



Universität des Saarlandes – FR 5.6 Informationswissenschaft

Projekt: Wissensmanagement

PD Dr. Ilse Harms

Sandra Schick und Boris Theobald

Informationsvisualisierung im Wissensmanagement



Inhalt

Einleitung	2
1. Begriffsdefinitionen	2
1.1 Definition Visualisierung	2
1.2 Definition Informationsvisualisierung	4
2. Grundlagen der Informationsvisualisierung	5
3. Das Paradigma der visuellen Datenexploration.....	7
4. Klassifikation visueller Data Mining Techniken.....	8
4.1 Datentypen	8
4.1.1 Eindimensionale Daten	10
4.1.2 Zweidimensionale Daten	14
4.1.3 Dreidimensionale Daten.....	15
4.1.4 Multidimensionale Daten.....	18
4.1.5 Text und Hypertext	24
4.1.6 Hierarchien und Graphen	25
4.1.7 Algorithmen und Software	28
4.2 Visualisierungstechniken	29
4.2.1 Standard 2D-/3D-Techniken.....	29
4.2.2 Geometrische Transformationen.....	29
4.2.3 Icon-basierte Visualisierungen.....	30
4.2.4 Pixel-Visualisierungen	31
4.2.5 Geschachtelte Visualisierungen.....	34
4.3 Interaktions- und Verzerrungstechniken	36
4.3.1 Interaktive Verzerrung.....	36
4.3.2 Interaktives Zooming.....	37
4.3.3 Interaktive Filterung	39
4.3.4 Interaktives Linking and Brushing.....	40
5. Informationsvisualisierung in Unternehmen	42
6. Informationsvisualisierung im Wissensmanagement	43
7. Kritik	45
8. Literaturverzeichnis	46
8.1. Online Quellen:	48
8.2 Verzeichnis der Online-Demos	50



„Visualisierung entspricht der Neigung der menschlichen Spezies und unserer Kultur, visuelle Repräsentationsformen zu bevorzugen.[...] Nur ca. 13% der Information werden mit dem Gehör und 12% mit Hilfe anderer Sinnesorgane aufgenommen.“ (Däbler, Rolf)

Einleitung

Im Rahmen dieser Arbeit soll der Bereich der Informationsvisualisierung dargestellt werden. Dazu werden zunächst mit dem Paradigma der visuellen Datenexploration und der Klassifikation visueller Data Mining Techniken zwei theoretischen Ansätze vorgestellt. Im Anschluss erläutert ein praxisorientierten Teil der Arbeit Visualisierungstechniken und -methoden aus den verschiedensten Bereichen. Abschließend soll ein Erklärungsversuch gestartet werden, um zu erläutern, in wie weit Informationsvisualisierung einen sinnvollen Beitrag für das Wissensmanagement darstellt und in welchen Unternehmensbereichen Informationsvisualisierung Anwendung finden kann.

1. Begriffsdefinitionen

1.1 Definition Visualisierung

Um den Begriff Informationsvisualisierung beschreiben zu können soll an dieser Stelle zunächst allgemein auf den Begriff Visualisierung eingegangen werden. Unter Visualisierung kann man „den Prozess und das Ergebnis einer Darstellung oder Repräsentation von Informationen verstehen, die mit dem Auge wahrgenommen werden kann“.¹ Visualisierung ist demnach eine Darstellungsweise, mit der Objekte dem optischen Wahrnehmungsapparat zugänglich gemacht werden. Die dargestellten Objekte können z.B. Prozesse, Ziele oder Entscheidungen sein. Die

¹ vgl. Özcan, Hizir (2001): „Visuelles Informations- und Kommunikationssystem“, S. 64



Visualisierung bereitet die den Objekten zu Grunde liegenden Daten, Informationen und Sachverhalte so auf, dass sie für den Rezipienten anschaulich und verständlich sind.

Die Visualisierung ist aber auch ein Ausdruck des menschlichen Vermögens ca. 75% der Information aus visuellen Eindrücken der Realwelt aufzunehmen. Nur ungefähr 13% der Information werden mit dem Gehör und 12% mit Hilfe der anderen Sinnesorgane aufgenommen. Visualisierung entspricht daher der Neigung der menschlichen Spezies und unserer Kultur, visuelle Repräsentationsformen zu bevorzugen.²

Demnach ist die Visualisierung eine besonders geeignete Methode zur Informationsvermittlung. Sie erleichtert dem Rezipienten die Aufnahme und Verarbeitung der Information und damit auch die Gewinnung von Wissen. Darüber hinaus gelingt es mit keiner anderen Darstellungsart, so viele verschiedene Aspekte und Beziehungen eines Sachverhaltes auf einen Blick sichtbar zu machen.³

Däßler (1999) formuliert drei elementare Aufgaben der Visualisierung, die unabhängig vom Anwendungszweck und der Präsentationsform sind:

1. Die Veranschaulichung und gegebenenfalls Vereinfachung von komplexen Prozessabläufen und Objektbeziehungen anhand von Symbolen, Diagrammen oder Animationen
2. Die Vereinfachung des Zugangs zu Massendaten, z.B. durch Klassifikation und Datenstrukturierung
3. Unterstützung bei der Analyse und Interpretation von Daten, z.B. Sichtbarmachung verborgener Trends, sowie Erleichterung der Mustererkennung

² vgl. Däßler, Rolf (1999): „Informationsvisualisierung – Stand, Kritik und Perspektiven“, S. 2

³ vgl. Däßler, Rolf (1999): „Informationsvisualisierung – Stand, Kritik und Perspektiven“, S. 2



1.2 Definition Informationsvisualisierung

Eine der ältesten Definitionen des Begriffs Informationsvisualisierung (engl.: information visualization) prägte im besonderen das Forscherteam von Xerox PARC (Palo Alto Research Center). Diese Entwicklergruppe begann Ende der achtziger Jahre an einem Projekt namens „information visualizer“ zu arbeiten und beschäftigte sich als eine der ersten mit dem Begriff der Informationsvisualisierung.

Sie definierten Informationsvisualisierung wie folgt:

„Information Visualization is the use of computer-supported interactive visual representation of abstract data to amplify cognition. Whereas scientific visualization usually starts with a natural physical representation, Information Visualization applies visual processing to abstract information.“⁴

Informationsvisualisierung wird demnach als eine computergestützte, visuelle Repräsentation von Daten angesehen, die zum Ziel hat, die kognitive Verarbeitung zu erleichtern. Während die wissenschaftliche Visualisierung sich mit der Repräsentation physischer Daten beschäftigt, zielt die Informationsvisualisierung jedoch vor allem darauf, abstrakte Daten darzustellen.

Die Definition von Xerox PARC wird heute noch vielfach in der gängigen Literatur zitiert, die sich mit Informationsvisualisierung beschäftigt. Viele Autoren haben diese Definition übernommen bzw. übersetzt.

Dies zeigt auch die nachfolgende Definition, die auf der Internetseite des Projektes „KOAN“ von der Universität Rostock zu finden ist:

„Informationsvisualisierung ist die Anwendung von Darstellungstechniken zur Schaffung visueller Repräsentationen abstrakter Daten. Dies erfordert die Abbildung des multidimensionalen Informationsraumes auf einen anschaulichen (zumeist dreidimensionalen) Darstellungsraum, um die Beziehungen zwischen den Informationsobjekten (Informationsstruktur) und die Informationsinhalte selbst zu veranschaulichen.“⁵

⁴ vgl. XEROX Parc (2002) „Projects: Information Interfaces“

⁵ vgl. „KOAN“ (Kontextuelle Informationsvisualisierung), Projekt Universität Rostock



Im ersten Satz dieser Definition ist die Übereinstimmung mit der Sichtweise von Xerox PARC deutlich zu erkennen. Auf die Zusammenhänge der Umwandlung von multidimensionalen Daten in den dreidimensionalen Darstellungsraum soll im Kapitel 4.1.4 dieser Arbeit genauer eingegangen werden.

Eine weitere Definition der Informationsvisualisierung hat Rolf Däßler (1999) formuliert: „Unter Informationsvisualisierung werden alle Konzepte, Methoden und Tools zur visuellen Darstellung von Informationen aus Datenbanken, digitalen Bibliotheken oder anderen großen Dokumentsammlungen zusammengefasst.“⁶

Diese Definition ist recht schlicht und allgemein formuliert. Däßler bemüht sich darin, den Begriff „abstrakte Daten“ zu umgehen, indem er konkrete Bereiche anspricht, aus denen zu visualisierende Daten stammen können. Außerdem versteht er unter Informationsvisualisierung eher eine Sammlung von „Konzepten, Methoden und Tools“, während die Definition von Xerox PARC prozessorientierter zu sein scheint, da sie den „Gebrauch“ (the use) von „computerunterstützten Repräsentationsformen“ in den Mittelpunkt stellt.

In den weiteren Ausführungen erwähnt Däßler jedoch, dass Informationsvisualisierung die computergestützte Aufbereitung abstrakter Informationen beinhaltet; mit dem Ziel, den kognitiven Zugang zu elektronisch gespeicherten Daten zu erleichtern. Diese Erläuterungen zeigen wiederum deutliche Parallelen zu Xerox PARC.

2. Grundlagen der Informationsvisualisierung

An vielen Stellen wird erwähnt, dass es aufgrund des stetigen Zuwachses von Datenmengen im Internet und in anderen globalen und lokalen Netzwerken von besonderer Bedeutung ist, dem User ein zielgerichtetes Auffinden von Informationen zu ermöglichen. In diesem Zusammenhang ist es jedoch wichtig, dass der Suchende jederzeit den Überblick über den Datenbestand behält. Gerade bei großen Datenmengen ist es allerdings schwierig, einerseits die Sicht auf Detailinformationen

⁶ vgl. Däßler, Rolf (1999): „Informationsvisualisierung – Stand, Kritik und Perspektiven“, S. 3



zu ermöglichen und andererseits einen globalen Überblick zu gewährleisten. Däßler sieht genau im Ermöglichen dieser Kombination eine zentrale Aufgabe der Informationsvisualisierung in Verknüpfung mit dem Data Mining.

Bereits 1994 wurde im Rahmen einer der ersten Konferenzen über Informationsvisualisierung thematisiert, in wie weit, Fortschritte auf dem Gebiet der Computergrafik für Aufgaben des Information Retrieval genutzt werden können.⁷ Auch heute konzentrieren sich viele Forschungsansätze der Informationsvisualisierung auf diesen Bereich.

Neben der allgemeinen Funktion für das Information Retrieval hat die Informationsvisualisierung aber auch noch andere Aufgaben und Funktionen:

1. Die Vereinfachung komplexer Zusammenhänge zwischen Objekten und Attributen
2. Das Handling großer Informationsmengen
3. Das Visualisieren verdeckter Trends und Muster für Entscheidungsfindungsprozesse
4. Das Ermöglichen von „Multiple Views“, d.h. verschiedene Sichten auf identische Datenbestände
5. Die Darstellung verschiedener Informationen im gleichen Kontext. Erkennen von Relationen, Strukturen oder Trends in unstrukturiert erscheinenden Informationsmengen⁸

Informationsvisualisierung hat also eine ganze Reihe von Zielen und Aufgaben. Versucht man diese alle unter einem einzigen Punkt zusammenzufassen, so könnte man sagen, dass das zentrale Ziel des Visualisierungsprozesses darin besteht, dem Nutzer den Umgang mit großen Datenbeständen zu erleichtern.

⁷ vgl. Däßler, Rolf (1999): „Informationsvisualisierung – Stand, Kritik und Perspektiven“, S. 3

⁸ vgl. Däßler, Rolf (1999): „Textmining“, S. 5



3. Das Paradigma der visuellen Datenexploration

Visualisierungstechniken folgen zwar den unterschiedlichsten Designrichtlinien. Um effektive Datenexploration und die Manipulierbarkeit in grafischen Interfaces zu erreichen, folgen sie jedoch alle mehr oder weniger einem grundlegenden Prinzip, dem Paradigma der visuellen Datenexploration. Es untergliedert die visuelle Datenexploration in drei Stufen: „Overview first, zoom and filter, then details-on-demand“. ⁹

Der Benutzer soll sich zunächst einen groben Überblick über den kompletten Datensatz verschaffen, um für ihn interessante Muster erkennen zu können (Overview). Anhand von Zoom- und Auswahltechniken sollen diese zwecks genauerer Untersuchung detaillierter dargestellt werden können (Zoom and filter). Schließlich lassen sich die Details der interessierenden Daten abrufen (details-on-demand), um interessante Muster genauer analysieren zu können.

Ein Benutzer soll zum Beispiel in einer Karte der USA schnell und ohne Umwege eine von 1000 angezeigten Städten anwählen und touristische Informationen darüber erhalten können. Kennt der Nutzer den Namen einer Stadt, aber nicht deren geografische Lage, könnte z.B. eine alphabetische Liste mit Scroll-Funktion helfen.

Visuelle Darstellungen werden noch attraktiver, wenn sie ein „dynamisches Feedback zur Kenntlichmachung von Veränderungen“¹⁰ zur Verfügung stellen, wie z.B. in einer Wetterkarte. Betrachtet der Benutzer eine Teilmenge in erhöhtem Detaillierungsgrad, ist es zudem wichtig, den „Überblick über die Daten beizubehalten“, z.B. durch „eine interaktive Verzerrung der visuellen Überblicksdarstellung bezüglich der Foki“. ¹¹

⁹ vgl. Shneiderman, Ben (1999): „The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations“, S. 2

¹⁰ Shneiderman, Ben: „The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations“, S. 1

¹¹ Keim, Daniel A. (2002): „Datenvisualisierung und Data Mining“, S. 2



4. Klassifikation visueller Data Mining Techniken

In allen Stufen der visuellen Datenexploration helfen diverse Visualisierungstechniken dem Benutzer, Muster in den Daten zu erkennen, um interessante Teilmengen auszuwählen.

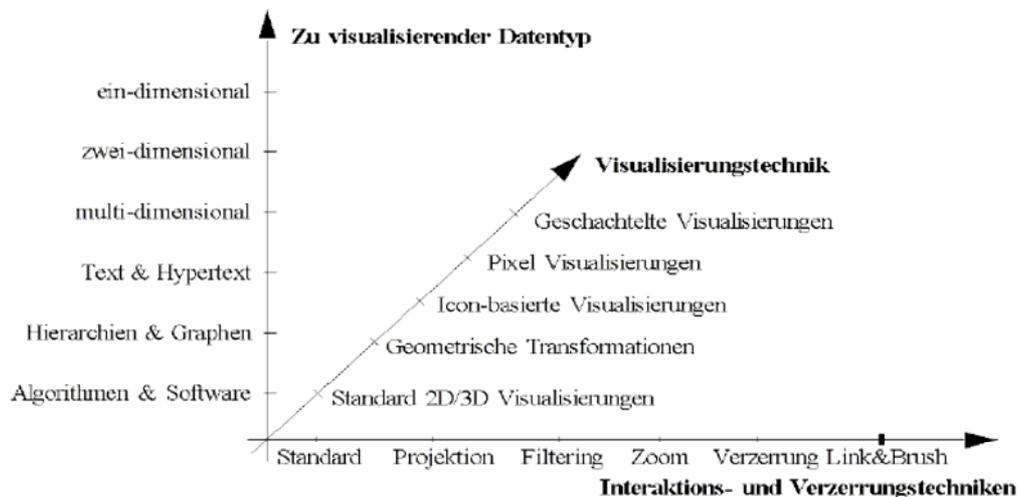


Abb.1: Klassifikation visueller Data Mining Techniken
aus Keim, Daniel A. (2002): „Datenvisualisierung und Data Mining“, S.3

Welche Technik dabei angewendet wird, hängt u.a. von dem darzustellenden Datentyp ab. Innerhalb der verschiedenen Techniken finden diverse Interaktions- und Verzerrungstechniken Anwendung.

Da die drei Achsen „Datentyp“, „Visualisierungstechnik“ und „Interaktions- und Verzerrungstechniken“ orthogonal zueinander stehen, ist für jede Datenmenge eine beliebige Kombination aus Techniken mehr oder weniger geeignet anwendbar.

4.1 Datentypen

Es lassen sich sieben abstrakte Datentypen voneinander unterscheiden: Eindimensionale, zweidimensionale und multidimensionale Daten, Text und Hypertext, Hierarchien und Graphen sowie Algorithmen und Software (siehe Abb.1). Dabei konzentriert sich die Informationsvisualisierung „auf Daten, die keine 2D- oder



3D-Semantik beinhalten und damit keine Standardabbildung auf die zweidimensionale Darstellung des Bildschirms besitzen.“¹²

Die Anzahl der Dimensionen ist die Zahl der kontinuierlichen Attribute eines Datensatzes. Typische Attribute sind z.B. Zeit oder geografische Koordinaten. Ein betrachteter Datensatz entspricht einer Beobachtung wie z.B. einer Messung bei einem physikalischen Experiment oder einer Transaktion in einem E-Commerce-System und besitzt jeweils eine feste Anzahl von Attributen.¹³

Der Benutzer will grundlegend aus einem Datensatz alle Elemente isolieren können, die einem bestimmten Satz von Attributen entsprechen, wie z.B. das Auffinden aller Untergruppierungen in einer Unternehmensstruktur, deren Budget 500.000 \$ übersteigt.¹⁴

Die Klassifizierung der Daten als einer der sieben Typen kann nach einer „Task By Data Type Taxonomy“ erfolgen, die den einzelnen Datentypen typische Aufgaben zuteilt. Die grundlegenden Aufgaben sind außer den Grundfunktionen Overview, Zoom and filter und Details-on-demand (s.o.) :

1. *Relate*: veranschaulicht Beziehungen zwischen Objekten
2. *History*: zeichnet den Verlauf der ausgeführten Aktionen auf. Somit wird eine „Rückgängig-Funktion“ unterstützt, aber auch Wiederholungsfunktionen, da Datenmanipulation oft in vielen Schritten erfolgt, deren Rückverfolgung wichtig ist.
3. *Extract*: erlaubt Extraktion von Subkollektionen, wenn gewünschte Objekte oder Objektsätze gefunden wurden. Diese können somit z.B. auf Datenträgern gespeichert oder in statistische Übersichten eingefügt werden.

Anhand dieser grundlegenden Aufgaben können Datentypen über die Anzahl kontinuierlicher Attribute hinaus nach Problemen organisiert werden, welche der Nutzer zu lösen versucht. Bestimmte Attribute wie Zeit oder geografische Koordinaten haben eine besondere Bedeutung und werden darum in der Regel auch besonders

¹² Keim, Daniel A. (2002): „Datenvisualisierung und Data Mining“, S. 2 f.

¹³ vgl. Keim, Daniel A. (2002): „Datenvisualisierung und Data Mining“, S. 4

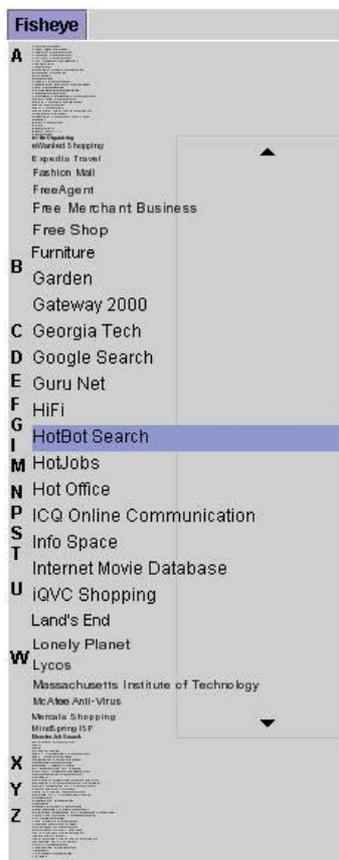
¹⁴ vgl. Shneiderman, Ben (1999): : “The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations”, S. 2



behandelt. Während hinsichtlich der Zeit z.B. Reihenfolge- und Überlappungsbeziehungen von besonderem Interesse sein können, konzentrieren sich geografische Daten vor allem auf das Empfinden von räumlicher Nähe. Durch die „Task By Data Type Taxonomy“ können trotz des hohen Abstraktionsgrades der betrachteten Grundaufgaben und –probleme Prototypen von Daten aussortiert werden.

4.1.1 Eindimensionale Daten

Eindimensionale Daten, auch „Linear Data Types“ genannt, besitzen lediglich ein kontinuierliches Attribut, nach dem sie sequentiell angeordnet sind. Das bedeutet jedoch nicht, dass sie nur ein Attribut besitzen. So könnte z.B. eine Liste mit Städten durch zahlreiche Attribute wie Anzahl der Krankenhäuser, Defizite im kommunalen



Haushalt oder Einwohnerzahl beschrieben werden. Ist diese Liste aber sequentiell alphabetisch geordnet, ist nur das Attribut „Anfangsbuchstabe“ von Interesse. „München“ käme z.B. vor „Saarbrücken“, auch wenn die Einwohnerzahl Münchens die von Saarbrücken übersteigt.

Beispiele für eindimensionale Datensätze sind Textdokumente, Programmquellcodes und alphabetische Namenslisten. Häufige Nutzeraufgaben sind z.B., die Anzahl der Objekte herauszufinden oder Objekte mit speziellen Attributen (wie alle Zeilen eines Dokuments, die Überschriften darstellen, alle Leute aus einer Liste, die jünger als 18 Jahre sind) oder ein Objekt mit all seinen Attributen anzuzeigen.¹⁵

Typische Anwendungen, um bei eindimensionalen Datensätzen aus einer Liste auszuwählen, sind Scrollbars, Pfeile und hierarchische Organisationen (beim Anklicken eines

Abb.2: Fisheye-Menü aus Bedersson, Ben: „Fisheye Menus“

siehe auch Online-Demo 1

¹⁵ vgl. Shneiderman, Ben (1999): : “The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations”, S. 2



Buchstabens erscheinen alle Objekte, deren Namen mit diesem beginnen). Um jedoch dem Umstand Rechnung zu tragen, dass nur eine begrenzte Anzahl von Zeilen auf einem Bildschirm darzustellen ist, nehmen Techniken wie Fisheye-Menüs (Abb.2) Komprimierungen vor, bei denen alle Objekte sichtbar bleiben. Sie zeigen die derzeit ausgewählte Zeile im Fokus und die übrigen Daten mit zunehmender optischer Komprimierung am Rand. So bleibt stets ein grober Überblick über die Datenmenge erhalten und eine Einordnung der betrachteten Daten in ihrem Umfeld ist möglich. Für eine gerichtete Suche (der Nutzer weiß, wonach er sucht) soll das Fisheye-Menü annähernd so effektiv sein wie eine hierarchische Organisation, jedoch besser geeignet zum Browsen.¹⁶

Techniken wie FishEye, die detaillierte Informationen im Fokusbereich und weniger Informationen im umgebenden Kontext anzeigen, bezeichnet man als „Bifocal Displays“.

Als Spezialfall von eindimensionalen Daten werden temporale Daten angesehen. Es handelt sich dabei um zeitabhängige Daten, bei denen jedem Zeitpunkt mehrere Datenwerte zugeordnet werden können. Im Gegensatz zu gewöhnlichen eindimensionalen Daten haben sie aber einen Anfangs- und einen Endzeitpunkt und können überlappen. Häufige Aufgaben sind es, alle Ereignisse vor, während oder nach einem bestimmten Zeitpunkt zu finden.¹⁷

Temporale Daten werden u.a. in historischen Projektionen, im Projektmanagement oder bei medizinischen Aufzeichnungen visualisiert.

In dem Projektmanagement-Tool „PerspectiveWall“ (Abb. 3) wird z.B. die Zeit als horizontale x-Achse dargestellt. In Reihen und Spalten werden entsprechend normaler Lesegewohnheiten Projekte dargestellt, die sich zeitlich überlappen können, wobei in Richtung der y-Achse weitere Objektattribute dargestellt werden. Die Fläche links und rechts des Fokus wird nach hinten weggeklappt und erscheint perspektivisch verkürzt. Die dortige marginale Information ist weniger detailliert erkennbar als

¹⁶ vgl. Bederson, Ben: „Fisheye Menus“

¹⁷ vgl. Shneiderman, Ben (1999): : “The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations”, S.3



Sandra Schick/Boris Theobald: Informationsvisualisierung im WM

die im Vordergrund, lässt aber weiterhin die Beziehung auch weiter entfernter Objekte untereinander erkennen. Durch Anklicken eines Objektes rückt dieses in den Vordergrund; die restlichen Informationen verschieben sich entsprechend.¹⁸

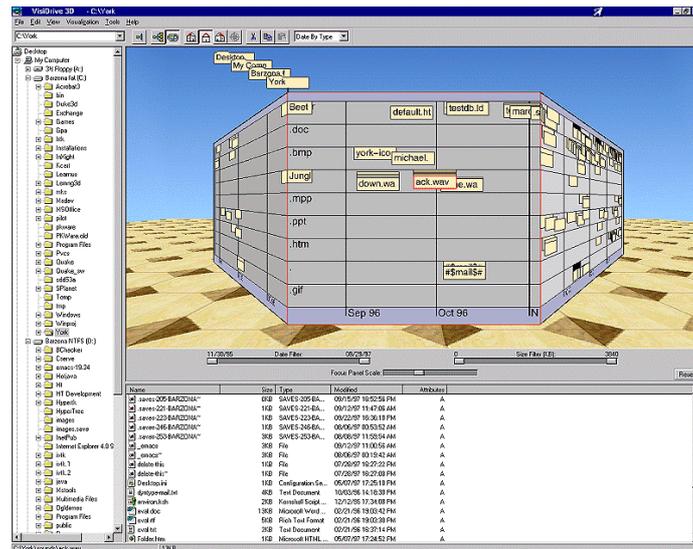


Abb.3: Perspective Wall aus "Perspective Wall"

Ein weiteres Beispiel ist die ThemeRiver-Visualisierungstechnik (Abb. 4), die thematische Veränderungen in großen Mengen von Textdokumenten über die Zeit darstellt.

In dem von links nach rechts entlang einer Zeitachse fließenden Fluss werden thematische Segmente durch einzelne Farben dargestellt. Deren Breite verändert sich, wenn ein Thema in der Nachrichtenlandschaft an Bedeutung gewinnt oder verliert.

Im Beispiel sind Nachrichtenmeldungen der Agentur Associated Press von Juni bis Juli 1990 visualisiert. Wichtige Ereignisse wie das schwere Erdbeben in Peru oder das Gipfeltreffen zwischen Bush und Gorbatschow stechen grafischen hervor.¹⁹

¹⁸ vgl. „Perspective Wall“, Projekt an der Australian National University

¹⁹ vgl. Keim, Daniel A. (2002): „Datenvisualisierung und Data Mining“, S. 5

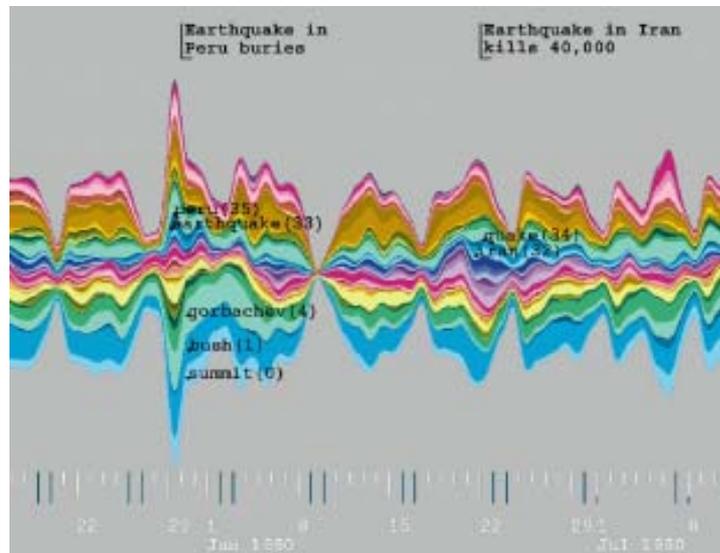


Abb.4: Die ThemeRiver-Visualisierungstechnik aus Keim, Daniel A. (2002), S. 5

Das Beispiel „LifeLines“ (Abb.5) entstand ursprünglich, um Akten zur Jugendkriminalität im US-Bundesstaat Maryland zu visualisieren, wurde aber, wie in Abb. 5 zu sehen, auf medizinische Akten übertragen.

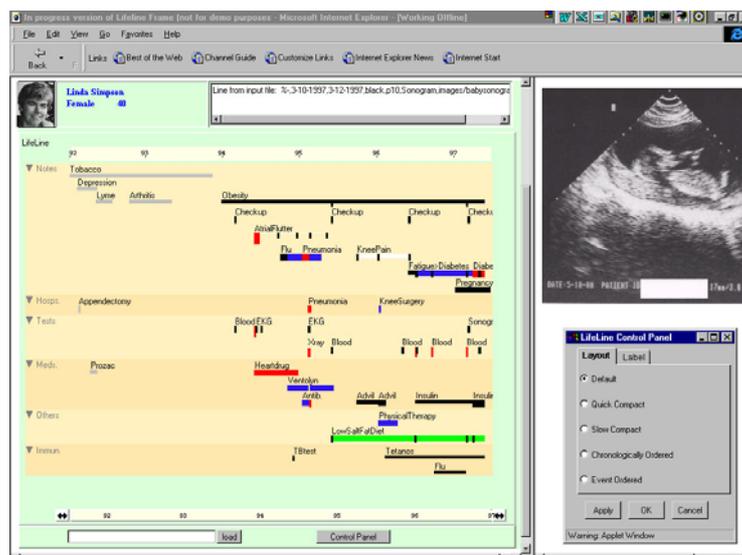


Abb.5: LifeLines aus Plaisant, Catherine et al., siehe auch Online-Demo 2

Erneut repräsentiert die x-Achse die Zeit, die vertikale Achse medizinische Attributfelder wie Krankenhausaufenthalte, verschriebene Medikamente oder Untersu-



chungen. Die Daten im Gesamtüberblick (Overview) können per Mausklick manipuliert werden, indem z.B. einzelne Attributfelder aktiviert oder deaktiviert werden oder eine interessante Zeitspanne detaillierter angezeigt wird (Zoom and filter). Per Mausklick werden die angezeigten Diagnosen, Untersuchungen usw. im Einzelnen komplett verfügbar gemacht (details-on-demand). Eine wichtige Benutzeraufgabe ist hier „Relate“, da Medikationen mit Diagnosen, Klinikaufenthalte mit Untersuchungen usw. in Verbindung gebracht werden müssen.

4.1.2 Zweidimensionale Daten

Die beiden kontinuierlichen Attribute zweidimensionaler Daten beschreiben die Lage eines jeden Punktes auf einer Fläche. Ein klassisches Beispiel stellen geografische Karten dar oder z.B. Zeitungslayouts. Oft werden mehrere Schichten, jede davon in 2-D, übereinander gelegt. Jedes Objekt der Datensammlung deckt einen Teil der Gesamtfläche ab.

Auf den ersten Blick erscheint die Visualisierung zweidimensionaler Daten recht einfach zu sein. Wegen hoher Datenmengen kommt es jedoch häufig zu Überlappungen, die das Verständnis behindern. Eigenschaften der dargestellten Objekte wie Größe, Farbe und Durchsichtigkeit werden als Orientierungshilfen eingesetzt. Der Nutzer möchte außer Standardaufgaben wie Zählen, Filtern und Detailansichten von Objekten häufig auch Nachbarschaftsbeziehungen, Verschachtelungen und Wege zwischen den einzelnen Objekten herausstellen können.²⁰

Zahlreiche Beispiele liefern Geografische Informationssysteme (GIS), unter deren Oberbegriff eine große Anzahl kommerziell und in der Forschung genutzter Systeme fallen. Ein Beispiel hierfür ist NATHAN (Abb. 6), das Natural Hazards Assessment Network der Münchener Rück. Diese Onlineanwendung stellt weltweit das jeweils ortsbezogene Gefahrenpotenzial von Naturkatastrophen dar.

²⁰ vgl. Shneiderman, Ben (1999): : “The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations”, S. 2 f.

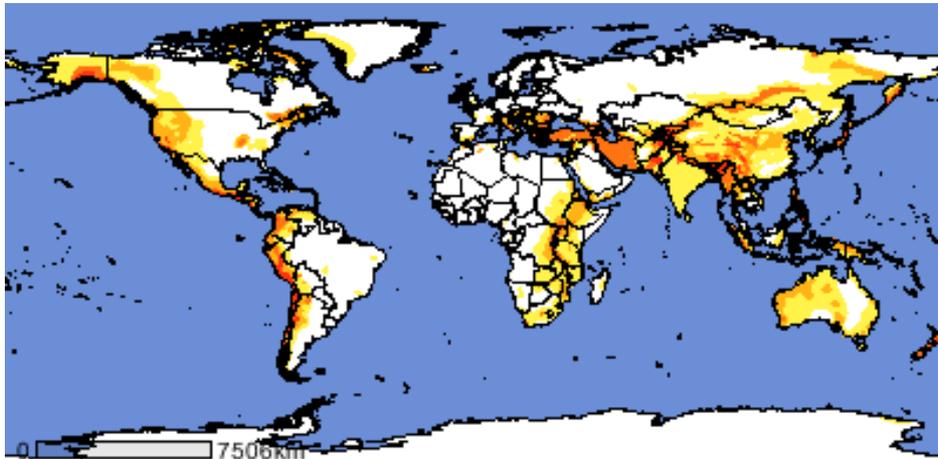


Abb.6: Die NATHAN-Weltübersichtskarte aus NATHAN

siehe auch Online-Demo 3

Mit Hilfe dieser Risikoeinschätzung werden versicherungstechnische Leistungen gestaltet, aber auch Entscheidungen zur ganzheitlichen Bewertung von Standorten unterstützt.²¹ Es ist sowohl möglich, für einen auszuwählenden größeren oder beliebig eng gefassteren geografischen Raum verschiedene Gefährdungen in farblich gekennzeichneten Gradmaßen darstellen zu lassen (zoom and filter), aber auch alle Gefährdungen an einem spezifischen Ort detailliert zu erfahren (details-on-demand).

4.1.3 Dreidimensionale Daten

Darstellungen von Objekten aus der realen Welt beinhalten dreidimensionale Datensätze. Dabei können auch normalerweise nicht sichtbare oder schwierig sichtbar zu machende Strukturen visualisiert werden. Unter anderem werden in der Produktentwicklung von Verbrennungsmotoren anhand dreidimensionaler Computergrafiken Innenströmungen des Motors visualisiert. Dies ermöglicht eine Senkung der Entwicklungskosten, da die Daten bereits in einem extrem frühen Entwicklungsstadium eingesetzt werden können. Im Chemieunterricht an Gymnasien wird die Chlorknallgasreaktion verständlich gemacht, indem die an der Reaktion teilnehmenden Moleküle in einer Grafik sichtbar dargestellt werden.

²¹ vgl. NATHAN (Natural Hazards Assessment Network), Online Demo 3



Dreidimensionale Daten haben ein Volumen und oft komplexe Beziehungen zu anderen Objekten. Diese Beziehungen werden z.B. von computergestützten Designsystemen für Architekten berücksichtigt. In dreidimensionalen Szenen sind Anwender mit dem Verständnisproblem der eigenen Position und Orientierung sowie dem Abdeckungsproblem konfrontiert.²² Anwendungen zur Erzeugung dreidimensionaler Szenarien wie die Dokumentbeschreibungssprache VRML lassen den Benutzer zugleich selbst in der virtuellen Welt navigieren und erlauben perspektivische Unterschiede zwischen immersiven (Abb.7) und nicht immersiven Situationen (Abb.8).

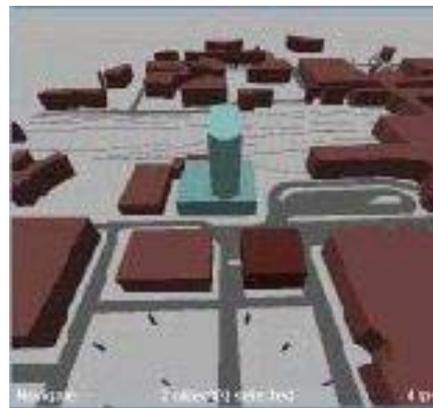


Abb.7: Nicht-immersive Szene aus Thielen, Thorsten (2001)

Bei einer immersiven Szene hat der Nutzer das Gefühl, sich in der Umgebung selbst zu befinden. Er nimmt sie aus der Ich-Perspektive wahr. Im Gegensatz zur nicht-immersiven Darstellung wird deutlich, welche generierten Objekte sich durch andere Objekte in einer bestimmten Perspektive verdecken oder sichtbar bleiben.

Die gleiche Szene in einer nicht-immersiven Darstellung verschafft einen größeren Überblick, ohne das Verdeckungsproblem in der realen Welt erkennen zu lassen.

²² vgl. Shneiderman, Ben (1999): "The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations", S. 3



Sandra Schick/Boris Theobald: Informationsvisualisierung im WM



Abb.8: immersive Szene aus Thielen, Thorsten (2001)

In der Medizin existiert z.B. das Projekt „Visible Human“ (Abb.9). Der Nutzer erhält den Gesamtüberblick sowohl in textueller als auch in grafischer Form, bevor in einem Interface für Volumenexploration alle interessierenden Bilder von einer Datenbank aus sichtbar gemacht werden können.²³ Es steht eine komplette, anatomisch detaillierte, dreidimensionale Repräsentation des normalen menschlichen Körpers, deren Informationen z.B. mittels Computertomografien gewonnen wurden.

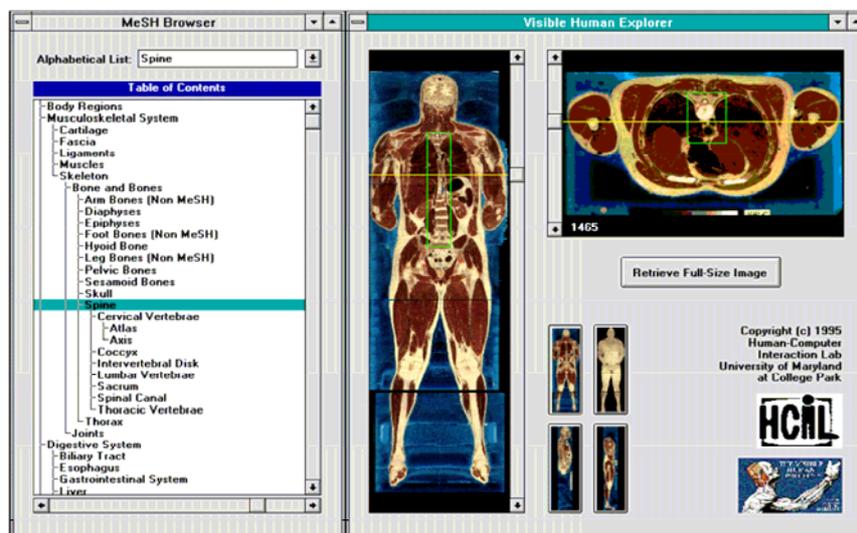


Abb.9: Der Visible Human-Explorer aus North, Chris et al.: „Visual Information Seeking in Digital Image Libraries: The Visible Human Explorer“

²³ vgl. North, Chris et al.: „Visual Information Seeking in Digital Image Libraries: The Visible Human Explorer“



4.1.4 Multidimensionale Daten

Besitzen Daten mehr als drei kontinuierliche Attribute, so können sie nicht mehr „mittels einfacher 2D- oder 3D-Darstellungen visualisiert werden“.²⁴ In vielen relationalen und statistischen Datenbanken haben multidimensionale Daten beliebig viele, also n Attribute. Sie werden als Punkte in einem n -dimensionalen Raum visualisiert. Ein typisches Beispiel für multidimensionale Daten sind Tabellen in relationalen Datenbanken, die oft mehrere hundert oder sogar mehrere tausend Attribute besitzen. Typische Aufgaben für den Nutzer sind es u.a. Muster oder Cluster, Beziehungen zwischen Paaren von Variablen, Lücken und Ausreißer zu finden.²⁵

Da in den meisten Fällen keine einfache Abbildung dieser Attribute auf zweidimensionaler Ebene möglich ist, werden neuartige Methoden wie z.B. die Technik der Parallelen Koordinaten für ihre Darstellung benötigt. Die Vorteile dieser Technik lassen sich anhand von 2D- und 3D-Streudiagrammen herleiten.

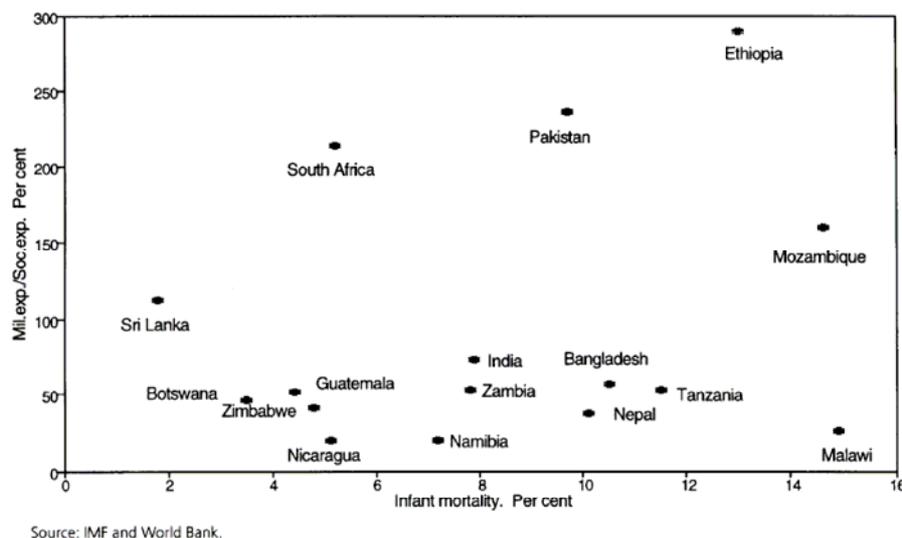


Abb.10: 2D-Streudiagramm I aus Uebe, Götz: „Streudiagramm“

Ein 2D-Streudiagramm ermöglicht die Darstellung beobachteter Wertepaare zweier statistischer Merkmale, ist also zunächst die Visualisierung zweidimensionaler Daten anhand einer geografischen Transformation. In Abb.10 zeigt ein 2D-Streudiagramm für eine Auswahl von Ländern die Beziehung zwischen dem Verhältnis militärischer

²⁴ Keim, Daniel A. (2002): „Datensvisualisierung und Data Mining“, S. 5

²⁵ vgl. Shneiderman, Ben (1999): : “The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations”, S. 3



Ausgaben zu sozialen Ausgaben und der Säuglingssterblichkeit. Mit hohen Werten an beiden Achsen ist Äthiopien (Ethiopia) als Ausreißer zu erkennen.

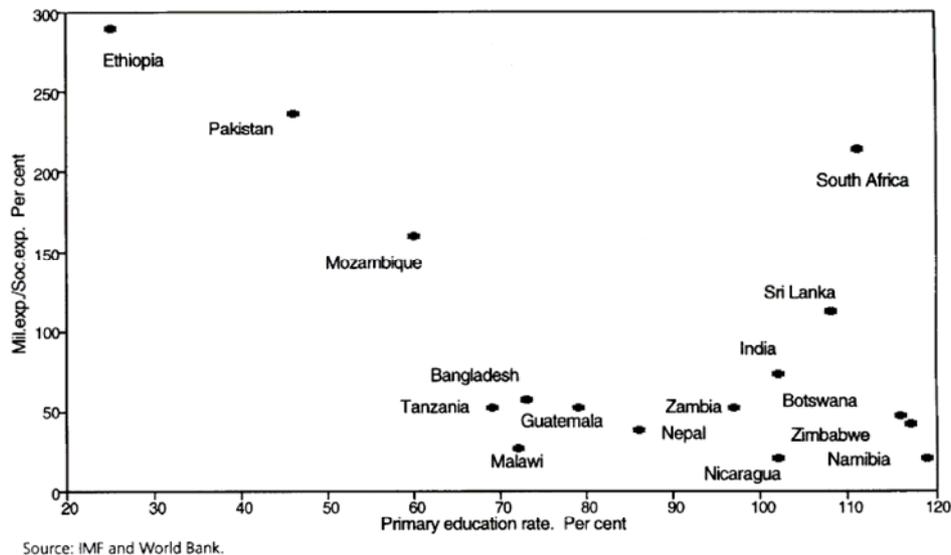


Abb.11: 2D-Streudiagramm II aus Uebe, Götz: „Streudiagramm“

Abb.11 zeigt an der vertikalen Achse erneut das Verhältnis militärischer zu sozialen Ausgaben, jedoch als Wertepaar zusammen mit der Bildungsrate der betrachteten Länder. Auch in dieser Darstellung von Daten mit zwei kontinuierlichen Attributen ist Äthiopien mit hohem Wert für Militärausgaben im Verhältnis zu Sozialausgaben und niedrigem Wert in der Bildungsrate als Ausreißer deutlich zu erkennen. In jedem 2D- Streudiagramm können nur jeweils zwei statistische Merkmale dargestellt und miteinander in Verbindung gebracht werden. Alle drei in diesen Beispielen betrachteten Attribute könnten als weiterer Schritt in einem 3D-Streudiagramm gegenübergestellt werden. Auch hier wäre Äthiopien mit maximalen bzw. minimalen Werten als Ausreißer aus den anderen Ländern, die zusammen eine Punktwolke bilden würden, zu erkennen. Ein Streudiagramm kann auch multidimensionale Daten darstellen, indem jede weitere darzustellende Dimension mittels eines Schiebereglers gesteuert wird.²⁶ Je mehr Dimensionen jedoch betrachtet werden, desto schwerer wiegt das Problem der Desorientierung des Nutzers, insbesondere, wenn sich dessen Gesichtspunkt inmitten eines Clusters von Punkten befindet. Vor allem wenn nahe Punkte größer dargestellt werden als entfernte besteht das Problem der

²⁶ vgl. Shneiderman, Ben (1999): : “The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations”, S. 3



Verdeckung. Die Technik der Parallelen Koordinaten (Abb.12) vereinfacht die Darstellung n-dimensionaler Datensätze, verlangt dem Nutzer zum Verständnis aber eine gewisse Übung ab.

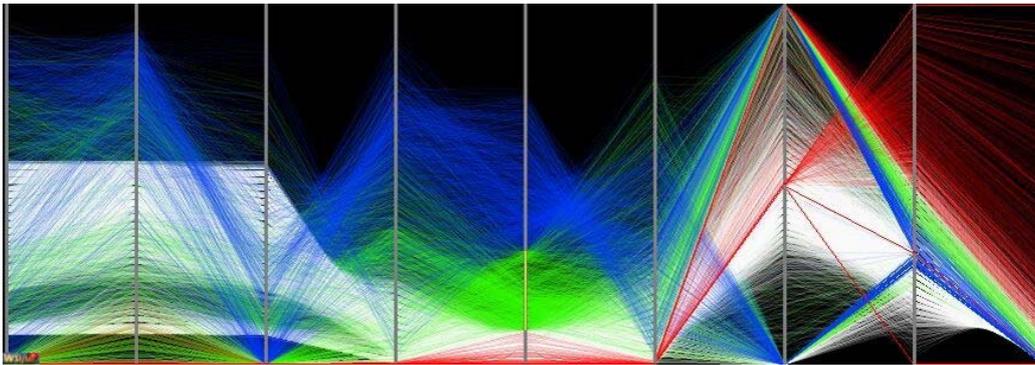


Abb.12: Parallele Koordinaten aus Bartz, Dirk (2005)

Im Gegensatz zum kartesischen Koordinatensystem der Streudiagramme, bei denen die Achsen für einzelne Dimensionen rechtwinklig zueinander stehen, werden die Achsen vertikal parallel zueinander dargestellt. Jede Dimension erhält eine eigene Achse. Jeder darzustellende Punkt wird auf seiner jeweiligen Achse aufgetragen, jede „linear skaliert vom Minimum bis zum Maximum der auftretenden Datensätze der Dimension“.²⁷ Die Punkte werden anschließend miteinander verbunden, wodurch jeder Datensatz durch eine polygonale Linie als solcher sichtbar bleibt. An den sich ergebenden Schnittpunkten mit den vertikalen Achsen, also den Dimensionen, entsprechen die Datenwerte den dazugehörigen Dimensionen. „Ein skalarer Messwert stellt sich so nicht als Punkt in einem Raum dar, sondern als Kantenzug über die Achsen. Bei der visuellen Analyse von Daten in parallelen Koordinatensystemen werden interessante Daten in den verschiedenen Dimensionen markiert und anhand des entsprechenden Verlaufs im Zusammenhang interpretiert“.²⁸ Form der Linien sowie Schnittpunkte erlauben Rückschlüsse auf die Ausgangsdaten. Die Technik der parallelen Koordinaten eignet sich besonders, um Zufallsgrößen mit großen Wertebereichen darzustellen. Dabei sind insbesondere die Zusammenhänge zwischen

²⁷ Keim, Daniel A. (2002): „Datenvisualisierung und Data Mining“, S. 7

²⁸ Bartz, Dirk (2005): „Erweiterte Parallele Koordinaten für die Bioinformatik“



Sandra Schick/Boris Theobald: Informationsvisualisierung im WM

zwei von vielen Dimensionen gut darstellbar, die zu diesem Zweck im Koordinatensystem nebeneinander platziert werden.²⁹

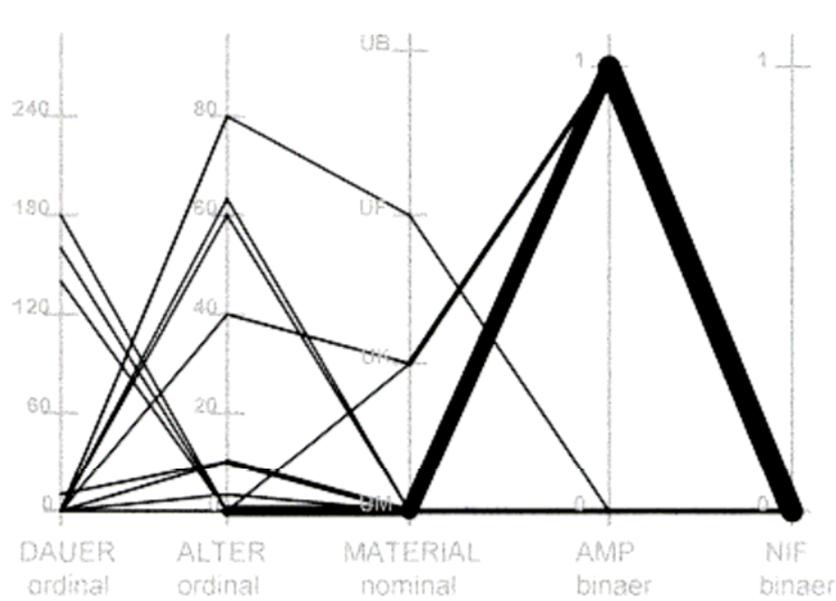


Abb 13: Parallele Koordinaten aus Theisel, Holger (1994), S. 96

In Abb.13 ist ein Ausschnitt aus einem mikrobiologischen Datensatz visualisiert. Fünf Dimensionen werden betrachtet: Aufenthaltsdauer, Alter, Material und zwei binär skalierte Merkmale AMP und NIF. Obwohl nur die Bildschirmbreite dieser Darstellungstechnik Grenzen setzt, verdeutlicht das Beispiel jedoch, dass bei kleinen Wertebereichen wie in diesem Beispiel bei den Dimensionen AMP und NIF es schnell zu Unübersichtlichkeiten durch Überlagerungen kommt. Auch mit wachsender Zahl von Beobachtungsfällen leidet die Übersichtlichkeit.

Ein frühes Beispiel zur einfachen Nutzerinteraktion mit multidimensionalen Daten ist das Projekt „HomeFinder“. Es visualisiert Daten mit zahlreichen Attributen aus einer Datenbank mit zum Verkauf stehenden Wohnungen und Häusern in der Region Washington D.C (Abb.14).³⁰

²⁹ vgl. Theisel, Holger (1994): „Analyse und Visualisierungshilfe für mehrdimensionale wissenschaftliche Daten“, S. 95 f.

³⁰ vgl. Geisler, Gary (1998): „Making Information More Accessible: A Survey of Information Visualization Applications and Techniques“



Abb.14: HomeFinder aus Geisler, Gary

siehe auch Online-Demo 4

Zunächst werden durch gelbe Punkte alle zum Verkauf stehenden Häuser und Wohnungen dargestellt (Overview first). Mit Schiebereglern und Auswahlbuttons z.B. für Preis oder Anzahl der Schlafzimmer kann der Nutzer die Anzeige dynamisch beeinflussen (Zoom and filter). Die Richtmarken A und B sind verschiebbar und lassen Mindest- und Maximalentfernungen von ausgewählten Landmarken als Entscheidungskriterium zu. Durch Klick auf einen der gelben Punkte, welche die Ergebnismenge anzeigen, erhält der Nutzer detaillierte Informationen über das Objekt.

Das Beispiel HomeFinder verdeutlicht die Wichtigkeit, die vorhandenen Daten multidimensional darzustellen. Eine Auflistung der Häuser und Wohnungen nach bestimmten Kriterien ist schon als eindimensionaler Datensatz in einer alphabetischen Liste möglich. Mittels zweidimensionaler Visualisierung können die ‚gelben Punkte‘ auf einer Landkarte abgebildet werden, ggf. würde die Größe des Punktes z.B. den Preis des Objekts repräsentieren. Beschreibungselemente wie Preis oder Anzahl der Schlafzimmer könnten als sekundäre Attribute lediglich beschreibenden Charakter besitzen. Um jedoch dem potenziellen Hauskäufer nach eigenem Ermessen die Auswahl nach Preis, Anzahl der Zimmer, Vorhandensein einer Garage usw. gleich-



Sandra Schick/Boris Theobald: Informationsvisualisierung im WM

zeitig zu ermöglichen, muss jeder Datensatz als eigene Dimension betrachtet werden.³¹

Das Projekt HomeFinder war 1992 eines der ersten, das dynamische Anfragen erlaubte, also die angezeigte Auswahl von Objekten sofort nach Ändern der Filtereinstellungen angepasst hat, ein wichtiger Faktor moderner Techniken der Informationsvisualisierung. HomeFinder war Ausgangspunkt für zahlreiche Projekte, darunter das kommerzielle Produkt SpotFire, das es seit 1996 gibt. Spotfire bietet vereinfachten Datenimport und -export, Farb- und Größenkodierungen sowie Schnittstellen zu anderen Anwendungen.

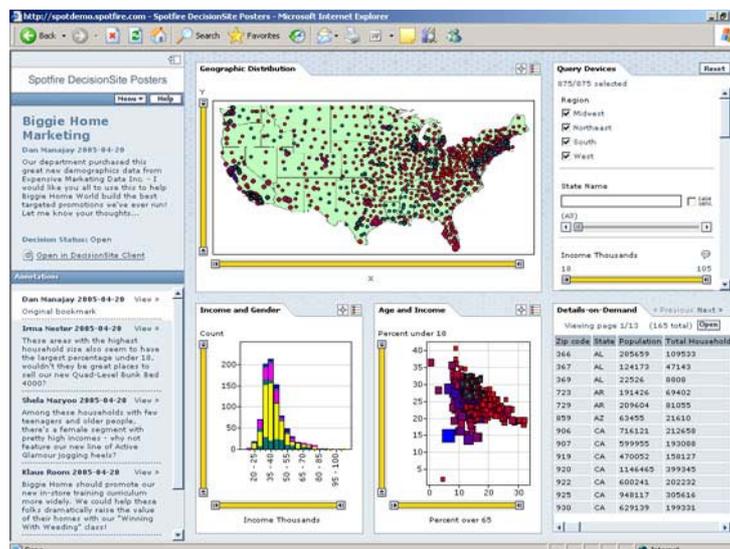


Abb.15: SpotFire aus SpotFire DecisionSite Posters Demo

Die Anwendung SpotFire Decision Site zur visuellen Datenanalyse soll es Unternehmen ermöglichen, schnell und ohne IT-Experten kritische Daten darzustellen. (siehe auch Kapitel 5).³² Korrelationen zwischen Daten, Trends, unerwartete Beziehungen zwischen Daten und bestimmte Muster sollen leicht und ohne zusätzliche Kosten ersichtlich werden und durch automatische Einbeziehung sich ändernder Umstände Eingriffe in aktuelle wirtschaftliche Abläufe ermöglichen.³³ Die interaktiven, visuellen Analysen versprechen nach Angaben des Unternehmens somit einen Informations-

³¹ vgl. Geisler, Gary (1998): „Making Information More Accessible: A Survey of Information Visualization Applications and Techniques“

³² vgl. Gnatovich, Rock (2005): „Closing the Analysis Gap“

³³ vgl. Spotfire Inc.: „Providing an Informational Advantage“



4.1.6 Hierarchien und Graphen

Besitzen Objekte von Datensätzen komplexe Beziehungen untereinander, so lassen sie sich nicht durch die bisherigen Datentypen beschreiben.³⁶ Einfach zu verstehen sind dabei noch hierarchische Strukturen, die oft als Baumstrukturen dargestellt werden. Jedes Objekt außer der Wurzel hat dabei eine Verbindung zu einem Elternobjekt. Objekte sowie deren Verbindungen können zahlreiche Attribute besitzen, auf welche die grundlegenden Aufgaben angewendet werden können, die insbesondere im Hinblick auf strukturelle Eigenschaften interessant sind. Zum Beispiel kann von Interesse sein, wie viele Ebenen ein Baum oder wie viele Kinder ein Element hat.³⁷ Es existieren Tree-Browser zur Exploration hierarchisch aufgebauter Datenmengen, wie z.B. das Filesystem von Computerdatenträgern.

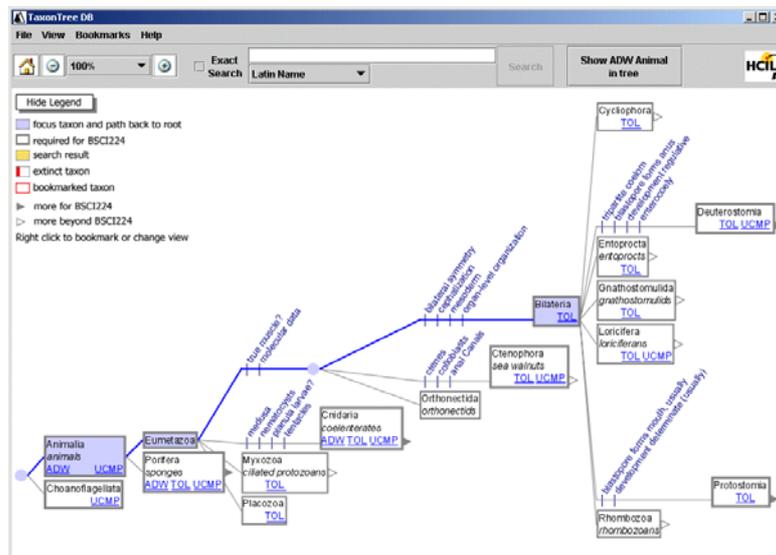


Abb.17: TaxonTree aus Bederson, Ben und Cynthia Sims Parr: „Biodiversity Informatics Visualization“, siehe auch Online-Demo 5

Das Projekt TaxonTree (Abb.17) verbindet dynamische Auswahlinterfaces mit Zoomoptionen und visualisiert so komplex miteinander verwobene Daten zu biologischen Verwandtschaftsbeziehungen im Tierreich aus einer in sich unübersichtlichen Daten-

³⁶ vgl. Keim, Daniel A. (2002): „Datenvisualisierung und Data Mining“, S. 6

³⁷ vgl. Shneiderman, Ben (1999): : “The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations”, S.3



bank von über 200.000 Tiernamen.³⁸ Das Information Retrieval Interface für biologische Datenbanken ist sowohl für Biologen ausgelegt, da die Datenbanken Organismus-bezogene Informationen bis zur Molekularebene besitzen, aber auch für die breite Öffentlichkeit, da sich Informationen leicht erschließen lassen.

Eine weitere Form des TreeBrowsers, die zusätzlich Verzerrungstechniken einsetzt, ist der Hyperbolic Tree. (siehe Kapitel 4.3.1)

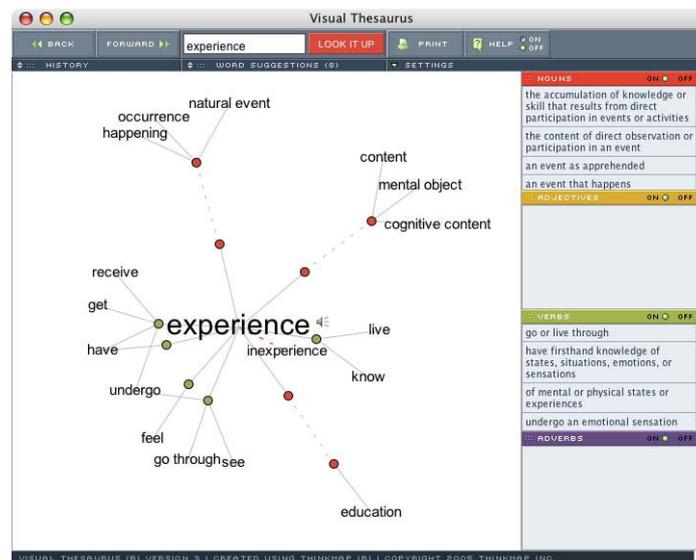


Abb.18: Ein VisualThesaurus-Suchbegriff aus VisualThesaurus
siehe auch Online-Demo 6

Die Firma „Thinkmap“ hat einen VisualThesaurus (Abb.18) entwickelt. Schlägt man ein Wort nach, wird eine interaktive grafische Karte erzeugt, in welcher der Suchbegriff den Mittelpunkt bildet. Davon ausgehend sind Linien zu verbundenen Wörtern und Bedeutungen dargestellt. Klickt man eine Bedeutung an, wandert sie in den Fokus. Semantische Verbindungen sollen auf intuitive Weise erfasst werden können.³⁹

In Netzwerken können Objekte mit einer beliebigen Anzahl anderer Objekte verbunden sein. Verschiedene Formen von Netzwerken werden als ein Datentyp zusammengefasst. Zu den grundlegenden Anforderungen kommen typische Nutzeraufga-

³⁸ vgl. Bederson, Ben und Cynthia Sims Parr: „Biodiversity Informatics Visualization“

³⁹ vgl. VisualThesaurus, Online Demo



ben, wie den kürzesten oder am wenigsten kostspieligen Weg zwischen zwei Objekten zu finden oder das gesamte Netzwerk zu durchqueren.⁴⁰ Die komplexen Beziehungen der Datensätze untereinander können mit Hilfe von Graphen modelliert werden, die aus einer Menge von Objekten, den Knoten, und Verbindungen zwischen diesen Objekten, den Kanten, bestehen. Beispiele sind Verbindungen in Telefon- und Computernetzwerken, das Kaufverhalten von Kunden in E-Commerce-Angeboten oder Hyperlinks im World Wide Web.

Im Projekt Skitter wurde versucht, den Internetverkehr mittels eines Graphen darzustellen. Er verwendet Daten, die zwischen dem 21. April und dem 8. Mai 2003 aufgezeichnet wurden.

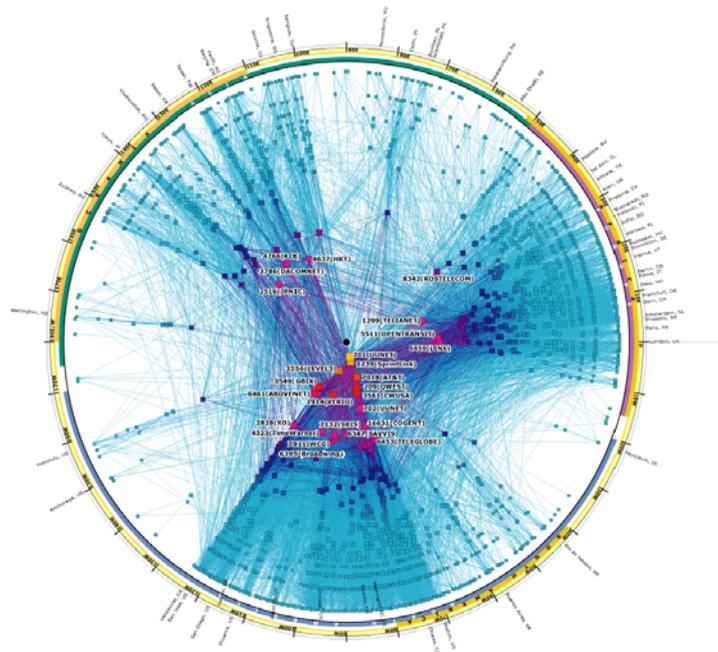


Abb.19: Der Skitter Graph aus Caida: „Visualizing Internet Topology at a Macroscopic Scale“

Der Skitter-Graph (Abb.19) visualisiert die Verteilung der Internet-Konnektivität zwischen den Internet Service Providern (ISPs). Hierzu dienen die Daten von 1.134.634 IP-Adressen sowie 2.434.073 IP-Links, also direkt benachbarten Adressen. Dadurch sollen 62 Prozent der gesamten weltweit verfolgbaren Netzwerke erfasst sein. Der Blick auf das Netzwerk ist in eine Topologie von Autonomen Systemen (AS) zusam-

⁴⁰ vgl. Shneiderman, Ben (1999): : “The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations”, S. 4



mengebündelt. Der abstrakte Graph besteht aus 12.517 AS-Knoten. Die wichtigen Knoten mit einer hohen Anzahl von Verbindungen liegen innen, solche mit wenigen Verbindungen sind am äußeren Rand angesiedelt.⁴¹ Die geografischen Informationen der Visualisierung enthüllen, dass Nordamerika (der untere der drei Cluster) vor Europa (rechts oben) und Asien (links oben) die höchste ISP-Dichte aufweist. Ferner führen die meisten Verbindungen aus Europa und aus Asien nach Nordamerika; nur wenige verbinden Europa mit Asien. Der Nachteil des Internetgraphen besteht darin, dass er lediglich die administrative Heimat der AS anzeigt, nicht jedoch deren geografische Lokation.

4.1.7 Algorithmen und Software

Im Bereich der Softwareentwicklung werden Visualisierungstechniken eingesetzt, um ein besseres Verständnis von Algorithmen und Quellcode zu erreichen.

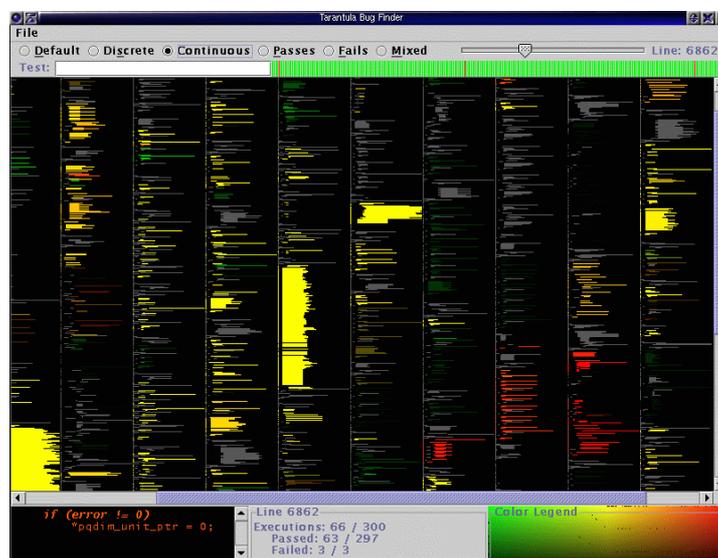


Abb.20: Die Tarantula-Oberfläche aus „Tarantula – Fault Localization via Visualization“

Das Tarantula-Visualisierungssystem (Abb.20) zeigt die Ergebnisse einer Folge von automatisch durchgeführten Tests an.

In einer Farbkodierung von rot über gelb bis grün wird die relative Erfolgsrate der Ausführung der Testläufe angezeigt und somit die von Fehlern betroffenen Teile des

⁴¹ vgl. Caida: „Visualizing Internet Topology at a Macroscopic Scale“



Programms sofort erkannt. Für nähere Informationen zu den Testläufen kann das Tool weitere Informationen zu den Aussagen geben. Studien haben gezeigt, dass die Lokalisierung der durch Testlaufmisserfolge verursachten Fehler durch manuelle Suche und anschließend erneute Testläufe die schwierigste und zeitaufwändigste Komponente des Debugging-Prozesses in der Softwareentwicklung darstellen.⁴²

4.2 Visualisierungstechniken

4.2.1 Standard 2D-/3D-Techniken

Standard 2D-/3D-Techniken sind der einfachste Typus der Visualisierungstechniken. Sie werden verwendet um eindimensionale oder zweidimensionale Daten darzustellen. Diese Technik kann zwar für die visuelle Datenexploration durchaus hilfreich sein, bleibt aber im allgemeinen beschränkt auf relativ kleine Datenmengen.⁴³

Beispiele für Standard 2D-/3D-Techniken sind die sehr verbreiteten Balkendiagramme, Säulendiagramme und X-Y-Diagramme.

4.2.2 Geometrische Transformationen

Die Technik der geometrischen Transformationen ermöglicht die visuelle Darstellung von multidimensionalen Daten.

Die Klasse der Visualisierungstechniken, die auf geometrischen Transformationen basieren, umfassen Verfahren der explorativen Statistik (z.B. Scatterplot Matrizen), sowie Techniken, die unter dem Oberbegriff „Projection Pursuit“ zusammengefasst werden.⁴⁴ Ein Beispiel für Geometrische Transformationen sind die bereits im Kapitel 4.1.4. erwähnten Parallelen Koordinaten.

⁴² vgl. „Tarantula – Fault Localization via Visualization“

⁴³ Keim, Daniel A. (2002): „Datenvisualisierung und Data Mining“, S. 3

⁴⁴ Keim, Daniel A. (2002): „Datenvisualisierung und Data Mining“, S. 9



4.2.3 Icon-basierte Visualisierungen

„Die Idee der Icon-basierten Visualisierungstechniken ist die Abbildung der Attributwerte auf die Eigenschaften eines Icons.“⁴⁵

Ein Icon ist ein Symbol, bzw. „ein Zeichen mit direktem visuellen Zusammenhang zum Objekt.“⁴⁶ Da Icons selbsterklärend sind und somit eine Vereinfachung der Kommunikation bzw. Bedienung ermöglichen werden sie häufig im EDV-Bereich verwendet.

Bei den Icon-basierten Visualisierungstechniken werden die Attributwerte eines Datensatzes in den Darstellungsdimensionen eines Icons wiedergegeben. Beispiele für die Icon-basierte Visualisierung sind „Strichmännchen-Icons“, „Stern-Icons“, „Farb-Icons“ oder „Tile Bars“.

Beispiel: Strichmännchen Icons

Im Fall der „Strichmännchen Visualisierung“ werden die Dimensionen des Datensatzes auf die Darstellung eines Strichmännchens abgebildet.⁴⁷ Winkel und Länge der Arme und Beine des Männchens bilden dabei die Eigenschaften des Attributes ab.

Abbildung 21 zeigt Volkszählungsdaten der USA in Form einer Strichmännchen-Visualisierung. Die Strichmännchen sind auf der X-Achse nach dem Einkommen und auf der Y-Achse nach dem Alter angeordnet. Die übrigen Attribute, wie Abstammung, Schulbildung usw. sind auf die Längen und Winkel der Arme und Beine abgebildet. Aus der Abbildung geht hervor, dass für höhere Einkommen eine relativ homogene Struktur herrscht, da die in diesem Bereich abgebildeten Männchen sehr ähnlich gestaltet sind. Wohingegen die Struktur für niedrige Einkommen sehr diffus zu sein scheint, da die Männchen sehr unterschiedlich aussehen.

⁴⁵ Keim, Daniel A. (2002): „Datenvisualisierung und Data Mining“, S. 9

⁴⁶ Wikipedia – Online-Enzyklopädie, <http://de.wikipedia.org/wiki/Icon>

⁴⁷ Keim, Daniel A. (2002): „Datenvisualisierung und Data Mining“, S. 9

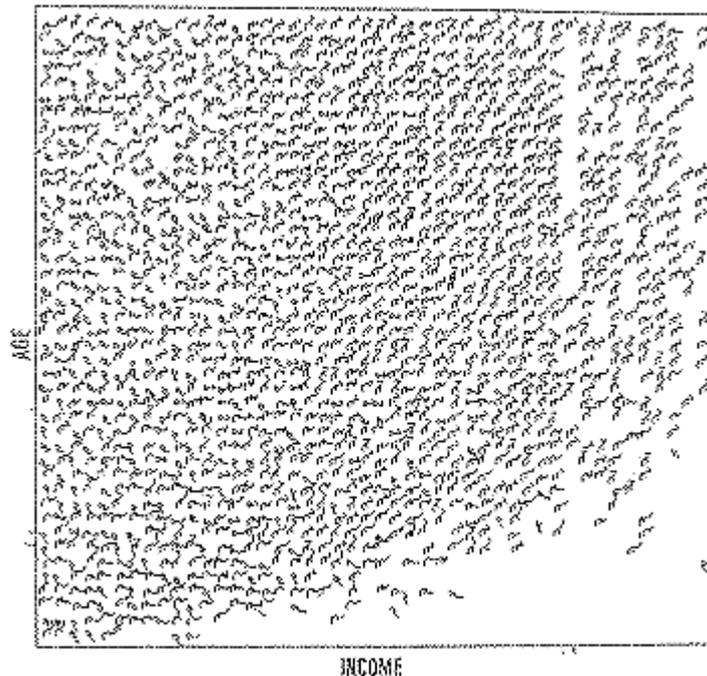


Abb 21: Strichmännchen-Visualisierung aus Keim, Daniel A. (2002), S.10

4.2.4 Pixel-Visualisierungen

Die Idee der Pixel-Visualisierungen basiert darauf, jeden Datenwert in Form eines farbigen Pixels darzustellen. Die Pixel werden dabei nach Dimensionen gruppiert.⁴⁸

Die zu einem Attribut gehörenden Datensätze werden dann in abgeschlossenen Einheiten, z.B. als Rechteck (bei der „Recursive Pattern Technik“) oder als Kreis-segmente (bei der „Circle Segements Technik“) dargestellt.

Beispiel 1: Recursive Pattern

Bei der „Recursive Pattern Technik“ erfolgt die Gruppierung der Datensätze eines einzelnen Attributes in rechteckigen Teilbereichen. Die Anordnung der Pixel erfolgt innerhalb des Rechtecks von links nach rechts.

⁴⁸ vgl. Keim, Daniel A. (2002): „Datenvisualisierung und Data Mining“, S. 11

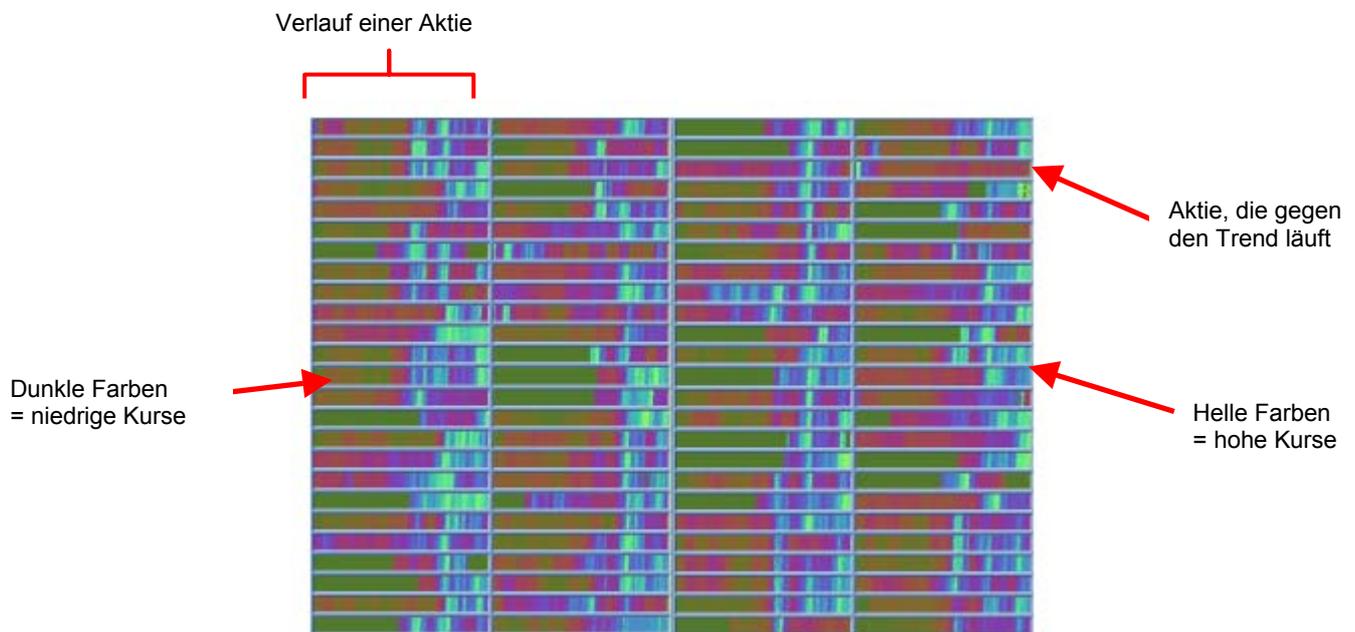


Abb. 22: Recursive Pattern Technik, aus Keim, Daniel A., (2002) S.12

Abbildung 22 zeigt eine Visualisierung von 100 Aktien des FAZ-Indexes über einen Zeitraum von 20 Jahren. Jedes Rechteck stellt dabei den Verlauf einer einzigen Aktie dar. Die Abbildung der Farbwerte wurde so gewählt, dass helle Farben hohen Kursen und dunkle Farben niedrigen Kursen entsprechen.⁴⁹

Mit dieser Art der Visualisierung ist es möglich, den Kursverlauf einer großen Anzahl von Aktien (hier 100 Aktien) zu überblicken und miteinander zu vergleichen. Man kann deutlich die Zeiten erkennen, in denen die Börsenkurse generell niedriger waren (in Abb.22 ist z.B. die linke Seite der Spalten fast überall dunkel gefärbt). Außerdem lassen sich Hochpreisphasen an der Börse deutlich erkennen, ebenso, wie einzelne Aktien, die gegen den Trend der anderen Aktien laufen.

Beispiel 2: Circle Segments

Bei der „Circle Segments Technik“ werden die zu einem Attribut gehörenden Datensätze in jeweils einem Kreissegment angeordnet. Innerhalb eines Segmentes beginnt die Anordnung der Pixel im Zentrum des Kreises und endet am Kreisrand.⁵⁰

⁴⁹ vgl. Keim, Daniel A. (2002): „Datenvisualisierung und Data Mining“, S. 12

⁵⁰ vgl. Keim, Daniel A. (2002): „Datenvisualisierung und Data Mining“, S. 13



Vergleicht man die Darstellung mit einem Kuchen, so wären die einzelnen Attribute die Kuchenstücke.

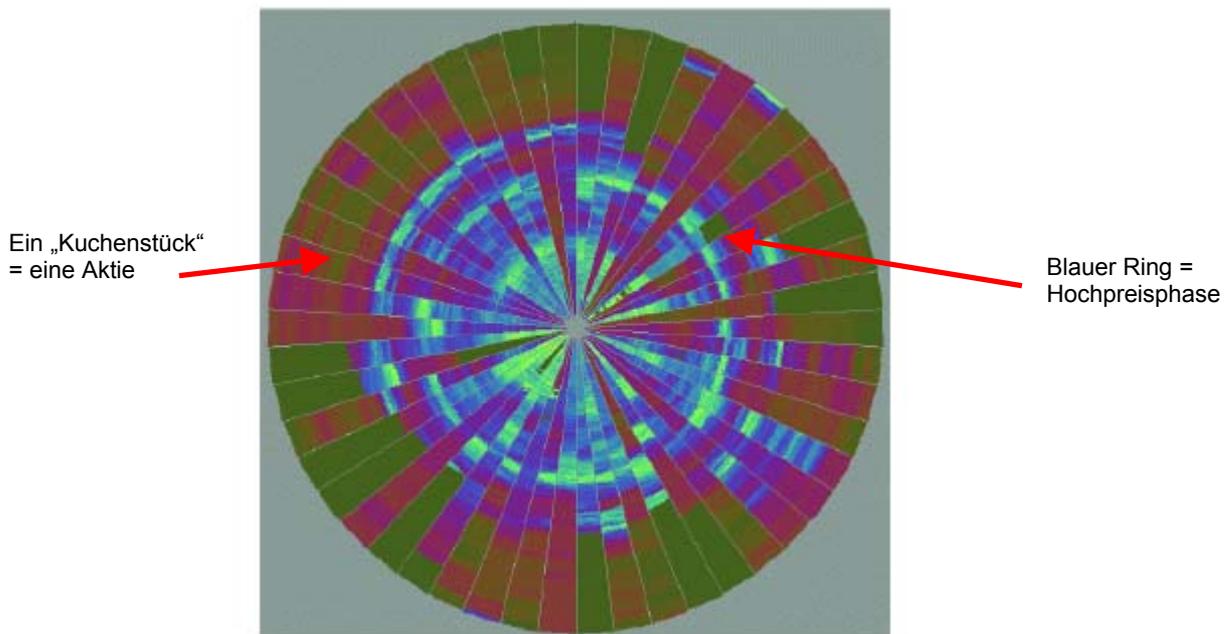


Abb 23: Circle Segments Technik, aus Keim, Daniel A., (2002) S.13

Abbildung 23 zeigt analog zu Abbildung 22 eine Visualisierung der tagesgenauen Kurse von 50 Aktien des FAZ-Indexes über einen Zeitraum von 20 Jahren. Wie in der „Recursive Pattern Technik“ repräsentieren helle Farben hohe Kurse und dunkle Farben niedrige Kurse.

In der „Circle Segments Technik“ sind noch deutlicher, als in der „Recursive Pattern Technik“, Ähnlichkeiten in den Kursverläufen der einzelnen Aktien zu erkennen. Durch die kreisförmige Anordnung bilden ähnliche Aktienkursverläufe Ringe innerhalb des Kreises. In der Abbildung ist z.B. mit dem hellblauen Ring eine Hochpreisphase sehr gut zu erkennen. Unterbrechungen innerhalb des Ringes zeigen Aktien, die sich gegen den Hochpreistrend verhalten.



4.2.5 Geschachtelte Visualisierungen

Die Geschachtelten Visualisierungen („stacked display techniques“) visualisieren Daten in hierarchischer Form. Die Wertbereiche der Attribute werden dabei ineinander geschachtelt.⁵¹ Beispiele für solche Hierarchien sind „Treemaps“, „Dimensional Stacking“ und „World-within-Worlds“.

Beispiel: Treemap

„Treemaps“ wurden Mitte der 90er Jahre von Ben Shneiderman entwickelt. Sie sind Visualisierungen von großen, hierarchisch organisierten Informationsmengen, bei denen die Hierarchieebenen als ineinander geschachtelte Rechtecke dargestellt werden.⁵²

Ausgangspunkt der Entwicklungen Shneidermans waren Probleme bei der Dateiverwaltung großer Festplatten. Die begrenzte Kapazität der Datenträger macht es meist nötig, regelmäßig Datenbereinigungen durchzuführen. Dabei ist es jedoch oft schwierig, diejenigen Daten auszumachen, die viel Kapazität verbrauchen. Aus diesen Überlegungen heraus entwickelte Shneiderman die visuelle Darstellungsform des „Treemap“, mit dessen Hilfe große „Speicherfresser“ visuell dargestellt werden können.

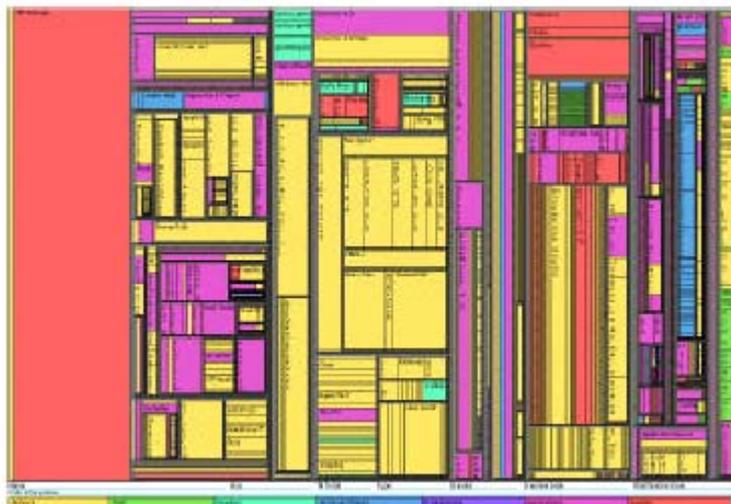


Abb 24: Treemap, aus Däßler, Rolf (1999), S. 8

⁵¹ vgl. Keim, Daniel A. (2002): „Datenvisualisierung und Data Mining“, S. 11

⁵² vgl. Däßler, Rolf (1999): „Informationsvisualisierung – Stand, Kritik und Perspektiven“, S. 8



Abbildung 24 zeigt die Visualisierung eines kompletten Dateisystems. Verzeichnisse und Dateien sind dabei als farbige Rechtecke dargestellt. Die Größe des Rechtecks verhält sich proportional zur Verzeichnis- bzw. Dateigröße. Die Farbfüllung symbolisiert dabei unterschiedliche Dateitypen, wie z.B. Text, Bild, Programm etc. Durch Anklicken der einzelnen Rechtecke erhält der Anwender dann nähere Informationen über die Datei, wie z.B. Dateiname, Pfad, Erstellungsdatum etc.⁵³

Ein anderes Beispiel für ein Treemap ist die sogenannte „Marketmap“ der Firma „Smartmoney“. (Abbildung 25). Dieses Treemap zeigt 500 Aktienkurse von Unternehmen, der verschiedensten Branchen. Jedes Unternehmen wird dabei durch ein Rechteck symbolisiert. Die Farbe der Rechtecke gibt Hinweis auf den Kurs (hellgrün für gestiegener Kurs, dunkelrote Färbung für gesunkener Kurs). Die Größe der Rechtecke entspricht der Marktkapitalisierung des Unternehmens. Die einzelnen Unternehmen sind wiederum in größere Rechtecke nach Branchen zusammengefasst. Beim Anklicken eines einzelnen Unternehmens öffnet sich ein Menü, in dem weitere Detailinformationen zu dem Unternehmen eingesehen werden können. Die „Marketmap“ wird nach Angaben von „Smartmoney“ alle fünfzehn Minuten aktualisiert.

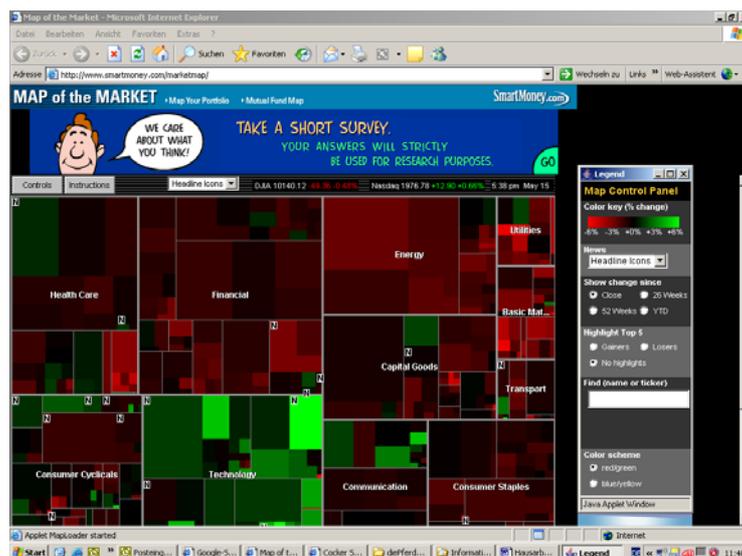


Abb 25: Treemap „Marketmap“ von Smartmoney, Online Demo 7

⁵³ vgl. Däßler, Rolf (1999): „Informationsvisualisierung – Stand, Kritik und Perspektiven“, S. 8



4.3 Interaktions- und Verzerrungstechniken

4.3.1 Interaktive Verzerrung

Interaktive Verzerrungstechniken zielen darauf, den Datenexplorationsprozess durch die Beibehaltung eines Überblicks zu unterstützen.⁵⁴ Während ein Teil der Daten genauer erforscht wird, soll der Nutzer trotzdem den Überblick über die Gesamtdaten behalten. Bekannte interaktive Verzerrungstechniken sind hyperbolische und sphärische Verzerrungen. Gerade bei der Visualisierung von Hierarchien finden diese Techniken Anwendung. Beispiele für Verzerrungstechniken sind „Hyperbolic Trees“, „PerspectiveWall“, „Graphical Fisheye Views“ und „Hyperbox“.

Beispiel: Hyperbolic Tree

Der „Hyperbolic Tree“ ist eine Art „virtueller Dateibrowser“, vergleichbar mit dem Windows Explorer. Der „Hyperbolic Tree“ versucht über die visuelle Darstellung einen möglichst guten Überblick über die Verzeichnisstruktur zu gewährleisten.

Dabei wird die Struktur auf eine Kugeloberfläche projiziert. Die Baumstrukturen werden relativ stark komprimiert, um einen Gesamtüberblick zu gewährleisten. Der Vorteil gegenüber dem Windows Explorer soll darin bestehen, möglichst schnell die gesamte Verzeichnisstruktur erfassen zu können.⁵⁵

Abbildung 26 zeigt einen „Hyperbolic Tree“, der die Verzeichnisstruktur des Online-Auktionshauses Ebay visualisiert. Der Teil des Verzeichnisses, der vom Benutzer gerade angeklickt wird, wird dabei vergrößert in der Mitte des Fensters dargestellt. Klickt der Benutzer also z.B. „Antiques“ an, rückt diese Rubrik in die Mitte der Grafik und ihre Unterverzeichnisse werden stärker aufgesplittert dargestellt.

⁵⁴ vgl. Keim, Daniel A. (2002): „Datenvisualisierung und Data Mining“, S. 15

⁵⁵ vgl. Däßler, Rolf (1999): „Informationsvisualisierung – Stand, Kritik und Perspektiven“, S. 8

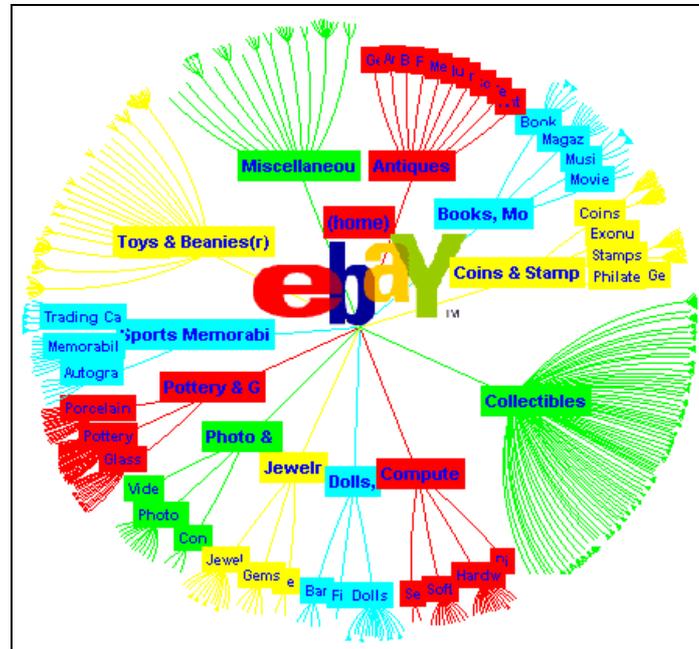


Abb 26: Hyperbolic Tree aus "The Green Tree of Life"

4.3.2 Interaktives Zooming

Das Interaktive Zooming ist ein weit verbreitetes Konzept zur Veränderung des Detailgrades einer Visualisierung.

Zooming ermöglicht es die Daten – ausgehend von der Überblicksdarstellung – genauer zu betrachten. Es ermöglicht eine variable visuelle Darstellung von Daten in unterschiedlichen Auflösungen. „Zooming bedeutet aber nicht nur, dass die Datenobjekte einfach größer dargestellt werden, sondern auch, dass automatisch die Repräsentation der Daten geändert wird: Je höher der gewählte Zooming-Faktor, desto mehr Details werden auch dargestellt.“⁵⁶

Beispiele für Technik des interaktiven Zooming sind „Detail & Overview“, „Table Lens“ und „Fisheye View“.

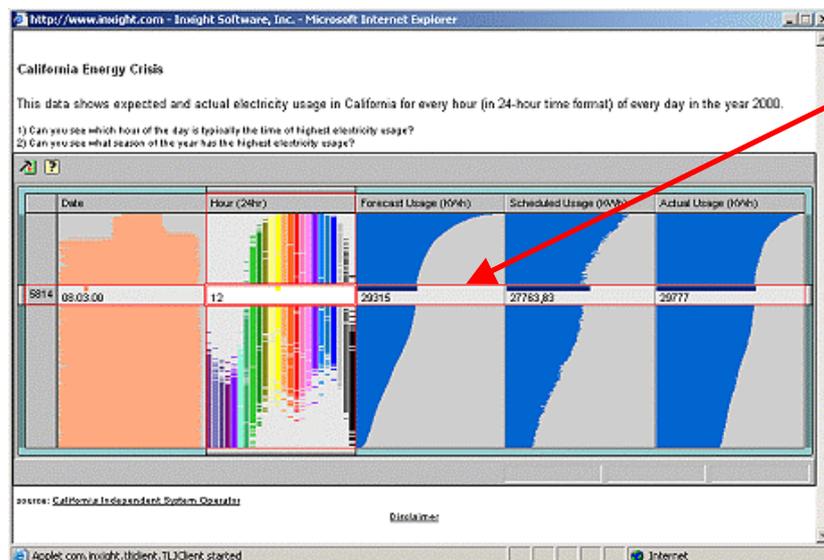
⁵⁶ vgl. Keim, Daniel A. (2002): „Datenvisualisierung und Data Mining“, S. 15



Beispiel: Table Lens

Der „Table Lens Ansatz“ wendet das Prinzip des interaktiven Zooming auf große Tabellen an. Dabei werden einzelne Zellen der Tabelle zunächst per Mausklick aktiviert und in der Folge besonders hervorgehoben. Der Detaillierungsgrad der Information in den Zellen wird dabei vergrößert. Außerdem wird in den Zellen die in Zahlenform vorliegende Information graphisch dargestellt.⁵⁷

Abbildung 27 zeigt einen das Table Lens Tools der Firma Inxight. In dem Beispiel ist eine Übersichtstabelle über den Energieverbrauch im US-Bundesstaat Kalifornien zu sehen. Durch Anklicken mit der Maus an einen beliebigen Punkt der grafischen Darstellung erhält man die Detailinformation zu dem jeweiligen Tag. Die erste Spalte enthält die Datumsangaben, die zweite Spalte die Staffelung nach den Tageszeiten. Die anderen Spalten enthalten Angaben zum vorhergesagten und tatsächlichen Energieverbrauch des Bundesstaates.



Beim Anklicken wird Detailinformation über den aktivierten Tag angezeigt

Abb 27: Table Lens Tool der Firma Inxight, Online Demo 8

In der Abbildung wurde der 8. März 2000 angeklickt. Das Tool ermöglicht es auch, nach den jeweiligen Spalten zu sortieren. Wird beispielsweise die Spalte Datum angeklickt, so wird der Verlauf des Energieverbrauchs chronologisch dargestellt.

⁵⁷ vgl. Lenz, Christian (1997): „Darstellungen mit Detail und Kontext – Ein Überblick“



4.3.3 Interaktive Filterung

Das Prinzip der interaktiven Filterung beruht auf der Erkenntnis, dass bei der visuellen Exploration großer Datenmengen ein Fokus auf interessante Teilmengen notwendig ist. Diese Teilmengen können entweder durch direkte Selektion (browsing) oder durch eine Spezifikation von Eigenschaften (querying) festgelegt werden.⁵⁸ Beispieltechniken für interaktive Filterung sind „Magic Lenses“, „Dynamic Queries“ und „Polaris“.

Beispiel: Magic Lens

Bei der Magic Lens Technik fungiert eine sogenannte „magische Lupe“ als Filter. Sie kann Eigenschaften unterliegender Informationsdarstellung filtern oder auch mit zusätzlichen Informationen anreichern.⁵⁹

Abbildung 28 zeigt die Anwendung der Magic Lens Technik an einer Straßenkarte. Mit Hilfe der Magic Lens werden hier zusätzliche Informationen über Hauptstraßen und Wasserläufe eingeblendet. Deutlich zu sehen ist, dass die einzelnen Fenster einander überlappen und die oben liegenden Fenster halbtransparent sind. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass die darunter liegende Darstellung weiterhin zu erkennen ist. Denn nur auf diese Weise kann die dargestellte Zusatzinformation richtig verwertet werden.

⁵⁸ vgl. Keim, Daniel A. (2002): „Datenvisualisierung und Data Mining“, S. 14

⁵⁹ vgl. Gütl, Christian (2005): „Information Search and Retrieval“, S.16

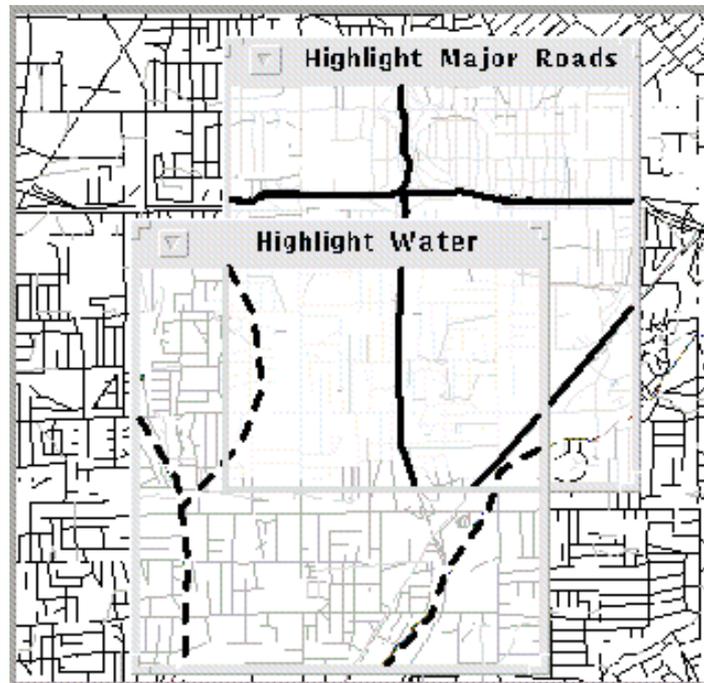


Abb 28: Magic Lens aus Gütl, Christian (2005), S.16

4.3.4 Interaktives Linking and Brushing

Die Idee des Linking and Brushing „ist die Zusammenführung verschiedener Visualisierungstechniken, um die Nachteile der einzelnen Visualisierungstechniken auszugleichen.“⁶⁰

Unter „Linking“ wird hierbei die Verknüpfung visueller Darstellungen von ausgewählten (fokussierten) Teilen einer Datenmenge verstanden. „Brushing“ (engl. to brush = leicht berühren, streifen) bezeichnet die direkt-manipulative Interaktion mit dem Dargestellten. Hierbei führt die Auswahl eines Visualisierungsobjekts zur visuellen Hervorhebung korrespondierender Elemente in anderen Ansichten.⁶¹ Dies bedeutet, dass beim Brushing zunächst die Teile, die für den User von Interesse sind fokussiert und markiert werden. Beim Linking werden dann zusätzliche, die Auswahl betreffende Informationen angezeigt. Unterscheiden lassen sich dabei "cartographic brushing" (der Anwender klickt in die grafische Darstellung), "attribute brushing" (Klicken auf

⁶⁰ Keim, Daniel A. (2002): „Datenvisualisierung und Data Mining“, S. 16

⁶¹ Website des Projektes "Geoinformation [...]"



ein Diagramm oder eine Tabelle, in der thematische Attribute angezeigt werden) und "temporal brushing" (zum Beispiel Klicken auf eine Zeitachse).⁶²

Beispiel: SimVis

„SimVis for Interactive Visual Analysis“ ist ein Simulationstool des Forschungszentrums „VRVis – Zentrum für Virtual Reality und Visualisierung“ in Wien. „SimVis“ benutzt die Technik des Brushing and Linking um Daten auf verschiedene Weise darzustellen und analysierbar zu machen. „SimVis“ wird beispielsweise verwendet, um im Bereich Automobilbau, die Funktionsweise einzelner Teile, wie z.B. eines Motors zu simulieren. Auch Bereiche, wie Medizin, Chemie und Geographie wenden Simulationen mit dem Tool zur Visualisierung relevanter Daten an.

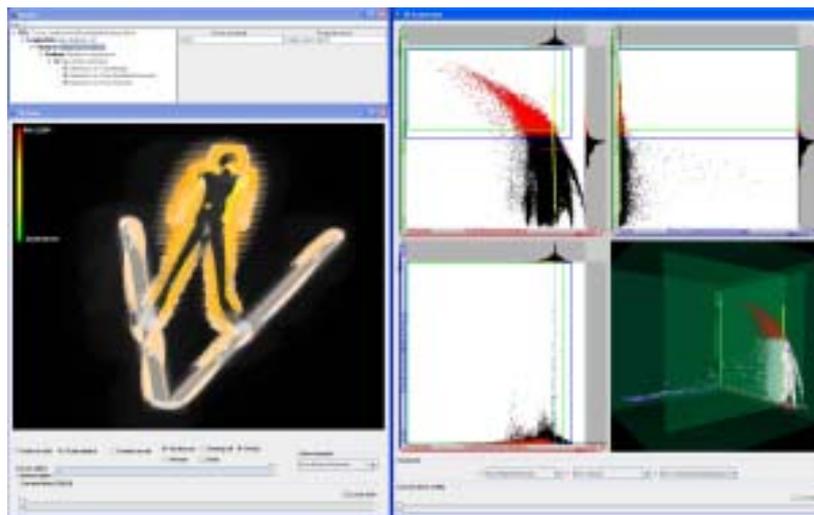


Abb 29: Brushing and Linking, Online Quelle: Projekt „SimVis“

Abbildung 29 zeigt die Simulation eines Skispringers mit „SimVis“. Mit dem Tool ist es möglich u.a. Daten über den Flug, wie Aerodynamik, Luftströmungen darzustellen und zu analysieren. Auf der rechten Seite des Bildschirms werden verschiedene einzelne Attribute detaillierter dargestellt.

⁶² Website des Projektes "Geoinformation [...]"



5. Informationsvisualisierung in Unternehmen

Obwohl die Arbeit mit Tools zur Informationsvisualisierung für den Laien zu verrichten und verstehen sein soll, muss zur Erstellung eines solchen Tools dennoch in die entsprechende Entwicklungsarbeit durch Experten investiert werden. Insbesondere bei sehr speziellen und individuellen Anwendungsbereichen stellt dies für deren Einsatz für unternehmensspezifische Zwecke ein Hemmnis dar. Den kommerziellen Durchbruch schaffte das Tool „Spotfire“ (siehe Kapitel 4.1.4) aufgrund seiner Anpassungsfähigkeit und Erweiterbarkeit. Es soll die Analyse komplexer Datenbestände zum Ziel einer unterstützten Entscheidungsfindung erleichtern. Die vielseitig anwendbaren interaktiven Visualisierung anhand verschiedenster Techniken (siehe Linking und Brushing, Kapitel 4.3.4) können parallel in einem Multiple-View-Konzept angezeigt werden.

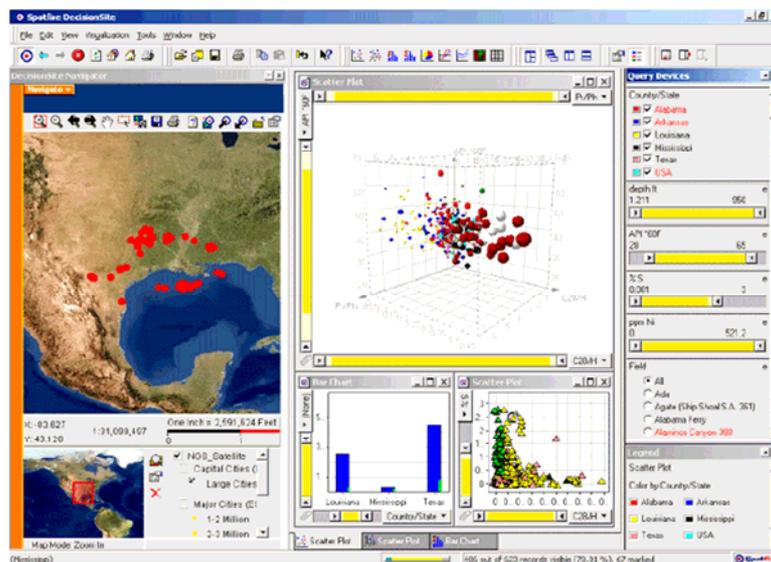


Abb.30: Spotfire beim Einsatz in der Ölindustrie aus König, Werner

Die Visualisierungsmöglichkeiten beinhalten u.a. 2D- und 3D-Streudiagramme, Histogramme, Balken-, Kuchen- und Liniendiagramme. „Map Interaction Services“ ordnen Geodaten räumlich ein. Die Variablen der Darstellungen können frei belegt werden. Verschiedene Visualisierungen lassen sich direkt miteinander koppeln, um Abhängigkeiten und Wechselwirkungen zu erkennen.



Durch seine Flexibilität und Anwendbarkeit ohne Vorkenntnisse in Programmiersprachen, Datenbanken oder höherer Mathematik macht sich Spotfire in verschiedensten Branchen in deren individuellen Anforderungen interessant. So nutzen z.B. die 25 größten Pharmaunternehmen ausschließlich „Spotfire“. Anwendung findet das Analysetool auch z.B. in der Chemieindustrie, der Halbleiterindustrie oder der Ölindustrie (siehe Abb.30). Weltweit wird „Spotfire“ von über 80 international führenden Unternehmen eingesetzt und gilt im Bereich „Guided Analytic Applications“ als Marktführer.⁶³

6. Informationsvisualisierung im Wissensmanagement

Im Hinblick auf die Aufgaben der Informationsvisualisierung können für die Bedeutung der Visualisierung im Bereich des Wissensmanagements verschiedene Aussagen gemacht werden.

Im Grunde genommen sind alle in Kapitel 2 beschriebenen Aufgaben der Informationsvisualisierung auch für den Bereich des Wissensmanagements relevant. Informationsvisualisierung hat im Wissensmanagement vorrangig die Aufgabe, die Verarbeitung von Informationen und damit die Vermittlung von Wissen an den Rezipienten zu erleichtern. Denn „neben der Qualität der verwendeten Retrieval- und Data Mining Verfahren ist auch die Art und Weise der Präsentation der Ergebnisse einer Suchanfrage [...] für das Finden der relevanten Daten [...] von maßgeblicher Bedeutung.“⁶⁴

Die Disziplin der Informationsvisualisierung hat sich zu einer „Schwesterdisziplin“ von „Information Retrieval“ und „Data Mining“ entwickelt. Gerade in den letzten Jahren taucht immer häufiger der Begriff „Visual Data Mining“ auf. Damit kommt deutlich zum Ausdruck, dass erst durch das Zusammenführen der Ergebnisse aus allen drei

⁶³ vgl. König, Werner (2003): „Konzeption und Implementation eines 3D-Scatterplots zur Visualisierung von Metadaten“, S. 16 f.

⁶⁴ vgl. Reiterer, Harald (2004): „Visuelle Recherchesysteme zur Unterstützung [...]“ S. 6



Sandra Schick/Boris Theobald: Informationsvisualisierung im WM

Disziplinen und die daraus entstehenden Synergieeffekte eine adäquate Wissensverarbeitung ermöglicht wird.⁶⁵ Daher ist es also notwendig die Informationsvisualisierung im Kontext zu anderen Techniken des Information-Retrieval zu sehen und anzuwenden.

Darüber hinaus ist eine Orientierung an den Zielen und Aufgaben des Benutzers von entscheidender Bedeutung. Denn, ob die gewählten visuellen Darstellungsformen auch tatsächlich in der Lage sind, dem User neue Erkenntnisse zu vermitteln, kann letztlich nur im Kontext mit der Nutzung entschieden werden. Die Gebrauchstauglichkeit einer Visualisierung wird maßgeblich dadurch definiert, ob der Benutzer seine Aufgaben dadurch effektiver und effizienter und zu seiner subjektiven Zufriedenheit erbringen kann.

Techniken wie Table Lens, Treemap, Hyperbolic Tree und andere sind ohne Frage dazu geeignet, den Wissensmanagementprozess im Unternehmen zu unterstützen. Allerdings muss bedacht werden, dass die meisten Visualisierungstools eine entsprechende Einarbeitungszeit benötigen. Intuitiv verständlich und anwendbar sind die wenigsten Visualisierungstechniken. Für viele, gerade kleinere und mittelständige Unternehmen, dürfte daher der Aufwand, den der Einsatz dieser Tools mit sich bringt, zu hoch sein.

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass die Visualisierung zwar eine große Rolle im Prozess der Wissensverarbeitung und damit natürlich auch im Wissensmanagement spielt, aber speziell die komplexeren Visualisierungstechniken nicht „reif für den Alltag“ im Einsatz in Unternehmen sind. Eine Begründung hierfür liefert Rolf Däßler (1999), worauf unter Kapitel 7 eingegangen wird.

Eine Empfehlung, welche Techniken für Unternehmen geeignet sind, kann an dieser Stelle also nicht ausgesprochen werden. Zu diesem Thema fehlt es derzeit noch an geeigneten Vorschlägen in der Literatur, wobei dies sicherlich damit zusammenhängt, dass es zum einen eine große Vielfalt im Bereich der Techniken gibt und zum anderen dadurch begründet ist, dass viele Techniken einen sehr eingeschränkten Einsatzkreis haben.

⁶⁵ vgl. Reiterer, Harald (2004): „Visuelle Recherchesysteme zur Unterstützung [...]“ S. 7



7. Kritik

In der Literatur zu dem Thema Informationsvisualisierung ist eine wirklich ernsthafte Kritik an dieser Disziplin eher selten anzutreffen. Dies mag zum großen Teil daran liegen, dass die Autoren meist aus dem Bereich der Informatik kommen, was impliziert, dass dieser Personenkreis wenig Interesse daran hat, einen Bereich zu kritisieren, der mit sehr großen Forschungs- und Entwicklungspotentialen gesegnet ist. In der Literatur, die für diese Arbeit verwendet wurde ist einzig bei Rolf Däßler (1999) eine kritische Betrachtung der Informationsvisualisierung zu finden.

Seine Kritik richtet sich vorrangig darauf, dass die Entwicklung von Visualisierungstools „zu oft am User vorbei“ geht. Gerade im letzten Jahrzehnt wurde, wie bereits erwähnt, sehr viel im Bereich der Informationsvisualisierung geforscht und entwickelt. Däßler ist jedoch der Meinung, dass die Informatiker sich im Rahmen dieser Entwicklungen zu viel auf technische Details und Möglichkeiten konzentriert und zu wenig auf die Bedürfnisse des Nutzers geachtet haben. In erster Linie wurden neue computergrafische Methoden entwickelt. Erst in zweiter Linie schenkte man anwenderorientierten Aspekten Beachtung.⁶⁶ „Dazu kommt, dass die Evaluation von Prototypen [...] unter dem Aspekt der Nutzerakzeptanz gar nicht oder nur vereinzelt stattgefunden hat.“⁶⁷

Um eine Entscheidung zu treffen, ob Informationsvisualisierung für den jeweiligen Sachverhalt ein geeignetes Mittel ist, sollte man sich folgende Fragen stellen:

1. Wann ist die Informationsvisualisierung ein geeignetes Instrument?
2. Reicht die Informationsstrukturierung für eine visuelle Darstellung aus?
3. Welchen Informationsgewinn bringt die Visualisierung?⁶⁸

Nur wenn diese Aspekte berücksichtigt werden, kann die Informationsvisualisierung tatsächlich einen Mehrwert bedeuten.

⁶⁶ vgl. Däßler, Rolf (1999): „Informationsvisualisierung – Stand, Kritik und Perspektiven“, S. 19

⁶⁷ vgl. Däßler, Rolf (1999): „Informationsvisualisierung – Stand, Kritik und Perspektiven“, S. 18

⁶⁸ vgl. Däßler, Rolf (1999): „Informationsvisualisierung – Stand, Kritik und Perspektiven“, S. 19



8. Literaturverzeichnis

letzter Zugriff bei allen Quellen 9.7.2005

- Burkhard, Remo (2003): „Wissensvisualisierung wird Unternehmenskulturen nachhaltig verändern“, Semantic Web School – Zentrum für Wissenstransfer
Online verfügbar: http://www.semantic-web.at/main.php?prim_nav=36&sec_nav=22&content_id=22&content_typ=article&kontext
- Däßler, Prof. Rolf (1999): „Informationsvisualisierung – Stand, Kritik und Perspektiven“, in Methoden/Strategien der Visualisierung in Medien, Wissenschaft und Kunst, Wissenschaftlicher Verlag Trier (WVT)
Online verfügbar: <http://fabdp.fh-potsdam.de/daessler/paper/InfoVis99.pdf>
- Däßler, Prof. Rolf (1999): „Textmining“, Präsentation im Rahmen der 1. Professorenkonferenz der Heinz-Nixdorf-Stiftung in Paderborn
Online verfügbar: <http://fabdp.fh-potsdam.de/infviz/ppoint/pp.ppt>
- Englberger, Herman (1995), „Computergestützte Informationsvisualisierung“, Technische Universität München, Diplomarbeit
Online verfügbar: <http://www11.informatik.tu-muenchen.de/publications/pdf/da-englberger1995.pdf>
- Fischer, Margit (1998): „Visualisierung von Management-Informationen“, Regensburg, S. Roderer Verlag
- Gütl, Christian (2005): „Information Search and Retrieval“, Präsentation im Rahmen eines Vortrags an der Technischen Universität Graz
Online verfügbar: http://www2.iicm.edu/isr/vo/folien/block06_v1_0.ppt
- Keim, Daniel A. (2002): „Datenvisualisierung und Data Mining“, in Datenbank Spektrum, vol. 1, no. 2, Jan 2002. Deutsche Version ist online verfügbar: <http://fusion.cs.uni-magdeburg.de/pubs/spektrum.pdf>
- König, Werner (2003): „Konzeption und Implementation eines 3D-Scatterplots zur Visualisierung von Metadaten“, Universität Konstanz, Information Engineering, Fachbereich Informatik und Informationswissenschaften, Bachelorarbeit, Online verfügbar: http://www.ub.uni-konstanz.de/v13/volltexte/2003/1081/pdf/Bachelorarbeit_3D-Scatterplot.pdf
- Lenz, Christian (1997): „Darstellungen mit Detail und Kontext – Ein Überblick“ in „Geoinformatik Online, Ausgabe 1/1997. Online verfügbar: http://gio.uni-muenster.de/beitraege/ausg97_1/pb/bbbpaper.htm



Sandra Schick/Boris Theobald: Informationsvisualisierung im WM

- Miksch, Prof. Dr. Silvia (2002): „Impulsvortrag zu Informationsvisualisierung“, im Rahmen der Veranstaltung „Information Visualization“, Online verfügbar: <http://www.ifs.tuwien.ac.at/~mlanzenberger/informatica-feminale/>
- North, Chris, Ben Shneiderman und Catherine Plaisant: „Visual Information Seeking in Digital Image Libraries: The Visible Human Explorer“, University of Maryland, Human-Computer Interaction Laboratory, Online verfügbar: <http://www.cs.umd.edu/hcil/visible-human/vhp/vhp-thomtech.pdf>
- Özcan, Hızir (2001): „Visuelles Informations- und Kommunikationssystem. Der Beitrag der Visualisierung zur erfolgreichen Implementierung selbstorganisierter und selbstgesteuerter Teams“, Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität, Dissertation
- Reiterer, Harald (2004): „Visuelle Recherchesysteme zur Unterstützung der Wissensverarbeitung“, aus „Wissen in Aktion“, Festschrift für Prof. Rainer Kuhlen, in Hammwöhner R., Rittberger M., UKV Universitätsverlag Konstanz, Online verfügbar: http://hci.uni-konstanz.de/downloads/VisuelleRecherchesysteme_Reiterer.pdf
- Reiterer, Harald; Limbach, Tobis; Klein, Peter; Müller, Frank; Jetter, Christian; (2003): „Ein visueller Metadaten Browser für die explorative Erkundung großer Datenmengen“, aus „Mensch und Computer 2003 - Interaktion in Bewegung“, in: Ziegler J. Szwillus, B.G. Teubner, Stuttgart, S.165-176, Mensch&Computer 2003, Sep 2003, Online verfügbar: http://hci.uni-konstanz.de/downloads/hr-tl-fm-pk-cj_mc_2003.pdf
- Shneiderman, Ben (1996): „The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations“, University of Maryland, Department of Computer Science, Human-Computer Interaction Laboratory and Institute for Systems Research, Online verfügbar: <http://www.cs.ubc.ca/~tmm/courses/cpsc533c-03-spr/readings/shneiderman96eyes.pdf>
- Theisel, Holger: Analyse und Visualisierungshilfe für mehrdimensionale wissenschaftliche Daten (1994), Rostock, Institut für Computergraphik, Fachbereich Informatik, Online verfügbar: http://www.mpi-sb.mpg.de/~theisel/publications/theisel_ife95.pdf
- Thielen, Thorsten (2001): „Ansätze der Virtuellen Realität in der Kartographie“, Universität Trier, Seminararbeit, Online verfügbar http://cip.uni-trier.de/thielen/karto_os/ausarbeitung/ausarb.htm



8.1. Online Quellen:

letzter Zugriff bei allen Quellen 9.7.2005

- Bartz, Dirk (2005): „Erweiterte Parallele Koordinaten für die Bioinformatik“, Universität Tübingen, Wilhelm Schickard Institut für Informatik, Graphisch-Interaktive Systeme, Angebot für Diplomarbeit, http://www.gris.uni-tuebingen.de/data/jobs/Erweiterte_Parallele_Koordinaten_fuer_die_Bioinformatik.html
- Bederson, Ben und Cynthia Sims Parr (2005): „Biodiversity Informatics Visualization“, University of Maryland, Human-Computer Interaction Lab, <http://www.cs.umd.edu/hcil/biodiversity/#prototypes>
- Bederson, Ben: „Fisheye Menus“, University of Maryland, Human-Computer Interaction Lab, <http://www.cs.umd.edu/hcil/fisheyemenu/fisheyemenu-demo.shtml>
- Caida: „Visualizing Internet Topology at a Macroscopic Scale“, http://www.caida.org/analysis/topology/as_core_network/index.xml
- Geisler, Gary (1998): „Making Information More Accessible: A Survey of Information Visualization Applications and Techniques“, <http://www.ils.unc.edu/~geisg/info/infovis/paper.html#temporal>
- "Geoinformation – Neue Medien für die Einführung eines neuen Querschnittfaches", Projekt an der Universität Münster http://ifgivor.uni-muenster.de/vorlesungen/3D_geovisualisierung/startseite.htm
- Gnatovich, Rock (2005): “Closing the Analysis Gap”, iMedia Communications, <http://www.imediconnection.com/content/6060.asp?CFID=360443&CFTOKEN=23679846>
- „KOAN“ (Kontextuelle Informationsvisualisierung), Projekt an der Universität Rostock <http://www.informatik.uni-rostock.de/~mkreusel/koan/koan5.html#infovis>
- NATHAN (Natural Hazards Assessment Network), http://www.munichre.com/pages/03/georisks/nathan/default_de.aspx
- „Perspective Wall“, Australian National University, Faculty of Engineering and Information Technology (FEIT), <http://escience.anu.edu.au/lecture/cg/Import/zb/wall/wall-s.html>



- Plaisant, Catherine and Ben Shneiderman: “LifeLines for Visualizing Patient Records”, University of Maryland, Human-Computer Interaction Lab, <http://www.cs.umd.edu/hcil/lifelines/>
- Shneiderman, Ben (1999): „Dynamic queries, starfield displays, and the path to Spotfire”, University of Maryland, Human-Computer Interaction Lab, <http://www.cs.umd.edu/hcil/spotfire/>
- „SimVis“ (Simulationstool) des Forschungszentrums „VRVis – Zentrum für Virtual Realty und Visualisierung Forschungs GmbH“, <http://www.vrvis.at/simvis/portfolio.html#medical>
- Spotfire DecisionSite Posters Demo, http://www.spotfire.com/products/posters_demo.cfm?CFID=360443&CFTOKEN=23679846
- Spotfire Inc.: “Providing an Informational Advantage”, <http://www.spotfire.com/about/>
- Table-Lens–Tool der Firma „Inxight“, <http://www.inxight.com/products/sdks/tl/>,
- „Tarantula – Fault Localization via Visualization“, <http://www.cc.gatech.edu/aristotle/Tools/tarantula/index.html>
- The Green Tree of life”, Projekt an der Universität von Berkeley, <http://ucjeps.berkeley.edu/TreeofLife/hyperbolic.php>
- Treemap-Tool: „Marketmap“ von Smartmoney: <http://www.smartmoney.com/marketmap/>
- Uebe, Götz: „Streudiagramm“, Helmut-Schmidt-Universität/ Universität der Bundeswehr Hamburg, Institut für Statistik und quantitative Ökonomik, http://www.hsu-hh.de/uebe/index_EapxbrccO0hQueCM.html
- VisualThesaurus (2005), Thinkmap, Inc. <http://www.visualthesaurus.com/overview.jsp;jsessionid=ABAD5CFD8246EFF36D87184D9234DAFC>
- Wikipedia – Online-Enzyklopädie, <http://de.wikipedia.org/wiki/Icon>
- Xerox PARC (Palo Alto Research Center), (2002) “Projects: Information Interfaces” <http://www2.parc.com/istl/projects/uir/projects/ii.html>



8.2 Verzeichnis der Online-Demos

letzter Zugriff bei allen Quellen 9.7.2005

- 1: Fisheye-Menüs, <http://www.cs.umd.edu/hcil/fisheyemenu/fisheyemenu-demo.shtml>
- 2: LifeLines, <http://www.cs.umd.edu/hcil/lifelines/latestdemo/chi.html>
- 3: NATHAN, <http://mrnathan.munichre.com/GUI/Worldmap/DefaultWorldMapPage.aspx>
- 4: HomeFinder, <http://www.cs.umd.edu/class/spring2001/cmssc838b/dq.zip>
- 5: TaxonTree, <http://www.cs.umd.edu/~bongshin/biodiversity/taxontree.jnlp>
- 6: VisualThesaurus, <http://visualthesaurus.com>
- 7: Treemap, „Marketmap“ von Smartmoney, <http://www.smartmoney.com/marketmap/>
- 8: Table Lens, Firma „Inxight“, <http://www.inxight.com/products/sdks/tl/>