

Einführung in die KI

Prof. Dr. sc. Hans-Dieter Burkhard
Vorlesung Winter-Semester 2005/06

Einführung
Grundfragen der KI

50 Jahre Künstliche Intelligenz

1956: Logik und Probleme lösen

Herausforderungen:

Theoreme beweisen

Texte übersetzen

Schach

1997:

Computer Deep Blue gewinnt gegen
Schachweltmeister Kasparov

E.A. Poe über Schachautomaten

Arithmetical or algebraical calculations are, from their very nature, fixed and determinate. ... But the case is widely different with the Chess-Player. With him there is no determinate progression. ...

It is quite certain that the operations of the Automaton are regulated by mind and by nothing else.

*Edgar Allan Poe:
Maelzel's Chess-
Playing Machine,
Southern Literary
Messenger,
April 1836.*

50 Jahre Künstliche Intelligenz

2006: Wahrnehmung und Handlung

Herausforderungen:

Roboter

Autonome Fahrzeuge

Intelligentes Internet

.....

Autonome Intelligente Systeme

Wahrnehmung: Was ist die aktuelle Situation?

Wo bin ich?

Was machen die anderen?

Entscheidung: Was sind meine Möglichkeiten?

Was ist schön für mich?

Wie kann ich das erreichen?

Handlung: Was mache ich jetzt?

Was sage ich jetzt?

Was sieht der AIBO auf dem Spielfeld?



Wahrnehmung im freien Gelände

DARPA Grand Challenge

1. Versuch: 13. 3.2004

Preisgeld 1 Million \$

2. Versuch: 8.10.2005 , Preisgeld 2 Millionen \$

175 Meilen durch die Wüste in 10 Stunden

Start und Ziel in Primm (Nevada)

Künstliche Intelligenz

Verständnis wächst mit aktiver Auseinandersetzung: Etwas zu "machen", zu beherrschen, bedeutet zugleich besseres Verstehen.

Angewandt auf die Erforschung geistiger Prozesse führt das auf die Nachbildung intelligenten Verhaltens mit Maschinen.

So ist "Künstliche Intelligenz" zunächst unter zwei Aspekten zu sehen: Modellierung von Intelligenz mit dem Ziel, sie besser zu verstehen und Ausnutzung maschineller Leistungsfähigkeit zur Erledigung intelligenter Aufgaben.

Der dritte Aspekt betrifft die kollektive oder soziale Intelligenz: Intelligentes Verhalten entsteht durch Kooperation und Koordination.

Künstliche Intelligenz

Unterschiedliche Möglichkeiten
Für Vergleich Mensch und Maschine:

- Gleiche Funktionalität (Black box)
- Gleiche Methoden
- Gleiche Strukturen
- Gleiches Material :-)

Humboldt-Universität: Künstliche Intelligenz

Fallbasiertes Schließen

Wissensmanagement

Agenten-Orientierte Techniken

Verteilte KI

Sozionik

Anwendungen in der Medizin

Kognitive Robotik

Fallbasiertes Schließen, Wissensmanagement

Hintergrund des Fallbasierten Schließens:

Handeln aus Erfahrung. Erinnern und Anpassen.

Probleme: Effizientes Retrieval geeigneter Fälle aus Falldatenbasis
Kontinuierliche Aktualisierung
Entwickelte Technik: Case Retrieval Netze

Anwendungen (in Kooperation mit tec:inno-empolis)

- Support Knowledge Manager (Customer Support)
www.ad.siemens.de/csi/km
- Online-Reisebüro (Last Minute Reisen)
www.reiseboerse.com

Reiseberatung: einfache Variante

Suchmaschine

“Stimulus-Response”

Kunde:



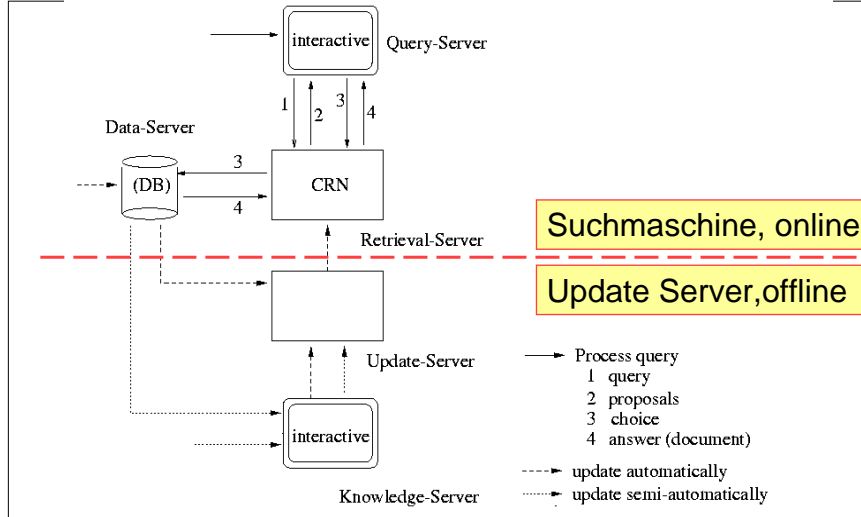
Wunsch spezifizieren
(Formular ausfüllen)



Agent:

Antwort spezifizieren
(Passende Angebote
präsentieren)

Reiseberatung: einfache Variante



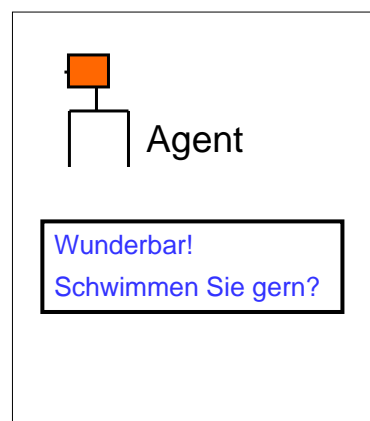
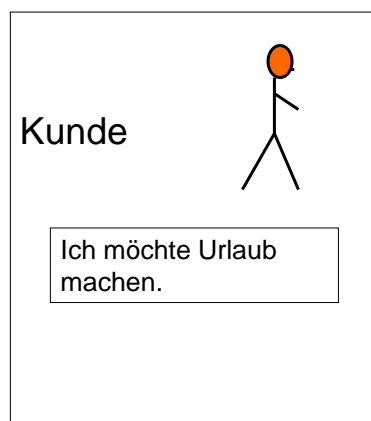
H.D.Burkhard, HU Berlin
Winter-Semester 2005/06

Vorlesung Einführung in die KI
Einführung

10

13

Reiseberatung: komplexer



H.D.Burkhard, HU Berlin
Winter-Semester 2005/06

Vorlesung Einführung in die KI
Einführung

11

14

Reiseberatung: komplexer

Kunde



Ja, am besten allein
mit guten Freunden
an einem weißen
Strand. Und ich mag
Sport.



Agent

Wunderbar!
Und abends?

H.D.Burkhard, HU Berlin
Winter-Semester 2005/06

Vorlesung Einführung in die KI
Einführung

11

15

Reiseberatung: komplexer

Kunde



Gute Unterhaltung,
exclusive Bars, etc.



Agent

Klingt phantastisch.
Ist es das, was Sie
wünschen?
(präsentiert ein Angebot)

H.D.Burkhard, HU Berlin
Winter-Semester 2005/06

Vorlesung Einführung in die KI
Einführung

11

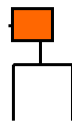
16

Reiseberatung: komplexer

Kunde



Wirklich phantastisch
Aber über meinen
Möglichkeiten.
Lieber etwas weniger
exklusiv ...



Agent

Mal sehen. Wie wäre es
damit?
(präsentiert ein anderes
Angebot)

Reiseberatung: komplexer

Agent benötigt "dynamisches" Wissen zum Dialog:

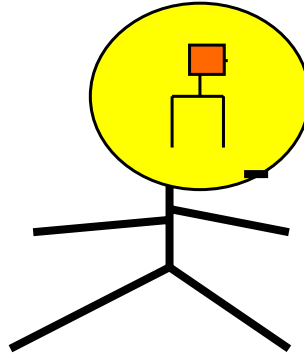
- Historie des Dialogs
- (Hypothetisches) Modell des Kunden
 - Wünsche, Absichten
 - Fähigkeiten
 - Ansichten
- (Flexibler) Plan für
 - Erkundung der Wünsche, Absichten des Kunden
 - Verkauf profitabler Angebote

*Modellierung von
Ansichten, Wünschen, Absichten
bei **Kunde** und **Agent***

Modellierungsprobleme

Modelle für

- Wissen/Ansichten
- Wünsche, Ziele, Pläne
- Entscheidungsprozesse
- Koordination



H.D.Burkhard, HU Berlin
Winter-Semester 2005/06

Vorlesung Einführung in die KI
Einführung

13

19

Multi-Agenten-Systeme (MAS)

Hintergrund:

- Kooperative Informationsverarbeitung in komplexen Szenarien
- Offene Systeme
- Autonome Systeme

Sozionik

- Kooperation von Menschen und Maschinen unter Beachtung organisatorischer und soziologischer Anforderungen

Anwendungsszenarien: Klinik-Informationssysteme

- Elektronische Patientenakte
- Termin-Management

H.D.Burkhard, HU Berlin
Winter-Semester 2005/06

Vorlesung Einführung in die KI
Einführung

20

Sozionik

Soziologie und Informatik (speziell Verteilte KI)

- Koordination von Agenten nach sozialen Mustern
- Simulation sozialer Systeme
- **Hybride Systeme**
 - Technische Agenten als menschlichen Akteuren vergleichbare Kooperationspartner
 - Verteilte Handlungsträgerschaft
 - Entwicklung und Einführung von Systemen
 - Anpassung von Strukturen und Kooperationsformen

Geteilte Handlungsträgerschaft in hybriden Gesellschaften

Die herausragende Stellung des Menschen beruht auf seiner Intelligenz, auf seinen kognitiven und sozialen Fähigkeiten. Künstliche intelligente Systeme werden zunehmend zu Partnern des Menschen, sowohl im Bereich der Informationstechnik als auch im Bereich der Robotik. Das erfordert eine Anpassung der Systeme an die Erfordernisse menschlicher Umwelten und menschlicher Gesellschaften.

Im Gebiet der Sozionik werden Wechselwirkungen zwischen Informatik und Soziologie untersucht. In einem gemeinsamen Projekt mit Soziologen der TU Berlin stehen Probleme der Gestaltung und Implementation hybrider Gesellschaften im Mittelpunkt. Vorgeschlagen wird eine inkrementelle Strategie für die Gestaltung und Implementation entsprechender Multi-Agentensysteme.

Kognitive Robotik

Hintergrund:

Mobile Roboter in dynamischen Umgebungen

Probleme: Wahrnehmung, Bewegung, Steuerung
(Autonome Agenten in realer Umwelt)

Teilbereiche der KI: Grundlagen

Repräsentation von

- Umwelt:
(Raum, Zeit, ...)
- Domänenwissen
(Fakten, Zusammenhänge, Methoden)

Wissensrepräsentation

als Einheit von

- Information
(Daten, explizit beschriebenes Wissen)
- Inferenz-Verfahren
(Interpretation, implizit enthaltenes Wissen)

1+1 = 10

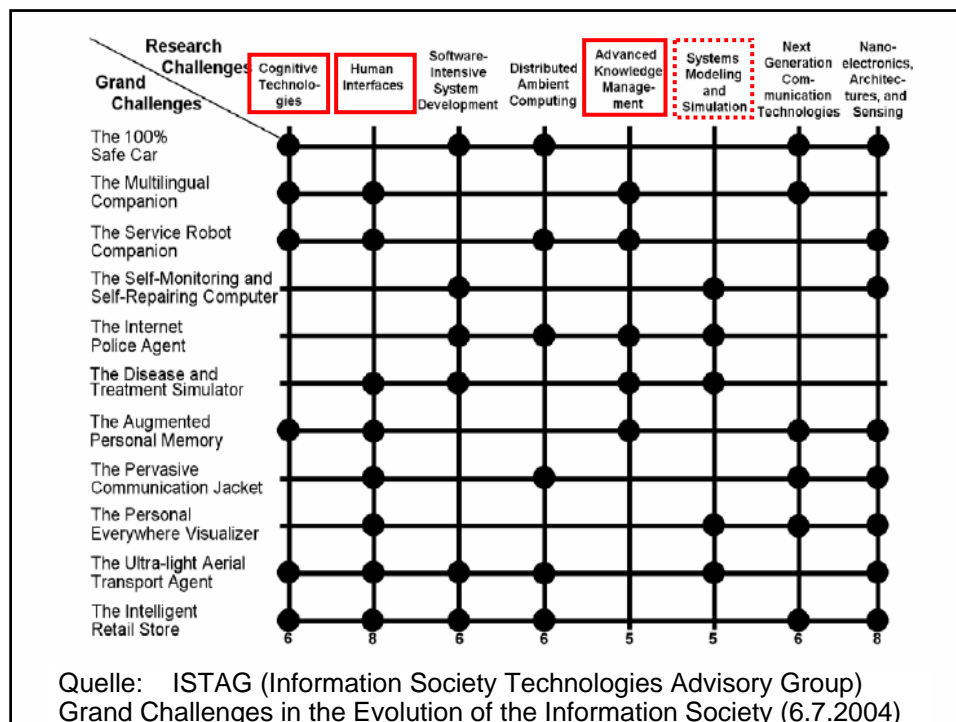
Teilbereiche der KI: Einsatzgebiete

- Sprachverarbeitung
 - Verstehen, Sprechen, Übersetzen, ...
- Wahrnehmung (u.a. „Sehen“)
- Objekterkennung, Szeneninterpretation, ...
- Assistenzsysteme
(Wissensbasierte Systeme, Expertensysteme ...)
- Entscheidungsunterstützung,
- Wissensmanagement,
- ...
- Robotik
- Kognition
- ...

H.D.Burkhard, HU Berlin
Winter-Semester 2005/06

Vorlesung Einführung in die KI
Einführung

25



„Technische Kognitive Systeme“

In Virtuellen Welten, Internet usw.

z.B.:

Such-Maschinen

Semantic Web

Web-Portale

Computerspiele

„Technische Kognitive Systeme“

In realer Umwelt, z.B.:

Fahrer-Assistenz-Systeme

DARPA Grand Challenge

Versuch: 13.3.2004

Versuch: 8.10.2005

Grand Challenge

2004 von Barstow (Kalifornien) nach Primm (Nevada)
Bester: Red Team (Carnegie Mellon University)
Reifenbrand nach ca 12 km

Grand Challenge 8./9. Oktober 2005

132 Meilen durch die kalifornische Wüste

Start und Ziel: Primm

Zeitvorgabe: 10 Stunden

Preisgeld 2 Millionen \$

Ursprünglich 195 Anmeldungen

Qualifiziert: 23 Teams nach mehrtägiger
Qualifikation

The vehicle that completed the course in the shortest amount of time was "Stanley," entered by Stanford University. The team wins the \$2 million prize because it finished the entire course in the shortest elapsed time under 10 hours – six hours, 53 minutes and 58 seconds (6:53:58).

Two vehicles entered by Carnegie-Mellon University, Red Team's "Sandstorm" (7:04:50) and Red Team Too's "H1ghlander" (7:14:00) finished close behind. The Gray Team's "KAT-5" finished at 7:30:16. Oshkosh Truck's 16-ton robot, TerraMax, also finished the course, on Sunday. Its official elapsed time was not available at press time, but the vehicle will not be eligible for the cash prize because the time will exceed the 10-hour limit.

The first four finishers entered the history books as being the first ground vehicle robots to travel a great distance at relatively high speed within a specified time frame. Stanley's average speed over the 131.6-mile desert course was 19.1 mph. Sandstorm averaged 18.6 mph, H1ghlander 18.2 mph, and KAT-5 17.5 mph.

Grand Challenge 2005

Sieger: „Stanley“
Stanford Team, Leitung Sebastian Thrun
VW Touareg

Stanley

The Stanford Vehicle (nicknamed "Stanley") is based on a stock, Diesel-powered Volkswagen Touareg R5, modified with full body skid plates and a reinforced front bumper. Stanley is actuated via a drive-by-wire system developed by Volkswagen of America's Electronic Research Lab.

All processing takes place on seven Pentium M computers, powered by a battery-backed, electronically-controlled power system. The vehicle incorporates measurements from GPS, a 6DOF inertial measurement unit, and wheel speed for pose estimation.

While the vehicle is in motion, the environment is perceived through four laser range finders, a radar system, a stereo camera pair, and a monocular vision system. All sensors acquire environment data at rates between 10 and 100 Hertz. Map and pose information are incorporated at 10 Hz, enabling Stanley to avoid collisions with obstacles in real-time while advancing along the 2005 DARPA Grand Challenge route.

The development of Stanley began in July 2004. At the time of the initial team application, the vehicle is largely functional and has logged dozens of autonomous miles along the 2004 DARPA Grand Challenge course.

Strukturierte Umgebungen

Erfolgreiche Fahrten
seit den 90er Jahren

z.B.
Dickmanns (München)
Nagel (Karlsruhe)

Was ist Künstliche Intelligenz?

... wenn **Maschinen** Leistungen vollbringen,
die in der Natur als "intelligente Leistungen"
gelten würden.

Was ist intelligent?

Schnell rechnen
Goethes Faust aufsagen
Schachspielen
Konversation
Geld verdienen
Auto fahren
Fußball spielen
Fotografieren
...

Was ist intelligent?

Schnell rechnen	<i>Können Maschinen besser</i>
Goethes Faust aufsagen	<i>Können Maschinen auch</i>
Schachspielen	<i>Können Maschinen besser</i>
Konversation	
Geld verdienen	<i>Können Maschinen auch</i>
Auto fahren	
Fußball spielen	
Fotografieren	<i>Können Maschinen auch</i>
...	

Alltagsintelligenz

Mit den verfügbaren Mitteln erfolgreich agieren.

Funktioniert in der Natur oft mit einfachen Mitteln.

Teilbereiche der KI: Techniken

Suchverfahren
Constraint-Verfahren
Regelsysteme
Semantische Netze/Frames
Logische Formalismen/Theorembeweiser
Unsicheres Schließen, Unscharfes Schließen (Fuzzy)
Neuronale Netze
Planen
Lernverfahren, Data Mining
Wissensmanagement
Verteilte KI / Multi-Agenten-Systeme
KI-Programmiersprachen (**PROLOG**, LISP)
Knowledge Engineering
...

KI-Programme als „Agenten“

Interaktion mit einer Umgebung

Autonomie

Koordiniertes („soziales“) Verhalten:

Multi-Agenten-Systeme

Zielgerichtetes Verhalten

Ein „Agent“ arbeitet selbständig im Auftrag eines anderen

Unterschiedliche Definitionen in der Literatur

Rationale Agenten

Zielsetzung:

Die Mittel für den gewünschten Zweck optimal einsetzen.

Ingenieurtechnisch zu lösende Aufgabe

„Beschränkte Rationalität“:

Die *verfügbaren* Mittel

in einer *dynamischen, unstrukturierten, unsicheren, nur teilweise erfahrbaren, ...* Umgebung

für den gewünschten Zweck *möglichst effizient* einsetzen

„Beschränkte Rationalität“

*Für mobilen Roboter in realer Umwelt
Für Software-Agenten im Internet*

Umwelt:

- *Dynamisch: schnelle (unerwartete) Änderungen*
- *Unstrukturiert: keine vorgegebene Konstruktion*
- *Unsicher: unzuverlässige Daten, verrauschte Daten*
- *Nur teilweise erfahrbar: Nicht alle Information zugänglich*

Ursachen für Einschränkungen:

- grundsätzlich (unzugängliche Informationen) oder
- komplexitätsbedingt (Beschaffungs-Aufwand zu hoch)

„Beschränkte Rationalität“

*Für mobilen Roboter in realer Umwelt
Für Software-Agenten im Internet*

Verfügbare Mittel

- *Beherrschbarkeit der Umwelt:*
Welche Einflussmöglichkeiten bestehen?
- *Zuverlässigkeit der Handlungen*
Wieweit entsprechen Resultate den Erwartungen?
- Ursachen für Einschränkungen:
 - grundsätzlich (außerhalb des Einflussbereichs, Datenschutz,...) oder
 - komplexitätsbedingt (Realisierungs-Aufwand zu hoch)

KI-Programme als „Agenten“

Sense-think-act-cycle (Agent, Roboter)

Information aufnehmen und verarbeiten
(Sensorik, Wahrnehmung, ...)

Entscheidungen treffen
(Ziele auswählen, Handlungen Planen, ...)

Aktionen ausführen
(Kommunikation, Bewegen, ...)

Einfache Agenten

Unmittelbare Zuordnung zwischen
Eingabe (Sensorik) und
Ausgabe (Aktorik)

Zuordnung z.B. durch
Tabelle

Neuronales Netz

Einfacher Algorithmus

Agenten mit „Zustand“

Bei gleicher Eingabe („Wahrnehmung“)
erfolgen unterschiedliche Aktionen

Mögliche Ursachen:
Nicht-Determinismus
Interner Zustand

$$\text{Ausgabe} = f(\text{Zustand}, \text{Eingabe})$$

(von außen evtl. nicht unterscheidbar)

Agenten mit „Zustand“

Was wird im Zustand gespeichert:

Information über die Umwelt

WELTMODELL

(basierend auf früheren Informationen)

Vergangenheit: Wie war die Welt

Information über geplante Handlungen

Zukunft: Wie sollte die Welt sein

Ziel, Plan, ...

Klassifikationen

	Zustand Vergangenheit	Zustand Zukunft	komplex
Stim. Response	-	-	-
(Schach)	-	-	+
	-	+	-
	-	+	+
Stim.Resp.mit WM	+	-	-
	+	-	+
	+	+	-
deliberativ	+	+	+

Auch: stimulus response = „reaktiv“

Agenten-Steuerung („think“)

Entscheidungsfindung

Einfach (Tabelle, ...)

(„reaktiv“)

Komplex:

(„deliberativ“)

- Auswahl von Zielen
- Planung von Handlungen
- Nutzensabschätzung

Umwelteigenschaften z.B.

Beobachtbarkeit

- vollständig vs. partiell
- korrekt vs. unsicher („Rauschen“)

Vgl. auch

„beschränkte Rationalität“

Bestimmtheit

- determiniert vs. nicht-determ./stochastisch

Wiederholbarkeit

- episodisch (wiederholbar) vs. fortlaufend verändert

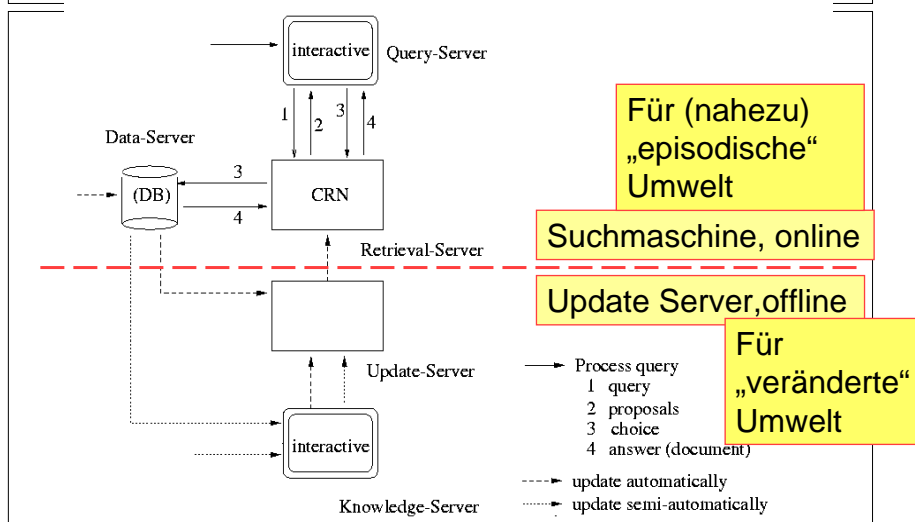
Dynamik

- Dynamisch (schnell veränderlich) vs. statisch

Skalierung

- Diskret vs. kontinuierlich

Reiseberatung: einfache Variante



Andere Agenten

Verteiltes Problemlösen:

- Dekomposition komplexer Probleme
- Gemeinsame Arbeit an der Lösung

Multi-Agentensysteme (MAS)

- Koordination
- Kommunikation

- Kooperierende Agenten vs. Konkurrierende Agenten

AOSE

Agent Oriented Software Engineering

Agenten = „autonome Objekte“

Technologien

Plattformen

Standardisierung

- Kommunikation (Sprache, Protokolle)
- Architektur

(FIPA=Foundation for Intelligent Physical Agents)

AOSE für „Offene Systeme“

Eigenschaften offener Systeme nach Hewitt:

- kontinuierliche Bereitschaft
- asynchrone Arbeitsweise
- dezentrale Steuerung
- Erweiterbarkeit
- Armlängenreichweite
- inkonsistente Informationen

Weitere mögliche „offene“ Eigenschaften:

- Zuordnung
- Konventionen
- Anwesenheit

Beispiel: Internet