligence“ (AmI)¹ – beeinflusst werden. Dass mit der Ausgestaltung von Räumen auch das Verhalten der in diesen Räumen agierenden Individuen beeinflusst wird, steht außer Frage. Damit bekommt jedoch auch die Gestaltung von Artefakten des UbiComp eine gesellschaftliche Relevanz, die eine regulierende Beeinflussung der sich abzeichnenden Entwicklungen durchaus notwendig erscheinen lässt. Zumindest auf den ersten Blick.

Auf den zweiten Blick jedoch, und das hat Karsten Weber in seinem Beitrag anschaulich dargestellt, dürften sich solche steuernden Eingriffe gerade für den hier betrachteten Bereich des Ubiquitous Computing als zumindest schwierig erweisen. Schon der erste Schritt eines solchen regulierenden Eingreifens – das Abschätzen der zu erwartenden Folgen einer bestimmten Technologie oder Entwicklung – ist im Bereich des UbiComp mit derart vielen Unwägbarkeiten verbunden, dass die aus dem Gebiet der staatlichen Großforschung stammenden Ansätze zur Technikfolgenabschätzung geradezu zum Scheitern verurteilt sind.

Das hieraus erwachsende Dilemma zwischen der immensen gesamtgesellschaftlichen Bedeutung von UbiComp-Technologien auf der einen und der prinzipiellen Unvorhersehbarkeit der Auswirkungen auf der anderen Seite lässt sich letztendlich auf ein verändertes Entwicklungsparadigma zurückführen: Anders als die bislang im Fokus der Technikfolgenabschätzung stehenden Technologien entstehen Arte-

¹ Mit den unterschiedlichen Begriffen sind üblicherweise auch leicht unterschiedliche Ansätze und Vorstellungen assoziiert. Eine explizite Unterscheidung ist jedoch hier nicht nötig, da die Unterschiede zumindest für die hier betrachtete Frage unerheblich sind. Im Folgenden wird daher der Begriff des „Ubiquitous Computing“ stellvertretend für alle drei Begriffswelten verwendet.

fakte des UbiComp in der Mehrzahl der Fälle nach dem „Bottom-Up-Prinzip“: Im Gegensatz zu bisherigen Vorgehensweisen werden nicht mehr ganze Systeme zur Erreichung klar vorgegebener Ziele gestaltet oder errichtet. Vielmehr werden zunehmend lediglich bestehende Technologien in bislang nicht vor(her)gesehener Art und Weise genutzt, modifiziert oder miteinander verknüpft, um somit neue Dienste oder Dienstleistungen zu realisieren (vgl. hierzu Pallas 2009).

In den meisten Fällen geschieht diese Modifikation oder Rekombination existierender Technologien auf Basis von Software. Bereits bestehende Services werden mittels Software um zusätzliche Informationen angereichert bzw. mit zusätzlichen Informationen oder weiteren Services verknüpft und sodann als eigene Software, Dienstleistung, etc. angeboten. Die so entstehenden Artefakte wiederum können existierende Räume dann in einer Art und Weise neu definieren, die aus prinzipiellen Gründen nicht vorhersehbar und damit zumindest mit bisherigen Mitteln kaum beeinflussbar sein können. Zwei ausgewählte Beispiele mit besonderem Bezug zum Raumbegriff sollen dies verdeutlichen.

Beispiel 1: „Google Maps Mashups“

Eines der meistgenutzten Internetangebote mit Raumbezug ist heute *Google Maps*. Das – neben der Bereitstellung von Kartenmaterial und Satellitenbildern als solche – zentrale Merkmal dieses Dienstes ist die Tatsache, dass Google eine Programmierschnittstelle anbietet, mittels derer es möglich ist, das bereitgestellte Kartenmaterial in eigene Webseiten einzubinden und um eigene Funktionalitäten zu erweitern. Im Laufe der Zeit sind eine Vielzahl solcher als „Mashups“ bezeichneter Erweiterungen entstanden, die in unterschiedlicher Art und Weise Gebrauch von raum- bzw. ortsbezogenen Informationen machen: Mitglieder sportlich orientierter „Communities“ erzeugen auf Basis von Google Maps Lauf- oder Fahrradrouten und stellen diese anderen Mitgliedern bereit; mit „Geotags“ versehene Fotos werden auf der Karte genau dort angezeigt, wo sie aufgenommen wurden; Hotels, Restaurants etc. werden nebst Bewertungen in Karten eingeblendet usw.

Neben solchen, aus gesellschaftlicher Sicht vergleichsweise unspektakulären Angeboten sind aber auch Mashups möglich, die das soziale Miteinander von Individuen im Raum massiv beeinflussen können. Eines der in diesem Zusammenhang am häufigsten genannten Angebote ist „rottenneighbor.com“, eine mittlerweile nicht

mehr verfügbare Webseite, die primär zur Diffamierung von im selben Wohngebiet lebenden Menschen genutzt wurde. Durch die Realisierung als Maps-Mashup war der notwendige Programmieraufwand vergleichsweise gering: Die von der Webseite gebotene Kernfunktionalität erforderte lediglich eine Datenbank, in der Nutzer Kommentare abgeben und diese mit einem bestimmten Punkt auf der zugrunde liegenden Karte verknüpfen konnten. Die Kommentare wurden dann an der entsprechenden Stelle in die Karte eingeblenet und waren weltweit abrufbar.

Unabhängig davon, dass die Webseite mittlerweile nicht mehr abrufbar ist, stellt sich dennoch die Frage, ob ein solches, aus gesamtgesellschaftlicher Sicht kaum wünschenswertes Angebot bereits im Vorhinein hätte verhindert oder im Rahmen einer Technikfolgenabschätzung zu Google Maps zumindest vorhergesehen werden können. Im Lichte des oben Gesagten muss die Antwort wohl „nein“ oder doch zumindest „wohl kaum“ lauten. Google Maps stellt lediglich einen Basisdienst dar, der keinesfalls auf den hier beschriebenen Anwendungsfall zugeschnitten wurde, der aber gleichzeitig einen Großteil der von rotnenneighbor.com bereitgestellten Funktionalität bereits beinhaltet. Es bedurfte lediglich einer Idee sowie eines aus informatischer Sicht vergleichsweise kleinen und trivialen Stücks Software, um aus einer Landkarte einen Online-Pranger zu machen, der sein reales und aus guten Gründen abgeschafftes Pendant spielend in den Schatten stellt.

Andererseits bedarf es aber auch nur einer Idee und eines ebenso kleinen und trivialen Stücks Software, um aus einer Landkarte ein Verzeichnis kulinarischer oder kultureller Empfehlungen, eine klimaschonende Mitfahrzentrale oder ein spezielles Angebot für Lauf- oder Fahrradbegeisterte zu machen. Technisch-nüchtern betrachtet unterscheiden sich solche Angebote nur marginal vom oben aufgeführten Negativbeispiel: In allen Fällen wird die hauptsächliche Funktionalität bereits von Google Maps zur Verfügung gestellt. Der (ökonomische) Aufwand zur Erstellung eines spezialisierten Dienstes wird durch die Existenz dieses Basisdienstes signifikant verringert, wodurch wiederum eine Vielzahl von – wünschenswerten wie auch nicht wünschenswerten – Angeboten überhaupt erst realisiert werden kann. Und jedes einzelne dieser Angebote verändert den Raum, in dem sich seine jeweiligen Nutzer bewegen.

Als zu unterschiedlichen Zwecken wiederverwendbarer Basisdienst stellt Google Maps – wie auch viele andere Dienste vergleichbarer Funktionalität – eine Ermöglichungstechnologie dar, eine „general purpose technology“ deren Verwendungs-

zweck nicht im Vorhinein bestimmt ist und deren Auswirkungen sich auch schwerlich im Vorhinein abschätzen lassen. Für die gesellschaftliche Beeinflussung technischer Entwicklungen muss dies Folgen haben, die weiter unten diskutiert werden sollen. Vorher soll jedoch noch ein weiteres Beispiel für die Veränderung von Räumen durch „bottom-up“ gerichtete, software-technische Entwicklungen skizziert werden.

Beispiel 2: Augmented Reality

Eine in den Diskussionen um UbiComp immer wiederkehrende Idee ist die der „Augmented Reality“, der angereicherten Realität. Die Grundidee ist hierbei, dass die Realität – bspw. mittels spezieller Brillen – um zusätzliche Informationen oder andere eingeblendete Bestandteile erweitert wird. Zu den klassischen Beispielen hierfür zählen die Unterstützung von technischem Servicepersonal durch in das Sichtfeld einblendbare Bedienungs- oder Reparaturanleitungen sowie die Unterstützung von Rettungskräften durch Einblendung von Gebäudeplänen.

Während diese und weitere proklamierte Anwendungsfelder für Augmented Reality sich derzeit zumeist noch im Prototypenstadium befinden, vollzieht sich in einem anderen Bereich tatsächlich eine Entwicklung, die die angereicherte Realität in naher Zukunft für eine Vielzahl von Anwendern nutzbar machen dürfte. Anders als bei den ursprünglichen Ideen für Bedienungs- und Reparaturanleitungen oder Gebäudepläne vollzieht sich diese Entwicklung abermals bottom-up, durch intelligente Verknüpfung bereits existierender Basisdienste und -informationen. Die Rede ist von „Augmented Reality-Browsern“, die mittlerweile für eine Vielzahl moderner „Smartphones“ verfügbar sind.

So sehr sich die diversen Angebote auch voneinander unterscheiden, in ihrer Grundfunktionalität sind sie durchaus vergleichbar: Mittels in das Smartphone integrierter Technologien wie „GPS“-Empfänger, Kompass, Neigungsmesser etc. wird die aktuelle Position und Ausrichtung des Gerätes erfasst. Daraufhin werden aus einer Vielzahl von Online-Diensten diejenigen Informationen abgefragt, die einen Bezug zum aktuell erfassten Ort aufweisen und sich entsprechend der aktuellen Geräteausrichtung im Blickfeld des Nutzers befinden. Diese Informationen werden dann in das über die Kamera des Gerätes aufgenommene Bild eingeblendet und auf dem Display angezeigt.

Ein Nutzer, der vor dem Brandenburger Tor in Berlin steht und sein „Smartphone“ auf eben dieses richtet, hat dann bspw. die Möglichkeit, den entsprechenden „Wikipedia“-Eintrag zu lesen oder die Bewertungen zum hinter dem Brandenburger Tor liegenden Hotel „Adlon“ abzurufen. An anderer Position wiederum könnte der selbe Nutzer bspw. Wohnungsangebote, Nahverkehrsinformationen oder aber auch die Adressen registrierter Sexualstraftäter² einblenden lassen. Und nicht zuletzt ließen sich auch andere bereits existierende Basisdienste wie bspw. eine RFID-basierte Erkennung von Gegenständen mit vergleichsweise geringem Aufwand in solche „Augmented Reality-Applikationen“ einbinden.

Wiederum manifestiert sich das schon oben erwähnte Paradigma: Software, die die individuelle Wahrnehmung von Räumen beeinflusst, wird nicht mehr ausschließlich nach dem klassischen „Top-Down-Ansatz“ konstruiert, sondern ergibt sich zunehmend durch kreative Verknüpfung bereits bestehender Dienste und Informationen. Auch wenn natürlich immer noch ein gewisses Maß an planerischem, top-down gerichteten Vorgehen notwendig ist, um diese Verknüpfungen mittels Software tatsächlich zu realisieren, so ist der gesamte Entwicklungsprozess doch von einem weitaus höheren Maß an Spontaneität und Unplanbarkeit geprägt als es für das klassische Software-Engineering grundsätzlich angenommen wird. Die unsere Raumwahrnehmung zunehmend beeinflussende Software wird nicht im Rahmen eines ingenieurmäßigen, planerischen Prozesses entworfen sondern – so könnte man es vielleicht formulieren – „passiert“ einfach. Sie ergibt sich aus dem bereits Existierenden, ohne dass dies von dessen Gestaltern intendiert oder überhaupt vorhergesehen worden wäre.

Zwischenfazit

Welche Erkenntnis lässt sich nun aus dem bisher Gesagten ziehen? Zuerst einmal, dass Räume bzw. das, als was wir diese Räume erleben, zunehmend durch Software definiert und gestaltet werden. Durch Software wird ein physischer Raum zu einer Ansammlung von Lauf- oder Fahrradrouten, zu einem Fotoalbum, zu einem Restaurantführer oder gar zu einer mit einer schier unendlichen Masse zusätzli-

² Auch Kang und Cuff (2005) nehmen in ihrem „Shopping-Mall“-Beispiel Bezug auf eine solche Anwendung. Derartige ist in Deutschland zwar nur schwer vorstellbar, in den USA aber gängige Praxis: So existieren dort diverse Webseiten, auf denen Wohnorte und Fotos von Sexualstraftätern nebst der verübten Taten in eine Straßenkarte eingeblendet werden.

cher Informationen verlinkten physischen Welt. All das und vieles andere mehr wird möglich durch Software und deren Verknüpfung mit physischen Räumen.

Zweitens, und diese Erkenntnis ist für die weiteren Betrachtungen von maßgeblicher Bedeutung, entsteht diese Raum-definierende und -gestaltende Software in vielen Fällen nach dem Bottom-Up-Paradigma und folgt damit nicht der Entwicklungsrichtung, die im Bereich der Technikfolgen-abschätzung bislang meist angenommen werden konnte. Sie beginnt nicht mit der Definition von zu erreichenden Zielen, sondern stellt vielmehr einen ungerichteten Prozess dar, in dem bereits bestehende Basisdienste auf kreative und immer neue Art und Weise verknüpft oder erweitert werden. Die resultierenden Systeme wären dann mit Hayek (1967) zwar als „Ergebnisse menschlichen Handelns, aber nicht menschlichen Entwurfs“ zu bezeichnen, die sich als „spontane Ordnung“ (ebd.:183) ergeben.

Dieser signifikant veränderte Prozess wiederum führt aber dazu, dass neue kreative Verknüpfungen bereits bestehender Dienste und Informationen innerhalb kürzester Zeit entstehen können. Der Zeitraum von der ursprünglichen Idee bis zur tatsächlichen Nutzbarkeit wird deutlich verkürzt und klassische Technikfolgenabschätzung, die ja auf die gesellschaftlich wünschenswerte Modifikation der verfolgten Ziele ausgerichtet ist (vgl. Pallas 2008), kann letztendlich nicht mehr sinnvoll realisiert werden. Es stellt sich dann – sofern man sich nicht auf ein fatalistisches „es kommt, wie es kommt“ zurückziehen möchte – die Frage, wie die hier nur ansatzweise skizzierten, bottom-up gerichteten Entwicklungen in einer Art und Weise beeinflusst werden können, die gesellschaftlich erwünschte oder wünschenswerte Ergebnisse fördert, gesellschaftlich unerwünschte aber gleichzeitig verhindert oder zumindest unwahrscheinlich macht.

Möglichkeiten zur Beeinflussung

Die Frage nach der richtigen gesellschaftlichen Beeinflussung bei der Entwicklung neuer Technologien und damit die Frage nach dem richtigen Weg der Regulierung ist derart allumfassend, dass es wenig erfolgversprechend erscheint, sich ihrer in Gänze anzunehmen. Im Folgenden soll daher nur auf einen ausgewählten Aspekt der Regulierung im Kontext bottom-up gerichteter Entwicklungen eingegangen werden: die Komplexität der im Rahmen der gesellschaftlichen Beeinflussung erstellten bzw. zu erstellenden Regeln.

Grundsätzlich zielt jede Form der Regulierung darauf ab, einen Zustand herzustellen, der dem gesamtgesellschaftlichen Optimum möglichst nahe kommt. Hierbei sind selbstverständlich nicht nur wirtschaftliche, sondern auch gesellschaftspolitische Faktoren wie bspw. der Grad der individuellen Autonomie oder das gewährte Maß an Privatheit zu berücksichtigen. Nimmt man aber mit Becker (1976) an, dass sich auch diesen Faktoren zumindest auf abstrakter Ebene *grundsätzlich* ein monetärer Wert beimessen lässt, dann lässt sich die Frage nach der Komplexität der anzustrebenden Regeln als ökonomisches Optimierungsproblem begreifen: Gesucht wird das Regel-Set, das den größten gesamtgesellschaftlichen Wert bietet oder, um in der ökonomischen Begriffswelt zu bleiben, das die gesamtgesellschaftliche Wohlfahrt optimiert.

Fragen wir nun auf abstrakter Ebene nach der Komplexität der anzustrebenden Regeln, dann lässt sich in erster Näherung annehmen, dass mit steigender Regelkomplexität auch die gesamtgesellschaftliche Wohlfahrt steigt: Je genauer die Regeln die vielen einzelnen und oftmals divergierenden Interessen der Mitglieder einer Gesellschaft berücksichtigen bzw. diese repräsentieren, desto besser lässt sich die gesamtgesellschaftliche Wohlfahrt optimieren.³ Prinzipiell lässt sich nur durch komplexe Regeln das komplizierte System von Partikularinteressen in einer Art und Weise austarieren, die dem gesamtgesellschaftlichen Optimum zumindest nahekommt.

Natürlich ist diese erste Näherung alles andere als realistisch. Es ist zwar richtig, dass zum hypothetischen Erreichen des gesamtgesellschaftlichen Optimums theoretisch hochkomplexe Regelungen erforderlich wären, diese Sichtweise lässt aber zumindest einen Aspekt außer Acht: Die gesamtgesellschaftliche Wohlfahrt hängt nicht nur vom durch ein bestimmtes Regel-Set erreichten Zustand ab, sondern muss auch die Kosten berücksichtigen, die für die Gestaltung und vor allem die Durchsetzung der entsprechenden Regeln anfallen. Diese Kosten erreichen jedoch mit steigender Regelkomplexität ein Ausmaß, das den durch zusätzliche Komplexität theoretisch erreichbaren Wohlfahrtsgewinn mehr als aufwiegt. Im Endeffekt führt eine steigende Komplexität der Regeln ab einem bestimmten Punkt zu einer verringerten gesamtgesellschaftlichen Wohlfahrt.

³ Wir gehen dabei (noch) vereinfachend davon aus, dass die Regeln „richtig“ im Sinne von „wohlfahrtssteigernd“ gestaltet werden und dass durch steigende Komplexität bspw. tatsächlich eine höhere Angemessenheit auch für Sonderfälle erreicht wird.

Natürlich ist dies bei Weitem keine neue Erkenntnis, sondern gehört zum seit geraumer Zeit etablierten Wissen (vgl. allein Epstein 1995 oder Hayek 1944) und entspricht zudem dem gesunden Menschenverstand: Sinnvolle oder, um abermals ökonomische Begriffe zu verwenden, *effiziente* Regeln müssen immer an der Grenze zwischen unterkomplex und überkomplex angesiedelt sein. Schon hier ist zudem anzumerken, dass die aus einer solchen Regelsetzung erwachsende gesamtgesellschaftliche Wohlfahrt *grundsätzlich immer* signifikant unter dem rein hypothetischen Optimum bleiben *muss*. Nur allzu oft wird dies im Streben nach bestmöglicher Erfüllung möglichst vieler Partikularinteressen entweder vergessen oder gar bewusst ignoriert.

Doch auch diese zweite Näherung ist bei weitem noch nicht ausreichend. Neben den Kosten für die Regelgestaltung und -durchsetzung ist nämlich noch ein weiterer Faktor zu betrachten, der die durch ein bestimmtes Regel-Set erreichbare gesamtgesellschaftliche Wohlfahrt weiter mindert: Die sich aus unvollständigen bzw. fehlerhaften Vorhersagen ergebende Verunmöglichung eigentlich bestehender Handlungsoptionen bzw. die sich aus diesen verpassten Optionen ergebenden gesamtgesellschaftlichen Wohlfahrtsverluste. Da jede Vorhersage zu den zu erwartenden Auswirkungen einer bestimmten Regelsetzung prinzipiell fehlerbehaftet ist, besteht immer auch eine gewisse Wahrscheinlichkeit, dass durch eine bestimmte Regelsetzung nicht vorhergesehene Möglichkeiten zur Wohlfahrtsgenerierung verhindert werden.⁴

Diese aufgrund prinzipiell fehlerbehafteter Prognosen entstehenden Fehlerkosten müssen ebenfalls in die Beantwortung der Frage nach der optimalen Regelkomplexität einfließen. Diese Fehlerkosten wiederum sind in ihrer Höhe zwar kaum berechen- oder abschätzbar, sie ergeben sich aber insbesondere dann, wenn der Versuch unternommen wird, den Raum der existierenden Handlungsoptionen durch ex-ante gesetzte Regeln möglichst vollständig zu definieren und wenn sich dann im Nachhinein herausstellt, dass die der Regelsetzung zugrunde liegenden Prognosen fehlerhaft waren.

Regeln zur Beeinflussung prinzipiell ungerichteter Entwicklungen

Wie oben ausgeführt bringen (staatlich gesetzte) Regeln nicht nur Nutzen, sondern verursachen auch Kosten. Diese Kosten werden besonders dann relevant,

⁴ Dies könnte man als ökonomische Formulierung des Collingridge-Dilemmas (vgl. Collingridge 1980) ansehen.

wenn vom Regelsetzer versucht wird, hochkomplexe Sachverhalte mittels ebenso hochkomplexer Regeln zu strukturieren und wenn hierbei aufgrund einer Vielzahl beteiligter Akteure und einer nichtdeterministischen Entwicklung signifikante Prognosefehler zu erwarten sind. Dies heißt nicht, dass komplexe Regeln ein *grundsätzlich* falscher Weg wären, um komplexe Sachverhalte zu regulieren.⁵ Sehr wohl aber ist es mit steigender Komplexität des Sachverhalts und mit steigender prognostischer Unsicherheit *wahrscheinlicher*, dass komplexe, nach Perfektion strebende Regelsätze zu hohen Fehlerkosten und damit zu gesamtgesellschaftlich unerwünschten Ergebnissen führen.

Klassischerweise werden solche Argumente in Diskussionen zu Plan- und Marktwirtschaft oder allgemeiner zur Dichotomie von Märkten und Hierarchien angeführt. Im Kontext der hier betrachteten, einer Bottom-Up-Entwicklung folgenden Systeme gewinnen sie jedoch neue Relevanz: Wenn, wie oben beschrieben, die individuell erlebten physischen Räume zunehmend durch Software beeinflusst oder definiert werden, welche in Bottom-Up-Prozessen ohne vordefinierte Ziele entsteht, wie lassen sich dann diese prinzipiell ungerichteten Entwicklungen im Sinne gesellschaftlich wünschenswerter Ergebnisse beeinflussen?

Im Rahmen des soeben dargestellten, ökonomisch geprägten Verständnisses lassen sich die weiter oben skizzierten Beispiele anhand von zwei zentralen Eigenschaften charakterisieren: Erstens zeichnet sich das zu betrachtende „System“, also das Geflecht von in unterschiedlichster Art und Weise miteinander verknüpften oder verknüpfbaren Diensten und Dienstleistungen durch ein hohes Maß an Komplexität aus. Eine Vielzahl von weitgehend eigenständigen Akteuren betreibt eine Vielzahl unterschiedlicher Dienste oder verknüpft diese miteinander und verfolgt dabei eine Vielzahl unterschiedlichster Partikularinteressen. Deren Gesamtheit lässt sich nur schwerlich durch eine einzige, wie auch immer gearbete Instanz vollständig erfassen.

Zweitens führt das Paradigma der bottom-up gerichteten Entwicklung ohne vorab definierte Ziele zu signifikanten prognostischen Unsicherheiten in Bezug auf die zu erwartenden Verknüpfungen oder Modifikationen bereits bestehender zu voll-

⁵ So argumentiert bspw. Zywicki (1998). Epstein selbst weist hingegen ausdrücklich auch auf die Möglichkeit hin, dass komplexere Regeln sehr wohl auch zu überlegenen Anreizstrukturen für die Akteure führen können (1995:33ff). In diesem Fall besteht die Herausforderung darin, die höheren Kosten für das Regelwerk und dessen positiven Effekt gegeneinander abzuwägen.

kommen neuen Diensten und Dienstleistungen. Kaum jemand wird ernsthaft behaupten, die Vielzahl heute existierender Google-Maps-Mashups oder die Verknüpfung existierender Informationen zu „Augmented Reality Browsern“ wäre auch nur annähernd prognostizierbar gewesen.⁶

Beide Faktoren, sowohl die Komplexität des Betrachtungsgegenstands als auch die signifikanten prognostischen Unsicherheiten, führen jedoch dazu, dass komplexe Regeln aufgrund der hohen Wahrscheinlichkeit signifikanter Regulierungs- und Fehlerkosten als Instrument zur Beeinflussung der softwaredefinierter Zukunft der Räume ungeeignet erscheinen. Regulierungsaktivitäten in diesem Bereich sollten daher gar nicht erst versuchen, gesellschaftlich wünschenswerte oder unerwünschte Ergebnisse möglichst vollständig zu identifizieren und diese dann herzustellen bzw. zu verhindern. Die Wahrscheinlichkeit fehlerhafter Prognosen wäre einfach zu hoch.

Auch wenn aller Wahrscheinlichkeit nach immer bestimmte Grenzen für den Raum grundsätzlich zulässiger Ergebnisse notwendig sein werden, kann sich effiziente Regulierung im hier betrachteten Bereich daher *nicht nur* auf die Ergebnisse beziehen. Vielmehr müsste sie wahrscheinlich *auch* am Entstehungsprozess selbst ansetzen und diesen so beeinflussen, dass wünschenswerte Ergebnisse tendenziell wahrscheinlicher und unerwünschte tendenziell unwahrscheinlicher werden. Um nochmals mit Epstein zu sprechen: „Die öffentliche Hand arbeitet am besten, wenn sie Verkehrsregeln definiert, nicht wenn sie versucht, die Zusammensetzung des Straßenverkehrs festzulegen.“⁷

Wie solche auf den Entstehungsprozess abzielende „Verkehrsregeln“ für die bottom-up gerichtete Entwicklung von Software aussehen könnten, diese Frage muss hier leider weitgehend unbeantwortet bleiben. Angesichts der hier beschriebenen prognostischen Unsicherheiten erscheinen jedoch einem planerischen Ansatz folgende, vom Ziel her gedachte Regeln vergleichsweise ungeeignet. Vielmehr werden in diesem Zusammenhang auch grundsätzlich neue Konzepte und Ansätze not-

⁶ Hier werden auch die Grenzen szenariobasierter Technikfolgenabschätzung deutlich: Hierdurch lässt sich zwar erkennen, welche Auswirkungen bestimmte Technologien haben *könnten*. Es liegt aber in der Natur der Sache, dass die szenariobasierte Abschätzung der Folgen von bottom-up vonstatten gehenden Entwicklungen schon aus Prinzip einen Großteil der tatsächlich resultierenden Entwicklungen übersehen *muss*.

⁷ Vgl. Epstein (1995:XIII): „The government works best when it establishes the rules of the road, not when it seeks to determine the composition of the traffic.“

wendig sein. So erscheint es bspw. lohnenswert, über eine Beeinflussung der zwischen verschiedenen Diensten verwendeten Protokolle nachzudenken. Fraglos sind hierzu weitere Forschungen notwendig. In jedem Fall aber stellt die Beeinflussung prinzipiell ungerichteter Entwicklungen eine der zentralen Herausforderungen für zukünftiges Regulierungshandeln dar.

Dr-Ing. Frank Pallas, Dipl.-Inf.

Technische Universität Berlin; Karlsruher Institut für Technologie

Lehrstuhl Informatik und Gesellschaft (TU)

Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft (KIT)

Literaturverzeichnis

- Becker GS (1978): *The Economic Approach to Human Behavior*. Chicago: Chicago University Press
- Collingridge D (1980) *The Social Control of Technology*. New York: St. Martin's Press
- Epstein RA (1995) *Simple Rules for a Complex World* Cambridge, London: Harvard University Press
- von Hayek FA (1994 [1944]) *The Road to Serfdom*. Chicago: University of Chicago Press
- von Hayek FA (1967) Die Ergebnisse menschlichen Handelns, aber nicht menschlichen Entwurfs. In: *Rechtsordnung und Handlungsordnung – Aufsätze zur Ordnungsökonomik*, 178–189. Tübingen: Mohr Siebeck
- Kang J, Cuff D (2005) *Pervasive Computing: Embedding the Public Sphere*. *Washington & Lee Law Review* 62:93–147
- Pallas F (2008) *Simple Regeln für komplexe Strukturen – Was die Informatik von der NIÖ lernen kann*. Diskussionspapier zum Workshop *Software als Institution*, Karlsruhe Institute of Technology, 12. Dezember 2008. Online unter <http://ig.cs.tu-berlin.de/ma/fp/ap/2008/> [11.11.2009]
- Zywicki TJ (1998) Epstein and Polanyi on Simple Rules, Complex Systems, and Decentralization. *Constitutional Political Economy* 9:143–150

Bisher erschienene Bände der Grauen Reihe:

- 1 Carl Friedrich Gethmann, Armin Grunwald, *Technikfolgenabschätzung: Konzeptionen im Überblick*, 9/96, 2. Aufl. 7/98
- 2 Carl Friedrich Gethmann, *Umweltprobleme und globaler Wandel als Thema der Ethik in Deutschland*, 9/96, 2. Aufl. 10/98
- 3 Armin Grunwald, *Sozialverträgliche Technikgestaltung: Kritik des deskriptivistischen Verständnisses*, 10/96
- 4 Arbeitsgruppe Neue Materialien, *Technikfolgenbeurteilung der Erforschung und Entwicklung neuer Materialien. Perspektiven in der Verkehrstechnik*. Endbericht zum Vorprojekt, 1/97
- 5 Mathias Gutmann, Peter Janich, *Zur Wissenschaftstheorie der Genetik. Materialien zum Genbegriff*, 4/97
- 6 Stephan Lingner, Carl Friedrich Gethmann, *Klimavorhersage und -vorsorge*, 7/97
- 7 Jan P. Beckmann, *Xenotransplantation. Ethische Fragen und Probleme*, 7/97
- 8 Michael Decker, *Perspektiven der Robotik. Überlegungen zur Ersetzbarkeit des Menschen*, 11/97
- 9 Carl Friedrich Gethmann, Nikolaj Plotnikov, *Philosophie in Rußland. Tendenzen und Perspektiven*, 5/98
- 10 Gerhard Banse (Hrsg.), *Technikfolgenbeurteilung in Ländern Mittel- und Osteuropas*, 6/98
- 11 Mathias Gutmann, Wilhelm Barthlott (Hrsg.), *Biodiversitätsforschung in Deutschland. Potentiale und Perspektiven*, 11/98, 2. Aufl. 4/00
- 12 Thorsten Galert, *Biodiversität als Problem der Naturethik. Literaturreview und Bibliographie*, 12/98
- 13 Gerhard Banse, Christian J. Langenbach (Hrsg.), *Geistiges Eigentum und Copyright im multimedialen Zeitalter*. Positionen, Probleme, Perspektiven, 2/99
- 14 Karl-Michael Nigge, *Materials Science in Europe*, 3/99
- 15 Meinhard Schröder, Stephan Lingner (eds.), *Modelling Climate Change and its Economic Consequences. A review*, 6/99
- 16 Michael Decker (Hrsg.), *Robotik. Einführung in eine interdisziplinäre Diskussion*, 9/99
- 17 Otto Ulrich, „Protection Profile“ – Ein industriepolitischer Ansatz zur Förderung des „neuen Datenschutzes“, 11/99
- 18 Ulrich Müller-Herold, Martin Scheringer, *Zur Umweltgefährdungsbewertung von Schadstoffen und Schadstoffkombinationen durch Reichweiten- und Persistenzanalyse*, 12/99
- 19 Christian Streffer et al., *Environmental Standards. Combined Exposures and their Effects on Human Beings and their Environment (Summary)*, 1/00
- 20 Felix Thiele (Hrsg.), *Genetische Diagnostik und Versicherungsschutz. Die Situation in Deutschland*, 1/00, 2. Aufl. 2/01
- 21 Michael Weingarten, *Entwicklung und Innovation*, 4/00
- 22 Ramon Rosselló-Mora, Rudolf Amann, *The Species Concepts in Prokaryotic Taxonomy*, 8/00
- 23 Stephan Lingner, Erik Borg, *Präventiver Bodenschutz. Problemdimensionen und normative Grundlagen*, 9/00
- 24 Minou Bernadette Friele (Hrsg.), *Embryo Experimentation in Europe*, 2/01
- 25 Felix Thiele (Hrsg.), *Tierschutz als Staatsziel? Naturwissenschaftliche, rechtliche und ethische Aspekte*, 2/01

- 26 Vitaly G. Gorokhov, *Technikphilosophie und Technikfolgenforschung in Russland*, 2/01
- 27 Chris W. Backes, *Klimaschutz in den Niederlanden*, 3/01
- 28 G. Hanekamp, U. Steger (Hrsg.), *Nachhaltige Entwicklung und Innovation im Energiebereich*, 7/01
- 29 Thomas Christaller, Michael Decker (Hrsg.), *Robotik. Perspektiven für menschliches Handeln in der zukünftigen Gesellschaft. Materialienband*, 11/01
- 30 Michael J. Selgelid, *Societal Decision Making and the New Eugenics*, 4/02
- 31 Bernhard Irrgang, *Humangenetik auf dem Weg in eine neue Eugenik von unten?*, 2/02
- 32 Meinhard Schröder et al., *Climate Prediction and Climate Precautions*, 6/02
- 33 Ulrich Steger et al., *Sustainable Development and Innovation in the Energy Sector. Executive Summary*, 2/03
- 34 Carl Friedrich Gethmann, Stephan Lingner, *Zukünftige Klimaänderungen als Herausforderung für die deutsche Wirtschaft*, 7/03
- 35 Günter Schmid et al., *Small Dimensions and Material Properties. A Definition of Nanotechnology*, 11/03
- 36 Jorge Guerra González (ed.), *Environmental Noise. Main Focus: Aircraft Noise*, 3/04
- 37 Konrad Ott, Gernot Klepper, Stephan Lingner, Achim Schäfer, Jürgen Schefran, Detlef Sprinz (mit einem Beitrag von Meinhard Schröder), *Konkretisierungsstrategien für Art. 2 der UN-Klimarahmenkonvention*, 7/04
- 38 Annemarie Gethmann-Siefert, Stefan Huster (Hrsg.), *Recht und Ethik in der Präimplantationsdiagnostik*, 7/05
- 39 Friedrich Breyer, Margret Engelhard (Hrsg.), *Anreize zur Organspende*, 11/06
- 40 Carl Friedrich Gethmann, Nicola Rohner, Kai-Uwe Schrogl (Hrsg.), *Die Zukunft der Raumfahrt. Ihr Nutzen und ihr Wert*, 1/07
- 41 Michael Decker, *Angewandte interdisziplinäre Forschung in der Technikfolgenabschätzung*, 1/07
- 42 Stephan Lingner, Simone Allin, Gerhard Steinebach (Hrsg.), *Gesellschaftliche Randbedingungen der Virtualisierung urbaner Lebenswelten*, 5/07
- 43 Margret Engelhard, Kristin Hagen, Felix Thiele (eds), *Pharming – A New Branch of Biotechnology*, 11/07
- 44 Ulrich Steger, Ulrich Büdenbender, Eberhard Feess, Dieter Nelles, *The Regulation of Electricity Networks. Open Questions and Methods of Solution. Executive Summary*, 7/08
- 45 Jan A. Bollinger, *Profilierung und Qualitätsentwicklung von Schulen durch Bildung für eine nachhaltige und gerechte Entwicklung*, 9/08
- 46 Felix Thiele, Jörg Fegert, Günter Stock (eds), *Clinical research in minors and the mentally ill*, 11/08
- 47 Bert Droste-Franke, Holger Berg, Annette Kötter, Jörg Krüger, Karsten Mause, Johann-Christian Pielow, Ingo Romey, Thomas Ziesemer, *Fuel Cells and Virtual Power Plants. Energy, Environmental, and Technology Policy Aspects of an Efficient Domestic Energy Supply. Executive Summary*, 11/08
- 48 Laura Martignon, Winfried Sander, *Der Weg zu einer Nachhaltigkeitskultur in der Schule. Zwei empirische Studien*, 3/09
- 49 Stephan Lingner, Wolfgang Rathgeber (Hrsg.), *Globale Fernerkundungssysteme und Sicherheit. Beiträge durch neue Sicherheitsdienstleistungen?*, 6/09
- 50 Stephan Lingner, Bernd Lutterbeck, Frank Pallas (Hrsg.), *Die Zukunft der Räume. Gesellschaftliche Fragen auf dem Weg zur „Ambient Intelligence“*, 9/10

GRAUE REIHE · NR. 50 · SEPTEMBER 2010