

# Virtuelles Konstruieren mit Gestik und Sprache

Ipke Wachsmuth  
Technische Fakultät  
Universität Bielefeld



Technische  
Fakultät

Labor für  
Künstliche Intelligenz  
& Virtuelle Realität



**Situierte  
Künstliche  
Kommunikatoren**  
**SFB 360**

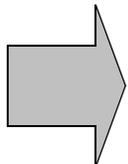
# KI als Ingenieursdisziplin

Pragmatische Definition von KI im Bericht des Arthur D. Little-Institutes an den Bundesforschungsminister (1994)

**“Künstliche Intelligenz ist die Fähigkeit, mit Hilfe eines Computers Daten zu interpretieren, zu verstehen und zu verarbeiten.”**

## Schwerpunkte für Anwendungen intelligenter Systeme

- Intelligente Kommunikationsnetze
- Intelligente Büroautomatisierung und Multimedia
- Intelligente Roboter und Fahrzeuge
- Intelligente Entwurfs- und Fertigungsverfahren
- Innovative, intelligente Softwaresysteme
- Automatische Sprachverarbeitung und -übersetzung
- Anwendungen der Virtual Reality



# Virtuelle Realität, ‘digital mockups’



## Virtuelles Konstruieren

- Innovatives Verfahren zur Entwurfsunterstützung und Montage-Erprobung in Frühphasen industrieller Herstellungsprozesse
- Erprobung von Entwurfsvarianten und Fertigungsplänen auf Basis von CAD-Modellen mechanischer Objekte in der virtuellen Realität
- Überprüfung konstruktiver und gestalterischer Merkmale am virtuellen Prototypen eines geplanten Produkts (Kostensparnis, Qualitätssicherung)

## Probleme der VR-Technik

- ◆ mühsame Handhabung synthetischer Modelle
- ◆ mangelnde Unterstützung des interaktiven Entwurfs
- ◆ Fehlen menschengerechter Kommunikationsformen

### Wünsche:

- ◆ physikgerechte „reale“ Manipulationsmöglichkeiten
- ◆ interaktive Systeme, die Benutzereingriffe in einer visualisierten Szene unmittelbar umsetzen

## AG Wissensbasierte Systeme

### Schwerpunkte

#### Intelligente Entwurfsverfahren „Virtuelles Konstruieren“

- ◆ Kopplung von Techniken der KI und 3D-Computergrafik
- ◆ wissensbasierte Unterstützung des Modellierens in VR
- ◆ dynamisch anpaßbare Objektstrukturbeschreibungen

#### Mensch-Maschine-Interaktion mit Gestik und Sprache

- ◆ Interpretation gestischer und multimodaler Eingaben
- ◆ Generierung synthetischer Gestik und Sprache
- ◆ artikulierter Kommunikator als virtueller Assistent

Innovative, intelligente Softwaresysteme für virtuelle Realität, ingenieurmäßig und kognitionswissenschaftlich fundiert

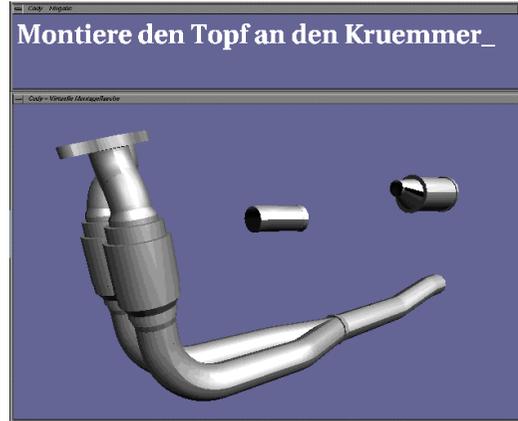
## Virtuelles Konstruieren: Ziele

- ◆ Kommunikative Kompetenz (z.B. Teile benennen können)
- ◆ Handlungskompetenz (Teile zusammenbauen können)
- ◆ Dazu notwendig:
  - Strukturbeschreibung von Bauteilen und gefügten Aggregaten
  - Erkennen von eingegangenen Verbindungen zwischen Bauteilen
  - Erkennen von Aggregaten als Baugruppen des Zielaggregats
  - Erkennen der funktionalen Rolle von Bauteilen im Zielaggregat und Zuschreibung von kontextabhängigen Merkmalen

# Virtueller Konstrukteur

entwickelt im Projekt CODY - SFB 360

- ▶ Wirklichkeitsgetreues Fügen: bewegen, verbinden, trennen
- ▶ Vereinfachung durch das Einschränken von Freiheitsgraden
- ▶ physikalisch korrekte Relativbewegungen der Aggregate
- ▶ dynamisch anpaßbare Strukturbeschreibungen



gezeigt: Desktop-Version (Texteingabe über Tastatur)

**DEUTSCHES FAHRZEUG**  
**ELAN**  
 MADE IN GERMANY  
 Besitzt aus SAT 1 & MDR  
 Edelstahl-rahmen  
 Gebraucht ab 3400,-  
 2 Jahre Garantie  
**ELAN**  
 Bellstr. 70 - 47906 Kempen - Tel. 02152-1001

**Elektromobile für Senioren**  
 Eine HPC erleben  
**Kaiser REHA-Technik**  
 Alarstraße 13, 30674 Werrungen Tel. 051/20 929112

**Mobil-Roller**  
**PERFEKTA**  
 PERFEKTA-Maschinenbau GmbH  
 Obstraße 11  
 D-41302 Korschenbroich 3 (Glehn)  
 Telefon: 021 821 40 36-37  
 Fax: 021 821 5 96 20

**Hallo!**  
 • Führerscheinfrei  
 • Platz in jedem PKW  
 • 10 verschiedene Modelle  
 • Bundesweite Lieferung  
 Kontakt: 0130-726242  
 Kaiserstr. 15  
 58769 Kulin  
 Fax: 021-9761603

**VITAL Elektromobile**  
 Direkt vom Hersteller!  
 bis zu 85 Km Reichweite  
 (6-15 kmh schnell!)  
 Jetzt auch für den Golfplatz!  
**VAT GUNDERMANN GMBH P-2**  
 Bremer Str. 126, 98113 Lohrweil  
 Tel. 03351-953040 oder 41, Fax 953042

**Komfort & Sicherheit**  
 Neu: Dreihydro-  
 schneidemaschine für mehr  
 Kraft und Frontfreiheit  
 Batterie-Service  
 und Kundenbedarf  
 in max. 45 Min.  
 Kostenlos  
 konform mit  
 allen Regeln und  
 Vorschriften  
**ELMOS** Reha-Technik GmbH  
 Tel./Fax: 02354 / 53 59  
 Schwarzenberg 15 - 58540 Meinerzhagen

**Mobilität neu erwerben!**  
 Mit der mobilen Gehhilfe auf 4 Rädern fahren Sie...  
**smobil**  
 • ohne fremde Hilfe  
 • fahrerscheinfrei  
 • bis ca. 55 km  
 • bis ca. 20% Steigung  
 • kostengünstig  
 • wenig und robust  
 • 1 Jahr Garantie  
 Teilzahlung möglich!  
 Fordern Sie kostenloses Prospekt bei  
**Susanne Oberbeul**  
 Kriemhildstr. 71 58123 Soest  
 Tel. 02336/49046-0 Fax 02336-4904699

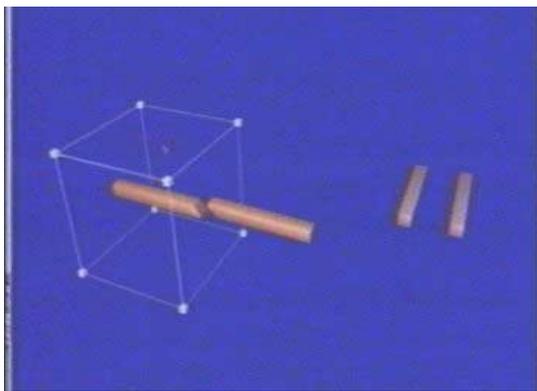


Variantenkonstruktion

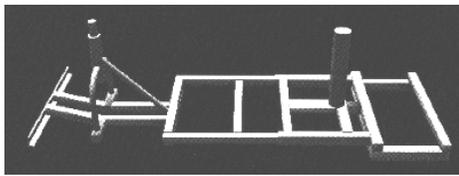
# Verbindungen durch "Ports"

Plane-Ports, Point-Ports  
 Extrusion-Ports

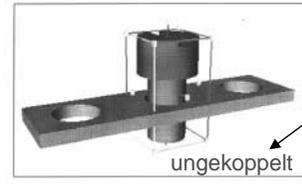
- ▶ Kollisionserkennung
- ▶ Zusammenschnappen
- ▶ Freiheitsgrade einschränken
- ▶ Verbindungen fixieren (Material- oder Kraftschluß)



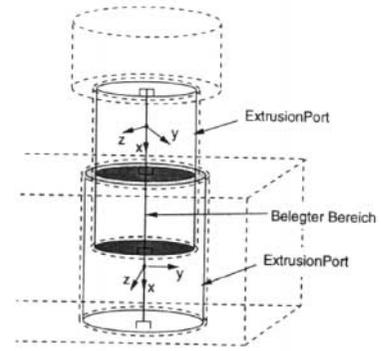
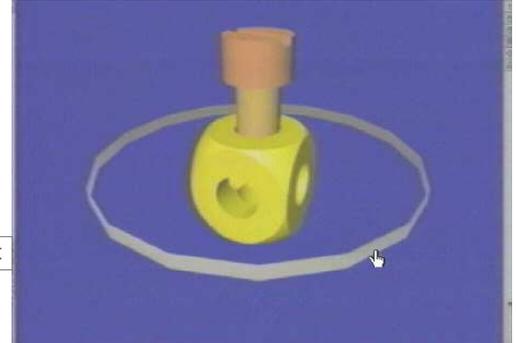
gezeigt: Plane-Ports



# Extrusion-Ports



gekoppelt



Erweiterte Freiheitsmatrix Schraube-1:  
 – aufbauend auf Roth: Konstruieren mit Konstruktionskatalogen –

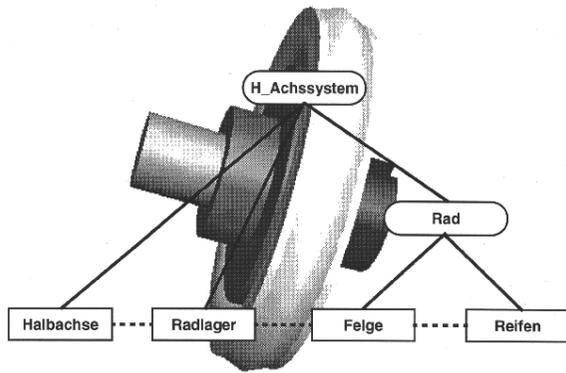
3.3696	18.6304	FREE	FREE
BLOCKED	BLOCKED	BLOCKED	BLOCKED
BLOCKED	BLOCKED	BLOCKED	BLOCKED

{{(0,0,2,0, 0,8),(1,0,3,0, 0,8)}

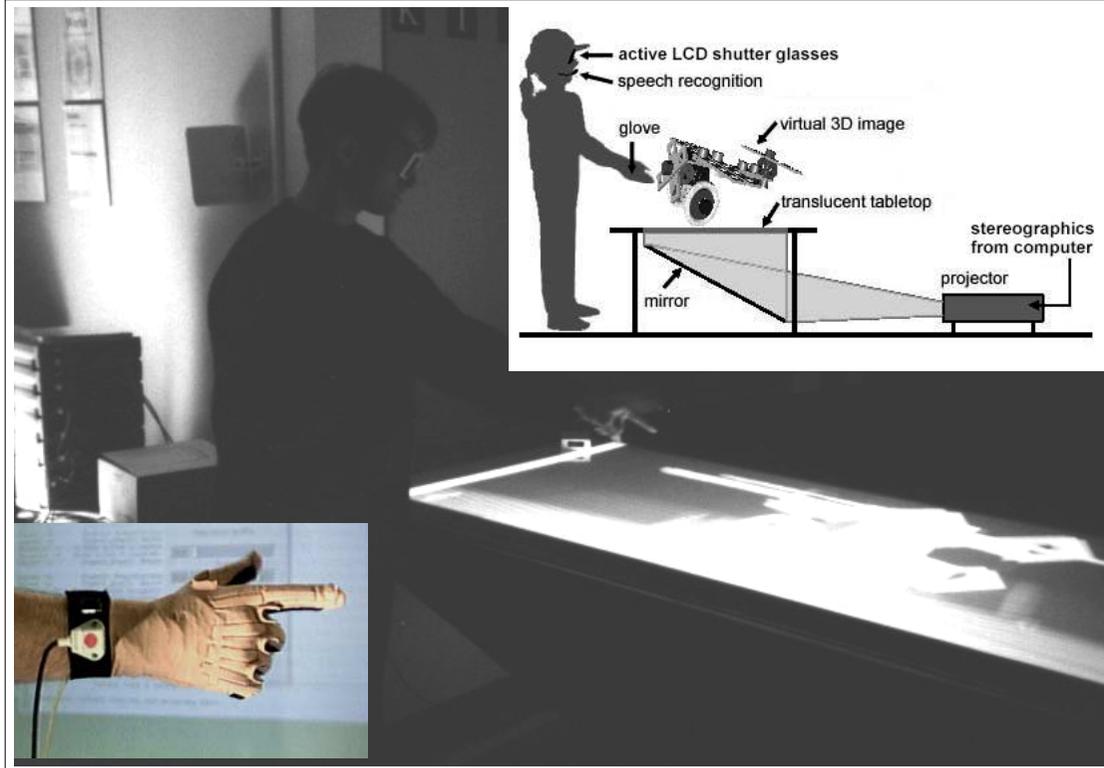
# Dynamische Konzeptualisierung

(mit dem Repräsentationsformalismus COAR)

- ▶ Schritthaltende Anpassung der Strukturbeschreibung vor dem Hintergrund einer Montagewissensbasis
- ▶ Abmessen der metrischen Portkonsumtionen direkt im Geometriemodell

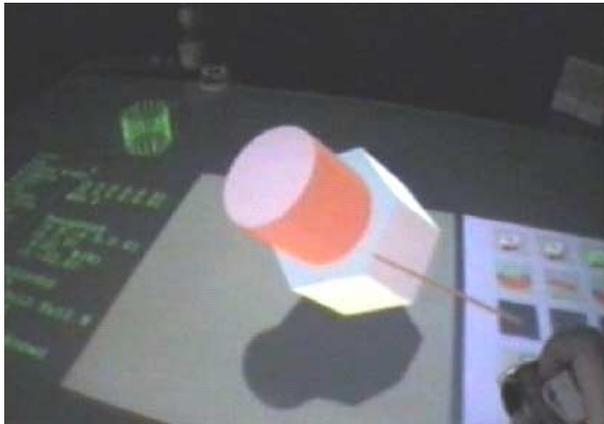


Arbeiten mit Bernhard Jung, Projekt CODY - SFB 360



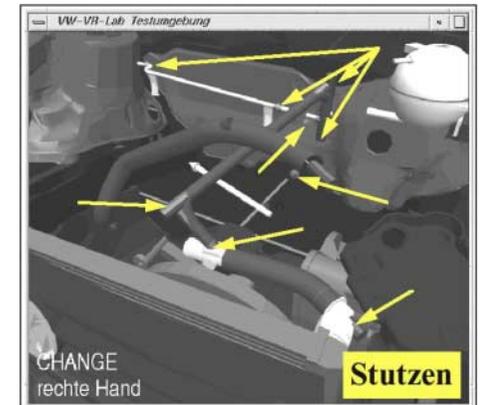
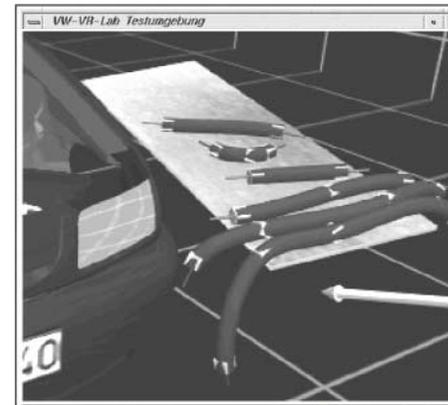
# Einrichtung der Ports in VR

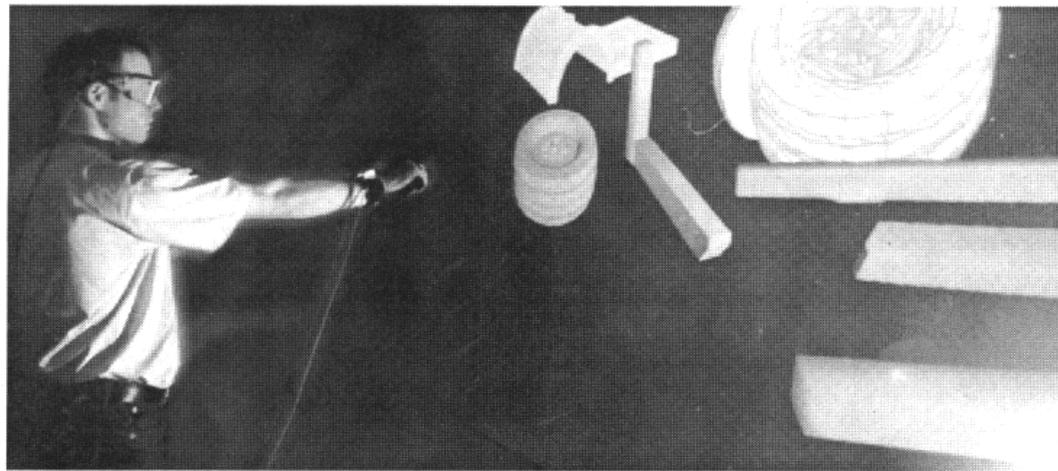
(teilautomatisch; Diplomarbeit Peter Biermann)



# Leitungsverlegung in VR

Dissertation Michael Symietz (VW Wolfsburg); Technische Fakultät 2000





Wie von Geisterhand: Stefan Kopp bewegt Projektionen auf der Leinwand per Handstreich

Foto: Konrad Lehmann

# Das Weltentor in der Uni

Informatiker bauen an der Virtuellen Realität

Eines der literarischen Ereignisse 1998 war »Otherland« von Tad Williams, gefeiert als der Roman der Virtuellen Realität: Eingepackt in Datasuits oder versenkt in gelgefüllte Säрге, bewegen sich die Hel-

formatiker sich nicht nur mit Physik und Ingenieurwesen beschäftigen, sondern auch mit Psychologie, Biologie, Soziologie, Linguistik.

Eines der literarischen Ereignisse 1953 war »Fahrenheit 451«

# Virtuelles Labor



Virtuelles Konstruieren mit Gestik und Sprache  
Arbeiten mit Marc Latoschik & Bernhard Jung

zeigen/select (deiktisch)

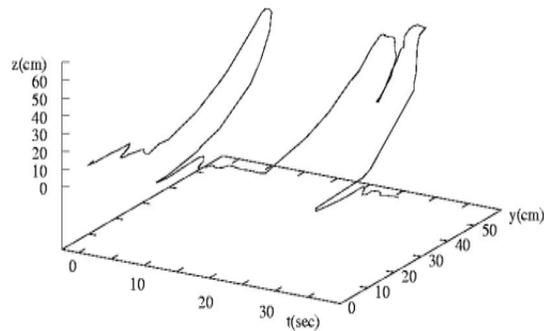


drehen (mimetisch)



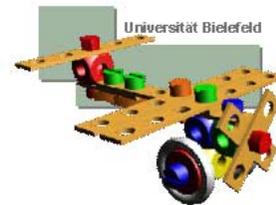
# Erfassung gestischer Bewegung

- kinetische Struktur
- starke Beschleunigung der Hand, Stopps, rapide Wechsel der Bewegungsrichtung
- starke Handspannung
- Symmetrien bei beidhändigen Gesten



# DEIKON (2000++)

„Deixis in Konstruktionsdialogen“  
(gemeinsames Projekt mit H. Rieser)



Beispiel: Gestische Formbeschreibung



Beispiel: Andeuten einer Rechteckform

Arbeiten mit Timo Sowa und Ian Voss

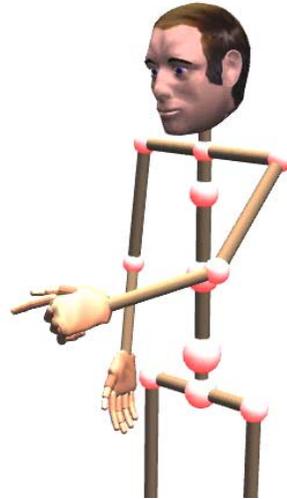
# Artikulierter Kommunikator

Arbeiten mit Stefan Kopp

Ziel: Synthese natürlicher Gesten

- Kinematik, inverse Kinematik
- Dynamik, natürliches Timing
- koverbale Gestengenerierung

Kinematisches Skelett mit 43 Freiheitsgraden (DOF) in 29 Gelenken für den Körper und 20 DOF für jede Hand.



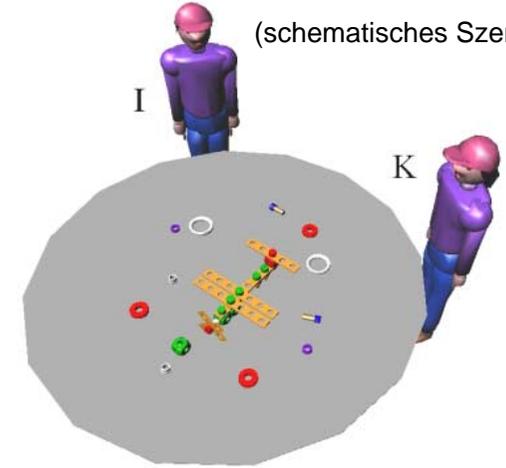
Knie und Füße hier nicht gezeigt

# Instrukteur-Konstrukteur Dialog

(schematisches Szenario)

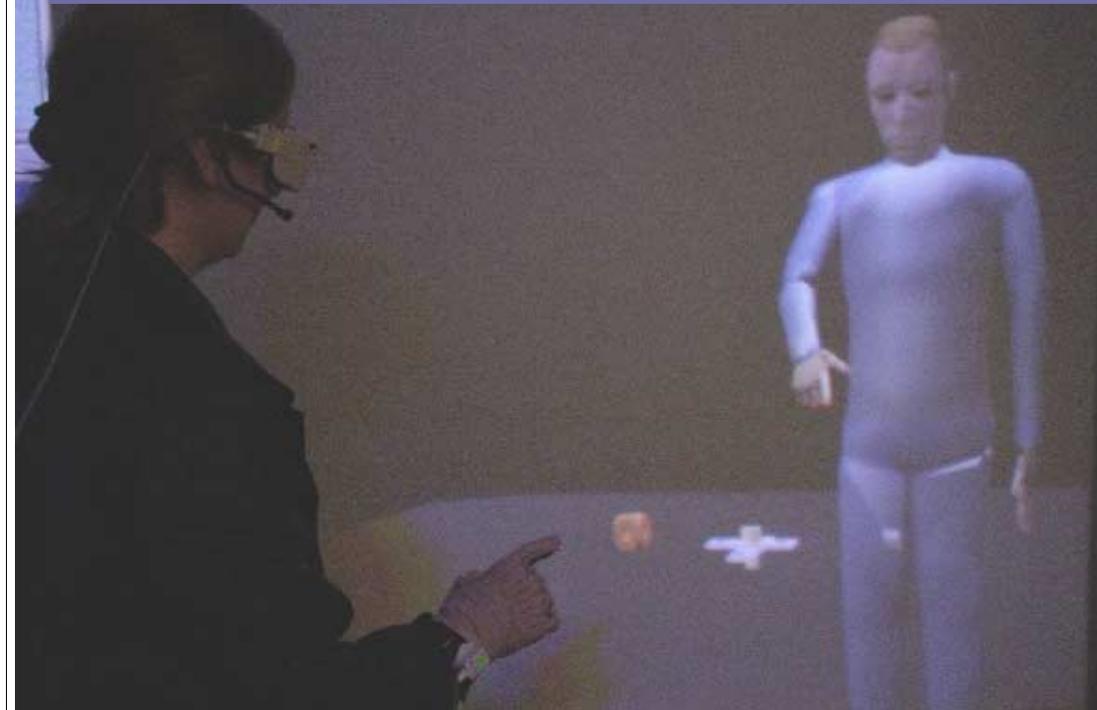


Szenario: Zwei Partner konstruieren kooperativ ein Modellflugzeug

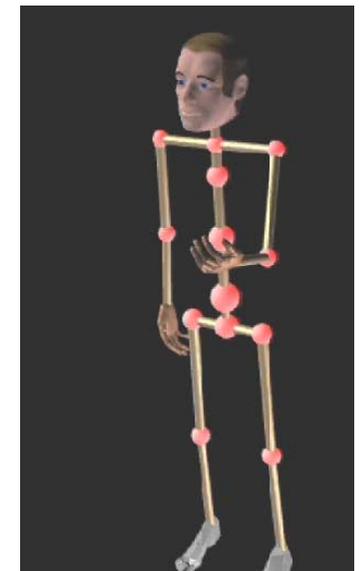
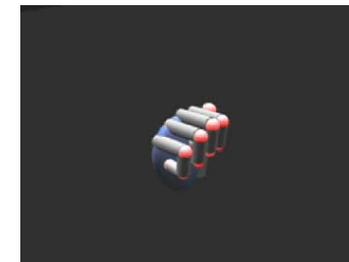
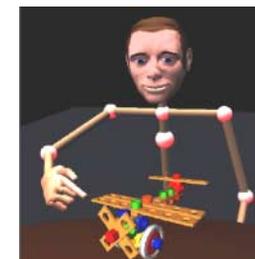


- Zwei settings: Menschlicher Instrukteur (I)
- Konstrukteur (K) ist ein Roboter
  - Konstrukteur (K) ist ein virtueller Assistent

## Artikulierter Kommunikator (Ziel-Szenario)

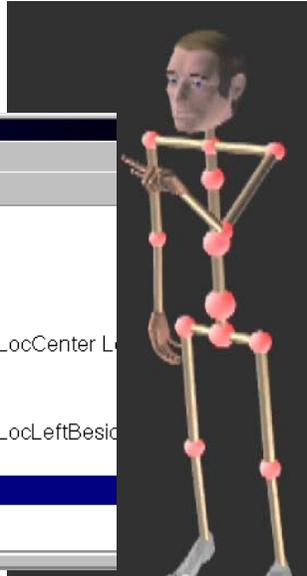


# Virtueller Assistent „MAX“



# Andeuten einer Rechteckform

grob



Articulated Communicator

Gesture mappings

```

DrawRect
├── (PARALLEL (Start 0.9, 0)(End 2.9, 0))
│   ├── (SEQUENCE (Start 0.9, 0)(End 2.9, 0))
│   │   ├── (PARALLEL (Start 0.9, 0)(End 1.8, 0))
│   │   │   ├── (DYNAMIC (Start 0.9, 0)(End 1.8, 0)(HandLocation ((LocShoulder LocCenter L
│   │   │   │   └── (STATIC (Start 0.9, 0)(End 1.8, 0)(PalmOrientation (PalmD)))
│   │   │   └── (PARALLEL (Start 1.9, 0)(End 2.1, 0))
│   │   │       ├── (DYNAMIC (Start 1.9, 0)(End 2.1, 0)(HandLocation ((LocShoulder LocLeftBesic
│   │   │       └── (STATIC (Start 1.9, 0)(End 2.1, 0)(PalmOrientation (PalmR)))
│   │   └── (PARALLEL (Start 2.2, 0)(End 2.9, 0))
│   │       └── (STATIC (Start 0.9, 0)(End 2.9, 0)(HandShape (BSifinger)))
└── HandAction 1
    
```

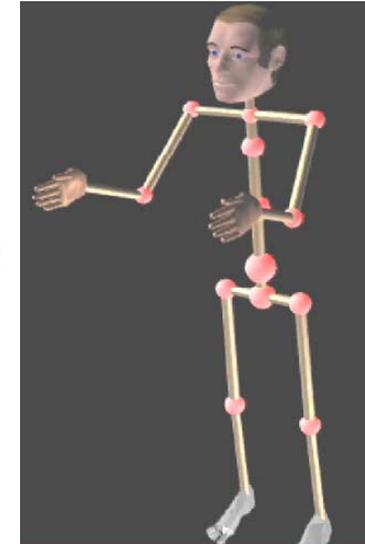
# Zweihandgeste (ikonisch)



benutzt um Größe oder Orientierung von Objekten anzudeuten

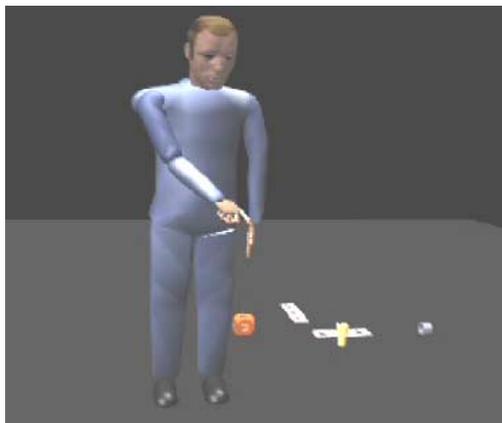


z.B. Referenzieren eines Einzelobjekts in einer Baugruppe



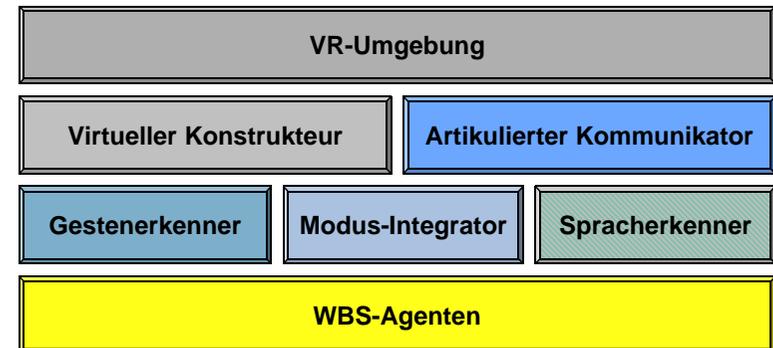
# „MAX“ – virtueller Assistent

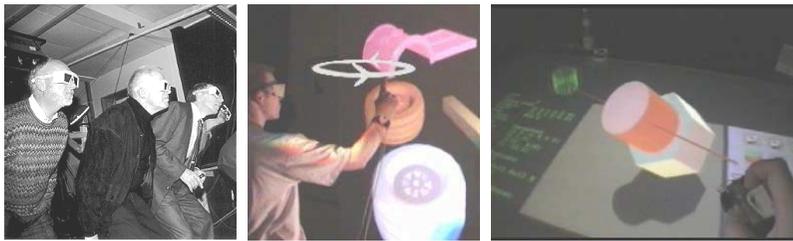
Multimodal Assembly Expert



Arbeiten mit Stefan Kopp, Bernhard Jung und Projektstudenten

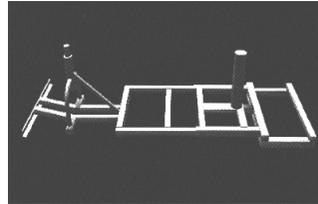
# Übersicht Komponenten





### Arbeitsgruppe Wissensbasierte Systeme Leitung: Prof. Dr. Ipke Wachsmuth

- ◆ Informatik-Systeme, die kognitive Fähigkeiten modellieren und in technischen Anwendungen verwerten
- ◆ Methoden der Künstlichen Intelligenz: maschinelle Wissensverarbeitung, Multi-Agenten-Systeme
- ◆ Schwerpunkte: interaktive 3D-Grafik- und Virtual Reality-Systeme mit multi-modaler Ein/Ausgabe (Gestik, Sprache)



## Team AG Wissensbasierte Systeme



„MAX“



Bernhard Jung



Stefan Kopp



Peter Biermann



Ipke Wachsmuth



Timo Sowa



Ian Voß



Marc Latoschik

## Zusammenfassung des Vortrags

Im Bielefelder Labor für Künstliche Intelligenz und Virtuelle Realität liegt der Forschungsschwerpunkt auf der Integration von gestischer und sprachlicher Mensch-Maschine-Kommunikation in einem Szenario des Virtuellen Konstruierens. Dabei werden hochaufgelöste räumliche Visualisierungen CAD-basierter Bauteilmodelle in realistischer Größe auf einer Großbildleinwand präsentiert und über Eingabegeräte der Virtuellen Realität (Datenhandschuhe, Positionssensoren, Spracherkennungssystem) zu komplexen Aggregaten zusammgebaut. Wissensbasierte Techniken kommen einerseits bei der Montagesimulation mit den computergraphischen Bauteilmodellen und andererseits bei der Auswertung der sprachlich-gestischen Eingaben zum Einsatz.

## Virtuelles Konstruieren mit Gestik und Sprache

Kontakt:

AG Wissensbasierte Systeme  
(Künstliche Intelligenz)

[www.techfak.uni-bielefeld.de/techfak/ags/wbski/](http://www.techfak.uni-bielefeld.de/techfak/ags/wbski/)

