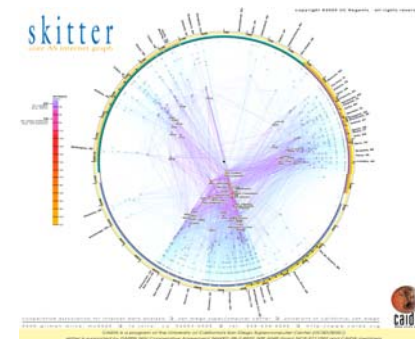
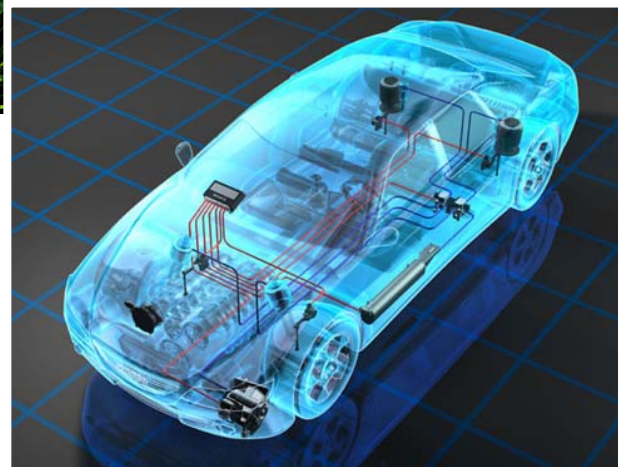
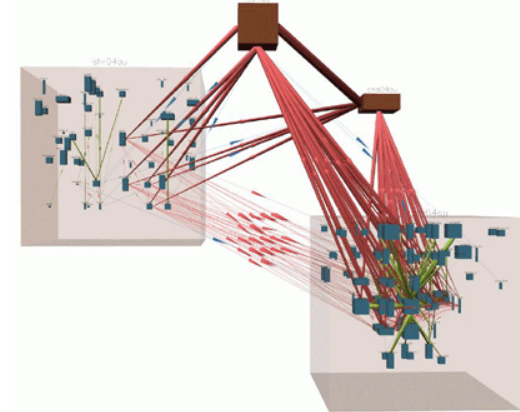
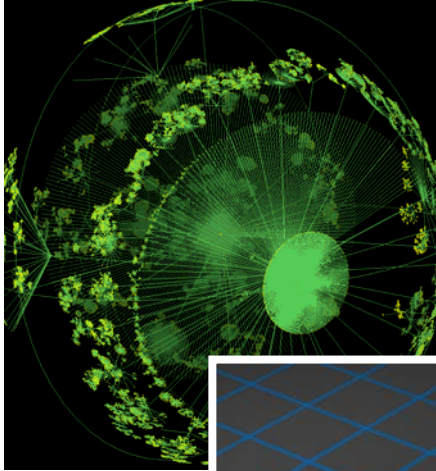


# Methoden der Informationsvisualisierung für Kommunikationsprozesse im Kraftfahrzeug.



**BMW Group**  
Forschung und Technik



# Einleitung.

- **Meine Tätigkeit bei BMW**
  - Diplomarbeit (abgeschlossen am 20.07.07)
  - Doktorarbeit (begonnen am 01.08.07)
- **Das betriebliche Umfeld**
  - BMW Group – Forschung und Technik
  - Projekt Fahrzeug-Bus-Architektur und Vernetzung
- **Heutige Thematik**
  - Visualisierung von Kommunikationsprozessen im Fahrzeug
  - Wie kann und wird Informationsvisualisierung im industriellen (automobilen) Umfeld eingesetzt?
  - Arbeitsabläufe, Methoden, Vorgehensweisen

# Überblick.

## 1. Motivation

- Vorstellung des Themas
- Funktionsweise der Bordnetzkommunikation
- Problemstellung und Ziele

## 2. Relevante Forschungsbereiche

- Multiple Coordinated Views (MCV)
- Technisch Wissenschaftliche Visualisierung im Automobilbereich

## 3. Anwendungsgebiete

## 4. Projekte und Prototypen

- Der Ideenkatalog: Ein divergenter Entwicklungsansatz
- 3D-Visualisierung: Visualisierung im 3D Fahrzeugmodell
- Basiskonzept MCV: Visualisierung der Fahrer-Fahrzeug-Interaktion
- Diagnose-Visualisierung: Visualisierung im Bereich Fehlerdiagnose
- SimuViz: Visualisierung im Bereich Bussimulation

## 5. Ausblick

# Motivation.

## Das Thema.

- **Titel:**
  - Methoden der Informationsvisualisierung von Kommunikationsprozessen im Fahrzeug
- **Motivation (Themenausschreibung)**
  - Moderne Fahrzeuge enthalten heute eine Vielzahl verschiedener Steuergeräte, die auf unterschiedlichen Wegen miteinander kommunizieren. Da die Beschreibung der Funktionen und Kommunikationsarchitekturen zumeist nur in Textform vorliegt, bedarf es viel Zeit und Erfahrung, die Auswirkungen von Änderungen an einzelnen Komponenten auf die Gesamtarchitektur abzuschätzen, mögliche Engpässe zu erkennen oder den Aufwand einzelner Funktionsänderungen abzusehen.  
  
Es wäre wünschenswert ein Werkzeug zu haben, das die Komponenten eines Fahrzeugs anschaulich und präzise visualisiert, damit Designentscheidungen, sowohl für einzelne Komponenten als auch systemübergreifend, einfacher und schneller getroffen werden können.

# Motivation.

## Bordnetzkommunikation im Fahrzeug.

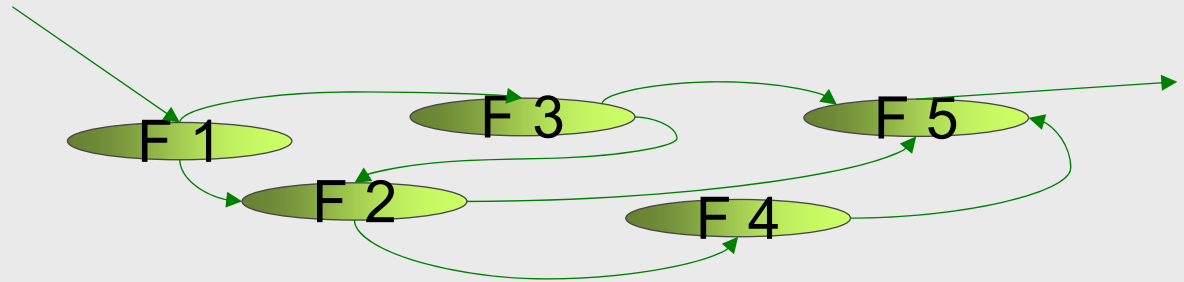


# Motivation.

## Funktionsweise der Bordnetzkommunikation (1).

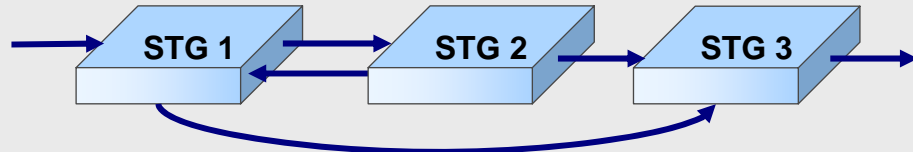
### Funktionale Ebene

- Funktionen
- Signale



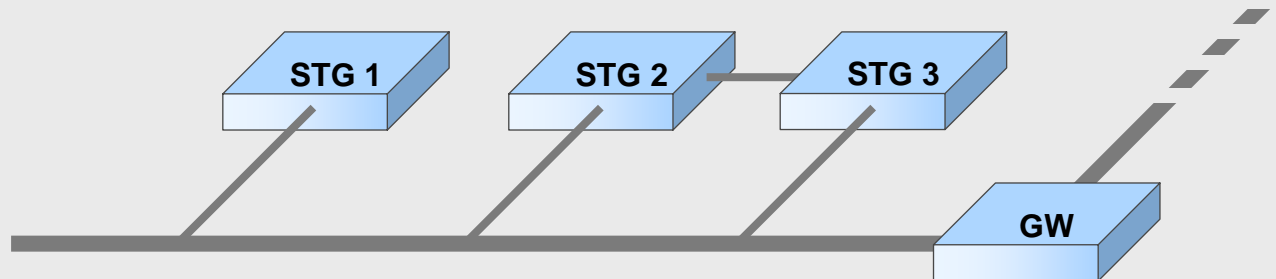
### Komponentenebene

- Steuergeräte
- Nachrichten



### Bustopologie

- Busse
- (Gateways)



# Motivation.

## Funktionsweise der Bordnetzkommunikation (2).

### Mapping

Funktionen



Steuergeräte

Signale

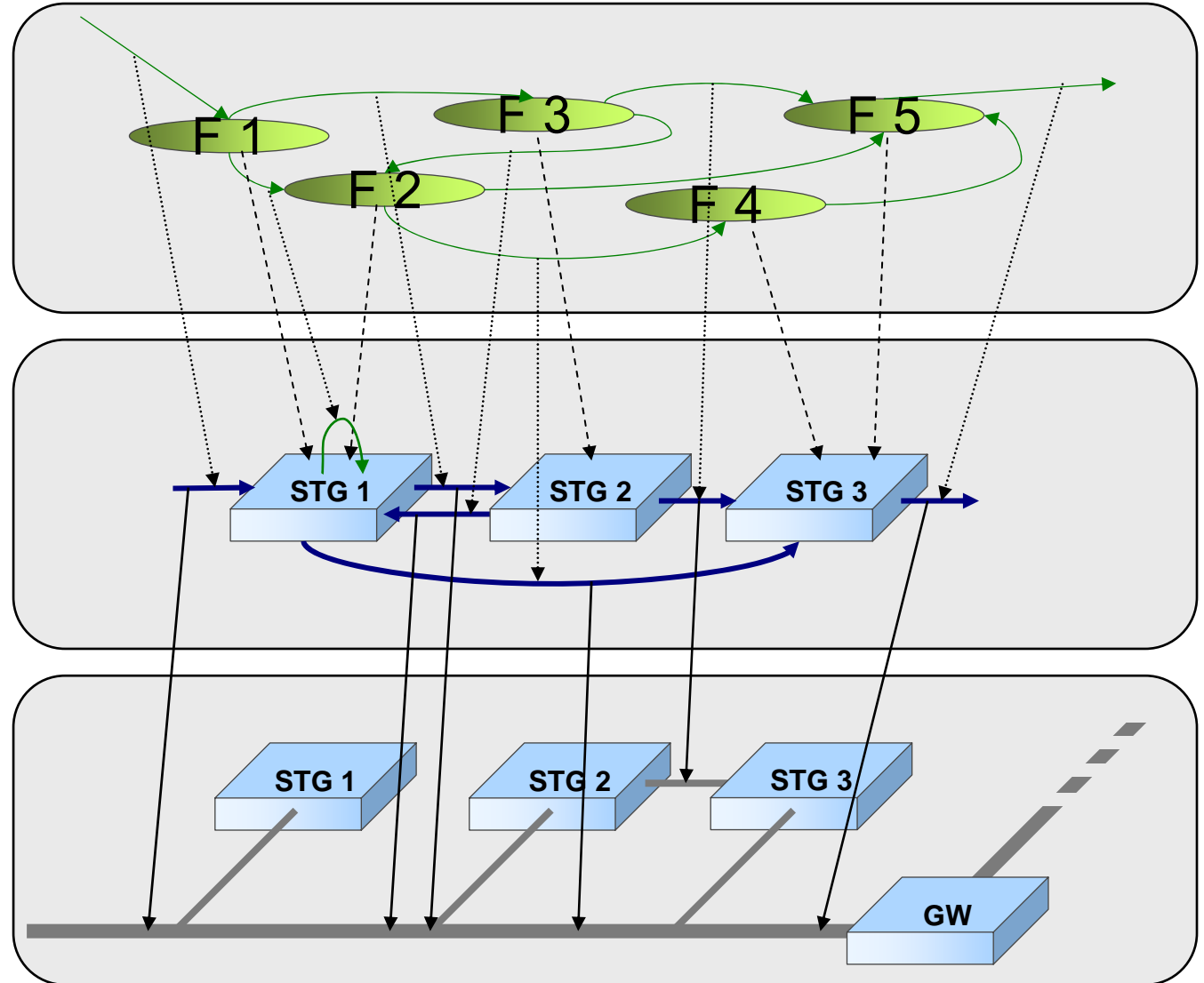


Nachrichten

Nachrichten



Busse



# Motivation. Problematik.

## Steigende Komplexität

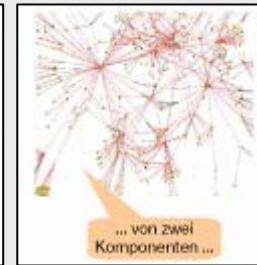
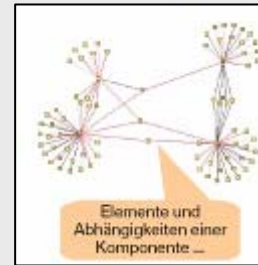
- Hohe Anzahl von Steuergeräten
- Verteilte Funktionen und komplexe Kommunikationszusammenhänge
- Ein Beispiel
  - 3er BMW 1998 enthält 20 Steuergeräte
  - 3er BMW 2005 enthält 82 Steuergeräte\*
- Erschwert die Verständlichkeit von Vorgängen und Zusammenhängen
- Beschreibung in Textform ist aufgrund mangelnder Darstellbarkeit von Zusammenhängen nicht zufrieden stellend
- Lösung: Visualisierung  
Volksweisheit: „Ein Bild sagt mehr als tausend Worte“!

\* Abhängig von der Fahrzeugkonfiguration

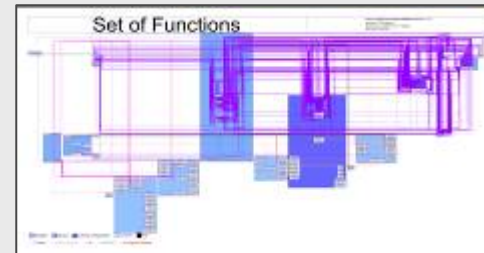
\*\* Bordnetzdatenbank

## Problematik der Visualisierung

- Problem der Skalierbarkeit

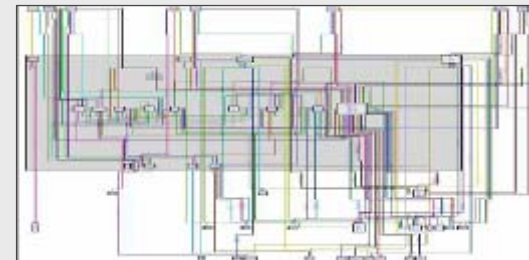


- Unübersichtlichkeit



*Automatische Vis.  
BNDB\*\* (nicht mehr integriert)*

- Statische Visualisierungen



*Handgezeichnete  
Schaltpläne*



# Motivation. Ziele.

## „Komplexität visuell bewältigen“

- Darstellung einer sehr großen Menge komplexer und abstrakter Daten
- Interaktive, dynamische Visualisierung
- Ziel: Schnelleres, besseres und einfacheres Verständnis von Sachverhalten
- Ziel ↔ Definition der Informationsvisualisierung:  
„Information visualization is the use of computer-supported, interactive, visual representations of abstract data to amplify cognition.“
- Prozessoptimierung

## Ziele der Arbeit

- Anwendung von Methoden und Konzepten aus dem Bereich der Informationsvisualisierung (UND der technisch-wissenschaftlichen Visualisierung)
- Neuartige Methoden und Konzepte
- Implementierung und Evaluierung von Prototypen
- Erforschung von Möglichkeiten der Prozessoptimierung

# Relevante Forschungsbereiche.

## Informations- vs. Technisch wissenschaftliche Vis.

### Informationsvisualisierung

- Abstrakte Daten
- Abstrakte Visualisierungsformen
- Relevante Methoden

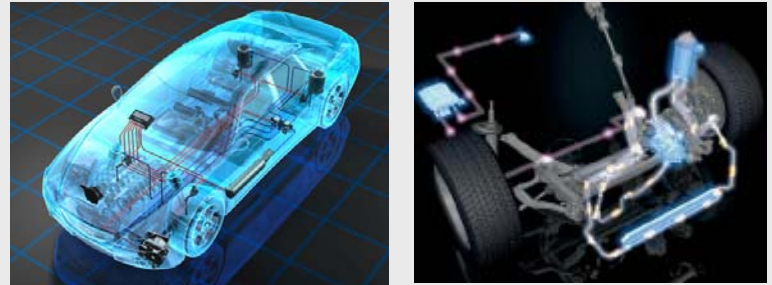
- ✓ Graphenvisualisierung
- ✓ Visualisierung von Hierarchien

- ✗ Multiple Coordinated View



### Technisch wissenschaftliche Vis.

- Daten mit Realitätsbezug
- Vis. am (3D-)Modell
- Relevante Methoden
  - ✗ Vis. am 3D-Fahrzeugmodell



### Weitere Gebiete

- Mensch-Maschine-Interaktion
- Elektrotechnik
- Kognitionspsychologie
- Computergrafik
- Data Mining
- Grafikdesign
- ...

# Relevante Forschungsbereiche.

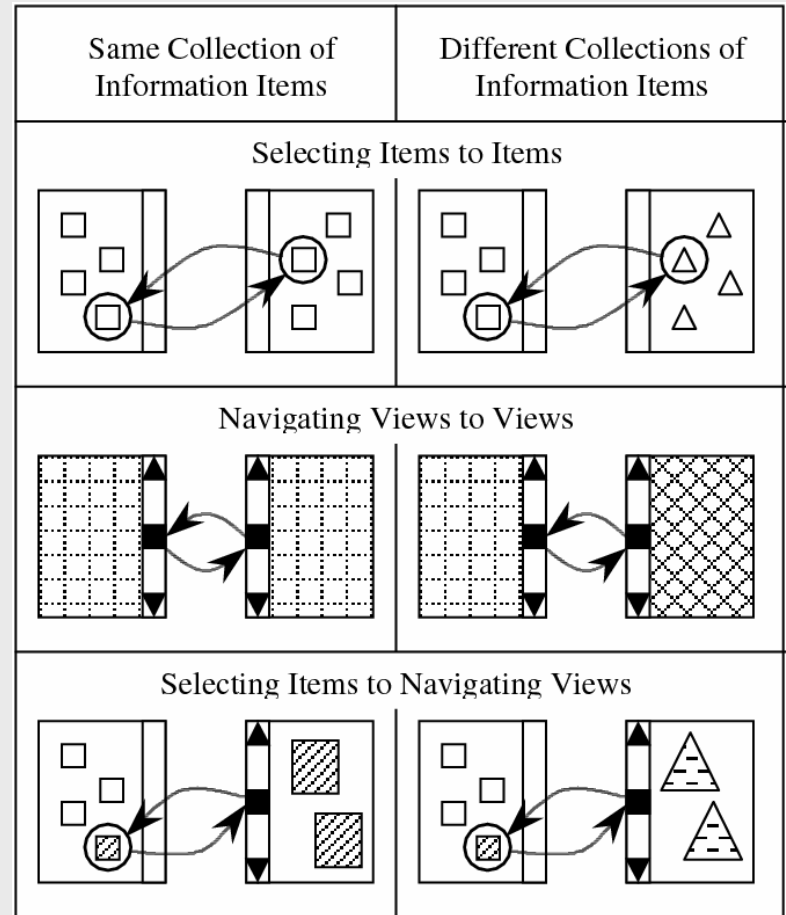
## Multiple Coordinated Views – Grundlagen.

- **Multiple View:** [Baldonado et al. 2000]  
„A multiple view system uses two or more distinct views to support the investigation of a single conceptual entity“
- **Coordinate:** [Oxford English Dictionary]  
„to make things, people, parts, etc function together efficently and in an organized way“
- **Mögliche Gründe/ Vorteile:**
  - Verschiedene Visualisierungsmethode haben verschiedene Stärken
  - Entgegenwirkung von Missinterpretation von Single-Visualisierungen
  - Potentielle Steigerung des Erkenntnisgewinn, Erkennen unerwarteter Zusammenhänge
  - Anregung zur vergleichenden Exploration
  - Darstellung sehr komplexer Daten, Aufspaltung der Komplexität
  - Höhere Nutzerperformanz
  - Kollaboration
- **Potentielle Nachteile:**
  - Komplexität als Herausforderung für Design
  - Erhöhter kognitiver Workload bei Nutzung (z. B. Context switching!)
  - Erhöhter Verbrauch von Displayfläche

# Relevante Forschungsbereiche.

## Multiple Coordinated Views – Koordination.

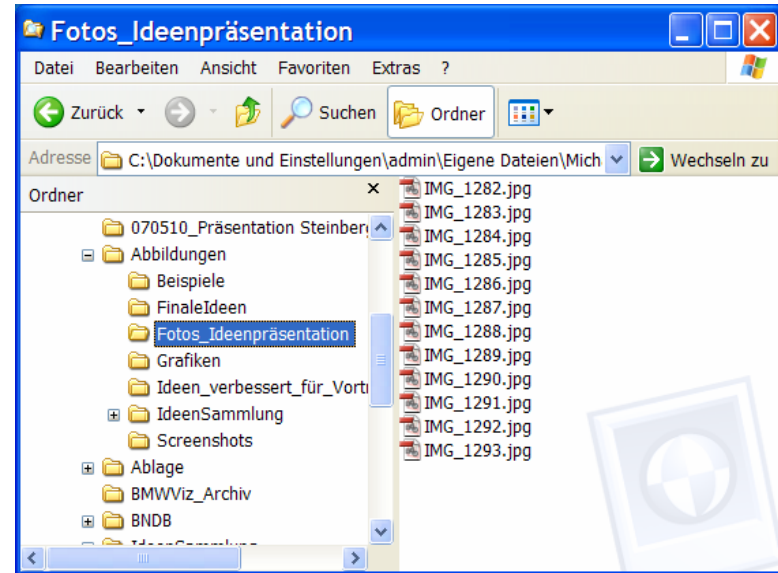
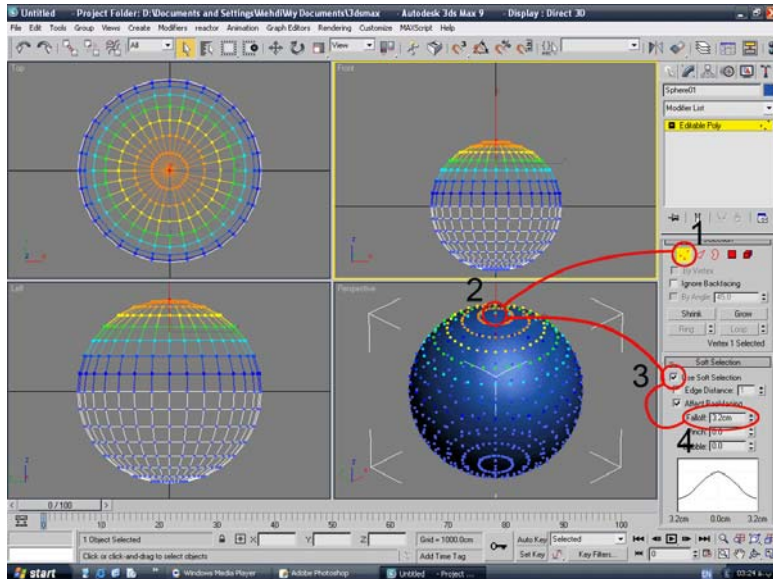
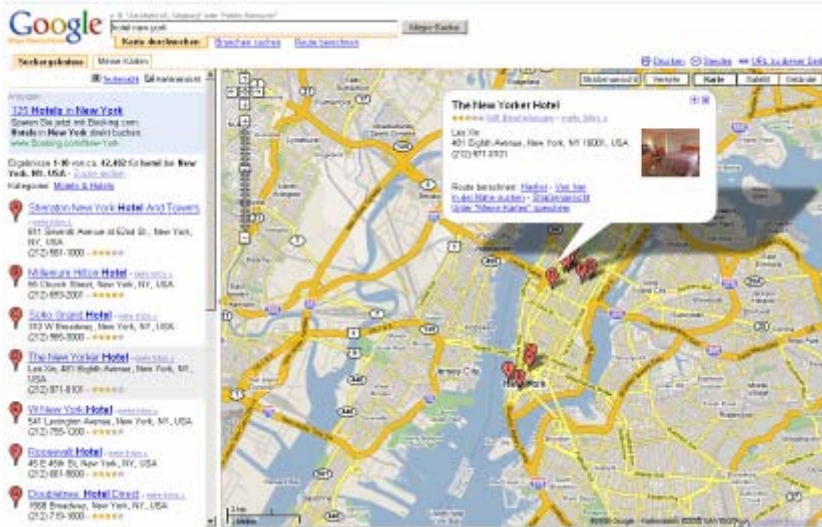
- Was enthalten die Views?
  - Verschiedene Perspektiven
  - Verschiedene Visualisierungsmethoden
  - Verschiedene Elemente des Datensatzes/ Teilmengen/ Aggregate
- Taxonomie der Koordination\*
  - Selektion ↔ Selektion
  - Navigation ↔ Navigation
  - Selektion ↔ Navigation
- Interaktionstechniken\*
  - *Brushing & Linking*
  - *Synchronised Scrolling*
  - *Overview & Detail* (siehe VL 10. 01. 08)
  - *Drill Down*
- Koordinationsmodelle
  - MVC: Model View Controller
  - DB orientiert: z. B. North – Snap together
  - Spezielle Modelle: z. B. Boukhelifa



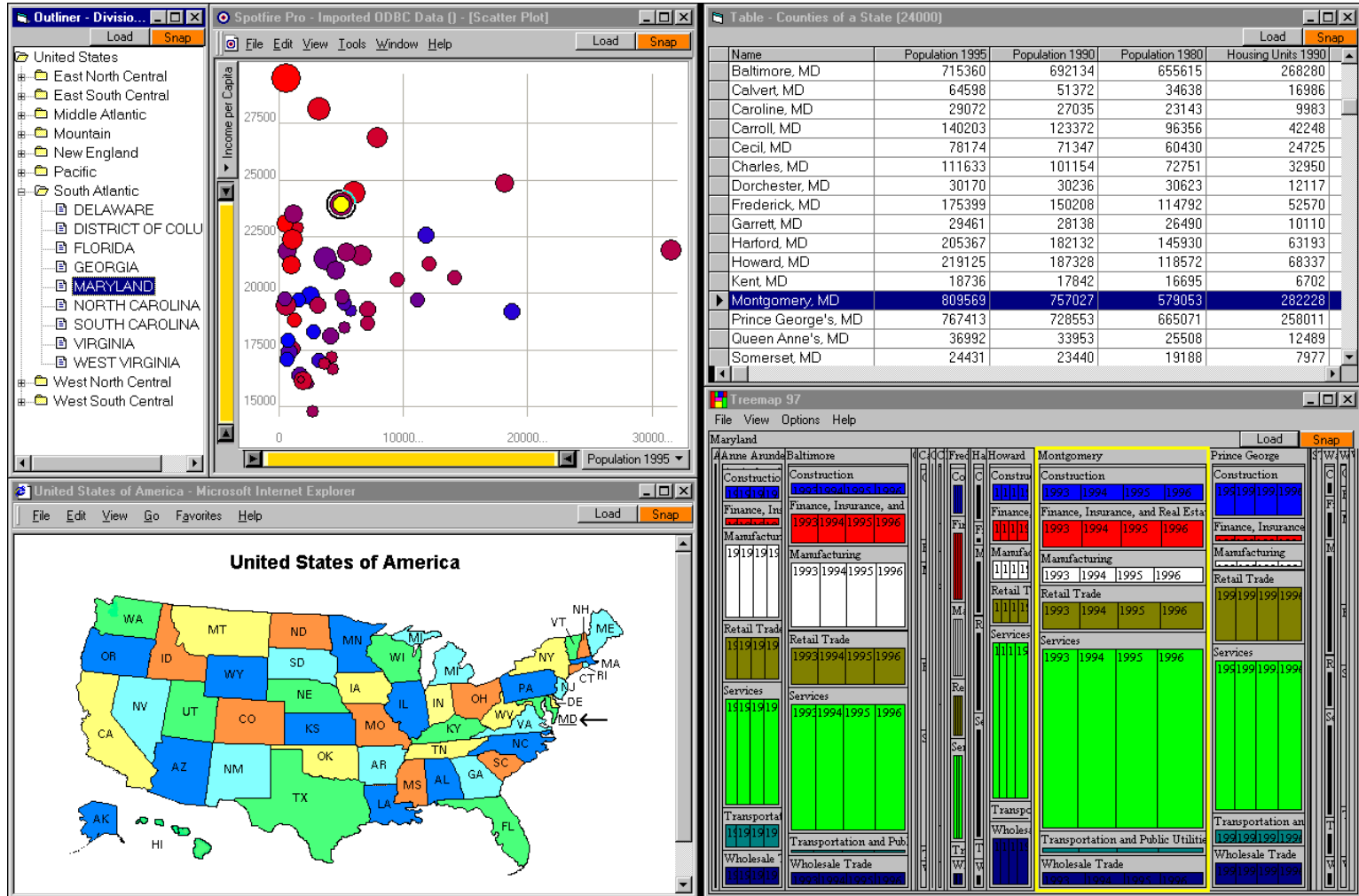
\* [North, Shneiderman 2000]

# Relevante Forschungsbereiche.

## Multiple Coordinated Views – Beispiele.



# Relevante Forschungsbereiche. Multiple Coordinated Views – Beispiele.



VIDEO

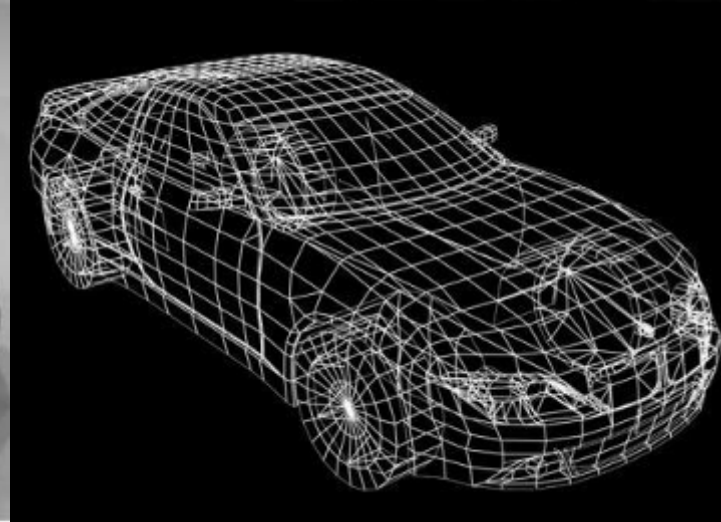
# Relevante Forschungsbereiche.

## Technisch wissenschaftliche Visualisierung im Automobilbereich – Grundlagen.

- **Automobilindustrie:**
  - Hohe Expertise im Bereich technisch-wissenschaftlicher Visualisierung und CAD-Visualisierung
  - Kaum/Keine Anwendungen aus dem Bereich der Informationsvisualisierung/ abstrakten Visualisierung
- **Anwendungsgebiete von t/w-Visualisierung in der Automobilindustrie (exemplarischer Auszug)**
  - Virtual Prototyping
  - CAD-Design
  - Visualisierung von Messdaten, z. B. Windkanal
  - Crashsimulation
  - Virtuelle Bauanleitungen
- **Ziele**
  - Direkter Bezug der Daten zum Modell/ Fahrzeug
  - Photorealistisches Design
  - Kosteneinsparung durch virtuelle Modelle
  - Kommunikation von real verborgenen Informationen

# Relevante Forschungsbereiche.

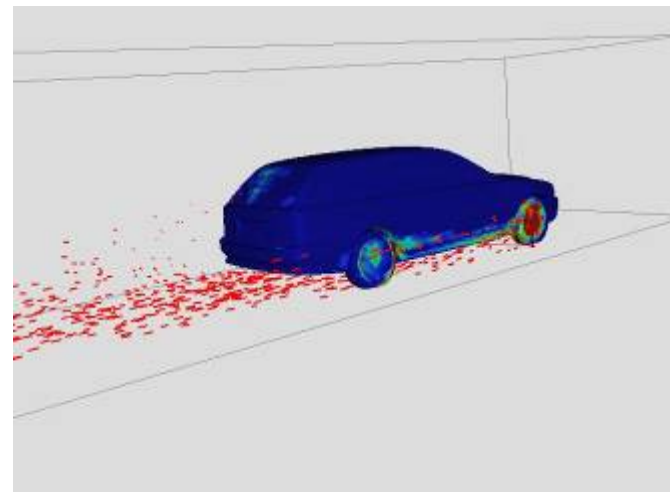
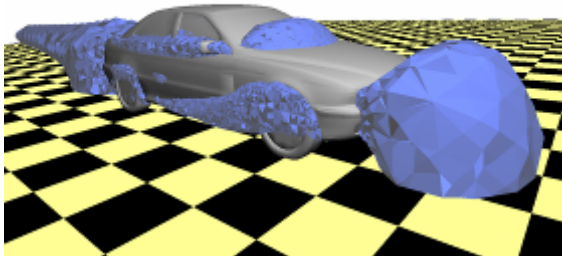
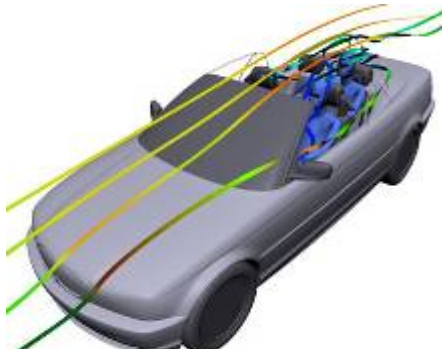
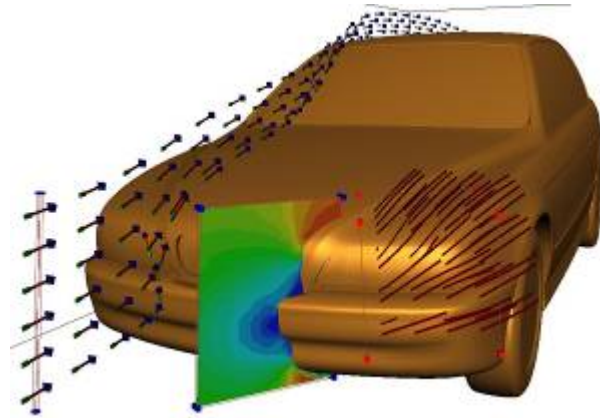
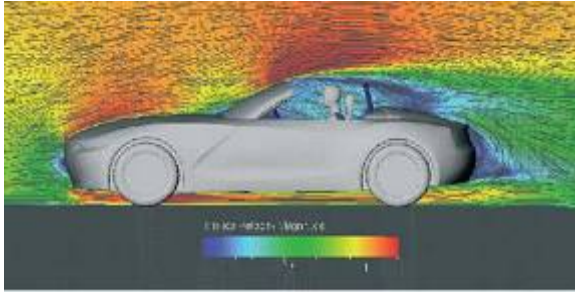
## Beispiel – Design und Kommunikation.





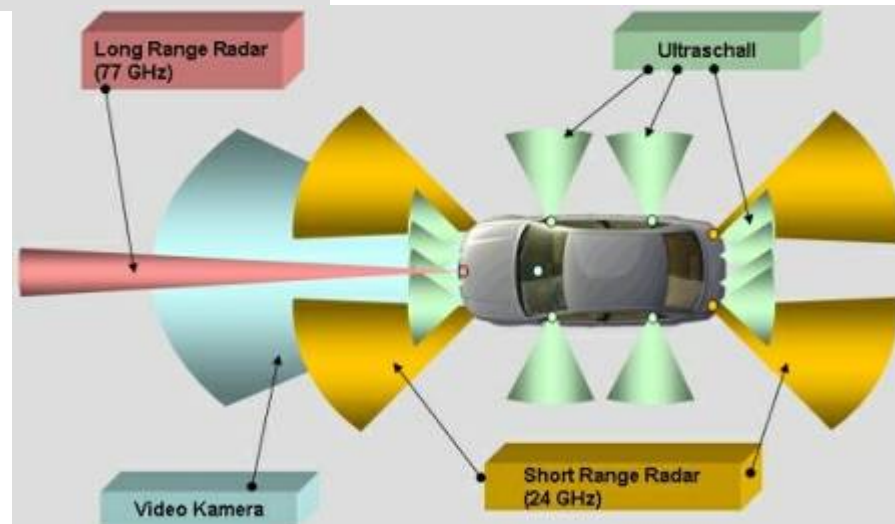
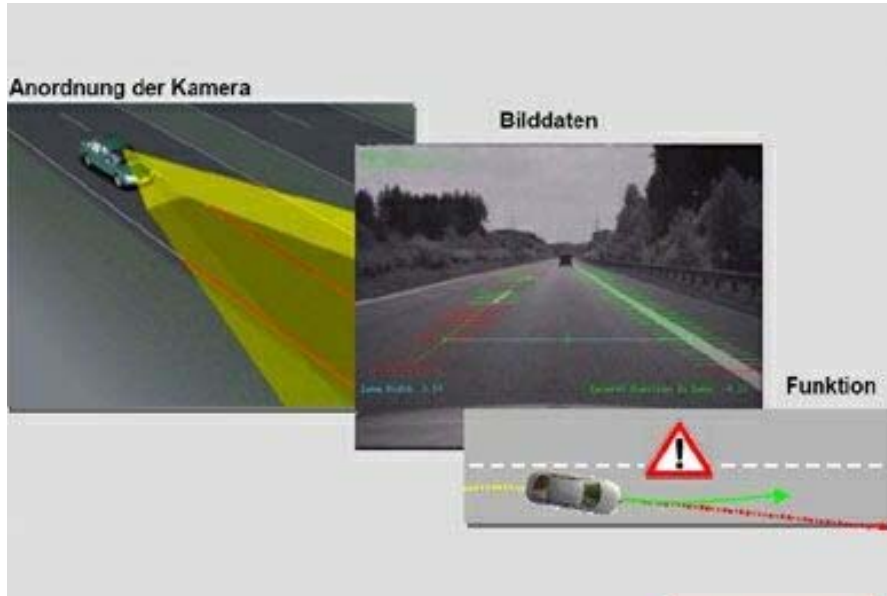
# Relevante Forschungsbereiche.

## Beispiel – Simulation und Visualisierung von Messdaten.



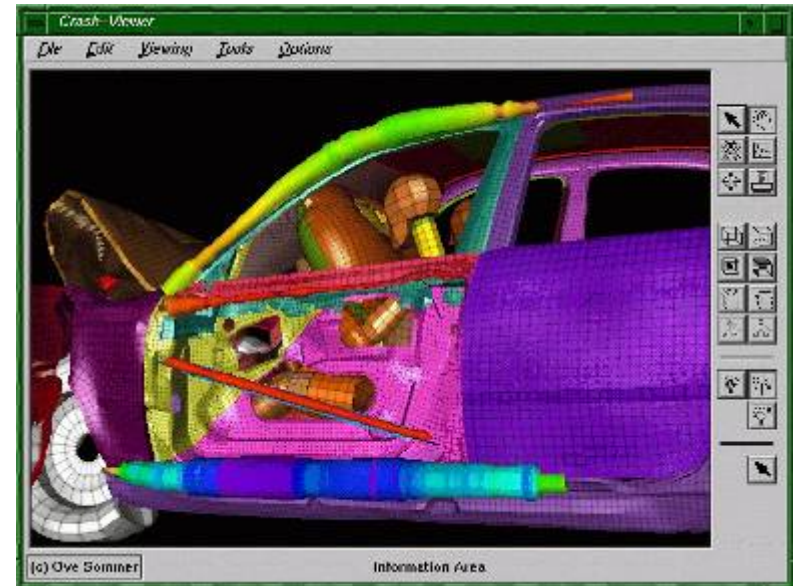
# Relevante Forschungsbereiche.

## Beispiel – Visualisierung von Sensordaten.



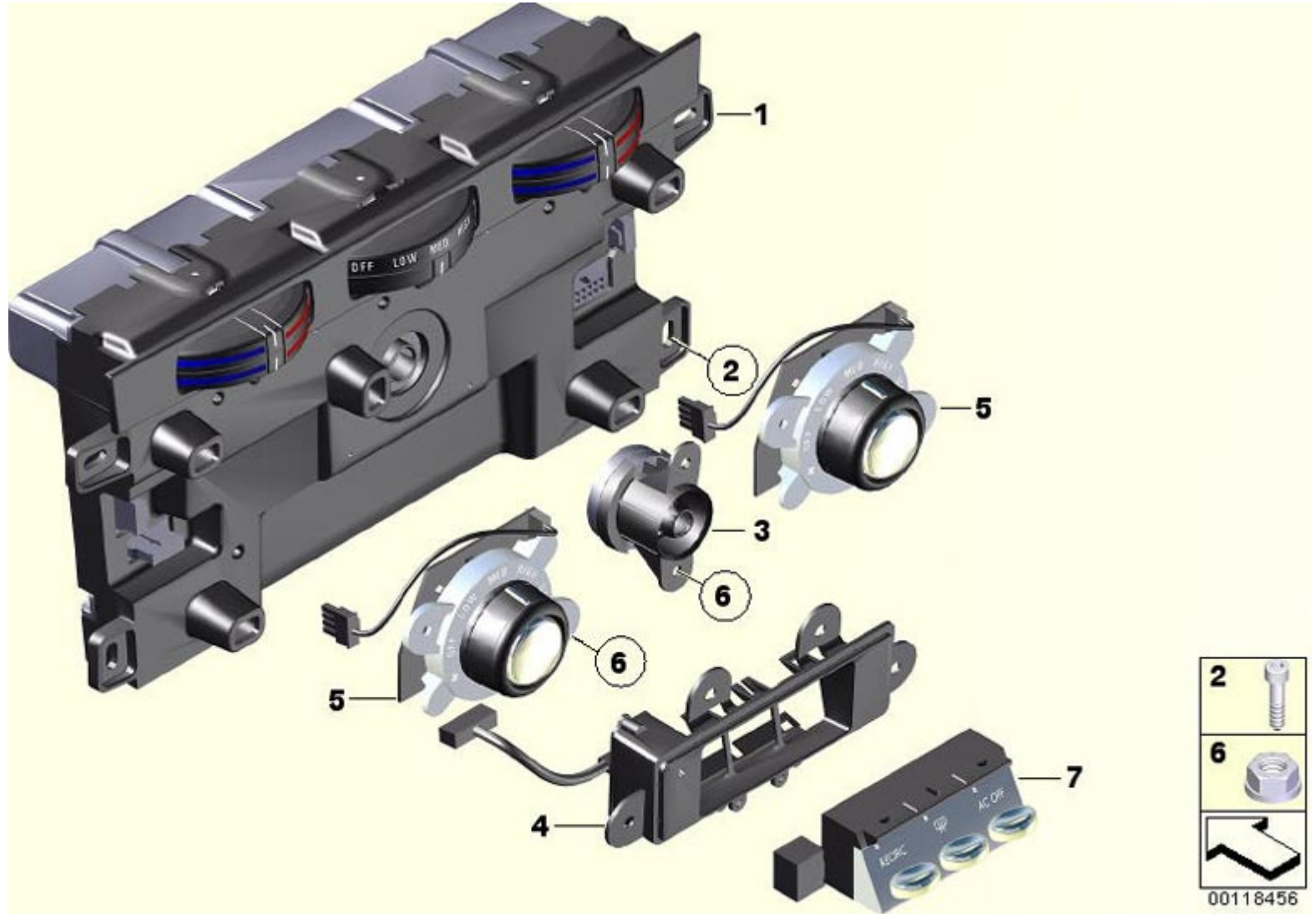
# Relevante Forschungsbereiche.

## Beispiel – Crashtest.



# Relevante Forschungsbereiche.

## Beispiel – Interaktive Bauanleitung .



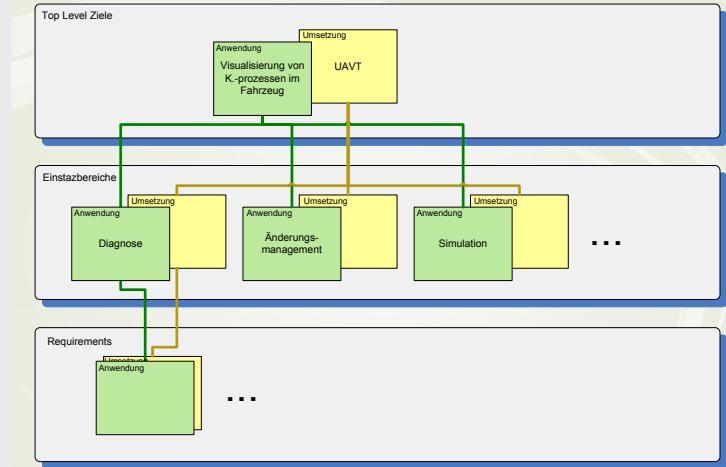
# Relevante Forschungsbereiche.

## Beispiel – Einsatz von VR und AR .



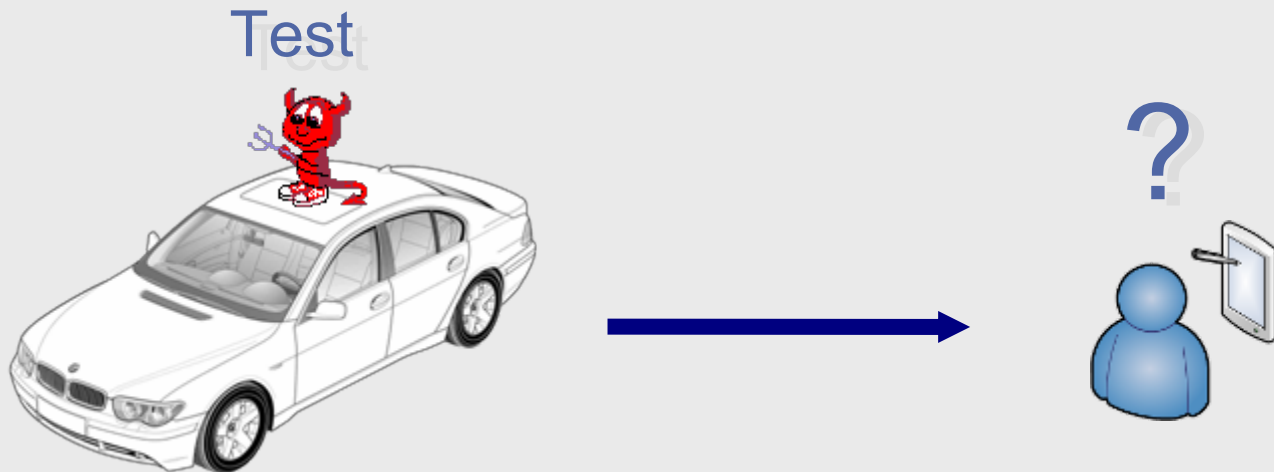
# Anwendungsgebiete. Szenarien.

- Erarbeitung von Szenarien
  - Betrachtung der Arbeitsgebiete bei BMW
  - Experteninterviews
  - Fokusgruppen
  - Generierung von Szenarien
  - Klassifizierung/ Kategorisierung
- Vorsicht: Ziele der Szenarien sind nicht schnittmengenfrei
- Priorisierung der Szenarien
  - Workshop
- Ergebnisse des Workshops:
  1. Diagnose
  2. Simulation
  3. Änderungsmanagement



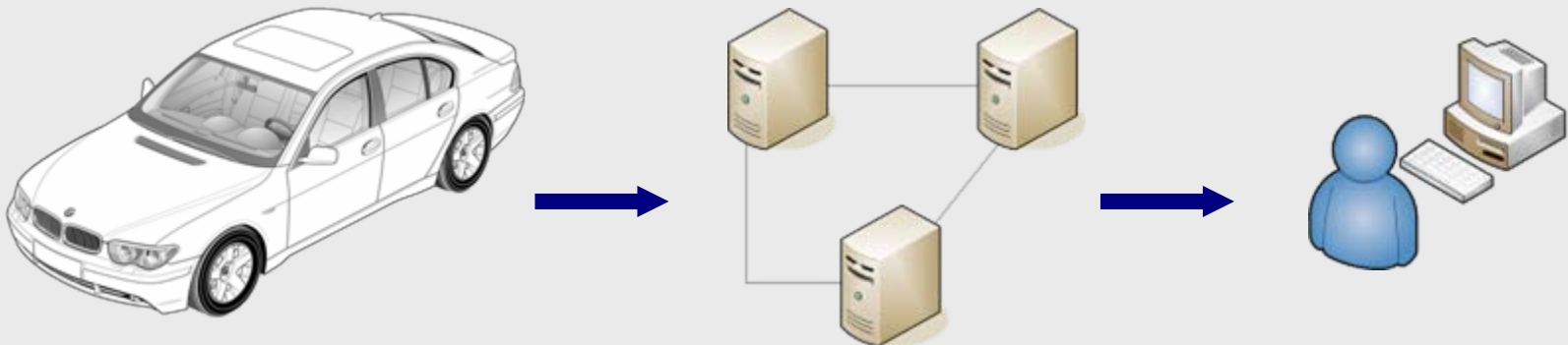
# Anwendungsgebiete. Fehlerdiagnose.

- Ausgangssituation und Aufgaben:
  - Fehler im Bereich der Bordnetzkommunikation
  - Analyse und Diagnose der Fehlerursache
  - Beseitigung des Fehlverhaltens
- Problem:
  - Fehlende Darstellungsformen für funktionale Zusammenhänge, Abhängigkeiten und Wirkketten



# Anwendungsgebiete. Simulation.

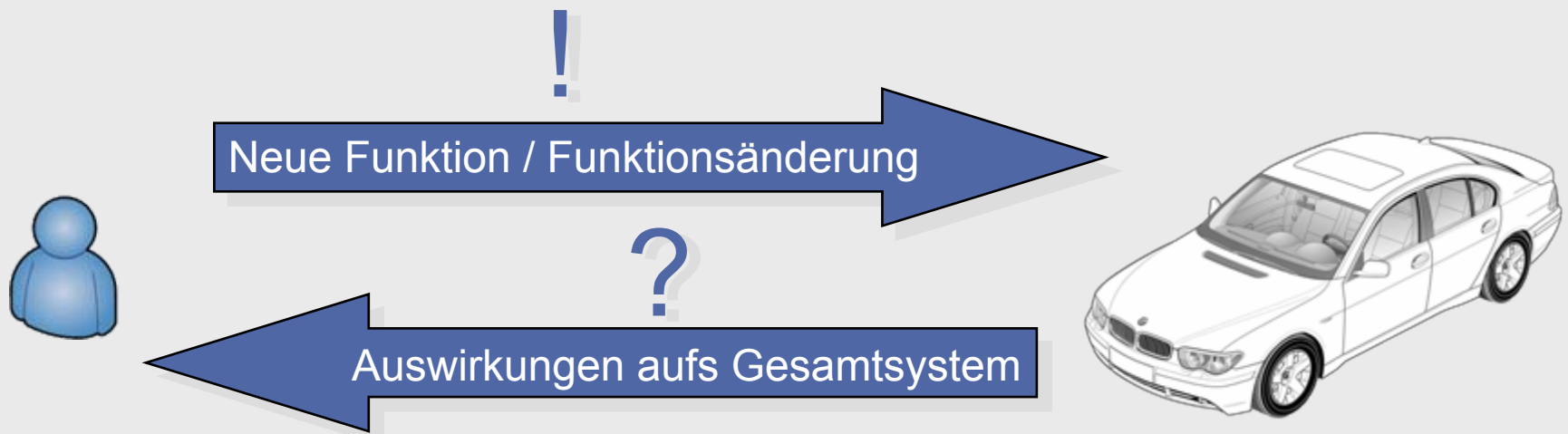
- Ausgangssituation und Aufgaben:
  - Virtuelles Bordnetz zur Simulation von realen Kommunikationsvorgängen
  - Sämtliche Bordnetzkomponenten werden auf einem Rechnercluster simuliert
  - Mittels der Simulation können reale Testszenarien durchgespielt werden
  - Einsparungen durch frühzeitige Systemverifikation
- Problem:
  - Statusdarstellung und Darstellung von Vorgängen innerhalb der Simulation
  - Darstellung der Ergebnisse





# Anwendungsgebiete. Änderungsmanagement.

- Ausgangssituation und Aufgaben:
  - Integration einer neuen Funktion in das bestehende Bordnetz
  - Oder: Änderung einer bestehenden Funktion
- Problem:
  - Darstellung der Abhängigkeiten
  - Darstellung von Änderungen durch die Integration/Funktionsänderung

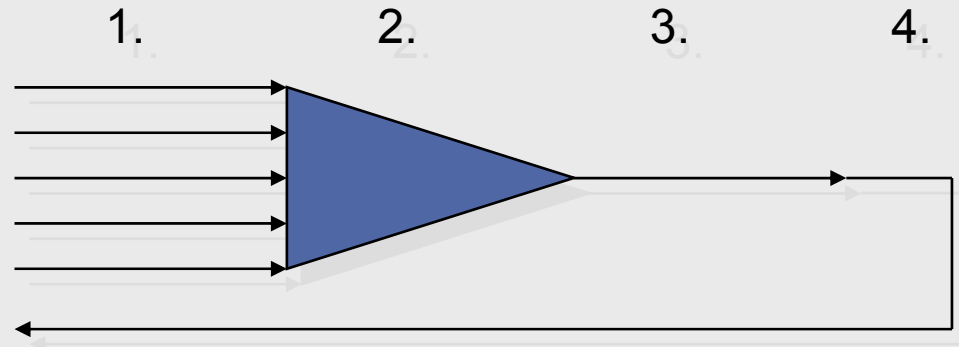


# Projekte und Prototypen.

## Ein divergenter Entwicklungsprozess.

- Divergenter Ansatz (vgl. Abb.):

1. Generierung von Ideen
2. Auswahlverfahren
3. Prototyperstellung
4. Evaluation



- Grundlage:

- Entwicklungsprozess von Designern, Architekten, etc.
- Ausnutzung von kreativer Kraft

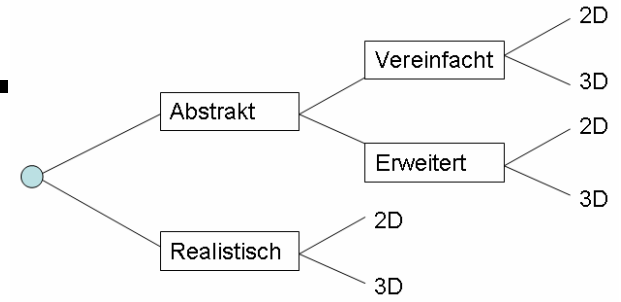
- Gründe:

- Initiale Phase des Projekts, Forschungsprojekt
- Keine detaillierten Aussagen über Nutzergruppen, Nutzerziele, etc. möglich
- Wichtig ist die Generierung neuer Ideen!

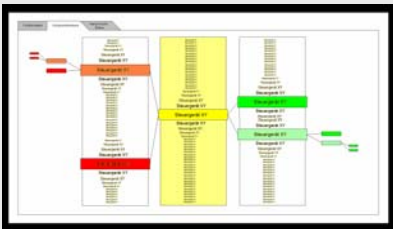
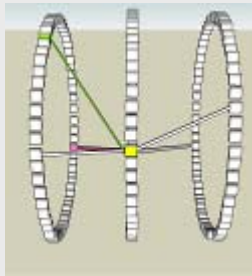
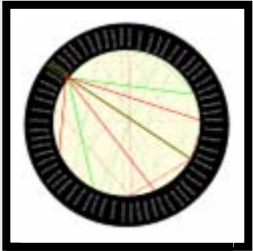
- Werkzeuge:

1. Generierung von Ideen – Brainstorming, Ist-Analyse, ...
2. Auswahlverfahren – Paper Prototyping, Experteninterviews, ...
3. Prototypenerstellung – Flash, Processing, Piccolo, Java3D, OpenGL, ...
4. Evaluation: Heuristische Evaluation, Cognitive Walkthrough, User Studies, ...

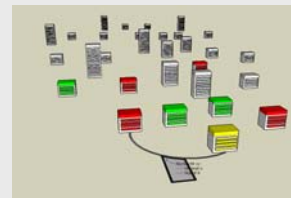
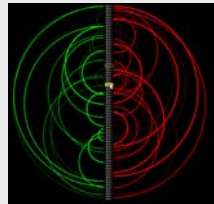
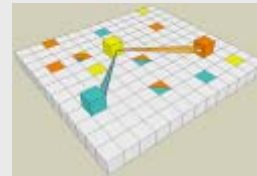
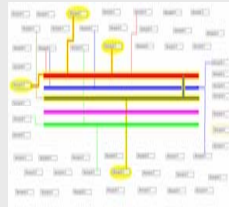
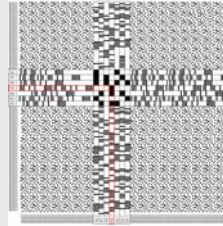
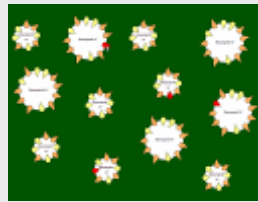
# Projekte und Prototypen. Ideengenerierung.



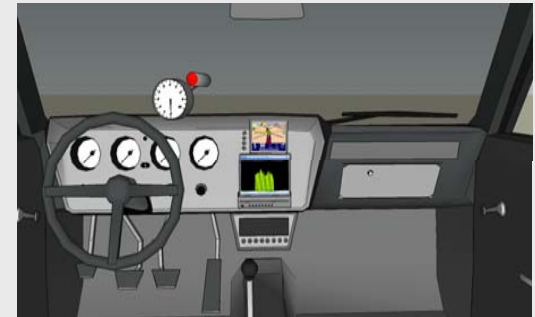
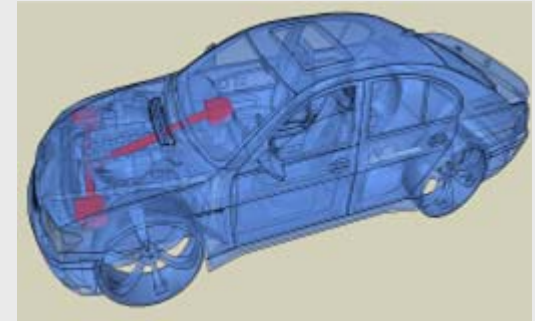
## Abstrakt - Vereinfacht



## Abstrakt - Erweitert

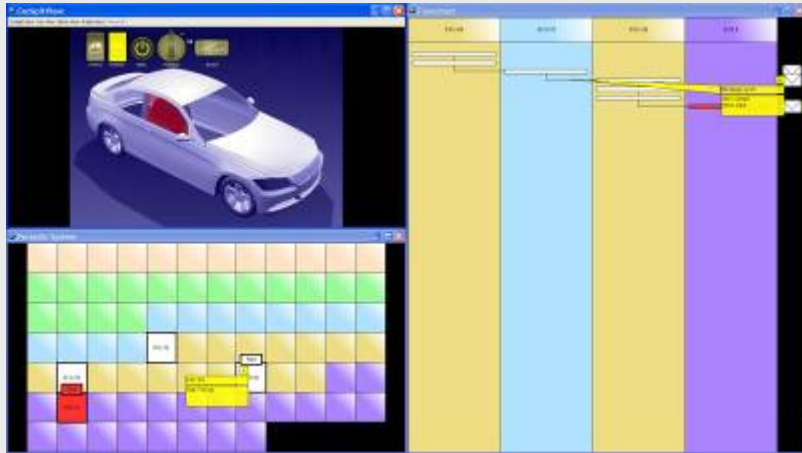


## Realistisch



# Projekte und Prototypen.

## Basiskonzept eines MCV-Systems.



DEMO

### Multiple Coordinated Views

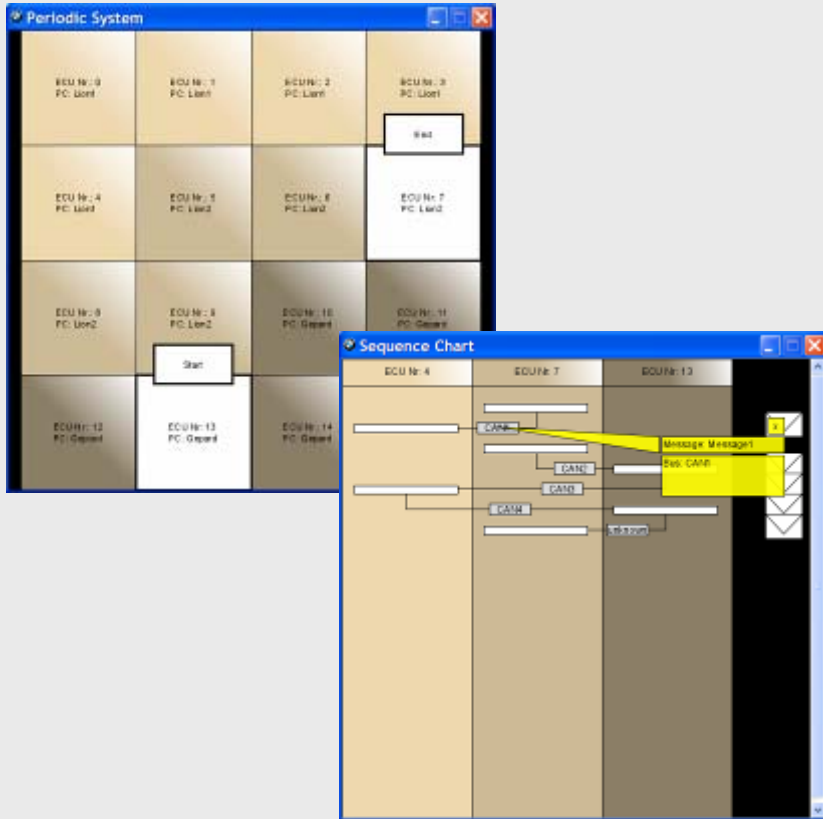
- Drei verschiedene, koordinierte Views
  - *Cockpit View*
  - *Periodic System View*
  - *Sequence Chart View*
- Farbliches Brushing & Linking
- Koordinierte Animation zur Darstellung des Kommunikationsablaufs

### Prototyp zur Ideenkommunikation

- Implementierung von Varianten
- Keine Anbindung an reale Daten (aber: intern skalierendes Datenmodell)
- Programmierung
  - Java / Piccolo
  - MVC Pattern

# Projekte und Prototypen.

## SimuViz: Visualisierung einer Simulation.



DEMO-Server

DEMO-Client

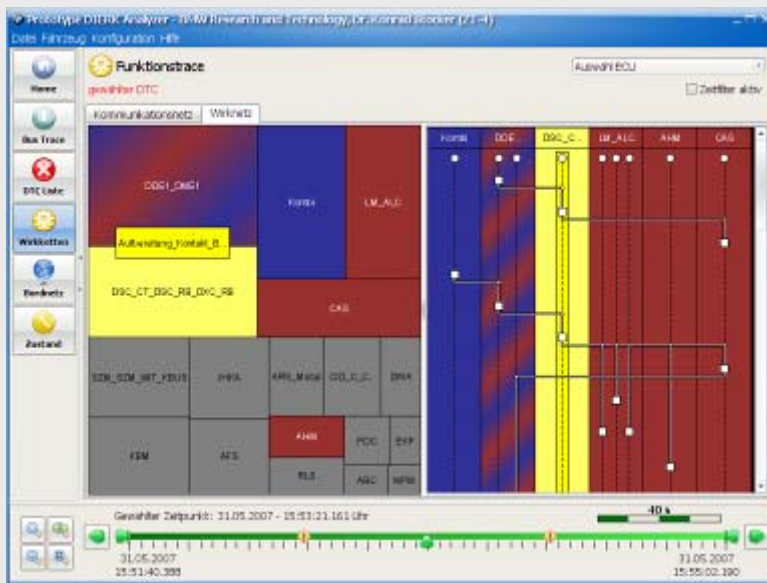
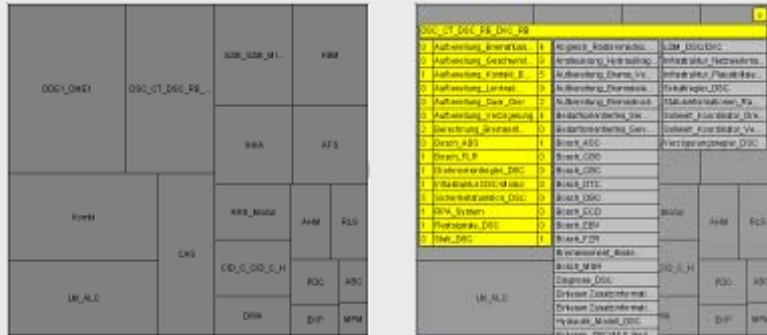
### Problematik

- Fehlende Darstellung der Vorgänge während des Ablaufs einer Simulation
- Für Präsentationszwecke unbedingt notwendig
- Geg.: Prototypischer Rechnercluster, der drei Steuergeräte simuliert

### Visualisierung

- Modifikation des Basiskonzeptes
- Hauptunterschied: Visualisierung von dynamischen Daten
- Client/ Server Lösung
- Dynamische Darstellung ankommender Informationen
- FIFO-Puffer

# Projekte und Prototypen. Visualisierung zur Fehlerdiagnose.



## Integration in Diagnosetool

- Tool zur Unterstützung im Prozess der Fehlerdiagnose
- Verschiedene grafische Module ermöglichen eine Diagnose aus unterschiedlichen Perspektiven
- Ziel: Umfassender Überblick zum Fehlerzeitpunkt

## Visualisierung

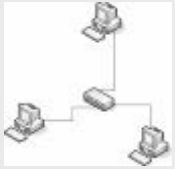
- Modifikation des Basiskonzeptes
- Neue Farbkodierung, keine Animation
- Zwei Views:
  - Areamap View
  - Sequence Chart View
- Einbindung als Modul zur Abbildung der konvexen Hülle einer Funktion



# Ausblick.

## Ideen: Visualisierungsmethoden.

### Methoden zur Echtzeitvisualisierung



Simulation



Live

Zeitabhängige Visualisierung

### Methoden der VR-Visualisierung

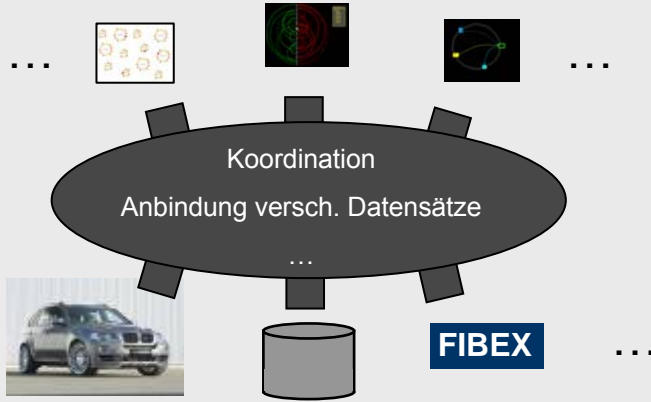




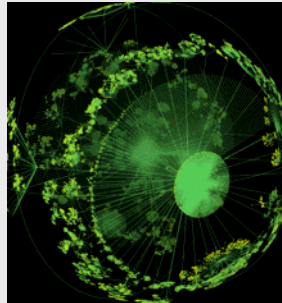
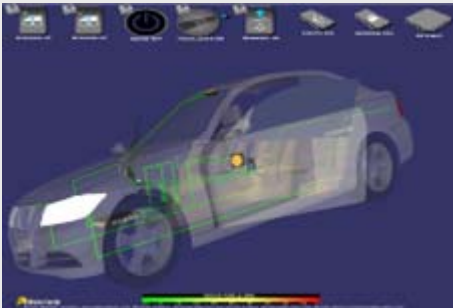
# Ausblick.

## Ideen: Koordination/ Kombination.

### Control- & Dataconnectionlayer



### Techn.-wiss./ Info-Vis. Kombinationen



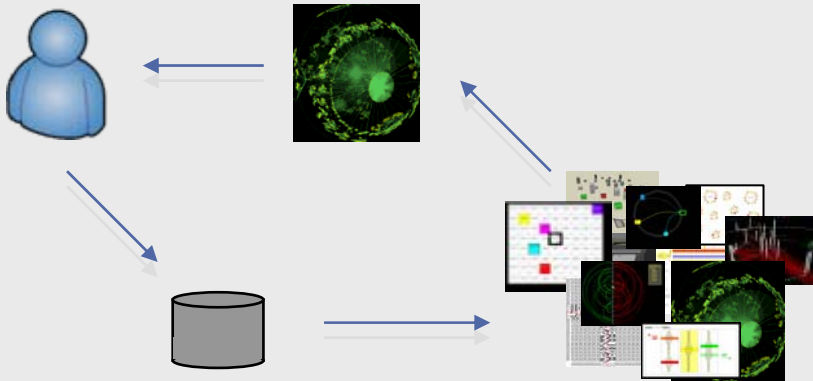
# Ausblick.

## Ideen: Einbindung in Anwendungen.

### Einbettung von 2D-Vis. in VR



### Automatische Auswahl von Methoden



# Ausblick.

## Ein 3-Säulen Model als Basis der Dissertation.

### Übergeordnete Themen

- Evaluierung (User-Tests, Befragungen, auch Anforderungsanalyse, etc.) 1 3
- Usability 1 3
- Entwicklungsprozeß, User zentrierter Ansatz (z. B. Workshops, Papierprototypen) 1 3
- Technik (Multi Screen, große Screens, Shutter glasses, data glove?, etc.) 1 3
- Use Cases (Welche Fragen, Ziele, Nutzergruppen, In/Outs, etc.) 1 3
- Analyse Stand von Forschung und Technik (auch z. B. Tracerunner) 1 2 3
- Schnittstellendefinitionen (Aktionen-Sets, Interaktionen-Sets, Koordination-Sets, etc.) 1 2 3

### 1. Visualisierungsmethoden

- Soll/Ist Visualisierungen
- Zeitabhängige Methoden
- 3D-Visualisierung<sup>1</sup>
- Information Dimming<sup>2</sup>
- alg. Use Case zentrierte Methoden
- *Modulare Programmierung*

### 2. Koordination/ Kombination

- Multiple Coordinated View<sup>2</sup>
- Coordination-Layer (z. B. Verquickung von technisch-wissenschaftlicher- und Informationsvisualisierung)
- Connection-Layer (Anbindung verschiedener Datenquellen)
- Konzepte der Koordination (MVC)
- Kommunikationsmodelle
- Kombination verschiedener Toolkits (Flash, Java, OpenGL)

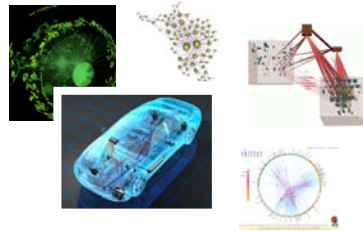
### 3. Einbindung in Anwendungen

- Erstellung eines Tools zur freien Integration und Kombination der Methoden (HCI, 2D, Datenanbindung)
- Einbettung der 2D-Konzepte in eine 3D Umgebung („method in method“)<sup>1</sup>
- kollaborative Anwendungen

- Zur Gliederung weiterer Vorgehensweisen
- Forschungspotentiale des Themas
- Hauptaugenmerk der Arbeit wird voraussichtlich auf der 1. Säule (*Visualisierungsmethoden*) liegen
- Diplomarbeiten/ Projektarbeiten, z. B.:
  - Methoden zur interaktiven Graphenvisualisierung
  - VR-Visualisierung von Kommunikationsprozessen

# Vielen Dank!

Methoden der Informationsvisualisierung für  
Kommunikationsprozesse im Kraftfahrzeug



Betreuer LMU:  
Prof. Dr. Andreas Butz

Betreuer BMW:  
Dipl. Ing. MBA Wolfgang Hintermaier

**BMW Group**  
Forschung und Technik

