





# Design-Patterns zur Unterstützung der Gestaltung von interaktiven, skalierbaren Benutzungsschnittstellen

von  
Fredrik Gundelsweiler

Oldenbourg Verlag München

**Fredrik Gundelsweiler** studierte Information Engineering (B.Sc. und M.Sc.) an der Universität Konstanz. Nach einem Auslandsaufenthalt in Singapur (Daimler IT Management SEA) folgte mit der vorliegenden Arbeit die Promotion (Dr. rer. nat.) an der Universität Konstanz am Lehrstuhl für Mensch-Computer Interaktion. Aktuell arbeitet Fredrik Gundelsweiler an der HTW Chur als Dozent im konsekutiven Bachelorstudiengang „Multimedia Production“. Er leitet das Forschungsfeld „Interaktive Systeme“ und setzt dabei seine thematischen Schwerpunkte auf Mensch-Computer Interaktion, interaktive Visualisierungen und Software-Engineering.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

© 2012 Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH  
Rosenheimer Straße 145, D-81671 München  
Telefon: (089) 45051-0  
[www.oldenbourg-verlag.de](http://www.oldenbourg-verlag.de)

Das Werk einschließlich aller Abbildungen ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen.

Lektorat: Dr. Gerhard Pappert  
Herstellung: Constanze Müller  
Einbandgestaltung: hauser lacour  
Gesamtherstellung: Books on Demand GmbH, Norderstedt

Dieses Papier ist alterungsbeständig nach DIN/ISO 9706.

ISBN 978-3-486-71786-0  
eISBN 978-3-486-71787-7

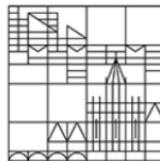
**Design-Patterns zur Unterstützung bei der  
Gestaltung von interaktiven, skalierbaren  
Benutzungsschnittstellen**

**Dissertation zur Erlangung des  
akademischen Grades eines Doktors der Naturwissen-  
schaften (Dr. rer. nat.)**

**vorgelegt von  
Gundelsweiler Fredrik**

**an der**

**Universität  
Konstanz**



**Mathematisch-Naturwissenschaftliche Sektion**

**Informatik und Informationswissenschaft**

**Tag der mündlichen Prüfung: 08.03.2012**

**1. Referent/Referentin: Prof. Dr. Harald Reiterer**

**2. Referent/Referentin: Prof. Dr. Rainer Kuhlen**



## Zusammenfassung

Die Gestaltung von User Interfaces (UIs) ist ein kreativer, mittlerweile von vielen Werkzeugen unterstützter, iterativer Prozess. Spezifikationen, Guidelines und Styleguides, wie sie aktuell in Unternehmen eingesetzt werden, genügen den Anforderungen der schnellen und flexiblen Entwicklung in vielerlei Hinsicht nicht mehr. Aktuelle Softwareanwendungen zeichnen sich durch einen hohen Komplexitätsgrad aus, was deren UI, Vernetzung und Datenanbindung sowie Visualisierung, Suche und Interaktionstechniken angeht. Speziell skalierbare Benutzungsschnittstellen (Zoomable User Interfaces) sollen laut Forschungsstudien die Gebrauchstauglichkeit verbessern. Deshalb wurde in der Human-Computer Interaction (HCI) die Idee der Patterns verfolgt, die ursprünglich von Christopher Alexander für die Architektur entwickelt wurde. Die Übertragung dieser Idee auf die Domäne der HCI führte zu unterschiedlichen Formaten und Ansätzen, Patterns in den Softwareentwicklungsprozess zu integrieren. Diese Ansätze sind sehr heterogen, beschränken sich beim Dokumentationsformat und der Wissensvermittlung aber auf textuelle Beschreibungen und Bilder. In dieser Arbeit wird ein Pattern-Dokumentationsformat entwickelt das aufzeigt, wie interaktive und multimediale Elemente eingesetzt werden können, um Patterns zu beschreiben. Der Einsatz von Patterns verspricht eine Optimierung des Entwicklungsprozesses hinsichtlich Qualität, Effektivität und Effizienz. Dabei dienen Patterns zur Unterstützung in den Phasen der Anforderungsermittlung, der Konzeption, des Designs und der Entwicklung. Im Interesse gebrauchstauglicher Produkte sollen positive Effekte, wie höhere Kreativität, Einsatz etablierter Lösungen, Verbesserung der Kommunikation und die Entstehung einer Wissensbasis zur Lösung wiederkehrender Designprobleme genutzt werden. Anhand von drei umfassenden Fallstudien zu Bildersuche, sozialen Netzen und elektronischem Produktdaten-Management werden die Kombination aktueller Visualisierungs-, Filter- und Interaktionstechniken untersucht. Im Rahmen der Fallstudien entstanden mehrere Anwendungen, aus denen neuartige Patterns zu Visualisierung und Interaktion abgeleitet werden. Die Fallstudie zur Bildersuche weist hier die meisten Innovationsaspekte und Möglichkeiten zur Extraktion von neuartigen Patterns auf. Dabei entstehen interaktive und multimediale Elemente, die in einem eigens entwickelten Pattern-Browser zur Dokumentation, Kommunikation und Anwendung präsentiert werden. Die qualitative Evaluation der Patterns mit UI-Designern führte zu dem Ergebnis, dass die Patterns verständlich sind, aber noch Optimierungspotenziale bestehen. Zum Abschluss der Arbeit wird das entwickelte Pattern-Format im Hinblick auf eine gemeinsame Pattern-Sprache für die HCI reflektiert. Der Ausblick beschreibt, wie die technische Weiterentwicklung zur Entstehung neuer Patterns führt. Diese können im neuen interaktiven und multimedialen Format dokumentiert werden, führen aber aktuell zu einer weiteren Diversifizierung der Pattern-Formate.

## **Abstract**

The design of user interfaces (UIs) is a creative, iterative process supported by many tools. Specifications, guidelines, and styleguides as they are currently used in companies are not fulfilling the requirements of the more and more rapid and flexible software development. Current software applications show a high degree of complexity in terms of their UI, data connectivity, visualization, search and interaction techniques. The high degree of complexity arises from the combination of these areas and the growing expectations of end users. Especially scalable user interfaces (zoomable user interfaces) are said to improve the usability and user experience according to research studies. Therefore the idea of patterns, which was originally developed in architecture by Christopher Alexander, was transferred to the domain of human-computer interaction (HCI). This resulted in different formats and approaches to integrate patterns into the software development process. These approaches are very heterogeneous and the documentation format is limited on textual descriptions and images. In this work, a pattern documentation format is developed showing how interactive and multimedia elements can be used to describe patterns. The use of patterns promises to optimize the development process in terms of quality, effectiveness and efficiency. The patterns are used to support the phases of requirement analysis, conceptual planning, design and development. Interests in the design of usable products are positive effects such as increased creativity, use of established solutions that improve communications and the emergence of a knowledge base to solve recurring design problems. On the basis of three case studies (image search, social networks and electronic product data management) the combination of current visualization, filters and interaction techniques are examined. The case studies resulted in several applications that were developed and evaluated iteratively. Finally, several novel visualization and interaction patterns are derived from these applications. The case study on search images turned out to have the most innovative aspects and possibilities for the extraction of novel patterns. The patterns are then presented for documentation, communication and application in a specially designed interactive multimedia pattern browser. The qualitative evaluation of patterns with UI designers leads to the result that the patterns are applicable and usable, but there is still potential for optimization. At the conclusion of the work, the developed pattern format is reflected in terms of a common pattern language for HCI. Finally it must be stated that the technical development leads to the emergence of new patterns. These could be documented with the new interactive multimedia format, but are actually leading to a further diversification of HCI pattern languages.

## **Teile dieser Dissertation wurden veröffentlicht in:**

### ***Demopräsentationen (Demo Presentations):***

Gundelsweiler, Fredrik; Reiterer, Harald (2008): Improve Image Retrieval by Zoomable User Interfaces. In Proceedings SAMT, Springer Verlag, SAMT 2008, Dec. 2008. Demo Presentation.

### ***Poster und Kurzpublikationen (Poster Presentations and Short Papers):***

Gundelsweiler, Fredrik; Konstanzer, Robert; Reiterer, Harald. An Innovative User Interface Concept for Large Hierarchical Data Spaces by Example of the EPDM Domain IUI'08: Proceedings of the 13th international conference on Intelligent User Interfaces, ACM Press, Canary Islands, Spain, p. 421 -- 422, Jan. 2008.

### ***Konferenzpublikationen (Full Papers):***

Gundelsweiler, Fredrik; Reiterer, Harald (2008). Zoom-based interaction concepts for Searching and Exploring large, heterogeneous Image Databases. In Proceedings of Mensch & Computer 2008: Viel mehr Interaktion, 8. Konferenz für interaktive und kooperative Medien, Oldenbourg Verlag, in: Herzeg, Kindsmüller, p. 390-400, Sep. 2008.

Gundelsweiler, Fredrik; Reiterer, Harald (2008). Advanced User Interfaces for Product Management Systems Proceedings of the 3rd IASTED International Conference on Human Computer Interaction (IASTED-HCI '08), Acta Press, Canada, p. 180-188, Jun. 2008.

Gundelsweiler, Fredrik; Öttl, Sonja (2007). ERIS - Ein thesaurusbasiertes Bildretrievalsystem mittels Zoomable User Interface Informationskonzepte für die Zukunft. 12. Österr. Online-Informationstreffen 13. Österreichischer Dokumentartag 2007, Sep. 2007.

Gundelsweiler, Fredrik; Memmel, Thomas; Reiterer, Harald (2007). ZEUS Zoomable Explorative User Interface for Searching and Object Presentation. HCI International 2007: Proceedings, in: Michael J. Smith and Gavriel Salvendy: Human Interface and the Management of Information. Methods, Techniques and Tools in Information Design, Springer, Berlin/Heidelberg, p. 288-297, Jul. 2007.

Öttl Sonja, Gundelsweiler Fredrik, Reiterer Harald, Brandes Ulrik. Visualisierungs- und Interaktionsdesign für multivariate, zeitbezogene Daten in sozialen Netzwerken. In: Kuhlen R, ed. *Information: Droge, Ware oder Commons? Wertschöpfungs- und Transformationsprozesse auf den Informationsmärkten. Proceedings des 11. Internationalen Symposiums für Informationswissenschaft (ISI 2009)*. Konstanz, Germany; 2009.

### ***Journalbeiträge (Journals):***

Gundelsweiler, Fredrik; Memmel, Thomas; Reiterer, Harald (2007). ZUI concepts for navigating and searching complex information spaces. In: Prof. Dr.-Ing. Juergen Ziegler, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, i-com, Zeitschrift für interaktive und kooperative Medien, p. 38-48, May 2007.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>XIII</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>XVIII</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Die Entwicklung der Benutzungsschnittstellen .....	1
1.2 Patterns für die UI-Gestaltung .....	7
1.3 Softwareentwicklung mit Patterns .....	9
1.4 Forschungsziele und Vorgehensweise .....	11
1.5 Gliederung der Arbeit .....	13
<b>2 Zoomable User Interfaces.....</b>	<b>15</b>
2.1 Grundlagen und Aufbau von Zoomable User Interfaces .....	17
2.1.1 Kognition und ZUIs.....	19
2.1.2 Orientierung und Navigationsverhalten.....	22
2.2 Interaktion mit ZUIs .....	23
2.2.1 Zoom-Techniken .....	26
2.2.2 Pan-Techniken.....	31
2.2.3 Such- und Filtertechniken.....	33
2.3 ZUI-Applikationen und Frameworks.....	39
2.3.1 Kriterien für die Untersuchung von ZUIs.....	40
2.4 Regeln zur Gestaltung von UIs.....	45
2.5 Kriterienkatalog für ZUI-Applikationen.....	47
<b>3 Machbarkeitsstudien zu ZUIs.....</b>	<b>49</b>
3.1 Machbarkeitsstudie MusicPad .....	49
3.2 ZUI-Konzept ZEUS (Zoomable Explorative User Interface).....	51
3.3 Evaluationsstudie zur zielorientierten Zoom-/Pan-Navigation.....	55
3.4 Machbarkeitsstudie Bildexploration .....	55
3.5 Evaluationsstudie zur koordinierten Zoom-/Pan-Interaktion.....	58

---

<b>4 ZUI-Fallstudien .....</b>	<b>61</b>
4.1 ZUIs für die Exploration und Suche .....	62
4.2 Fallstudie ZUI-Bildersuche.....	64
4.2.1 Homogene Datenräume ohne Relationen .....	65
4.2.2 Ähnliche Arbeiten und Anforderungen.....	66
4.2.3 Analyse, Konzeption und Design .....	68
4.2.4 Realisierung der Bildersuche .....	71
4.2.5 Such- und Filterkonzepte .....	76
4.2.6 Interaktive Bildvisualisierungen .....	81
4.2.7 Inhaltsbasierte Bildersuche .....	85
4.2.8 Evaluation und Redesign .....	91
4.3 Fallstudie ZUIs für soziale Netzwerke.....	99
4.3.1 Anforderungen.....	100
4.3.2 Strukturierung von Informationen mit Graphen und Netzen .....	102
4.3.3 Konzeption und Gestaltung .....	105
4.3.4 Ergebnisse und Diskussion .....	108
4.4 Fallstudie ZUIs für elektronisches Produktdatenmanagement.....	109
4.4.1 Anforderungen.....	111
4.4.2 Applikation I: Hierarchiebasiertes ZUI-Filterkonzept.....	116
4.4.3 Applikation II: Pixelvisualisierung mit Filter und Zoom.....	122
4.5 Erkenntnisse der Fallstudien .....	126
<b>5 Patterns und Pattern Languages.....</b>	<b>130</b>
5.1 Pattern-Beispiel „Paths and Goals“.....	133
5.2 Pattern-Sprachen (Pattern Languages).....	137
5.2.1 Christopher Alexanders Pattern-Format .....	140
5.2.2 Jenifer Tidwells Pattern-Format zu Interface Design-Patterns .....	142
5.2.3 Format nach Martijn van Welies Interaction Design-Patterns .....	143
5.2.4 Pattern-Format von Barry Wilkins.....	145
5.2.5 Jan Borchers freies Pattern-Format.....	146

---

5.3	Anwendbarkeit von Patterns .....	150
5.4	Standardisierung der Beschreibungsformate.....	153
5.5	Neuartiges Pattern-Beschreibungsformat für die HCI .....	156
5.5.1	Optimierung des Pattern-Formats .....	160
5.6	Patterns zu Visualisierung und Interaktion .....	167
5.7	Evaluation von Patterns und Designalternativen .....	170
5.8	Qualitative Evaluation der extrahierten Design-Patterns.....	173
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>178</b>
6.1	Der Pattern-Browser .....	179
6.2	Reformatierung von existierenden Patterns .....	180
6.3	Pattern-Sprache für die HCI .....	182
6.4	Ausblick Natural UI-Patterns .....	183
<b>Anhang A: ZUI-Übersicht .....</b>		<b>185</b>
<b>Anhang B: Evaluation Bildersuche .....</b>		<b>188</b>
<b>Anhang C: Entwickelte Patterns .....</b>		<b>191</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>		<b>208</b>

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Braun T3 Taschenradio im Vergleich zur ersten Version des Apple iPod aus <a href="http://www.zweipunktnull.org/blog/2011/04/19/apple-vs-samsung-und-wann-schaltet-sich-eigentlich-braun-ein/">http://www.zweipunktnull.org/blog/2011/04/19/apple-vs-samsung-und-wann-schaltet-sich-eigentlich-braun-ein/</a> (zuletzt besucht am 05.05.2011).....	1
Abbildung 2: Braun LE1 Lautsprecher im Vergleich zum Apple iMac aus <a href="http://www.zweipunktnull.org/blog/2011/04/19/apple-vs-samsung-und-wann-schaltet-sich-eigentlich-braun-ein/">http://www.zweipunktnull.org/blog/2011/04/19/apple-vs-samsung-und-wann-schaltet-sich-eigentlich-braun-ein/</a> (zuletzt besucht am 05.05.2011).....	2
Abbildung 3: Eines der ersten GUIs 1973 Xerox PARC aus <a href="http://toastytech.com/guis/thumbalto1.gif">http://toastytech.com/guis/thumbalto1.gif</a> (zuletzt besucht am 05.05.2011).....	3
Abbildung 4: Mac OS Snow Leopard 2009 Apple aus <a href="http://skattertech.com/media/2007/10/apple-os-x-leopard-screenshot.jpg">http://skattertech.com/media/2007/10/apple-os-x-leopard-screenshot.jpg</a> (zuletzt besucht am 05.05.2011) .....	4
Abbildung 5: Projekt Looking Glass der Firma Sun aus <a href="http://david.huplus.com/images/ProjectLookingGlass.jpg">http://david.huplus.com/images/ProjectLookingGlass.jpg</a> (zuletzt besucht am 05.05.2011)...	5
Abbildung 6: The Usability Engineering Lifecycle (Mayhew 1999).....	10
Abbildung 7: Sketchpad auf der TX-2 am MIT unter <a href="http://www.mark13.org/book/export/html/60">http://www.mark13.org/book/export/html/60</a> (zuletzt besucht am 17.12.2010) .....	17
Abbildung 8: Möglichkeiten der ZUI Realisierung (Bolt 1984).....	18
Abbildung 9: Verwendung von Raum und Portalen bei ZUIs (Bolt 1984) .....	19
Abbildung 10: Erläuternder Seitenaufriß für Zooming und Panning Operationen (Furnas & Bederson 1995).....	24
Abbildung 11: Zoomwege (Furnas & Bederson 1995) .....	25
Abbildung 12: Der semantische Zoom (Furnas & Bederson 1995).....	28
Abbildung 13: Schließen eines Clusters beim kontinuierlichen Zoom, angepasst aus (Bartram et al. 1995).....	29
Abbildung 14: Modelle zur Suche und Exploration in Informationsräumen .....	34
Abbildung 15: ezChooser zur Fahrzeugsuche (Wittenburg et al. 2001), nach Prinzipien des Attribute Explorers.....	35

---

Abbildung 16: oSkope visualsearch, multivisuelle Darstellung von Suchergebnissen aus <a href="http://www.oskope.com">http://www.oskope.com</a> (zuletzt besucht am 05.05.2011).....	36
Abbildung 17: TheCrystalWeb aus <a href="http://netzspannung.org">http://netzspannung.org</a> (nicht mehr online).....	38
Abbildung 18: Auszug untersuchter ZUI-Anwendungen .....	44
Abbildung 19: Papier-Prototypen zur Studie MusicPad .....	50
Abbildung 20: Pan-Technik MusicPad .....	50
Abbildung 21: ZEUS am Beispiel einer Musikkollektion .....	52
Abbildung 22: ZEUS – Zoom von Übersicht zu Detailansicht.....	53
Abbildung 23: Zoomworld Prototyp beschrieben in (Raskin 2000) - nicht mehr online.....	56
Abbildung 24: Machbarkeitsstudie auf Basis der Ideen zur Zoomworld (Raskin 2000) .....	57
Abbildung 25: Patternextraktion aus Theorie, Anwendungen und Fallstudien.....	61
Abbildung 26: Vorgehensweise zur Patternextraktion in dieser Arbeit.....	62
Abbildung 27: Arten von ZUIs mit verorteten Informationsobjekten.....	66
Abbildung 28: Entwicklung und Weiterentwicklung der Versionen zur Bildersuche .....	71
Abbildung 29: Hauptsicht der ZUI-Bildersuche .....	72
Abbildung 30: Bildersuche mit den UI Komponenten .....	74
Abbildung 31: Bildersuche Kachel mit Hauptsuche.....	77
Abbildung 32: Bildersuche mit Metadatenfilterformular .....	78
Abbildung 33: Bildersuche mit visuellem Drag'n'Drop Filter .....	79
Abbildung 34: Bildersuche mit hierarchischem Explorationsfilter.....	80
Abbildung 35: Bildersuche - Bildkacheln.....	82
Abbildung 36: Bildersuche - Tabelle mit Detailansicht .....	83
Abbildung 37: Bildersuche - 3D-Bildkarussell.....	84

---

Abbildung 38: Inhaltsbasierte Bildersuche mit Ähnlichkeitsnetz.....	85
Abbildung 39: Aufbau des realisierten CBIR Systems zur Bildersuche .....	86
Abbildung 40: Normierte Skalierung, Canny Kantenerkennung und Hough Linienextraktion .....	88
Abbildung 41: Berechnung von Bildpunkten als Bildrepräsentanten .....	89
Abbildung 42: Verschiedene Distanzmaße und deren mathematische Berechnung.....	90
Abbildung 43: DEVAN Coding Scheme.....	93
Abbildung 44: DEVAN Usability Problem Indicating Checklist (Vermeeren et al. 2002) ....	94
Abbildung 45: Gesamtergebnis der Videoanalyse .....	95
Abbildung 46: Auszug aus dem Codierungsschema zur Bildersuche.....	95
Abbildung 47: Ergebnisse Posttest-Fragebogen .....	98
Abbildung 48: 3D (links) und 2D (rechts) Graphen-Visualisierung aus (Eades & Feng 1997).....	102
Abbildung 49: Hierarchisch geclusterter Graph, links Vollansicht, rechts Knoten c1 und c2 in Knoten C aggregiert (Bartram et al. 1995).....	103
Abbildung 50: Vergleich zwischen ZUI und Fisheye Zoom (a, b, c, d ZUI jeweils links) aus (Schaffer et al. 1996). .....	104
Abbildung 51: Graph (a), als hierarchischer Baum (b), mit DOI-Werten nach (Furnas 1986) (c) (Li & Takatsuka 2004).....	104
Abbildung 52: Startansicht - Überblick und Filtermenü.....	105
Abbildung 53: Zooming und Panning der Graphenvisualisierung.....	106
Abbildung 54: Weitere Attributinformationen werden über den Zeiger eingeblendet. ....	107
Abbildung 55: Visualisierung der zeitbezogenen Attribute in den Knoten .....	107
Abbildung 56: Filtern nach Attribut-, Zeit- und Alterswerten.....	108
Abbildung 57: Vereinfachtes Datenmodell des Informationsraums.....	112

---

Abbildung 58: Verzweigung (Branching) logischer und chronologischer Versionen .....	112
Abbildung 59: Semantischer „Drill-Down“ in die Objektversion „Hardware C – V. 2“ .....	116
Abbildung 60: Verbund von Dynamic-Query und Mehrfach-Button Konzept .....	118
Abbildung 61: Semantischer Zoom für Detailansicht (links) und Filter-Übersicht (rechts)	121
Abbildung 62: Iterative Entwicklung der Fallstudie zu EPDM (Konstanzer 2007) .....	123
Abbildung 63: Prototypische Anwendung mit ca. 15.000 Objekten und deren Relationen.	124
Abbildung 64: Navigation durch den Informationsraum, angepasst aus (Konstanzer 2007)	125
Abbildung 65: Das Pattern als Relation zwischen Problem, Kontext und Lösung .....	130
Abbildung 66: Paths and Goals (Wege und Ziele) Pattern Auszug aus (Alexander et al. 1978) .....	131
Abbildung 67: Zusammenfassung verschiedener Patterns zu einer Pattern-Sprache .....	133
Abbildung 68: Gelände der Universität Konstanz mit eingezeichneten Wegen .....	134
Abbildung 69: Gelände der Universität Konstanz mit entstandenem Wegenetz .....	135
Abbildung 70: Nordparkplatz der Universität Konstanz mit entstandenem Trampelpfad ...	136
Abbildung 71: Auszug aus der „Pattern Language“ (Alexander et al. 1978) .....	137
Abbildung 72: Übersicht über die wichtigsten Patternansätze .....	138
Abbildung 73: Pattern „Small Services Without Red Tape“ (Alexander et al. 1978) .....	141
Abbildung 74: Pattern „Icon Menu“ (van Welie 2008) .....	144
Abbildung 75: Pattern „Click n Drag“ (Wilkins 2003) .....	146
Abbildung 76: Pattern „H7 Flat And Narrow Tree“ (Borchers 2001) .....	147
Abbildung 77: Unterschiedliche Arten von Patterns im SE-Prozess aus (Wilkins 2003) ....	151
Abbildung 78: Hierarchie Patternattribute (Gaffar et al. 2005) .....	155

---

Abbildung 79: „Quince“ Pattern-Verwaltung unter <a href="http://quince.infragistics.com/">http://quince.infragistics.com/</a> (zuletzt besucht am 05.05.2011) .....	156
Abbildung 80: IDEO CARD von (Stout 2003) .....	157
Abbildung 81: Pattern-Lebenszyklus .....	158
Abbildung 82: Beispiel für einen Informations-Drill-Down einer Pattern-Beschreibung ...	159
Abbildung 83: Designalternativen, Auswahl und Verfeinerung (Buxton 2007).....	161
Abbildung 84: Ausführliches PDF-Dokument zur Dokumentation von Patterns .....	166
Abbildung 85: Berechnung der Bewertung von Designalternativen (Wilkins 2003).....	172
Abbildung 86: Heuristikenberechnung nach Wilkins .....	173
Abbildung 87: Skizzen aus der Benutzerstudie zur Pattern-Evaluation.....	174
Abbildung 88: Ergebnisse der Pattern-Evaluation mit sieben Benutzern .....	176
Abbildung 89: Interaktiver Pattern-Browser unter <a href="http://www.designpatterns.de">http://www.designpatterns.de</a> (zuletzt besucht am 01.10.2011) .....	180
Abbildung 90: Überführung des Patterns „Filter“ (Wilkins 2003) in das neue Format .....	181
Abbildung 91: Usability Attribute und Patterns (Folmer & Bosch 2003) .....	182
Abbildung 92: Simulation der Bedienung der Bildersuche (Gestik, Sprache, Multitouch) .	183
Abbildung 93: Studie zur Multitouch Bedienung der Bildersuche .....	184

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Pattern-Sammlungen und URLs mit Beschreibungen.....	8
Tabelle 2: Kognition und ZUIs .....	23
Tabelle 3: ZUI Definition der Eigenschaften aus (Bederson et al. 2000) .....	24
Tabelle 4: Berechnung der Zoomwege nach Interaktionsaufwand .....	25
Tabelle 5: Übersicht über Zoomtechniken und deren Eigenschaften.....	27
Tabelle 6: Übersicht über Panningtechniken .....	31
Tabelle 7: Übersicht Softwareframeworks zur Entwicklung von ZUIs .....	43
Tabelle 8: Interaktionstechniken (Shneiderman & Plaisant 2004).....	47
Tabelle 9: ZUI Kriterienkatalog.....	48
Tabelle 10: Vergleich von ZUI-Interaktionskonzepten .....	59
Tabelle 11: ZUI-Prinzipien und deren Einsatz.....	63
Tabelle 12: Besonderheiten der Anwendungen zur Bildersuche.....	66
Tabelle 13: Designprinzipien für interaktive Suchanwendungen .....	68
Tabelle 14: Ideen und Designskizzen zur Bildersuche .....	69
Tabelle 15: Analyse zum unendlichen ZUI-Informationsraum.....	73
Tabelle 16: Analyse zur ZUI-„Dock-Komponente“.....	75
Tabelle 17: Anforderungen der Such- und Filterkonzepte .....	76
Tabelle 18: Analyse zum hierarchischen Filterkonzept .....	80
Tabelle 19: Anforderungen zur Darstellung von Bildern.....	81
Tabelle 20: Feature-Techniken und praktische Realisierung .....	89

---

Tabelle 21: Laufzeiten für Indexierung und Distanzkalkulation.....	91
Tabelle 22: Verbesserungen der Bildersuche aufgrund Benutzertests.....	96
Tabelle 23: Benutzeraufgaben und ihre Ausprägungen.....	101
Tabelle 24: Benutzeraufgaben bei EPDM Systemen .....	115
Tabelle 25: Anforderungen an innovative EPDM UIs .....	115
Tabelle 26: Vorschläge für Visualisierungspatterns.....	127
Tabelle 27: Vorschläge für Interaktionspatterns.....	128
Tabelle 28: Patterns und Phasen des Usability Engineering Lifecycles in der Designphase (Wilkins 2003).....	152
Tabelle 29: Vergleich von Guidelines und Patterns.....	152
Tabelle 30: Anforderungen an die formale Patterndokumentation.....	162
Tabelle 31: Visuelle Elemente der Patterndokumentation.....	164
Tabelle 32: Objekte des multimedialen, interaktiven Pattern-Formats .....	165
Tabelle 33: Regeln bei der Dokumentation von Patterns (Vlissides 1995).....	168
Tabelle 34: Visualisierungs-Patterns in Forschung und Praxis .....	169
Tabelle 35: Interaktions-Patterns in Forschung und Praxis.....	169
Tabelle 36: Heuristiken für Usability Faktoren (Wilkins 2003).....	171
Tabelle 37: Gewichtung von Usability Faktoren (Wilkins 2003).....	172
Tabelle 38: Scoringtabelle (Wilkins 2003).....	172
Tabelle 39: Vorschläge für weitere Patterns aus den Fallstudien .....	179



# 1 Einleitung

*“For an interface to work well just the right things have to be visible: to indicate what parts operate and how, to indicate how the user is to interact with the device. Visibility indicates the mapping between intended actions and actual operations.”*

(Norman 1988)

## 1.1 Die Entwicklung der Benutzungsschnittstellen

Die Benutzeroberfläche hat sich mit der Entwicklung der Computergrafik zur wichtigsten Schnittstelle zwischen Benutzer und Computer entwickelt. Der wesentliche Grund dafür ist, dass das Auge eines der wichtigsten Sinnesorgane des Menschen zur Informationsverarbeitung ist und wir heute im täglichen Umfeld große Mengen an Informationen aufnehmen, interpretieren und verarbeiten müssen. Die Entwicklung der Computertechnologie und die allgegenwärtigen, umfangreichen Informationsmengen haben die Möglichkeiten und Notwendigkeiten der Benutzungsschnittstellen (von Visualisierungen bis hin zu Interaktionstechniken) des Computers revolutioniert. Gleichzeitig mit den stetig wachsenden Anforderungen an Hard- und Software entwickelten sich neben den Ein- und Ausgabegeräten wie Maus und Tastatur auch gesten-, audio- und berührungsbasierte Eingaben, so dass wir in Zukunft wohl Computer mit allen unseren Sinnesorganen steuern können. Von Lochkarten zur Eingabe und Ausgabe über die Kommandozeile bis hin zur momentanen Entwicklungsstufe der metaphernbasierten, direktmanipulativen Betriebssysteme wie Mac OSX, Windows oder Linux haben sich interaktive Benutzeroberflächen über Jahrzehnte in einem evolutionsartigen Prozess entwickelt. Dabei waren und sind vor allem die technische Machbarkeit, die Vermarktung und der praktische Betrieb die wichtigsten Rahmenbedingungen für die Auslese.



Abbildung 1: Braun T3 Taschenradio im Vergleich zur ersten Version des Apple iPod aus <http://www.zweipunktnull.org/blog/2011/04/19/apple-vs-samsung-und-wann-schaltet-sich-eigentlich-braun-ein/> (zuletzt besucht am 05.05.2011)

Interaktive Benutzeroberflächen sind in unserem täglichen Leben allgegenwärtig, ermöglichen die Durchführung vielfältiger Aufgaben, visualisieren die unterschiedlichsten Daten

und bilden somit die wichtigste Schnittstelle zwischen Mensch und Computer. Die evolutionäre Entwicklung des Computers lässt sich sehr gut anhand des Entwicklungsverlaufs der Hardware beobachten. Das Produktdesign der Firma Apple, das stark an die Designvariationen der Firma Braun erinnert, zeigt in den folgenden Abbildungen diese Entwicklungsphase auf.

Einen großen Einfluss auf die Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit von Computerschnittstellen hat seit jeher das Industriedesign. Bekannte Designer wie z.B. Jonathan Ive von Apple, dessen Ideen stark an die des Designers Dieter Rams der Firma Braun aus den 50er und 60er Jahren erinnern (Abbildung 1, Abbildung 2), beschäftigten sich nicht nur mit dem Aussehen von technischen Geräten, sondern auch mit deren Bedien- und Benutzbarkeit. Seitdem richtet sich der Fokus beim Produktdesign darauf aus, eine möglichst gute Synthese aus Form und Funktion zu finden.

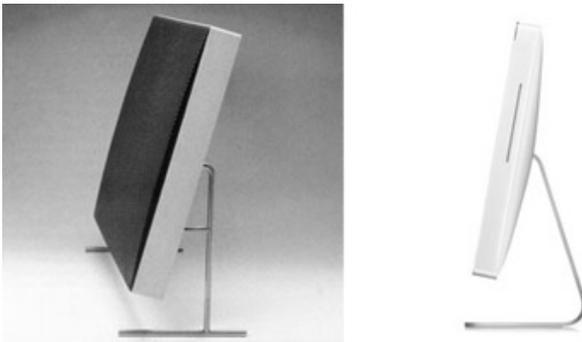


Abbildung 2: Braun LE1 Lautsprecher im Vergleich zum Apple iMac aus <http://www.zweipunktnull.org/blog/2011/04/19/apple-vs-samsung-und-wann-schaltet-sich-eigentlich-braun-ein/> (zuletzt besucht am 05.05.2011)

Die Produkte von Apple wie iMac, iPhone, iPad und iPod verkaufen sich nicht nur aufgrund ihrer Funktionalität, sondern ihr Erfolg hängt neben der Vermarktung maßgeblich vom Produktdesign ab. Dies gilt nicht nur für die Hardware, sondern auch für die Software, die auf diesen Geräten installiert ist. Das Betriebssystem Mac OS X Lion und das des iPhones von Apple integrieren zukunftsweisende Konzepte wie zoombasierte Animationen, zeitbasierte Darstellungen, neuartige Fensterverwaltungen sowie eine weitreichende Vernetzung über Anwendungen hinweg. Die Entwicklung der Benutzungsschnittstelle lässt sich anhand der visuellen und interaktiven Gestaltung der Benutzeroberfläche (im Folgenden User Interface, kurz UI genannt) verfolgen. War zunächst nur die Konsole zur einfachen Befehlseingabe per Tastatur vorhanden, so nutzen wir heute direktmanipulative Benutzungsschnittstellen, die auf mehreren Metaphern, visuellen Formalismen (Krause 1996) bzw. Blends (Dourish 2001) basieren. Softwareentwicklern mit ihren vielfältigen Berufsbildern vom Interaktionsdesigner bis zum Systemarchitekten steht heute eine Vielzahl an Gestaltungsmöglichkeiten für das UI zur Verfügung. Die aktuelle Entwicklungstendenz lässt sich also anhand des UI beobachten und führt weg von einem statischen, hin zu einem dynamischen UI, das versucht, die sozialen und kognitiven Fähigkeiten sowie die Erfahrungen des Menschen zu nutzen und aufgabenunterstützend einzusetzen.



Abbildung 3: Eines der ersten GUIs 1973 Xerox PARC aus <http://toastytech.com/guis/thumbalto1.gif> (zuletzt besucht am 05.05.2011)

Diese Dynamik bringt sich nicht nur in der Gestaltung der Hardware zum Ausdruck, sondern vor allem durch eine interaktive Gestaltung der Suche nach und Visualisierung von Informationen. Deshalb sind skalierbare Benutzungsschnittstellen (Zoomable User Interfaces, kurz auch ZUIs) eine der bedeutendsten Entwicklungen aktueller UIs. Obwohl ZUIs schon seit den 80er Jahren theoretisch und praktisch in der Forschung untersucht wurden (Collaud et al. 1996; Furnas & Bederson 1995; Perlin & Fox 1993a; Schaffer et al. 1993; Woodruff et al. 1998a, 1998b), beginnt erst jetzt deren Verbreitung und Durchsetzung in der Praxis. Im Internet existieren zahlreiche Applikationen, die ZUIs als Interaktionskonzepte einsetzen. Beispiele sind GIS-Anwendungen wie Google Earth, die seit jeher unterschiedliche Informationsebenen unterstützen müssen. Ein weiteres erwähnenswertes Beispiel ist das iPhone Betriebssystem, das die Hierarchie der Informationen (vom abstrahierten Icon bis zur Applikation bzw. multimedialen Darstellung oder Konfiguration) über ein ZUI navigierbar macht. UIs der Zukunft bestehen nicht mehr aus umschaltbaren Modi und vielen unterschiedlichen miteinander verknüpften Screens und damit einer schier unüberschaubaren Anzahl an Stati. Stattdessen bilden sie den zu bearbeitenden Informationsraum, kombiniert mit interaktiven Visualisierungstechniken, direkt ab und ordnen den Informationsobjekten die unterschiedlichen Funktionen anhand der Objektorientierung zu. Der Wechsel zwischen unterschiedlichen Stati erfolgt nicht mehr über einen abrupten Screen- und damit Kontextwechsel, sondern mittels einer kontinuierlichen Veränderung zwischen unterschiedlichen Ansichten auf den Informationsraum. Diese kontinuierliche Bewegung durch den Informationsraum scheint für Benutzer weit intuitiver zu sein, als sich per „Teleporting“ durch statische Screens zu navigieren (Bederson & Hollan 1994; Bederson et al. 2000; Pook et al. 2000). ZUIs sind eine dynamische Erweiterung von herkömmlichen UIs, die eine kontinuierliche und damit intuitivere Navigation und Suche ermöglichen sollen.



(Bérard et al. 2009) argumentieren, dass zu viele Freiheitsgrade bei der Navigation nur schwierig vom Menschen zu beherrschen sind.



Abbildung 5: Projekt Looking Glass der Firma Sun aus <http://david.huplus.com/images/ProjectLookingGlass.jpg> (zuletzt besucht am 05.05.2011)

Ein wesentlicher Bestandteil dieser zukunftsweisenden UIs ist die Zoom- und Pan- Interaktionstechnik, die ein herkömmliches UI zu einem ZUI macht. Im Folgenden betrachten wir einige Argumente, warum ZUIs die Benutzeroberflächen der Zukunft sein könnten.

Der Mensch denkt visuell und versucht sich abstrakte Informationen räumlich einzuprägen, um sich besser daran erinnern zu können (Miller 1993; Ware 2004). Diese kognitive Fähigkeit des Menschen kann durch Abbildungen, Positionen im Raum, Sortierungen oder andere visuelle Objekteigenschaften unterstützt werden. ZUIs unterstützen speziell dies durch die Navigationsmöglichkeiten des Zooming (Skalierung) und Panning (Verschiebung des sichtbaren Bereichs), die der menschlichen Bewegung im Raum entsprechen und damit auch die Navigation im virtuellen Raum vereinfachen. Die Organisation der Daten im Raum und weitere daraus entstehende Vorteile sind in (Bolt 1984) beschrieben und werden in Kapitel 2 weiter detailliert. Kontinuierliche bzw. animierte Transitionen von einem UI-Zustand in den nächsten erleichtern zudem die Orientierung des Benutzers im virtuellen Informationsraum.