

# Neue Interaktion für alte Medien: Gestenbasierte, berührungslose Interaktion mit digitalisierten Büchern

**Paul Chojecki**  
Fraunhofer HHI  
Einsteinufer 37  
10587 Berlin  
paul.chojecki@hhi.fraunhofer.de

**Ulrich Leiner**  
Fraunhofer HHI  
Einsteinufer 37  
10587 Berlin  
ulrich.leiner@hhi.fraunhofer.de

**David Przewozny**  
Fraunhofer HHI  
Einsteinufer 37  
10587 Berlin  
david.przewozny@hhi.fraunhofer.de

## Abstract

Weltweit werden in Bibliotheken und Archiven einzigartige Werke, u.a. alte Bücher und Handschriften aufbewahrt und vor dem Verfall geschützt. Diese notwendige Verwahrung ist zugleich auch ein „Wegsperrn“ der kostbaren Kulturgüter vor dem Publikum, egal ob Laie oder Experte. Von Zeit zu Zeit werden diese Schätze unserer Geschichte in Ausstellungen der Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Dennoch sind auch dann die Möglichkeiten der Präsentation als auch der Interaktion mit solchen Ausstellungsstücken sehr begrenzt. Der Nutzer/Besucher sieht meist nur zwei

Seiten eines aufgeschlagen Buchs, welches in einer Vitrine gesichert ist und darf selbstredend nicht blättern.

In Zusammenarbeit mit dem Digitalisierungszentrum der Bayerischen Staatsbibliothek und der Firma Microbox haben wir eine Lösung erarbeitet, welche diese Einschränkungen obsolet macht. Den BSB-Explorer, eine Installation, welche dem Nutzer eine berührungslose, gestenbasierte Interaktion mit einem digitalen 3D-Modell des Originals ermöglicht. Hierfür mussten mehrere technische als auch

konzeptionelle Hürden überwunden werden. Passende Gesten wurden durch Nutzerstudien und Expertenevaluierungen gefunden. Die kamerabasierte Erkennungssoftware wurde um diese Gesten erweitert und für den Praxiseinsatz robust gemacht. In diesem Artikel stellen wir den Arbeitsablauf, aufgetretene Probleme und unsere Lösungen vor.

## Keywords

Eingabegeräte, berührungslose Interaktion, User Centered Design, digitale Bibliothek

## 1.0 Einleitung

Im Jahr 2009 erwarb die Bayerische Staatsbibliothek einige wertvolle Handschriften und einen Druck aus dem Familienbesitz der Fugger, beide aus dem 16. Jahrhundert. Die Bibliothek wollte für diese einmaligen Exponate eine neue Art der Präsentation erproben. Normalerweise werden solche Kostbarkeiten in einer Vitrine ausgestellt. Der Besucher sieht zwei Seiten und ggf. den Buchrücken (siehe Abb 1). Wie konnte man diese Einschränkung überwinden und das gesamte Werk präsentieren?

Dazu wurden beide Bücher aufwendig digitalisiert und zu einem virtuellen 3D-Faksimile, dem Digitalisat zusammengestellt. Es wurde eine Software entwickelt mit der man in diesen digitalen Kopien blättern, sie von allen Seiten



Abb 1: Ausstellungsform der originalen Fugger Handschrift bzw. des Fugger Drucks

betrachten und vergrößern konnte. Wir hatten nun die Aufgabe, unsere berührungslose Eingabetechnologie an die bestehende Software anzuknüpfen, um die wichtigsten Funktionen über

Handgesten bedienbar zu machen, also beispielsweise die Buchseiten mittels sehr natürlicher Gesten umzublättern ohne den Bildschirm zu berühren. Dies würde auch dem gewünschten emotio-

nalen Abstand wie dem nötigen realen Abstand wegen der Größe des Bildschirms besser entsprechen.

Die Arbeiten in diesem Projekt basieren auf unserer kamerabasierten Trackinghardware (vgl. Kapitel 3) und der Erkennungs- und Verfolgungssoftware für Finger bzw. Hände. Diese Technologien sind Kernthemen in unserer Abteilung im Fraunhofer HHI und wurden schon häufig in interaktiven Exponaten (siehe z.B. iPoint Explorer, [www.hand-interaktion.de](http://www.hand-interaktion.de)) umgesetzt.

Das Ergebnis dieses Projektes sollte vom Hardwareaufbau an diesem iPoint Explorer angelehnt sein und wurde von uns deshalb BSB-Explorer genannt (siehe Abb 2). Die Hardware besteht aus einem 57" Bildschirm, dem kamerabasierten Trackinggerät mit Laserfeedback, das von oben auf den Eingabebereich blickt. Weiterhin befindet sich hinter dem Bildschirm ein kleiner PC, auf dem die Software installiert ist.



Abb 2: BSB-Explorer Gesamtaufbau.

Während des Projektes haben wir viele neue Erkenntnisse gewonnen und alte bestätigt. Es ist immer wieder herausfordernd, ein System, das eigentlich für Maus und Touchscreen entwickelt wur-

de, im Nachhinein für eine neue Interaktionsform anzupassen. Sehr deutlich ist auch die Bedeutung von Feedback und der Anleitung des Nutzers geworden.

Dieser Artikel schildert den Entwicklungsprozess. Wir stellen das methodische Herleiten des Interaktionskonzepts, die technische Umsetzung und die benutzerorientierte Validierung der Lösung vor.

## 2.0 Aufgabenstellung

Unser Auftrag bestand darin ein Gesamtsystem wie in Abb 2 dargestellt, bestehend aus der Hardware und der Erkennungssoftware zusammenzustellen. Das Ziel war es, eine Interaktion zu ermöglichen, welche möglichst dem ähnelt, was wir auch mit normalen Büchern machen. Das heißt, dass wir hier eine direkte Manipulation (vgl. Barré et al. 2009) des Buches und seiner Seiten realisieren sollten. Der Nutzer sollte über Handbewegungen und Gesten das Buch direkt steuern können und nicht indirekt, durch betätigen von Knöpfen oder anderen UI-Elementen.

Die weitere Aufgabenanalyse ergab eine Reihe von Einzelproblemen, die oft parallel angegangen werden mussten:

- Da wir relativ spät in das bereits laufende Projekt einstiegen, mussten wir auf einer Schnittstelle aufsetzen, die bereits für eine WIMP-Oberfläche konzipiert worden war.
- Diese war für Buttons mit Maussteuerung optimiert, der Umstieg auf direkte Manipulation per Gesten musste hinzugefügt werden, ohne bestehende Funktionen zu stören. Dauernde Absprachen und Software-Austausch mit dem Entwicklungspartner waren unumgänglich.

- Die gewünschten Aktionen umfassen: Vor- und Zurückblättern, Vergrößern, Verkleinern, Rotation um zwei Achsen. Diese Funktionen sollten über Handgesten verfügbar sein und werden in diesem Artikel behandelt. Darüber hinaus sollten wir noch ein Umschalten in den Menümodus und die Mausinteraktion implementieren, worüber das ursprüngliche Maus-/Touchscreen-Interface auch berührungslos benutzt werden konnte. Für alle Aktionen mussten geeignete Gesten gefunden werden.
- Alle Gesten mussten vom Benutzer nahezu ohne Anleitung sofort verstanden und ausgeführt werden können.
- Die Installation musste so robust sein, dass sie einem wartungsfreien Dauerbetrieb in einer Bibliothek gewachsen war.
- Die Erkennungssoftware musste für die gefundenen Gesten erweitert werden und diese äußerst zuverlässig paarweise unterscheiden lernen.
- Der in Abbildung 2 sichtbare Hardwareaufbau musste gestaltet und hergestellt werden.
- Schließlich gab es eine „sportliche“ Zeitvorgabe von wenigen Wochen und einen engen Kostenrahmen, wodurch z.B. umfangreiche Variantentest nicht möglich waren.

## 3.0 Technischer Lösungsansatz

Aus Benutzersicht sollte die für die Interaktion benötigte Hard- und Software in den Hintergrund treten und nicht mehr explizit wahrgenommen werden. Das Nutzungserlebnis sollte gerade in dem direkten, unmittelbaren Agieren und Reagieren bestehen. Paradoxiere Weise geht das Verschwinden der Technik aus Nutzersicht meist mit besonders hohen Anforderungen an dieselbe aus Entwicklersicht einher. Je unmittelbarer und reibungsloser sie wirkt, desto schneller,

robuster und fehlerärmer muss sie funktionieren.

Die verfahrenstechnische Grundaufgabe besteht darin, Hand- und/oder Fingerbewegungen zu registrieren und zu verfolgen, daraus Gesten und deren Bedeutung zu extrahieren und diese als spezifische Aktionen an die Anwendung weiterzureichen. Dabei soll für den Nutzer keine wahrnehmbare Verzögerung zwischen seiner Aktion und der Systemreaktion liegen. Solche Systeme lassen sich mittels verschiedener Technologien realisieren (Electric Field Sensing, Tiefen-Kameras, Ultraschall u.ä.). In einem früheren Artikel (Chojecki, 2009) haben wir ein Kompendium der verschiedenen Technologien und ihrer Stärken und Schwächen veröffentlicht. Daher beschränken wir uns hier auf eine gekürzte Übersicht der von uns verwendeten Technologie.

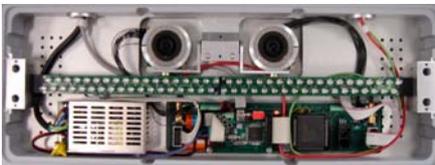


Abb 3: HHI Handtracker-Hardware mit Stereo-Kameras

Für den BSB-Explorer haben wir den HHI Handtracker Software weiterentwickelt und besonders für die Erkennung echter Gesten – im Gegensatz zur reinen Zeigersteuerung – ertüchtigt. Der HHI Handtracker (siehe Abb 3) ist ein videobasiertes System zur schnellen und robusten Erkennung und Verfolgung von Fingern und Händen, das unter dem Namen iPoint Explorer/Presenter vorgestellt wurde ([www.ipointpresenter.de](http://www.ipointpresenter.de)). Das System ist in der Grundversion mit Stereo-Kameras ausgestattet, die orthogonal zum Bildschirm angebracht sind, also die Hand von oben oder unten aufnehmen (siehe Abb 4). Dessen Bildverarbeitungs-Software erkennt aus den

Kamerabildern in Echtzeit die Position eines oder mehrerer Finger/Hände im Raum. Diese zeitabhängigen 3D-Koordinaten können als Gesten interpretiert und dann an beliebige Applikationen weitergegeben werden.

Die Genauigkeit des Verfahrens ist hoch, selbst kleinste Fingerbewegungen können in entsprechende Cursorbewegungen umgesetzt werden. Die Grenzen des Verfahrens liegen in stark schwankenden Lichtbedingungen, die unter Umständen eine Finger-Hintergrund-Separierung unmöglich machen.



Abb 4: Gestiksteuerung für POI-Applikation

#### 4.0 Konzeptioneller Lösungsweg

Diese bildgebenden Handtracker bilden die sensorische Grundlage für die Interaktion. In diesem Abschnitt wollen wir uns dem Vorgehen widmen, welches angewandt wurde, um das Interaktionskonzept aufzustellen. Wir werden die Arbeitsphasen beschreiben und beispielhaft einige Ergebnisse nennen, welche in der jeweiligen Phase entstanden sind.

Unser Ziel bestand darin, Gesten zu finden, die einerseits von der Sensorik eindeutig und robust erkannt werden, andererseits aber auch sinnvoll bzw. erwartungskonform hinsichtlich des Nutzungskontexts sind und vom Nutzer einfach ausgeführt werden können.

#### 4.1 Phase 1: Ideengenerierung

Neben unserer eigenen Expertise, wurden zur Lösung dieser Aufgabe auch Nutzerbeobachtung und Befragung eingesetzt, die sich als äußerst aufschlussreich erwiesen.

Zu Beginn des Projektes wollten wir herausfinden, durch welche Handgesten die gewünschten Funktionen (Blättern, Skalieren, horizontales und vertikales Rotieren) am besten abgebildet werden konnten. Zu diesem Zweck haben wir einen Nutzertest mit anschließender Videoanalyse durchgeführt.

Neun Versuchspersonen, welche wenig bis keine Erfahrung mit unseren Arbeiten in diesem Projekt hatten, wurden gebeten, Handgesten zu generieren, mit denen sie bestimmte Aufgaben erfüllen würden. Zu diesem Zweck wurde den Versuchspersonen auf einem 63"-Bildschirm das Bild eines geöffneten Buchs gezeigt. Die Personen standen ca. 1,3m davor und wurden vom Versuchsleiter gebeten folgende Aktionen mit einer oder beiden Händen auszuführen, ohne dabei den Bildschirm zu berühren (siehe Abb 5):

- Seiten von rechts nach links und umgekehrt umblättern
- das Buch vergrößern
- das Buch verkleinern
- das Buch in den beiden o.g. Achsen rotieren



Abb 5: Aufbau bei der Videoanalyse. Die VP steht vor einem Bildschirm und bewegt die Hand um zu Blättern. (Videoscreenshot)

Dieser Aufbau war vergleichbar mit dem Zielsystem (Abb 2).

Die Bewegungen der Versuchspersonen im Interaktionsbereich wurden gefilmt, um die spätere Analyse zu vereinfachen. So erhielten wir – mit geringem Aufwand – eine Sammlung spontaner Gesten, die eine hervorragende Ausgangsbasis für die weitere Entwicklung war.

Bei der Analyse der Videos für das **Blättern**, ist aufgefallen, dass alle Versuchspersonen eine Hand von rechts nach links, respektive links nach rechts bewegten. Die Bewegungsrichtung entsprach immer der Blätterrichtung. Darüber hinaus gab es schon bei dieser, einfachen Operation viele personenspezifische Unterschiede wie Bewegungsgeschwindigkeit, Handform (z.B. Anzahl der ausgestreckten Finger), Initialisierung (z.B. Greifen einer Seitenecke) und Bezugspunkt zur Seite (mittig, unten).

Bei der nächsten Operation, dem **Skalieren** des Buches war die Variabilität in den gezeigten Gesten viel größer. Die knappe Mehrheit (5/9) zeigte jedoch die aus dem Multitouch-Bereich bekannte Skaliergeste, bei der zwei Hände auseinander (vergrößern) bzw. zueinander (verkleinern) bewegt werden. Die Handform und die Bewegungsrichtung waren hierbei auch unterschiedlich. Die vier weiteren Personen haben andere Ideen für diese Operation generiert. Darunter fielen z.B. das Wegschieben und Heranziehendes Buches, vom Betrachter. Weitere Alternativen waren Zoom-Buttons oder das Greifen und Ziehen an einer Ecke des Buches, wie bei der Größenänderung von Fenstern bei verschiedenen Betriebssystemen.

Die beobachteten Gesten für die **Rotation** des Buches wiesen die größten Unterschiede zwischen den Personen auf. Vier Versuchspersonen haben jedoch eine Gemeinsamkeit gezeigt. Sie griffen das Buch an den Außenrändern und führten dann eine Zweihand-Aktion

aus. Einige kippten dabei das Buch nur über das Handgelenk, andere wiederum haben es an der Unterkante gegriffen und nach oben gezogen. Weitere Ideen waren u.a. Slider für die beiden Rotationsrichtungen, Kippen des Buches durch Kippen einer ausgestreckten Handfläche nach oben-unten, links-rechts, eine Kreisbewegung des ausgestreckten Fingers, wobei die Kreisbewegung jeweils um die Achse ausgeführt wurde, um welche das Buch rotiert werden sollte.

#### 4.2 Phase 2: Festlegung der Gesten

Die Analyse der Videos hatte uns erste Ideen für nutzerpräferierte Gesten, insbesondere für das Blättern und das Skalieren geliefert. Wir mussten nun für alle Funktionen Gesten festlegen und diese in einem Gestenset zusammenfassen, welches gewährleistet, dass alle Eingabebefehle funktionieren und dem System keine widersprüchlichen Signale geschickt werden. Das bedeutet, dass die einzelnen Gesten für die Sensorik eindeutig erkennbar und paarweise differenzierbar sein müssen und z.B. Geste A nicht eine Teilbewegung von Geste B sein darf.

Zu diesem Zweck wurden die von den Nutzern generierten Ideen von vier Experten aus der Abteilung evaluiert.

Neben User-Experience-Spezialisten hat auch der Entwicklungsexperte für Gesten an der Evaluation teilgenommen, um die angesprochene Machbarkeit der eingeworfenen Ideen zu beurteilen.

Die Einigung über die Blätter- und Skaliergesten war basierend auf der Videoanalyse schnell und recht eindeutig. Die Rotationsgesten machten jedoch mehr Kopfzerbrechen. Aus Zeitgründen haben wir von einer umfangreichen Literaturrecherche abgesehen, und lediglich Dan Saffers *De-*

*signing Gestural Interfaces* (Saffer, 2008) zur Rate gezogen, leider ohne neue Erkenntnisse.

Deshalb haben wir ein echtes Buch in die Hand genommen, damit interagiert und dabei beobachtet, was wir mit unseren Händen machen. Dabei sind gute Ideen entstanden und am Ende dieser Phase hatten wir ein konzeptionell funktionierendes Gestenset.

#### 4.3 Interaktionskonzept Version 1

Aus den bisherigen Schritten haben wir ein erstes Konzept für die Interaktion mit dem BSB Explorer entwickeln können. Diesen Zwischenstand werden wir nun kurz vorstellen, um besser die Veränderungen verstehen zu können, welche sich aus den folgenden Schritten ergeben haben.

**Blättern.** Um eine Seite umzublättern, streckt der Nutzer eine Hand aus und bewegt sie z.B. von rechts nach links. Entsprechend den Erkenntnissen aus der Videoanalyse, ist dabei jede Handform zugelassen. Bei der Bewegung der Hand bewegt sich die Seite nahezu gleichzeitig und Stufenlos mit und kann jederzeit durch Zurückziehen der Hand losgelassen werden. Will man gleich eine weitere Seite in dieselbe Richtung umblättern, muss man die Hand eng am Körper zurückführen, um nicht die gerade geblätterte Seite zurückzublättern (siehe Abb 6). Während des Blätterns erscheint ein Blättersymbol rechts oben im Bildschirm.

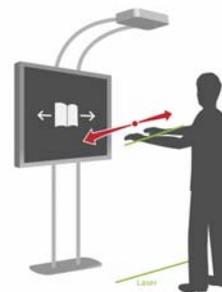


Abb 6: Anleitungstafel für das Skalieren

**Skalieren.** Der Nutzer streckte beide Hände parallel aus, wartete kurz bis das System die Hände in dieser Startposition erfasst hat und ein Feedbacksymbol erschien. Dann folgt die funktionsspezifische Handgeste. Dafür müssen die Hände auseinander (vergrößern) oder zueinander (verkleinern) bewegt werden (siehe Abb 7). Um einen Skaliervorgang zu beenden müssen die Hände aus dem Erfassungsbereich zurückgezogen oder wieder in die Startposition gebracht werden.



Abb 7: Anleitungstafel für das Blättern

**Vertikales Rotieren.** Der Ablauf gleicht dem für das Skalieren. Lediglich funktionsspezifische Geste ist unterschiedlich. Für das vertikale Rotieren müssen die Hände aus der Startposition nach oben (Buch rotiert nach oben) oder unten (Buch rotiert nach unten) bewegt werden (siehe Abb 8).

**Horizontales Rotieren.** Gleicher Ablauf wie beim Skalieren und dem horizontalen Rotieren. Die funktionsspezifische Geste wird ausgeführt, indem eine Hand nach vorne und die andere nach hinten bewegt wird (Rotation zu der Seite, auf welcher die Hand nach vorne geht) oder umgekehrt (siehe Abb 9).

Der Ablauf bei den Zweihand-Gesten ist gleich, wodurch der Nutzer schnell zwischen den Funktionen wechseln kann. Das kurze Warten am Anfang ist notwendig, um einen Startpunkt für die Veränderungsmessung zu setzen und um ungewollte Interaktionen zu verhindern.



Abb 8: Anleitungstafel für die vertikale Rotation



Abb 9: Anleitungstafel für die den Befehl horizontale Rotation

#### 4.4 Phase 3: Entwicklung und Testen

In der nächsten Phase musste nun die Gestenerkennung und die Kommunikation zu der Buchapplikation implementiert werden. Parallel dazu wurden die fertig gestellten Schritte immer wieder getestet und verbessert. Weiterhin wurden in dieser Phase auch an den Nutzer-Feedbacks und der Anleitung gearbeitet.

Die Nutzer erhalten die Feedbacks einerseits durch die Auswirkung auf das dargestellte Buch. Also wenn die Blättergeste ausgeführt wird, sollte auch eine Seite umgeblättert werden. Dies gilt auch für das Rotieren und das Skalieren. Zusätzlich dazu haben wir auch die Anzeige von kleinen Symbolen im rechten, oberen Bildschirmrand eingeführt. So wurden z.B. die in Abb 10 gezeigten Symbole dargestellt, sobald das System zwei Hände er-

kannt hat, und bereit war eine „Zweihand-Eingabe“ aufzunehmen. Sobald der Nutzer darauf z.B. die Skaliergeste zeigt, wird nur noch das erste Symbol angezeigt.



Abb 10: Feedbacksymbole für das Skalieren, horizontales und vertikales Rotieren.

Da das Exponat ohne Betreuungspersonal in einer Ausstellung eingesetzt werden soll, wird niemand die Besucher in die Benutzung des Systems einweisen. Daher erschien uns eine Anleitung notwendig. Weiterhin wurde in der Videoanalyse unsere Erfahrung bestätigt, dass es – vielleicht abgesehen von einfachen Zeigegesten – keine Gesten gibt, welche für alle Nutzer eindeutig zu einer Funktion zugeordnet werden können.

Bei der Anleitung haben wir uns zunächst für Text- und Bildertafeln entschieden, welche am unteren Bildschirmrand angebracht wurden.

Die Anleitungen für die vier Interaktionen mit dem Buch sind in den Abbildungen 6-9 dargestellt und sind das Ergebnis mehrerer Iterationen.

#### 4.5 Phase 4: Feldtests

Nachdem die Implementierung der Gesten abgeschlossen war, wurde das Gesamtsystem auf einer Pressekonferenz in der Bayerischen Staatsbibliothek vorgestellt. Zusätzlich zu diesem Termin haben wir das System an einem weiteren Tag in dem öffentlichen Bereich der Bayerischen Staatsbibliothek betrieben und Nutzer beobachtet und befragt. Beide Termine waren für uns Feldtests mit ungeübten und unvorbereiteten Nutzern. Dabei haben wir viele Erkenntnisse ge-

wonnen. die zum großen Teil in das finale Konzept eingeflossen sind.

#### 4.6 Interaktionskonzept Version 2

Durch die Ergebnisse der Labor und Feldtests wurde das erste Interaktionskonzept verändert. Die wichtigsten Änderungen betreffen das Blättern, die Anleitung, die Feedbacks und den Funktionsumfang.

**Blättern:** Das stufenlose Blättern, bei dem eine Seite z.B. halb aufgeblättert „in der Luft“ stehen bleiben konnte erzeugt zwar einen schönen optischen (Fächer-) Effekt, führt aber aus verschiedenen Gründen oft zu Fehlbedienungen. Deshalb haben wir uns für ein weniger spannendes aber einfacher zu bedienendes Konzept entschieden. Eine horizontale Bewegung einer Hand, z.B. von rechts nach links, blättert eine Seite komplett um.

**Anleitung:** Bereits bei dem ersten Feldtest ist uns klar geworden, dass die Anleitungen auf den Bildtafeln kaum Beachtung fanden. Die Nutzer waren auf die hochwertige Darstellung der Inhalte auf dem Bildschirm fokussiert. Haben Sie die Interaktion des Vorgängers nicht beobachtet, hatten Sie bei der Verwendung des Systems Probleme, welche offenbar nicht mit Hilfe der Anleitungstafeln gelöst wurden. Aus diesem Grund haben wir uns entschieden die Anleitungen in den Fokus der Nutzer, also auf den Bildschirm zu bringen. Weiterhin haben wir statt der statischen Bildtafeln Videos benutzt, auf welchen die Interaktionen vorgemacht werden. Diese Anleitungsvideos werden in regelmäßigen Abständen auf dem Bildschirm abgespielt, wenn keine Interaktion an dem Gerät stattfindet.

**Feedback-Grafiken:** Es stellte sich ebenfalls heraus, dass die Feedback-Symbole rechts, oben im Bildschirm von den Nutzern kaum wahrgenommen werden. Dieses Feedback ist insbesondere

bei den Zweihand-Interaktionen bedeutsam. Unser Verbesserungsvorschlag sieht vor, dass die gesamte Symbolik vereinfacht und im Zentrum des Bildschirms angezeigt wird. Es soll lediglich ein Handsymbol für jede erkannte Hand auf der linken und oder rechten Buchseite angezeigt werden.

**Funktionsumfang:** Die Anzahl der Funktionen erschien uns nach den Feldtests und der Betrachtung der späteren Nutzungssituation als zu umfangreich, um die dafür notwendigen Gesten „mal eben im vorbeigehen“ zu lernen. Wir haben unseren Auftraggeber davon überzeugt den Funktionsumfang für „normale“ Ausstellungsbesucher auf die wichtigsten Funktionen (Blättern & Skalieren) zu reduzieren und die restlichen Funktionen nur in einem Expertenmodus, für geübte Vorführer zu erlauben.

Die Liste der Verbesserungen ist damit nicht ausgeschöpft, insgesamt war der Test äußerst wertvoll, um eine alltags-taugliche Usability des Systems zu erreichen.

Die Interaktion mit dem System kann in einem Video (<http://tinyurl.com/bsb-video>) betrachtet werden.

#### 5.0 Diskussion und Ausblick

Wir hoffen mit dem Artikel einen Einblick in unser Vorgehen bei der Konzeption von berührungsloser, gestenbasierter Interaktion gegeben zu haben. Wir möchten noch mal betonen, dass die Feldtests und im allgemeinen die Einbeziehung von Nutzern sehr wichtig für die Verbesserung des Systems waren und immer zu empfehlen sind. Wir vermuten, dass es besser gewesen wäre die Nutzer auch mit dem in 4.2 diskutierten Gestenset zu konfrontieren. Dadurch hätten Sie ggf. nicht so oft isolierte „computerspezifische“ Gesten generiert.

Weiterhin haben wir deutlich gemacht, dass bei einem System, welches keine haptischen Feedbacks bietet eine gute Anleitung und Feedbacks besonders wichtig sind. Dies gilt speziell für Eingabesysteme, welche noch nicht in der Bevölkerung bekannt sind. Wie schnell neue Bedienkonzepte in den Köpfen der Nutzer und Entwickler eingepflanzt werden können hat u.a. Apple mit ihren TV-Werbespots für das iPhone gezeigt. Dadurch ist heute jedem klar, wie Multitouch-Geräte bedient werden. Auch in unserer o.g. Videoanalyse hat sich der damit gesetzte Quasistandard für die Vergrößerungsgeste wiedergefunden. Die berührungslose Interaktion befindet sich – aus unserer Sicht – noch am Anfang einer vielversprechenden Entwicklung. In den letzten Monaten konnten wir in verschiedenen Projekten viele Verbesserungen, insbesondere hinsichtlich der Gestenvielfalt realisieren. In der Zukunft werden diese Gesten erweitert und die Erkennungstechnologie als auch die Feedbackkonzepte verbessert, sowie weitere Anwendungsbereiche erschlossen.

#### 6.0 Literatur

Barré, R., Chojecki, P., Leiner, U., Mühlbach, L., and Ruschin, D. 2009. Touchless Interaction-Novel Chances and Challenges. In Proceedings of the 13th international Conference on Human-Computer interaction. Part II: Novel interaction Methods and Techniques. J. A. Jacko, Ed. Lecture Notes In Computer Science, vol. 5611. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 161-169.

Chojecki, P., Leiner, U. (2009). Berührungslose Gestik-Interaktion im Operationssaal/Touchless Gesture-Interaction in the Operating Room [Mensch-Computer-Interaktion im Operationssaal]. i-com, Vol. 8, Issue 1, 13-18.

Saffer D. (2008), Designing Gestural Interfaces: Touchscreens and Interactive Devices, O'Reilly Media, November 2008.