

## Die wissenschaftliche Illustration

### 1. Beobachtung

- Wissenschaftler berichten darüber, was sie gesehen haben
- reine Beschreibung  
Beispiel: Die Distel von Pedanios Dioskurides

### 2. Induktion

- Bilder sollen Erklärungen für bestimmte Phänomene darstellen und erläutern
- Beantwortung der Fragen Warum? Und Wie?  
Beispiel: Entstehung des Regenbogens

### 3. Methodik

- Abbildungen zeigen, wie wissenschaftliche Methoden funktionieren  
Beispiel: Kreislauf des Blutes

### 4. Selbstveranschaulichung

- Erscheinungen stellen sich selbst dar.  
Beispiel: PE-Tomographie

### 5. Klassifizierung

- Versuch, Ordnung in die Natur zu bringen
- Ordnungssysteme sind Grundlage für weitere Untersuchungen und Beurteilungen von Ergebnissen  
Beispiel: Evolution des Homo Sapiens

### 6. Begriffsbildung

- Begriffe ermöglichen Nachdenken über Beobachtungen und Erfahrungen
- Darstellung von abstrakten Dingen  
Beispiel: Elektromagnetische Felder

## Visuelle und verbale Darstellung

- **Sprache**  
diskrete Symbole, explizit, grammatikalisch, abstrakt
- **Bild**  
keine diskreten Symbole, implizit, keine Regeln, konkret

## Arten von Bildern

- **Darstellende Bilder**  
zeigen Ähnlichkeit mit bestehenden Dingen
- **Logische Bilder**  
können nicht-wahrnehmbares repräsentieren. Der Umgang damit muss erklärt werden.

## Visual Literacy

Fähigkeit, in Bildern zu denken, sie zu verstehen und zu erstellen.

### 1. Visual Thinking

wendet sich gegen die Trennung von Wahrnehmung und Denken. Denken ist nur auf Basis von Wahrnehmung möglich.

### 2. Visual Learning

Lernen von und durch Bilder.

### 3. Visual Communication

Versuch, sich mit bildlichen und graphischen Symbolen auszudrücken.

## Wahrnehmung

### 1. Unmittelbare Wahrnehmung

- Verstehen, ohne zu lernen
- Kann nicht verlernt werden (Täuschungen!)
- Sinnliche Unmittelbarkeit
- Studium durch Gehirnforschung

### 2. Konventionelle Darstellung

- Schwer zu erlernen (z.B. Schrift)
- Leicht zu vergessen
- Eingebettet in kulturellen Kontext
- Mächtige Form der Repräsentation (z.B. Mathematik)
- Rasche Änderbarkeit
- Untersuchung durch Psychologie, Soziologie, HCI

## Das Auge

- Netzhaut (Retina)
- Pupille, Linse
- Stäbchen (Schwarzweiss), Zäpfchen (Farbe)
- Fovea Centralis (Bereich, in dem am schärfsten gesehen wird)

Die Abbildung des Auges ist verkehrt und umgedreht. Zwei Augen ermöglichen das Tiefensehen in der Nähe

## Laterale Inhibition

Kontraste bei Änderung der Lichtintensität werden verstärkt wahrgenommen. Bei konstanter Lichtaktivität herrscht eine geringe Aktivität der Nervenzellen.

## Farbwahrnehmung

Weißes Sonnenlicht setzt sich aus den Spektralfarben zusammen. Diese haben jeweils eine bestimmte Wellenlänge und lassen sich nicht aus anderen Farben zusammensetzen.

- Monochromatische Farben: nur Licht einer Wellenlänge
- Polychromatische Farben: Licht mehrerer Wellenlängen

Farben in der Mitte des Spektrums (Grün, Gelb, Orange) werden heller wahrgenommen. Die Farbwahrnehmung erleichtert das Differenzieren unterschiedlicher Objekte. Farbenblinde Menschen tun sich schwer, Vorder- und Hintergrund zu unterscheiden (z.B. beim Beerenpflücken).

- **Farbton**  
Funktion der Wellenlänge
- **Sättigung**  
Anzahl verschiedener Wellenlängen. Je gemischter, desto ungesättigter. Je gesättigter, desto leuchtendere Farben
- **Helligkeit**  
Lichtintensität, hängt von der Adaption des Auges und der Beleuchtungsintensität der Umgebungsreize ab.

## Farbtheorien

### 1. Dreikomponententheorie (Helmholtz & Young)

Jeder Farbton kann durch Licht drei unterschiedlicher Wellenlängen gemischt werden (additive Farbmischung). Voraussetzung sind drei unterschiedliche Rezeptormechanismen mit unterschiedlicher Spektraler Sensitivität. 1960 wurden drei unterschiedliche Pigmente in den Zäpfchen entdeckt.

### 2. Gegenfarbtheorie (Hering)

Die Dreikomponententheorie kann verschiedene Aspekte nicht erklären: Simultan- und Sukzessivkontraste, Nachbilder, Rot-Grün-Blindheit  
Mechanismen der Wahrnehmung, die entgegengesetzte Antworten erzeugen (z.B. grünes Nachbild bei rotem Feld). Es gibt drei Paare: rot-grün, gelb-blau, schwarz-weiß  
Neuronen in der Retina reagieren auf unterschiedliche Spektren des Lichts (ergibt eine präzisere Wahrnehmung). Während die Dreikomponententheorie nur die Zäpfchen miteinbezieht, spielen in der Gegenfarbtheorie zusätzlich Neuronen in der Retina eine Rolle (zu einem späteren Zeitpunkt der Wahrnehmung)

## Farbkonstanz

Die Farbwahrnehmung ist nicht nur von der Wellenlänge, sondern auch von Helligkeit und Art der Beleuchtung abhängig. Im Sonnenlicht sind alle Licht-Anteile gleich, beim Licht einer Glühbirne ist mehr langwelliges Licht vorhanden. Trotzdem werden Farben ähnlich wahrgenommen. Dies liegt daran, dass die Zäpfchen ausbleichen, wenn sie länger einer gleichbleibenden Wellenlänge ausgesetzt sind (**chromatische Adaption**).

## Objektwahrnehmung

Objektwahrnehmung liegt auf einer höheren Ebene als Mustererkennung oder Farbwahrnehmung (High-Level Vision). Sie richtet sich nur auf gewisse Teile, die gerade wichtig sind. Es geht um situationsabhängige Interpretation von Objekten. Sie muss zeitmäßig aber nicht zwangsläufig nach der Low-Level Vision stattfinden.

Objekte können aufgrund von Form, Farbe, Textur oder Position erkannt werden. Vorwissen, Erwartungen und Kontext spielen eine große Rolle.

Die Theorie zur Speicherung von Ansichten von Objekten im Gehirn ist unwahrscheinlich, da

- sehr viele Ansichten von Objekten möglich sind und
- Ansichten oft nicht ähnlich genug zur Erkennung sind.

Andere Theorien:

1. Feature Integration Theory
2. Recognition by Components Approach

### Feature Integration Theory

Grundlegende Eigenschaften (Kurvator, Ende und Orientierung der Linie) werden in der präattentiven Phase festgestellt. Die Erkennung des Objekts erfolgt durch Vergleich mit der Information, die im Gehirn gespeichert ist.

### Recognition by Components Approach

Alle Objekte können aus **Geonen** (36 verschiedene Primitive wie Zylinder, Kugel, etc.) zusammengesetzt werden. Es geht um das Erkennen dieser Geonen.

Eigenschaften der Geonen:

- View Invariance leicht identifizierbar aus verschiedenen Blickwinkeln
- Discriminability leicht voneinander unterscheidbar
- Resistance to Visual Noise auch bei schlechten Sichtbedingungen erkennbar

Ein Objekt ist erkennbar, wenn seine Geonen erkennbar sind. Diese Methode ermöglicht nur das Unterscheiden von Klassen von Objekten, nicht von ähnlichen Objekten (z.B. verschiedene Vögel).

## Wahrnehmung

- Bewusste und unbewusste Wahrnehmung  
größtenteils unbewusst
- Aktiver Prozess  
Entwicklung gemeinsam mit dem Bewegungsapparat
- Orientierung  
Wahrnehmung unterstützt zielgerichtete und explorative Bewegung
- Änderungen und visuelle Muster vom Menschen gut erkennbar
- Gleichbleibende Information wird weniger gut erkannt
- Gewisse Informationen sind für den Menschen nicht erkennbar (z.B. UV/IR-Strahlen, Magnetische Felder)

## Wahrnehmungstheorien

### Gestaltpsychologie

Reize, die auf den Menschen einwirken, müssen immer als Ganzes gesehen werden, nicht als Summe der Einzelteile.

Gestaltgesetze:

1. Figur/Grund
  - Figur ist „dingartiger“ als Grund
  - Figur liegt vor dem Grund
  - Grund ist „ungeformtes“ Material
  - Kontur der Figur ist Teil der Figur
2. Glatter Verlauf
  - Verbundene Punkte werden als zusammengehörig angesehen, wenn sie gerade angeordnet sind oder eine wohlgeformte Kurve bilden.
3. Nähe
  - Reizelemente werden als zusammengehörig wahrgenommen, wenn sie nahe beieinander liegen.
4. Ähnlichkeit
  - Ähnliche Elemente werden als zusammengehörig angesehen.
5. Prägnanz
  - Die Reizkonfiguration wird so angesehen, dass sich eine einfache Struktur ergibt.

### Informationsverarbeitungsansatz

Dieser versteht die menschliche Wahrnehmung als Analogie zum Computer. Durch die Steigerung der Rechenleistung hat sich der Ansatz stark verändert. Da er zu stark vereinfachend wurde, haben sich komplexere Modelle daraus entwickelt.

Informationsverarbeitungs-Modelle:

- Modell von Broadbent
- Modell von Selfridge
- Dämonenmodell
- Datengesteuertes vs. Konzeptgesteuertes Modell
- Wahrnehmungszyklus von Neisser
- Ökologisches Modell

Wahrnehmung wurde für das Leben auf dem Erdboden und den aufrechten Gang entwickelt. Der Untergrund ist das Bezugssystem der Wahrnehmung. Durch die Bewegung entsteht ein optisches Flussfeld (**ambient optic array**).

Array: strukturierte Umgebung des Beobachters

Ambient: strukturierte Umgebung umschließt den Beobachter völlig

Occlusion: immer wieder werden Objekte durch andere verdeckt.

### Textur

Natürliche Substanzen bestehen zumeist aus Stückchen unterschiedlicher Substanzen. Die Oberfläche ist rau und unregelmäßig, dies ergibt eine spezifische Textur. Texturen selbst sind normalerweise regelmäßig.

**Texturgradient:** Die Textur erscheint mit zunehmender Entfernung dichter.

## Affordance

Aus der Form eines Objekts lässt sich unmittelbar die Funktion ableiten. Dies hängt von den Bedürfnissen ab. Dies wird unmittelbar wahrgenommen und es erfolgt kein Rückgriff auf das Langzeitgedächtnis. Es ist kein Top-Down Prozess der Wahrnehmung.

## Invarianz

Invarianz bezeichnet Eigenschaften, die trotz Transformation konstant bleiben.

- Helligkeits- und Farbkonstanz
- Größenkonstanz
- Strukturelle Invarianz
- Transformations-Invarianz
- Formkonstanz

Invarianz beruht nicht auf Gedächtnisleistungen, sondern ist unmittelbar wahrnehmbar.

## Ansätze der Wahrnehmung

1. **Konstruktivistischer Ansatz** (Top-Down)  
Informationsverarbeitungsansatz, Neisser, Bruner
2. **Direkte Wahrnehmung** (Bottom-Up)  
Gibson

### Konstruktivistische Theorien

1. Wahrnehmung ist ein aktiver und konstruktiver Prozess
2. Wahrnehmung ist direkt durch Stimuli der Sinnesorgane gegeben, sondern durch Wechselwirkung mit internen Hypothesen, Erwartungen und Wissen.
3. Wahrnehmung kann fehlerhaft sein
4. Kontextuelle Informationen sind wichtig

### Direkte Wahrnehmung

1. Bottom-Up Prozess
2. Licht als optisches Flussfeld
3. Optisches Flussfeld enthält eindeutige und invariante Informationen über Objekte im Raum
4. Informationen werden auf direkte Art wahrgenommen. Kein Vorgang der Informationsverarbeitung
5. Bedeutung entsteht durch Aufforderungscharakter der Objekte, nicht durch das Gedächtnis

Wahrnehmungstäuschungen sind nicht erklärbar, der Aufforderungscharakter ist hier oft nicht ausreichend.

Beispiel: Vertikal-Horizontal-Täuschung (vertikale Linie erscheint länger)



Es ist schwierig zu entscheiden, welche der beiden Theorien besser ist. Neisser schlägt eine Kombination der Theorien vor.

## Bilder

Das Wiedererkennen von Bildern funktioniert sehr gut.

Gründe:

- Bilder unterscheiden sich in vielen Merkmalen.
- Ergänzung der Bilder durch verbale Beschreibung möglich.

### Dual Coding Theorie (Paivio)

Es gibt zwei verschiedene Speicher für Gedächtnisinhalte:

- Verbales Material
- Inhalte

Konkrete Inhalte sind leichter merkbar als abstrakte, da sie in beiden Speichern abgelegt werden können.

### Argumente gegen Vorstellungsbilder (Pylyshyn)

Vorstellungsbilder funktionieren wie Photographien im Kopf. Sie sind nicht vororganisiert. Man vergisst z.B. kein halbes Sofa.

Bilder werden wie Sprache in Form von Präpositionen (=Beziehung zwischen Begriffen) gespeichert. Diese sind immer wahr oder falsch.

### Gegen-Argumente (Korshyn)

Präpositionen sind ungeeignet, da eine Bezeichnung und Relation notwendig sind. Zudem ist die präpositionale und die bildliche Darstellung nicht äquivalent.

## Abbildungen im Unterricht

- Sinnvoll
- Unterstützend
- Bessere Studenten profitieren weniger von logischen Bildern als schlechtere
- Abbildungen sollten einfach gestaltet sein
- Abbildungen sind nicht immer leicht und mühelos verständlich

## Präattentive und attentive Prozesse

### 1. Präattentiv

- Automatisch
- Ohne Einfluss des Bewusstseins
- Sehr kurzfristig
- Unmittelbare Bildinterpretation

### 2. Attentiv

- Kontrollierte Suche
- Explizite Verarbeitung
- Größerer mentaler Aufwand

### Präattentive Prozesse

Dies sind parallel arbeitende Prozesse der Wahrnehmungsorganisation, Mustererkennung oder Objektidentifikation. Sie sind beeinflusst durch höhere Zentren. Schemata vereinfachen die Interpretation. Weitere Mechanismen, die die Aufmerksamkeit steuern: Farbe, Orientierung, Größe

### **Attentive Prozesse**

Darunter versteht man absichtsvolle, aufgabenorientierte Musterung und Verarbeitung eines informierenden Bildes. Der Betrachter versucht gezielt, Informationen aus dem Bild zu bekommen. Die Bildelemente werden einzeln analysiert, die Aufmerksamkeit fokussiert sequentiell. Verbesserungen können sich durch Handlungsanweisungen ergeben, diese sollten aber konkret sein.

Die Wahrnehmung wird auch von sozialen und emotionalen Faktoren beeinflusst (Beispiel: Kinder aus reichen und armen Familien schätzen die Größe von Geldstücken)

### **Sinne**

Es ist noch ungeklärt, wie die Sinne bei der Wahrnehmung zusammenarbeiten. Es herrscht die Annahme, dass der visuelle Sinn am stärksten ist (Primat des Sehens).

### **Theoretische Grundposition (nach Marks)**

1. Doktrin äquivalenter Information  
unterschiedliche Sinne informieren über gleiche Merkmale
2. Doktrin analoger Qualitäten  
Informationen aus verschiedenen Sinnen sind nicht ident und vermitteln gemeinsam unspezifische Information
3. Doktrin korrespondierender psychophysischer Eigenschaften  
Die Art und Weise der Wahrnehmungssysteme ist vergleichbar, Gesetzmäßigkeiten sind für alle Sinnessysteme gültig
4. Korrespondierende Information  
Parallele Informationen auf verschiedenen Kanälen werden auch parallel aufgenommen. Dies geschieht allerdings nicht äquivalent, sondern analog und korrespondierend.

Verschiedene Sinnesorgane beeinflussen sich gegenseitig (wechselseitige Beeinflussung). Am Bekanntesten sind auditiver und visueller Sinn (Beispiel: Schlafen, Lesen)

### **Primat des Sehens**

Es gibt die Behauptung, dass die visuelle Wahrnehmung stärker als die auditive ist. Dies ist vermutlich nicht wissenschaftlich argumentierbar, da die Informationsmengen nicht vergleichbar sind. Eine empirische Überprüfung ist schwierig.

Die visuelle Wahrnehmung hat einen stärkeren räumlichen und objekthaften Charakter. Viele Hinweise auf räumliche Organisation lassen sich nur visuell wahrnehmen (z.B. Größe und Überdeckung). Bei Handlungssteuerung unterstützen sich die Sinne gegenseitig, die insgesamt erhaltene Information wird integriert.

### **Bild und Text**

Bild und Text müssen nahe beieinander dargestellt werden, sonst ist es für den Betrachter schwer, einen Zusammenhang herzustellen.

Es gibt fünf Arten:

- **Redundanz**  
Gleicher Inhalt von Bild und Text, Wiederholung durch das Bild. Bei zu einfachen Informationen schnell nervig.
- **Komplementarität**  
Weder Bild noch Text alleine sind verständlich, beide wirken gemeinsam.



- **Ergänzung**  
Ein Modus ergänzt den anderen (z.B. Nähmaschinen-Anleitung; wäre sonst schwierig zu erlernen).
- **Juxtaposition**  
Gegenüberstellung von widersprüchlichen Elementen soll Aufmerksamkeit erzeugen
- **Stage-Setting**  
Betrachter sollen auf Thema eingestimmt bzw. ein gewisser Kontext soll erzeugt werden

## Nutzen von Visualisierungen

### 1. Größere Ressourcen

- Kurzzeitgedächtnis kann vergrößert werden
- Größere Datenmengen sind leichter darstellbar
- Manche Attribute können parallel verarbeitet werden (Text immer nur seriell)

### 2. Schnellere Suchprozesse

- Gruppierung der Information
- Hohe Datendichte

### 3. Verbesserte Mustererkennung

- Wiedererkennen statt Erinnern
- Abstraktion und Interaktion
- Visuelle Organisation der Daten

### 4. Wahrnehmungsmäßige Interferenz

### 5. Wahrnehmungsmäßiges Monitoring

- Größere Datenmengen können überblickt werden

### 6. Interaktivität

## Change Blindness

- Menschen fokussieren auf bestimmte Aspekte der Umgebung, der Rest wird ignoriert.
- Der Bereich des scharfen Sehens (Fovea Centralis) ist sehr klein.
- Consciousness Illusion: Nicht alles in der Umwelt ist im Detail wahrnehmbar. Die Umwelt fungiert für den Menschen als externer Datenspeicher

## Gestaltungsrichtlinien

1. Items überschaubar und leicht zu identifizieren
2. Minimierung von visuellen Ereignissen  
keine Bewegung im Hintergrund, nicht zwei Bewegungen gleichzeitig
3. Richtiges Objekt zur richtigen Zeit hervorheben. Aufmerksamkeit des Users auf Objekt richten (z.B. Ankunft eines E-Mails)

## Informationsvisualisierung

### 1. Scientific Visualization (SciVis)

- Beruht auf physischen Daten
- Kann auch auf Abstraktionen beruhen, diese lassen sich aber immer auf physische Daten zurückführen

### 2. Informationsvisualisierung (InfoVis)

- Abstrakte Phänomene müssen/können in 2D/3D dargestellt werden
- Keine offensichtliche Analogie zu Phänomenen der physischen Welt
- Mapping: Art der räumlichen Darstellung für abstrakte Daten

## Ziele von Informationsvisualisierung

- Kognitive Möglichkeiten unterstützen und erweitern
- Gewinnung von Einsichten
- Bilder dienen der
  - Entdeckung von neuen Erkenntnissen
  - Entscheidungsfindung
  - Erklärung

## Mapping

Rohdaten werden zu Tabellen transformiert. Dann muss eine visuelle Analogie gefunden werden (mapping). Diese muss geeignet gestaltet werden. Interaktive Elemente sollen dem User auf allen Stufen Einfluss einräumen.

Expressives Mapping: Daten sollen durch visuelle Struktur erhalten bleiben

Effektives Mapping: Visualisierung muss verstanden werden

## Visual Information Seeking Mantra

Overview first, zoom and filter, then details-on-demand

### High Level Tasks

1. Overview
2. Zoom
3. Filter
4. Details on Demand
5. Relate
6. History
7. Extract

### Data Types

1. 1-dimensional
2. 2-dimensional
3. 3-dimensional
4. Temporal
5. Multidimensional
6. Tree
7. Network

## Visuelle Kodierung von Daten

Daten können visuell kodiert werden über:

- Space Raummetapher
- Marks (in Space) Punkte, Linien, Flächen, Volumen
- Connections & Enclosures
- Retinal Properties Form, Transparenz, Farbton
- Temporal Changes Animation
- Viewpoint Transformation

## Raummetapher

1. Composition  
2D Raum generieren, Achsen anlegen
2. Alignment  
Achsen im Raum anordnen
3. Folding  
Achse im Raum weiterführen
4. Recursion  
Raum rekursiv zerteilen
5. Overloading  
Wiederverwendung desselben Raumes

## Interaktives Umgruppieren

- Umordnen von Daten kann zu erstaunlichen Einsichten führen
- Interaktivität kann Effektivität des Tools erhöhen
- Graphiken werden immer wieder neu rekonstruiert
- Formulierung von Hypothesen durch interaktive Visualisierung

## Fokus & Kontext

Problem: Details in immer größerem Zusammenhang sehen müssen

Lösung: Verzerrungstechniken (z.B. Hyperbolic Tree), Overview Maps

Multiple Views finden Verwendung bei komplexer Information.

## Types of Coordination

- **Brushing & Linking**  
In einer Visualisierung ausgewählt, in allen anderen highlighted
- **Overview & Detail**  
Im Überblick ausgewählt, im Detailfenster dargestellt
- **Drill Down**  
In Hierarchie navigieren und Elternelement auswählen. Kinder werden in anderer Visualisierung dargestellt.
- **Synchronized Scrolling**  
Synchronisiertes Scrollen bei mehreren Datensätzen

## Multiple Views

### Wann werden Multiple Views angewendet?

- **Rule of Diversity** (Unterschiedlichkeit)  
Zu viele verschiedene Attribute in einem View erzeugen einen kognitiven Overhead. Multiple Views anwenden, um unterschiedliche Attribute, Modelle, User Profile, Abstraktionslevels oder Genres vorhanden sind
- **Rule of Complementarity** (gegenseitige Ergänzung)  
Visueller Vergleich, Verstehen der Zusammenhänge zwischen den Views
- **Rule of Decomposition** (Zerlegung)  
Teilansichten mit Interaktionselementen verbinden, die Kopplung ermöglicht Erkenntnisse durch Interaktion
- **Rule of Parsimony** (Sparsamkeit)  
Mehrere Ansichten verlangen Änderung des Kontexts und machen das System komplexer. Der User muss lernen. Rechnerleistung und großes Display ist notwendig.

Die Verwendung der Regeln richtet sich nach den Bedürfnissen und Aufgaben der User.

### Wie werden Multiple Views angewendet?

- Rule of Space/Time Ressource Optimization  
Zeitaufwand und Nutzen abwägen
- Rule of Self Evidence  
Gut überlegtes Highlighten von Änderungen, Anordnen der Views, Interaktive Kopplung
- Rule of Consistency  
Konsistenz, verschiedene Views koppeln und ähnliche Interaktionskonzepte verwenden
- Rule of Attention Management  
User zur richtigen Zeit auf richtigen View fokussieren

## Top 10 Unsolved Usability Problems

### User Centered Perspective

#### 1. Usability

- Wichtig für Forscher
- Neue Methoden notwendig
- Explorativer Erkenntnis-Prozess

#### 2. Understanding Perceptual-Cognitive Tasks

- Wahrnehmen > Erkennen > Verstehen
- Studien oft auf zu niederen Ebenen
- Höhere Ebenen fehlen

#### 3. Prior Knowledge

- Common Ground notwendig für Verständnis
- Bessere Usability und Wissen über Perceptual Cognitive Tasks können zur besseren Bedienung von InfoVis-Systemen beitragen.

#### 4. Education and Training

- Lernen und Teilen
- Existierende Taxonomien regelmäßig überprüfen
- Wert der InfoVis erkennen

### Technical Challenges

#### 5. Quality Measures

- Qualitätsmerkmale fehlen häufig
- Allgemeine, generalisierende Metriken notwendig, die unabhängig von der Anwendung gültig sind

#### 6. Scalability

- Super-Computing und Parallel-Computing in SciVis üblich, in InfoVis noch nicht

#### 7. Aesthetics

- Ziel von InfoVis sind Insights, nicht nur Pretty Pictures
- Zusammenhang zwischen Ästhetik und Erkenntnisgewinn (empirische Studien fehlen)

## Disciplinary Challenges

### 8. Paradigm Shift: Structures > Dynamics

- Erste Generation der InfoVis (1990er) beschäftigte sich mit Strukturen
- Jetzt geht es um die Visualisierung der dynamischen Eigenschaften der zugrunde liegenden Phänomene
- Änderungen in den Daten müssen von der InfoVis auch dementsprechend dargestellt werden

### 9. Causality, Visual Interference and Predictions

- Begriffe wie Visual Thinking, Visual Reasoning oder Visual Analytics betonen die Rolle der InfoVis beim
  - Finden von Kausalitäten
  - Bilden von Hypothesen
  - Bewerten vorhandener Indizien

### 10. Knowledge Domain Visualization

- Wissen als soziale Konstruktion
- Wissen = Information + gesellschaftliche Werte + ...
- InfoVis soll Informationen zeigen, die hinter der Kapazität der textlichen Darstellung liegt.

## Zeit

Das menschliche Empfinden von Zeit ist von ihrem Vergehen geprägt. Zeit hängt mit Veränderung zusammen.

- Zeit verläuft unidirektional
- Objekte und Messgrößen verändern sich
- Daten sind zeitabhängig
- Zeitverlauf und -empfinden beeinflussen das Ursache/Wirkung-Denken