



Xpert.press

Thomas Schlegel (Hrsg.)

Multi-Touch

Interaktion
durch Berührung

 Springer Vieweg

Xpert.press

Die Reihe **Xpert.press** vermittelt Professionals in den Bereichen Softwareentwicklung, Internettechnologie und IT-Management aktuell und kompetent relevantes Fachwissen über Technologien und Produkte zur Entwicklung und Anwendung moderner Informationstechnologien.



Jun.-Prof. Dr. Thomas Schlegel

Thomas Schlegel forscht und lehrt als Juniorprofessor für Software Engineering ubiquitärer Systeme (SEUS) am Institut für Software- und Multimediatechnik an der Fakultät Informatik der Technischen Universität Dresden.

Nach Tätigkeiten bei Unternehmen wie HP, Daimler, Agilent und ETAS/Bosch war er ab 2002 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) in Stuttgart tätig.

Im Jahr 2008 führten seine Arbeiten in der Fakultät für Produktions-, Konstruktions- und Fahrzeugtechnik zu seiner Promotion mit Auszeichnung zum Dr.-Ing. mit dem Thema „Laufzeit-Modellierung objektorientierter interaktiver Prozesse in der Produktion“ an der Universität Stuttgart. Von 2008 an leitete er das Team des Forschungsgebiets Interaktive Systeme am Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme (VIS) der Universität Stuttgart und war in der Lehre mit verschiedenen Vorlesungen, Seminaren und Studienprojekten vertreten, wo sich auch der Bereich Multi-Touch als einer seiner Schwerpunkte herausbildete.

Seit 2010 ist er Inhaber der Juniorprofessur für Software Engineering ubiquitärer Systeme an der Technischen Universität Dresden.

Mit rund 70 Veröffentlichungen und seiner Tätigkeit in Programmkomitees sowie diversen Lehrveranstaltungen und Kooperationen, setzt er sich für die Forschung und Lehre auf dem Gebiet des Software Engineerings ubiquitärer Systeme – speziell in den Bereichen Interaktion, Modelle, Prozesse und Softwaresysteme – ein. Diesen Querschnitt spiegelt auch das vorliegende Buch zu Multi-Touch mit den Forschungsthemen **Software Engineering, ubiquitäre Systeme und interaktive Systeme** wider, die an seiner Juniorprofessur SEUS eng miteinander verbunden sind. Für ubiquitäre und multimodale Systeme sind **Software, Modelle und Interaktion** Kernthemen, nach denen auch die Juniorprofessur mit ihren 20 Mitarbeitern strukturiert ist.

Multi-Touch ist dabei ein typisches Beispiel für die stark interdisziplinäre Ausrichtung neuer Interaktionstechnologien. So gehören zu den Themen von Thomas Schlegel neben Softwaretechnik, Interaktionstechnologien, User Experience und semantischen Modellen auch Anwendungsdomänen wie der öffentliche Verkehr, Smart Home, ubiquitäres Lernen, Industrie 4.0 und medizinische Aspekte, in denen Multi-Touch heute zunehmend eine Rolle spielt.

Thomas Schlegel

Herausgeber

Multi-Touch

Interaktion durch Berührung

Herausgeber
Thomas Schlegel
Software Engineering ubiquitärer Systeme
Technische Universität Dresden
Dresden, Deutschland

ISSN 1439-5428

ISBN 978-3-642-36112-8

ISBN 978-3-642-36113-5 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-642-36113-5

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Vieweg ist eine Marke von Springer DE. Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media
www.springer-vieweg.de

Vorwort

Wie kann es sein, dass alle Multi-Touch nutzen, aber kaum jemand darüber schreibt? Ist es so selbstverständlich? Wie so oft lautet die Antwort „jein“. Ja, wir gehen heute ganz selbstverständlich mit dieser Technologie um, erfreuen uns an dieser, wie ich finde, sehr intuitiven Art der Bedienung. Und auch die Kinderkrankheiten der Technik sind weitgehend ausgestanden. Die Reaktionen auf aktuellen Geräten sind schon sehr flüssig und meist auch korrekt in der Erkennung. Und nein, es wird leider häufig bei der Entwicklung nicht viel über die verwendeten Gesten und die Systemkonzepte nachgedacht. Gerade bei der Interaktion mit mehreren Fingern ist häufig nicht einmal ein Mehrwert gegenüber den „klassischen“ grafischen Schnittstellen erkennbar, die mit der Maus und maximal mit einem Finger bedient werden können.

Der Entschluss, diesem Mangel mit einem Buch etwas entgegenzusetzen ist schon seit geraumer Zeit gefasst und wird nun dank unserer Autoren endlich Realität im Buchregal und hoffentlich auch im häufigen praktischen Einsatz bei Ihnen. Dank dem Springer Verlag, der das Thema sofort für sehr interessant und publikationswürdig befunden hat.

Selbstverständlich gehört zu einem aktuellen Buch auch eine Website, die wir Ihnen unter www.multi-touch-buch.de anbieten. QR-Codes im Buch führen Ihr (vermutlich auch multi-touch-fähiges) Mobilgerät direkt zur passenden Seite.

Neben den Autoren möchte ich ganz herzlich Juliane Pfeffer und Bianca Zimmer danken, die mit ihrem Engagement die Realisierung des Buchprojekts erst ermöglicht und mir viel Arbeit abgenommen haben. Meinen Mitarbeitern von der Juniorprofessur für Software Engineering ubiquitärer Systeme (SEUS, <http://seus.inf.tu-dresden.de>) danke ich für die Reviews, mit denen unseren Autoren viele wertvolle Hinweise gegeben werden konnten.

Ich freue mich, dass unser Projekt nun Realität geworden ist und Sie zwischen zwei Buchdeckeln all die Erkenntnisse aus Forschung und Praxis zum Thema Multi-Touch finden.

Für Anregungen, Kritik und Lob sind wir natürlich jeder Zeit offen. Schreiben Sie mir einfach an leser@multi-touch-buch.de.

Ich wünsche Ihnen, auch im Namen der Autoren, viel Freude beim Lesen und viele neue Ideen und Erkenntnisse.

Dresden, Juli 2013

Ihr
Thomas Schlegel

Inhaltsverzeichnis

Teil Multi-Touch: Erfolgsmodell für eine natürliche Benutzungsschnittstelle

- 1 **Einleitung: Warum Multi-Touch?** 3
Thomas Schlegel
- 2 **A touch of future – Einsatzbereiche für Multi-Touch-Anwendungen** 13
Joachim Machate, Anna Schäffler und Sigrid Ackermann

Teil II Gesten und ihre Bedeutung

- 3 **Deklarative Programmierung von Multi-Touch-Gesten** 47
Dietrich Kammer
- 4 **Semantische Modellierung und Klassifikation von Touch-Interaktionen** 69
Rico Pöhland, Mandy Korzetz und Thomas Schlegel
- 5 **Kombinierte Multi-Touch und Stift-Interaktion: Ein Gesten-Set zum Editieren von Diagrammen** 89
Mathias Frisch und Raimund Dachselt

Teil III Entwicklung

- 6 **Konzeption und Entwicklung von Multi-Touch-Anwendungen** 119
Johannes Schäfer, Cristián Acevedo und Tomas Hansson
- 7 **Aufbau von Multi-Touch-Systemen** 145
Uwe Laufs und Christopher Ruff

8	Entwicklung von Multi-Touch-Anwendungen	153
	Christopher Ruff und Uwe Laufs	
Teil IV Softwaretechnologien		
9	Modellbasierte Softwaretechnologien zur Entwicklung durch Benutzer. ...	167
	Marc Dennis Paulenz und Thomas Schlegel	
10	Teilautomatisierte Migration von graphischen Benutzeroberflächen für Touchscreens	195
	Christian Wimmer, Thomas Schlegel, Steffen Lohmann, und Michael Raschke	
11	Herausforderung Multi-Touch – Konzeptionelle Erweiterung eines interaktiven Prototypingwerkzeugs.	239
	Georg Freitag und Michael Wegner	
Teil V Anwendung und Anwendungen		
12	Der Geschäftsfall Multi-Touch	265
	Ingmar S. Franke	
13	Multi-Touch im internationalen Umfeld	287
	Tobias Limbach und Peter Klein	
14	Die Anwendung von Multi-Touch-Gesten in Patientenmanagementsystemen	301
	R. Kern, K. Kozak, T. Schultheiß und T. Ziemssen	
Teil VI Multi-Touch und mehr		
15	Nicht-visuelle Interaktion auf berührungsempfindlichen Displays	319
	Jens Bornschein, Denise Prescher, Michael Schmidt und Gerhard Weber	
16	Berührungspunkte mit der Visualisierung	339
	Florian Haag, Tanja Blascheck, Bernhard Schmitz und Michael Raschke	
17	Von der Fläche zur Kurve: Multi-Touch auf beliebigen Oberflächen und Objekten.	369
	Jan Borchers, Christian Corsten, Max Möllers und Simon Völker	
Sachverzeichnis		393

Teil I

**Multi-Touch: Erfolgsmodell für eine
natürliche Benutzungsschnittstelle**

Thomas Schlegel

Spätestens seit iPhone und iPad ist die Multi-Touch-Interaktion in der gesamten Gesellschaft angekommen. Die „Digital Natives“, also die Generation der von klein auf mit Informationstechnologie Aufgewachsenen, hat das Konzept mittlerweile verinnerlicht. So wird das Kind, das in einem Dresdner Museum über ein Buch streicht, in der Erwartung, dass es nun umblättern würde, sicherlich kein Einzelfall bleiben.

Dieses Beispiel zeigt sowohl, wie intuitiv Touch-Oberflächen sind, als auch, wie schwierig die Entwicklung „natürlicher“ Benutzungsschnittstellen ist: Bereits die einfache Berührung mit einem Finger birgt in Kombination mit einer grafischen Oberfläche, wie wir sie schon lange kennen, eine ungeahnte Vielzahl an Möglichkeiten der Interaktion – und damit auch Mehrdeutigkeiten. Ein Kippschalter oder Druckknopf limitiert die Möglichkeiten, bietet eine direkte Rückmeldung (Feedback) und kennt meist nur zwei Zustände. Ein Touchscreen bietet dagegen einen Blick auf die Oberfläche eines komplexen Systems.

Die direkte Hand-Auge-Koordination ist hier näher am realen Erleben und schneller erlernbar als die indirekte. Wenn man das Verhalten eines Erstbenutzers an einem Single-Touch-Monitor mit dem an der Maus vergleicht, sieht man das deutlich. Doch prägen gleichzeitig viele Erfahrungen aus der realen Welt den Umgang mit und die Erwartungen an Touch-Systeme. So wird eine Latenz in der Rückmeldung des Systems schnell als störend wahrgenommen, während dies stärker artifiziellen Systemen und Benutzungsschnittstellen eher nachgesehen wird.

Selbstverständlich gelten solche Vorzüge und Nachteile auch für andere Interaktionsformen, die nahe an der natürlichen Interaktion mit der Umwelt bleiben. Ein Beispiel ist das Eye-Tracking, also die Verfolgung der Blickbewegungen des Nutzers. Auch hier kann, ebenso wie bei Interaktionen, die auf Körpergesten basieren, ohne zwischengeschaltete Umwege

T. Schlegel (✉)
Institut für Software- und Multimediatechnik, Technische Universität Dresden,
Dresden, Deutschland
e-mail: thomas.schlegel@tu-dresden.de

eine direkte Interaktion durch den Menschen erfolgen. Trotzdem hat speziell die Interaktion über Berührungen ihren eigenen Charme: Der Mensch greift seit jeher vor allem mit den Fingern in seine Umgebung ein und erschafft Neues. Auch wenn der visuelle Kanal uns Menschen die meisten Informationen liefert, so ist gerade für emotionale Aspekte die Haptik ausschlaggebend.

Vielleicht erklärt sich auch so der emotionale Siegeszug der Multi-Touch-Smartphones, der ganze Gesellschaften quer durch alle sozialen Schichten für den kleinen interaktiven Rechner in der Tasche in einer ungeahnten Weise begeistert hat. Diese Begeisterung geht heute weit über die technischen Aspekte hinaus und nimmt teilweise pseudo-religiöse Züge an. In vielen Vorträgen höre ich von Menschen, die ihr Smartphone „streicheln“ und ihm eine Persönlichkeit verliehen haben. Auch wenn dies für eine Erklärung des Phänomens mit dem Apfel sicher zu kurz greift, hat das haptische Interface sicherlich einen gewichtigen Anteil am schnellen und großen Erfolg der Geräte.

1.1 Multi-Touch: Hype und Herausforderungen einer natürlichen Interaktionstechnik

Berührungsempfindliche Benutzungsschnittstellen existieren seit vielen Jahren. Auch die Verwendung mehrerer Finger bei der Bedienung von berührungsempfindlichen Oberflächen ist sicherlich nicht ganz neu. Mit iPhone, iPad, Windows 8 und anderen Produkten ist das Thema aber global und in der gesamten Bevölkerung relevant geworden. Mehr als zuvor fordern Nutzer auch bei betrieblichen Systemen, was das persönliche Gerät bereits kann. Der Consumer-Markt ist bei Multi-Touch zum Treiber für den industriellen Markt geworden.

Im professionellen Bereich stehen mittlerweile auch große Multi-Touch-Bildschirme zur Verfügung. Prominentes Beispiel ist der Microsoft PixelSense, der gleich entsprechende Werkzeuge für die Entwicklung mitbringt. Im Gegensatz zu mobilen Geräten sind diese größeren Geräte auch für die Bedienung durch mehrere Personen ausgelegt, so dass auch gemeinsam mit Multi-Touch an Problemen gearbeitet werden kann. Durch Tangibles, vom System beispielsweise durch Codes erkannte Gegenstände, wird die Oberfläche noch enger mit der physischen Welt verknüpft.

Was dabei möglich ist, zeigen Abb. 1.1 sowie 1.2. Mit den vorhandenen Methoden und Bibliotheken wurde im Rahmen eines studentischen Praktikums ein Spiel entwickelt, das zeigt, was in der kombinierten Interaktion mit Touch und Tangibles möglich ist. Reale Spielsteine müssen nach Vorgaben und Überwachung durch das System bewegt werden. Um nicht nur in der Ebene Aktionen wie Drehen (vgl. Abb. 1.1) ausführen zu können, sondern auch außerhalb der Oberfläche Aktionen wie Stapeln (vgl. Abb. 1.2) zu erkennen, wurden Microsoft PixelSense und Kinect kombiniert. So kann Multi-Touch im Raum um weitere Interaktionen und Kontextinformationen erweitert werden.

Abb. 1.1 Aktion *Drehen*: Der Spieler wird vom System aufgefordert, den Spielstein in eine definierte Richtung zu drehen. Der PixelSense stellt dabei mit Hilfe eines Tags die Bewegung auf der Oberfläche fest

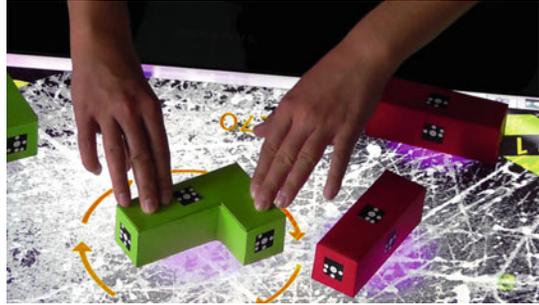
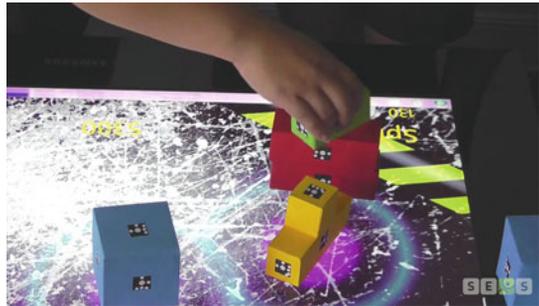


Abb. 1.2 Aktion *Stapeln*: Der Spieler wird vom System aufgefordert, einen weiteren Spielstein auf den Turm zu stapeln. Der Kinect-Sensor ermöglicht dabei die Erkennung über der Tischoberfläche ablaufender Vorgänge



1.1.1 Limitierungen auf Benutzerseite

Dieses Buch bringt aus gutem Grund viele Aspekte aus dem Bereich der Usability und Interaktion mit Technologien und Entwicklungskonzepten zusammen. In meinen Vorlesungen versuche ich die Problemstellungen aus diesem Spannungsfeld als einen Kernpunkt für interaktive, mobile und ubiquitäre Systeme möglichst früh anschaulich zu machen:

Warum werden Smartphones aktuell immer größer, wo doch kleiner häufig besser und teurer bedeutete? Wir können doch heute technisch ohne Probleme kleinste Mobiltelefone konstruieren. Sie finden bereits in einem Amulett, einer Armbanduhr oder sogar einem (vielleicht noch etwas schweren und großen) Ohring, zukünftig vielleicht sogar einem Ring am Finger Platz.

Die Antwort liegt bei uns Nutzern solcher Geräte und Systeme. Unsere Geometrie und Genauigkeit bei Interaktionen ist nur in Grenzen anpassbar. Ein grafisches Display und eine multi-touch-basierte Schnittstelle stoßen bei ihrer Miniaturisierung hier schnell an Grenzen. So muss eine Webseite auch auf einer Mobilgeräte-Oberfläche noch erkennbar sein und Multi-Touch ergibt nur Sinn, wenn mehrere Finger noch Interaktionen auf dieser Oberfläche ausführen können:

Schon vor einigen Jahren kaufte ich beispielsweise aus Neugier eine Handy-Armbanduhr. Neben einer grausam – vermutlich aus dem Chinesischen – übersetzten Oberfläche waren alle Funktionen eines Smartphones von Kamera über Bluetooth, bis hin zu

microSD-Karte und SIM-Karte enthalten. Auch ein Touchscreen fehlte nicht. Allerdings ist bei einem Touchscreen von Uhrengröße die Bedienung mit dem Finger eine Herausforderung und mit mehreren Fingern gleichzeitig kaum möglich. Selbst das Wählen auf der Bildschirmtastatur stößt dabei schnell an Grenzen. Ein ausziehbarer Stift im Armband sollte hier Abhilfe schaffen.

Das Beispiel zeigt wie viele andere, dass die Einsetzbarkeit und der Erfolg eines interaktiven Systems häufig gerade nicht vom maximalen Technologieeinsatz determiniert werden, sondern letztlich von der User Experience. Wird ein zukünftiger Nutzer das System oder Gerät mit seinen Möglichkeiten gerne einsetzen?

Selbstverständlich herrscht hier ein gewisser Widerstreit zwischen Vertretern der klassischen Software-Ergonomie/Usability und den eher an Design und User Experience orientierten. Ein System, das beruflich acht Stunden am Tag genutzt wird, muss im Vergleich zu einer Fun-Applikation selbstverständlich auch andere Faktoren berücksichtigen und auf diese hin optimieren.

Wichtig ist also gerade auch bei Multi-Touch-Oberflächen, seine Nutzer und den Nutzungskontext zu kennen und die Systeme, Geräte und Oberflächen daraufhin zu optimieren.

1.1.2 ... und Limitierungen beim System

Neben nutzerspezifischen und betriebswirtschaftlichen Einschränkungen haben Systeme auch technologisch bedingte Grenzen.

Wenngleich OLED-Technologien beliebige grafische Oberflächen an Wänden, Kleidung und Fahrzeug versprechen, Sprachtechnologien einen Dialog mit dem System ermöglichen, Computer-Brain-Interfaces (CBI) eine erste Steuerung mit Gedanken erlauben und Multi-Touch-Technologien immer größere Flächen und fast uneingeschränkt gestaltbare Oberflächen abdecken können, so scheitern Schnittstellen trotzdem häufig schon an banalen Limitierungen des menschlichen Alltags: Die großen Systeme brauchen zu viel Strom, die Spracherkennung scheitert am Geschrei in der Umgebung oder erkennt den falschen Benutzer, das CBI muss andauernd neu kalibriert werden und beim Multi-Touch am Schaufenster machen die Kinder am unteren Ende der Scheibe eine sinnvolle Interaktion unmöglich.

Aber auch der Ressourcenhunger von Technologien wie der Videoerkennung oder die Schwierigkeit, Systeme selbst einfache Schlüsse aus Umgebungsinformationen ziehen zu lassen, zeigt noch viel Entwicklungspotenzial. Gerade bei Mobiltechnologien spielt zudem das Gewicht, die energetische Ausdauer und die Größe häufig noch eine gewichtige Rolle.

Die Interaktion mit mehreren Fingern bei „Multi-Touch“ hat so auch weitere technologische Herausforderungen parat. So könnten Touch-Anzüge Berührungen unterschiedlicher Stärke am ganzen Körper, zumindest an Füßen, Armen etc., einbeziehen. Auch spielt beim Multi-Touch das Feedback eine große Rolle. Neben der bereits erwähnten schnellstmöglichen Rückmeldung des Systems (habe ich den Knopf wirklich gedrückt?) spielt auch das Erfühlen von Oberflächen und deren Reaktionen auf die Berührung in der realen Welt eine wichtige Rolle. Technisch bedingt sind heute jedoch fast alle Multi-Touch-Oberflächen

Abb. 1.3 In dem Spiel *Twist3D* müssen die Spieler verschiedene Posen einnehmen (*links*) sowie angezeigte Flächen berühren (*rechts*), um Punkte zu sammeln. Die Prototyping-Umgebung stellt hierzu Regionen und Posen zur Verfügung



absolut eben und (bis auf minimales Nachgeben bei resistiven Verfahren) auch absolut unbeweglich. Kapitel 15 zeigt aber bereits ein Beispiel für ein haptisches Multi-Touch-Display.

Wo die Interaktion sogar ohne physische Oberflächen auskommt und diese verschwinden, kann umgekehrt auch die Nutzung virtueller Multi-Touch-Oberflächen oder -Räume wichtig werden, die an keine Oberfläche mehr gebunden sind. So wurde an meiner Juniorprofessur SEUS (Software Engineering ubiquitärer Systeme) ein Rapid-Prototyping-System für ubiquitäre Systeme in Räumen entwickelt. Auf Basis der Erkennung von Personen, Gegenständen, Gesten und Posen wird es so möglich, berührungsempfindliche Flächen oder Volumen in Räumen aufzuspannen und mit Reaktionen zu versehen. Der große Vorteil solcher Systeme liegt in der Unabhängigkeit von Oberflächen.

In Abb. 1.3 ist das innerhalb von nur zwei Tagen mit dem Prototyping-System bei einem SEUS-Komplexpraktikum realisierte Spiel *Twist3D* zu sehen, bei dem zu berührende Quader und auszuführende Posen die Punkte ergeben. Im Hintergrund arbeitet ein System, das mit Hilfe von Microsoft Kinect Personen sowie deren Posen und Gesten erkennt, also „sieht“, wohin die Hand bewegt wird und welche Haltung die Personen einnehmen. Dabei ist es möglich, interaktive Flächen oder Quader im Raum zu definieren, die auf Berührung reagieren. Das Spiel nutzt dies, um zu berührende Flächen und einzunehmende Posen vorzugeben und mit Punkten zu belohnen.

Umgekehrt kann auch für virtuelle 3D-Umgebungen eine reale, physisch tastbare Fläche Interaktionsmöglichkeiten bieten und auf diese Weise das wichtige haptische Feedback für genaue Interaktionen geben sowie als Referenzsystem dienen.

Wenn auch weniger komplex als solche technischen Fragestellungen, sind aber häufig betriebswirtschaftliche Überlegungen ein determinierender Faktor. Nicht alles technisch Machbare und für den Nutzer auch Nützliche lässt sich auch in Produkten realisieren, die sich am Markt durchsetzen können. So finden sich im aktuellen Reigen der Technologieunternehmen an der Börse häufig solche, die nicht die ersten (Technologieführer) waren,

sondern eher Bewährtes genutzt (Technologiefolger) und auf gefällige Weise verbunden und realisiert haben.

1.2 Wie geht es technologisch weiter?

Bei den schnellen und kurzen Zyklen der letzten Jahrzehnte im Technologiesektor, aber auch im Bereich der Interaktion und in den Trends bei der Elektronik ist ein Ausblick selbst auf die kommenden zehn oder zwanzig Jahre sicherlich gewagt. So wurden vielfach Technologien hochgelobt, die dann nur in Nischen zum Einsatz kamen oder zumindest die Basis erfolgreicher Folgetechnologien bildeten.

Technologien unterliegen dabei Zyklen einer Entwicklung in Markt und Gesellschaft, die sehr treffend mit Hype-Zyklen in Gartner-Studien beschrieben werden können: Nach einem technologischen Auslöser entwickelt sich aus der anfänglichen Begeisterung ein Hype mit überzogenen Erwartungen, den die Technologie nicht bedienen kann, worauf ein „Tal der Enttäuschungen“ folgt, das aber durch Weiterentwicklung und Nutzung der Vorteile über den „Pfad der Erleuchtung“ letztlich zum „Plateau der Produktivität“ führt. Die Multi-Touch-Technologie erscheint mir auf diesem Plateau mittlerweile angekommen. Sie steckt in einer Unzahl von mobilen Produkten und hat mit Microsofts PixelSense und vielen Forschungsprototypen heute ein breites Spektrum von Einsatzmöglichkeiten erreicht.

Auch im Großen entstehen allerdings quasi Zyklen oder Iterationen dieser Hype-Zyklen: So werden wir sicherlich weitere Technologien für Multi-Touch erleben, die neue Systeme und Technologien, beispielsweise im Raum oder an beliebigen Oberflächen, hervorbringen.

1.3 Warum also dieses Buch?

Erstaunlich ist für mich, dass eine Google-Suche nach „Multi-Touch“ knapp 130 Millionen Treffer liefert, heute jeder (Multi-)Touch-Produkte kennt und diese meist auch nutzt, aber kaum spezifische Literatur zur Konzeption und Entwicklung solcher Systeme verfügbar ist.

Sicherlich wird uns Multi-Touch noch lange begleiten und stellt uns gerade heute vor viele Herausforderungen. Maus und Tastatur sind immer noch die Eingabeinstrumente im Arbeitsumfeld, wenngleich leichte mobile Geräte sich davon weitgehend verabschiedet haben.

Bereits Single-Touch-Oberflächen stellen ganz andere Anforderungen, als dies „klassische“ Desktopanwendungen tun. Grund genug, sich über die Gestaltung und Konzeption aber auch Themen wie die Migration von existierenden Anwendungen auf die neue Interaktionstechnologie Gedanken zu machen.

Dieses Buch soll Ihnen, liebe Leserinnen, liebe Leser, einen Eindruck von der Vielzahl der Aspekte im Bereich Multi-Touch vermitteln und gleichzeitig die wichtigsten Themen auch vertieft darstellen.

Nicht alles ändert sich von Grund auf. Konzepte der User Experience und Usability ebenso wie Softwaretechnologien haben in ihrer Allgemeinheit zum Glück meist weiterhin Gültigkeit. Trotzdem gibt es viele Spezifika und Neuerungen, die bei der Beschäftigung mit Multi-Touch-Systemen eine Rolle spielen. Diese wollen wir Ihnen mit diesem Buch ebenfalls zur Verfügung stellen.

In der Softwaretechnik wissen wir, dass Kosten für Fehler exponentiell ansteigen, je später die Fehler entdeckt werden. Dieses Buch soll daher eine frühzeitige Beschäftigung mit den Besonderheiten und Fallstricken bei der Konzeption und Entwicklung von Multi-Touch-Anwendungen ermöglichen.

1.4 Was Sie erwartet

Um das Thema Multi-Touch umfassend und trotzdem kompakt zu behandeln, haben wir uns auf Kernthemen im Bereich Multi-Touch konzentriert und diese mit einem allgemeinen Teil zu Grundlagen, Stand der Entwicklung und Einsatzgebieten zu Beginn sowie Anwendungsmöglichkeiten und Zukunftsperspektiven für das Thema integriert. Dabei führt der rote Faden von Gesten und ihrer Bedeutung für Nutzer über Entwicklungskonzepte bis zu Softwaretechnologien für Multi-Touch.

I Multi-Touch: Erfolgsmodell für eine natürliche Benutzungsschnittstelle

Sie lesen bereits das Kap. 1 „Einleitung: Warum Multi-Touch?“, das gemeinsam mit Kap. 2 eine Einführung und Grundlagen zum Thema Multi-Touch enthält und so auch als Motivation für das Thema und die unterschiedlichen Aspekte im Buch dienen soll.

Wie groß die praktische Bedeutung von Multi-Touch heute ist, zeigt der Beitrag „A touch of future – Einsatzbereiche für Multi-Touch-Anwendungen“ von Joachim Machate, Anna Schäffler und Sigrid Ackermann. Als Praktiker zeigen sie in Kap. 2 auf, wo Multi-Touch Sinn ergibt und eingesetzt wird.

II Gesten und ihre Bedeutung

Eine strukturierte Entwicklung und häufig auch dynamische Anpassung von Gesten ist die Basis für konsistente Benutzungsschnittstellen. Gerade Multi-Touch ist eine vergleichsweise neue Interaktionsform, die zudem viele Anleihen aus dem „natürlichen“ menschlichen Verhalten nimmt, aber in ihrer Bedeutung an Systeme bindet und damit immer eine artifizielle Komponente hat. Die Entwicklung und passende Verwendung von Gesten und ihre Bedeutung sind damit eine grundlegende Voraussetzung für Multi-Touch-Benutzungsschnittstellen, die für den Nutzer funktionieren.

Daher beschäftigt sich zunächst Dietrich Kammer mit der deklarativen Programmierung von Multi-Touch-Gesten (Kap. 3). Dazu ordnet er Touch-Gesten ihrer Art entsprechend ein und analysiert die Beziehungen zwischen einzelnen Gesten, wie deren räumlichen und zeitlichen Zusammenhang. Darauf basierend ermöglicht er die Beschreibung bzw. Programmierung von Interaktionsabläufen mit Hilfe einer domä-

nenspezifischen Sprache, die ebenfalls vorgestellt wird. Diese Formalisierung enthält auch die Grundlage für das folgende Kapitel.

Mit der semantischen Modellierung und Klassifikation von Touch-Interaktionen (Kap. 4) bieten Rico Pöhland, Mandy Korzetz und Thomas Schlegel eine Möglichkeit zur modellbasierten Beschreibung von Interaktionen auf der semantischen Ebene. So kann strukturiert Bedeutung auf unterschiedlichen Ebenen der Interaktion abgebildet und zugeordnet werden. Der Beitrag stellt auch gleich eine passende Ontologie vor und nimmt so viel Arbeit bei der Klassifikation und Erstellung von Multi-Touch-Interaktionen ab.

Wie mit Hilfe einer nutzerzentrierten Entwicklung ein konkretes Gesten-Set entsteht, das Multi-Touch mit einer weiteren Eingabemodalität verbindet, zeigen Raimund Dachselt und Mathias Frisch in Kap. 5 mit dem Beitrag „Kombinierte Multi-Touch- und Stift-Interaktion: Ein Gesten-Set zum Editieren von Diagrammen“. Dabei steht sowohl das Vorgehen als auch das konkrete Ergebnis in Form des kombinierten Gesten-Sets im Fokus.

III Entwicklung

Wie Multi-Touch-Systeme entwickelt werden und welche speziellen Aspekte hierbei zu beachten sind, behandelt der dritte Buchteil über die Entwicklung von Multi-Touch-Systemen.

Cristián Acevedo, Johannes Schäfer und Tomas Hansson beschreiben in Kap. 6 die Konzeption und Entwicklung von Multi-Touch-Anwendungen mit Hilfe des User-Centered Design (UCD) anhand konkreter Entwicklungsarbeiten. Neben dem Prozess und UCD-Prinzipien steht beispielsweise die Findung von Gesten und Formen für die Interaktion mit Multi-Touch im Vordergrund. So wird sehr anschaulich klar, wie eine Multi-Touch-Anwendung mit ihren spezifischen Ansichten und Interaktionen entsteht.

Uwe Laufs und Christopher Ruff zeigen dann in Kap. 7 zunächst den konkreten Aufbau von Multi-Touch-Systemen und deren technische Realisierung. Neben dem konzeptionellen Aufbau geht es um die Hardware-Technologien mit deren Stärken und Schwächen, von den heute bei Smartphones verbreiteten kapazitiven Verfahren bis zu den häufig in Tischen eingesetzten optischen Technologien – eine gute Basis für die Technologieauswahl. Es folgen die hardwarenahen Softwareschichten für die Hardwareabstraktion und Vorverarbeitung bis nach „oben“ zu Frameworks und Anwendungen.

Daran schließen sie mit der „Entwicklung von Multi-Touch-Anwendungen“ (Kap. 8) das entsprechende Handwerkszeug für die Systementwicklung an. Dabei werden sowohl die unterschiedlichen Betriebssystemplattformen analysiert, als auch das javabasierte Multi-Touch-Framework *MT4j* und dessen Einsatz vorgestellt. Anhand des Frameworks und Adobe Flash zeigt sich auch, wie viele Möglichkeiten bereits zur Realisierung von Multi-Touch-Anwendungen zur Verfügung stehen und wie eine frameworkbasierte Anwendung konkret umgesetzt werden kann.

IV Softwaretechnologien

Dieses Thema der Entwicklung von Multi-Touch-Systemen setzt sich im Schwerpunkt Softwaretechnologien fort.

Mit dem Beitrag „Modellbasierte Softwaretechnologien zur Entwicklung durch Benutzer“ (Kap. 9) zeigen Dennis Paulenz und Thomas Schlegel, wie End-User Development, also die Entwicklung durch den Endbenutzer, für Multi-Touch-Anwendungen und mit Hilfe von Multi-Touch-Anwendungen funktioniert. So wird eine generative Umgebung vorgestellt, die dem Benutzer Modelle als Werkzeug in die Hand gibt, um seine Aufgabe zu modellieren. Aus diesem Modell wird dann live eine Multi-Touch-Anwendung auf dem Tisch erzeugt und ausgeführt – eine geschlossene Schleife.

Häufig existieren in der Praxis bereits („Legacy-“)Anwendungen, die auf die neue Interaktionsform Multi-Touch umgestellt werden sollen. Eine schnelle und günstige Alternative zu Neuentwicklung oder komplettem Re-Engineering der Benutzungsschnittstelle stellen Christian Wimmer, Thomas Schlegel, Steffen Lohmann und Michael Raschke mit einer werkzeuggestützten und (semi-)automatischen Migration und Anpassung von Dialoganwendungen für Touch in Kap. 10 vor und ergänzen diese mit Ergebnissen aus einer Studie dazu. Eine existierende WPF-Anwendung kann auf diese Weise einfach in ein funktionierendes Touch-System überführt werden. – Gerade für eine größere Produktpalette ein zielführender Ansatz, da Generator und Regeln größtenteils nur einmal entwickelt und parametrisiert werden müssen.

Die „Herausforderung Multi-Touch – Konzeptionelle Erweiterung eines interaktiven Prototypingwerkzeugs“ behandeln Georg Freitag und Michael Wegner in Kap. 11. Dabei ist schon das Prototyping selbst eine wichtige Technik für die Anwendungsentwicklung im Interaktionsbereich. Mit Hilfe von Multi-Touch-Interaktion können im Prototyping-Werkzeug schnell Low-Fidelity-Prototypen für die Interaktion realisiert werden. Das Visualisierungs- und Interaktionskonzept mit Flow, Look und Feel steht dabei im Fokus, so dass sowohl die Entwicklung des Werkzeugs als auch dessen Einsatz für die Entwicklung von Prototypen neue Wege für die Entwicklung aufzeigen.

V Anwendung und Anwendungen

Wichtig für die Praxis sind die Anwendung und auch Anwendungen bzw. Anwendungsbeispiele, die einen Einblick in Erkenntnisse aus der Arbeit mit und an Multi-Touch-Anwendungen bieten. Häufig sind solche Beispiele und Fallstudien die besten Lehrmeister.

In Kap. 12 zeigt Ingmar Franke Beispiele für Multi-Touch unter der Überschrift „Der Geschäftsfall Multi-Touch“. Darin werden die unterschiedlichen Aspekte der vorangegangenen Kapitel an konkreten Beispielen und Umsetzungen aus dem Umfeld der Professur Mediengestaltung an der TU Dresden gezeigt. Diese Beispiele sollen auch Design-Entscheidungen für die Umsetzung anhand von Best Practice Beispielen einfacher machen.

Andere Kulturen und Prägungen ändern häufig auch die Erwartungen und Vorstellungen, die Benutzer speziell mit Multi-Touch-Anwendungen als „natürliche“

Interaktionsform verbinden. Mit einer Studie zeigen Tobias Limbach und Peter Klein in Kap. 13, welche Besonderheiten aus Interaktionssicht bei „Multi-Touch im internationalen Umfeld“ zu beobachten und zu beachten sind.

Berührungssensitive Benutzungsschnittstellen sind in vielen Anwendungsbereichen auf dem Vormarsch – so auch in der Medizin: Das Fallbeispiel von Raimar Kempcke, Karol Kozak, Thorsten Schultheiß und Tjalf Ziemssen zeigt in Kap. 14 die Anwendung von Multi-Touch-Gesten im Rahmen innovativer Patientenmanagementsysteme.

VI Multi-Touch und mehr

Wie versprochen, bleiben wir nicht bei aktuellen Möglichkeiten von Multi-Touch stehen, sondern zeigen mit Multi-Touch und mehr, wohin die Entwicklung derzeit geht.

So zeigen in Kap. 15 Gerhard Weber, Michael Schmidt, Denise Prescher und Jens Bornschein, wie „Nicht-visuelle Interaktion aufberührempfindlichen Displays“ funktioniert. Haptische Displays eröffnen uns neue Möglichkeiten der Multi-Touch-Interaktion. Das vorgestellte System kann nicht nur auf Berührungen reagieren, es zeigt vielmehr durch Erhebungen Strukturen von Blindenschrift bis Grafiken mechanisch an und kann so taktil genutzt werden. Dabei stehen natürlich auch neue und spezielle Aspekte der Usability für solche haptischen Systeme im Fokus. – Auch ein zukunftsweisendes Thema für die Weiterführung des Multi-Touch-Bedienparadigmas.

Auf haptischen, aber noch viel mehr auf ganz klassischen, grafischen Multi-Touch-Systemen spielt die Visualisierung eine tragende Rolle. Schließlich kann im virtuellen Raum nur berührt werden, was uns vorher symbolisch zugänglich gemacht wurde. Die direkte Interaktion per Multi-Touch sorgt daher für viele „Berührungspunkte mit der Visualisierung“, die Florian Haag, Bernhard Schmitz, Tanja Blascheck und Michael Raschke in Kap. 16 auch mit Blick auf die aktuelle Forschung beleuchten.

Noch findet Multi-Touch auf ebenen Flächen statt. So stehen mit Ultraschall und anderen technischen Verfahren zwar Technologien zur Berührungserkennung auch für viel freiere Oberflächen zur Verfügung, stecken aber in der Erkennung wie in den Konzepten noch in den Kinderschuhen. Mit organischen Displays werden in absehbarer Zeit aber auch für die Displays freiere Formen möglich. Grund genug für Max Möllers, Simon Völker, Christian Corsten und Jan Borchers in Kap. 17 den Weg „von der Fläche zur Kurve: Multi-Touch auf beliebigen Oberflächen und Objekten“ aufzuzeigen.

Sie sehen – es gibt viele spannende und auch für die praktische Umsetzung sehr relevante Aspekte im großen Themenfeld Multi-Touch.



Joachim Machate, Anna Schäffler und Sigrid Ackermann

2.1 Einleitung

Von der Kalender-App auf dem Smartphone über den virtuellen Rezepte-Guide auf dem Tablet bis zum touch-sensitiven Laborbuch: Interaktive Anwendungen verändern unser Verhalten und unser Leben. In zahlreichen Bereichen eröffnen Multi-Touch-Anwendungen neue Möglichkeiten und Erlebniswelten.

Wer auf der Design Week 2012 in Mailand den „Club of the Future“ der niederländischen Brauerei Heineken besuchte, konnte beispielsweise schon einmal einen Blick darauf werfen, wie das Samstagabend-Programm der Zukunft aussehen könnte: Eine meterlange Multi-Touch-Bar lud mit einer grafischen Animation zur Interaktion ein und reagierte nicht nur auf Touch-Gesten der Bargäste, sondern auch auf Berührungen durch speziell gestaltete Heineken-Flaschen [76]. Sobald eine Flasche auf bestimmten Flächen der Bar platziert wurde, löste dies eine visuelle Kettenreaktion im Grafikmuster aus oder signalisierte eine neue Bestellung. Die Installation erfüllte so gleich drei Funktionen: Sie animierte Bargäste zur Interaktion (auch untereinander), gab Bestellinformationen an das Barpersonal weiter und sorgte während der Wartezeit mit spielerischen Interaktionen für Kurzweil [76, 80]. Die Grundidee ist nicht neu: Bereits 2006 entwickelte das Londoner Studio Mindstorm

J. Machate (✉)
Weinstadt-Endersbach, Deutschland
e-mail: jmachate@acm.org

A. Schäffler
Vaihingen an der Enz, Deutschland
e-mail: mail@helloanna.de

S. Ackermann
User Interface Design GmbH, Ludwigsburg, Deutschland
e-mail: sigrid.ackermann@uid.com

Multitouch Ltd. das Konzept „iBar“, mit dem sich jede Theke in eine interaktive Werbe- bzw. Spielfläche, Speisekarte oder künstlerische Installation mit Multi-Touch-Funktion verwandeln lässt [55].

Was noch vor einigen Jahren nach Zukunftsmusik klang, macht die Multi-Touch-Technologie der Gegenwart inzwischen längst möglich. Ob Restaurant- oder Messebesuch, interaktive Exponate, Maschinensteuerung oder Städteplanung – ob spielerisch oder aufgabenorientiert, mobil oder statisch: Multi-Touch-Anwendungen haben Freizeit- und Arbeitsräume erobert und bieten zahlreiche spannende Möglichkeiten für Visualisierung und Interaktion. Dieser Beitrag schafft einen Überblick über die Anwendungsbereiche, die bislang für den Einsatz von Multi-Touch erschlossen wurden und zeigt anhand zahlreicher Beispiele auf, welche vielfältigen und spannenden Möglichkeiten sich durch Multi-Touch eröffnen.

2.2 Überblick

Mit dem Finger über den Bildschirm wischen, Daumen und Zeigefinger in der sogenannten Pinch-Geste auseinanderziehen oder einfach mit dem Finger einen Screen an einem bestimmten Punkt berühren: Heutzutage sind dies etablierte Gesten im Umgang mit IT-basierten Produkten. Mit Wischbewegungen lassen sich Objekte verschieben oder Anwendungen ein- beziehungsweise ausblenden. User „blättern“ mittels Gesten in Medienverzeichnissen und -angeboten oder lassen sich per Zoom Details anzeigen, wie in Abb. 2.1 deutlich wird. Die beschriebenen Interaktionen zählen zum Standard-Repertoire aktueller Interaktionsmechanismen. In den meisten Kulturkreisen hat die Verwendung von Gesten längst Einzug gehalten im alltäglichen Umgang mit elektronischen Verbrauchsgütern – eine Erfolgsgeschichte in der Entwicklung des Mensch-Maschine-Dialogs. Diese ist vergleichbar mit dem Übergang von der auf Tastatureingabe beschränkten Interaktion zur direkten Manipulation mittels Maus oder anderer Zeigeinstrumente. Gesten im Umgang mit computerbasierten Systemen zu verwenden wird damit zur Selbstverständlichkeit. Mit jeder neuen Generation von Smartphones, Tablets oder Spielkonsolen ändern sich so die Erwartungen der Nutzer an die User Experience¹ künftiger Produkte. Neben den bekannten Usability-Kriterien und wachsenden Anforderungen an die visuelle Ästhetik tritt nun die Wahl des Interaktionsmediums mit in den Vordergrund bei der Gestaltung der User Experience.

¹ Der Begriff „User Experience“ beschreibt die umfassende Erfahrung und das Erlebnis eines Nutzers bei der Interaktion mit einem Produkt, einem Dienst oder einer Einrichtung und stellt damit inhaltlich eine Erweiterung des „Usability“-Begriffs dar [65].

Abb. 2.1 Touch-Geste zur Interaktion (COSALUX 2013)



2.2.1 Zurück in die Zukunft: Ein Blick auf die Entwicklung von Multi-Touch

Interaktion mit Gesten muss erlernt werden – ähnlich wie die Anwender bei der Einführung grafischer Benutzeroberflächen in den 80er-Jahren den Umgang mit dem Zeigegerät „Maus“ erlernen mussten. Durch die Beschränkung auf einige wenige, leicht erlernbare Gesten können Ausführung und Verwendung der Gesten schnell erfolgreich umgesetzt und wiederholt werden.

Die Geschichte Touch-basierter Anwendungen reicht zurück bis Mitte der 60er-Jahre [12]. In der breiten Öffentlichkeit gehören Touchscreens im Bereich Selbstbedienungsautomaten und Informationskioske seit vielen Jahren zum Alltag. Während hier die Gestik auf das Darauf-Zeigen und Antippen eines auf einem Bildschirm dargestellten Objektes beschränkt ist, bieten Multi-Touch-Anwendungen neue Formen der Interaktion. Diese ermöglichen in Analogie zur direkten Manipulation mittels Zeigeinstrumenten (Maus, Trackball, etc.) eine direkte dynamische Rückkoppelung zwischen Bewegung und Objektveränderung. Multi-Touch bezeichnet die Fähigkeit eines berührungssensitiven Mediums, gleichzeitig an mehreren, mindestens zwei Positionen, Berührung wahrzunehmen. So bieten bereits Touchpads als Eingabemedium Interaktionen mittels zwei oder mehreren Fingern [21], die damit die beschränkten Zeige- und Bewegungsinteraktionen von herkömmlichen Computer-Mäusen erweitern. Typische Touchpad-Gesten sind das Scrolling mit einem oder mehreren Fingern als Ersatz für das Scrollen via Mausrad, aber auch das Pinching (Verkleinern) und Spreading (Vergrößern) als Zoom-Funktion oder Rotating mittels Daumen und Zeigefinger [84].

Mit der Einführung von Apples iPhone im Jahr 2007 und der darauf erfolgten kontinuierlichen Weiterentwicklung und Verbreitung von Smartphones ist die Nutzung von Touchscreens nicht nur im Bereich der Telekommunikation, IT und Consumer Electronic zu einer wahren Erfolgsgeschichte geworden. Mit dem Einsatz von Touchscreens verschwindet die Notwendigkeit, ein dediziertes Zeigeinstrument zu nutzen. Die größer werdenden Oberflächen der Touchscreens erweitern Multi-Touch um Mehr-Finger-, Mehr-Hände- und



Abb. 2.2 Großflächige Wall-Anwendung durch Verbindung mehrerer Touchscreens (COSALUX 2013)

Mehr-User-Interaktion. So können Gesten aus unterschiedlichen Quellen parallel erkannt und interpretiert werden und das System ist in der Lage, mit entsprechenden Aktionen in Echtzeit auf die gestischen Interaktionen zu reagieren.

2.2.2 (Fast) unbegrenzte Möglichkeiten: Plattformen für Multi-Touch

Egal ob Smartphone-Apps, Tablet Computer, Notebooks, PCs für das Büro oder daheim, öffentliche Automaten oder Museumsinstallationen: Interaktionen via Berührung und Bewegung sind gefragt. Plattformen und Geräte, die das ermöglichen, hielten in den letzten Jahren Einzug in unterschiedlichste Lebensbereiche und eroberten Alltag und Arbeit. Mit den zur Verfügung stehenden Technologien, auf die Uwe Laufs und Christopher Ruff im Kapitel „Aufbau von Multi-Touch-Systemen“ in diesem Buch (siehe Abschn. 7.2) näher eingehen, sind auch den Größendimensionen von Multi-Touch-Anwendungen kaum mehr Grenzen gesetzt: Das Spektrum reicht vom handlichen Smartphone und Eingabegeräten, wie Touchpads, über Touch-Tables verschiedener Größenordnungen, bis zu überdimensionalen Touch-Walls. Letzteres erforscht die Queensland University of Technology (QUT) in Brisbane, Australien, mit „The Cube“ [72]. Hierbei handelt es sich um eine der weltweit größten Multi-Touch-Flächen, die zur interaktiven Erkundung wissenschaftlicher Themen und Forschungsprojekte animiert. 14 HD-Projektoren und über 40 Multi-Touch-Bildschirme erzeugen eine beeindruckende, interaktive Wandfläche und ein einzigartiges Erlebnis für die Besucher [72]. Ein spannendes Projekt dieser Größenordnung kündigt auch Bastian von Jazebowski, Projektmanager bei der Agentur COSALUX aus Offenbach am Main an, das in Abb. 2.2 gezeigt ist: Für ein Erinnerungsmuseum in Belgien wird eine Wand aus fünf jeweils 50 Zoll großen Touchscreens konstruiert, die zur Erfassung der Eingaben mit einem großen Infrarot-Rahmen verbunden sind.

Doch nicht immer ist ein Graphical User Interface (GUI) erforderlich. Inzwischen sind Produkte auf dem Markt, die eine Multi-Touch-Interaktion mit rein physikalischen Objekten ermöglichen. Im Bereich Home Automation verbirgt sich hinter der Produktserie „sentido“ des belgischen Lichtschalter-Herstellers basalte ein Schaltersystem, das auf Multi-Touch reagiert und in Abschn. 2.4.5 näher beschrieben wird.

Filme wie „Minority Report“ oder „Iron Man“ zeigen um eine Dimension erweiterte Entwicklungen, an welchen im realen Leben schon längst getüfelt wird: die Interaktion im virtuellen oder holografischen Raum. Einen spannenden Gehversuch unternahm hier beispielsweise das Studio Obscura Digital aus San Francisco im Jahr 2008 mit dem „VisionAire Interface“ [67]: Das System erkennt die Handbewegungen des Nutzers und erlaubt so die Interaktion mit holografisch projizierten Objekten. Realisiert wurde dies durch die Kombination des Standard-Multi-Touch-Frameworks von Obscura Digital und des Systems „Musion Eyeliner“ [62], das holografische 3D-Video-Projektionen ermöglicht. Das Ergebnis, das unter anderem auf YouTube dokumentiert ist [66], stellt ein beeindruckendes Beispiel dafür dar, wie On-Stage-Präsentationen zukünftig noch spannender gestaltet werden könnten. Ob „Multi-Touch“ jedoch für Anwendungen dieser Art noch eine adäquate Bezeichnung ist, wäre allerdings zu prüfen – schließlich fehlt hier eine berührbare Fläche, wie sie bei Tablets und Tables zu finden ist. Möglicherweise wäre also eine Bezeichnung wie „Multi-Swoosh“ [38] treffender.

2.2.3 Single Touch „extended“: Was Multi-Touch möglich macht

Während die Single-Touch-Technologie die Erkennung eines einzelnen Berührungspunktes beschreibt, und damit einfache Tap-Gesten mit dem Finger oder Stift ermöglicht, wird der Begriff „Multi-Touch“ für eine touch-sensitive Interaktionstechnologie verwendet, die mehrere Berührungspunkte gleichzeitig erfassen und verarbeiten kann [83]. Als „extended version“ eröffnet Multi-Touch gegenüber Single-Touch also erweiterte Möglichkeiten für die gestenbasierte Interaktion – und das in vielerlei Hinsicht. So ermöglicht die Bedienung mit mehreren Fingern oder Händen eine schnellere Bearbeitung und darüber hinaus direktes, multiples Feedback: Beispielsweise können bei einem digitalen Keyboard mehrere virtuelle Klaviertasten parallel (etwa in Form von Akkorden) betätigt werden, was die gleichzeitige Ausgabe mehrerer Töne zur Folge hat. Das Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO beschreibt in seiner Studie „Multi-Touch – Technologie, Hard-/Software und deren Anwendungsszenarien“ [83] folgende vorteilhafte Eigenschaften:

- Mithilfe von Multi-Touch können visuelle Inhalte direkt manipuliert werden. Dies ermöglicht die Realisierung besonders natürlich und intuitiv bedienbarer Benutzungsschnittstellen. Analog zur Interaktion mit realen Gegenständen können beispielsweise Gesten, wie Drehen, Schieben und „Großziehen“ (Zooming), zur Objektmanipulation

eingesetzt werden. Insofern eignet sich Multi-Touch beispielsweise für Anwendungsszenarien, in denen Nutzer nur wenige bis keine Vorkenntnisse im Umgang mit ähnlichen Systemen mitbringen: etwa Automaten, Terminals oder Kiosksysteme.

- Die Multi-Touch-Technologie eignet sich vor allem für den Einsatz in kollaborativen Umgebungen, bei denen ein System von mehreren Nutzern parallel bedient werden soll. Dies kann im Arbeitsumfeld der Fall sein – etwa wenn mehrere Nutzer innerhalb einer Anwendung agieren – oder auch bei Applikationen mit Multi-User-Funktion, beispielsweise im Messe- oder Ausstellungsumfeld. Eine besondere Herausforderung stellt hier die Gestenauswertung dar, da die Zuordnung von Berührungspunkten zu einzelnen Personen oder Händen je nach Technologie eine Schwierigkeit darstellen kann.
- Die direkte Interaktion mit dem GUI erübrigt den Einsatz weiterer Steuerung- und Eingabegeräte, wie etwa Tastatur, Maus oder Stift. Gleichzeitig ermöglichen einige Multi-Touch-Technologien aber die Schnittstellen-Erweiterung durch echte Gegenstände – sogenannte „Tangibles“, mit deren Hilfe digitale Objekte beeinflusst werden können. Dabei kann prinzipiell jeder Gegenstand verwendet werden, der einen optischen Marker auf der Unterseite besitzt (sogenannte „tagged objects“, vgl. Abschn. 2.5) oder der eindeutig anhand seiner Kontur oder Farbe erkannt werden kann. Ein solches Beispiel für den Einsatz von Tangible Objects ist die Tisch-Anwendung „Reactable“, die in Abschn. 2.4.3 näher beschrieben wird.
- Es besteht außerdem die Möglichkeit, elektronische Geräte via Funkverbindung (z. B. RFID, WLAN oder Bluetooth) mit dem Multi-Touch-System zu verbinden und Daten zu übertragen.

Insgesamt schafft die Möglichkeit, parallel mit mehreren Fingern oder sogar zwei oder mehr Händen auf einer Fläche zu interagieren, eine neuartige User Experience – sei es für einen einzelnen oder sogar mehrere, gleichzeitig interagierende Nutzer („Multi-User“-Anwendungen). Dabei liegt in jedem Fall eine bedeutende Herausforderung in der Definition nachhaltiger Einsatzszenarien, die die Vorteile und exklusiven Möglichkeiten dieser Technologie ausschöpfen – eine Voraussetzung dafür, um einen wirklichen Mehrwert zu erreichen und letztendlich erfolgreich zu sein [63].

Neben den zahlreichen Vorteilen sei, in Bezug auf die Usability, ergänzend das oftmals fehlende visuelle oder haptische Feedback von Multi-Touch zu nennen. Ein Beispiel dafür ist die Tastaturbedienung: Während bei einer echten Tastatur haptisches Feedback durch die Tastenform und -bewegung stattfindet, fehlt diese bei einer virtuellen Tastatur gänzlich – eine „blinde“ Bedienung ist somit fast unmöglich. Haptisches Feedback ist jedoch besonders im industriellen Umfeld von großer Bedeutung, etwa wenn ein Anwender eine Maschine bedienen muss, ohne dabei gleichzeitig auf das Interface zu sehen [83]. Hier wurden inzwischen jedoch Ansätze entwickelt, die in der Lage sind, bestehende „flache“ Systeme durch haptische Elemente zu erweitern: So entwickelte beispielsweise der Linzer Hersteller KEBA speziell für den industriellen Einsatz ein kapazitives Multi-Touch-Panel,

das individuell durch haptische Elemente ergänzt werden kann. Dies ermöglicht eine gezielte Fingerbedienung auch in kritischen Situationen, ohne dass der Nutzer permanent auf den Bildschirm schauen muss [64].

2.3 Multi-Touch-Gesten

In ihrem „Touch Gesture Reference Guide“ beschreiben Craig Villamor, Dan Willis und Luke Wroblewski zehn Basisgesten, die auf allen gängigen Plattformen zu finden sind [93]. Diese Gesten umfassen sowohl Single-Touch-Gesten (Tap, Double Tap, Drag, Flick, Press) als auch Multi-Touch-Gesten (Pinch, Spread, Press and Tap) sowie Gesten, die wahlweise statt als Multi-Touch-Geste mit beiden Händen ausgeführt werden (Press and Drag, Rotate). Diese Basisgesten ermöglichen Objektmanipulationen wie Verschieben, Skalieren, Drehen oder Navigationsaktionen wie Scrollen, Blättern oder Zoomen. Als Zeichengesten lassen sich beispielsweise Häkchen, Fragezeichen oder das Durchkreuzen verwenden, um schnell und intuitiv im Dialog mit der jeweiligen Anwendung zu interagieren. Dass Zeichengesten auch zur Auswahl von Menüoptionen verwendet werden können, zeigen Florian Haag, Tanja Blascheck, Bernhard Schmitz und Michael Raschke am Beispiel des Systems „OctoPocus“ in ihrem Beitrag „Berührungspunkte mit der Visualisierung“ in diesem Buch (siehe „Auswahl von Optionen und Befehlen“ in Abschn. 16.2.3.4). Googles Gesture Search App ermöglicht durch Malen von Buchstaben oder Zeichen auf dem Touchscreen eine schnelle Suche nach Kontakten, Apps, Browser-Lesezeichen oder Musik. Durch Malen weiterer Buchstaben oder Zeichen wird die Trefferliste zügig verfeinert, sodass ein schneller Aufruf der gewünschten Applikation oder des Objekts möglich wird [32].

Ogleich die Durchführung der o. g. Basisgesten auf gleiche Art und Weise erfolgt, unterscheidet sich plattformspezifisch deren Bezeichnung sowie die Zuordnung der durch die Gesten ausgelösten Aktionen. Eine Standardisierung oder Normierung gestenbasierter Interaktion ist bis heute noch nicht erfolgt. Die DIN EN ISO Normenreihe 9241 zur Ergonomie der Mensch-System-Interaktion bietet im Teil 910 eine grundlegende Beschreibung taktiler und haptischer Interaktionen, die auf das Grundverständnis dieser Interaktionsformen zielt [20]. Eine Definition über die durch Gesten ausgelösten Aktionen oder Interpretationen ist darin allerdings nicht zu finden. Einen Ansatz für eine Kategorisierung von Gesten findet sich beispielsweise in einem Beitrag von Pavlovic, Sharma und Huang [70], der auch der in diesem Buch beschriebenen internationalen Studie zur Verwendung von Multi-Touch-Gesten zugrunde liegt (siehe Abschn. 13.3.1). Pavlovic et al. unterscheiden in der Gruppe der beabsichtigt durchgeführten Gesten zwischen manipulativen und kommunikativen Gesten. Kommunikative Gesten werden in Anlehnung an die linguistische Sprechakttheorie in handelnde Gesten (act), mit einer Aufteilung in nachahmende (mimetic) und zeigende (deictic) Gesten, und symbolische Gesten unterteilt. Die von Limbach und Klein beschriebene Studie [11] hatte zum Ziel, herauszufinden, welche intuitiven Gesten Nutzer wählen, um eine

bestimmte Aktion auszulösen – und ob es bei der Wahl der Gesten kulturelle Unterschiede gibt. Als Ausgangsmaterial diente in Analogie zu Wroblewski et al. eine Sammlung von objektbezogenen und navigationsbezogenen Gesten, die im Text der Autoren als Seiten-Aktionen bezeichnet werden. Die in der Studie durch die Studienteilnehmer intuitiv verwendeten Gesten ließen sich im Wesentlichen in Übereinstimmung mit Pavlovic et al. in direkt manipulative Gesten (ein Objekt oder eine Eigenschaft des Objekts, z. B. die Position, wird direkt verändert), symbolische Gesten (z. B. Malen eines Fragezeichens für Aufruf der Hilfe oder von Buchstaben wie „D“ für Delete) sowie Kombinationen aus beiden aufteilen. Dazu gehört beispielsweise die Selektion eines größeren Bereichs oder mehrerer Elemente bei gleichzeitiger Manipulation wie Zooming oder Sortieren.

Eng beieinander in Bezug auf die Häufigkeit bei der Verwendung der Gesten lag vor allem die Wahl der Gesten zur Ausführung richtungsbezogener Aktionen. So wurden für Aktionen wie Scrollen oder Blättern Gesten entweder in die entgegengesetzte oder in die gewünschte Richtung verwendet. Die Problematik hierbei ist vergleichbar mit dem Scrollen oder Blättern per Fernbedienung. Je nach verwendetem kognitivem Modell gebrauchen Nutzer die eine oder die andere Lösung, so dass manche Hersteller von Fernbedienungen ein Umschalten des bevorzugten Modells ermöglichen. Im Modell A schieben Nutzer eine imaginäre Liste unter dem sichtbaren Bereich (Anzeigebereich) hindurch. Im Modell B wird der Anzeigebereich über die anzuzeigenden Daten geschoben. Dies wird anhand eines Beispiels deutlich: In der Ausgangslage zeigt der Anzeigebereich n Elemente an. Um das $n+1$ -ste Element sehen zu können, wird im Modell A eine nach unten gerichtete Aktion oder Geste gewählt, damit sich der Anzeigebereich nach unten bewegt und das $n+1$ -ste Element anzeigt. Bei Modell B wird eine nach oben gerichtete Aktion oder Geste gewählt, damit die Liste nach oben verschoben wird und so das $n+1$ -ste Element im Anzeigebereich zu sehen ist. Die Auswertung der Studiendaten zeigte auch, dass es Gesten gab, die von einer deutlichen Mehrheit der Studienteilnehmer bevorzugt wurde, die sich aber dennoch nicht in der technischen Realisierung bei den Herstellern von Multi-Touch-Lösungen durchsetzen konnten. Dies macht deutlich, dass Intuition bei der Wahl der bevorzugten Geste für eine bestimmte Aktion zeitlichen Veränderungen unterworfen sein kann, die durch technologischen Fortschritt und der sich damit verändernden User Experience im Umgang mit Gesten bedingt werden. Als weitere Erkenntnis aus der Studie ging hervor, dass Kulturkreise die Wahl einer Geste für eine bestimmte Aktion beeinflussen. So wurden symbolische Gesten am häufigsten von chinesischen Teilnehmern verwendet.

Plattform- und herstellerspezifisch sind zwar Gesten und Aktionen festgelegt, eine unabhängige übergreifende Normierung oder Quasi-Standardisierung ist jedoch bisher nicht erfolgt.

2.4 Gesten in Aktion

Ob aufgabenorientiert oder explorativ: Mit Gesten navigieren, Daten explorieren oder Objekte zu manipulieren gilt als selbstverständlich und intuitiv, vor allem bei der Nutzung mobiler Geräte in der Freizeit. Doch welche Möglichkeiten ergeben sich für den Einsatz von Multi-Touch-Technologien und Szenarien im industriellen und professionellen Bereich? Eine umfassende Datenerhebung und Analyse zu Multi-Touch-Technologien sowie Hard- und Software, führte das Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO bereits in den Jahren 2008 und 2009 durch [83]. Neben grundlegenden ausführlichen Beschreibungen und Bewertungen zu Multi-Touch-Plattformen und -Systemen, die auch heute noch Bestand haben, bietet die Studie eine Übersicht zu Anwendungsfeldern sowie Markt- und Anwendungspotenzialen für die Zukunft. Die vom IAO vorgenommene Aufteilung der Anwendungsfelder in Technologie-Demonstratoren, Computerspiele, virtuelle Musikinstrumente, Grafikerstellung und -bearbeitung, Engineering-Anwendungen, Terminalanwendungen sowie Informationsvisualisierung und -bearbeitung diente auch als Ausgangsbasis für die nachfolgende Zusammenstellung von Multi-Touch-Anwendungen.

Gerade im Bereich der Informationsvisualisierung und interaktiven Exploration von Daten bietet Multi-Touch viel Potenzial und Forschungsbedarf, wie beispielweise der im November 2011 anlässlich der internationalen ACM-Konferenz zu Interactive Tabletops and Surfaces (ITS) durchgeführte DEXIS-Workshop zeigte [43]. Teilnehmer aus unterschiedlichen Visualisierungsbereichen und Wissenschaftler für Human-Computer-Interaction diskutierten darin Möglichkeiten und Einsatzgebiete für den visuellen Umgang mit Daten auf Multi-Touch-fähigen Geräten. Insbesondere betonten sie aber auch die Notwendigkeit, zu untersuchen, welche Aspekte Menschen motivieren, Daten visuell zu explorieren und wie die zunehmenden Erfahrungen im Umgang hiermit das Verständnis und die Fähigkeiten der Nutzer in der gestenbasierten visuellen Interaktion beeinflussen.

Einen Einblick in die beeindruckenden Einsatzmöglichkeiten für Multi-Touch zeigen die im Folgenden beschriebenen Anwendungsfelder und -beispiele aus unterschiedlichsten Bereichen.

2.4.1 Erkunden, erleben, entdecken: Multi-Touch-Anwendungen für Messe, Ausstellungen und Events

Kataloge am Bildschirm durchblättern, interaktive Quizfragen beantworten, Projektpräsentationen und Firmenwelten digital erkunden und erleben – ob in freier oder gezielter Herangehensweise: Informations- und Kommunikationstechnologien haben in den letzten Jahren die Darstellung von Inhalten in Ausstellungen, Museen oder auf Messen und damit die Besucherpartizipation und die „Visitor Experience“ grundlegend geändert [47]. So können mit Hilfe digitaler Geräte Informationen nicht nur einfacher in verschiedenen Sprachen zur Verfügung gestellt werden, sondern auch multimedial: Die Rezeption von

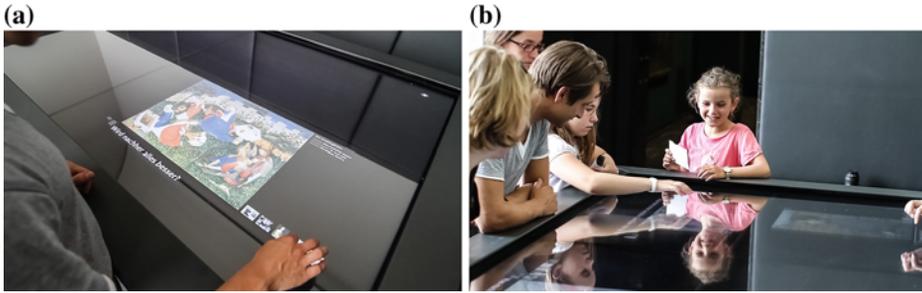


Abb. 2.3 Multi-Touch-Installation im Städel Museum, Frankfurt am Main (COSALUX 2013)

Bild und Text wird durch Sound, Video und Interaktionsmöglichkeiten ergänzt. Darüber hinaus können zum Beispiel via Internet aktuelle Inhalte präsentiert werden [23], wobei auch der Einsatz von Social Media eine nicht unwichtige Rolle spielt. Das Anwendungsszenario einer Konferenz, bei welcher Publikumsreaktionen via Twitter oder Facebook (die nur allzu oft auf Multi-Touch-Devices wie Tablet oder Smartphone abgesetzt werden) in Echtzeit einbezogen und möglicherweise für alle Besucher sichtbar an die Wand projiziert werden, ist nur ein Beispiel für die Integration von Social Media-Aspekten.

Nachdem Bildschirme und Eingabegeräte wie Tastatur, Maus oder Joysticks das Ausstellungs- und Messeumfeld längst erobert haben, eröffnet nun die Multi-Touch-Technologie ganz neue Möglichkeiten für den Einsatz und die Interaktion mit bzw. Exploration von digitalen Inhalten.

Spannende Beispiele finden sich weltweit und in unterschiedlichsten Dimensionen: von der Integration handlicher iPad-Applikationen in Ausstellungen bis zu überdimensionalen Wall-Anwendungen. Ein Paradebeispiel für letztere ist sicherlich „The Cube“, das bereits in Abschn. 2.2.2 Erwähnung fand. Als eine der weltweit größten Multi-Touch-Installationen, die derzeit in erster Linie für universitätseigene Forschungsanwendungen genutzt wird, ermöglicht sie ein Erlebnis der besonderen Art: So kann der Besucher beispielsweise in der Anwendung „Virtual Reef“, die unter der Leitung von Prof. Jeff Jones entwickelt wurde, in einer simulierten Unterwasserwelt in Originalgröße das Ökosystem des Great Barrier Reefs erkunden und großen und kleinen Wasserbewohnern beim Vorbeischwimmen zuschauen – und interagieren. Mittels Multi-Touch können beispielsweise Informationen zu spezifischen Objekten oder Themen aufgerufen werden [73].

Ein herausragendes Beispiel im Bereich der Museumsinstallationen, sowohl was die Interaktionsform mit Multi-User-Funktion als auch die visuelle Ästhetik der Interface-Anwendung anbelangt, ist im Städel Museum in Frankfurt am Main zu finden (siehe Abb. 2.3): Seit Dezember 2011 kann die Sammlung „Alte Meister“ des Kunstmuseums vom Mittelalter bis zur Gegenwart interaktiv von bis zu sechs Personen gleichzeitig auf einem großen Multi-Touch-Tisch (der mit ca. $3,5 \times 1,5$ m der deutschlandweit bisher größte im Museumsbereich ist) erkundet werden. Der Besucher kann sich interaktiv mit emotional

geprägten Fragestellungen, wie „Sehe ich nur, was ich kenne?“ oder „Was macht hässlich?“, auseinandersetzen und sich drehend, zoomend und schiebend durch die Bilder navigieren – und so einen neuen Zugang, abseits der Betrachtung der Werke an der Museumswand, finden [17]. Die Anwendung wurde in Zusammenarbeit mit den Agenturen COSALUX aus Offenbach am Main [16] sowie Orange Hive aus Frankfurt [68] konzipiert und gilt als weltweit bisher einzigartige Installation dieser Art. COSALUX gewann mit seiner Umsetzung für den Multi-Touch-Tisch im Jahr 2012 den renommierten red dot award in der Kategorie „communication design“ [16, 37] und entwickelt darüber hinaus Touch-Terminals mit einer Displaygröße von 52–55 Zoll, die in Formgebung, Farbe, Design und Funktionalität auf individuelle Kundenwünsche abgestimmt werden können und sich beispielsweise auch für den Messeinsatz eignen. Neben dem Multi-Touch-Tisch für das Städel Museum realisierte COSALUX damit unter anderem ein Touch-Terminal, das als Exponat auf dem Messestand des Bundesministeriums für Bildung und Forschung auf der IFAT 2012 in München zum Einsatz kam [16].

Ein weiteres spannendes Anwendungsbeispiel im Ausstellungsbereich ist das Projekt „Moving Types – Lettern in Bewegung“, das aus einer Zusammenarbeit der Fachhochschule Mainz, Institut für Mediengestaltung (Prof. Anja Stöffler) und der Hochschule für Gestaltung Gmünd (Prof. Ralf Dringenberg) in Kooperation mit dem Gutenberg-Museum entstand: Abb. 2.4 zeigt einen Ausschnitt der Wanderausstellung, die seit dem Frühjahr 2012 im Mainzer Gutenberg-Museum und seit September 2012 in der „Galerie im Prediger“ in Schwäbisch Gmünd gezeigt wurde. Sie reflektiert die Entwicklung der Schrift- und Medienkultur des 20. und 21. Jahrhunderts und zeigt bewegte Typografie und Animationen von über 200 Künstlern und Gestaltern [39]. Zentrum der Ausstellung ist die „Medienlounge“, in der kleine leuchtende Würfel im Raum zu schweben scheinen und codierte Kurzdokumentationen, Erläuterungen oder Filmausschnitte beinhalten, die vom Besucher via iPad abgerufen werden können. Im Jahr 2012 wurde das multimediale Ausstellungskonzept, das auf kleinstem Raum umgesetzt wurde, mit dem red dot design award und dem Design Preis Rheinland-Pfalz ausgezeichnet und bekam 2013 den renommierten iF-Award in der Kategorie „communication design“ verliehen [40, 94].

Neben Ausstellungen und Museen sind auch Messeauftritte oder ähnliche Formen der Unternehmensdarstellung geeignete Plattformen für den Einsatz von Multi-Touch. Ein eindrucksvolles Beispiel in Sachen Markenpräsentation bietet hier die Deutsche Bank in ihrer Zentrale in Frankfurt am Main mit dem „BrandSpace“ – dem ersten öffentlichen Forum weltweit für die Marke einer Bank [19]. Dabei ist der Name Programm: Die Ausstellung führt den Besucher in ein begehbares Markenerlebnis. Das Logo der Deutschen Bank wurde in räumliche Dimensionen übersetzt und anamorph in abstrakte dreidimensionale Architekturformen überführt, die sich nur von bestimmten Positionen als Firmenlogos erschließen. Diese spannende Raumsituation bildet den Rahmen für drei zum Teil ebenfalls durch Anamorphosen gekennzeichnete Medieninstallationen. Unter anderem wird hier die Marke „Deutsche Bank“ via Multi-Touch erfahrbar: Auf einem touch-sensitiven Interface können Fakten zu Geschichte und Gegenwart der Bank explorativ erkundet werden. Ent-