

## 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 (Rudolf Arnheim)

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.

**Digital Literacy:** Fähigkeit Information zu nutzen wenn sie von verschiedensten computerbasierten Quellen kommt.

## 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 gemischerter, 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

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.

### 2. 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
- Informationsverarbeitungsansatz
- Ökologischer Ansatz (Gibson)
- Wahrnehmung: konstruiert oder direkt

### 1. 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.

### 2. 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:**

1. Modell von Broadbent
2. Modell von Selfridge
3. Dämonenmodell
4. Datengesteuertes vs. Konzeptgesteuertes Modell
5. Wahrnehmungszyklus von Neisser

⇒ Zusätzlich Beschreibungen auf den Folien beachten! Wird teilweise genau abgefragt!

### 3. Ökologisches Modell (Gibson)

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.

### 4. Ansätze der Wahrnehmung

#### 1. Konstruktivistischer Ansatz (Top-Down)

Informationsverarbeitungsansatz, Neisser, Bruner

#### 2. Direkte Wahrnehmung (Bottom-Up)

Gibson

#### Konstruktivistische Theorien:

- Wahrnehmung ist ein aktiver und konstruktiver Prozess
- Wahrnehmung ist direkt durch Stimuli der Sinnesorgane gegeben, sondern durch
- Wechselwirkung mit internen Hypothesen, Erwartungen und Wissen.

- Wahrnehmung kann fehlerhaft sein
- Kontextuelle Informationen sind wichtig

### Direkte Wahrnehmung

- Bottom-Up Prozess
- Licht als optisches Flussfeld
- Optisches Flussfeld enthält eindeutige und invariante Informationen über Objekte im Raum
- Informationen werden auf direkte Art wahrgenommen. Kein Vorgang der Informationsverarbeitung
- 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:

- 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
- Bilder

Konkrete Objekte (Bilder) 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

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

### 2. Attentiv

- Kontrollierte Suche
- Explizite Verarbeitung
- Größerer mentaler Aufwand

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.

## Wahrnehmung und soziale/emotionale Einflüsse

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:

### 1. Redundanz

Gleicher Inhalt von Bild und Text, Wiederholung durch das Bild. Bei zu einfachen Informationen schnell nervig.

## 2. Komplementarität

Weder Bild noch Text alleine sind verständlich, beide wirken gemeinsam.

## 3. Ergänzung

Ein Modus ergänzt den anderen (z.B. Nähmaschinen-Anleitung; wäre sonst schwierig zu erlernen).

## 4. Juxtaposition

Gegenüberstellung von widersprüchlichen Elementen soll Aufmerksamkeit erzeugen

## 5. Stage-Setting

Betrachter sollen auf Thema eingestimmt bzw. ein gewisser Kontext soll erzeugt werden  
Nutzen von Visualisierungen

## 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

- Gleichzeitigkeit von Phänomenen beim Vergleich von zwei Zeitachsen

### 5. Wahrnehmungsmäßiges Monitoring

- Größere Datenmengen können überblickt werden

### 6. Interaktivität

- Menschliche Wahrnehmung ist von Haus aus „interaktiv“. Wir konstruieren Wissen nach unseren Interessen

## Change Blindness

Menschen fokussieren auf bestimmte Aspekte der Umgebung, der Rest wird ignoriert.

## Inattentional Blindness

Der Bereich des scharfen Sehens (Fovea Centralis) ist sehr klein.

## Consciousness Illusion

Nicht alles in der Umwelt ist im Detail auf- und wahrnehmbar. Nur ein sehr kleiner Teil der

Information kann verarbeitet werden, obwohl der Mensch glaubt er habe ein „vollständiges“ Bild im Kopf. 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)

## Evaluation

### Quantitativ:

- Experiment
- Fragebogen
- Logfile-Analyse
- Eye-Tracking
- Thinking Aloud

### Qualitativ:

- Interviews
- Fokusgruppen
- Beobachtung

Evaluationsergebnisse oft nicht leicht definierbar. „Fehler“ und „Uhrzeit“ sind nicht ausreichend weil nichtmal klar definiert werden kann was ein „Fehler“ im Kontext Informationsvisualisierung überhaupt ist. Iterativer Prozess!

## 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

## External Cognition

Durch Hilfsmittel (z.B. Papier und Bleistift beim Rechnen) wird das Kurzzeitgedächtnis entlastet.

## Visual Analytics

Problemstellung: wachsende Menge an Daten, Rohdaten sind in der Regel nutzlos (information overload)

Probleme:

- Daten sind irrelevant für die Aufgabe
- Daten sind in einer unangemessenen Weise verarbeitet
- Daten sind in einer unangemessenen Weise dargestellt

Menschen benutzen Visual Analytics Systeme umd Information zu generieren und aus großen, dynamischen, widersprüchlichen, unklaren Datenmengen Einsichten abzuleiten. Visual Analytics Tools enthalten immer eine Analysekomponente (z.B. data mining, Expertensystem,..)

Visual Analytics Systeme sind gekennzeichnet durch:

- Iteratives Vorgehen
- Hypothesenbildung
- „sense-making“
- Unsichere, unvollständige Information
- Kollaboration

Problemlösung:

- Exploratives Vorgehen
- Offener Lösungsraum (Formalisierung schwierig)
- Problemlösung als Generierung von Einsichten

## Mapping

Rohdaten werden zu Tabellen transformiert. Dann muss eine visuelle Analogie gefunden werden (mapping). Diese muss geeignet gestaltet werden (gute Positionierung, Skalierung, usw). Interaktive Elemente können dem User Einfluss auf Transformationen einräumen.

**Expressives Mapping:** Daten sollen durch visuelle Struktur erhalten bleiben (richtiges Diagramm verwenden)

**Effektives Mapping:** Visualisierung muss verstanden werden

## Datentypen

### 1. Nominal

- Menge von Objekten: z.B. Filmtitel
- Erlaubte Operationen: entweder = oder  $\neq$

### 2. Ordinal

- Geordnete Menge von Objekten
- Operationen:  $<$ ,  $>$ ,  $=$
- Bsp: Einschätzung von Filmen

### 3. Quantitativ

- Arithmetische Operationen möglich
- Intervalle gleich
- Bsp: Geldsumme, die ein Film gekostet hat

## Interaktionsmethoden

- **Scrolling**
- **Filtering**
- **Data Reordering**
- **Overview & Detail**  
Übersicht und Detailansicht weil nicht alle Daten auf einmal angezeigt werden können
- **Focus & Context**  
Details sollen in einem größeren Zusammenhang gesehen werden. Z.B. hyperbolic tree. Selektierte Details werden in den Vordergrund gerückt und der Kontext durch Verzerrung verkleinert/in den Hintergrund gerückt aber dennoch sichtbar
- **Dynamic Queries**  
Inkrementelle Suche. Suchkriterien werden stufenweise verändert => präzise Suche und rasches Feedback
- **Multiple Views**  
Multiple views sind vorteilhaft, wenn auch noch nicht ganz klar ist, woran es eigentlich liegt.  
Types of coordination:
  - *Brushing & Linking:* In einer Visualisierung ausgewählt, in allen andern gehighlighted
  - *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

## Chernoff Faces

Gesichter werden von Menschen differenziert wahrgenommen => Verwendung zur Visualisierung sinnvoll. Merkmale des Gesichts werden als Ausdruck unterschiedlicher Variablen verwendet.

## Parallelkoordinaten

Multidimensionale Darstellung von Datensets. Variablen auf senkrechten Linien. Objekte werden als „Pfade“ eingetragen. Es entstehen Muster und mögliche Parallelen zwischen Objekten können identifiziert werden.

## Stardinates

Werden auch als Glyph bezeichnet. Achsen werden sternförmig angeordnet und ergeben Kurven die sehr gut interpretiert werden können.

### **Vorteile:**

- Unterschiede und Ähnlichkeiten in den Daten leicht erkennbar
- Daten mit hoher Komplexität können visualisiert werden
- Interaktivität motiviert BenutzerInnen zur Hypothesenbildung

### **Nachteile:**

- Datenlinien mit gleichen Werten überdecken einander
- Anzahl der Achsen sind beschränkt
- Anzahl der Stardinates, die gleichzeitig betrachtet werden können ist beschränkt

## Arten der Informationsvisualisierung

- Geometrische Techniken:  
Mapping von Attributen auf den geometrischen Raum. Z.B. Scatterplots, Parallelkoordination
- Icon Techniken:  
Mapping von Attributen auf Features bildlicher Darstellung (Farbe, Form, Größe, Orientierung)  
z.B. Starglyph, Chernoff Faces
- Pixel-Orientierte Techniken  
Mapping von Attributen auf Pixel, größte Dichte an möglicher Info kann dargestellt werden
- Netzwerke/Graphen  
Abbildung von vernetzten Strukturen (Zusammenhänge)
- Hierarchische Daten  
Sonderfall von Netzwerkstruktur, Baumstruktur
- Dynamische Darstellungen (Animationen)  
z.B. Animationen. Kann sehr unübersichtlich sein
- 3D Darstellungen  
Darstellung in 3 Dimensionen. Sehr schwer anwendbar