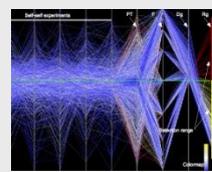


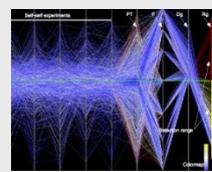
Informations- visualisierung

Thema:	4. Darstellung von Tabellen
Dozent:	Prof. Dr. Geric Scheuermann scheuermann@informatik.uni-leipzig.de
Sprechstunde:	nach Vereinbarung
Umfang:	2
Prüfungsfach:	Modul Fortgeschrittene Computergraphik Medizininformatik, Angewandte Informatik



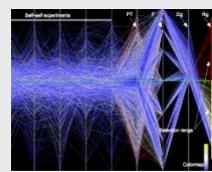
Wiederholung Wahrnehmung

- Worum geht es bei der Gestalttheorie?
- Warum ist es wichtig?
- Welche Aspekte betrifft dies?
- Was ist das Prinzip der Prägnanz?
- Typisches Gestaltproblem?
- Was heißt hier Interaktion?
- Wie überträgt sich das auf Texturen?
- Welche Darstellungsart nutzt Gestaltprinzipien besonders?
- Welche Prinzipien sind bei Bewegung wichtig?



Übersicht

1. Einführung
2. Wahrnehmung von Graphik
3. Statistische Grundlagen
- 4. Darstellung von Tabellen**
5. Darstellung von Graphen
6. Darstellung von Metadaten und Prozessen
7. Interaktion
8. Spezifische Verfahren
9. Visual Analytics
10. Beispielanwendungen



Ziele

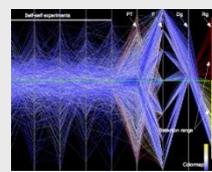
Informationsvisualisierung dient vor allem drei Zielen:

Präsentation

- Zu präsentierenden Fakten sind **a priori festgelegt**.
- Visualisierungsprozess besteht aus **Auswahl geeigneter Präsentationstechniken**.
- Ergebnis stellt eine **hochqualitative Visualisierung** der Daten dar, die die **ausgewählten Fakten** präsentiert.

Überprüfende Analyse

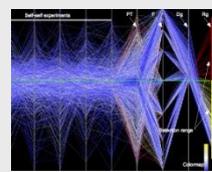
- Es existieren zu **überprüfende Hypothesen** über Daten.
- Visualisierungsprozess führt eine **zielorientierte Untersuchung** der Hypothesen durch.
- Als Ergebnis entsteht eine Visualisierung der Daten, die die Hypothesen **bestätigt oder verwirft**.



Ziele

Erkundende Analyse

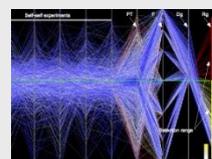
- Es gibt **keine Hypothesen** zu den Daten.
- Visualisierungsprozess zeichnet sich durch eine **interaktive, ungerichtete Suche** nach Strukturen aus.
- Im Ergebnis führt dies zu Visualisierungen der Daten, aus denen **Hypothesen über Daten abgeleitet** werden können.



4.1. Datentypen

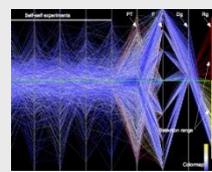
- Unterteilung von möglichen Daten in Klassen hängt eng mit **Klassifikation von Wissen** zusammen.
- Problem kann deshalb bislang nicht endgültig gelöst werden.
- Orientieren an **Ideen aus Softwaremodellierung** und **Datenbanken** - Unterscheidung nach folgenden Elementen
 - **Entitäten**, Dinge, Einheiten, Instanzen (engl. entity)
 - **Relationen** (zwischen Entitäten)
 - **Attribute** (von Entitäten oder Relationen)
 - **Operationen** (auf Entitäten oder Relationen)

 - **Metadaten** (Ergebnisse von Datenanalysen – abgeleitete Entitäten, Relationen ggf. mit Attributen) → **Visuelle Analytik**
- Aus Sicht der Visualisierung sind Metadaten in der Regel **einfach weitere Daten** und müssen nicht getrennt betrachtet werden.



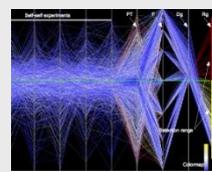
4.1. Datentypen

- Attribute spielen für Visualisierung oft besondere Rolle, da ihre **Transformation in grafische Elemente** oft die Auswahl der Visualisierungstechnik dominiert.
- Folgende **Kategorien** werden bei Attributen unterschieden:
 - **Nominale Attribute**: Reine Aufzählungen bzw. Mengen **ohne Ordnung** (z.B. Früchte)
 - **Ordinale Attribute**: **Diskrete**, zuweilen endliche Mengen **mit einer Ordnung** (z.B. natürliche oder ganze Zahlen, Schulnoten)
 - **Kontinuierliche Attribute**: Obermenge der rationalen, **meist der reellen Zahlen** (z. B. Temperatur, Geschwindigkeit)



4.1. Datentypen

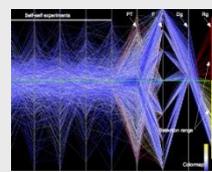
- Informationsvisualisierung wird in **vielen Anwendungsdomänen** genutzt.
- Im Prinzip kann **jede Datei oder Sammlung von Dateien** im Rechner Ausgangspunkt einer Informationsvisualisierung sein, einschließlich von Algorithmen und Prozessen (Softwarevisualisierung).
- Folgende Liste enthält wesentliche Datenquellen und ihre Einordnung gemäß der Einteilung der Datentypen:
 - **Tabellen** = Entitäten mit Attributen
 - **Graphen** = Entitäten mit Relationen, möglicherweise mit Attributen
 - **Mediadaten** = Entitäten mit Attributen, teilweise auch Relationen
 - **Prozesse** = Entitäten mit Relationen und Operationen, oft mit Attributen



4.1. Datentypen

Tabellen

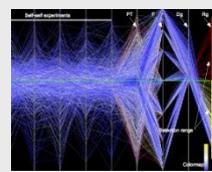
- Tabellarische Daten wurden noch vor Graphen **bislang am häufigsten** visualisiert.
- Sie bestehen aus **mehreren Datensätzen** (Entitäten) d_1, \dots, d_m
- Enthalten jeweils einen Wert für eine feste Menge von **Attributen** x_1, \dots, x_n
- Die meisten Anwendungen im kaufmännischen Bereich und viele Statistikanwendungen sind tabellarische Daten.
- Die meisten Datenbanken sind so organisiert.



4.1. Datentypen

Graphen

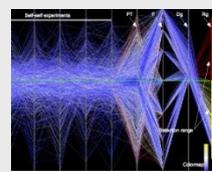
- Filesysteme, Internetverbindungen, Straßennetze und Kommunikationssysteme sind Beispiele für Verbindungsstrukturen.
- Lassen sich durch Graphen mit unterschiedlichen Spezialisierungen abbilden
- Graphen bestehen aus **Entitäten** (Knoten) und **Relationen** (Kanten).
- Beiden Elementtypen können **Attribute** (Kosten) zugeordnet sein.



4.1. Datentypen

Metadaten

- Textdokumente, Musikstücke und Filme passen nicht gut in obigen Formate
- Da sich auch ihre Visualisierung von den anderen Bereichen unterscheidet, sind sie hier getrennt aufgeführt
 - **Textdokumente.** Jedes Dokument d ist formal ein Wort über einem Alphabet A , $d \in A^*$
Dokumente sind noch in **Kapitel, Abschnitte, Paragraphen, Sätze und Worte** (Worte im üblichen Sinn ohne Leerzeichen und Interpunktionen) untergliedert
 - **Bilder.** Bilddaten können in verschiedenen Formaten vorliegen, beschreiben jedoch letztlich ein 2 oder 3-dimensionales Array von **Pixeln** mit Farbwerten.
 - **Sounddaten.** Folge von **Amplitudenwerten** mit **konstanter zeitlicher Abfolge**
 - **Filmdaten.** Folge von **Einzelbildern** mit konstanter zeitlicher Abfolge
 - **Multimediateien.** Hier sind Filmdaten, Sounddaten, Bilder und Texte mit zeitlichen und räumlichen Angaben **verknüpft.**



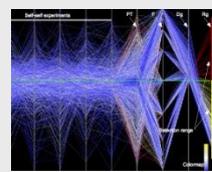
4.1. Datentypen

Prozesse

- Auch Prozesse lassen sich darstellen.
- Neben Entitäten und Relationen auch Operationen
- Häufig mit Attributen

Beispiele

- Algorithmen
- Softwaresysteme
- Geschäftsprozessmodellierungen
- Ablaufplanungen für Fabriken oder Kliniken



4.2. Kontinuierliche Attribute

- Ausschließlich Tabellen, bei denen alle **relevanten Attribute kontinuierlich** sind.
- Auch zusätzliche **nominale Attribute**, in der Regel **Textvariablen** vorhanden
 - Dienen nur Bezeichnung der Entitäten
 - Im Gegensatz zu kontinuierlichen Attributen werden über diese **meistens keine Hypothesen** gesucht oder aufgestellt.
- Aufgrund verschiedener Schwierigkeitsgrade der Visualisierung und der Historie unterscheiden wir **kontinuierliche 1D-, 2D-, 3D- und nD-Tabellen**, $n > 3$.

4.2. Kontinuierliche Attribute

4.2.1. Kontinuierliche 1D-Tabellen

- Folge **eindimensionaler numerischer Attribute** (idR. nominale Attribute zur Bezeichnung der Entitäten vorhanden)

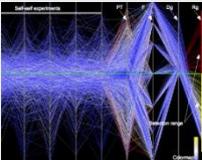
The price and make of a collection of cars

Car	Price (£)
BMW	51,395
Mercedes	50,850
Mercedes	41,000
Saab	39,085
BMW	38,000
Rolls	36,950
BMW	34,550
Morgan	32,000
Rover	31,300
Ford	29,250
Saab	28,750
Mercedes	28,000
Ford	27,600
Ford	25,950
Land Rover	24,000
Jeep	23,200
Nissan	20,000
Vauxhall	18,500
Nissan	17,400
Ford	17,000
Ford	16,500
Nissan	15,500
Ford	14,950
Ford	12,000

- Visualisierungen nutzen fast alle die offensichtliche Methode **Daten entlang einer Achse** abzutragen
- Wobei in der dritten Spalte die 25%, 50% und 75% - Prozentile als Boxen, die 10%- und 90%- Perzentile als Balken und die Ausnahmen als Datenpunkte gezeichnet sind.
- Man kann Perzentile auch nur zusätzlich einzeichnen oder nur Mittelwert und Varianz angeben

[Spence 2001]

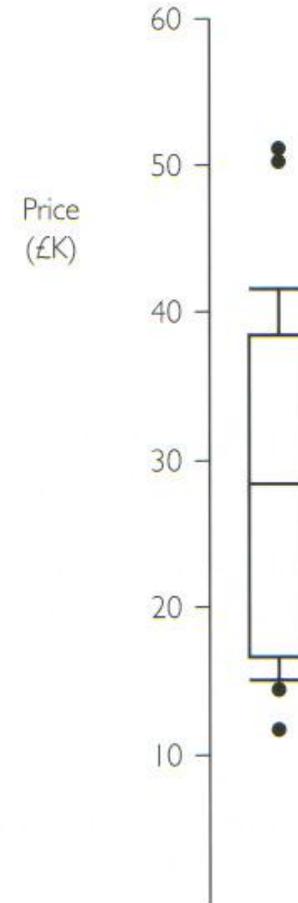
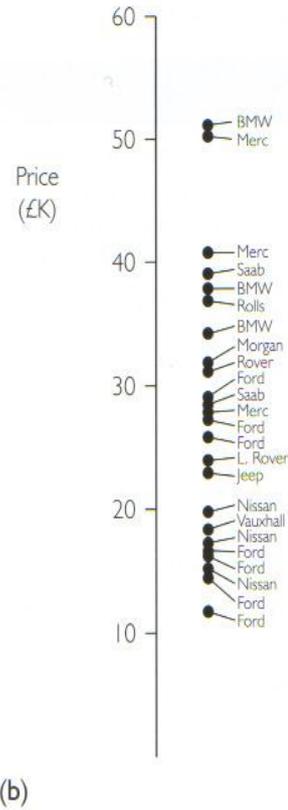
4.2. Kontinuierliche Attribute



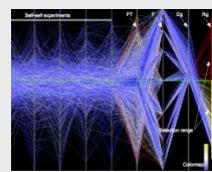
(a) Univariate data plotted against a scale
 (b) Labeling of the data points may be difficult



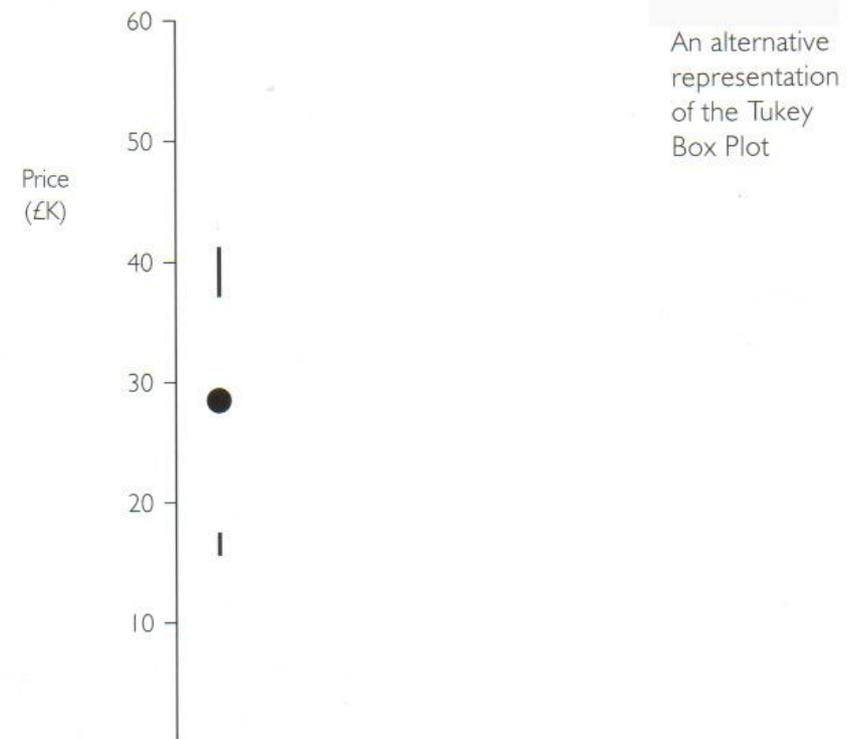
Tukey Box Plot representation of univariate data



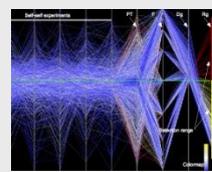
[Spence 2001]



4.2. Kontinuierliche Attribute



[Spence 2001]

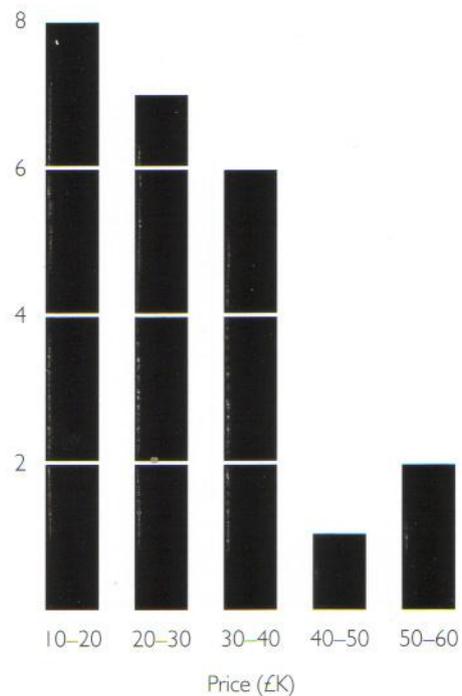


4.2. Kontinuierliche Attribute

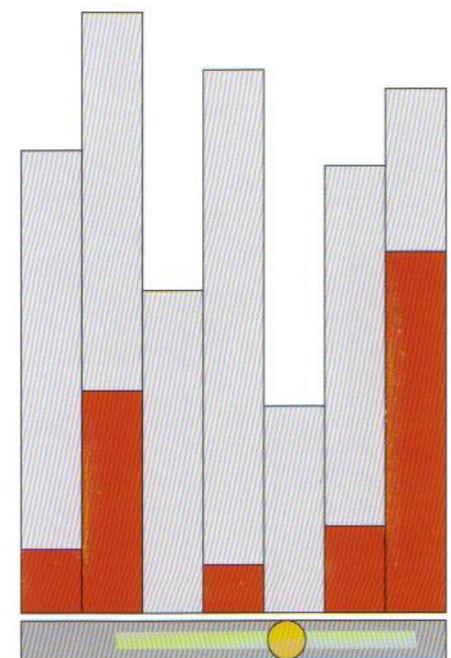
Histogramme

- Können mit statistischen Angaben verfeinert werden

Representation of univariate data by a histogram



Incorporation of aggregate data – here the average and variance – within the scale

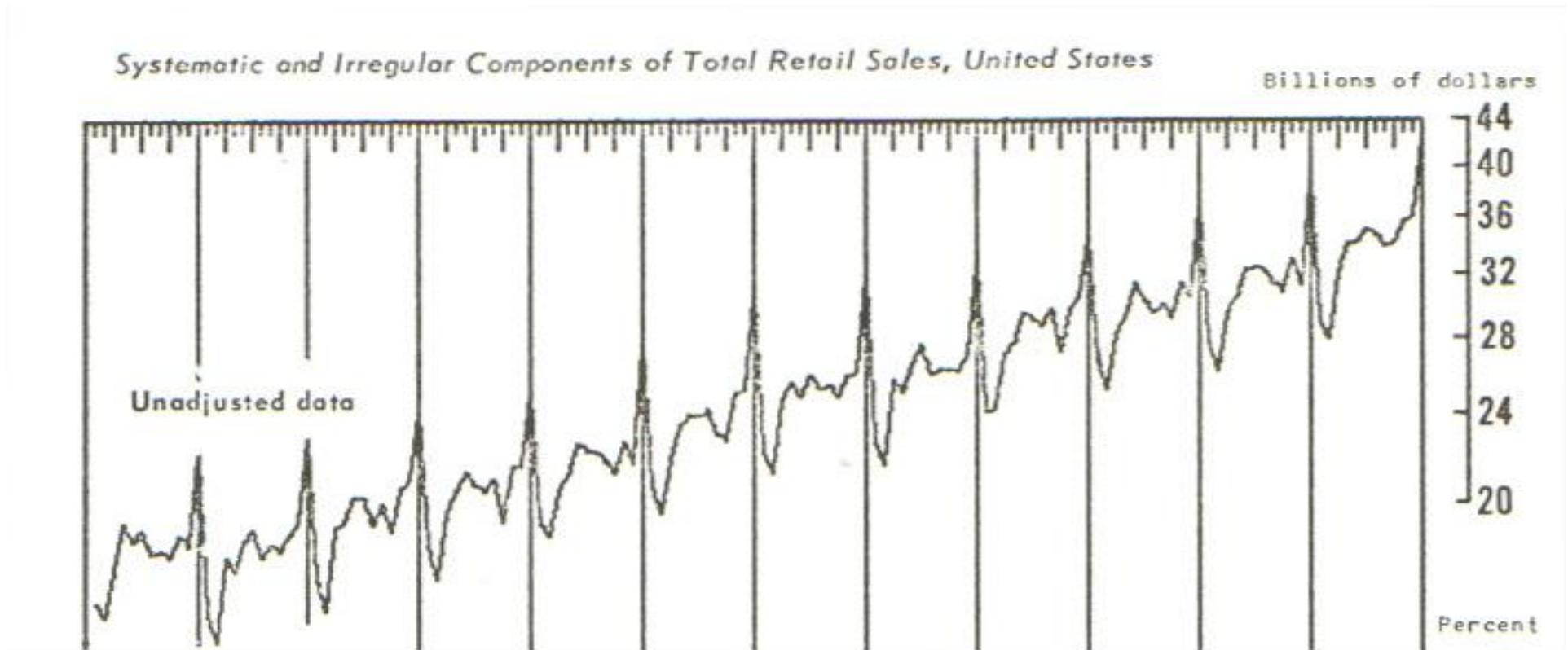


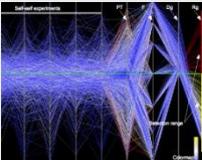
[Spence 2001]

4.2. Kontinuierliche Attribute

- **Zeitreihen:** Einzelne Datensätze entsprechen einem **Zeitpunkt in einer Folge von Zeitschritten.**

(Beispiel ist allerdings einer Anwendung mit **mehreren Attributen** entnommen.)





4.2. Kontinuierliche Attribute

Weitere, bekannte Visualisierungen 1D-quantitativer Tabellen

Kuchengraphen

- Zeigen relative/anteilige Verteilung
- Kaum Verwendung im wissenschaftlichen Bereich, dafür für Geschäftsgraphiken

Zur Anzeige wird der QuickTime™ Dekompressor „TIFF (Unkomprimiert)“ benötigt.

Probleme mit Kuchengraphen

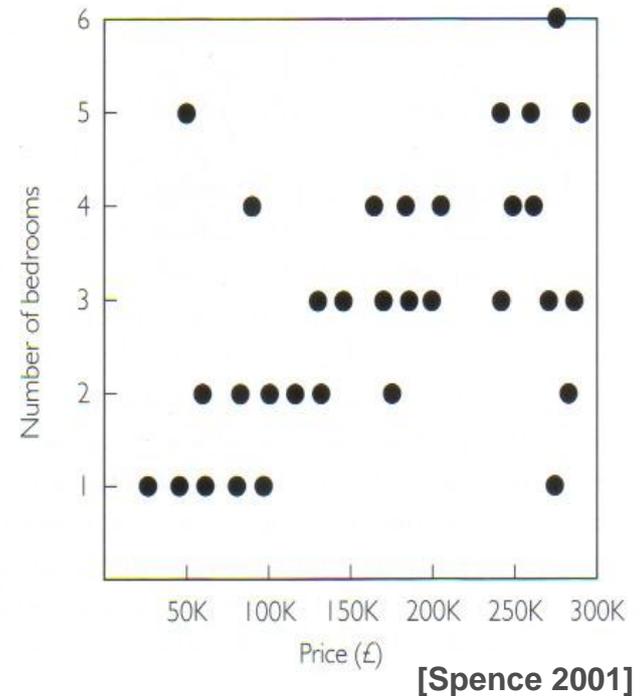
- **Fläche** ist schwieriger zu interpretieren als Länge
- Dito für **Winkel**
- Schwierig für (numerische) **Vergleiche**
- Nutzung von **vielen Kuchengraphiken** gleichzeitig ist sehr schwierig

- Alternativ: Tabellen, Histogramme / Punktdarstellungen

4.2. Kontinuierliche Attribute

4.2.2. Kontinuierliche 2D-Tabellen

- 2D-quantitative Tabellen bestehen offensichtlich aus einer **Menge von Entitäten** mit **zwei kontinuierlichen Attributen**.
- In der Regel wird ein **Zusammenhang der beiden Attribute** gesucht.
- Punktdarstellungen in einem kartesischen Koordinatensystem gehört zu den bekannten Standards: **Scatterplot**
- Beispiel: Hauspreise und Anzahl der Schlafzimmer werden gegenübergestellt.



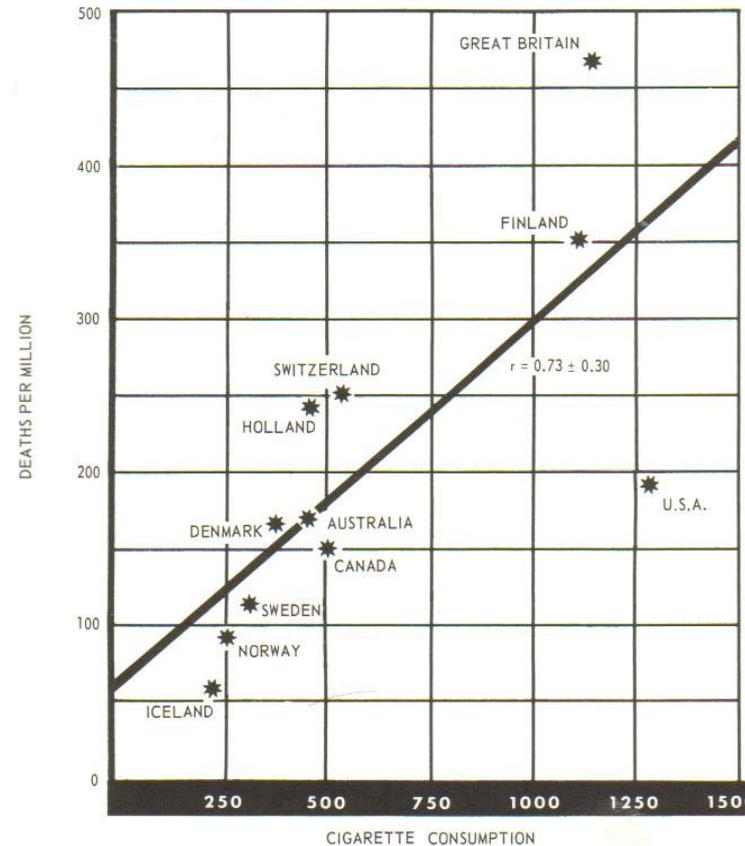
[Spence 2001]

4.2. Kontinuierliche Attribute

Bei präsidentativer Visualisierung

- **Statistische Analyseergebnisse** können eingetragen werden

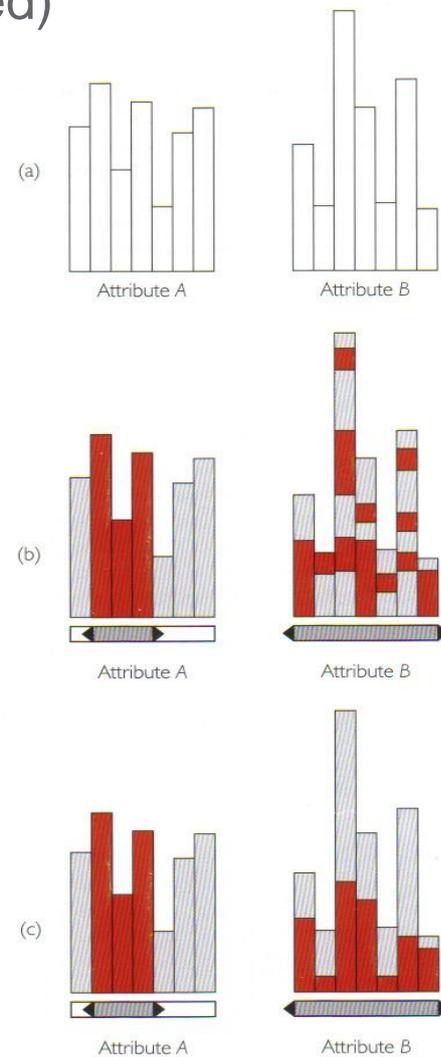
CRUDE MALE DEATH RATE FOR LUNG CANCER
IN 1950 AND PER CAPITA CONSUMPTION OF
CIGARETTES IN 1930 IN VARIOUS COUNTRIES.



Report of the Advisory Committee to the Surgeon General, *Smoking and Health* (Washington, D.C., 1964), p. 176; based on R. Doll, "Etiology of Lung Cancer," *Advances in Cancer Research*, 3 (1955), 1-50.

4.2. Kontinuierliche Attribute

- Man kann auch **Histogramme** wieder nutzen
- Müssen allerdings gekoppelt werden (linked)



(a) Histograms of two attributes
(b) Histograms with adjustable limits for selection purposes
(c) Selected objects are 'ranged down' for easier interpretation

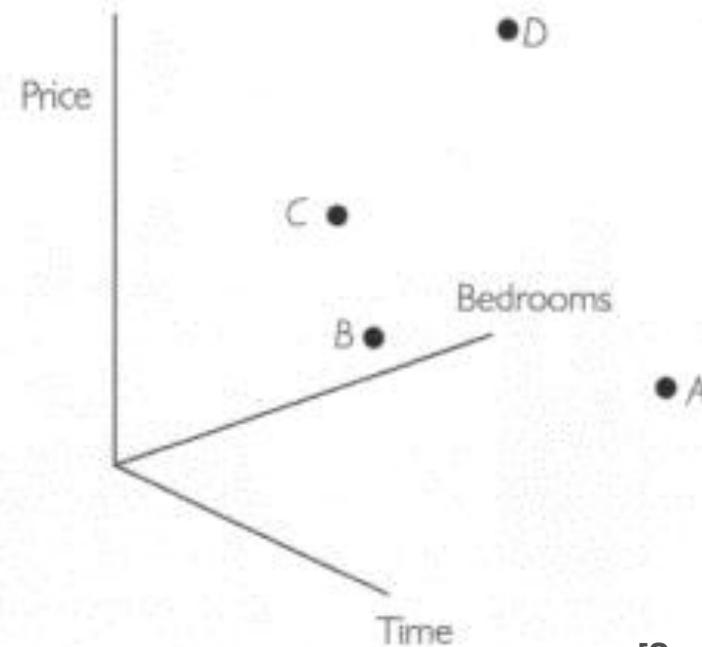
[Spence 2001]

4.2. Kontinuierliche Attribute

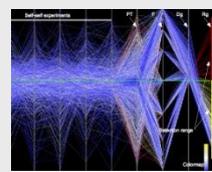
4.2.3 Kontinuierliche 3D-Tabellen

- Hier sind jeder Entität **drei kontinuierliche Attribute** zugeordnet.
- IdR. wird **Zusammenhang zwischen den Attributen** gesucht.
- **Punktdarstellung** gehört zu den offensichtlichen Lösungen.
- Zweidimensionalität der Darstellung bringt **Sichtprobleme** mit sich.

FIGURE 3.12
A 2D
presentation of
a 3D plot



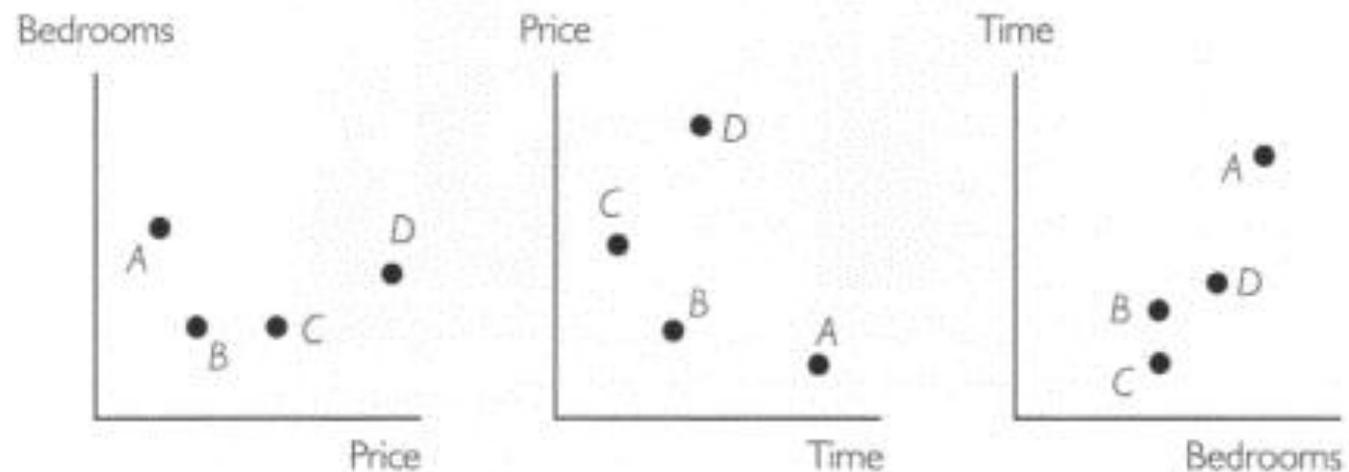
[Spence 2001]



4.2. Kontinuierliche Attribute

- Betrachtung aller **achsenparallelen Projektionen** hilft oft weiter
- Alle **drei möglichen 1-1 Beziehungen** können untersucht werden

FIGURE 3.13
Projection of
the points in
Figure 3.12
onto all pairs
of axes



[Spence 2001]

4.2. Kontinuierliche Attribute

- **Scatterplot-Matrix:** Übersichtlichere Anordnung
- Bei höheren Dimensionen wichtig

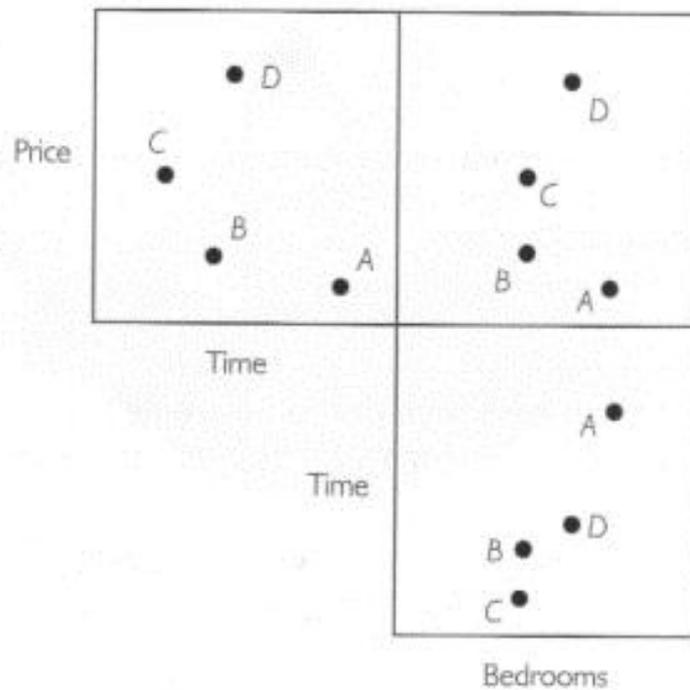
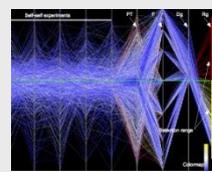


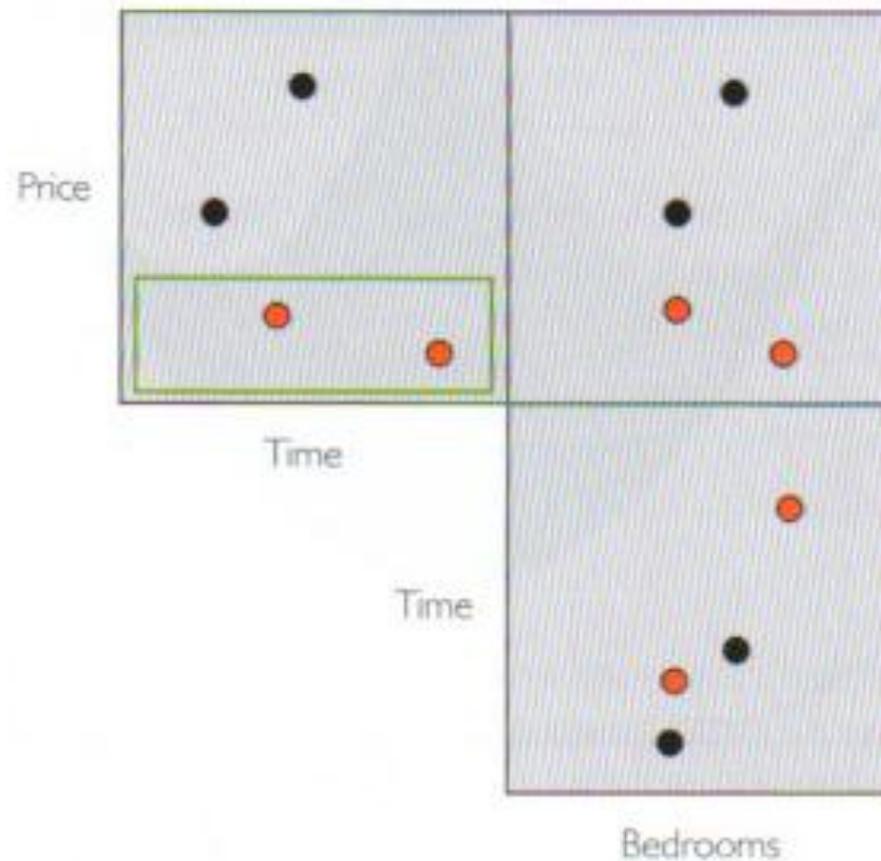
FIGURE 3.14
A scatterplot
matrix for the
3D plot of
Figure 3.12

[Spence 2001]



4.2. Kontinuierliche Attribute

- Wenn dazu noch eine **Markierungstechnik** (z.B. mit Rechtecken „Brushing“) kommt, ergibt sich ein effektives Werkzeug
- Punkte auf dem Bildschirm müssen noch **unterschieden** werden können



[Spence 2001]

4.2. Kontinuierliche Attribute

- Mit Hilfe von **Interpolation** kann man auch **Flächen** zur Darstellung verwenden.
- Ebenen können bei der Festlegung von Werten helfen („Flooding“).
- In diesem Bereich treffen sich **Informationsvisualisierung** und **wissenschaftliche Visualisierung**.

FIGURE 3.16
A surface in 3D space

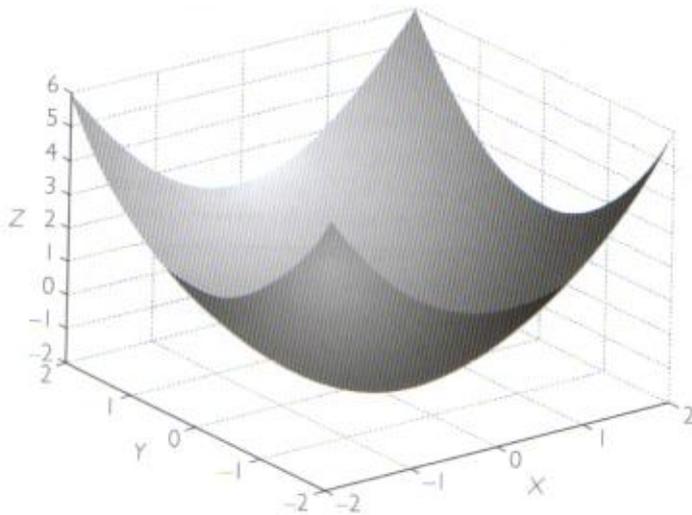
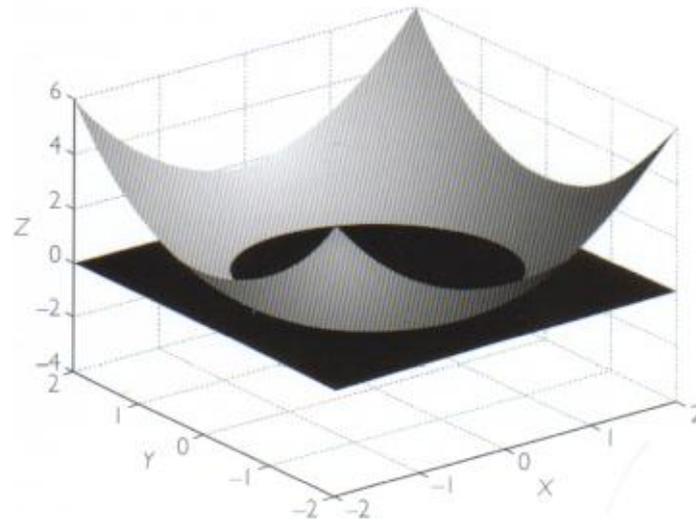
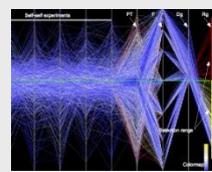


FIGURE 3.18
The technique of 'flooding'



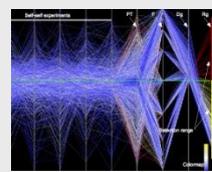
[Spence 2001]



4.2. Kontinuierliche Attribute

4.2.4 Kontinuierliche nD-Tabellen

- Wenn **mehr als drei kontinuierliche Attribute** gegeben sind, **kann man nicht** mehr auf bewährte und allseits bekannte Techniken zurückgreifen.
- Es stehen aber dennoch einige **geometrische Transformationen** und einige **pixelbasierte Methoden** zur Verfügung.

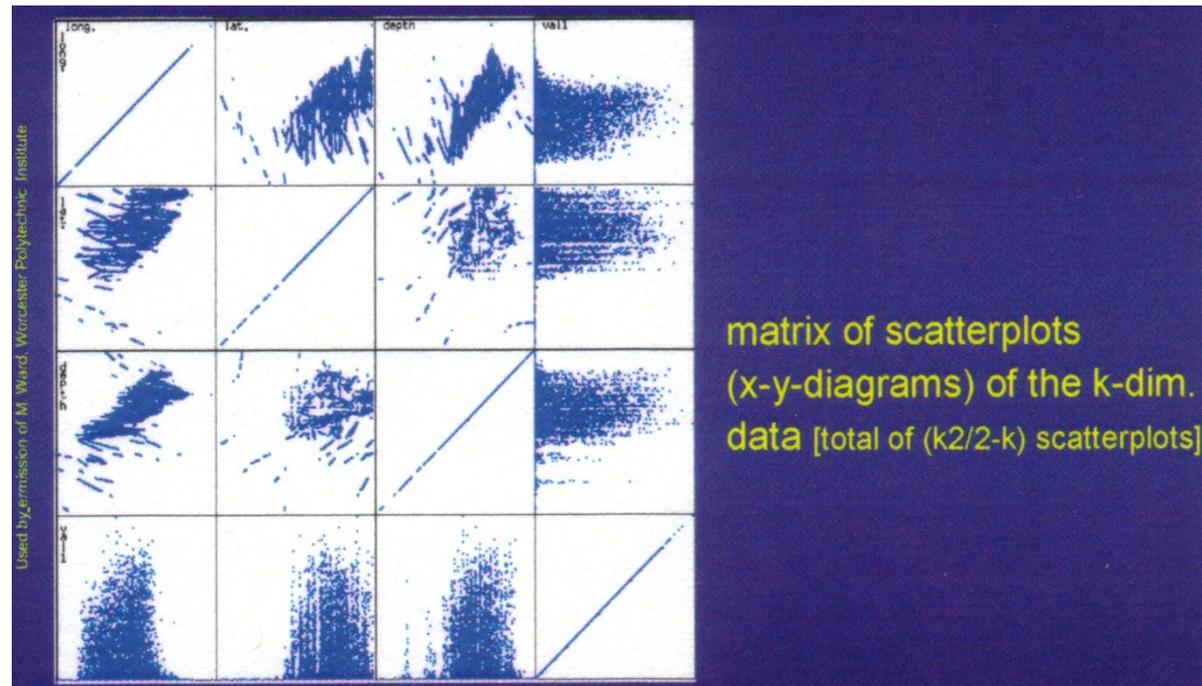


4.2. Kontinuierliche Attribute

4.2.4.1 Projektionsansätze (Geometrische Transformation)

Scatterplot-Matrizen

- **Auch für n-dimensionalen Fall** nutzbar
- Es ergeben sich $0.5(n^2-n)$ verschiedene Koordinatenpaare



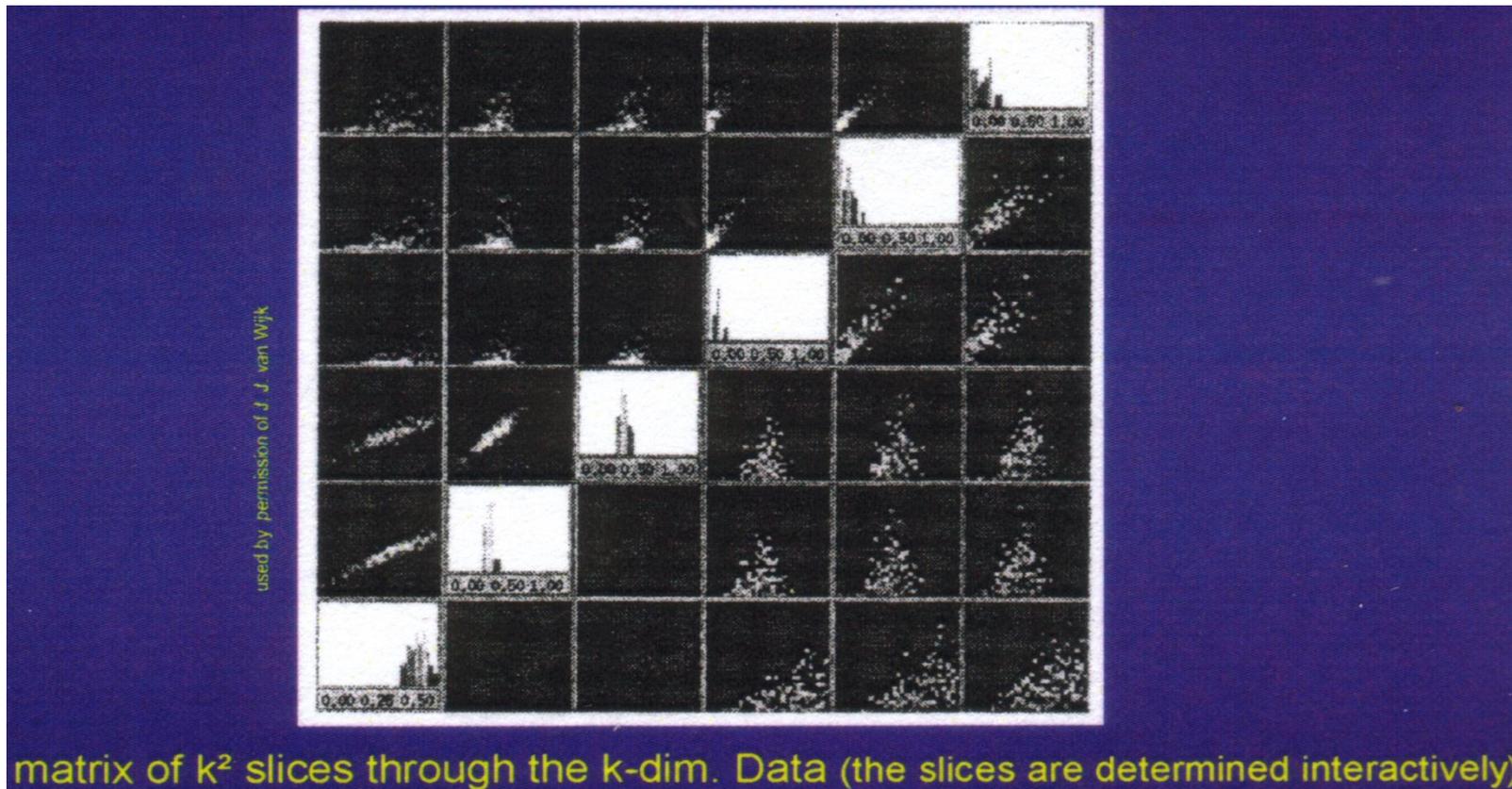
[Cleveland W. S.: „Visualizing Data“ AT&T Bell Laboratories, Murray Hill, NJ, revised edition]

[Ankerst et al. 2002]

4.2. Kontinuierliche Attribute

Hyperslice

- Ohne strikte Festlegung auf orthogonale Projektionen
- **n^2 Schnitte fester Breite** durch Daten legen



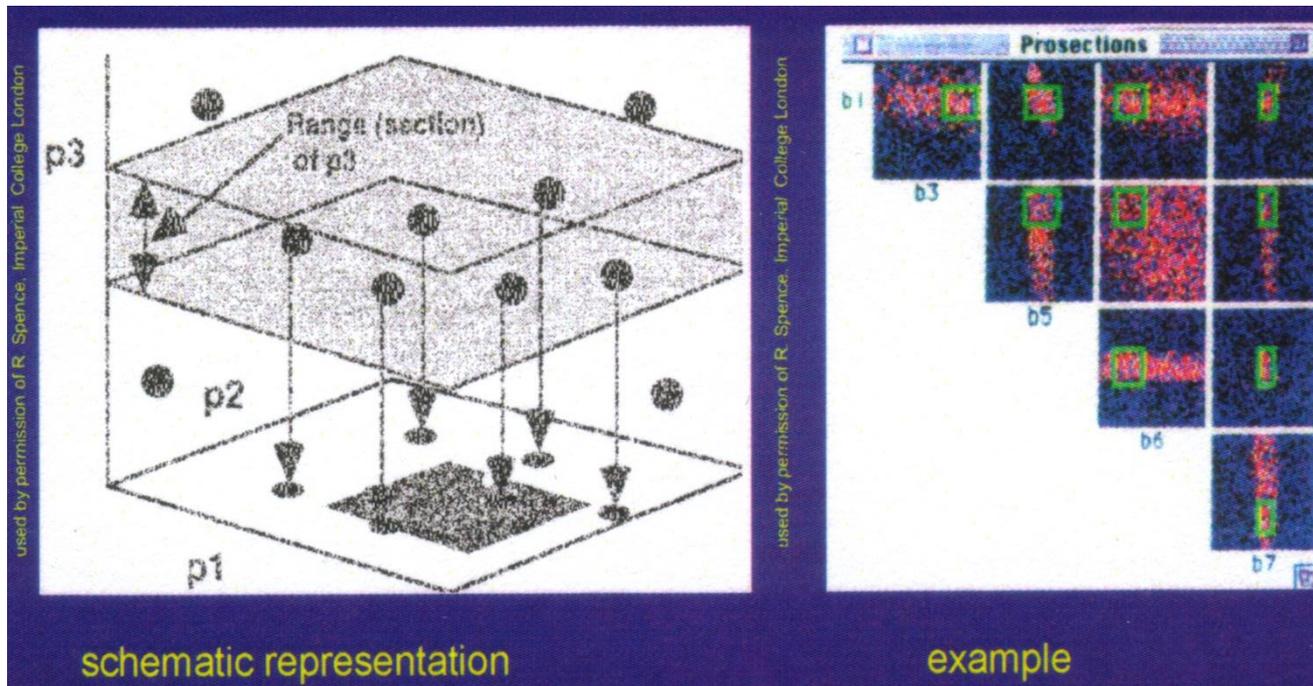
[van Wijk, van Liere, Hyperslice, Proc. Vis 1993]

[Ankerst et al. 2002]

4.2. Kontinuierliche Attribute

Prosection Views

- Auswahl eines **n-dimensionaler Teilmenge** (Hyperwürfel)
- Wird bei **Projektion** mit anderer Farbe dargestellt



[Ankerst et al. 2002]

[Furnas G. W., Buja A.: „Prosections Views: Dimensional Inferecel through Sections and Projections“, Journal of Computational and Graphical Statistics, Vol. 3, No. 4, 1994, pp. 323-353]

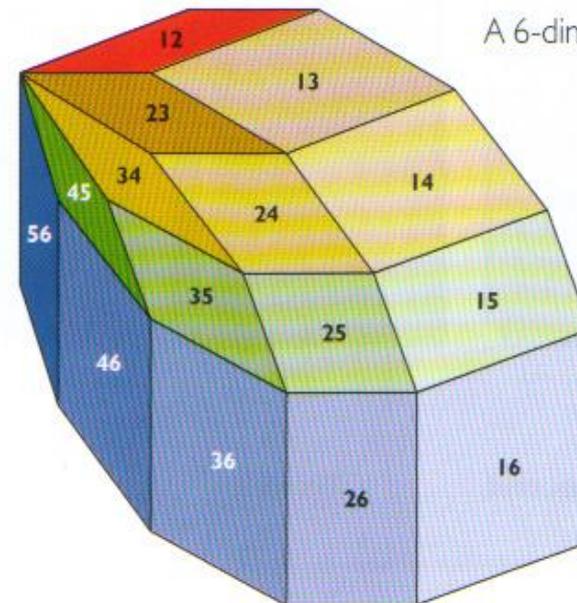
[Su H., Dawkes H., Tweedie L., Spence R.: „An Interactive Visualization Tool for Tolerance Design“, Technical Report, Imperial College, London, 1995]

4.2. Kontinuierliche Attribute

Hyperbox

- Oberfläche eines dreidimensionalen Polytops wird gezeichnet
- Sichtbare Polygone bestehen aus Vierecken, die genau **allen auftretenden Attributpaaren** entsprechen
- Knoten entsprechen in den beiden benachbarten Vierecken stets dem **gleichen Attribut**.
- Dies gilt auch für gegenüberliegenden Seiten jedes Vierecks

A hyperbox
handling six
variables



A 6-dimensional hyperbox

[Alpen und Carten, Hyperbox, Proc. IEEE Visualization, pp. 133-139, 1991]

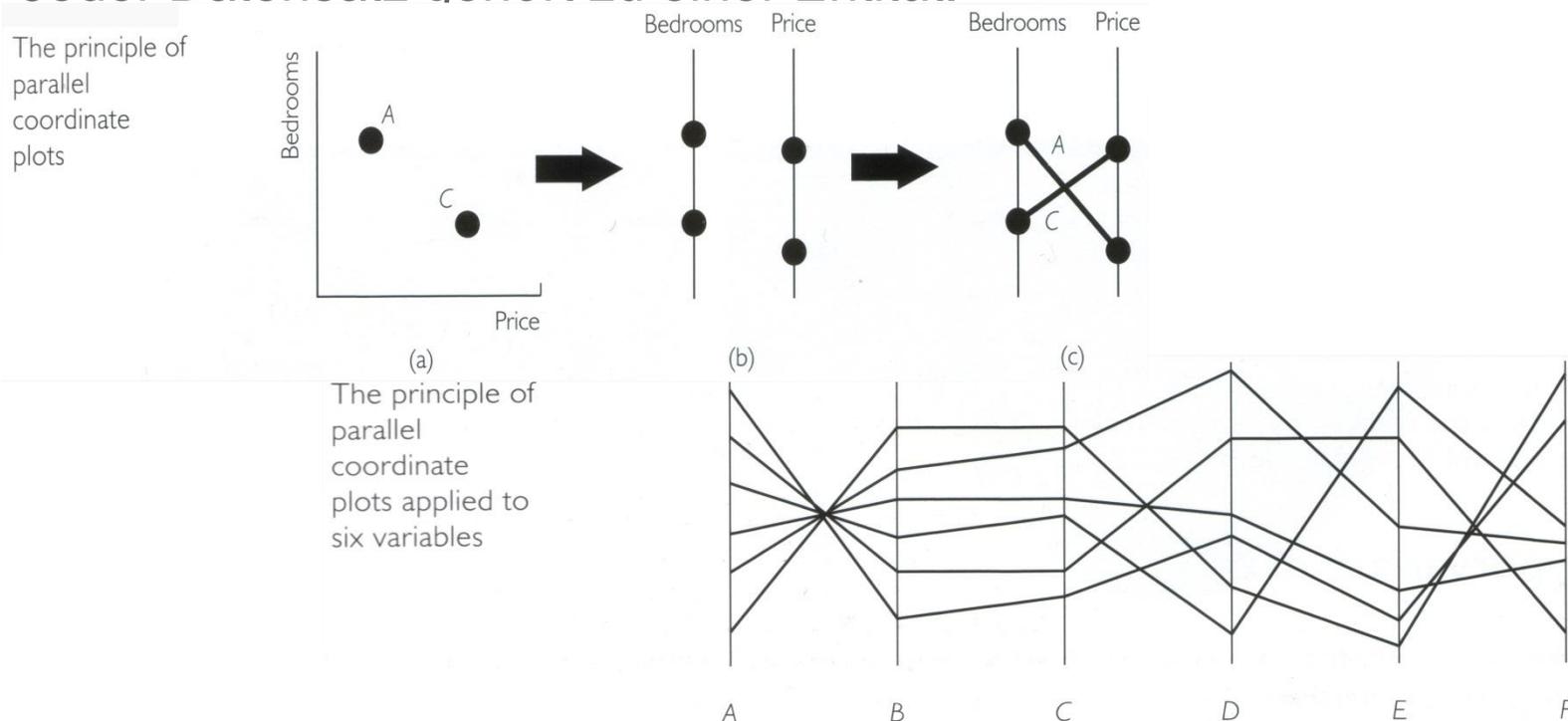
[Spence 2001]

4.2. Kontinuierliche Attribute

4.2.4.2 Koordinatenachsenbasierte Ansätze

Parallele Koordinaten

- Es werden **n parallele Achsen** gezeichnet, gehören zu n Attributen.
- Jede Achse wird auf das [Minimum, Maximum]-Intervall der auftretenden Werte skaliert.
- Jeder Datensatz gehört zu einer Entität.

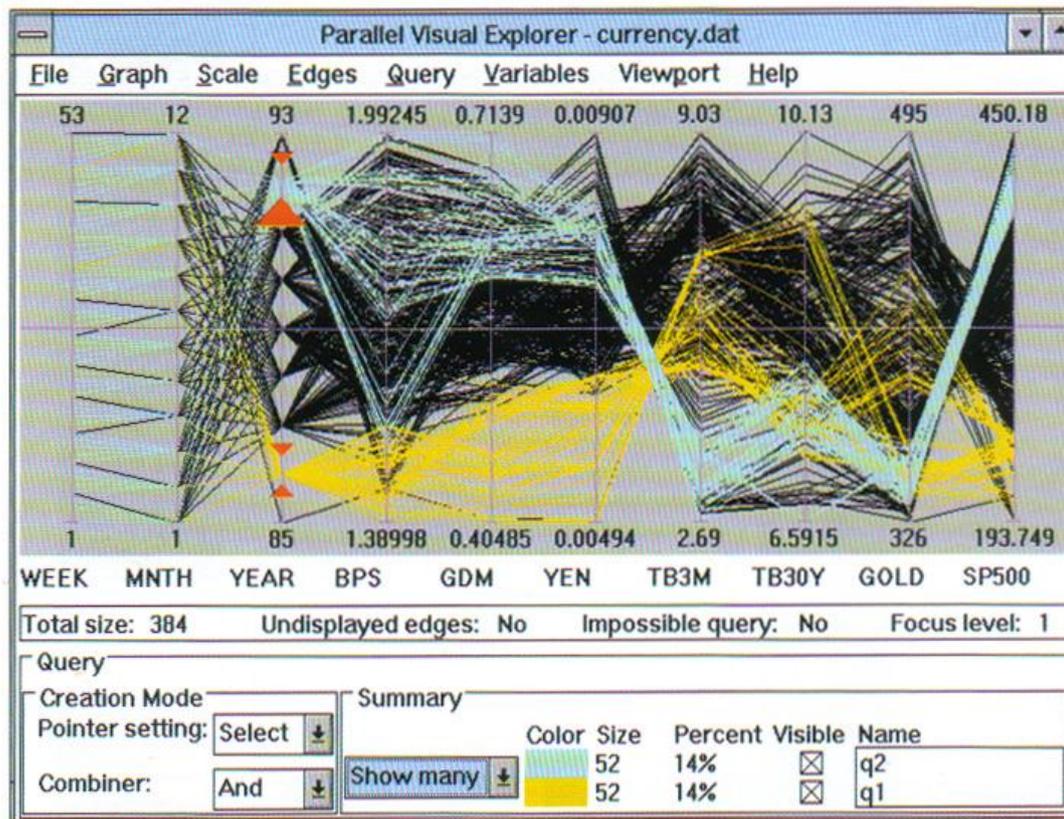


[Spence 2001]

[Inselberg 1985, Inselberg 1998, Wegman 1990]

4.2. Kontinuierliche Attribute

- Komplexeres Beispiel: Möglichkeiten zur **Auswahl von Teilmengen**



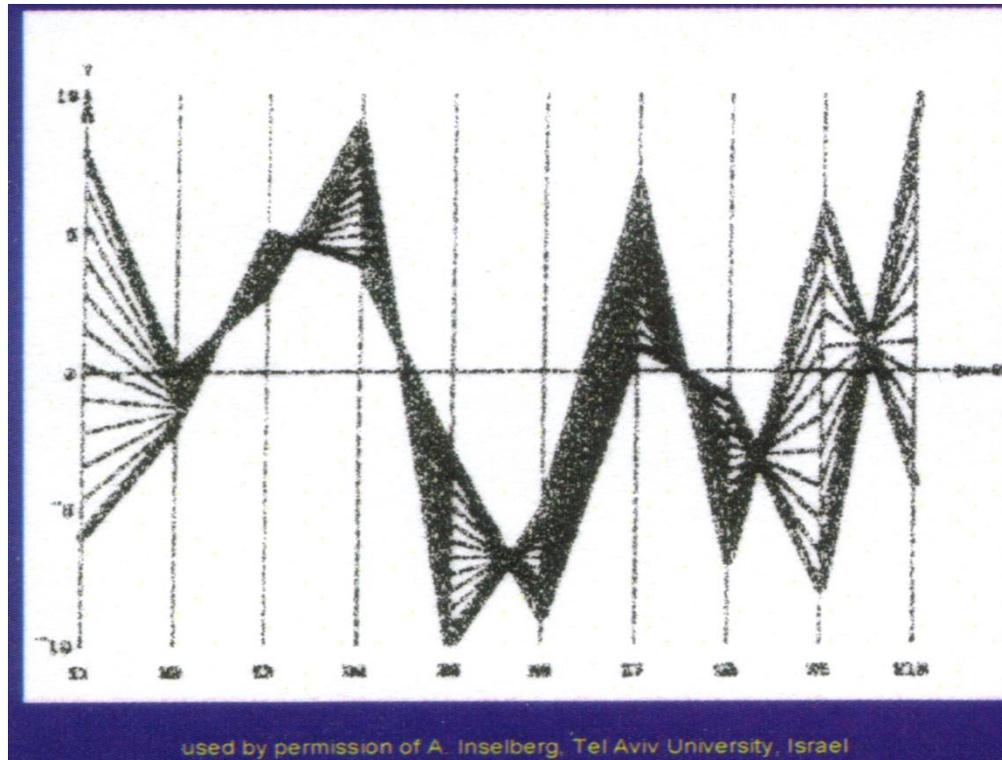
A parallel coordinate plot for financial variables

Source: Reproduced by permission from the IBM Corporation

[Spence 2001]

4.2. Kontinuierliche Attribute

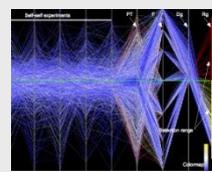
- Linienzüge verraten auch **lineare Abhängigkeiten** der Daten.



[Ankerst et al. 2002]

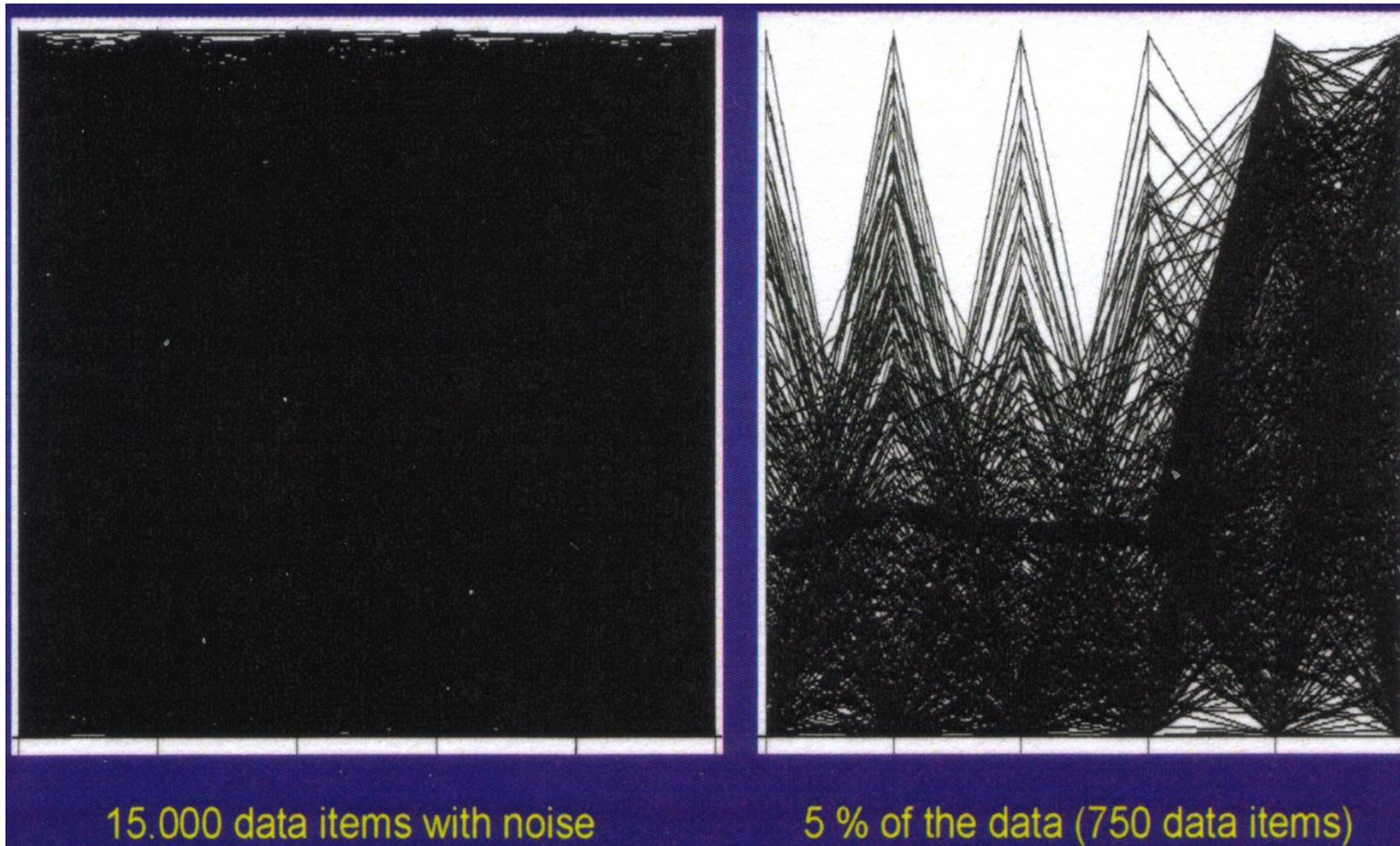
- Bei Punkten auf einer Geraden schneiden sich die Polygonzüge zwischen zwei Achsen **stets in einem Punkt**.
- Man kann auch **Regeln für k-dimensionale** Unterräume ableiten.

[Inselberg 1998]



4.2. Kontinuierliche Attribute

- Leichtes Rauschen verursacht aber schnell Probleme.



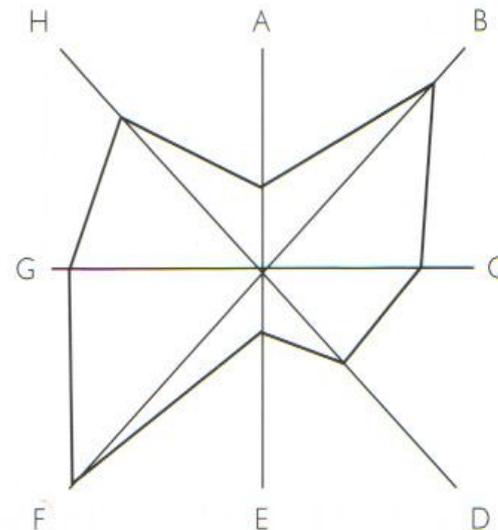
[Ankerst et al. 2002]

4.2. Kontinuierliche Attribute

Star Plot

- Wenn man Achsen nicht parallel, sondern **sternförmig** anordnet, erhält man den **Star Plot**.
- Sowohl **einzelne Sterne pro Entität** erzeugen, als auch alle Datensätze in einen Stern

A starplot for
eight variables

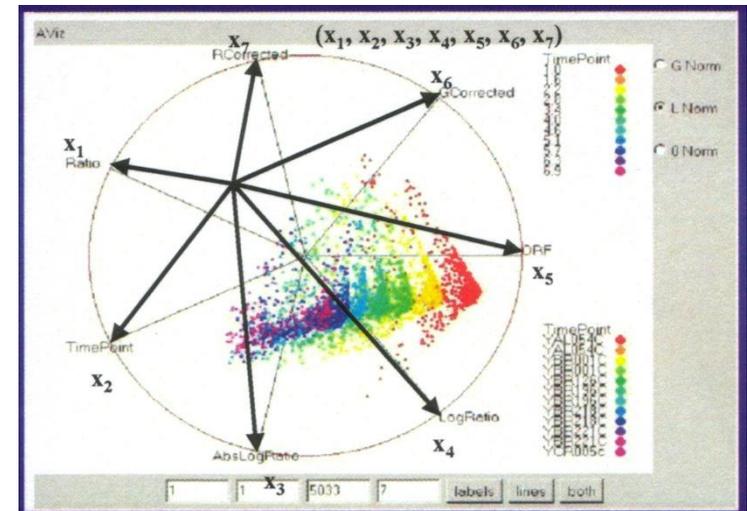


[Spence 2001]

4.2. Kontinuierliche Attribute

RadViz™

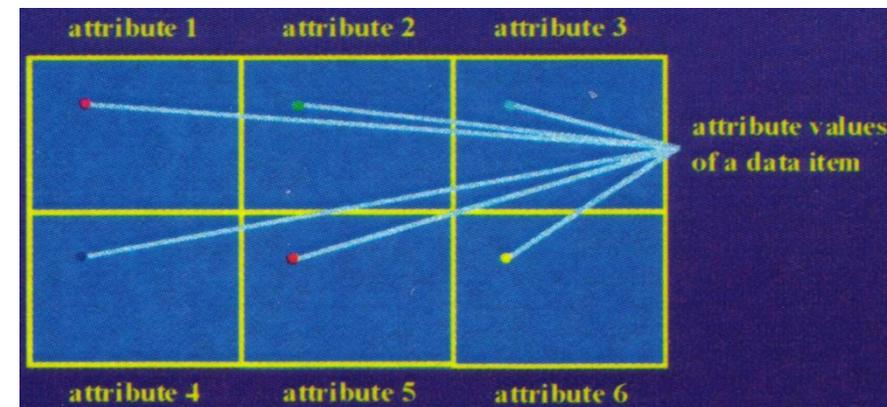
- Bei RadViz werden Achsen ebenfalls **radial** aufgespannt
- Werte der einzelnen Attribute werden jedoch als **Federkonstanten** interpretiert, die Punkt, der eine Entität darstellt, zu einem Eckpunkt zieht
- Dabei werden alle Attribute über ihr jeweiliges Min-Max-Intervall skaliert und in den nichtnegativen Raum verschoben (etwa alle auf $[0, 1]$).



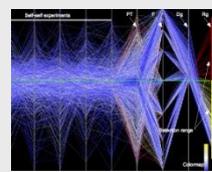
[Ankerst et al. 2002]

4.2. Kontinuierliche Attribute

- Für **sehr große Entitätszahlen** und/ oder **viele Attribute** kommt man mit bisherigen Verfahren sehr schnell an Grenze der Bildschirmauflösung
 - Pro Entität und Attribut werden viele Pixel verwendet
 - Überschneidungen verhindern schnell klare Sicht auf Daten
- Pixelbasierte Verfahren (Dense Pixel Displays) verwenden Darstellungskapazität des Bildschirms optimal
 - Verwenden **pro Attributwert** einer Entität genau **ein Pixel**
 - Farbe des Pixels gibt Wert an
 - Werte der einzelnen Attribute für alle Datensätze, also die Spalten der Tabelle, bilden **eigene Teilfenster** (subwindows)



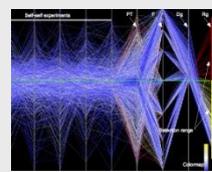
[Ankerst et al. 2002]



4.2. Kontinuierliche Attribute

Folgende Fragen stellen sich

- Wie werden die Pixel innerhalb der Teilfenster positioniert?
- Sind neben Rechtecken andere Teilfensterformen möglich?
- Wie können die Attribute (Dimensionen, Teilfenster) angeordnet werden?



4.2. Kontinuierliche Attribute

Anordnung der Pixel

- Suchen einer bijektive Abbildung $f:\{1,\dots,m\}\rightarrow\{1,\dots,b\}\times\{1,\dots,h\}$, m Anzahl Entitäten, b Teilfensterbreite, h Teilchenfensterhöhe, so dass Funktion

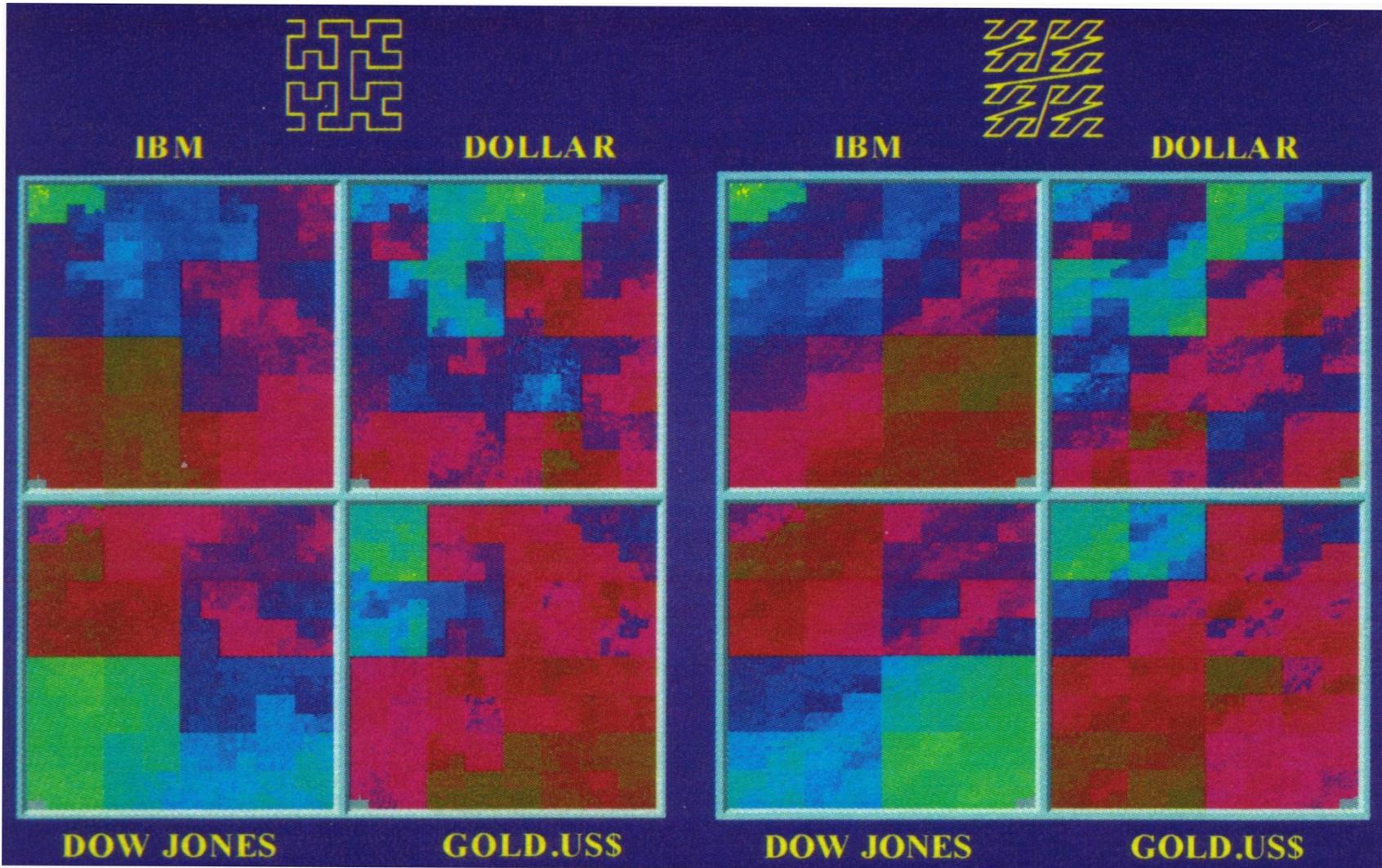
$$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^m \left| d(f(i), f(j)) - d\left((0,0), \left(b \frac{\sqrt{|i-j|}}{m}, h \frac{\sqrt{|i-j|}}{m} \right) \right) \right|$$

minimiert

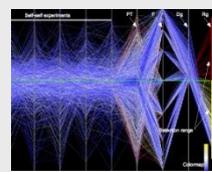
wobei $d(f(i), f(j))$ eine L^p -Distanz ($p=1,2$) der Pixel zu d_i und d_j ist

wird,

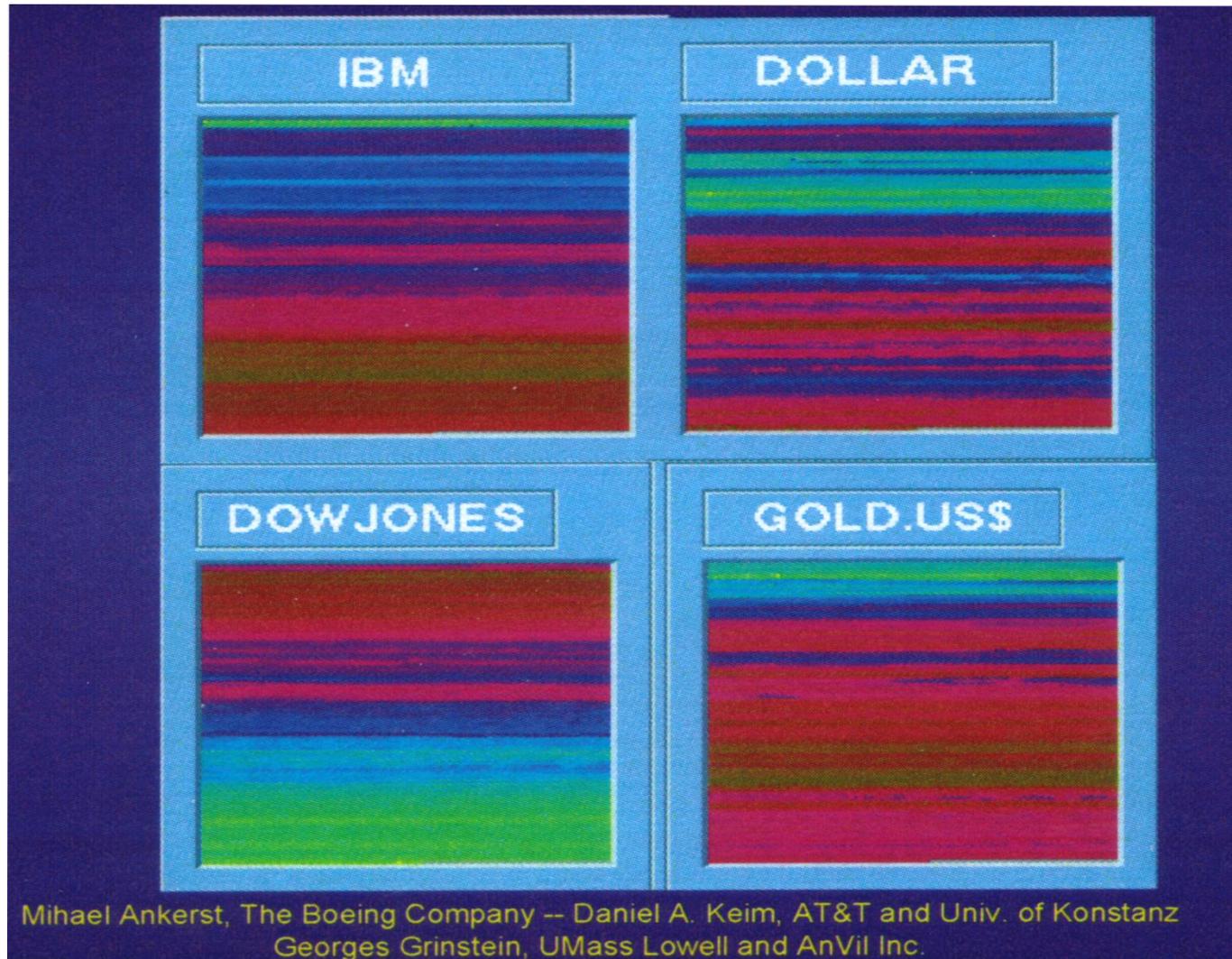
4.2. Kontinuierliche Attribute



[Ankerst et al. 2002]



4.2. Kontinuierliche Attribute

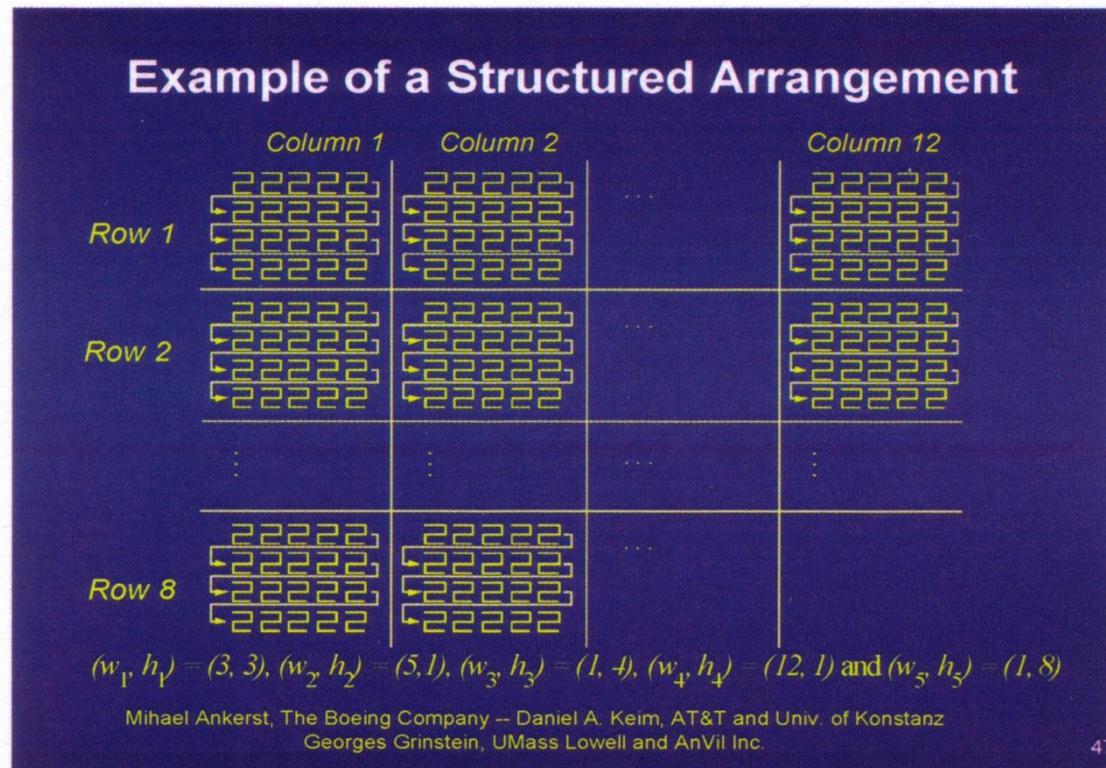


[Ankerst et al. 2002]

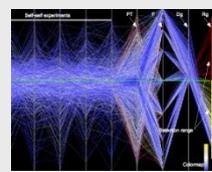
4.2. Kontinuierliche Attribute

Rekursive Muster

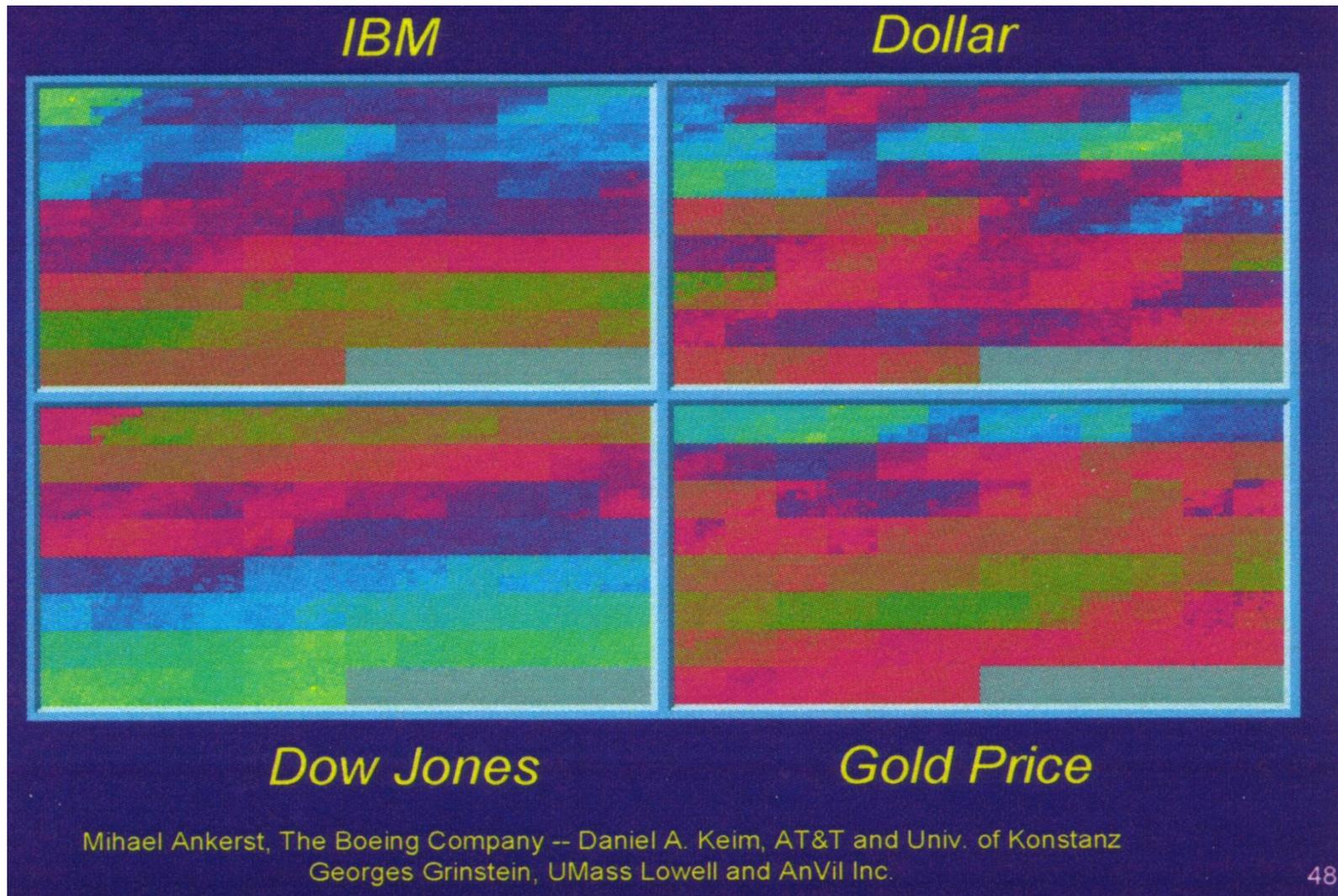
- Man kann ein Muster der Ebene $i-1$ w_i -mal in **horizontaler Richtung** und dann h_i **fach in vertikaler Richtung** zeichnen



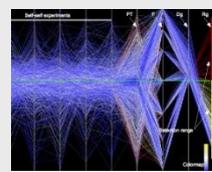
[Ankerst et al. 2002]



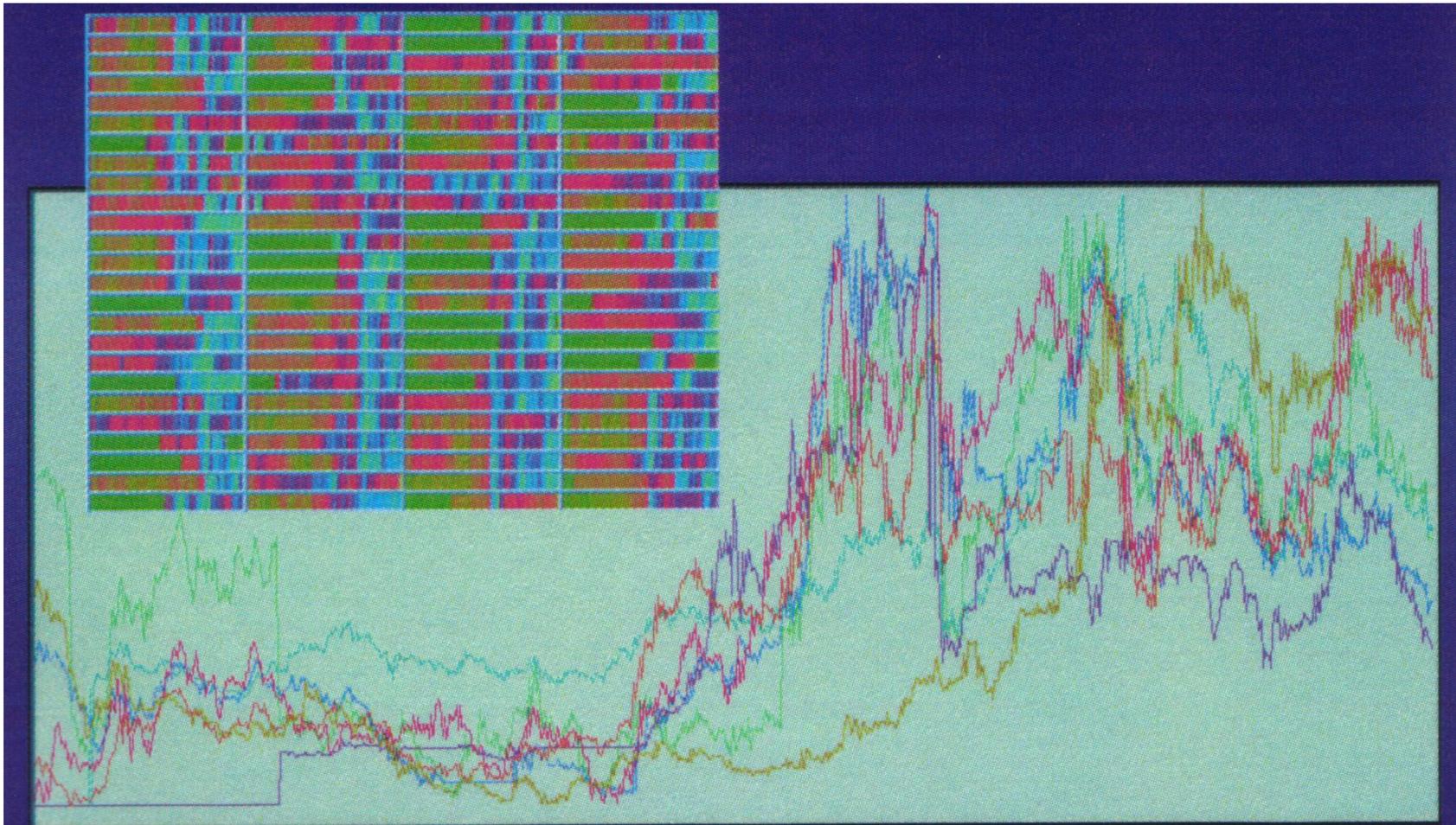
4.2. Kontinuierliche Attribute



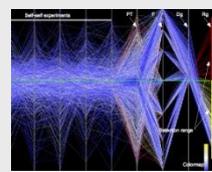
[Ankerst et al. 2002]



4.2. Kontinuierliche Attribute



[Ankerst, Keim, Kriegel: Circle segments: A technique for visually exploring large dimensional datasets. IEEE Visualization Hot Topics 1996]

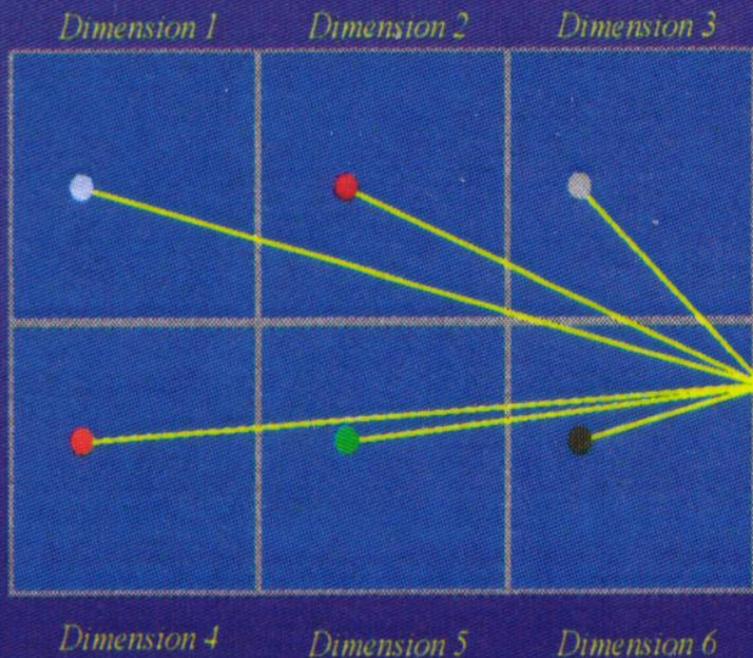


4.2. Kontinuierliche Attribute

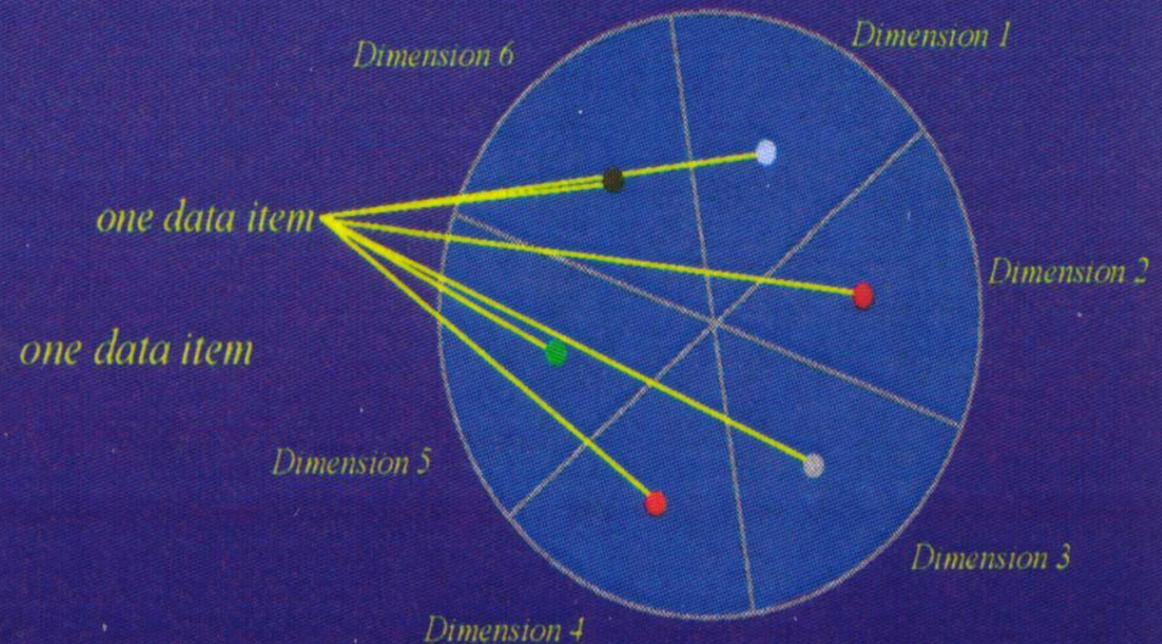
Form der Teilfenster

- Für Teilfenster eignen sich 2D-Arrays von Rechtecken und Kreissegmente

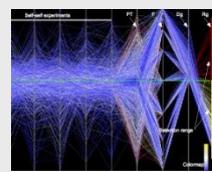
Recursive Pattern & Spiral Technique



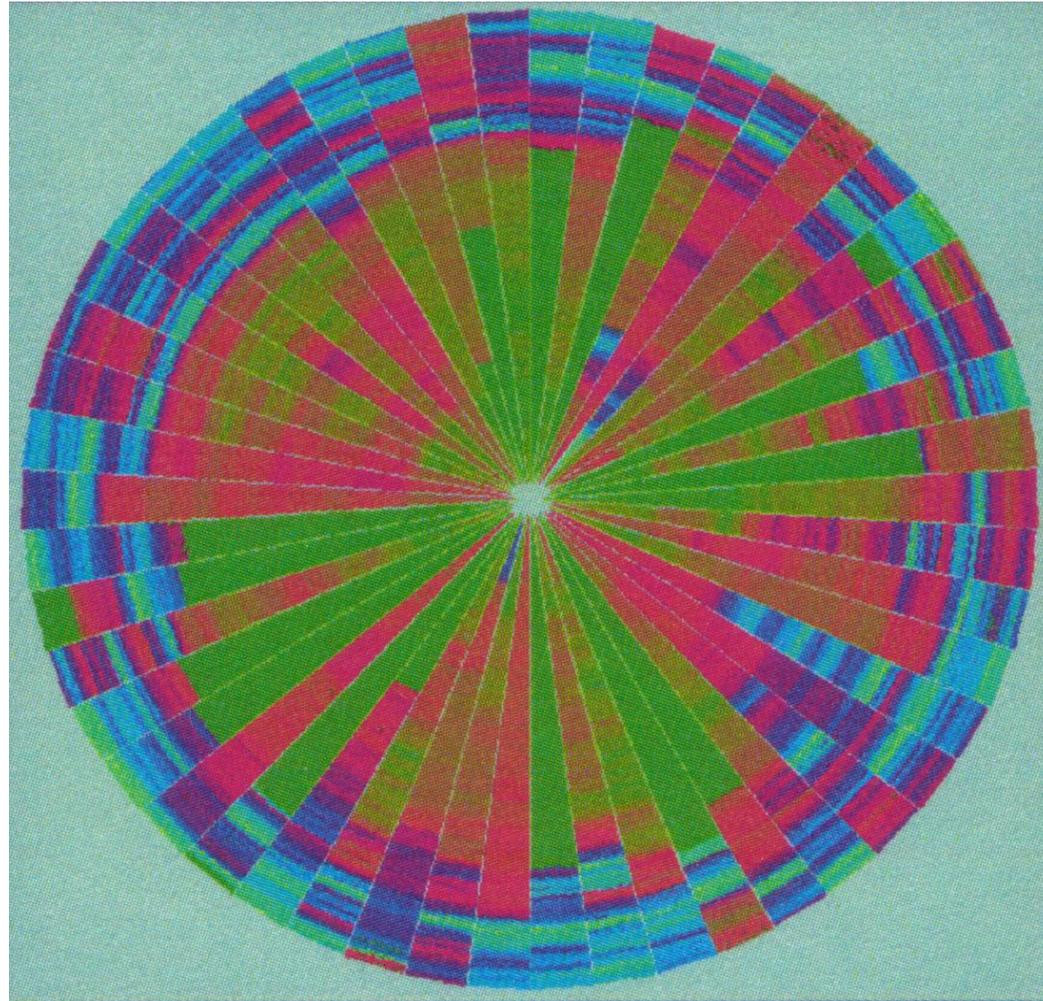
Circle Segments Technique



[Ankerst et al. 2002]

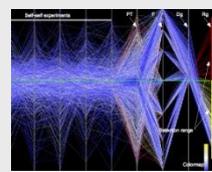


4.2. Kontinuierliche Attribute

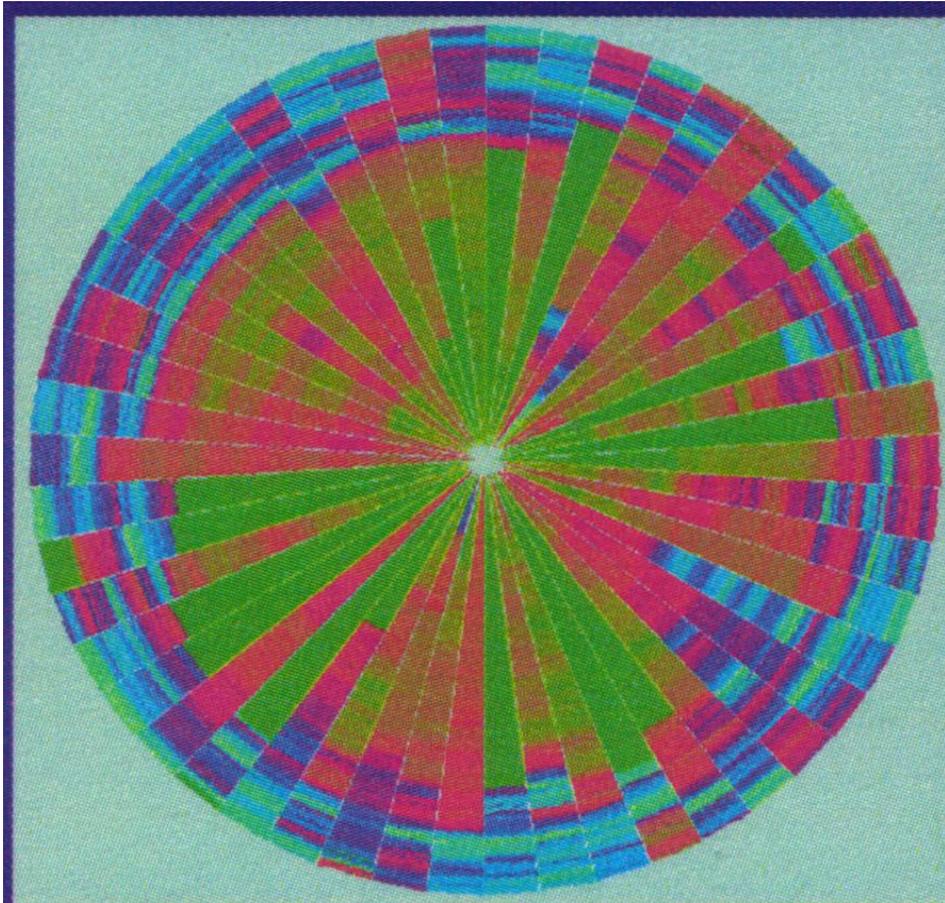


[Ankerst, Keim, Kriegel: „Circle segments: A technique for visually exploring large dimensional datasets“. IEEE Visualization Hot Topics 1996]

[Ankerst et al. 2002]

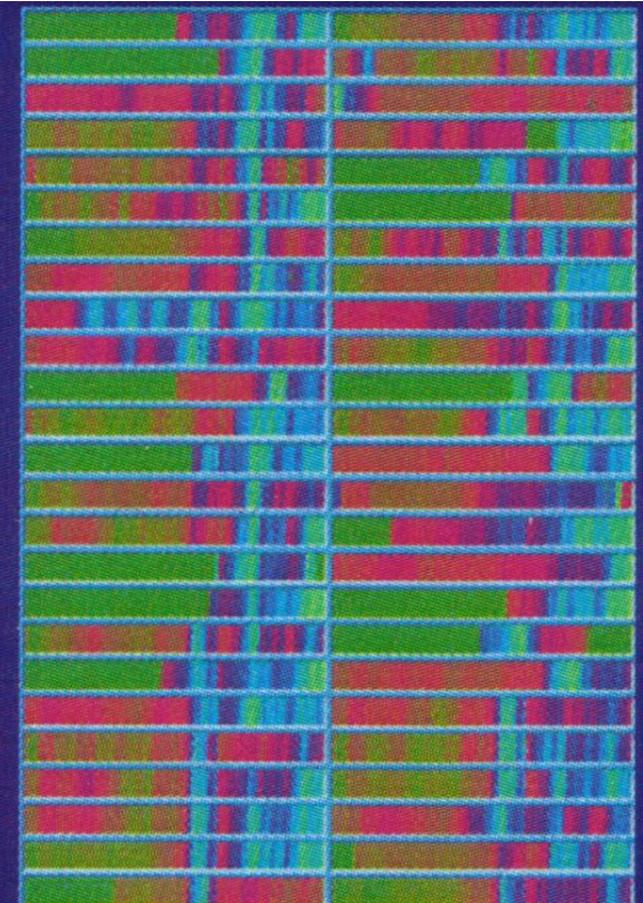


4.2. Kontinuierliche Attribute



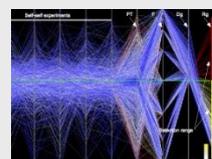
Circle Segments

Mihael Ankerst, The Boeing Company -- Daniel A. Keim, AT&T and Univ. of Konstanz
Georges Grinstein, UMass Lowell and AnVil Inc.



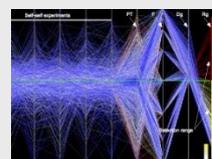
Recursive Pattern

[Ankerst et al. 2002]



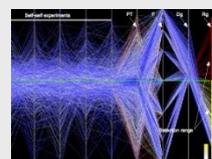
4.3. Ordinale und nominale Attribute

- Ordinale Tabellen (Tabellen mit **nur ordinalen Attributen**) lassen sich gut mit den Verfahren für Farben darstellen
- Pixeltechniken sind sogar eher für ordinale Variablen geeignet
- Mischungen von ordinalen und kontinuierlichen Attributen in einer Tabelle sind in der Regel ebenfalls möglich
- **Aber:** Bei **koordinatenachsenorientierten** Verfahren führen die ordinalen Attribute mit kleiner Wertmenge **zu auffälligen Clustern**
 - Diese springen Anwender ins Auge und **überbetonen** damit diese Attribute



4.3. Ordinale und nominale Attribute

- **Nominale Attribute** eignen sich nur sehr begrenzt für Projektions- und Koordinatenachsenansätze, da **Reihenfolge der Werte künstlich** erzeugt werden muss.
- Pixelbasierte Verfahren können dagegen gut mit kategorischen Variablen umgehen, da **Farben** nach Kapitel 2 im Allgemeinen **nicht geordnet** sind.
- Verwendung der Verfahren für kontinuierliche Attribute
- Einige Techniken sind für **ordinale und nominale Attribute** besonders geeignet.



4.3. Ordinale und nominale Attribute

4.3.1 Iconbasierte Techniken

- Bei den iconbasierten (icon = Bildelement) Techniken werden **kleine Graphikelemente** aufgrund der Werte einer oder mehrere Attribute verändert.
- Werden auf dem Bildschirm dargestellt mit Hilfe
 - von Werte weitere Variablen,
 - geometrischer Lage oder
 - per ebenenfüllender Kurve

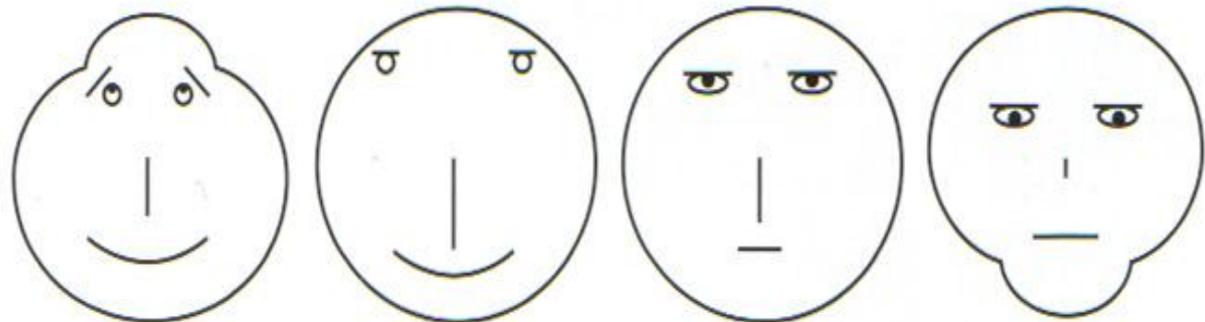
4.3. Ordinale und nominale Attribute

Chernoff Faces

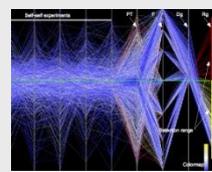
- Bei den Chernoff Faces [Chernoff 1973] wird die Tatsache ausgenutzt, dass Menschen **Gesichter besonders gut unterscheiden** können.
- Als **Parameter der Bildelemente** dienen Mundform, Augengröße, Höhe der Augenbrauen, Lage der Augenbrauen und die Gesichtsform.

[H. Chernoff. The Use of Faces to Represent Points in k-dim' Space Graphically, J. of American Statistical Association 68:361-368, 1973]

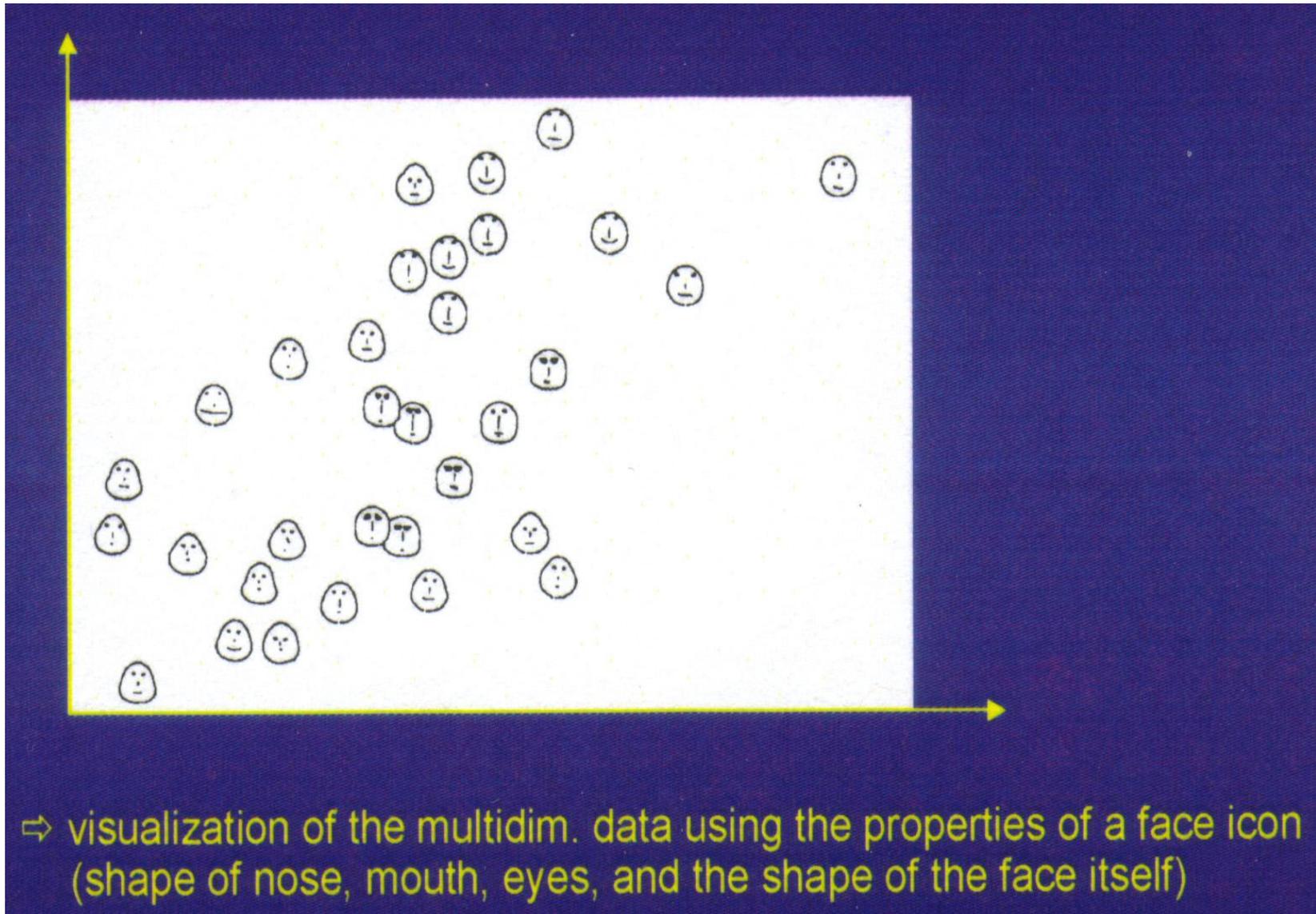
Chernoff faces,
in which facial
characteristics
encode the
values of
variables



[Spence 2001]



4.3. Ordinale und nominale Attribute

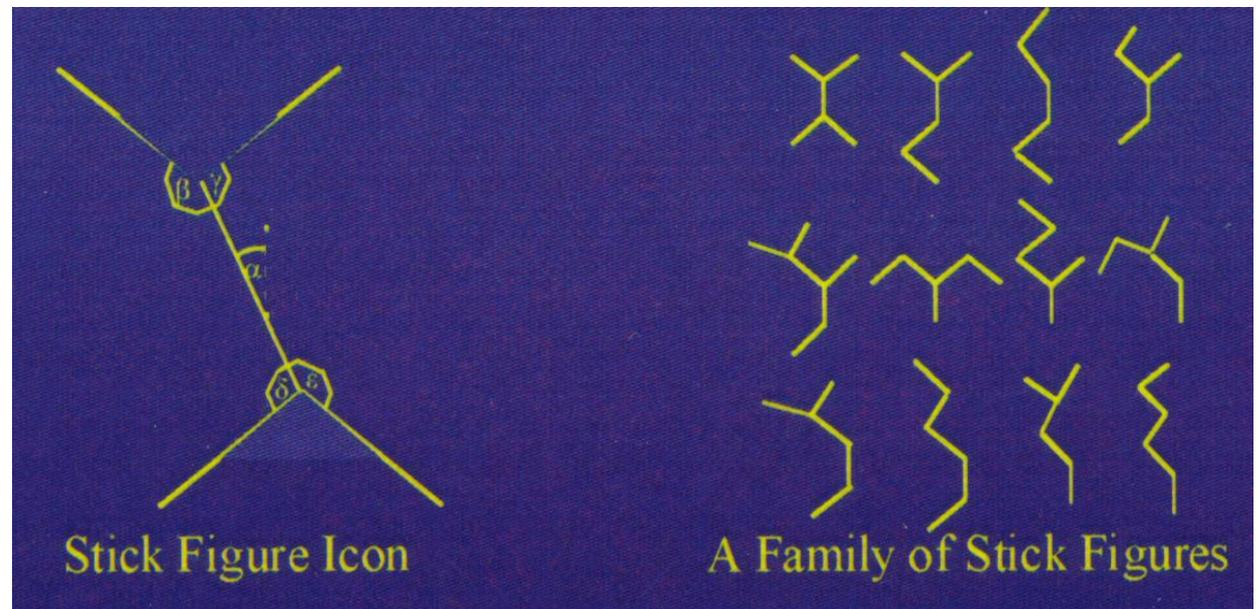


[Ankerst et al. 2002]

4.3. Ordinale und nominale Attribute

Stick Figures

- Bei Strichfiguren (Stick Figures) werden **zwei kontinuierliche oder ordinale** Attribute (falls vorhanden) zur **Positionierung in der Ebene** verwendet
- Übrigen Attribute werden für **Winkel** und/oder **Längen** der Striche verwendet



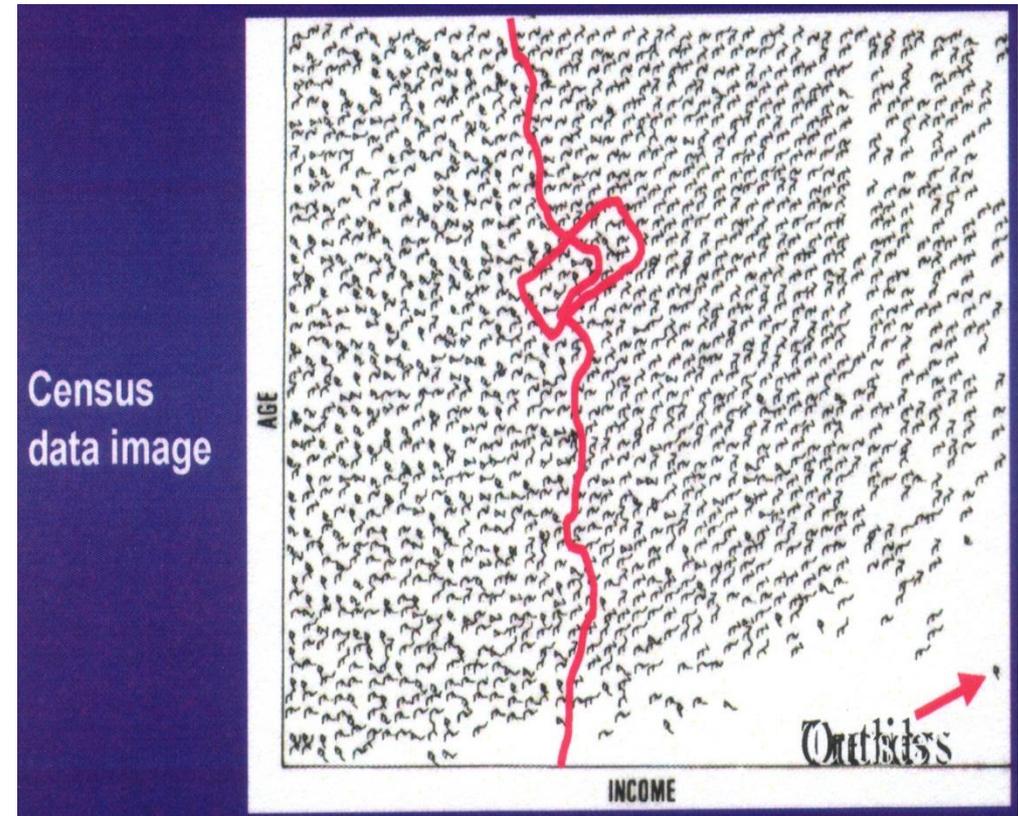
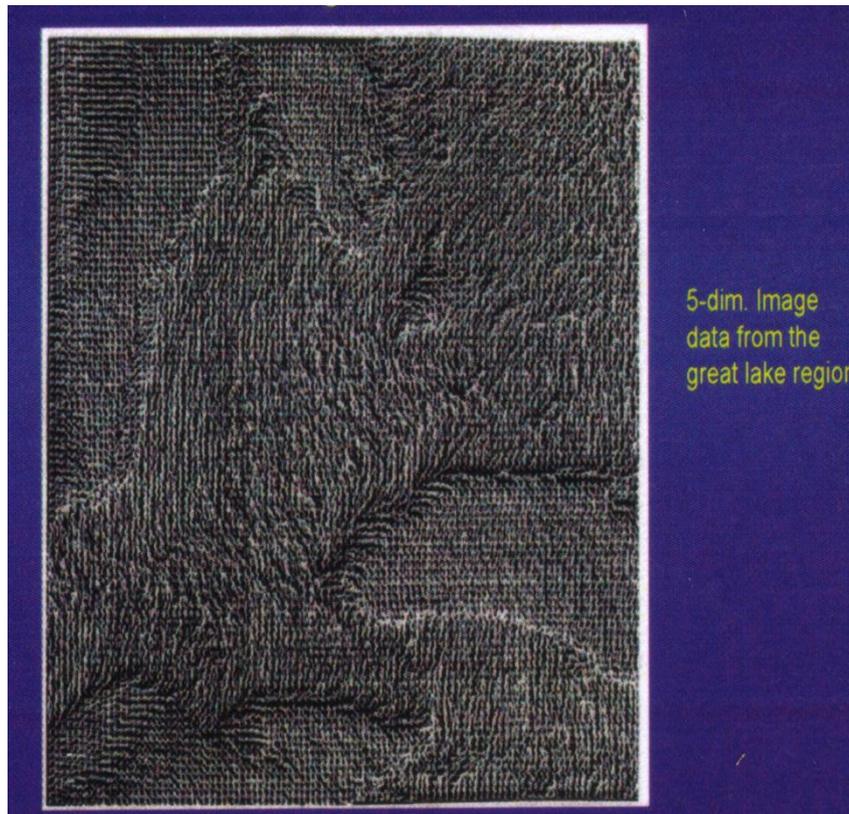
[Pickett R. M.: „Visual Analyses of Texture in the Detection and Recognition of Objects“ in: Picture Processing and Psycho-Pictorics, Lipkin B. S., Rosenfeld A. (eds.), Academic Press, New York, 1970]

[Tuftte E. R.: „The Visual Display of Quantitative Information“, Graphics Press, Cheshire, CT, 1983]

[Ankerst et al. 2002]

4.3. Ordinale und nominale Attribute

- **Texturen** aus diesen Figuren ergeben dann Datencharakteristika

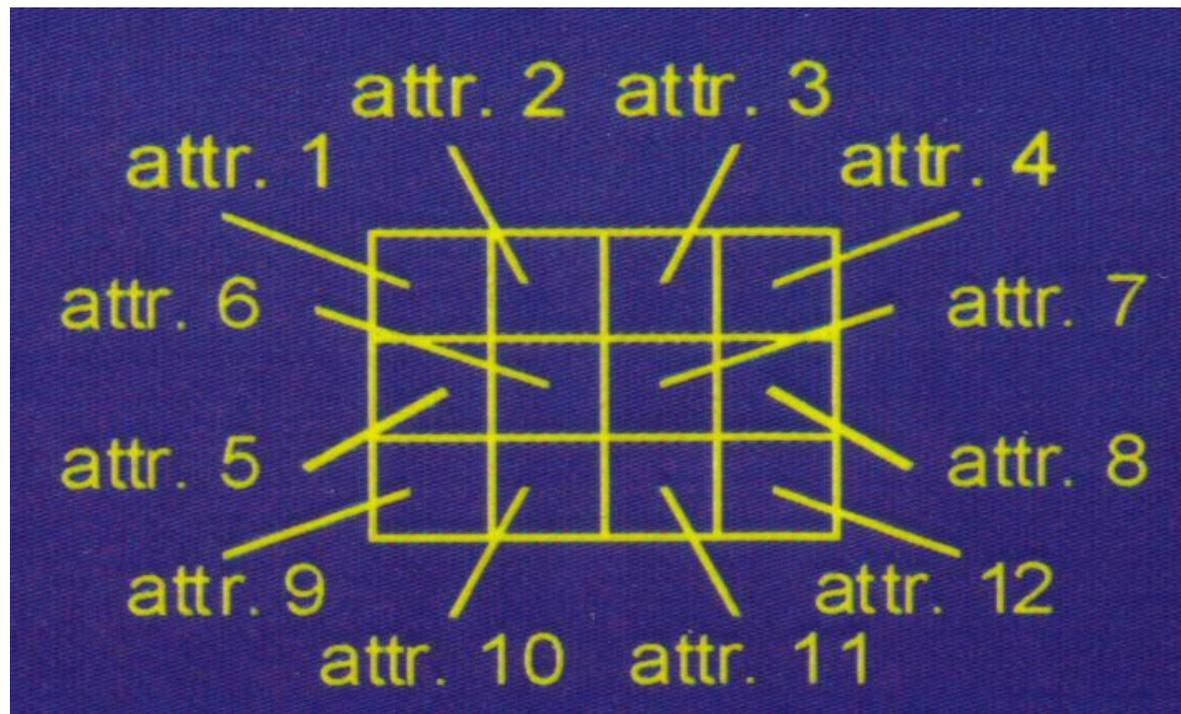


[Ankerst et al. 2002]

4.3. Ordinale und nominale Attribute

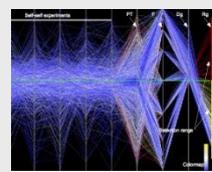
Shape Coding

- Nutzt **kleine Rechtecke** um die einzelnen Datensätze anzuzeigen
- Hält für jedes Attribut ein **Teilquadrat** bereit
- Rechtecke werden dann **geeignet angeordnet**, wozu **häufig die Zeit** (bei Zeitreihen) verwendet wird

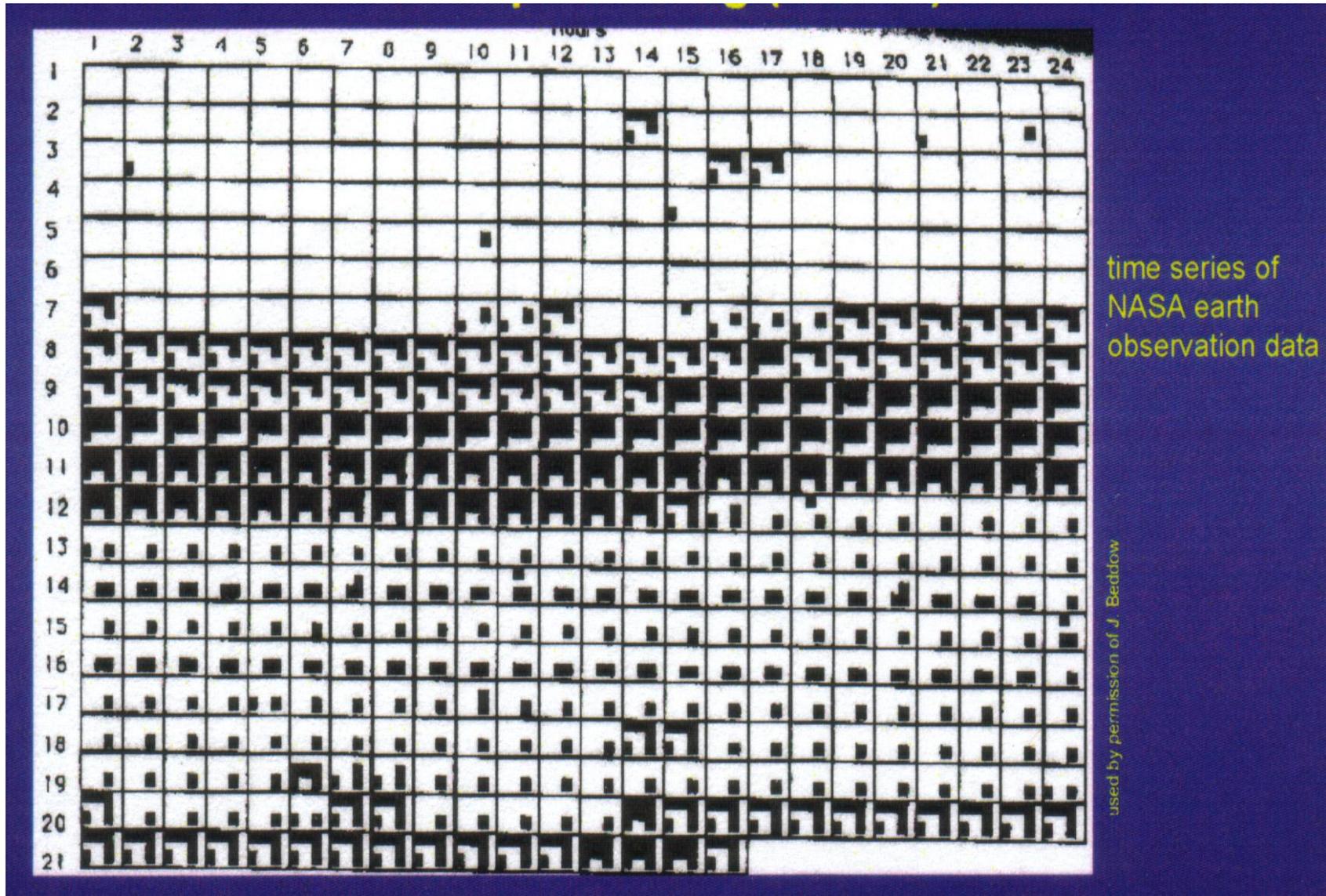


[Ankerst et al. 2002]

[Beddow J.: „Shape Coding of Multidimensional Data on a Mircocomputer Display“, Proc. IEEE Visualization, pp. 238-246, 1990,]



4.3. Ordinale und nominale Attribute

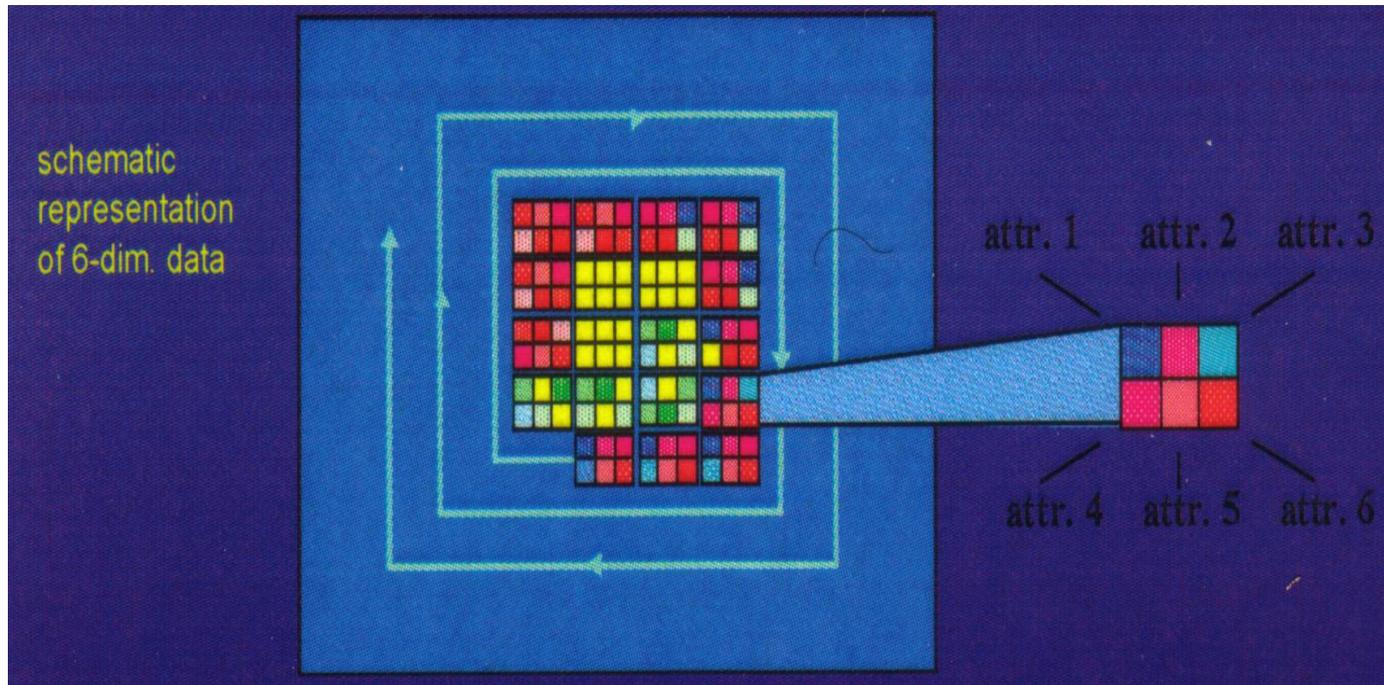


[Ankerst et al. 2002]

4.3. Ordinale und nominale Attribute

Color Icons

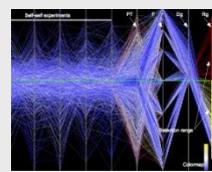
- Variablen werden als **farbige Elemente** dargestellt
- Jeder Datensatz wird zu einer Einheit vereinigt
- Datensätze werden mit Hilfe anderer Attribute oder einer **Kurve angeordnet**



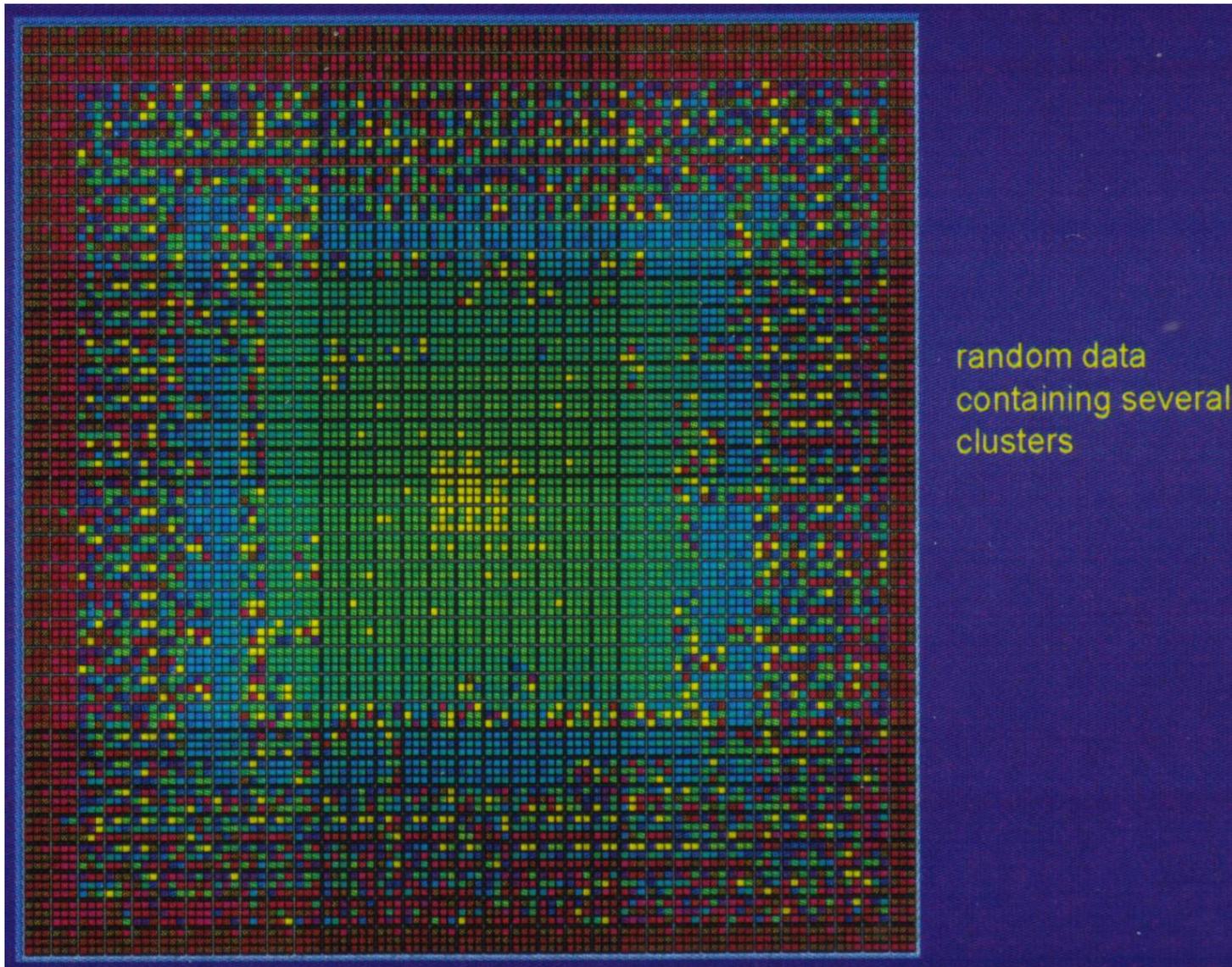
[Ankerst et al. 2002]

[Levkowitz H.: „Color icons: Merging color and texture perception for integrated visualization of multiple parameters“, Proc. IEEE Visualization 1991, pp. 22-25, 1991]

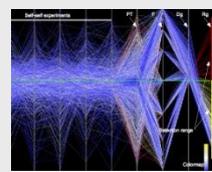
[Keim D. A., Kriegel H. -P.: „VisDB: Database Exploration using Multidimensional Visualization“, Computer Graphics & Applications, Sept. 1994, pp. 40-49]



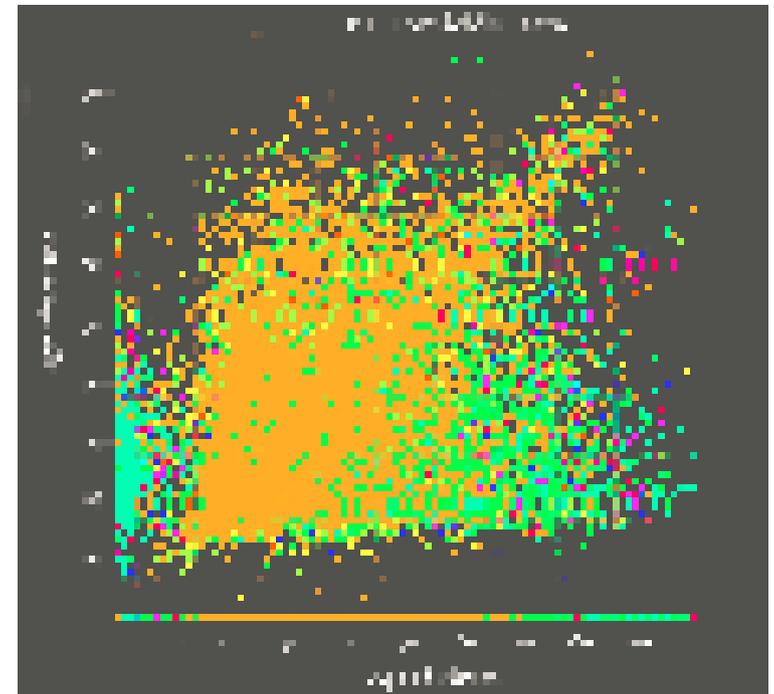
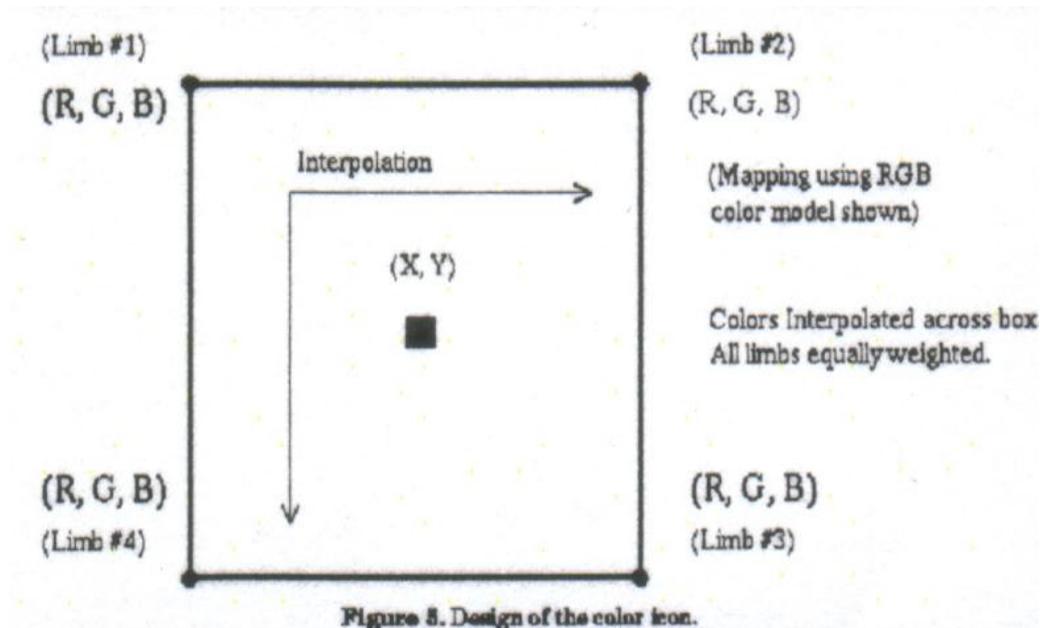
4.3. Ordinale und nominale Attribute



[Ankerst et al. 2002]



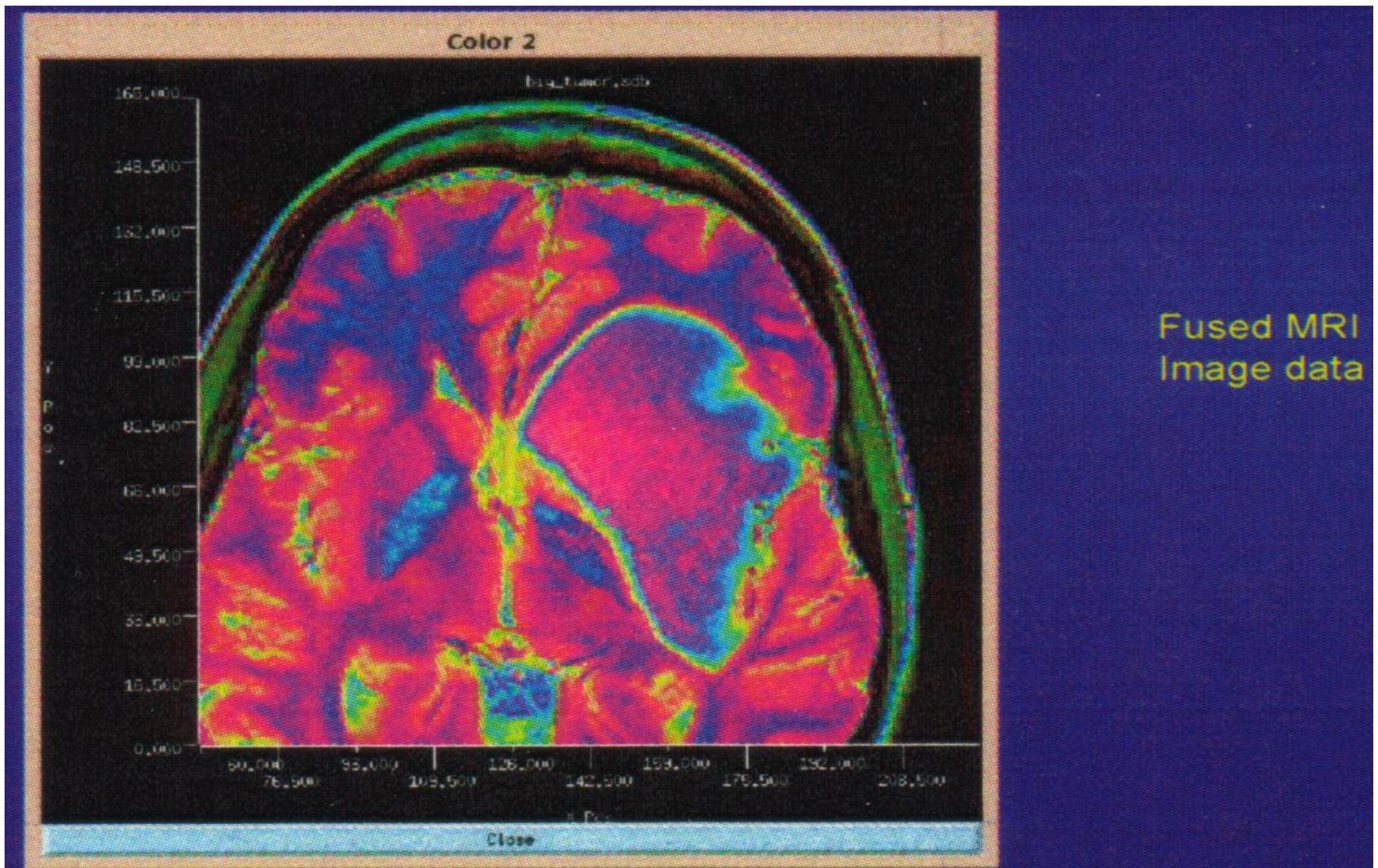
4.3. Ordinale und nominale Attribute

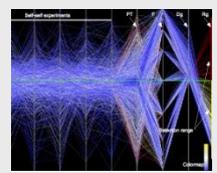


[Ankerst et al. 2002]

4.3. Ordinale und nominale Attribute

- Querbezüge zur wissenschaftlichen Visualisierung





Literatur

- R. Spence. Information Visualization. Addison-Wesley, Reading, MA, USA, 2001.
- M. Ankerst, G. Grinstein, D. Keim. Visual Data Mining, Tutorial at KDD 2002