

Graphische Datenverarbeitung II

Visualisierungstechniken

Prof. Dr. Elke Hergenröther

Vergleich der Verfahren



Visualisierungstechniken

Vergleich der Verfahren



Aus: Watt A., Policarpo F.: The Computer Image, Addison-Wesley 1998

Nicht berechnet werden kann mit den hier vorgestellten Shading Verfahren:

- Schattenwurf,
- Transparente Oberflächen,
- sowie spiegelnde Oberflächen

Prof. Dr. Elke Hergenröther 3

Visualisierungstechniken

Kurze Einführung: Lichtberechnung in OpenGL

- Ohne Lichtberechnung (Programmaufbau)
- Mit Umgebungslicht
- Mit diffuser Beleuchtungsberechnung
- Flat und Gouraud Shading

Nicht Klausurrelevant

Prof. Dr. Elke Hergenröther 4

Ohne Lichtberechnung:

```

void display()
{
    glClearColor( GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT );
    glColor4f(1.f,.0f,.0f,1.0f);
    glutSolidSphere( 0.7, 20, 20 );
    glFlush();
}

int main(int argc, char **argv)
{
    glutInit(&argc, argv);
    glutInitDisplayMode( GLUT_DEPTH | GLUT_SINGLE | GLUT_RGB ); //
    glutInitWindowSize(500, 500);
    glutCreateWindow("1. OpenGL Programm");
    // Initialisierung der Lichtquellen und setzen des Sphere-Materials
    //Init();
    glutDisplayFunc(display);
    glutMainLoop();
    return 0;
}

```



Mit Umgebungslicht (default: ausgeschaltet)

```

void Init()
{
    GLfloat mat_ambient[] = { 1., 1., 0., 1.};
    GLfloat lmodel_ambient[] = {1., 1., 1., 1.}; // Ambientes Licht
    glClearColor( 0., 0., 0., 0. );
    glMaterialfv( GL_FRONT, GL_AMBIENT, mat_ambient );
    glLightModelfv( GL_LIGHT_MODEL_AMBIENT, lmodel_ambient );
    glEnable( GL_LIGHTING );
    glEnable( GL_DEPTH_TEST );
}

void display()
{
    glClearColor( GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT );
    glColor4f(1.f,.0f,.0f,1.0f); // wird wirkungslos!
    glutSolidSphere( 0.7, 20, 20 ); //Normalen werden hier automatisch berechnet
    glFlush();
}

int main(int argc, char **argv)
{
    ...
    Init();
    ...
}

```



Mit diffuser Beleuchtungsberechnung

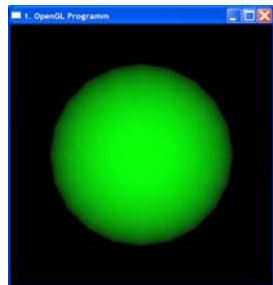
```

void Init()
{
    GLfloat mat_diffus[] = { 0., 1., 0., 1.}; // grüne Kugel
    GLfloat light_position[] = { 0., 0., -7., 0. };
    GLfloat white_light[] = { 1., 1., 1., 1.};
    glClearColor( 0., 0., 0., 0. );
    glMaterialfv( GL_FRONT, GL_DIFFUSE, mat_diffus );
    glLightfv( GL_LIGHT0, GL_POSITION, light_position );
    glLightfv( GL_LIGHT0, GL_DIFFUSE, white_light ); // default
    glEnable( GL_LIGHTING );
    glEnable( GL_LIGHT0 );
    glEnable( GL_DEPTH_TEST );
}

void display()
{
    ...
}

int main(int argc, char **argv)
{
    ...
    Init();
    ...
}

```



Mit diffuser Beleuchtungsberechnung

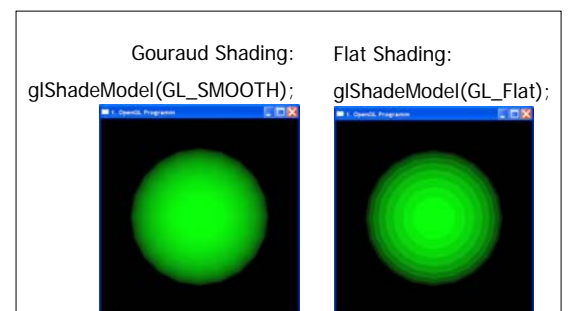
```

void Init()
{
    GLfloat mat_diffus[] = { 0., 1., 0., 1.};
    GLfloat light_position[] = { 0., 0., -7., 0. };
    GLfloat white_light[] = { 1., 1., 1., 1.};
    glClearColor( 0., 0., 0., 0. );
    glShadeModel( GL_FLAT ); // Default: GL_SMOOTH
    glMaterialfv( GL_FRONT, GL_DIFFUSE, mat_diffus );
    glLightfv( GL_LIGHT0, GL_POSITION, light_position );
    glLightfv( GL_LIGHT0, GL_DIFFUSE, white_light ); // default
    glEnable( GL_LIGHTING );
    glEnable( GL_LIGHT0 );
    glEnable( GL_DEPTH_TEST );
}

void display()
{
    ...
}

int main(int argc, char **argv)
{
    ...
    Init();
    ...
}

```



Zusammenfassung: Beleuchtungsberechnung

- OpenGL unterstützt nur Flat und Gouraud Shading.
- Nochmal die Verfahren im Vergleich:
Flat, Gouraud und Phong Shading
- Ausblick

Globales Verfahren: Ray Tracing

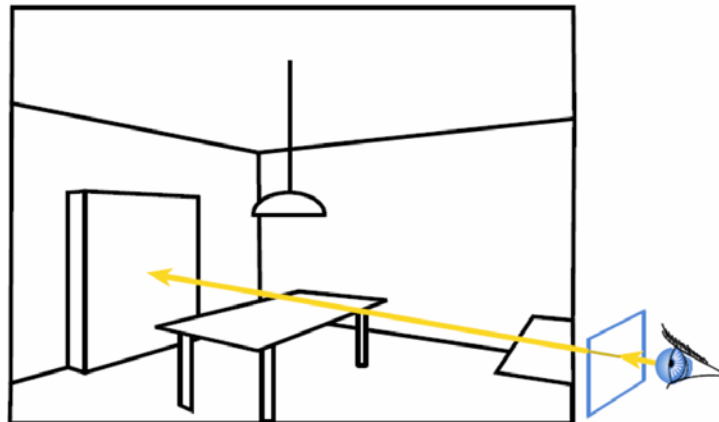
Forward Ray Tracing:

- Lichtstrahlen (von der Lichtquelle ausgehend) werden bis ins „Auge des Betrachters“ (COP) verfolgt.
- Zu aufwendig: Die meisten Strahlen erreichen das COP nicht.

Backward Ray Tracing:

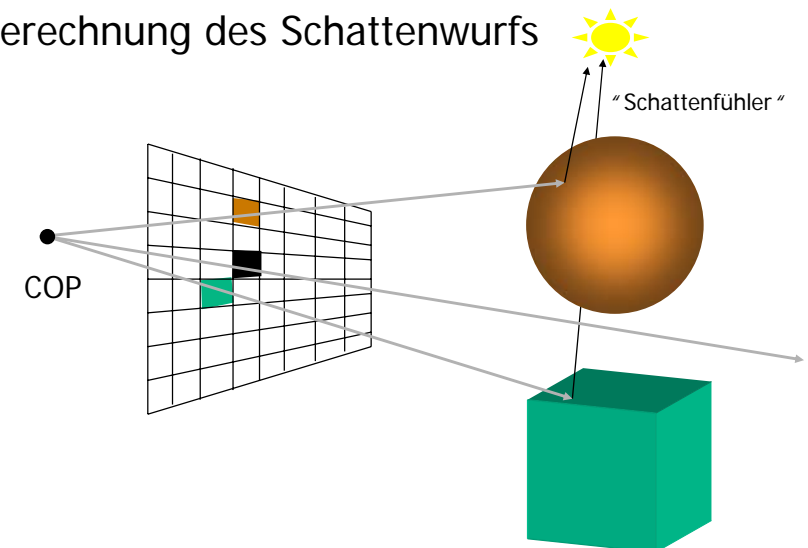
- Verfolgung der „Sehstrahlen“: Also vom Auge des Betrachters (COP) durch die Projektionsebene hin zum Objekt.

Einfachste Variante des Ray Tracings



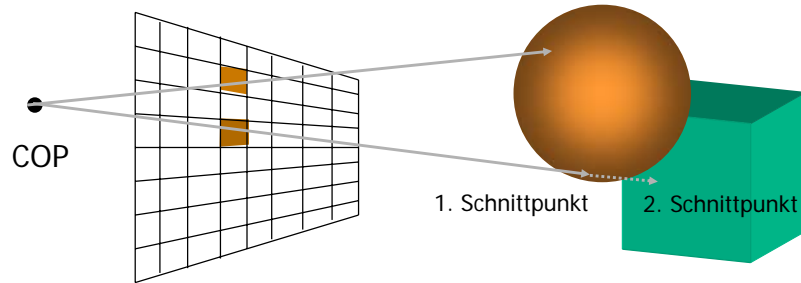
MIT EECS 6.837, Cutler and Durand

Berechnung des Schattenwurfs



Ray Tracing

- **Einfachster Fall:** Getroffenes Objekt ist nicht transparent und hat eine nicht spiegelnde sondern nur diffus reflektierende Oberfläche.
- **Wie wird die Verdeckung berechnet?**



- Bisher beeinflussen sich die Objekte noch nicht gegenseitig.

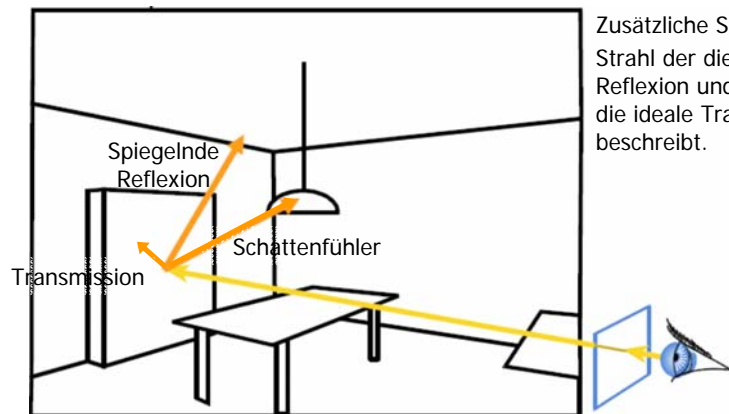
Ray Tracing

Wenn der getroffene Schnittpunkt nur diffus reflektierend ist, wird die Sehstrahlverfolgung (nach dem Schattentest) abgebrochen.

Was passiert aber wenn

- der getroffener Punkt auf einer spiegelnd reflektierenden Oberfläche liegt
- die zudem noch transparent ist?

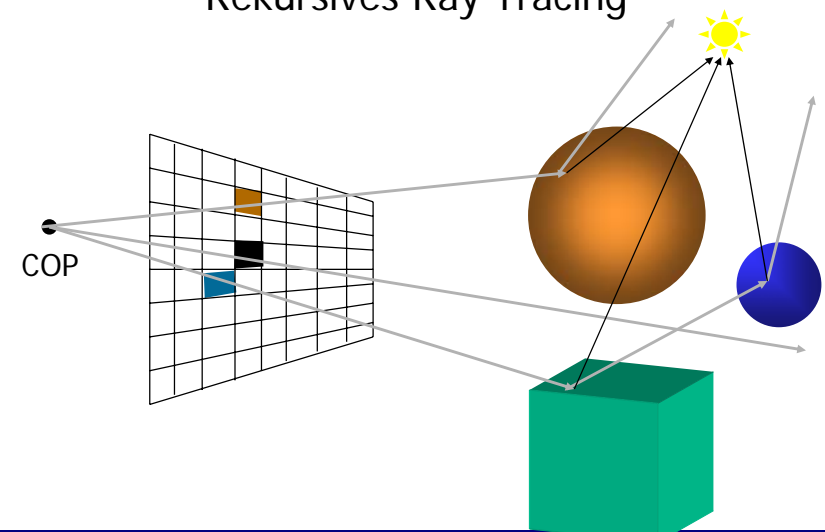
Ray Tracing



Zusätzliche Strahlen:
Strahl der die ideale Reflexion und Strahl der die ideale Transmission beschreibt.

MIT EECS 6.837, Cutler and Durand

Rekursives Ray Tracing



Rekursives Ray Tracing

Algorithmus

für jeden Pixel der Projektionsfläche

```
{
  Bestimmen des nächstgelegenen Schnittpunktes mit einem Objekt der Szene
  Wenn die Oberfläche des Objektes spiegelnd reflektiert:
    Berechnung des ideal reflektierten Lichtstrahls
    berechne die (Farbe) aus dieser Richtung
  Wenn die Oberfläche des Objektes transparent ist:
    Berechnung des ideal gebrochenen Lichtstrahls (Transmission)
    Berechne die Helligkeit (Farbe) aus dieser Richtung
  Anhand der der transparenten Reflektion, der Spiegelung und der diffusen
  Reflektion wird die Farbe des Pixel berechnet.
}
```

Rekursives Ray Tracing

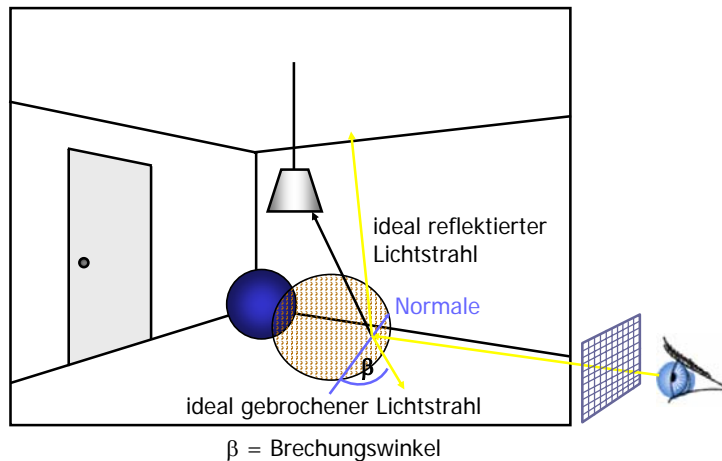
Farbe des Pixels setzt sich zusammen aus:

- ambienten Umgebungslicht (globaler Wert)
 - diffuser Reflektion (Primärstrahl)
 - spiegelnder Reflektionen
 - Transmissionen
- } Sekundärstrahlen

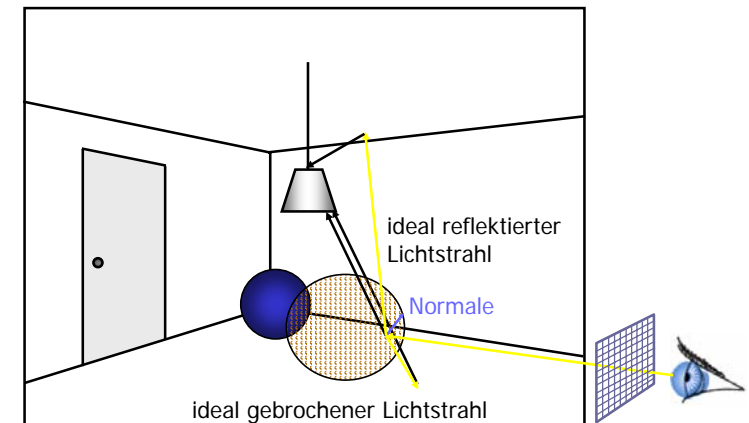
Nicht berücksichtigt werden:

- Diffuse indirekte Beleuchtung die von benachbarten Objekten ausgeht!

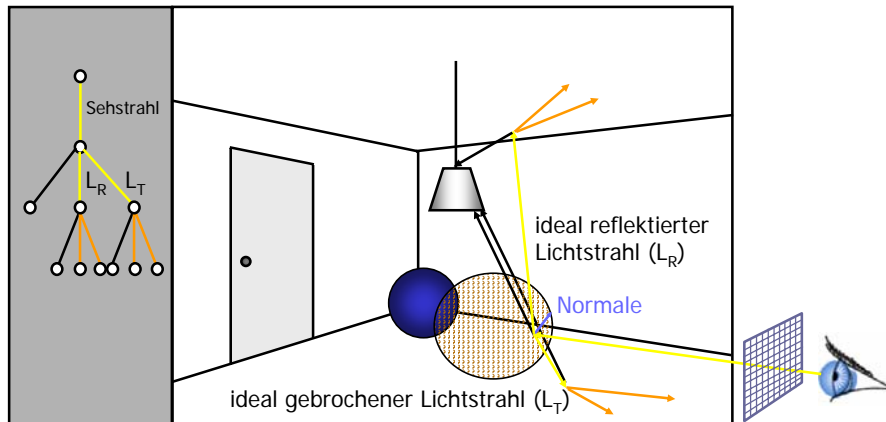
Optimierung: Reduktion der Schnittpunktberechnung



Optimierung: Reduktion der Schnittpunktberechnung



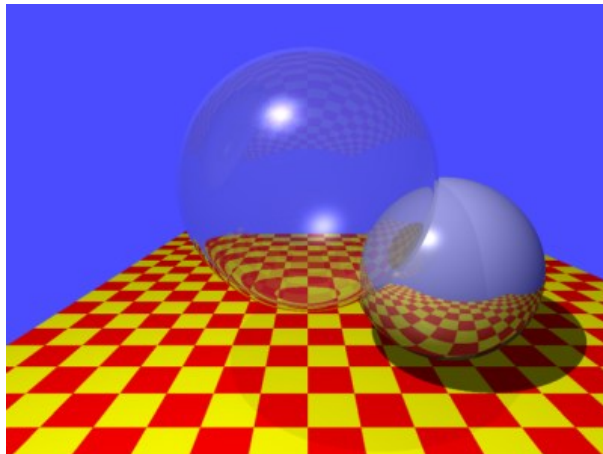
Optimierung: Reduktion der Schnittpunktberechnung



Reduktion der Schnittpunktberechnungen

- „Baumtiefe“ begrenzen!!!
- Begrenzungskörper (Boundingbox, Boundingssphere)
- Hierarchien (Octree, etc.)
- Objekte mit detaillieren (komplizierten) Oberflächen vereinfachen

Beispiel: Rekursives Ray Tracing



Watt A., Policarpo F.
The Computer Image
Addison-Wesley 1998

Beispiel: Rekursives Ray Tracing



Liefert Ray Tracing realistische Bilder?



Watt A., Pollicarpo F.
The Computer Image
Addison-Wesley 1998

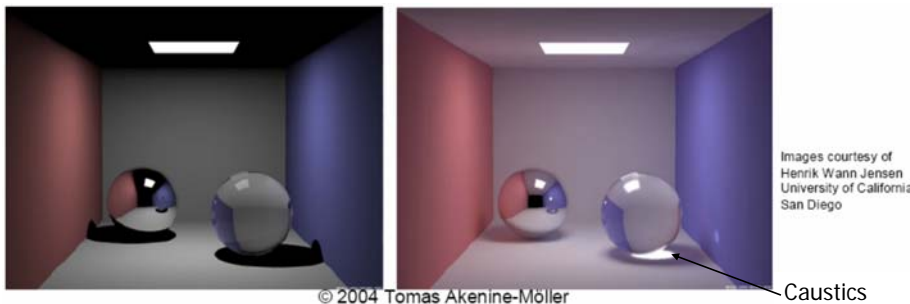


Einschränkungen des Ray Tracing Verfahrens

Watt A., Pollicarpo F.
The Computer Image
Addison-Wesley 1998

Einschränkungen des Ray Tracing Verfahrens

- Keine "weichen" Schatten
- Keine indirekte diffuse Beleuchtung der Objekte durch andere Objekte der Szene
- Keine "Caustics"



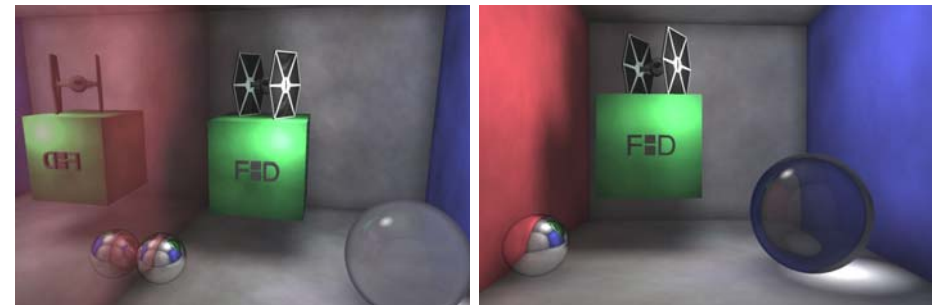
Images courtesy of
Henrik Wann Jensen
University of California
San Diego

© 2004 Tomas Akenine-Möller

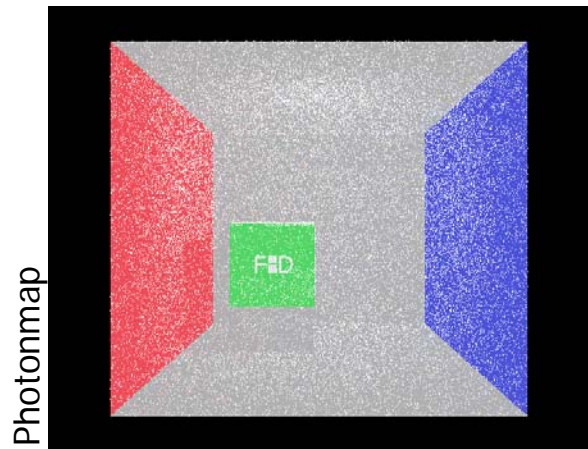
Erweiterung des Ray-Tracing Verfahrens zur Berechnung von Caustics und diffuser Reflexion:

„Photon Mapping“ (H. W. Jensen)

Ergebnisse der Masterarbeit von Tobias Geis (an der FHD)

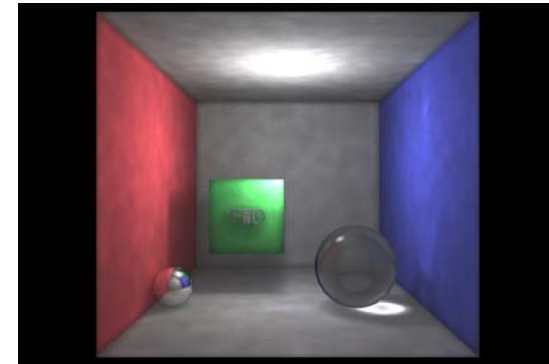


Diffuse Beleuchtung und Caustic-Berechnung werden durch die Verwendung von „Photonen“ ins Ray-Tracing integriert



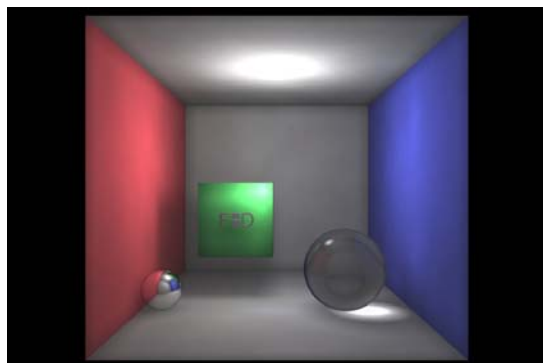
Ergebnisse der Masterarbeit von Tobias Geis (an der FHD)

Zur Integration wurden **500 000** Photonen verwendet



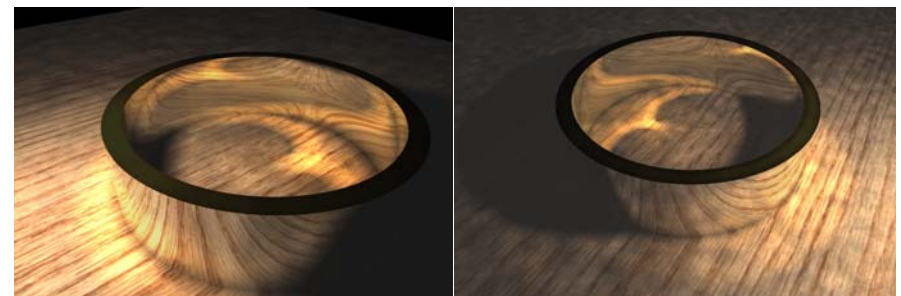
Ergebnisse der Masterarbeit von Tobias Geis (an der FHD)

Nach der Optimierung der Photonmap (500 000 Photonen):



Ergebnisse der Masterarbeit von Tobias Geis (an der FHD)

Ein Schmankerl....



Radiosity

- globales Verfahren
- berücksichtigt in Gegensatz zu Ray Tracing diffus reflektierendes Licht
- Allerdings wird nur das diffus reflektierende Licht berechnet. Annahme: Alle Oberflächen sind ideale diffuse Reflektoren (Lambertscher Strahler)
- Diskretisierung der darzustellenden Szene in kleine Flächenelemente, wobei die Flächenelemente einheitliche Reflexionseigenschaften haben sollten
 - Teilfläche ist ein idealer diffuser Reflektor
 - oder eine ideale diffuse Lichtquelle
 - oder eine Kombination aus beiden
- Für jedes dieser Flächenelemente wird ein Intensitätswert (Farbe) berechnet. Für die Berechnung des Intensitätswertes werden alle anderen Flächenelemente der gesamten Szene berücksichtigt (quadratische Laufzeit)
- Beschleunigungsverfahren unbedingt notwendig

Radiosity

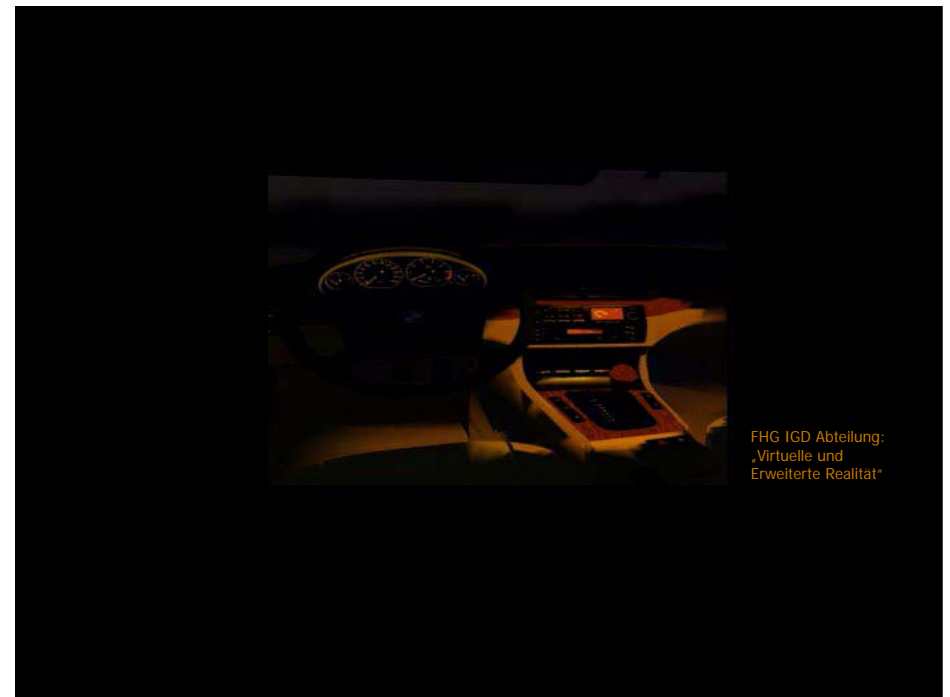
- die berechneten Intensitätswerte sind unabhängig von der Lage der Projektionsebenen – also im Gegensatz zum Ray Tracing ist Radiosity vom Betrachter unabhängig.
- Vorberechnung der Beleuchtungssituation ist möglich.
- danach kann die Betrachterposition interaktiv verändert werden (bei Ray Tracing nicht möglich)
- Spiegelungen können nicht berechnet werden

Beispiel für Radiosity



Fahrzeug Innenraumausleuchtung

FHG IGD Abteilung:
„Virtuelle und
Erweiterte Realität“



FHG IGD Abteilung:
„Virtuelle und
Erweiterte Realität“

Vergleich: Ray Tracing mit Radiosity



Watt A., Policarpo F.: The Computer Image; Addison-Wesley 1998

Vergleich aller vorgestellten Verfahren



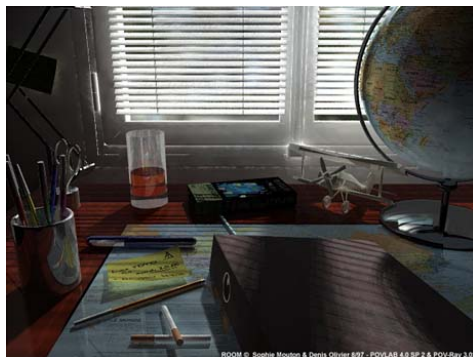
lo:Flat Shading
 lm:Gouraud Shading
 ro:Phong Shading
 mu:Ray Tracing
 ru:Radiosity

Watt A., Policarpo F.: The Computer Image; Addison-Wesley 1998

Hybrides Verfahren: Ray Tracing & Radiosity

alle Eigenschaften des Ray Tracing Verfahrens plus:

- indirekte Beleuchtung
- weiche Schatten

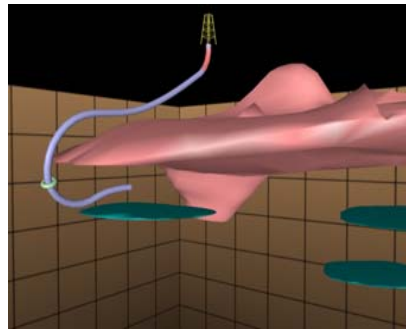


ROOM © Sophie Mouton & Denis Olivier 8/97 - POVLAB 4.0 SP 2 & POV-Ray 3.02

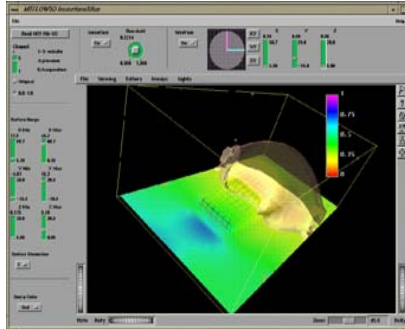
Visualisierungstechniken

- Wissenschaftlich technische Visualisierung
- Informationsvisualisierung

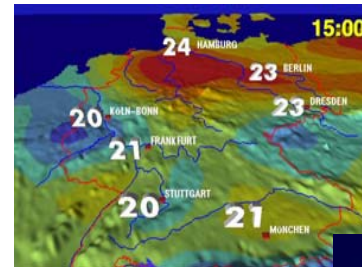
Anwendungen der wissenschaftlich technischen Visualisierung



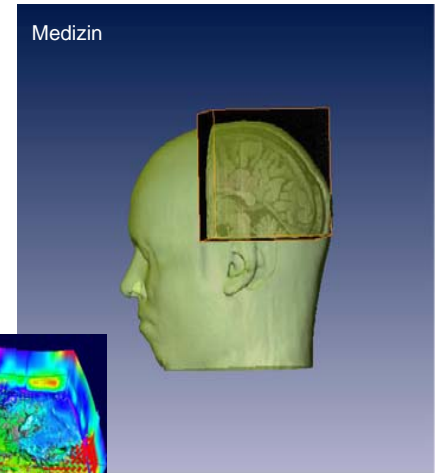
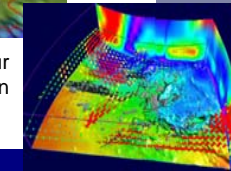
Geologische Daten



Anwendungen der wissenschaftlich technischen Visualisierung



Wettervisualisierung für Laien und Experten

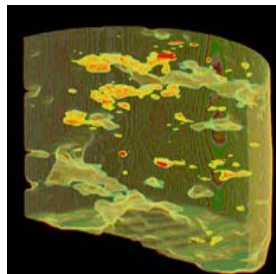


Medizin

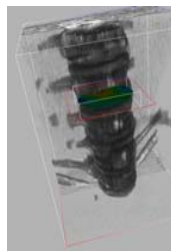
Daten in der wissenschaftlich technischen Visualisierung

Daten: CT, Ultraschall, sonstige Messdaten ...

Beispiele: Medizinische Daten, Materialprüfungsdaten, geologische Daten, etc.



Geologischer Datensatz



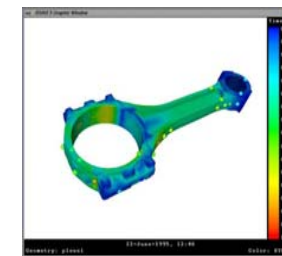
Medizinische Daten



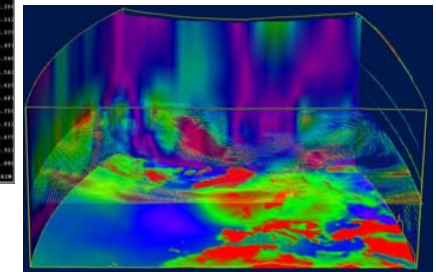
Daten in der wissenschaftlich technischen Visualisierung

Daten: Numerische Simulationsdaten

Beispiele: Finite-Element-, Wetter-, Strömungs-Daten



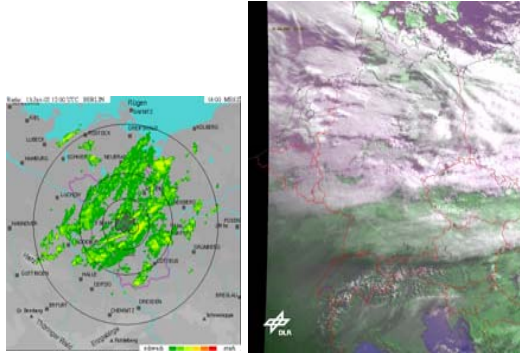
FE- und Wetter-Daten



Daten in der wissenschaftlich technischen Visualisierung

Daten: Messdaten

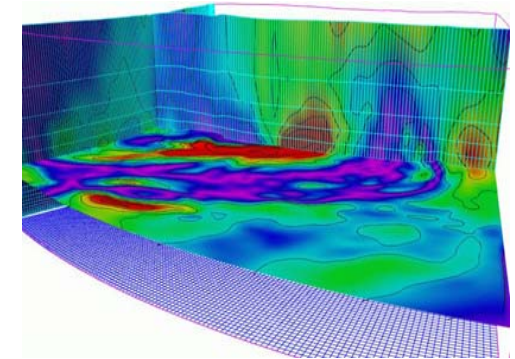
Beispiele: Radardaten, Satellitenaufnahmen, ...



Daten in der wissenschaftlich technischen Visualisierung

Daten können auf verschiedene Arten strukturiert sein:

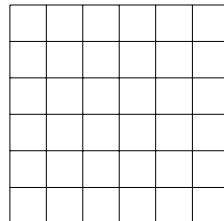
- Regulär
- Uniform
- Rectlinear
- Curvilinear
- Unstrukturiert
- Hybrid



Daten in der wissenschaftlich technischen Visualisierung

Reguläres Datengitter:

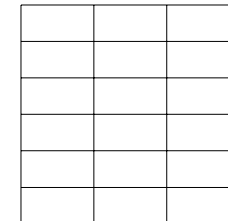
- Rechtwinklig
- Hat in allen Dimensionen den selben Abstand



Daten in der wissenschaftlich technischen Visualisierung

Uniformes Datengitter:

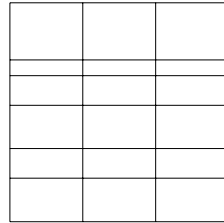
- Rechtwinklig
- Gitterabstand in der jeweiligen Dimension gleich
- Gitterabstand aber nicht für alle Dimensionen einheitlich



Daten in der wissenschaftlich technischen Visualisierung

Rectlineares Datengitter:

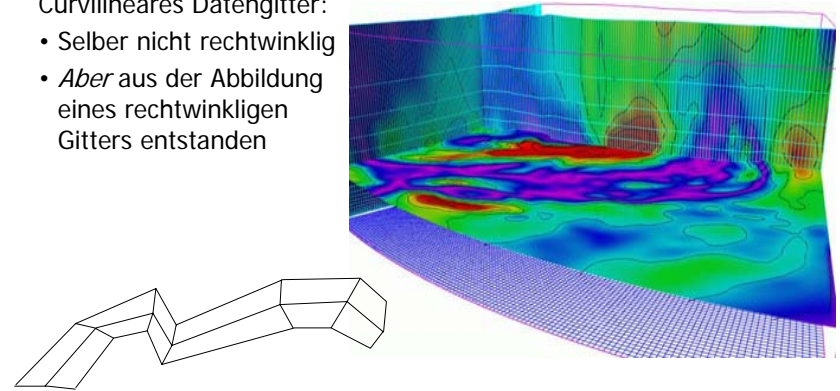
- Rechtwinklig
- Kein konstanter Abstand in den jeweiligen Dimensionen



Daten in der wissenschaftlich technischen Visualisierung

Curvilineares Datengitter:

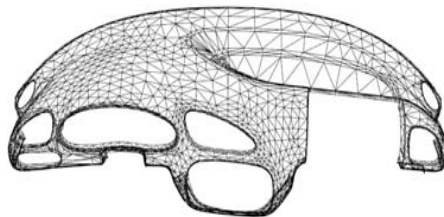
- Selber nicht rechtwinklig
- *Aber* aus der Abbildung eines rechtwinkligen Gitters entstanden



Daten in der wissenschaftlich technischen Visualisierung

Unstrukturiertes Datengitter:

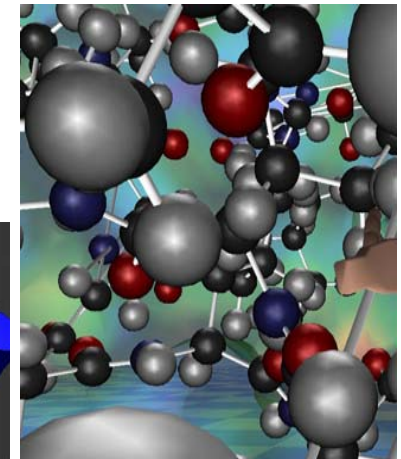
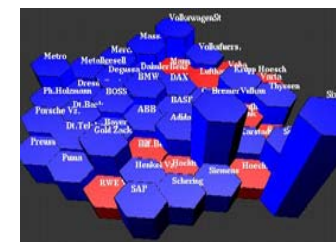
- Die einzelnen Zellen sind jedoch meist vom selben Typ:
 - Tetraeder, Pyramiden, ... in 3D
 - Dreiecke, Vierecke, ... in 2D



Daten in der wissenschaftlich technischen Visualisierung

Daten: Finanzdaten, und andere ...

Beispiele: Aktienkurse, Molekül, etc.

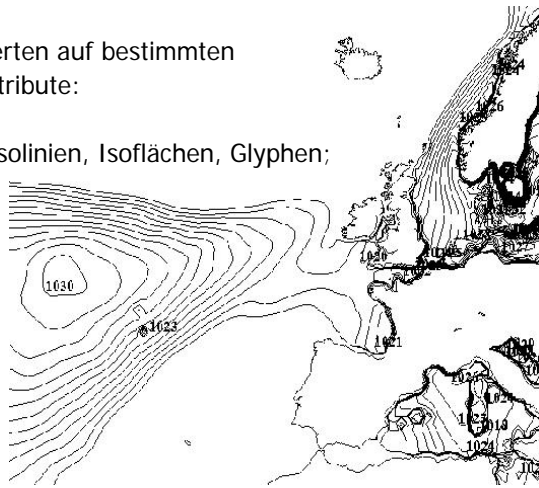


Daten in der wissenschaftlich technischen Visualisierung

Mappen der Daten:

Zuordnung von der Datenwerten auf bestimmten graphische Elemente und Attribute:




Elemente: Punkte, Pfeile, Isolinien, Isoflächen, Glyphen;



Daten in der wissenschaftlich technischen Visualisierung

Mappen der Daten:

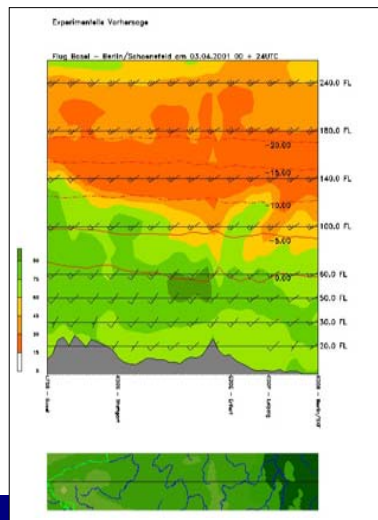
Als Darstellung können gewählt werden:

- Farbwerte 
- Pfeile 
- Glyphen 
- ...

Daten in der wissenschaftlich technischen Visualisierung

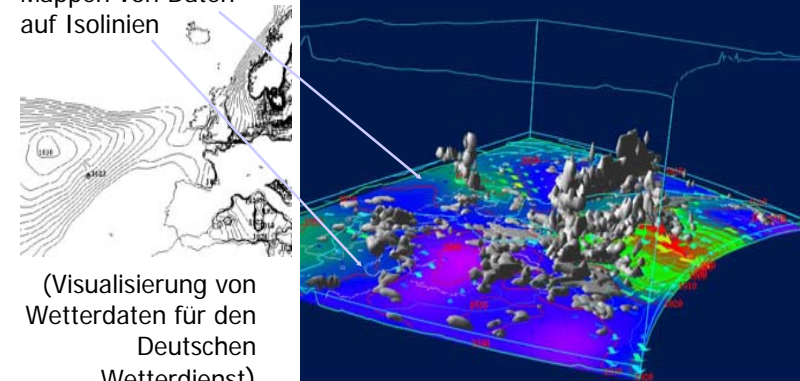
Mappen von Wetterdaten auf:

- Isoflächen,
- Isolinien und
- meteorologische Pfeile
- im 2D-Raum



Daten in der wissenschaftlich technischen Visualisierung

Mappen von Daten auf Isolinien

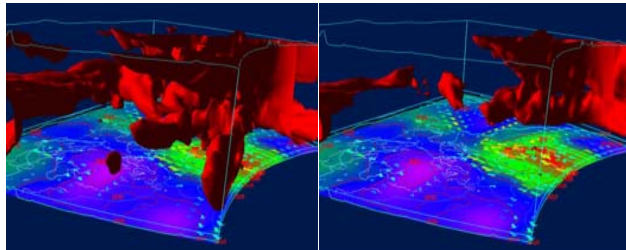


(Visualisierung von Wetterdaten für den Deutschen Wetterdienst)

Daten in der wissenschaftlich technischen Visualisierung

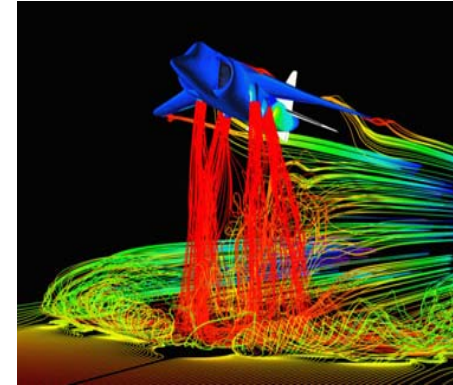
Mappen von Wetterdaten auf Isoflächen im 3D-Raum

Windgeschwindigkeit bei 60 km/h und
Windgeschwindigkeit bei 90 km/h



Daten in der wissenschaftlich technischen Visualisierung

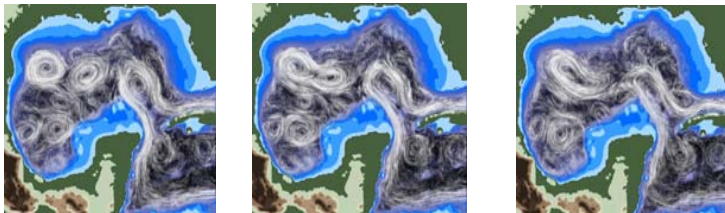
Strömungsvisualisierung mit Bändern:



Daten in der wissenschaftlich technischen Visualisierung

Texturen zur Visualisierung von Strömungsdaten:

Strömung im Golf von Mexiko



Bruno Jobard (Swiss Center for Scientific Computing)

Visualisierungstechniken

- Wissenschaftlich technische Visualisierung
- Informationsvisualisierung

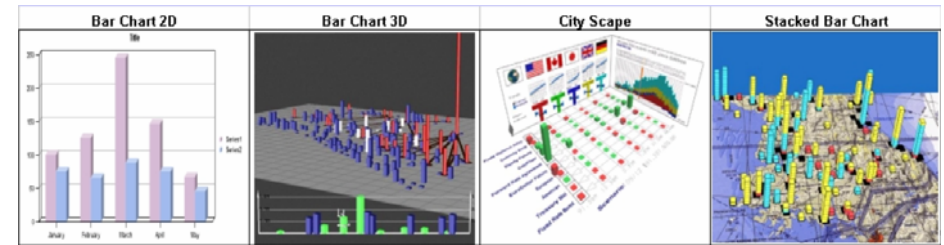
Anwendung der Informationsvisualisierung



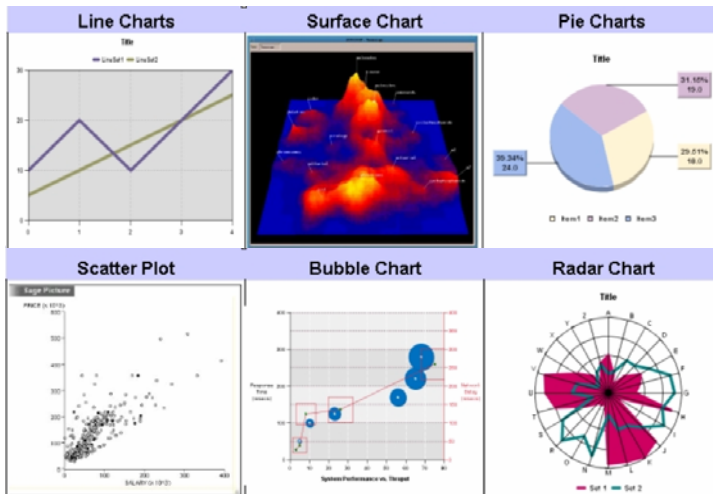
Strecken-Visualisierung der Tour de France 1998

Informationsvisualisierung

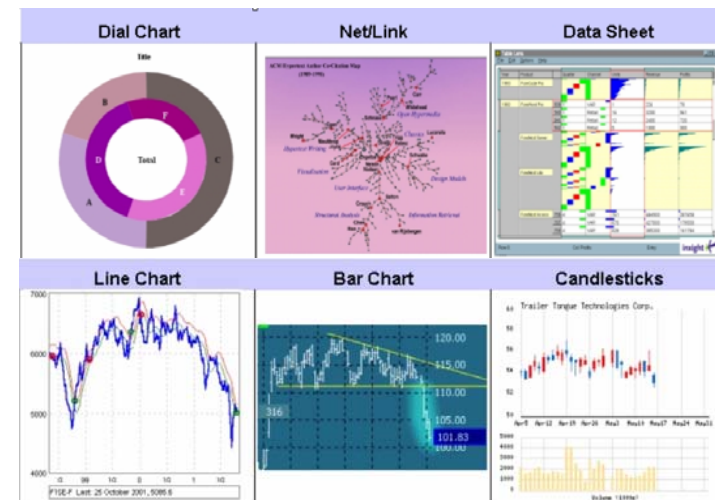
Balkendiagramme:



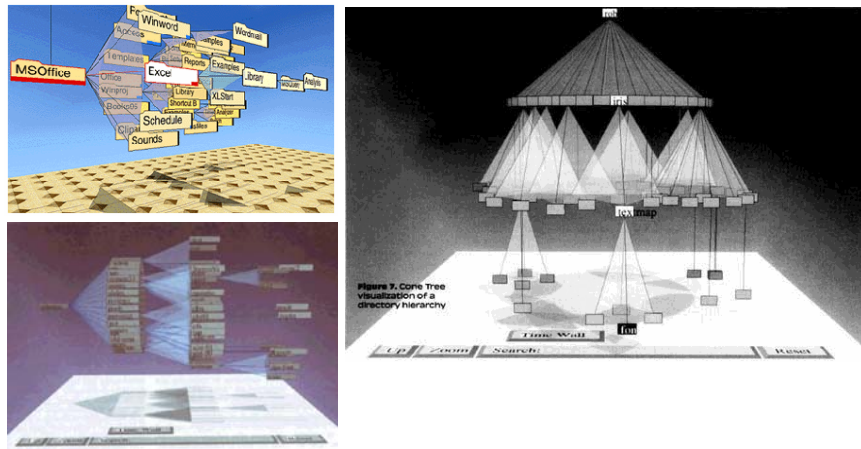
Informationsvisualisierung



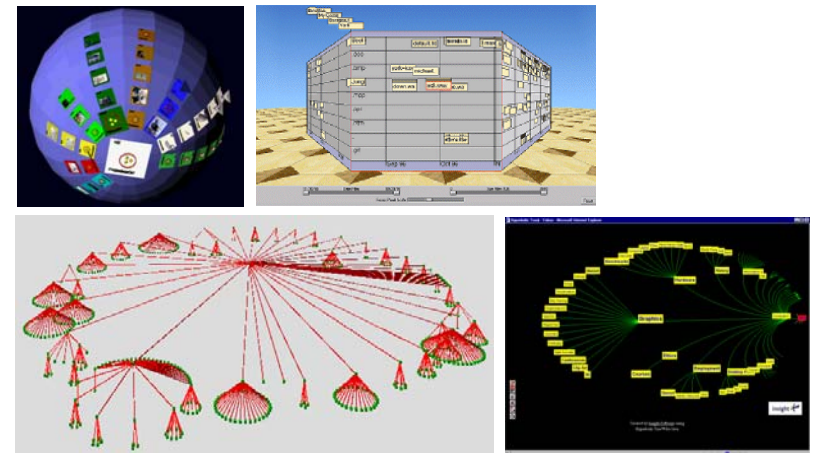
Informationsvisualisierung



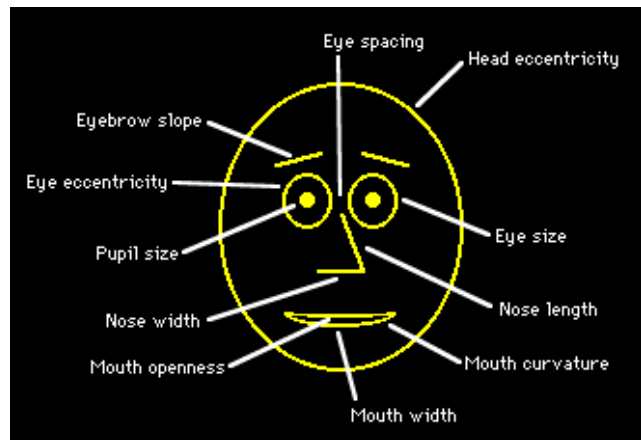
Informationsvisualisierung



Informationsvisualisierung



Informationsvisualisierung *Chernoff Face*



Informationsvisualisierung *Chernoff Face*

