

Hans-Christoph Hobohm (Hrsg.)

Informationswissenschaft zwischen virtueller Infrastruktur und materiellen Lebenswelten

**Information Science between
Virtual Infrastructure and Material Lifeworlds**

Unter Mitarbeit von Judith Pfeffing

Proceedings des 13. Internationalen Symposiums
für Informationswissenschaft (ISI 2013)

Potsdam, 19. bis 22. März 2013

vwh

Verlag Werner Hülsbusch
Fachverlag für Medientechnik und -wirtschaft

VertNUI

Evaluierung einer touchbasierten vertikalen Benutzungsoberfläche

*Gabriela Tullius, Uwe Kloos,
Claudia Vöhringer, Malte Simon Jannasch*

Hochschule Reutlingen, Fakultät Informatik
Alteburgstraße 150, D-72762 Reutlingen
gabriela.tullius@reutlingen-university.de
uwe.kloos@reutlingen-university.de
claudia.voehringer@reutlingen-university.de
malte_simon.jannasch@student.reutlingen-university.de

Zusammenfassung

Der Beitrag stellt die Entwicklung und Ergebnisse eines Nutzertests mit einem vertikalen multitouchbasierten System vor. Anhand von fünf Thesen werden eine Reihe von Folgerungen für die Gestaltung von touchbasierten vertikalen Interaktionsflächen abgeleitet.

Abstract

We present an evaluation of a user test with a vertical multi-touch system. On the basis of five hypotheses we derive design recommendations for touch-based vertical user interfaces.

In: H.-C. Hobohm (Hrsg.). Informationswissenschaft zwischen virtueller Infrastruktur und materiellen Lebenswelten. Tagungsband des 13. Internationalen Symposiums für Informationswissenschaft (ISI 2013), Potsdam, 19.–22. März 2013. Glückstadt: Verlag Werner Hülsbusch, 94–104.

1 Einleitung

Natural User Interfaces (NUI) rücken in den letzten Jahren mehr und mehr in den Vordergrund der Forschung. Zu den NUI zählen unterschiedliche Arten von Multitouch Systemen (MTS) sowie freihändig gestenbasierte Systeme, die auf Basis bildverarbeitender Algorithmen bestimmte Strukturen im Raum erkennen können. NUI werden als intuitive und vertraute Interaktionsformen beschrieben. Es wird oft übersehen, dass auch die gestenbasierte Interaktion zunächst erlernt werden muss und für die Gestaltung bestehende Richtlinien erweitert werden müssen (Norman/Nielsen 2010). Die vorliegende Arbeit liefert hierzu einen Beitrag, in dem die Ergebnisse einer Nutzerstudie mit 18 Probanden für eine vertikale Multitouchinteraktionsfläche (VertNUI) vorgestellt und diskutiert werden.

1.1 NUIs als Eingabegeräte

In der Literatur finden sich eine Reihe von Bedienkonzepten für gestenbasierte Systeme (vgl. Saffer 2008). Trotz einer Vielzahl von Studien zum Themenfeld MTS (z. B. Lyons et al. 2009; Biehl et al. 2006; Wigdor et al. 2009; Klinkhammer et al. 2011; Ijsselmuiden et al. 2010) müssen Design-Richtlinien für Touch Primitiven erst noch entwickelt werden (Wigdor/Wixon 2011: 121). Norman und Nielsen nennen neben den Chancen gestenbasierter Eingabegeräte einige Nachteile. Sie führen beispielsweise auf, dass Gesten, die auf kleinen Geräten vom Benutzer gut angenommen werden, auf großen Multitouch- (MT-) Displays unter Umständen nicht funktionieren. Auch die Ausrichtung der Bedienfläche sehen sie als Schwierigkeit an und identifizieren zudem ungewollte Berührungen der Interaktionsfläche, die vom System als Eingabe interpretiert werden, als Herausforderung für MT-Anwendungen (Norman/Nielsen 2010). Andere führen zudem die teilweise Verdeckung des Bildschirms während der Interaktion und die Muskelermüdung bei der Bedienung großer MT-Geräte als Herausforderungen bei der Entwicklung solcher Anwendungen auf (Bachl et al. 2010). So ist es v. a. für diese Art von Systemen unerlässlich, das Interaktions- und Nutzerverhalten zu evaluieren, um für die Entwicklung von Anwendungen für vertikale Touchsysteme konkrete Designvorgaben zu haben.

1.2 Beschreibung des VertNUI

Der VertNUI basiert auf einem Rückprojektionscube. Aus dem als Ausgabe-gerät konzipierten Großbildsystem mit vertikaler Ausrichtung wurde unter Verwendung von Low-Cost Komponenten ein MT Gerät entwickelt (Janasch et al. 2012). Die Bildfläche des VertNUIs misst $138\text{ cm} \times 110\text{ cm}$ bei einer Auflösung von 1280×1024 Pixel und ist in einer Höhe von 77 cm über dem Boden angebracht (siehe Abb. 1). Die Umsetzung der MT-Funktionalität wird unter Anwendung des Rear-Diffused-Illumination-Ansatzes realisiert. Der Ansatz basiert auf der Low-Cost-Technik wie von (Han 2005) beschrieben. Für die Testanwendung wurde MT4J ausgewählt. MT4J ist ein Java Framework zur Entwicklung von 2- und 3D-MT-Anwendungen, das auf OpenGL sowie Processing basiert.

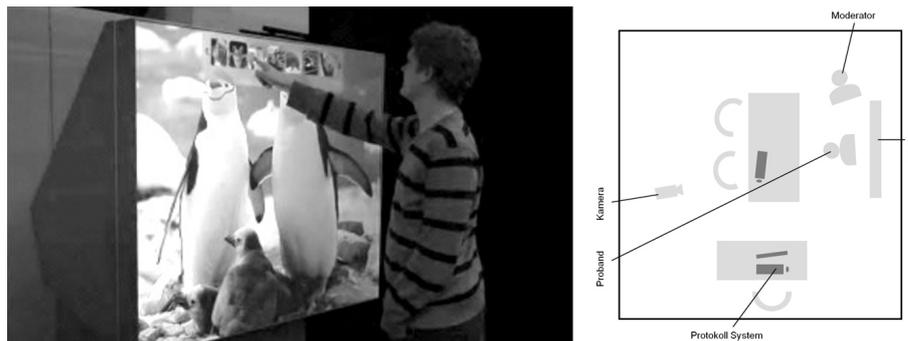


Abb. 1 Nutzertest am VertNUI

2 Evaluierung

Es wird angenommen, dass je nach Position auf dem VertNUI die Interaktionsobjekte unterschiedlich schnell oder leicht erreicht werden. Daher wurden sechs Hypothesen aufgestellt, die im Folgenden näher erläutert werden. Die Hypothesen sind geordnet nach Thesen, die auf der Erreichbarkeit basieren (H1 und H2) und zur Positionierung von Elementen (H3, H4 und H5).

H1: *Größere Bedienelemente können schneller erreicht werden als kleinere Bedienelemente.*

Basierend auf Fitts's Law wird die Übertragung des Modells auf den VertNUI überprüft.

H2: *Bedienelemente, die in den Ecken der Interaktionsfläche des VertNUI positioniert sind, können bei der direkten Manipulation nicht so schnell erreicht werden, wie es mit der Computermaus als Eingabegerät möglich ist.*

Hier wird davon ausgegangen, dass trotz einer direkten Interaktion (im Gegensatz zur quasi indirekten zeigerbasierten Interaktion mit der Maus) aufgrund der Größe des VertNUI die Zeit bis zur Selektion deutlich länger ist.

H3: *Bedienelemente, die auf der rechten Hälfte der Interaktionsfläche positioniert sind, können schneller erreicht werden als Bedienelemente auf der linken Hälfte.*

Grundlage dieser These ist die Annahme, dass Nutzer bspw. durch viele Webanwendungen gewohnt sind, sich auf den rechten Teil einer Benutzeroberfläche zu konzentrieren und dadurch schneller diesen Bereich aktivieren. Eine Ursache könnte aber auch die überwiegende Rechtshändigkeit bzw. die gewohnte Leserichtung von links nach rechts sein.

H4: *Bedienelemente, die in der oberen Hälfte der Interaktionsfläche positioniert sind, können schneller erreicht werden als Bedienelemente in der unteren Hälfte.*

Hier ist die grundlegende Annahme, dass aufgrund des Aufmerksamkeitsbereichs der Nutzer auf Augenhöhe der Aktionsraum im unteren Bereich weniger schnell wahrgenommen wird.

H5: *Das Nachzeichnen eines Rechteckes mit dem Finger ist präziser als mit der Computermaus.*

Diese These basiert auf der Annahme von (Wigdor/Wixon 2011: 118) "the mouse provides terrible control for actually controlling the path of movement" (dabei ziehen die Autoren als Vergleich ein Stifte-basierendes System heran).

Zur Evaluierung der Gültigkeit der aufgestellten Thesen wurde ein Nutzertest mit 18 Probanden (Studierende, Professoren und allgemein Berufstätige) in der Altersgruppe 18–45-Jährige (16) und über 60 Jahre (2) durchgeführt. Ein Drittel der Teilnehmer sind weiblich.

2.1 Testaufbau und Ablauf

Die Thesen wurden durch entsprechende Aufgabenstellungen (siehe Tab. 1) getestet. Je nach Aufgabe standen die Probanden entweder vor dem VertNUI oder saßen an einem Tisch vor dem VertNUI und bedienten diesen via Maus-eingaben (vgl. Abb. 1).

Tab. 1: Aufgaben und zugehörige Hypothesen

Aufgabe	Beschreibung	Hypothese
A1.1	Von einem mittig angebrachten Startknopf sollen die Probanden verschieden große und unterschiedlich positionierte Kreise so schnell und präzise wie möglich auf dem Bildschirm des MT Cubes berühren. Hierbei wird die benötigte Zeit gemessen. Um Informationen über die Position der Elemente für die Testauswertung zu erhalten, wird der Interaktionsbereich in verschiedene Sektoren eingeteilt, in denen die Bedienelemente positioniert werden können. Die verwendeten Sektoren sind in Abb. 2a zu erkennen. Die Höhe und Breite der Sektoren ergibt sich aus der Auflösung des Displays und beträgt jeweils ein Siebtel der Höhe und Breite der Interaktionsfläche in Pixeln.	H1 und H2
A1.2	Wie Aufgabe A1.1; Durchführung mit Mausinteraktion	H1 und H2
A2.1	Die Probanden sollen die in Abb. 2b exemplarisch dargestellten Menüleisten bedienen. Jede Menüleiste ist mit grafischen Bedienelementen gefüllt, die bei einer Berührung eine Aktion auslösen. Zur Durchführung des Tests stehen die Probanden vor dem MT Cube. Die Auswertung erfolgt qualitativ.	H3 und H4
A2.2	Nachzeichnen eines mittig positionierten Rechtecks mit dem Finger. Die Abweichung der nachgezeichneten Fläche von der dargestellten Fläche wird gemessen.	H5
A2.3	Wie Aufgabe A2.2, Durchführung mit Mausinteraktion.	H5
A3	Die Probanden sollen verschieden große und unterschiedlich positionierte Kreise auf dem Bildschirm des MT Cubes berühren. Die Hand der Probanden befindet sich hierbei zu Beginn in einer Ruheposition. Die benötigte Zeit wird gemessen. Um Informationen über die Position der Elemente für die Testauswertung zu erhalten, wird der Interaktionsbereich in verschiedene Sektoren eingeteilt, in deren Mitte Bedienelemente positioniert werden können (s. Abb. 2c).	H1 und H2

Der Test war pro Proband auf 45 Minuten ausgelegt und umfasste neben den Aufgaben zunächst einen Fragebogen zur Ermittlung allgemeiner Daten, sowie ein Abschlussinterview. Die Untersuchung wurde quantitativ und qualitativ ausgewertet. Für Teile der Aufgaben wurden die Probanden zum ‚lauten Denken‘ aufgefordert.

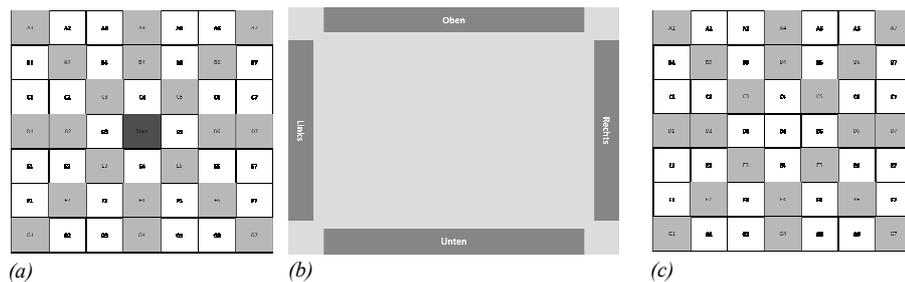


Abb. 2 Interaktionsbereiche der durchgeführten Aufgaben am VertNUI

2.2 Ergebnisse

Alle 18 Probanden verfügten über tägliche Computererfahrung bis auf zwei hatten bereits alle Erfahrung mit Multitouchgeräten. Vier der Probanden waren Linkshänder. Bei den Probanden war die Mehrheit zwischen 160 und 185 cm groß, vier der Teilnehmer über 185 cm. Zur Hypothesenprüfung wurde eine einfaktorische Varianzanalyse mit einem Signifikanzniveau von 5% ausgeführt. Zugrunde lag hier ein „Within group“-Design, d.h. alle Aufgaben wurden allen Probanden gestellt.

Die Hypothese H1 kann durch die Auswertung der Testdaten bestätigt werden. Hierbei ist ein signifikanter Unterschied zwischen den Messreihen klein und mittel (p-Wert: $3,8 \cdot 10^{-6}$ bei $\alpha = 0,05$) sowie klein und groß (p-Wert: $1,7 \cdot 10^{-6}$ bei $\alpha = 0,05$) vorhanden. Da kein signifikanter Unterschied zwischen den mittleren und großen Kreisen festgestellt werden konnte (p-Wert: 0,46 bei $\alpha = 0,05$) ist eine Größe von 12 cm für die genaue Interaktion mit den Bedienelementen am VertNUI ausreichend. Für diese Berechnung wurden ausschließlich die Sektoren A1, A7, G1 und G7 verwendet (siehe Abb. 2a), also die Ecken des VertNUIs, da somit die Entfernung zum Startknopf vernachlässigt werden kann. Die Mittelwerte aller einbezogenen Messwerte (in ms) für diese Sektoren zeigt Abbildung 3. Diese Ergebnisse wurden ebenfalls mit der Maus als Eingabegerät erzielt (Abb. 4). Der Unterschied zwischen kleinen und großen Kreisen (p-Wert: $1,6 \cdot 10^{-12}$ bei $\alpha = 0,05$)

sowie kleinen und mittleren Kreisen (p-Wert: $8,6 \cdot 10^{-10}$ bei $\alpha = 0,05$) ist signifikant. Zwischen den mittleren und großen Kreisen ist jedoch kein signifikanter Unterschied festzustellen (p-Wert: 1,8 bei $\alpha = 0,05$).

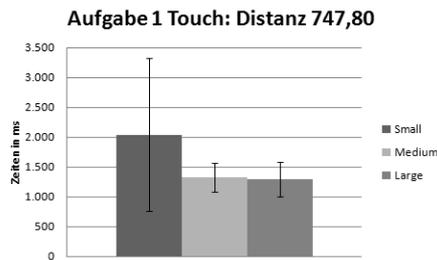


Abb. 3 (Touch) Unterschiede bezüglich der Größe der Kreise

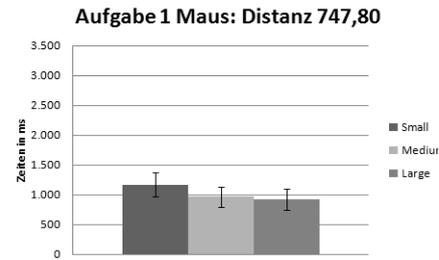


Abb. 4 (Maus) Unterschiede bezüglich der Größe der Kreise

Hypothese H2 kann bestätigt werden. Der Unterschied zwischen Touch und Maus bei den kleinen Kreisen (p-Wert: $2 \cdot 10^{-8}$ bei $\alpha = 0,05$), bei den mittleren Kreisen (p-Wert: $7 \cdot 10^{-19}$ bei $\alpha = 0,05$) sowie bei dem großen Kreisen (p-Wert: $9 \cdot 10^{-16}$ bei $\alpha = 0,05$) ist signifikant (siehe Abb. 8). Für die Erstellung der Fitts's-Law-Modelle wurden die Kreise in Bezug auf die Distanz zum Startknopf gruppiert und für die entsprechenden Gruppen der Index of difficulty (ID) nach der Formel von (MacKenzie 1992: 96) berechnet: $ID = \log_2 \left(\frac{D}{W} + 1 \right)$. Dabei stellt D die Distanz zwischen dem Startknopf und des zu aktivierenden Kreises und W den Durchmesser des Kreises dar. Abbildung 5 und Abbildung 6 zeigen die gemessenen Zeiten und das sich daraus ergebene Regressionsmodell mit Korrelationskoeffizienten.

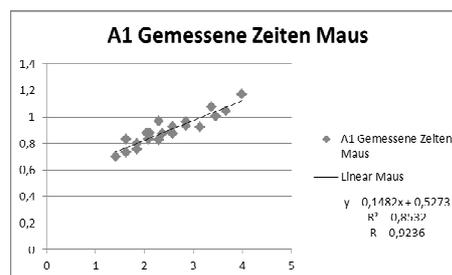


Abb. 5 Fitts's Law Regressionsmodell Maus

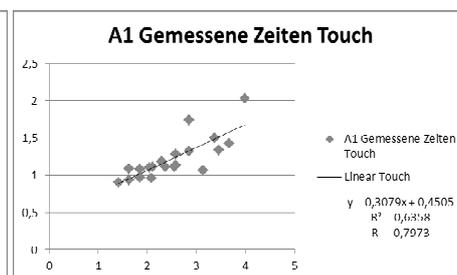


Abb. 6 Fitts's Law Regressionsmodell Touch

Hypothese H3 kann nicht bestätigt werden. Hierfür wurden jeweils die gegenüberliegenden Bedienelemente gleichen Abstands zum Startknopf miteinander verglichen. Hierbei besteht kein signifikanter Unterschied zwischen der linken und der rechten Hälfte. Auch Hypothese H4, dass Bedienelemente, die auf der oberen Hälfte der Interaktionsfläche positioniert sind, schneller erreicht werden können als Bedienelemente auf der unteren Seite, kann nicht bestätigt werden. Hierfür wurden jeweils die gegenüberliegenden Bedienelemente gleichen Abstands zum Startknopf miteinander verglichen. Hierbei besteht kein signifikanter Unterschied zwischen der oberen und der unteren Hälfte. Für die Bewertung der Hypothese 5 wurde die Abweichung des gezeichneten Rechteckes vom dargestellten Rechteck in mm^2 berechnet. Abbildung 7 zeigt die Mittelwerte der beiden Eingabearten sowie die Standardabweichungen der Messreihen. Die Varianzanalyse ergab keinen signifikanten Unterschied der beiden Eingabearten (p-Wert: 0,177 bei $\alpha = 0,05$). Der in Abbildung 7 deutlich erkennbare Unterschied zwischen Maus und Touch ist auf sehr hohe Abweichungen bei einigen Teilnehmern zurückzuführen. Diese resultieren aus ruckartigen Bewegungen beim Nachzeichnen des Rechteckes mit der Maus und erklären auch die hohe Varianz. Aufgrund der ermittelten Messwerte und einer statistischen Analyse kann Hypothese 5 nicht bestätigt werden. Die Ergebnisse zeigen auch, dass die Präzision des VertNUI nicht schlechter als die Präzision der Maus ist. Die qualitative Auswertung ergab, dass 12 der 18 Probanden, den Finger als die präzisere Interaktionsart ansehen. Diese Einschätzung der Probanden könnte durch eine verbesserte Kalibrierung des VertNUIs verstärkt werden. Hypothese 5 kann folglich nur anhand der qualitativen Daten unterstützt werden.

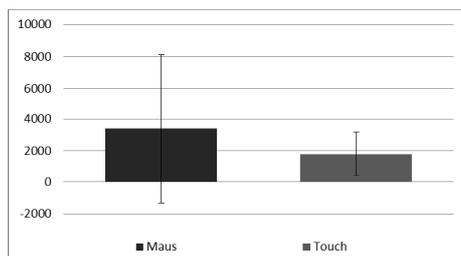


Abb. 7 Mittelwerte der Abweichung vom Dargestellten Rechteck in mm^2

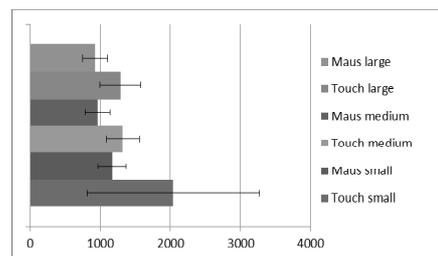


Abb. 8 Unterschiede bzgl. Interaktionsarten in den Ecken des MT Cubes (Zuordnung gemäß Legende)

Die qualitative Auswertung des Tests ergab, dass der Umgang mit dem VertNUI als interessant, gut, spannend, lustig und anstrengend empfunden

wurde. Die Aussage zur körperlichen Anstrengung deckt sich auch mit den Ergebnissen, die von Ijsselmuiden et al. (2010) berichtet werden. Positiv empfanden die Teilnehmer die freie Interaktion mit dem großen Bildschirm. Gleichzeitig wurde die Größe wegen des eingeschränkten Sichtfelds teilweise negativ bewertet. Interaktionen im unteren Bereich werden als schwierig angesehen, weil dafür eine gebückte Haltung eingenommen werden muss. Deutlich vermerkt wurde auch die Beanspruchung des Arms. Um Bedienelemente, die sich am unteren Bildschirmbereich befanden erreichen zu können, drehten alle Probanden ihre Handfläche nach unten. Diese Position wurde von einem Drittel der Probanden als besonders unangenehm empfunden. Bei der Bearbeitung der Aufgaben am VertNUI fiel auf, dass nur 10 Probanden beide Hände zur Interaktion einsetzen.

2.4 Folgerung aus den Ergebnissen des Nutzertests

Die Positionierung der Menüleiste im unteren Bereich wurde als besonders unangenehm empfunden und kann somit als Position ausgeschlossen werden. Von einigen Probanden wurden Probleme bei der Interaktion mit der linken und rechten Navigationsleiste geäußert. Da diese auf die Händigkeit zurückzuführen sind, sollte die Menüleiste für den Nutzer anpassbar sein. Als Standardposition kann der obere Bereich empfohlen werden, da die Nutzer keine Probleme in Bezug auf die Sichtbarkeit im oberen Bereich äußerten. Jedoch ist hier zu bedenken, dass die Erreichbarkeit für kleinere Nutzer ein Problem sein kann. Die Interaktionsfläche des VertNUIs ist zu groß, um sie bei der direkten Interaktion vollständig einsehen zu können. Der Nutzer steht bei der Interaktion zu nah am Bildschirm, was das Blickfeld einschränkt. Dieses Problem steht in direktem Bezug zur Körpergröße. Durch die unterschiedlichen Körpergrößen der Probanden traten verschiedene Probleme in Bezug auf die Erreichbarkeit der Bedienelemente auf. Größere Probanden mussten sich bücken, um Bedienelemente am unteren Bereich der Interaktionsfläche zu aktivieren und empfanden dies als sehr unangenehm. Kleinere Teilnehmer hingegen mussten sich strecken, um Bedienelemente im oberen Bereich und an den Rändern zu erreichen.

Auffallend war, dass viele Teilnehmer nur eine Hand zur Interaktion verwendeten. Hieraus könnte man ableiten, dass Anwendungen mit entsprechend motivierenden Elementen die Beidhändigkeit fördern sollten. Damit könnten dann auch Ermüdungserscheinungen oder Verdeckungsprobleme gemindert werden.

3 Abschließende Bewertung

Die Hypothesen zur Erreichbarkeit (H1 und H2) konnten bestätigt und damit auch die Anwendung von Fitts's Law für den VertNUI gezeigt werden. Dagegen konnten die Thesen zur Positionierung nicht bestätigt werden. Hier sind die qualitativen Aussagen der Probanden wichtig, welche Position aufgrund von Händigkeit, Körpergröße oder auch Gewohnheit für die Elemente erwartet werden. Wie bereits eingangs dargestellt, sind die Größe und die vertikale Ausrichtung des VertNUI die auffälligsten Merkmale und damit wie in dem Test gezeigt werden konnte, auch die kritischsten bezüglich der Anordnung der Interaktionselemente. Derzeit wird ein weiterer Nutzertest ausgewertet, wo das Zusammenwirken einer horizontalen und vertikalen Touchbenutzungsoberfläche in mehreren kollaborativen Szenarien überprüft wurde. Erste Ergebnisse weisen darauf hin, dass aufgrund der Größe das VertNUI hauptsächlich als Anzeigegerät und das horizontale Touchsystem als Eingabemedium genutzt wird.

Literaturverzeichnis

- Bachl, S.; Tomitsch, M.; Wimmer, C.; Grechenig, T. (2010). Challenges for Designing the User Experience of Multi-touch Interfaces. <http://web.arch.usyd.edu.au/~mtomitsch/publications/2010-muti.pdf> <12.11.2012>.
- Biehl, J. T.; Bailey, B. P. (2006). Improving Interfaces for Managing Applications. In: Multiple-Device Environments, AVI '06, 35–42.
- Han, J. Y. (2005). Low-cost multi-touch sensing through frustrated total internal reflection. In: UIST '05. Proceedings of the 18th annual ACM symposium on User interface software and technology, 115–118.
- Ijsselmuiden, J.; Körner, T.; Schick, A., Stiefelhagen, R. (2010). Interaktionstechniken für große Darstellungsflächen. In: Innovative Interaktionstechnologien für Mensch-Maschine-Schnittstellen. 52. Fachausschusssitzung Anthropotechnik, 7.–8. Oktober 2010 (DGLR-Bericht 2010-01). Berlin. Bonn: DGLR, 159–174.
- Jannasch, M.; Ludl, D.; Vöhringer, C.; Tullius, G.; Kloos, U. (2012). Low-Cost NUI. In: Informatiktage 2012, 107–111.

- Klinkhammer, D.; Nitsche, M.; Specht, M.; Reiterer H. (2011). Adaptive Personal Territories for Co-located Tabletop Interaction in a Museum Setting. In: ITS 2011, 107–110.
- Lyons, K.; Pering, T.; Rosario, B.; Shud, S.; Want, R. (2009). Multi-Display Composition: Supporting Display Sharing for Collocated Mobile Devices, In: INTERACT '09. Proceedings of the 12th IFIP TC 13 International Conference on Human-Computer Interaction: Part I. Springer, 758–771.
- MacKenzie, I. S. (1992). Fitts' Law as a Research and Design Tool in Human-Computer Interaction. In: Human-Computer Interaction 7, 91–139.
- Norman, D. A., Nielsen, J. (2010). Gestural Interfaces: A Step Backwards In Usability. In: Interactions 17 (5), 46–49.
- Saffer, D. (2008). Designing Gestural Interfaces: Touchscreens and Interactive Devices. O'Reilly Media.
- Wigdor, D.; Wixon, D. (2011). Brave NUI World: Designing Natural User Interfaces for Touch and Gesture. Morgan Kaufmann.
- Wigdor, D.; Jiang, H.; Forlines, C.; Borkin, M.; Shen, C. (2009). WeSpace: The Design, Development and Deployment of a Walk-Up and Share Multi-Surface Collaboration System. In: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2009, Boston, MA, April 4–9, 2009). ACM, 1237–1246.