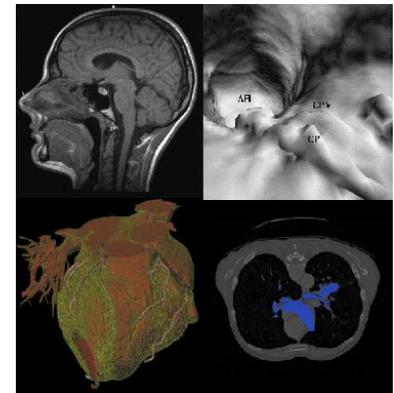
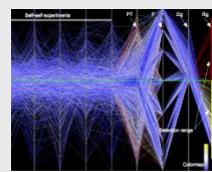


Informations- visualisierung

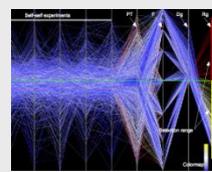
Thema:	7. Interaktion
Dozent:	Prof. Dr. Geric Scheuermann scheuermann@informatik.uni-leipzig.de
Sprechstunde:	nach vereinbarung
Umfang:	2
Prüfungsfach:	Modul Fortgeschrittene Computergrafik Medizininformatik, Angewandte Informatik





7. Interaktion

- **Zwischen** Darstellung und Benutzer
- Interaktion ist **zentraler Aspekt** der Informationsvisualisierung (Visuelle Exploration)
- Hohe Effektivität einiger Techniken durch **Dynamik der Interaktion** und Vielfalt der Ansichten
- Kap. 4: **Natürliche Grenzen** für die Darstellung auf dem Bildschirm
- Kap. 2: Keine statische Verarbeitung im visuellen System
 - **Fokus** wird verändert
 - **Aktive Suche** nach weiteren Details oder besseren Ansichten



7.1 Fokus und Kontext

- **Wichtigstes Prinzip** der Informationsvisualisierung: Fokus und Kontext
- **Detaillierte** Darstellung eines **Teils** der Daten (Fokus)
- **Übrige Daten** werden in **geringer Auflösung** dargestellt (Kontext)

- Erfolg dieser Darstellung mit geeigneter Interaktionstechnik und möglichst rascher Systemantwort basiert auch auf
 - Ähnlichkeit zum **Aufbau des Auges** und
 - Seiner **Informationsverarbeitung**, vgl. Kapitel 2.

7.1 Fokus und Kontext

Bekannte Texttechnik: Rollen (Scrolling)

- **Kleine Balken** an der Seite (Scrollbars)
 - Ansatz von **Orientierung relativ** zum Gesamttext
 - Möglichkeit zur **beschleunigten Bewegung** durch das Dokument

Scrolling hides most of a document

7.1 A PROBLEM
Many of us have found ourselves with a report that has the result (Figure 7.1) that the display is scrollable, intended to be a scrollable. It is covered by piles of paper as well as reports, books, clipings and slides, perhaps with more arranged on the floor and on a couple of screens. There may even be piles on top of piles. Such a presentation of visual information makes a lot of sense: everything relevant is to hand (theoretically) and moreover, it is very visible, such as a number (Bolt, 1988, page 7) of what might be relevant in any particular section, usually triggering a related action (Scherer, 1987). In this environment, I can concentrate on contextual tasks rather than organization.

Despite the availability of high resolution displays and powerful workstations, I still write most of my reports in this way. Why? Because the display area provided by the local workstation is too small to support, well, all the sources that are relevant to my composition.

7.2 THE PRESENTATION PROBLEM
I am not alone in the sense of having too much data to fit onto a small screen. A very large and expensive screen, for example, would be needed to display the London Underground map (Figure 7.1) and it would be difficult or impossible to present, on a normal display, the complete organization chart of IBM or ICI. Moreover, the recent emergence of small and mobile information and communication devices such as PDAs and wearable displays has additionally identified a pressing need to do better to the non-rich-pics, no-tele display.

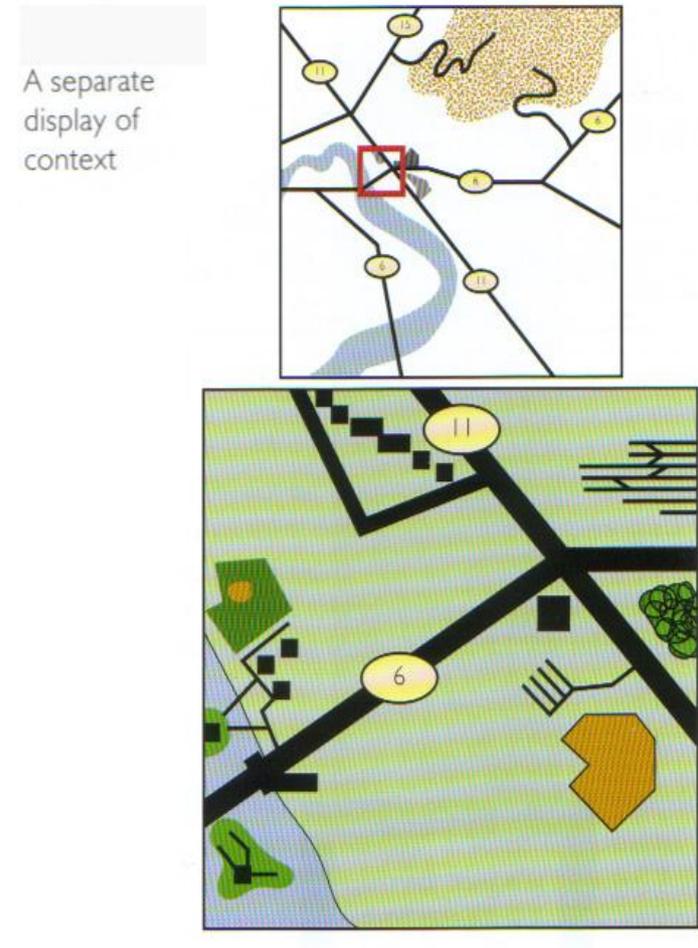
7.2.1 Scrolling
An obvious solution is to scroll the data into and out of the visible area. In other words, to provide a means whereby a long document can be moved past a window until it reaches the required page (Figure 7.2). This mechanism is widely used, but carries with it many peculiarities. One relates to the "Where am I" or "How far is it?" All I can do is operate the scrolling mechanism and look up for the figure I need, albeit assisted by various cues such as the page number indicators in the scrolling mechanism. With a scrolling mechanism, areas of a document are **hidden** from view. I have the same problem when using a microfilm reader: with the additional complication that if I move the bar to the left, the image moves to the right. A similar difficulty applies to my use of the famous London "M22" street directory. I'm thinking along a road that goes off the edge of the page, so I desperately need whatever page contains the continuation of that road (and so on). Even if I get it, I will typically have trouble locating the same road on the next page. These and other similar problems can be ameliorated by the provision of **context**. Much of this chapter, in fact, is concerned with finding how to provide context.

7.1 Fokus und Kontext

Kontextkarte (context map)

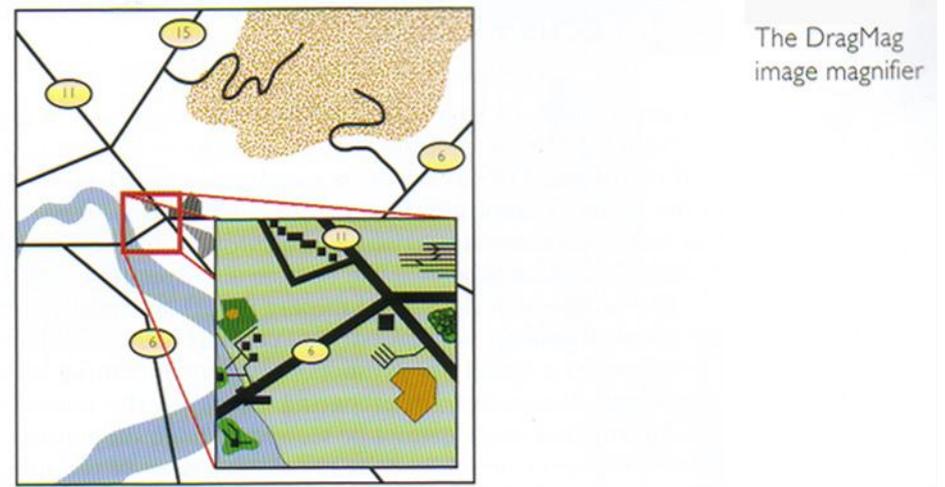
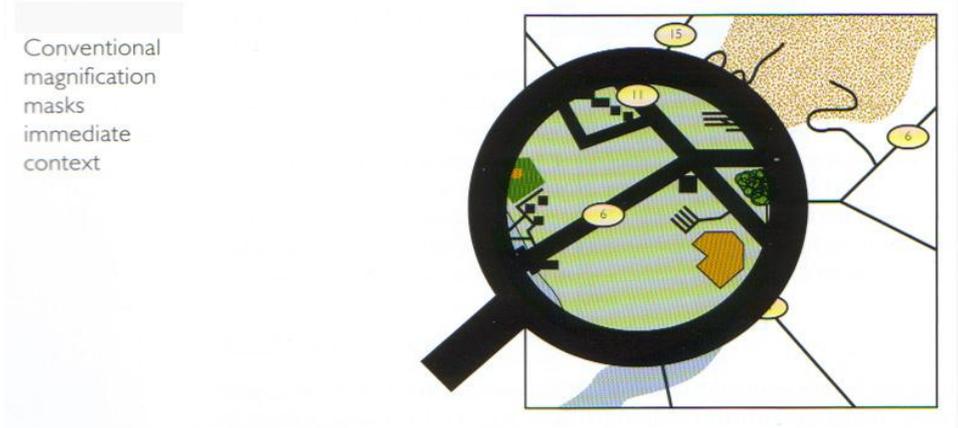
Problem beim Autofahren mit Atlanten:

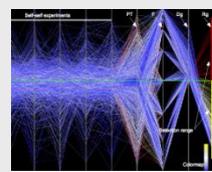
- Seitenblättern zu **neuem Ausschnitt**
- **Suchen** nach neuem Standort benötigt Zeit
- Kontextdarstellung hilft hier durch **Übersichtskarte** (eigentlich obsolet durch Navigationssystem)



7.1 Fokus und Kontext

- **Mehr Übersicht** mittels Extradarstellung des Kontextes durch Lupe
 - Verzerrung,
 - Verdeckung
- Lösung: **Verschiebung** des vergrößerten Bildes (DragMag)





7.1 Fokus und Kontext

Bifokales Display

- Sehr **erfolgreiches Konzept** für Fokus und Kontext
- Information wird **als Band** dargestellt
- **Perspektivische** Darstellung:
 - Zentrum parallel zum Benutzer
 - Beiden Seiten werden schräg nach hinten laufend projiziert

FIGURE 7.7
Representation
of an in-tray

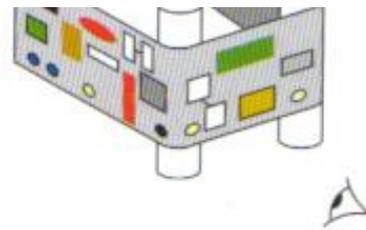
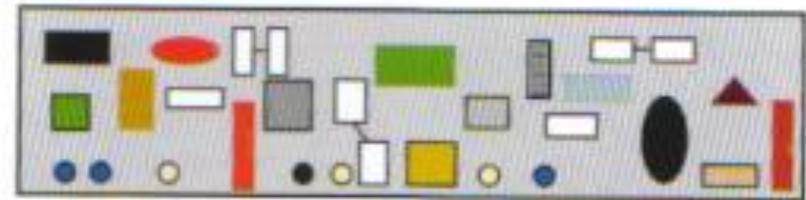


FIGURE 7.8
The principle of the Bifocal Display

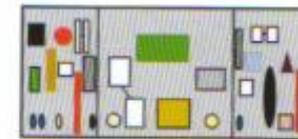


FIGURE 7.9
The Bifocal Display as seen by a user

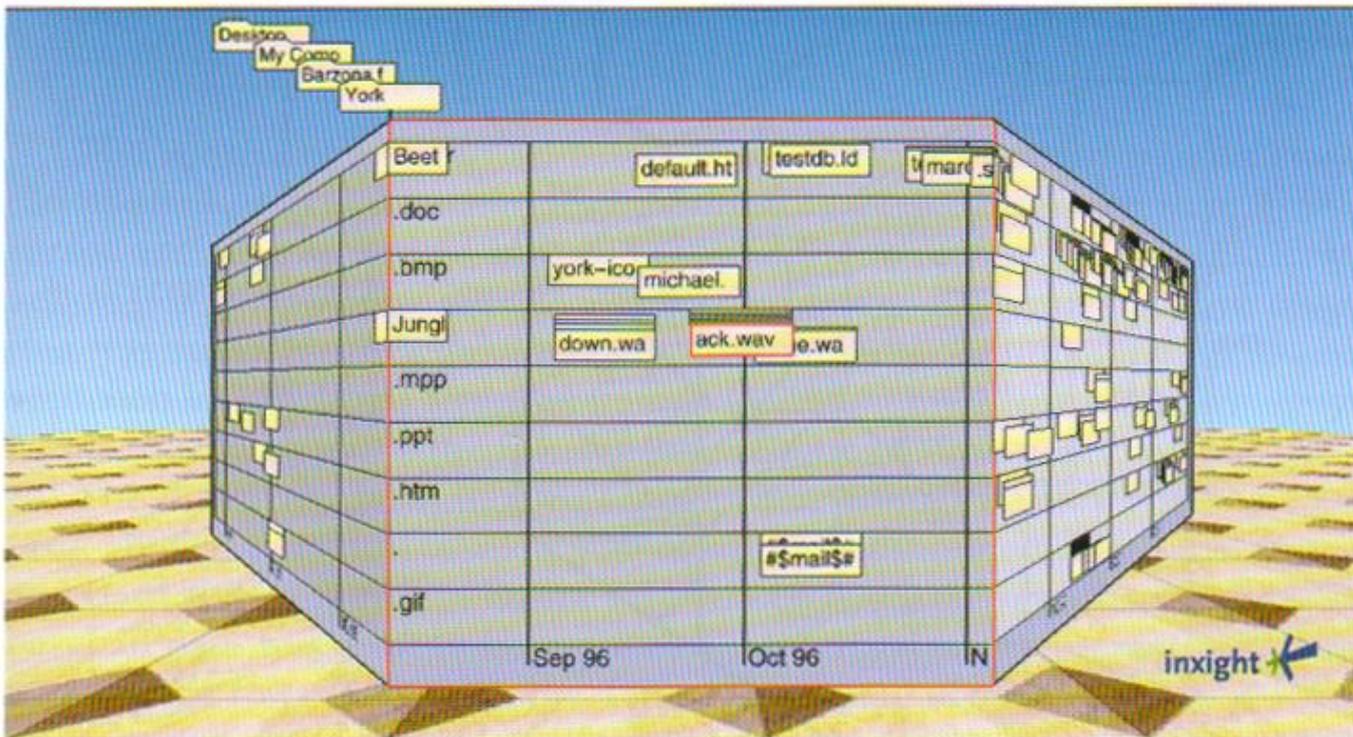
[Imperial College Television Studio, Focus on Information: The Office of the Professional (Video) Production No. 1003, 1980].

7.1 Fokus und Kontext

Perspective Wall

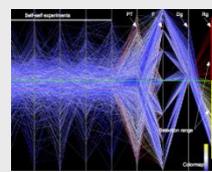
- Perspektivische Wand stellt erfolgreiche Umsetzung des Prinzips dar

[Mackinlay, Robertson, Card, Perspective Wall: Detail and context smoothly integrated, Proc. of CHI, ACM, 1991, 173-179]



The Perspective Wall

Source: *Inxight Software Inc.*



7.1 Fokus und Kontext

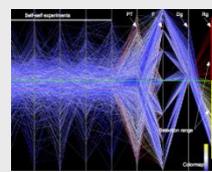
Image-Browsing

- Hilfe bei Auswahl von Videos
- Anzeige von bis zu 5 Bilder pro Sekunde
- Schnelle Auswahl aus großer Sammlung

A video-on-demand system supporting the browsing of video posters



[Lam, Spence, Image Browsing – a space-time trade-off, Proc. of INTERACT, 1997, 611-612]



7.1 Fokus und Kontext

- Dehnung nur in X-Richtung
- Dehnung in X- und Y-Richtung

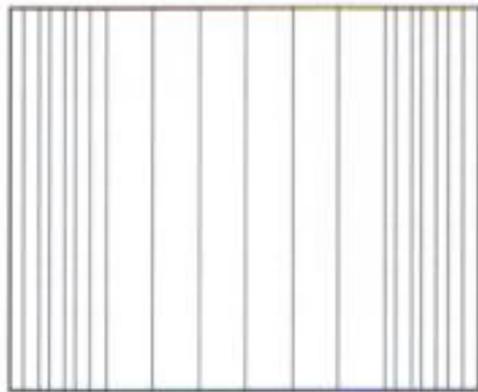


FIGURE 7.12
Distortion in the X-dimension

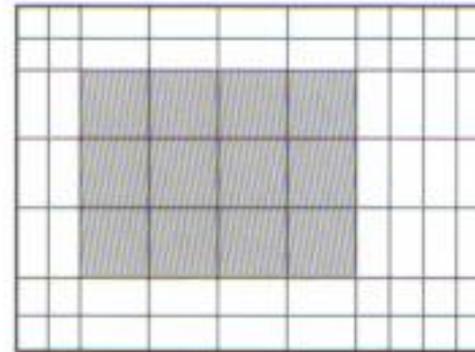
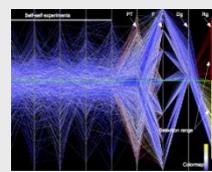


FIGURE 7.13
Distortion in both X- and Y-dimensions



7.1 Fokus und Kontext

Umsetzung für das Londoner U-Bahnnetz

The London Underground map distorted in both X- and Y-dimensions

Source: Reproduced by kind permission of London Transport Museum

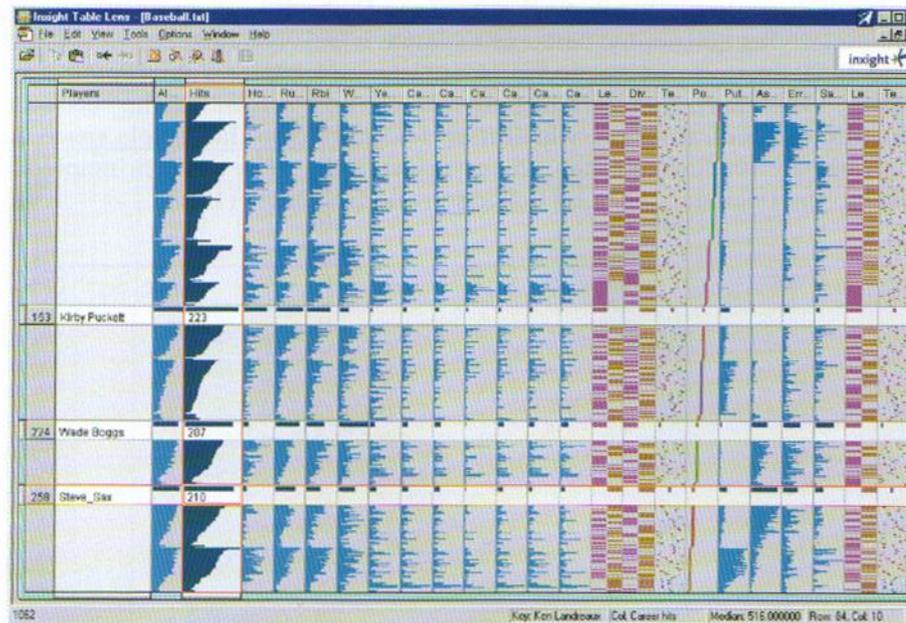


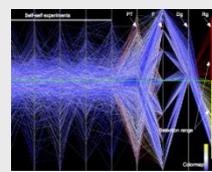
7.1 Fokus und Kontext

TableLens

- Tabellarischen Darstellungen mit Histogrammen
- **Erfolgreiche Nutzung** des Prinzips der bifokalen Displays
- Performanz von Footballspielern

The Table Lens,
exploiting the
distortion
principle
Source: *Inxight
Software, Inc.*





7.1 Fokus und Kontext

Unterdrückung (Suppression)

- Weglassen (Unterdrücken) **nicht benötigter** Information
- Effektiv, aber **oft schwierig** zu realisieren

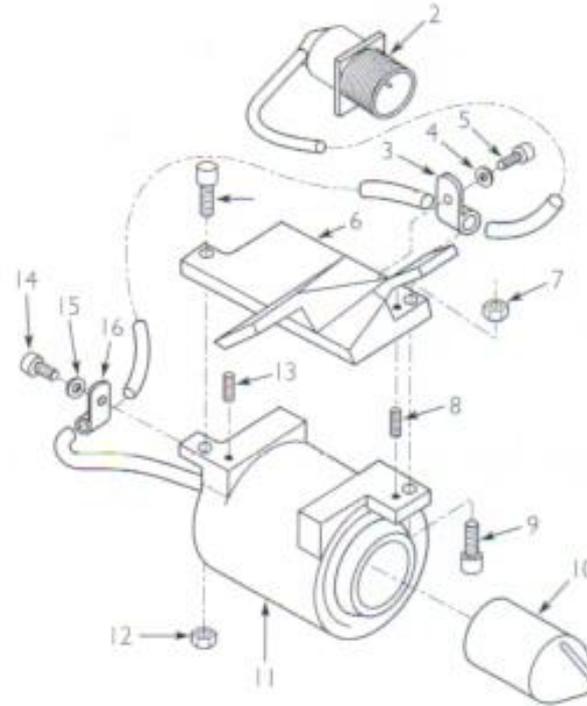


FIGURE 7.18
An engineering drawing
Source: *Mitta (1990)*

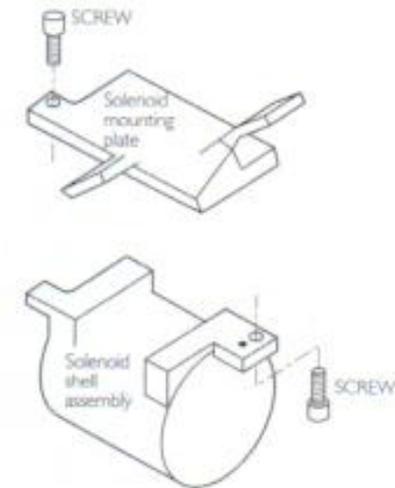
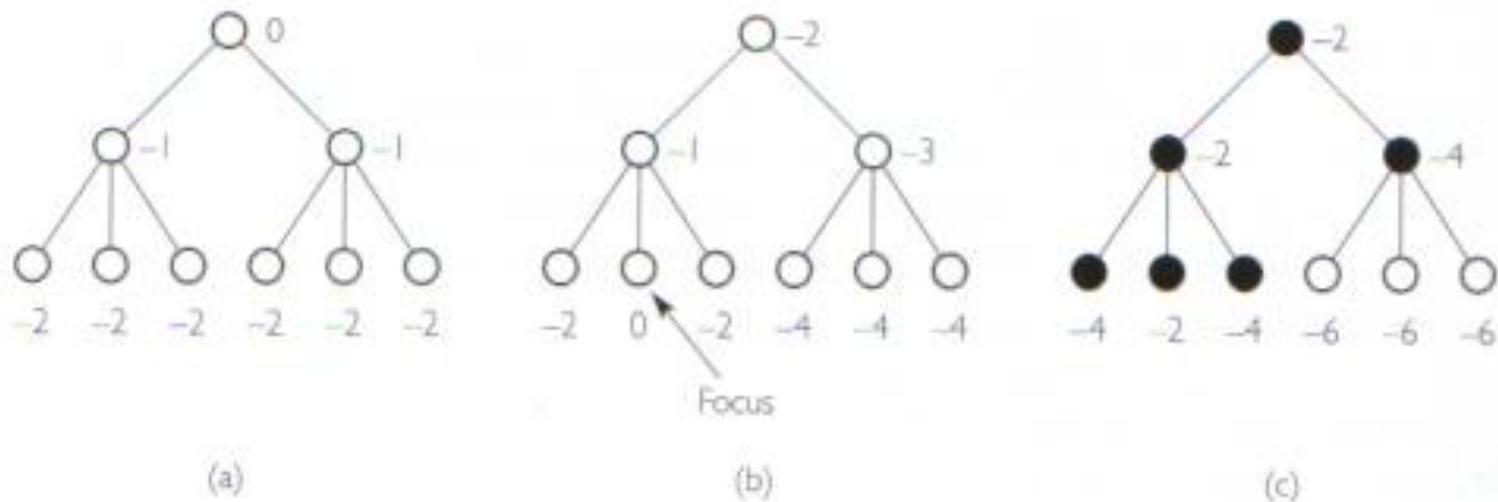


FIGURE 7.19
The engineering drawing simplified
Source: *Mitta (1990)*

7.1 Fokus und Kontext

- Trennung von **relevanter und irrelevanter** Information schwierig
- Furnas: **Balance** zwischen lokalem Detail und globalem Kontext
 - Daten werden nur visualisiert, wenn **wahrgenommener Informationswert** anwenderdefinierte Grenze überschreitet.
 - Furnas orientierte sich ursprünglich an einem Baum.



[Furnas, The FISHEYE View: A New Look at Structured Files, AT&T Laboratories, Murray Hill, NJ, 1981.]

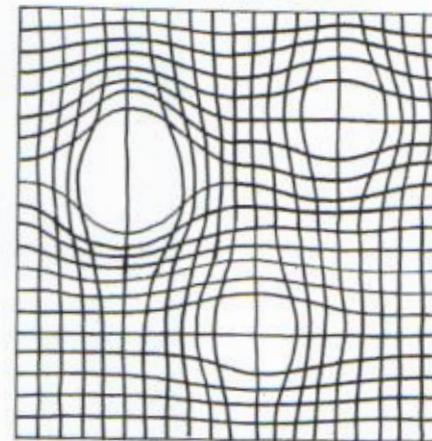
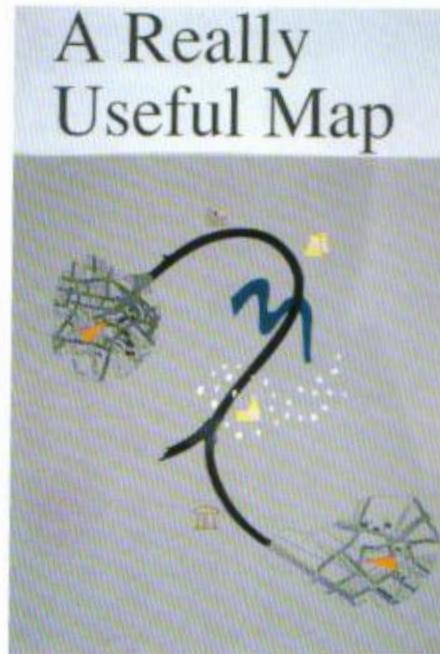
[Furnas, Generalized Fisheye Views: Visualizing Complex Information Spaces, CHI '86 Proceedings, ACM, 1986, 16-23]

7.1 Fokus und Kontext

Really Useful Map

- Gelungene Anwendung für Autofahrer
- **Gummituchtechnik** zur Vergrößerung von Details (und Unterdrückung möglichst vieler Informationen)
- Darstellung von Orientierungspunkten durch **einfache Symbole**

FIGURE 7.22
(a) A Really Useful Map employing distortion and suppression
(b) Rubber sheet distortion

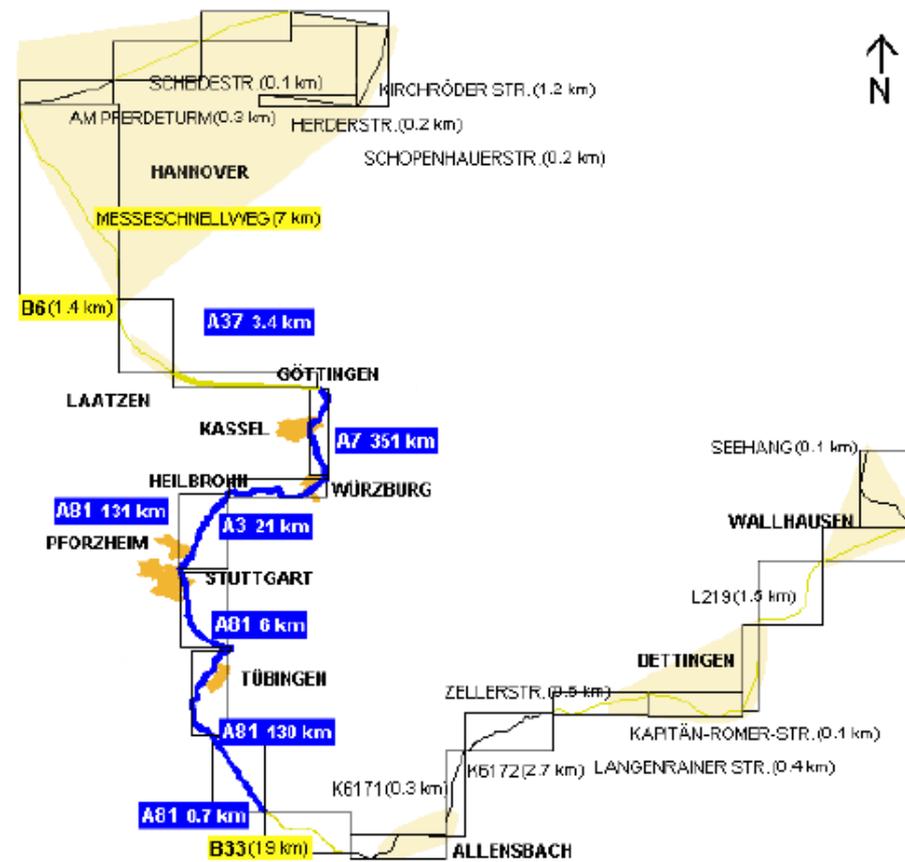


[Kadmon, Shlomi, A polyfocal projection for statistical surfaces, The Cartographic Journal 15(1):36-41, 1978]

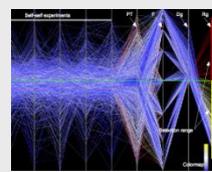
7.1 Fokus und Kontext

Context-Preserving Map

- Nichtlineare lokale Vergrößerung
- Navigation



[Ziegler, Keim, Copernicus: Context-Preserving Engine for Route Navigation with Interactive User-modifiable Scaling, Proc EuroVis 2008]



7.1 Fokus und Kontext

Detaillupen (Magic Lenses)

- Lupenmetapher zur **Definition des Fokus**
- **Einblenden nützlicher** Information

In creative writing one often needs clarification of a word, either because someone else has used that word or because one has used the word oneself without being absolutely sure of its definition. An appropriate **magic lens** would first be moved from its normal position on the display to lie over the sentence...

A Magic Lens employed to clarify the meaning of a word

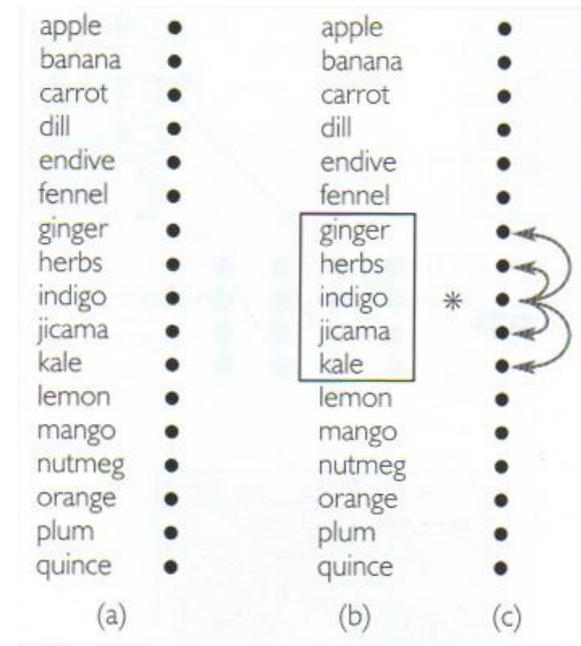
In creative writing one often needs clarification of a word, either because someone else has used that word or because one has used the word oneself without being absolutely sure of its definition. An appropriate **magic lens** would first be moved from its normal position on the display to lie over the sentence...

lens: n | a carefully ground or molded piece of glass, plastic or other transparent material, having opposite surfaces either or both of which are curves

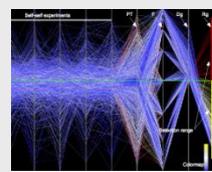
7.1 Fokus und Kontext

Effektives Blättern

- Scrollen in langen, sortiert Listen **zu aufwändig**
- **Verschieben der Fensterposition** durch Anklicken/Rollen
- **Anspringen von Positionen** einer sehr großen sortierten Liste (z. B. Telefonbuch einer Stadt) durch weitere Mechanismen sinnvoll: Tippen von Anfangsbuchstaben
- Ansicht mit **exponentiell anwachsenden Lücken/Sprüngen** kann sehr effektiv sein!



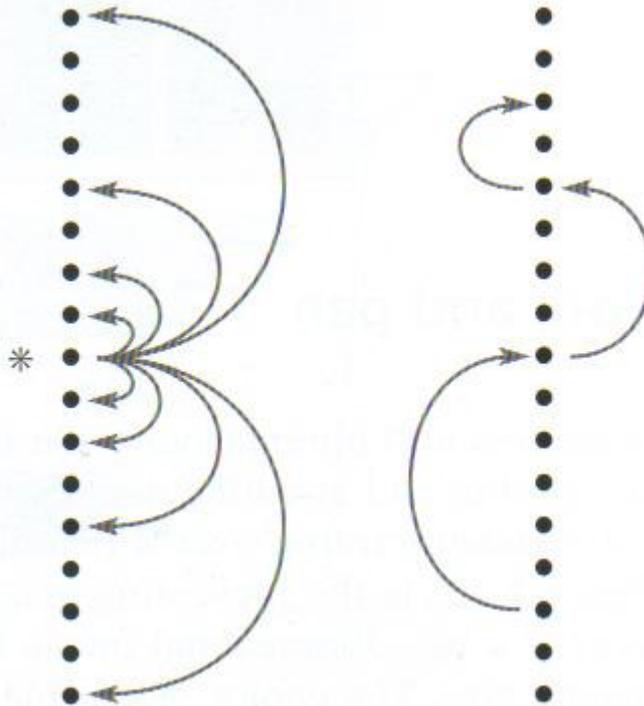
An effective view of a list, and movement through it



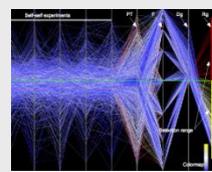
7.1 Fokus und Kontext

- apple ●
- banana ●
- carrot ●
- dill ●
- endive ●
- fennel ●
- ginger ●
- herbs ●
- indigo ●
- jicama ●
- kale ●
- lemon ●
- mango ●
- nutmeg ●
- orange ●
- plum ●
- quince ●

apple..
..endive..
ginger
herbs
indigo
jicama
kale
..mango..
..quince



A rearrangement of the effective view to facilitate movement through the list

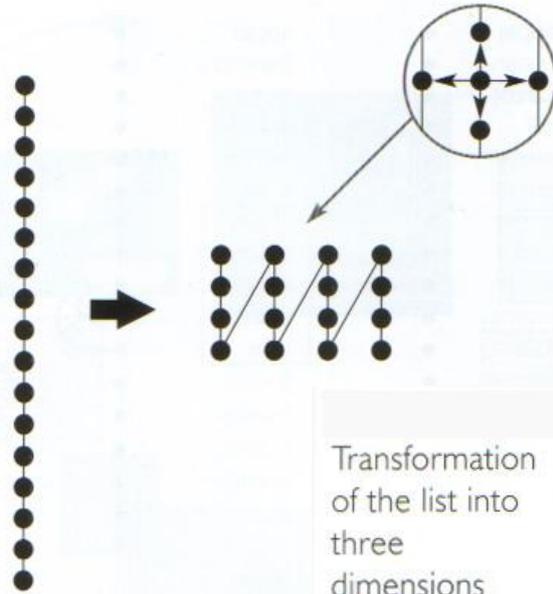


7.1 Fokus und Kontext

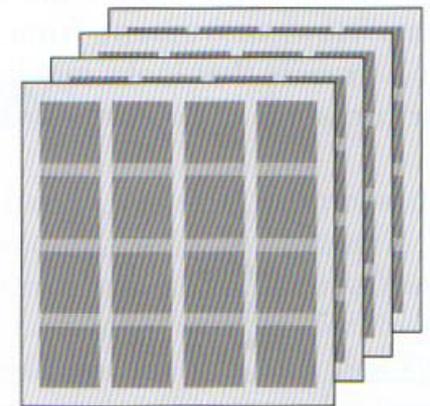
Effektives Blättern, Frts.

- 2D und 3D-Anordnungen können sinnvoll sein

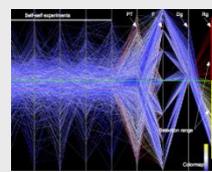
Transformation
of the list into
two dimensions



Transformation
of the list into
three
dimensions



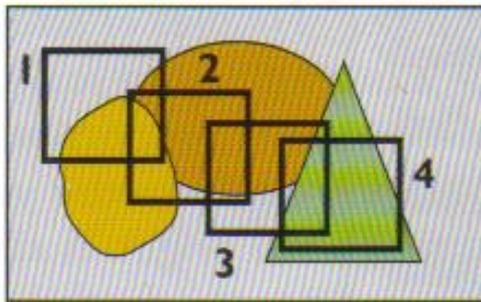
[Furnas, Effective View Navigation, Proc. CHI, ACM, 1997, 367-374]



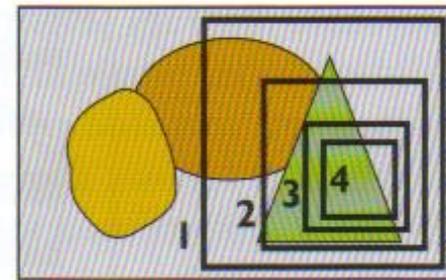
7.1 Fokus und Kontext

Vergrößern und Verschieben (Zooming and Panning)

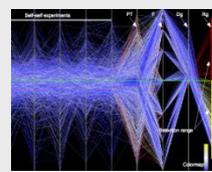
- Panning: Kontinuierliche Verschieben eines Fensters durch ein größeres Bild
- Unterschied zum Rollen (Scrolling): Freie Bewegung in einer Ebene statt nur vertikal (horizontal)
- Vergrößern (Zooming) ändert Auflösung



Panning is the smooth movement of a viewing frame over a 2D image

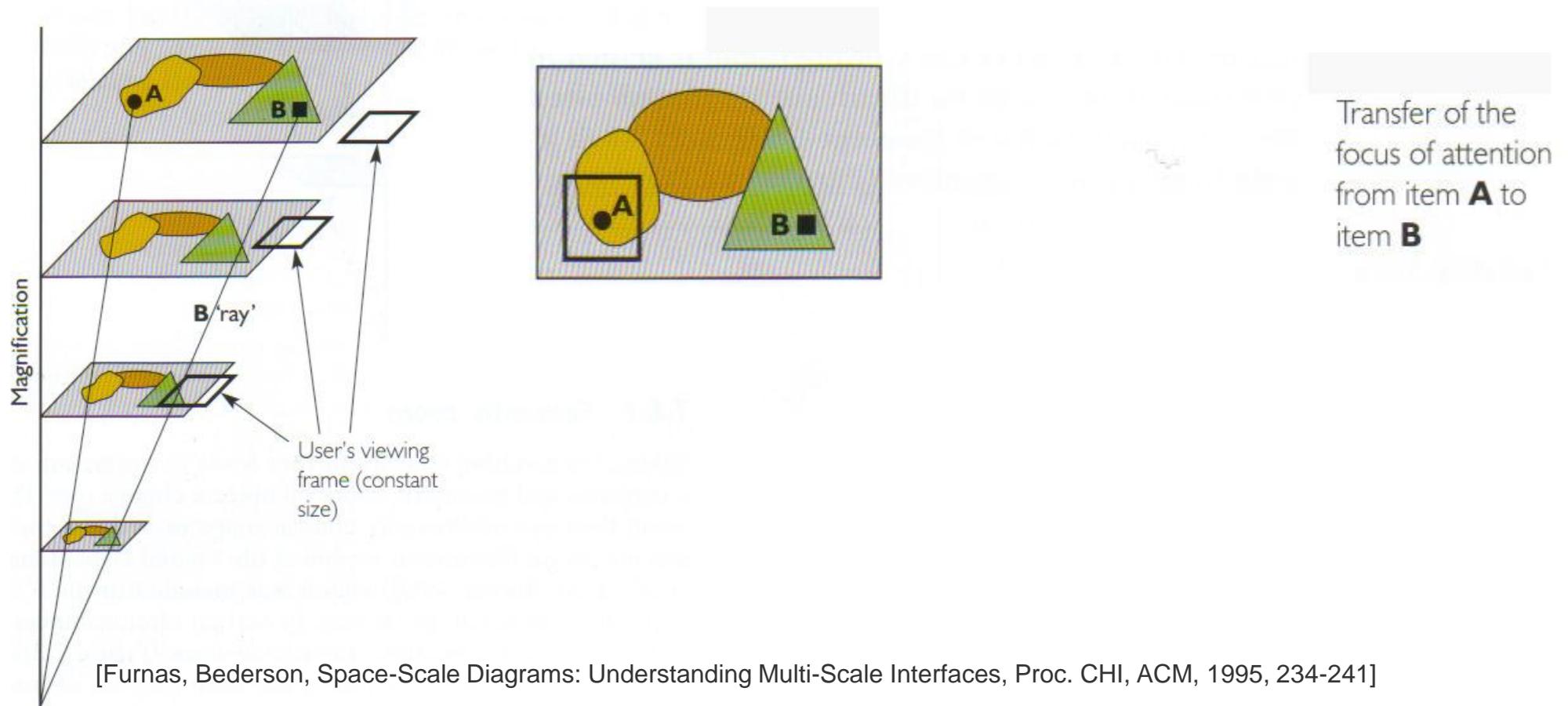


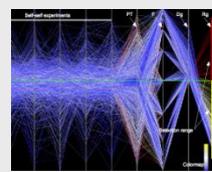
Zooming is the increasing magnification of a decreasing fraction of an image (or vice versa)



7.1 Fokus und Kontext

- Darstellung mit Raum-Skalen-Diagramm (auch für andere Techniken)

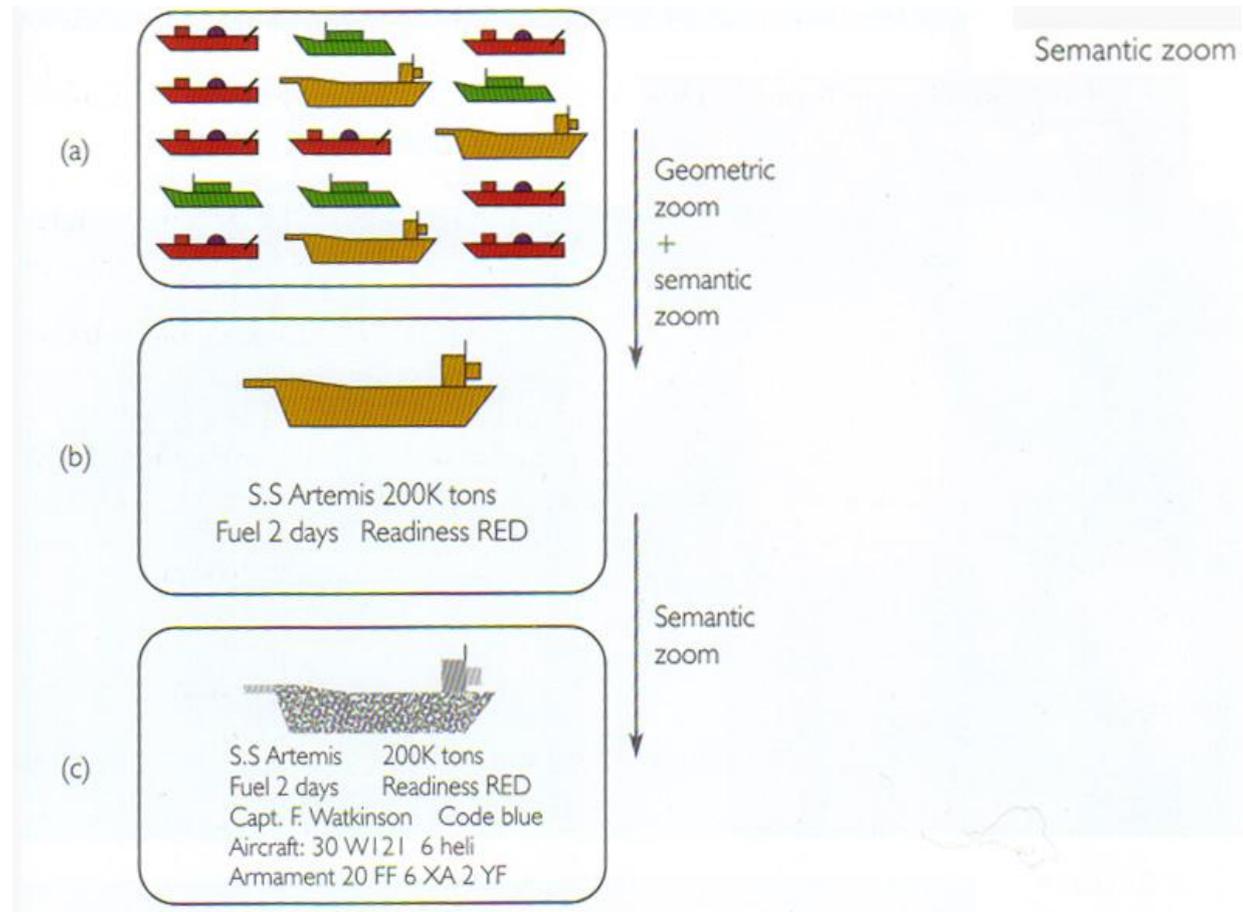


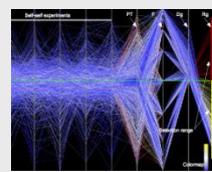


7.1 Fokus und Kontext

Semantisches Vergrößern

- Einblenden von Metainformation ab einer bestimmten Auflösung (beim Vergrößern)



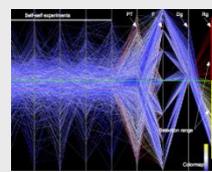


7.1 Fokus und Kontext

Glattes und effektives Vergrößern und Verkleinern

- Häufiges Vorgehen bei **Dateien in einer (großen) Ebene** (z.B.: Landkarten):
 - Überblick (overview first)
 - Vergrößern & Filtern (zoom and filter)
 - Details auf Nachfrage (details-on-demand)
- **Interaktionsprinzip !**
 - Übergang von Details zum Überblick **soll fließend sein**
 - Oder beides vorhanden sein (Fokus+Kontext).
 - Gestaltung des Übergangs aber noch **unspezifiziert**
 - **Interpolation** (linear im Raum, logarithmisch in der Skala) im Raum-Skalen-Diagramm **nützlich**
 - Aber: Bei Übergang von Detailbild zu einem anderen **ungünstige Lösung!**

[Shneiderman, The Eyes Have it: A task by Data Type Tachonomy of Information Visualizations, Proc. of IEEE Symposium on Visual Languages, 1996, 336-343].



7.1 Fokus und Kontext

Formel zur Berechnung geeigneter Vergrößerungen und Verschiebungen

Sei ein Objekt M über dem **Gebiet** W aus \mathbb{R}^2 definiert und A aus W der zu projizierende Ausschnitt um einen **Punkt** $\mathbf{c}=(c_x, c_y)$ in W mit **Breite** w , also

$$A = [c_x - w/2, c_x + w/2] \times [c_y - w/2, c_y + w/2]$$

Der Bildschirm wird als $I = [-1/2, 1/2] \times [-1/2, 1/2]$ modelliert

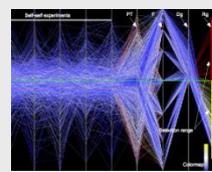
Dann gilt für die Projektion $\mathbf{x}' = (x', y') = p(x, y)$:

$$(1) \quad (x', y') = \left(\frac{x - c_x}{w}, \frac{y - c_y}{w} \right)$$

und für die Inverse

$$(2) \quad (x, y) = (c_x + wx', c_y + wy')$$

[van Wijk, Nuij, Smooth and Efficient Zooming and Panning, Proc. IEEE Symposium on Information Visualization, 2003, 15-22]



7.1 Fokus und Kontext

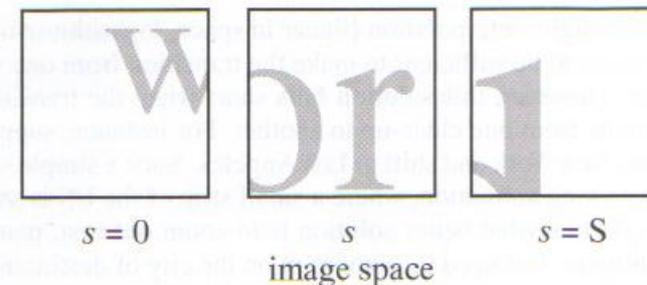
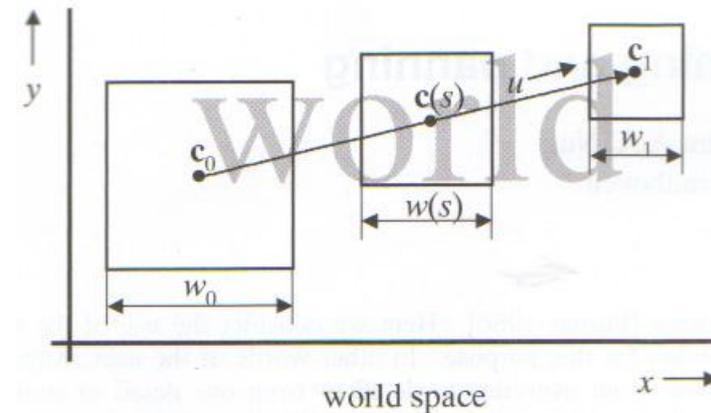
- Sind nun zwei Ausschnitte $c_i, w_i, i=0,1$ gegeben, so sucht man Funktionen $c(s), w(s), s$ in $[0,S]$ mit S als Zielwert und

$$c(0) = c_0, \quad w(0) = w_0,$$

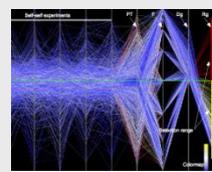
$$c(S) = c_1, \quad w(S) = w_1$$

- Eine **Animation ergibt sich** mit echter Zeit t und konstanter Geschwindigkeit V durch

$$S = Vt, \quad t \in [0, S/V]$$



World space and image space



7.1 Fokus und Kontext

- Annahme: **keine Wahrnehmungsdifferenzen** für vertikales, horizontales und diagonales Verschieben, dann ergibt sich ein linearer Weg für $c(s)$:

$$c(s) = c_0 + \frac{c_1 - c_0}{\|c_1 - c_0\|} u(s) \quad u \in [u_0, u_1]$$

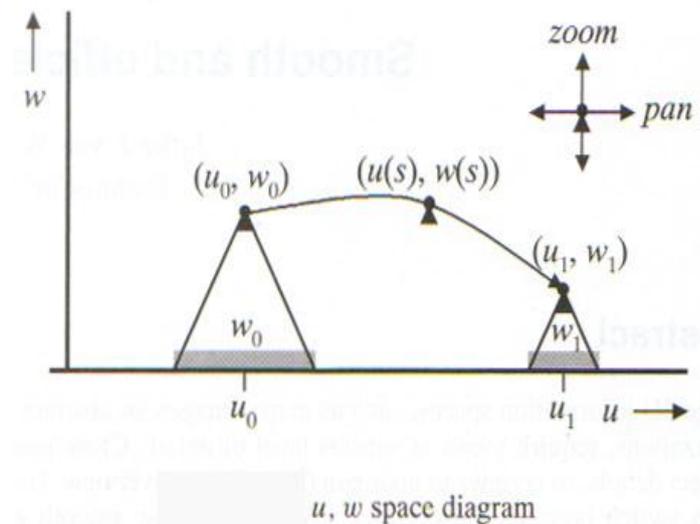
mit $u_0=0$, $u_1=\|c_1-c_0\|$

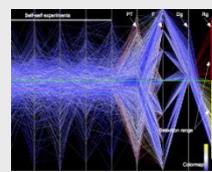
- $u(s)$ beschreibt die **Verschiebung entlang einer geraden Linie**
- Also suchen wir Funktionen $u(s)$, $w(s)$ mit s in $[0, S]$, so dass

$$u(0) = u_0, \quad w(0) = w_0,$$

$$u(S) = u_1, \quad w(S) = w_1$$

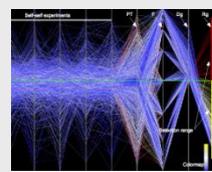
- Dies ergibt u - w -Diagramm, wobei **Verschieben (Panning) der u -Richtung** und **Vergrößern (Zooming) der w -Richtung** entspricht





7.1 Fokus und Kontext

- **Physikalische** Interpretation der (u,w)-Werte
 - Position/Pfad einer Kamera:
Höhe w über Objekt M mit Öffnungswinkel $2 \arctan 0.5 \approx 53^\circ$
- Optimaler Weg: **glatter** und **effizienter** Weg
 - **Glatt** = glatt wahrgenommen (ohne kognitive Aspekte zu betrachten):
Mindestens **kontinuierlich**
 - **Gleichmäßige** Bewegung
 - Jede Sicht als **gleich wichtig betrachten** (obwohl zB. Städte mehr Details als ebene Felder enthalten)
 - **Effizienz** = Kürzester Pfad, keine Umwege
- Optimierung messen durch **Metrik**



7.1 Fokus und Kontext

Metrik herleiten

- Messung des **optischen Fluss** im Bild über Änderung (Geschwindigkeit) auf dem Bildschirm:
$$\dot{x}' = \left(\left[-x\dot{w} - \dot{c}_x w + c_x \dot{w} \right] / w^2, \left[-y\dot{w} - \dot{c}_y w + c_y \dot{w} \right] / w^2 \right)$$

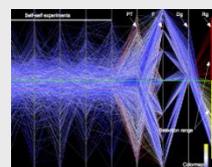
- Wir erhalten als mittleres Quadrat der Geschwindigkeit V_{RMS} über den **ganzen Bildraum**

$$\begin{aligned} V_{RMS}^2 &= V^2 \int_I \dot{x}' \cdot \dot{x}' dI = V^2 \int_{-0.5}^{0.5} \int_{-0.5}^{0.5} (\dot{x}'^2 + \dot{y}'^2) dx' dy' \\ &= V^2 \left(\frac{1}{w^2} \dot{c}_x^2 + \frac{1}{w^2} \dot{c}_y^2 + \frac{1}{6w^2} \dot{w}^2 \right) = V^2 \left(\frac{1}{w^2} \dot{u}^2 + \frac{1}{6w^2} \dot{w}^2 \right) \end{aligned}$$

- Für **Metrik vereinfachen**:

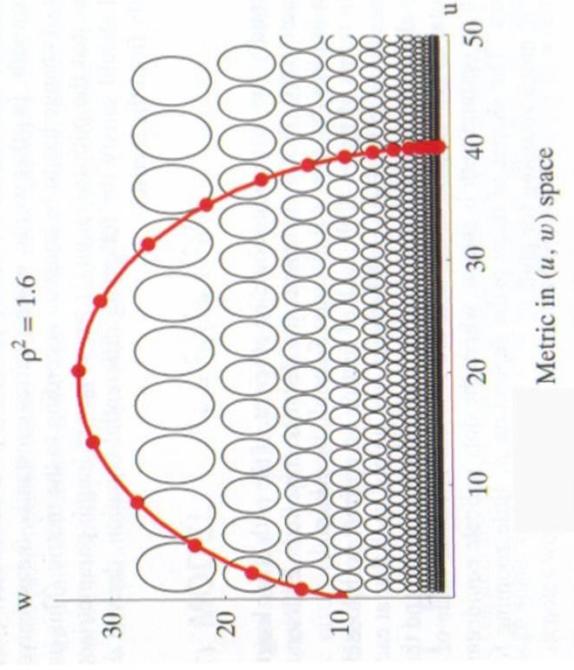
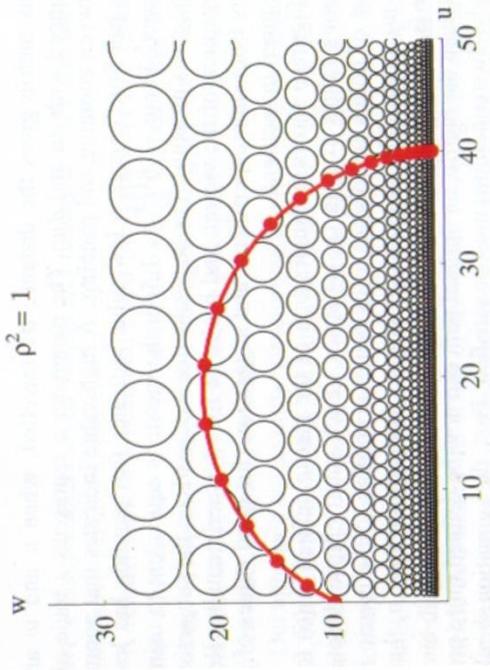
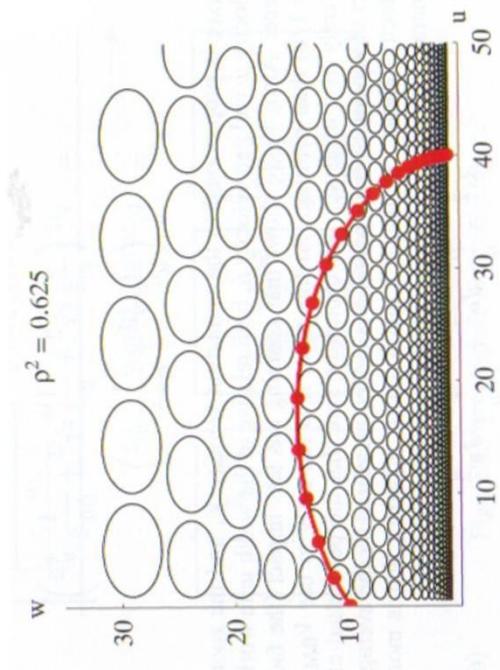
$$(3) \quad ds^2 = \frac{\rho^2}{w^2} du^2 + \frac{1}{\rho^2 w^2} dw^2$$

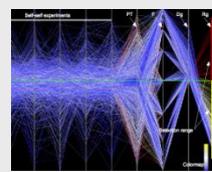
(um **unklare Wahrnehmungsbedeutung** von Vergrößern und Verschieben zu berücksichtigen)



7.1 Fokus und Kontext

- ρ ist Tradeoff zwischen Zooming und Panning
- ρ bestimmt unterschiedliche Pfade



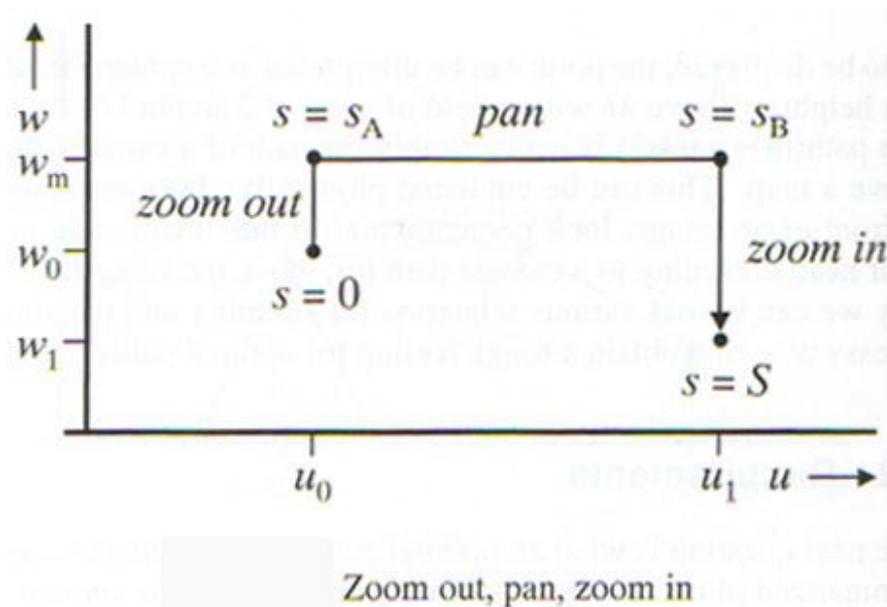


7.1 Fokus und Kontext

- Glatter Weg bedeutet **gleichmäßige Bewegung**:
($u(s), w(s)$) in Bogenlänge parameterisieren und folgende Gleichung sollte gelten:

$$(4) \quad \rho^2 \dot{u}^2 + \dot{w}^2 / \rho^2 = w^2$$

- Effizienz bedeutet einen kurzen Weg, also S minimal
- Beispiel:

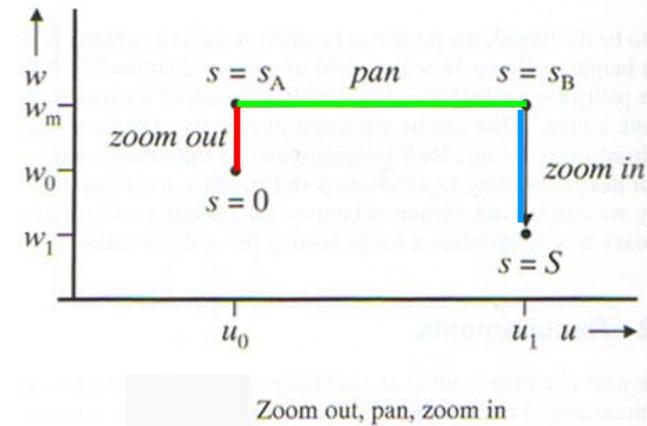


7.1 Fokus und Kontext

Zoom Out, Pan, Zoom In

Drei Phasen sind zu unterscheiden:

- Für $s=0$ bis s_A , verkleinere von (u_0, w_0) zu (u_0, w_m)
- Für $s=s_A$ bis s_B , verschiebe von (u_0, w_m) nach (u_1, w_m)
- Für $s=s_B$ bis S , vergrößere von (u_1, w_m) zu (u_0, w_1)



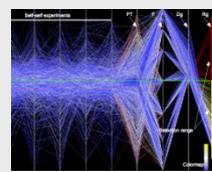
Geeignete Ansätze für die erste und dritte Phase sind

$$u(s) = u_0, \mathbf{w}(s) = \mathbf{w}_0 \exp(\rho s), \quad s \in [0, s_A]$$

$$u(s) = u_1, \mathbf{w}(s) = \mathbf{w}_m \exp(\rho(s_B - s)), \quad s \in [s_B, S]$$

Für die mittlere Phase bietet sich an

$$w(s) = w_m, \mathbf{u}(s) = \mathbf{w}_m(s - s_A) / \rho + u_0, \quad s \in [s_A, s_B]$$



7.1 Fokus und Kontext

- Parameter s_A , s_B , S hängen von w_m ab
- w_m sollte S minimieren
- Mit $w(s_A) = w_m$ ergibt sich

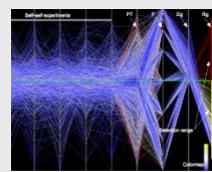
$$s_A = \ln(w_m / w_0) / \rho, \quad w_m \geq w_0 \quad \text{Zoom-out}$$
$$S - s_B = \ln(w_m / w_1) / \rho, \quad w_m \geq w_1 \quad \text{Zoom-in}$$

Mit $u(s_B) = u_1$ ergibt sich

$$s_B - s_A = \rho(u_1 - u_0) / w_m \quad \text{Panning}$$

und letztlich

$$S = \frac{\rho(u_1 - u_0)}{w_m} + \frac{\ln(w_m / w_0)}{\rho} + \frac{\ln(w_m / w_1)}{\rho}$$



7.1 Fokus und Kontext

Die Minimierung von S liefert

$$\frac{ds}{dw_m} = 0 \Leftrightarrow \frac{-\rho(u_1 - u_0)}{w_m^2} + \frac{2}{\rho w_m} = 0$$

also

$$w_m = \max(w_0, w_1, \rho^2(u_1 - u_0)/2)$$

und somit:

$$u(s) = \begin{cases} u_0 & \text{if } 0 \leq s < s_A \\ w_m(s - s_A)/\rho + u_0 & \text{if } s_A \leq s < s_B \\ u_1 & \text{if } s_B \leq s \leq S \end{cases}$$

$$w(s) = \begin{cases} w_0 \exp(\rho s) & \text{if } 0 \leq s < s_A \\ w_m & \text{if } s_A \leq s < s_B \\ w_m \exp(\rho(s_B - s)) & \text{if } s_B \leq s \leq S \end{cases}$$

$$s_A = \ln(w_m/w_0)/\rho$$

$$s_B = s_A + \rho(u_1 - u_0)/w_m$$

$$S = s_B + \ln(w_m/w_1)/\rho$$

$$w_m = \max(w_0, w_1, \rho^2(u_1 - u_0)/2).$$

7.1 Fokus und Kontext

Optimaler Weg

- Letztes Ergebnis ist nicht glatt an Ecken
- Wir brauchen eine **Geodäte** $(u(s), w(s))$ zur Metrik

$$ds^2 = Edu^2 + Gdw^2$$

- Nach der **Differentialgeometrie**

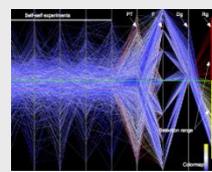
$$\frac{du^2}{ds^2} + \frac{E_u}{2E} \frac{du^2}{ds} + \frac{E_w}{E} \frac{du}{ds} \frac{dw}{ds} - \frac{G_u}{2E} \frac{dw^2}{ds} = 0$$

$$\frac{dw^2}{ds^2} - \frac{E_w}{2G} \frac{du^2}{ds} + \frac{G_u}{G} \frac{du}{ds} \frac{dw}{ds} + \frac{G_w}{2G} \frac{dw^2}{ds} = 0$$

- Mit Metric $\mathbf{E}=\rho^2/w^2$ und $\mathbf{G}=1/(\rho^2w^2)$ ergibt sich

$$\frac{du^2}{ds^2} - \frac{du}{ds} \frac{dw}{ds} / w = 0$$

$$\frac{dw^2}{ds^2} + \rho^4 \frac{du^2}{ds} / w - \frac{dw^2}{ds} / w = 0$$



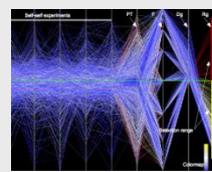
7.1 Fokus und Kontext

- Als Ergebnis erhält man nach einigem Rechnen für $u_0 \neq u_1$

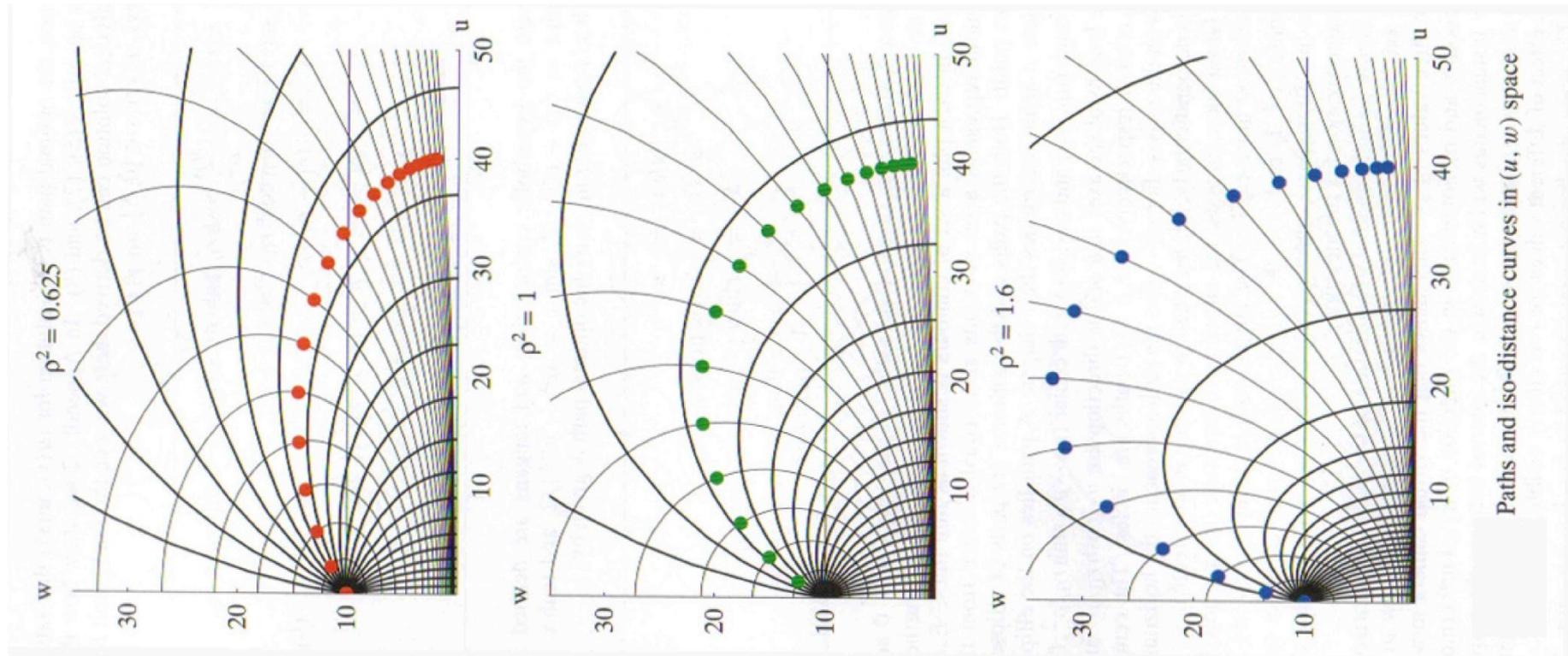
$$\begin{aligned}u(s) &= \frac{w_0}{\rho^2} \cosh r_0 \tanh(\rho s + r_0) - \frac{w_0}{\rho^2} \sinh r_0 + u_0, \\w(s) &= w_0 \cosh r_0 / \cosh(\rho s + r_0), \\S &= (r_1 - r_0) / \rho, \\r_i &= \ln(-b_i + \sqrt{b_i^2 + 1}), \quad i = 0, 1, \text{ and} \\b_i &= \frac{w_1^2 - w_0^2 + (-1)^i \rho^4 (u_1 - u_0)^2}{2w_i \rho^2 (u_1 - u_0)}, \quad i = 0, 1,\end{aligned}\tag{9}$$

- Und für $u_0 = u_1$

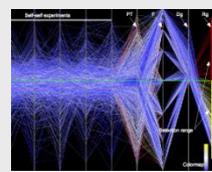
$$\begin{aligned}u(s) &= u_0 \\w(s) &= w_0 \exp(k\rho s) \\S &= |\ln(w_1/w_0)|/\rho \\k &= \begin{cases} -1, & \text{wenn } w_1 < w_0 \\ 1, & \text{sonst} \end{cases}\end{aligned}$$



7.1 Fokus und Kontext



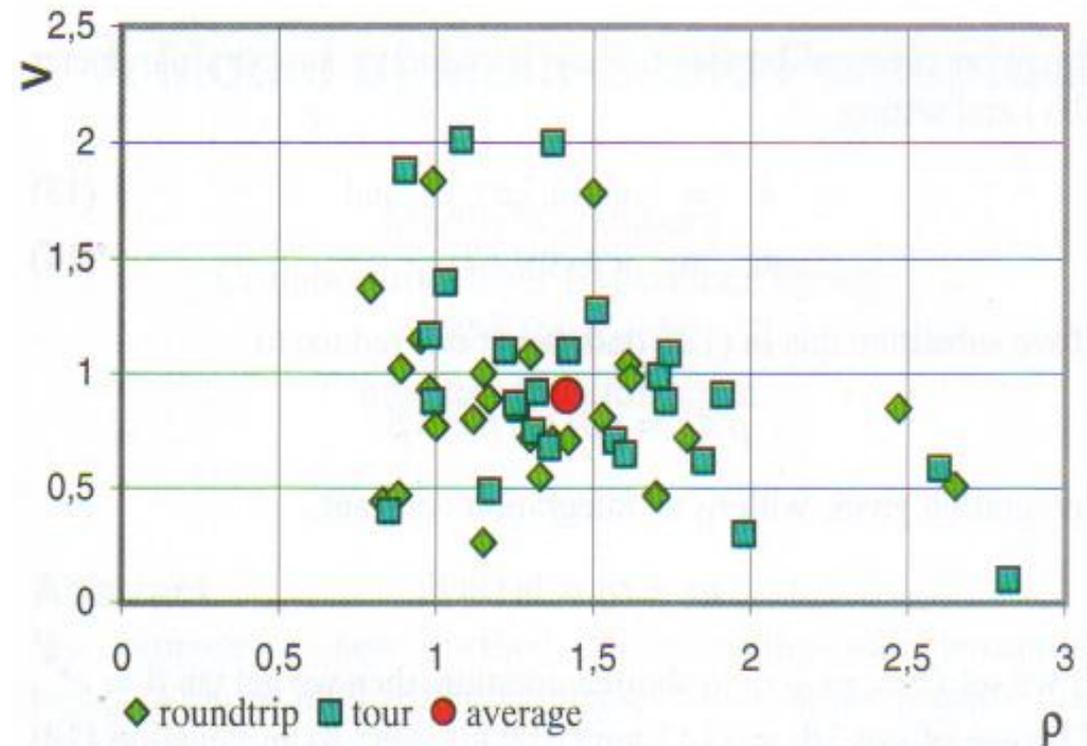
- Pfade und Isodistanzkurven im (u, w) -Raum

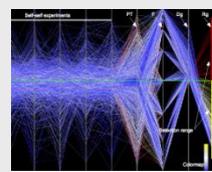


7.1 Fokus und Kontext

Anwenderstudie

- V und ρ müssen noch ermittelt werden
- Dazu wurden 26 Personen gebeten, Werte so einzustellen, dass **sie glatt erscheinen**
- Als **Mittelwerte** ergaben sich $V=0,9$ und $\rho=1,42$

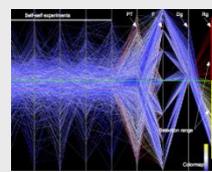




7.2 Dynamisches Erforschen

Unzureichendes Wissen führt zu unklar formulierten Problem

- Man sucht etwa ein Haus:
 - \$100 000, 3 Schlafzimmer, Nähe guter Schule, Großeltern nicht zu weit
 - Unbekannte Faktoren:
 - Beliebter Park spielt wesentliche Rolle bei Preisen
 - Mieter sind leicht zu finden
- **Suche nach richtiger Frage** ist Teil der Suche nach Antwort auf eine nur grob festgelegte Fragestellung
- Hier kann Informationsvisualisierung helfen



7.2 Dynamisches Erforschen

Klassische Datenbankanfrage

SELECT Hausadresse

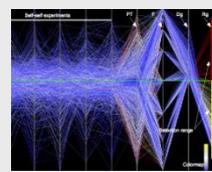
FROM Datenbank

WHERE Preis <= 100.000 **AND** Bäder=2 **AND** Schlafzimmer>=3

liefert oft 0 TREFFER

Oder 1543 TREFFER

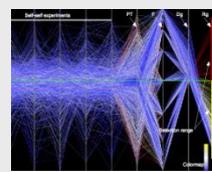
- **ohne weitere Hinweise** zur Erweiterung oder Eingrenzung der Suchanfrage



7.2 Dynamisches Erforschen

Nachteile üblicher Datenbankabfragen

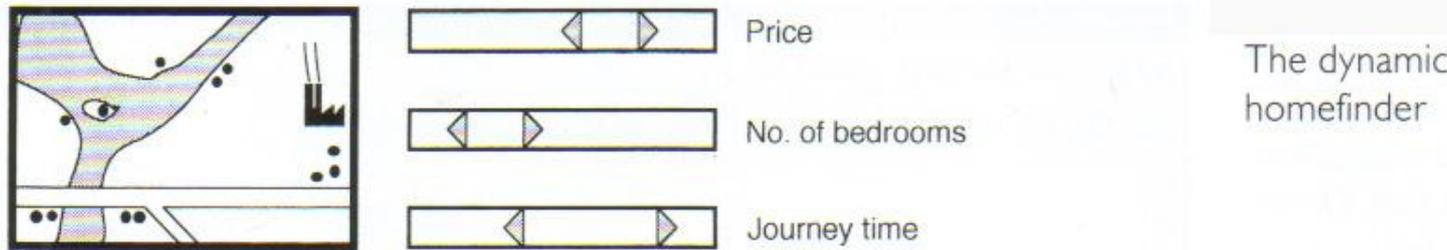
- **Suchsprache** lernen: kann mehr als 60min dauern
- **Tippfehler** werden nicht toleriert
- **Zu viele oder zu wenige Treffer**, wenn man die Datenbank nicht kennt
- **Kein Indikator** wie die Anfrage zu ändern ist
- **Keine Interaktivität:**
Veränderung der Suchanfrage erfordert Zeit (Änderung, Eintippen, Antwort)
- Kein Kontext
- Der Anwender kann **keine interne Vorstellung** von den Daten erzeugen



7.2 Dynamisches Erforschen

Dynamische Suchanfragen

- Dynamische Suchanfragen mit interaktiven Antworten ($<0,1s$) erlauben **dynamisches Erforschen**:
„Was wäre wenn...?“-Prinzip



- Generische Aufgabe:
 - Sei **Menge von Objekten** mit Werten für **Menge von Attributen** gegeben
 - Finde das **optimale Objekt** oder kleine Anzahl von Objekten, die **näher studiert** werden können

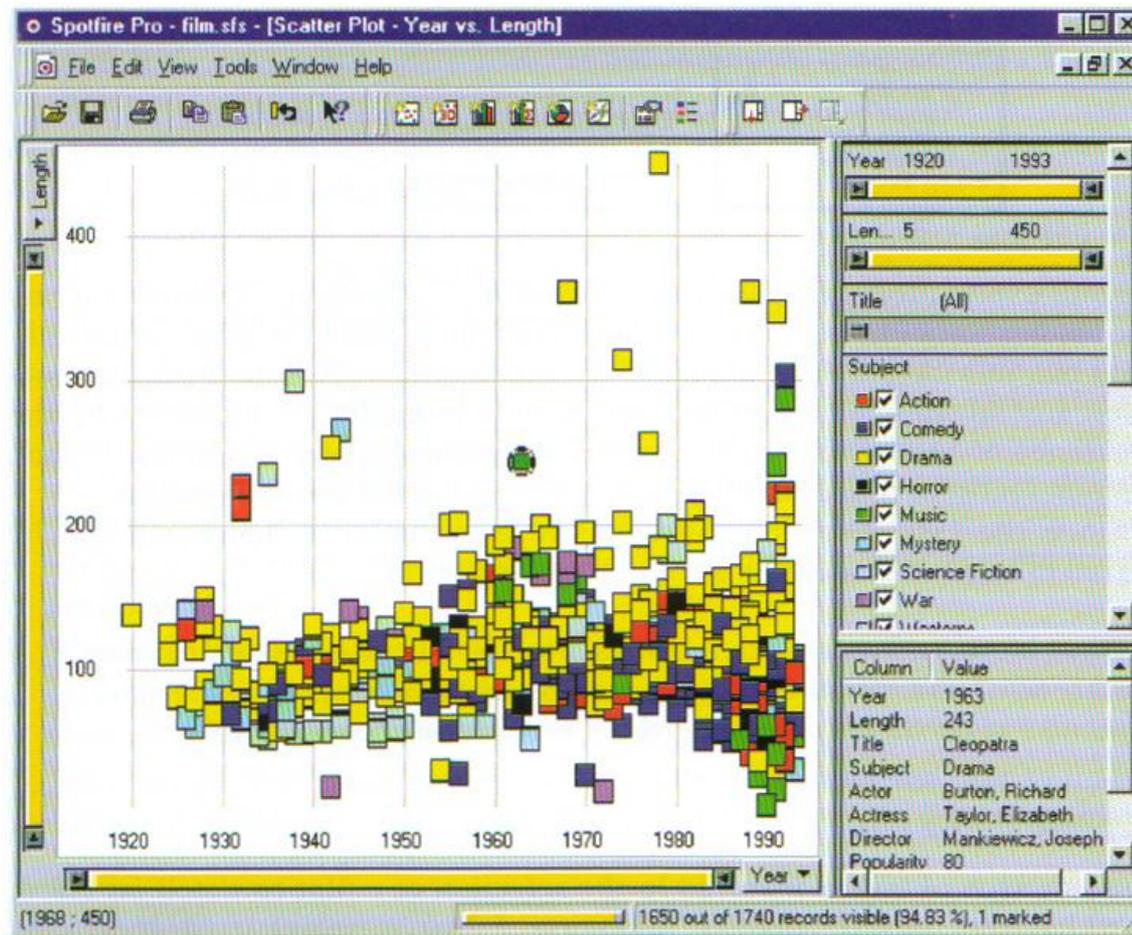
[Williamson, Shneiderman, The Dynamic Homefinder: evaluating dynamic queries in a real estate information exploration system. Proc. ACM SIGIR, 1992 339-346]

7.2 Dynamisches Erforschen

- Filmauswahl kann ebenfalls so angegangen werden

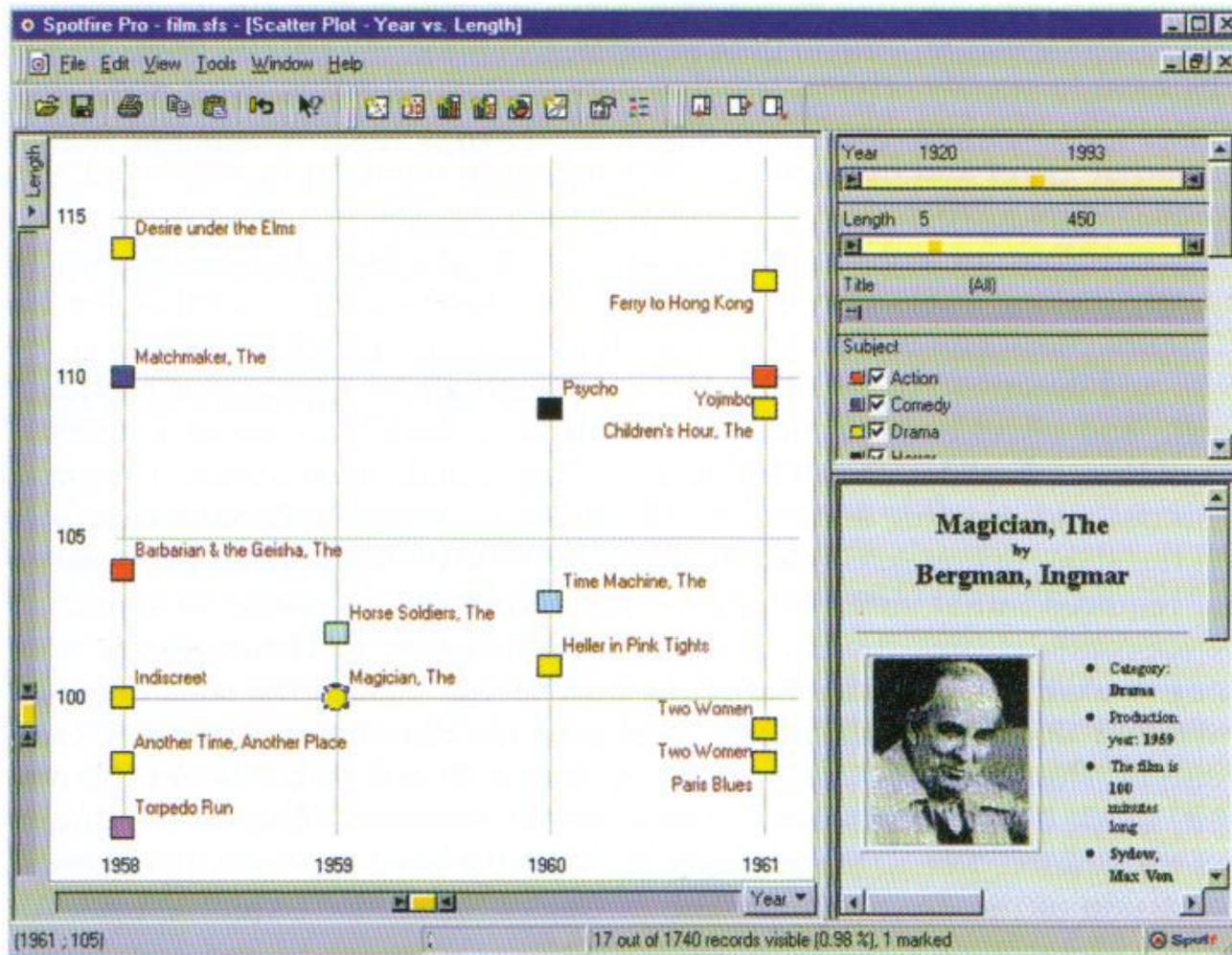
Dynamic queries applied to the selection of a film. Detail can be disclosed

Source: Spotfire AB

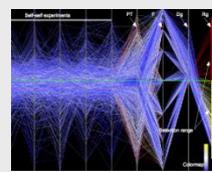


[Ahlberg, Shneiderman, Alphaslider: a compact and rapid selector, Proc. ACM CHI, 1994, 365-371]

7.2 Dynamisches Erforschen

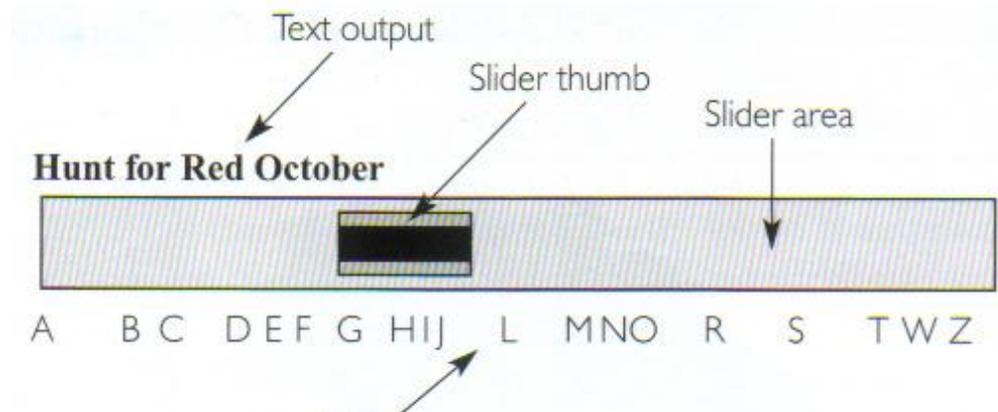


(b)

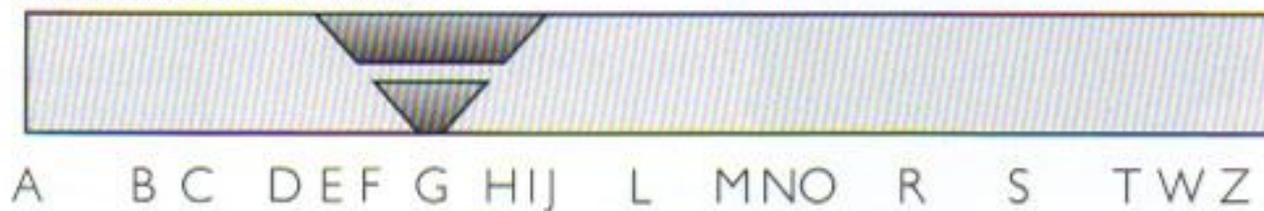


7.2 Dynamisches Erforschen

- Alpha-Slider und verbesserter Alphaslider zur dynamischen Auswahl nach **Worten**



Gone with the Wind



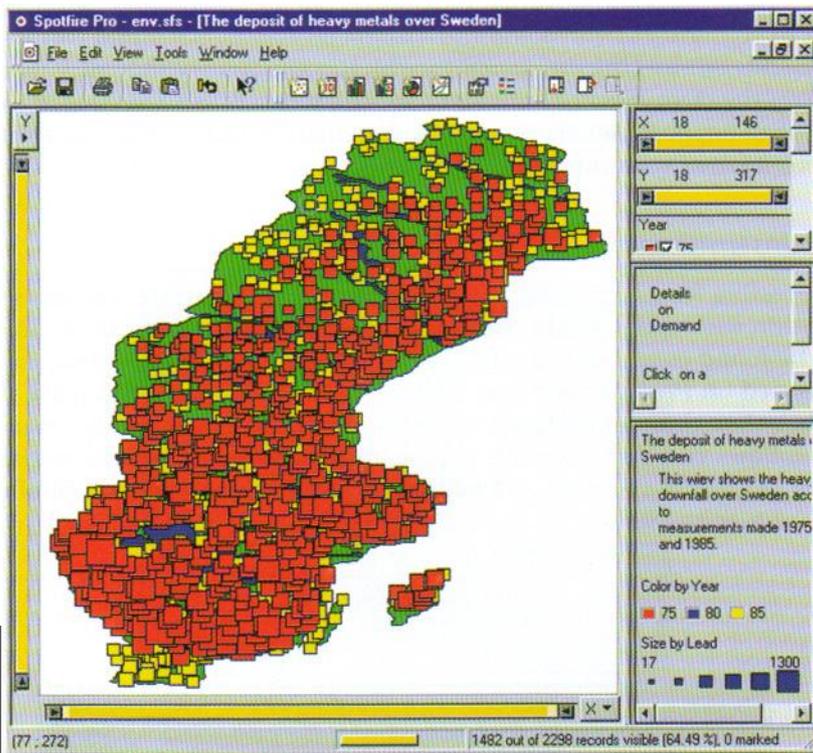
[Osada, Liao, Shneiderman, Alphaslider: development and evaluation of text retrieval method using sliders, Proc. of 9th Symposium on Human Interface, 1993, 91-94],

[Ahlberg, Dynamic Queries, PhD dissertation, Chalmers University of Technology, Sweden, 1996]

7.2 Dynamisches Erforschen

Beispiel für die Suche in Daten

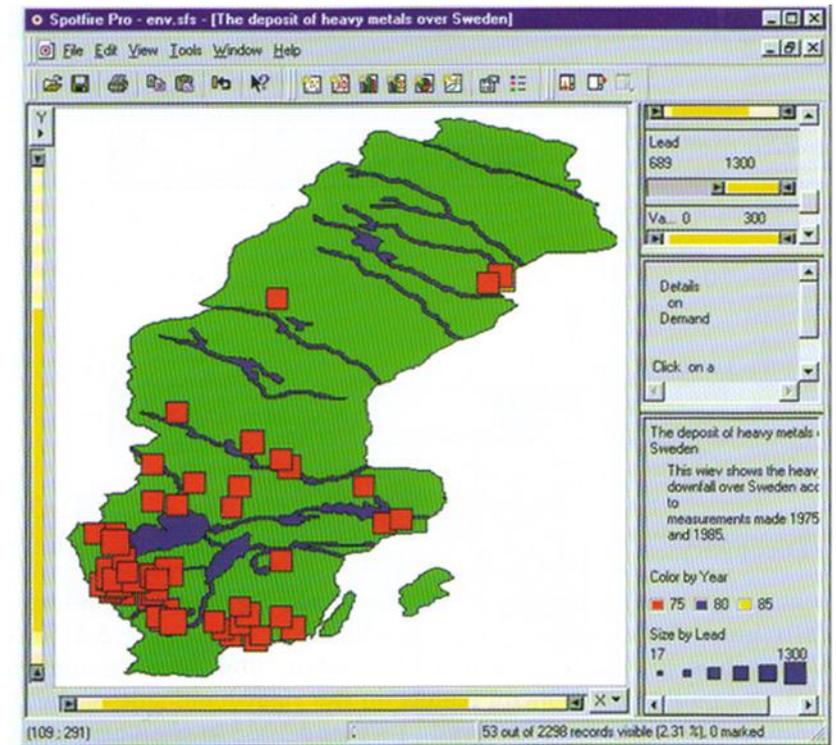
- Schwermetallbelastung in schwedischer Luft



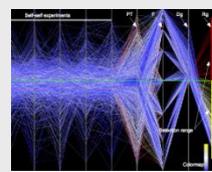
(a)

A display of heavy metal deposits in Sweden

Source: Spotfire AB



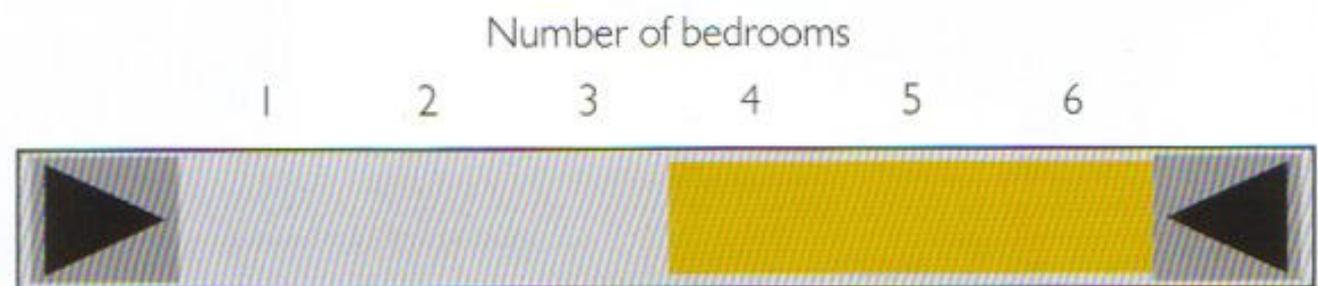
(b)

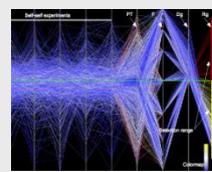


7.2 Dynamisches Erforschen

- Hinweis auf **Bereiche ohne Werte** aufgrund anderer Einschränkungen

An alphaslider
feature
indicating
insensitivity to
limit variation

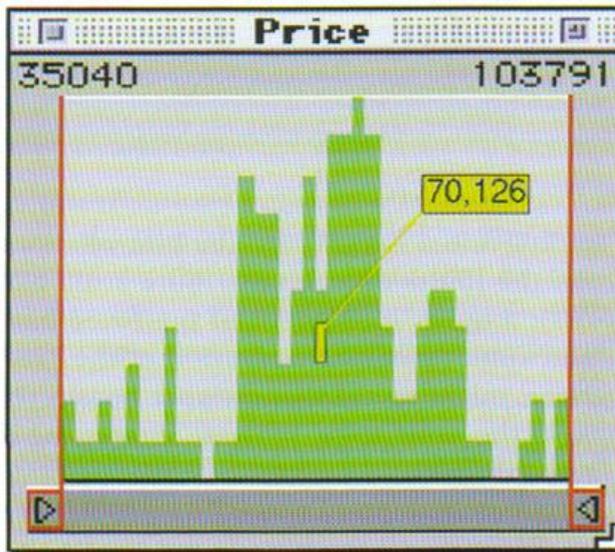




7.2 Dynamisches Erforschen

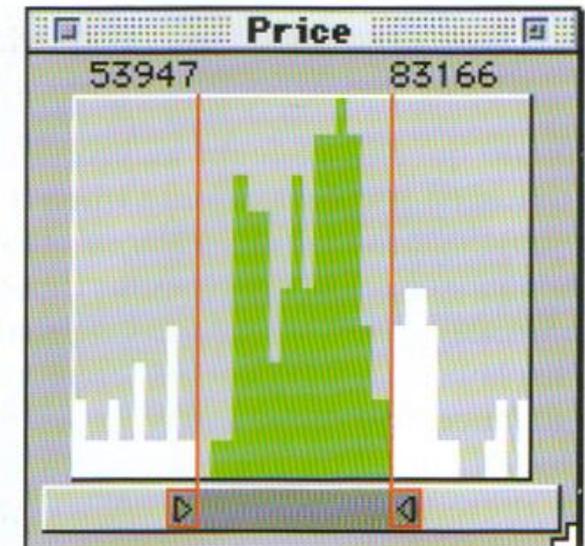
Erforschen von Attributen

- Histogramm gut für Festlegung eines Bereichs: Verlauf von Attributwerten
- Anzeige restlicher Werte in anderen Farben



A histogram of house prices

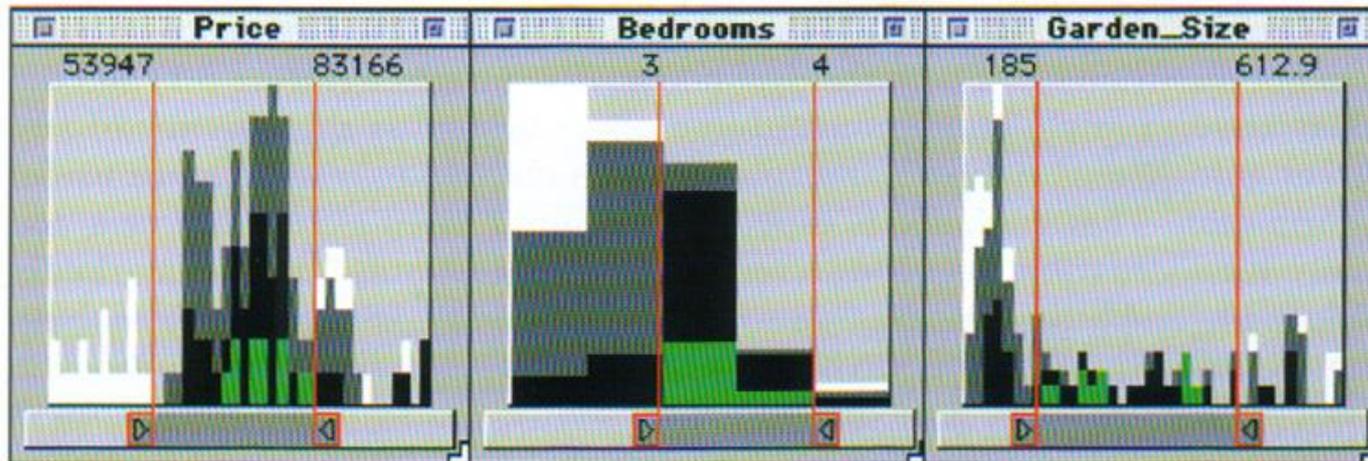
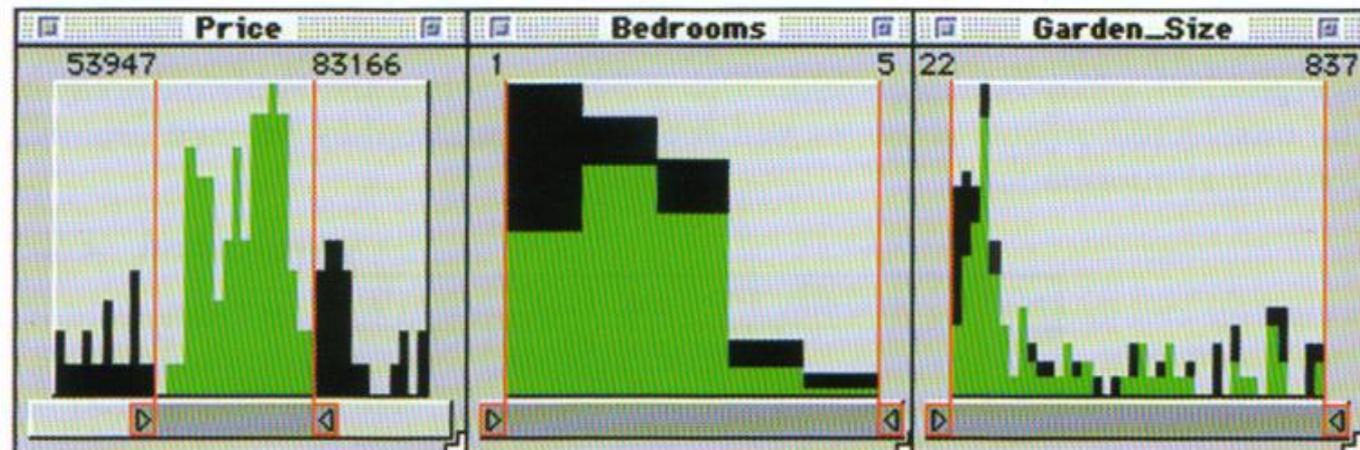
Placement of lower and upper limits to identify a set of houses



7.2 Dynamisches Erforschen

- Weitere Histogramme für andere Attribute helfen bei Suche

A selected Price range is brushed over the Bedrooms and Garden Size histograms



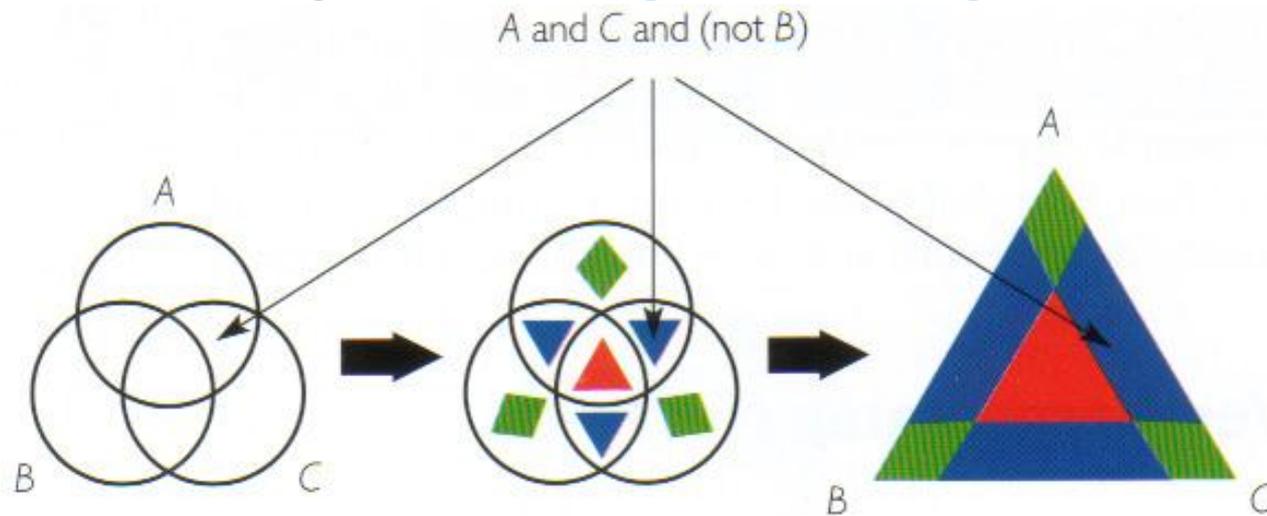
In the Attribute Explorer separate limits on three attributes combine to identify houses that satisfy all limits

- Hier zeigt schwarz ein unzulässiges Attribut, dunkelgrau zwei usw. an

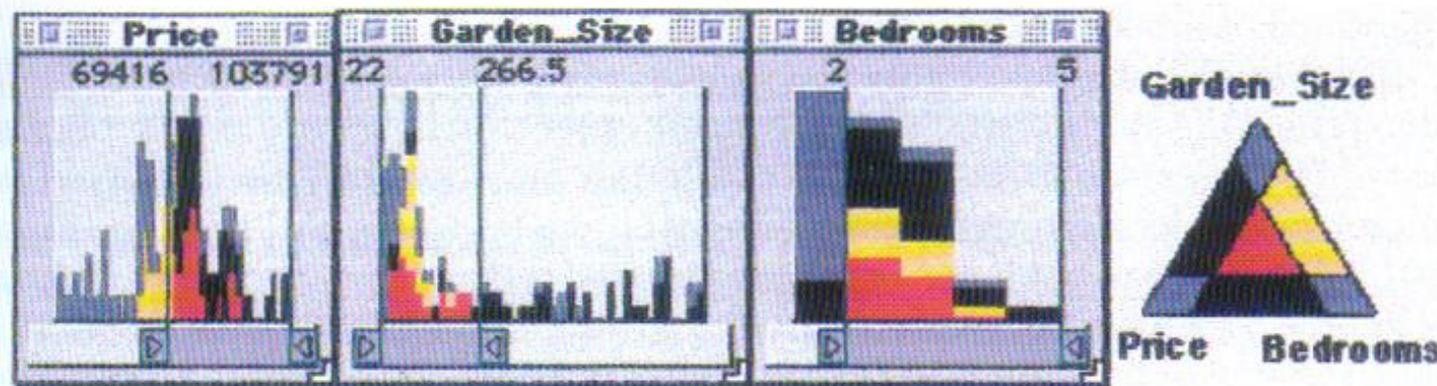
7.2 Dynamisches Erforschen

Boolesche Operatoren

- Boolesche Algebra erlaubt **genauere Angaben**



The development leading from a Venn diagram to the Link Crystal

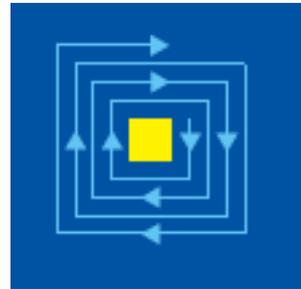


The Link Crystal and Attribute Explorer display for houses failing only the Price limit

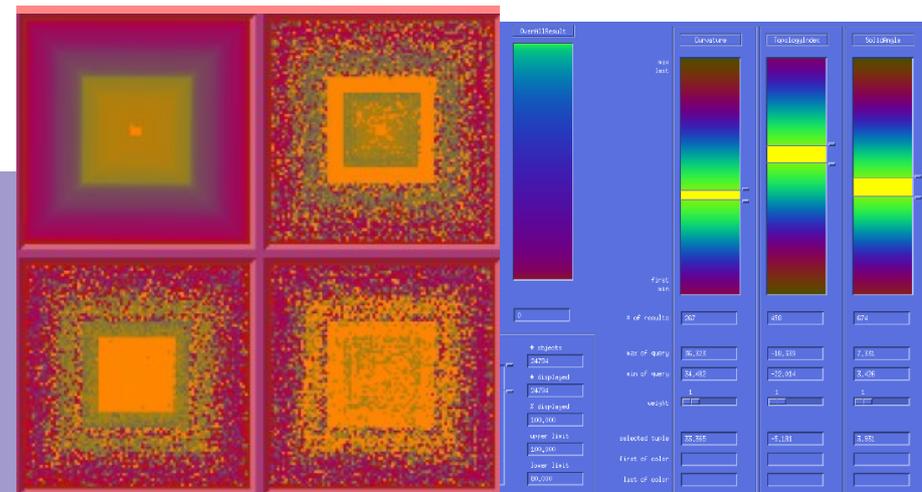
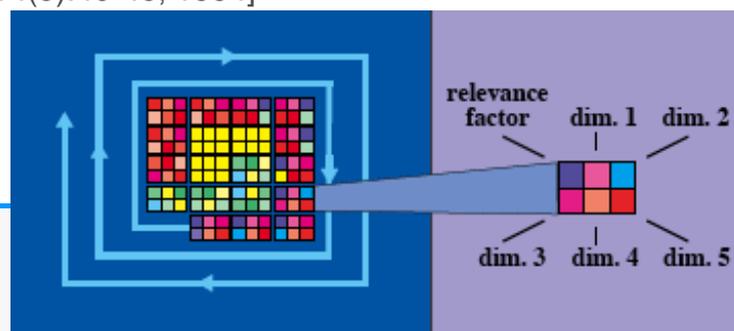
7.2 Dynamisches Erforschen

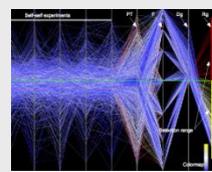
Attribute in sehr großen Datenbanken

- **Pixeltechniken** zur Darstellung von Tabellen mit vielen Datensätzen (Kap. 4.2)
- Eignen sich für die **Untersuchung von Attributen**
 - **Attributwertbereiche** durch Schieber (Slider) auswählen
 - Pixel anhand der Anzahl der **Übereinstimmungen** eingefärbt
- Anordnung in **Spiralen**
 - Nach **Übereinstimmungen** (oben links)
 - Nach **Nähe zum Auswahlbereich** des jeweiligen Attributes (rechts oben und unten, links unten)
- Entscheidend ist vor allem die **Interaktion**

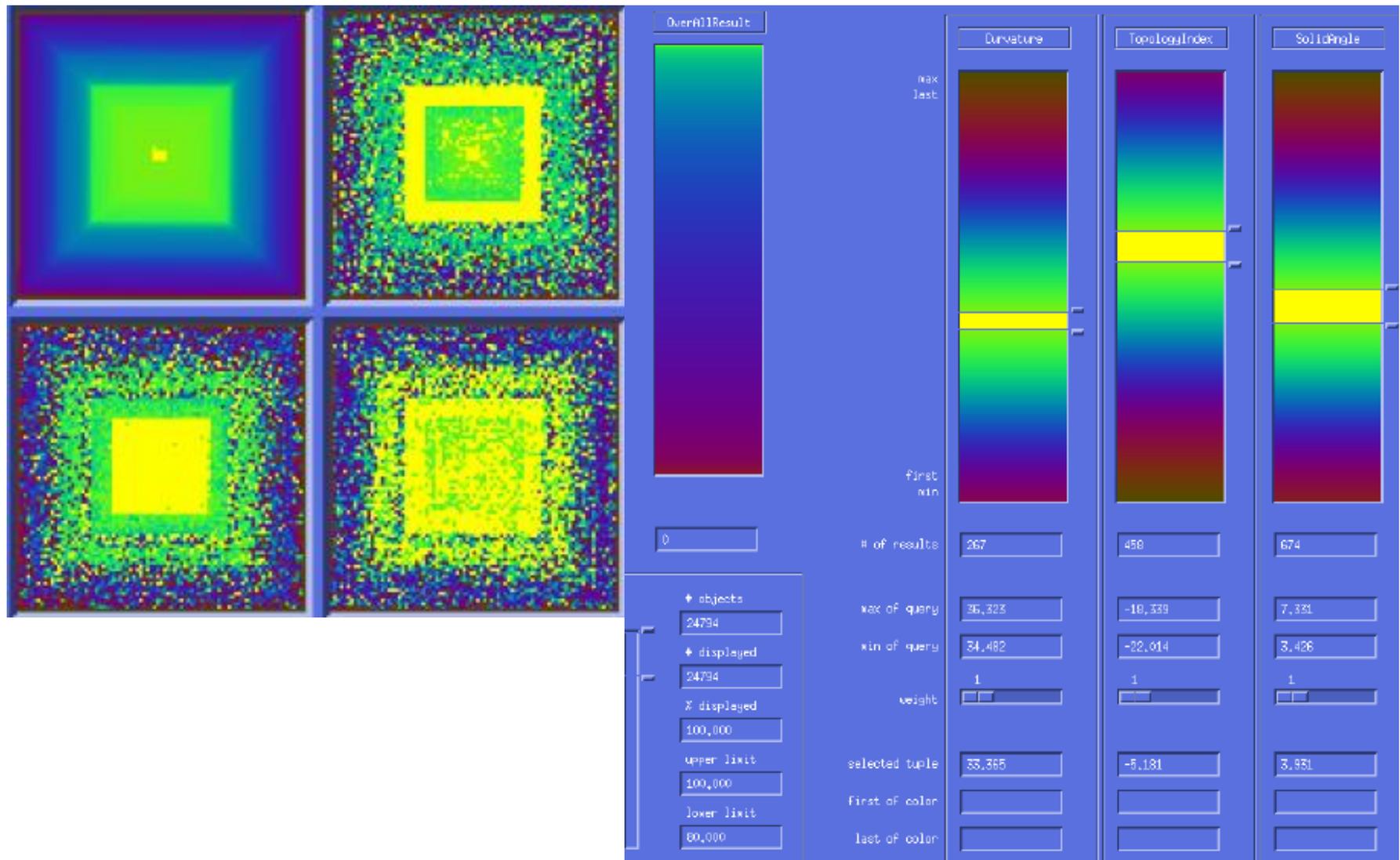


[Keim, Kriegel, VisDB: Database Exploration Using Multidimensional Visualization, CG&A, 14(5):40-49, 1994]





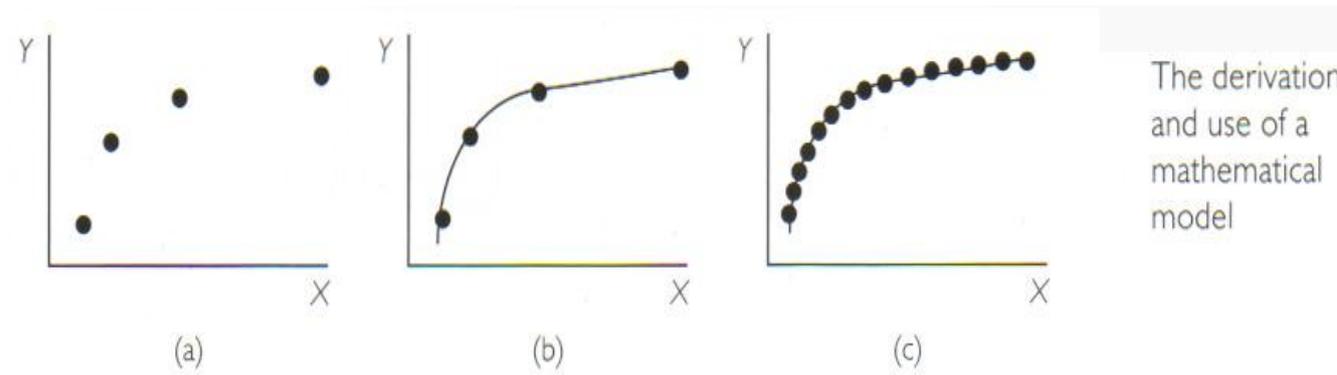
7.2 Dynamisches Erforschen

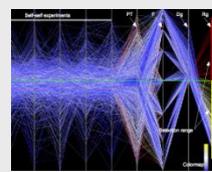


7.2 Dynamisches Erforschen

Model-Maker

- Wichtige Aufgabe bei einer Analyse von Messdaten in technischen Wissenschaften: **Entwicklung eines Modells** in mathematischer Beschreibung
- Beispiel: Ermittlung einer Kurve aus vier Messungen durch **Voraussage der Zwischenwerte**



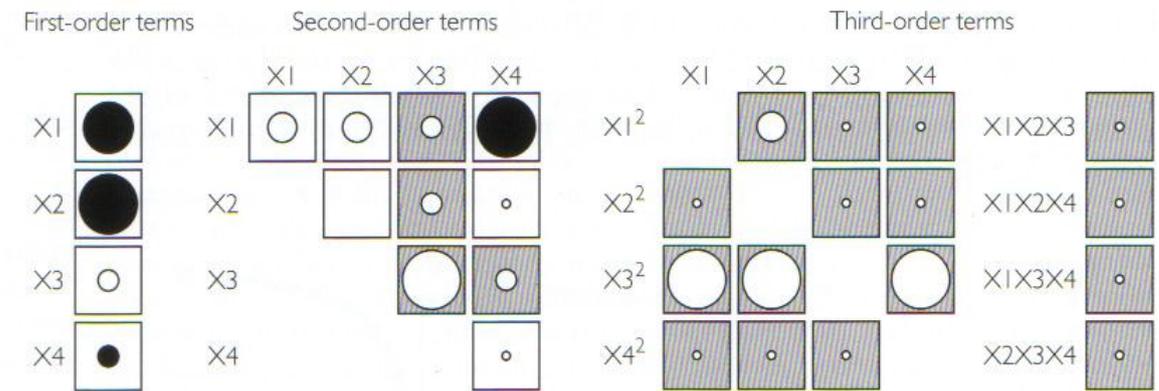


7.2 Dynamisches Erforschen

- In der Regel nutzt man **Polynome** der Form

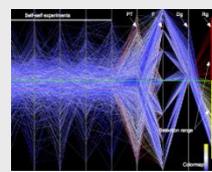
$$y = a + bx_1 + cx_2 + dx_1x_2 + ex_1^2 + fx_2^2 + \dots$$

- Zu bestimmen sind
 - relevante **Summanden**
 - Koeffizienten**
- Unterstützung durch Model-Maker



The interface to the Model Maker

[Spence, Tweedie, Williams, Bhogal, The Attribute Explorer, Proc. ACM CHI, 435-436. 1994]



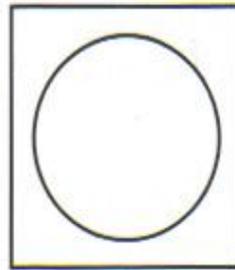
7.2 Dynamisches Erforschen



A **black** circle indicates a term already **included** in the model

The term is **moderately** valuable (**medium** size circle)

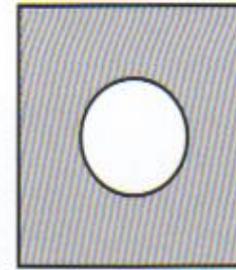
The term is statistically **legal** (**white** background)



A **white** circle indicates a term **not** yet included in the model

Circle size indicates that it would be **very** valuable (**large** circle)

The term is statistically **legal** (**white** background)

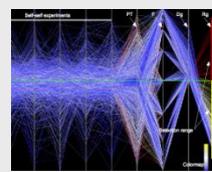


A **white** circle indicates a term **not** yet included in the model

Circle size indicates that it would be **moderately** valuable (**medium** circle)

The term cannot be included on its own (**gray** background)

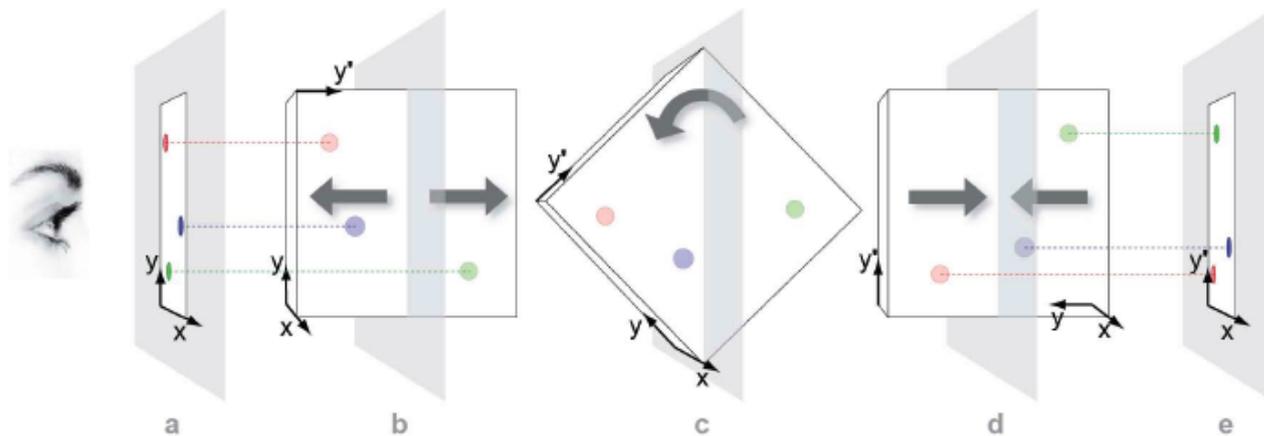
Representation of the three possible states of a term in a mathematical model



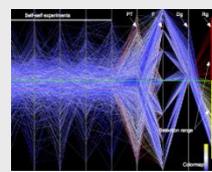
7.2 Dynamisches Erforschen

Scatterplotnavigation

- Analyse multidimensionale Scatterplots
- **Navigation** durch Scatterplot-Matrizen zum Darstellen von
 - Zusammenhängen in den Daten
 - Clustern
- ScatterDice: Übertragung eines **Visualisierungsproblems** auf ein Navigations-/**Interaktionsproblem**: Perspektivische Transition



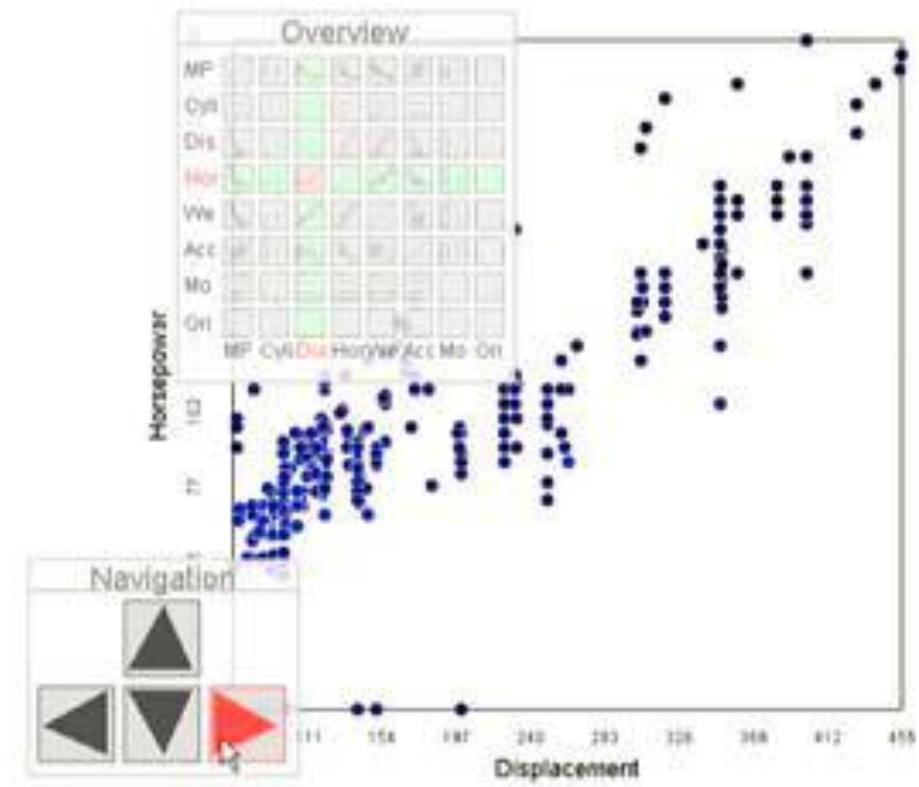
[Elmqvist, Dragicevic, Fekete, Rolling the Dice, Proc. IEEE Information Visualization, 1141-1148, 2008]



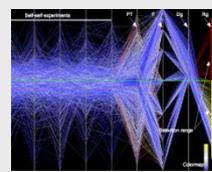
7.2 Dynamisches Erforschen

Scatterplotnavigation

- Analyse multidimensionaler Streudiagramme
- **Navigation** durch Scatterplot-Matrizen zum Darstellen von
 - Zusammenhängen in den Daten
 - Clustern
- ScatterDice: Übertragung eines **Visualisierungsproblems** auf ein Navigations-/ **Interaktionsproblem**:
Perspektivische Transition



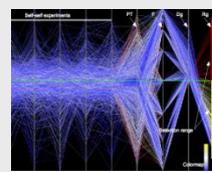
[Elmqvist et al., 2008]



7.3 Interne Modelle

Zum **Verständnis der Interaktion** in der Visualisierung

- **Gedanken/Ansatz** des Anwenders:
to visualize: to form a mental image or vision of
- Anwender erzeugt **inneres, gedankliches Bild** der Daten
- Interaktion wichtig für **Generierung und Überprüfung** des Modells

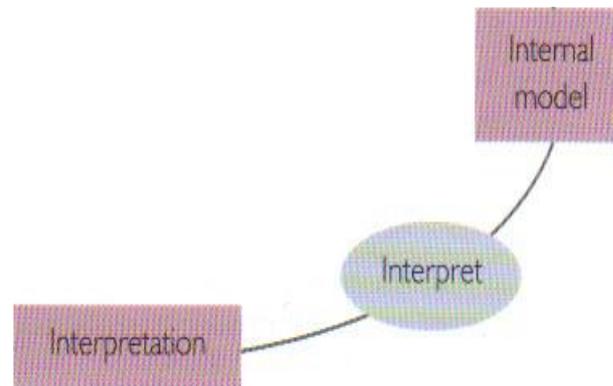


7.3 Interne Modelle

Interaktionsschema

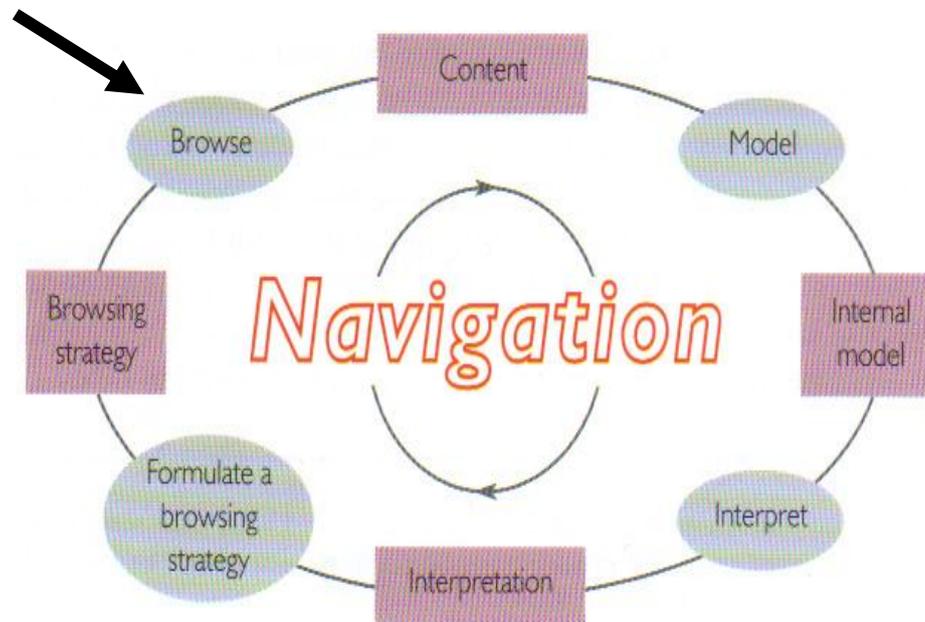
[Spence, Information Visualization, ACM Press, 2001, S. 93].

A framework
for navigation



7.3 Interne Modelle

- Browse: **Explorative Suche** in den Daten zur Erfassung der Inhalte
- Suche nach **Mustern für inneres Modell** (Vorstellung der Daten, kognitive Karte)
- **Internes Modell interpretiert** Bilder im Hinblick auf das eigene Ziel: **Annahmen** über Daten
- Anlegen einer **Visualisierungsstrategie** (Browsing-Strategy)



7.3 Interne Modelle

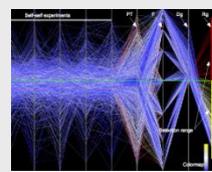
Kognitive Karten

- Menschen konstruieren **innere Vorstellung von Orten** zur Orientierung
- Kognitiven Karten ähneln nach Tversky Collage nur **schlecht verbundenen Teilen** in einer Karte
- **Verleiten zu Fehlern**: Liegt Reno oder LA westlicher



A map showing the states of California and Nevada, and the cities of Los Angeles and Reno

[Tversky, Cognitive Maps, Cognitive Collages and Spatial Mental Models, in „Spatial Information Theory – a Theoretical Basis for GIS“, Proc. European Conference COSIT'93, Springer Lecture Notes in CS, 1993, 14-24]

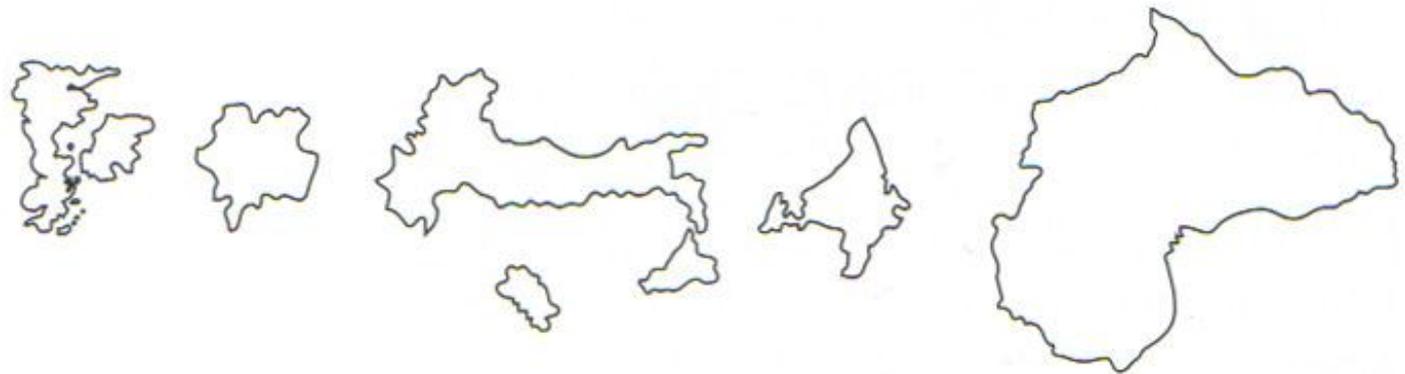


7.3 Interne Modelle

Kognitiv Karten

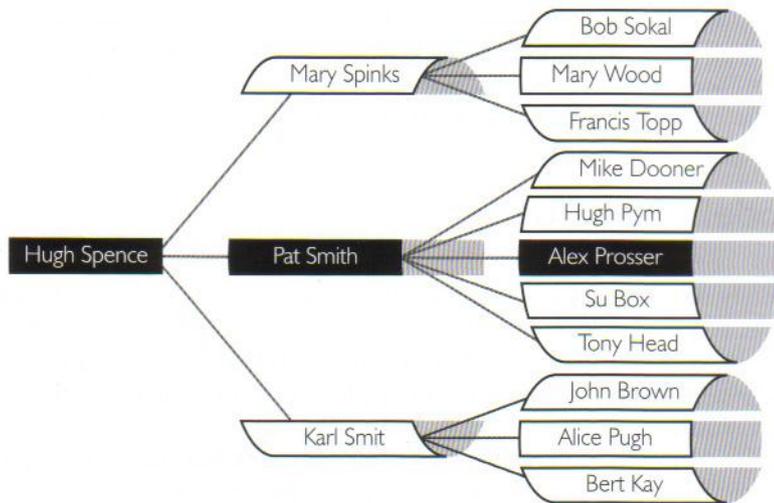
- **Bildorientierte** Auffassung spielt große Rolle.
- Probleme mit Skalierungen und **insbesondere Drehungen**

The relative size and orientation of some countries have been altered – identify them!

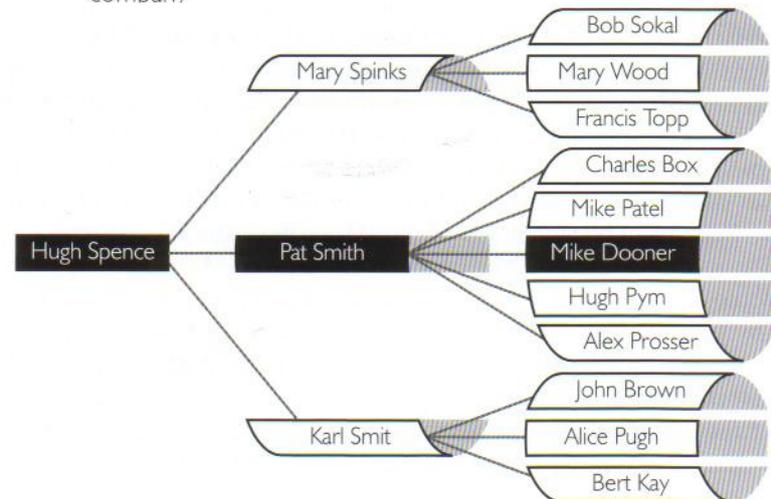


7.3 Interne Modelle

- Wenn Drehungen für Begreifen von Visualisierungen nötig sind, dann ist rein **bildorientierte Auffassung sehr problematisch**.
- Beim ConeTree wird dies durch eine **beständige Drehung** umgangen.
- Im Beispiel liegt 1s zwischen beiden Bildern.



A Cone-Tree representation of hierarchical data: a company



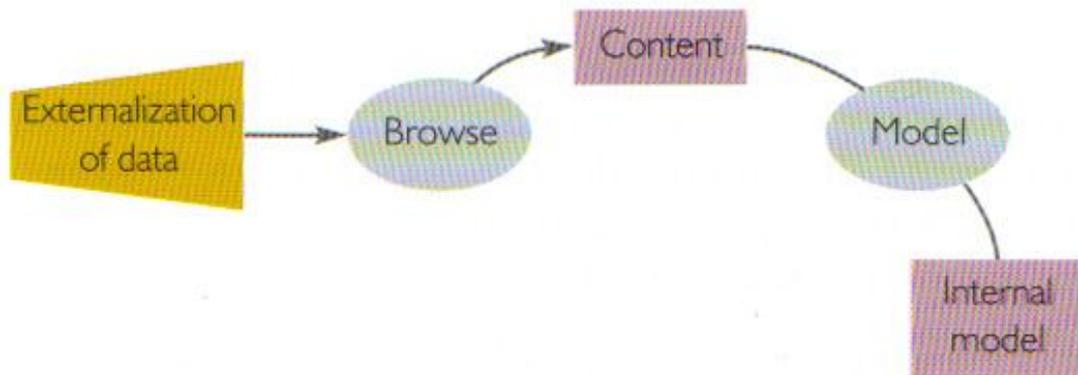
A new presentation of the Cone-Tree of Figure 6.7, corresponding to a new focus

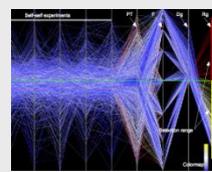
7.3 Interne Modelle

Bildung eines inneren Modells

- Browsing: **Schwerpunkt der Betrachtung** (Sichtfeld des gelben Flecks) **wandert**, zB. bei Betrachtung einer Landkarte, einer Speisekarte oder einer neuen Visualisierung
- Nutzung des neuen Inhalts zur **Bildung eines inneren Modells**
- Relevante Daten sollten in einer Visualisierung folglich durch **Interaktion gut erreichbar sein**

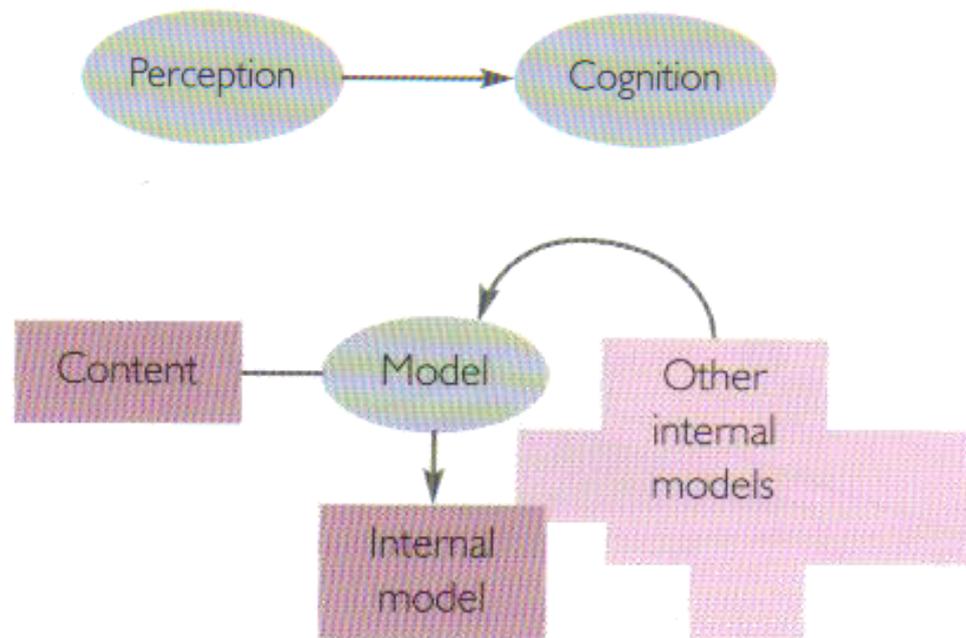
Browsing of externalized data leads to an internal model





7.3 Interne Modelle

- Kognitionswissenschaften unterscheiden Wahrnehmung (Perzeption) und Verstehen (Kognition)
- Wahrnehmung ist **Abbild im Gedächtnis**, aber ohne Bedeutung
- Verstehen **erzeugt erst Bedeutung**, also Verbindung zu anderen Inhalten und somit ein inneres Modell



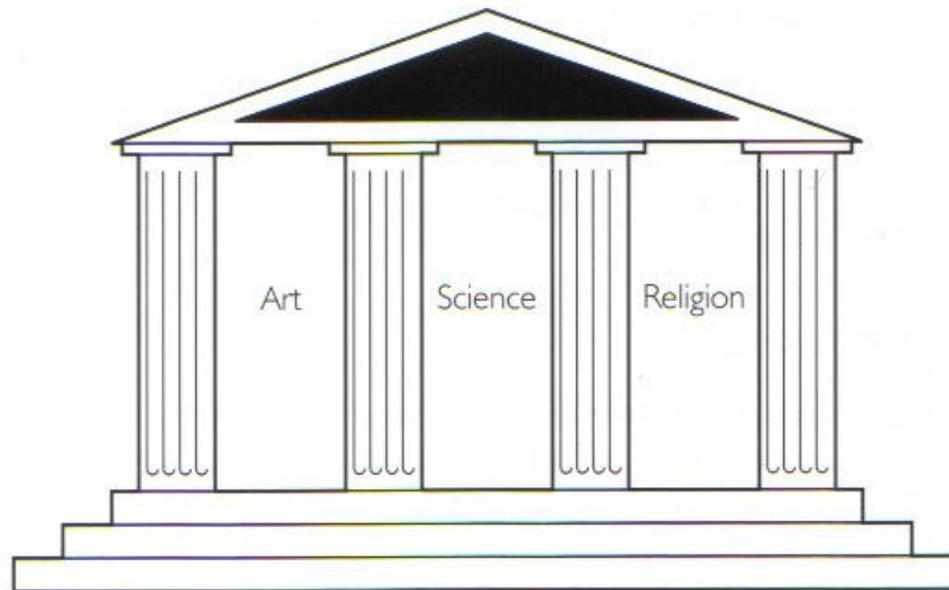
The processes of perception and cognition

A model relevant to a particular task may be formed by reference to an existing model and may then form part of it

7.3 Interne Modelle

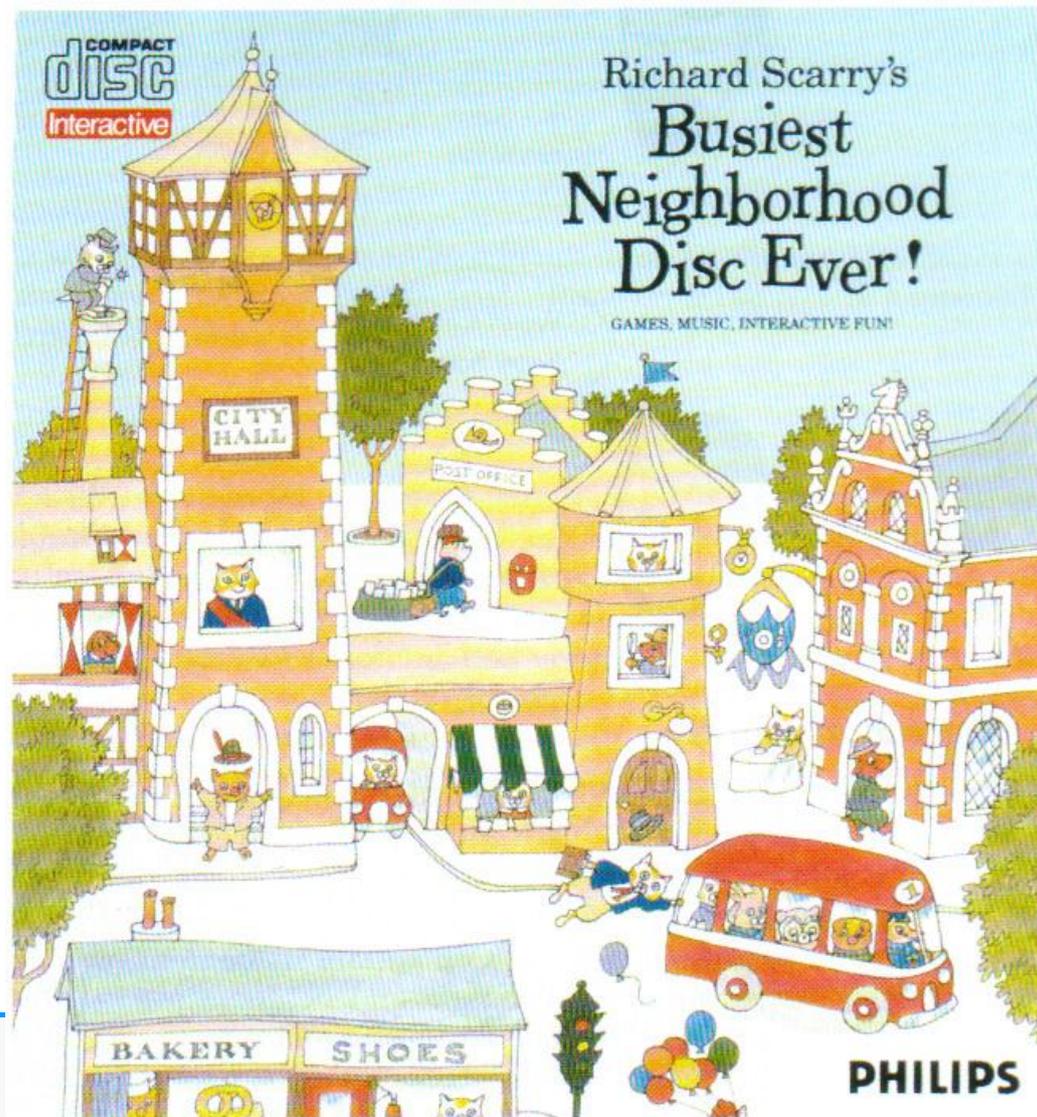
- Präsenz von Inhalten für Blättern (browsing) stellt eine **notwendige Voraussetzung** für Entwicklung eines inneren Modells dar
- Beispiele für zwei völlig verschiedene Einstiegskonzepte für CD-Inhalte:
 - Unterstützt kein intensives Browsing

A menu system which does not support extensive browsing, possibly intentionally so



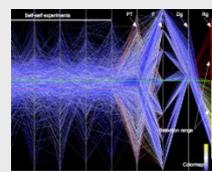
7.3 Interne Modelle

- Ansicht per Interaktion verschieben
- Anschließend in fünffacher Vergrößerung



A presentation offering considerable opportunity for browsing and the formation of an internal model

Source: Reproduced by permission of Philips Media

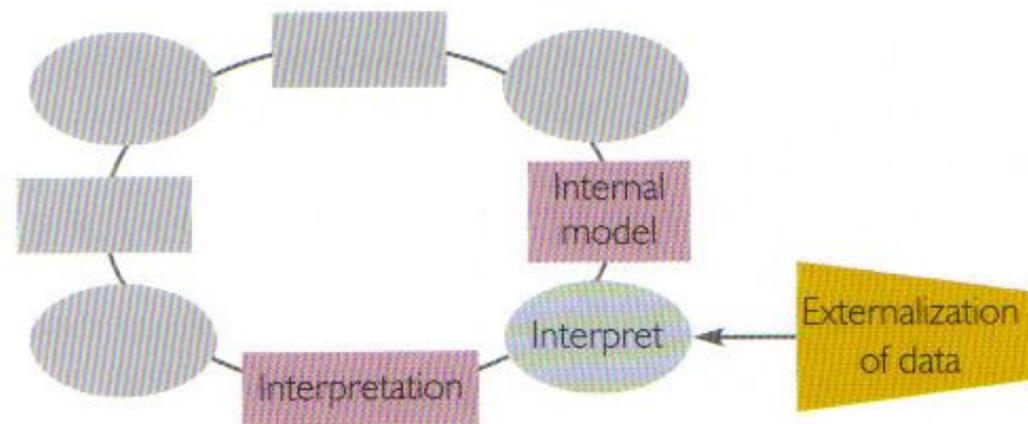


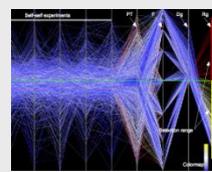
7.3 Interne Modelle

Modellinterpretation

- Internes Modell + **Anwenderabsicht** / -ziel
- Hinweise auf weitere Daten (Kontext) berücksichtigen
- Führen zu Bewertung des Modells mit Blick auf das Ziel.
- Klärung **wie (nächster Schritt) oder ob** Untersuchung der Visualisierung fortgesetzt wird

Interpretation
of the internal
model and
externalized
data



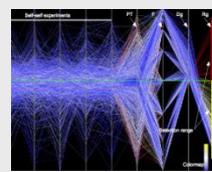


7.3 Interne Modelle

Browsing-Strategie

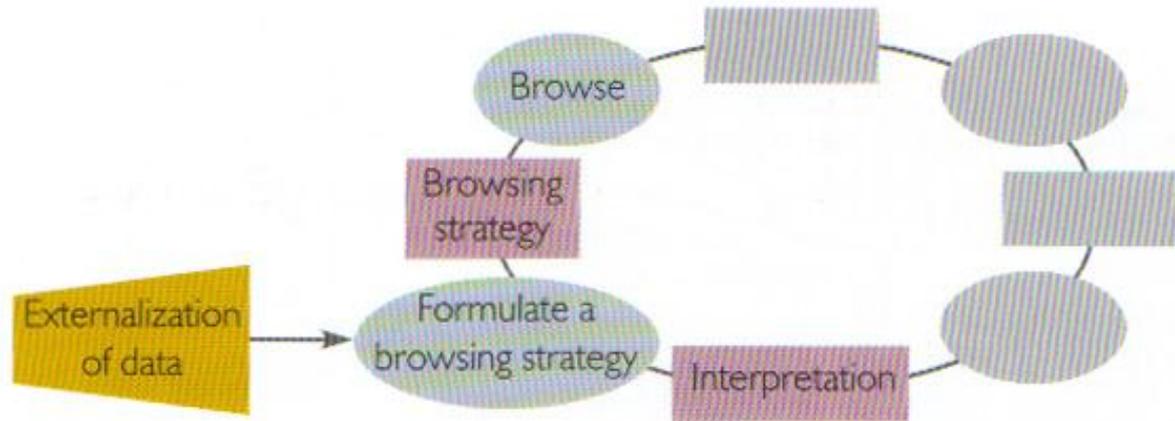
- Vorgehensweise bei Betrachtung von Visualisierungen **kann unbewusst (kaum gesteuert) sein.**
- Kann aber auch sehr **zielstrebig und bewusst** geplant sein
- Unterstützung der **Suchstrategiebildung spielt wichtige Rolle** bei Entwurf von Visualisierungen, speziell bei Interaktion
- Zwei Faktoren an Strategiebildung beteiligt (Tweedie 1995):
 - **Interpretation des internen Modells** mit Blick auf die Ziele
 - **Möglichkeiten (Affordances) zur Interaktion** bieten Ansätze für Strategie

[Tweedie, Interactive Visualization Artifacts: How can Abstractions Inform Design? in People and Computers X, Proc. HCI, 1995, 247-265.]

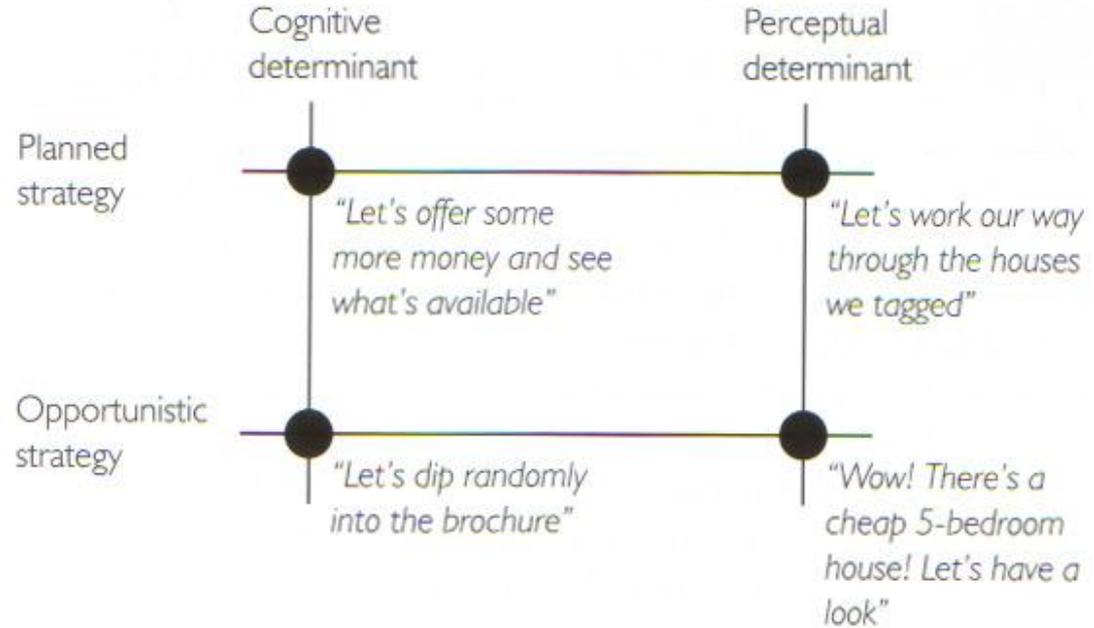


7.3 Interne Modelle

The formulation of a browsing strategy, partly influenced by the externalization of data



Cognitive and perceptual determinants of planned and opportunistic strategies



7.3 Interne Modelle

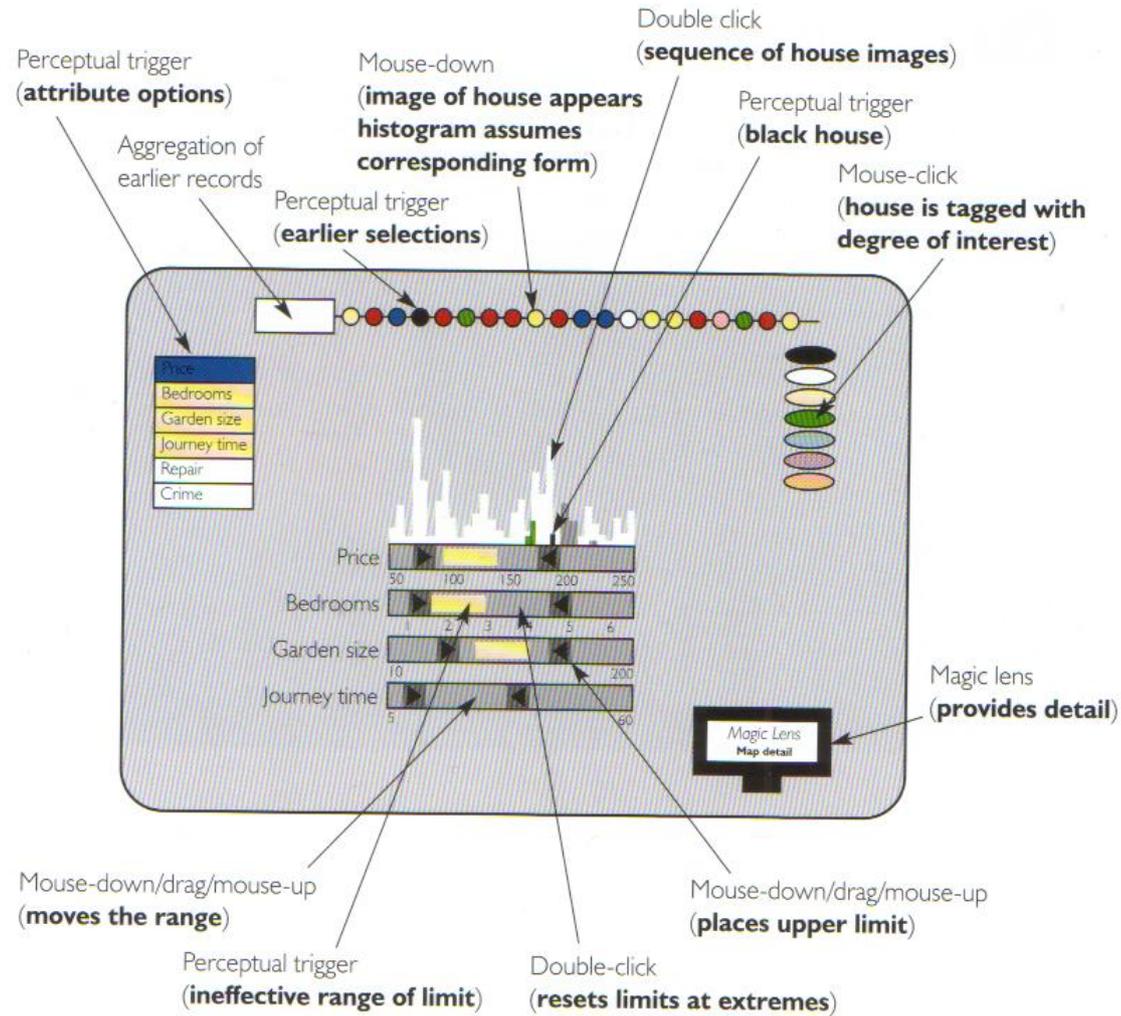
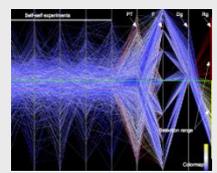


FIGURE 6.26

An application of the Attribute Explorer, illustrating a rich collection of controls and perceptual triggers as well as data



Literatur

- R. Spence: Information Visualization: Design for Interaction, Prentice Hall, 2nd rev. Edition, 2006.