

## **Proseminar "Denkmaschinen"**

### **Ziele des Proseminars "Denkmaschinen"**

#### **Wissenschaftliche Literatur**

- suchen, finden
- verstehen
- ordnen, zusammenfassen, vergleichen, bewerten

#### **Vortragstechnik**

- Folien gestalten
- vortragen

#### **Diskussion**

- Begriffe präzise gebrauchen
- themenkonzentriert, ergebnisorientiert diskutieren
- Kopf vs. Bauch sprechen lassen

**Einstieg in ein faszinierendes Teilgebiet der Informatik**

## Vorgehen

- Vergabe von Vorträgen entsprechend Zeitplan
- je Thema maximal zwei Vortragende
- Vorträge sollen mit Folienunterstützung vorgetragen werden (gedruckte Folien oder Beamer)
- Vortragsdauer ca. 1 h, Diskussionszeit ca. 30 min
  
- Ausarbeitung des Vortrags auf der Basis der Folien
- Berücksichtigung etwaiger Kritikpunkte nach dem Vortrag
- geeignet als inhaltliche Zusammenfassung
- PDF-Datei per Email an [neumann@informatik.uni-hamburg.de](mailto:neumann@informatik.uni-hamburg.de)

Bedingungen für erfolgreiche Teilnahme:

1. Vortrag halten
2. anforderungsgemäße Ausarbeitung abgeben
3. Anwesenheit an mindestens 12 der 14 Termine

Website:

=> [FB Informatik/Studium/Lehrtableau SS 2005/18.061 Proseminar Denkmaschinen](#)

## Zeitplan

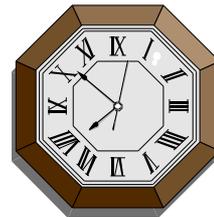
- 5.4.05 Einführung und Vergabe von Vorträge (Neumann)
- 12.4.05 Neuronale Denkprozesse (Stieh)
- 19.4.05 Geschichtliche Beispiele für Denkmaschinen, S. 3-29 in [McCorduck 1979]
- 26.4.05 Werden Rechner jemals denken können? Beginn einer Diskussion. [Turing 1950]
- 3.5.05 Ein Computer-Programm als Dialogpartner [Weizenbaum 1966], Kapitel 9 in [Winograd & Flores 86]
- 10.5.05 Automatische sprachliche Beschreibung von Verkehrsszenen [Neumann & Novak 1986]
- 24.5.05 Kybernetische Vehikel mit Emotionen und Lernfähigkeit. S. 1-83 in [Braitenberg 1986]
- 31.5.05 Die Entwicklung universeller Roboter - eine Vorhersage. S. 91-126 in [Moravec 1999]
- 7.6.05 Diskussion um die Grenzen der KI. S. 12-40 in [Searle 1986], sowie [Searle 1990], [Churchland 1990], [Churchland & Searle 1990]
- 14.6.05 Können Roboter kreativ sein? Woran könnte man das merken? [Boden 1995]
- 21.6.05 Analogieschlüsse mit einem Rechnerprogramm [Hofstadter & French 1995]
- 28.6.05 Stand der Kunst in Künstlicher Intelligenz I. Schach, Neuronale Netze, Bildverstehen, Robotik S. 29-64 in [McDermott 2001]
- 5.7.05 Stand der Kunst in Künstlicher Intelligenz II. Sprache, Mathematisches Schlussfolgern, Systemarchitektur für Denken, S. 65-91 in [McDermott 2001]
- 12.7.05 Eine Science Fiction Geschichte über das zukünftige Computer-Zeitalter [Johannesson 1979]

## Typischer Aufbau einer Folienpräsentation

1. Titelseite
2. Gliederung (2 - 7 Abschnitte)
3. Hauptteil (10 - 20 Folien)
  - Abschnitt 1
  - Abschnitt 2
  - ...
  - Abschnitt N
4. Zusammenfassung (1 - 4 Kernaussagen)

## Folienaufbau

- **Jede Folie hat eine Überschrift**
  - 1 Thema pro Folie
  - Hilfe für Vortragsgliederung
- **Text in Form von knappen Aussagen**
  - keine Fließtexte
  - möglichst prägnante Formulierungen
- **Textstil und Abstände entsprechen gedanklichem Zusammenhang**
  - gleichrangige Gedanken - gleicher Textstil
  - neues Thema - großer Abstand
- **Textgröße hierarchisch festlegen**  
(s. Extrafolie)



Vortragszeit beachten

Beim Vortrag die  
Zuhörer anschauen!

## **Schriftgrößen**

**Titelseite (36 pt fett)**

**Folienüberschrift (24 pt fett)**

**Hauptaussagen (18 pt fett)**

Unterpunkte (18 pt standard)

**Beschriftung im Diagramm (14 pt fett)**

Garantiert zu klein (12 pt fett)

## **Einführung in die Thematik des Proseminars "Denkmaschinen"**

**Bernd Neumann**

**Inhalt:**

- **Zeichen der Zeit**
- **Was heißt "Denken"?**
- **Was ist "Künstliche Intelligenz"?**
- **Problemlösungstechniken für den Computer**
- **Künstliche Neuronale Netze**
- **Ereigniserkennung**
- **Das Chinesische Zimmer**

## Zeichen der Zeit

- Der Schachcomputer "Deep Blue" schlägt den Schachweltmeister
- Medizinische Expertensysteme können mehr Krankheiten erkennen als ein Facharzt
- Börsensturz wurde durch Ratschläge von Expertensystemen verursacht
- Weltraummissionen werden durch rechnerbasierte Planungssysteme vorbereitet
- Ein fahrerloses Fahrzeug fährt kameragesteuert mit 100km/h auf einer Autobahn
- Ein neuronales Netz erkennt Plastiksprengstoffe im Reisegepäck

## Können Computer denken?

**Nein,** wenn wir darunter verstehen :  
... genau wie Menschen denken

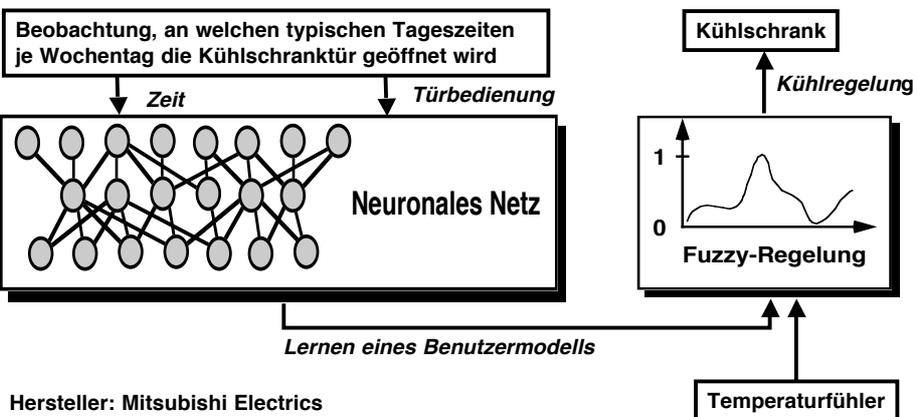
**Ja,** wenn wir darunter verstehen :  
... Probleme lösen, die beim Menschen Denken und  
Intelligenz erfordern

## Missbrauch des Wortes "denken"?



## Der "denkende" Kühlschrank

**Ziel:** Geringere Temperaturschwankungen der zu kühlenden Lebensmittel  
**Ergebnis:** Reduktion der mittleren Schwankungen um 2,2° Celsius  
**Lösung:** Flexible, adaptive Steuerung mit gradierter Feinabstimmung



## Was ist "Künstliche Intelligenz"?

Künstliche Intelligenz (KI) ist ein Teilgebiet der Informatik, in dem man sich mit Problemen befaßt, deren Lösung beim Menschen Intelligenz erfordert

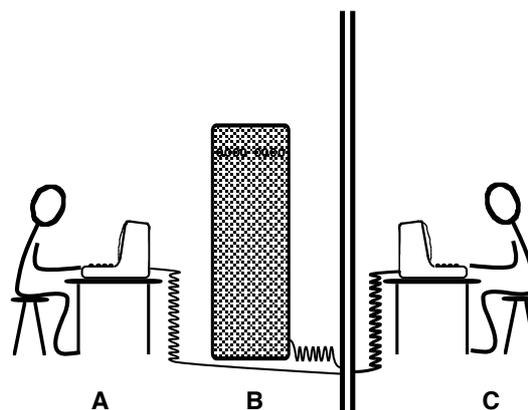


Computer verfügen über (künstliche) Intelligenz, wenn sie Probleme lösen können, die bei Menschen Intelligenz erfordern

## Turing-Test

"Ein Computer zeigt intelligentes Verhalten, wenn eine Testperson in angemessener Zeit nicht herausfinden kann, ob es sich um einen Computer oder einen Menschen handelt."

*Turing 1951*



## Ziele der KI

KI hat ingenieurwissenschaftliche und kognitionswissenschaftliche Ziele

Ingenieurwissenschaftliche Ziele:  
*Intelligente Systeme konstruieren*

Verbindung zu

- Ingenieurwissenschaften
- Signalverarbeitung
- Regelungstechnik

Kognitionswissenschaftliche Ziele:  
*Menschliche Intelligenz erklären*

Verbindungen zu

- Biowissenschaften
- Psychologie
- Linguistik
- Philosophie

## Rechnen statt Diskutieren

*"Es wird dann beim Auftreten von Streitfragen für zwei Philosophen nicht mehr Aufwand an wissenschaftlichem Gespräch erforderlich sein als für zwei Rechnerfachleute. Es wird genügen, Schreibzeug zur Hand zu nehmen, sich vor das Rechengerät zu setzen und zueinander (wenn es gefällt, in freundschaftlichem Ton) zu sagen: Laßt uns rechnen."*

LEIBNIZ, um 1680 in:

*De scientia universali seu calculo philosophico*

## Kryptoarithmetische Rätsel

DONALD	SEND	IMI	WAS	HEMD
+ GERALD	+ MORE	+ ATA	+ IST	+ HOSE
ROBERT	MONEY	PRIL	LOS	JACKE

**Lösung prinzipiell möglich durch Absuchen eines großen Zustandsraumes**

Beispiel: Bestimmen der möglichen Ziffern für die 10 Zeichen {A, C, D, E, H, J, K, M, O, S} in HEMD, HOSE und JACKE:

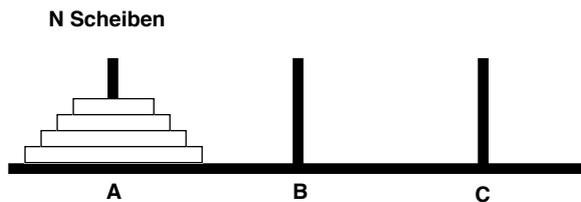
- je Zeichen 10 Möglichkeiten + "undefiniert"
- insgesamt  $11! = 39.916.800$  Zustände im Zustandsraum

**"Intelligente" Suche durch einschränkende Regeln**

Beispiel:

"Wenn  $Z1 + Z2 = Z2 + \text{Übertrag} \cdot 10$ , dann ist  $Z1 = 0$  und der Übertrag = 0"

## Türme von Hanoi



Bringe Scheiben von A nach B mithilfe von C.

Bewege nur eine Scheibe zur Zeit.

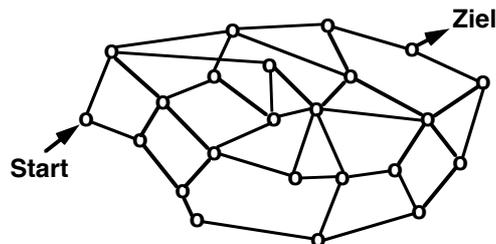
Eine größere Scheibe darf niemals über einer kleineren liegen

- Lösung durch Suche ist ineffektiv für große N
- Elegante Lösung durch Problemreduktion

```
(DEFUN HANOI (N VON NACH MIT)
  (COND (( EQ N 0) "FERTIG")
        (T   (HANOI (SUB1 N) VON MIT NACH )
              (PRINT (LIST VON " " " NACH))
              (HANOI (SUB1 N) MIT NACH VON))))
```

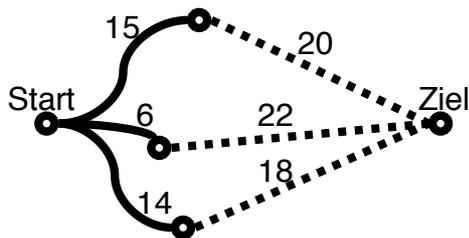
## Intelligente Leistungen durch Suche

**Beispiel:**  
Ermitteln der besten  
Verbindung im  
Personennahverkehr



- jeder Knoten ist ein möglicher Umsteigeort
- jeder Umsteigevorgang kostet eine bestimmte Gehzeit und Wartezeit
- jede Kante steht für eine oder mehrere Linienverbindungen zwischen zwei Umsteigeorten
- jede Linienverbindung braucht eine bestimmte Fahrzeit

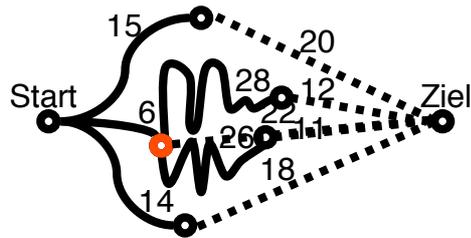
### 1. Suchschritt



Pfad	Geschätzte Kosten
Pfad 1	$15 + 20 = 35$
Pfad 2	$6 + 22 = 28$
Pfad 3	$14 + 18 = 32$

- Kosten für alternative Pfade bis zum jeweils nächsten Verzweigungspunkt bestimmen
- verbleibende Kosten abschätzen

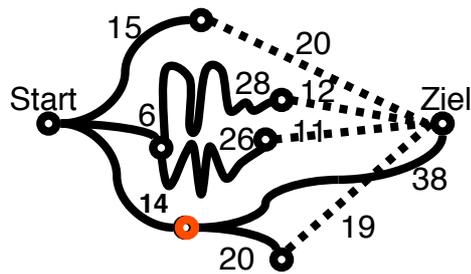
## 2. Suchschritt



Pfad	Geschätzte Kosten
Pfad 1	$15 + 20 = 35$
Pfad 3	$14 + 18 = 32$
Pfad 4	$28 + 12 = 40$
Pfad 5	$26 + 11 = 37$

- Pfad mit geringsten geschätzten Gesamtkosten weiterverfolgen
- Kosten für alternative Pfade bis zum jeweils nächsten Verzweigungspunkt bestimmen
- verbleibende Kosten abschätzen

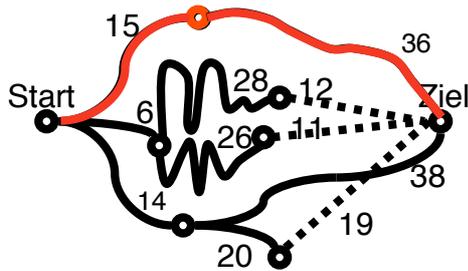
## 3. Suchschritt



Pfad	Geschätzte Kosten
Pfad 1	$15 + 20 = 35$
Pfad 4	$28 + 12 = 40$
Pfad 5	$26 + 11 = 37$
Pfad 6	38
Pfad 7	$20 + 19 = 39$

(Die gleichen Operatoren wie beim 2. Suchschritt durchführen, hier für Pfad 3)

## 4. Suchschritt



Pfad	Geschätzte Kosten
Pfad 4	$28 + 12 = 40$
Pfad 5	$26 + 11 = 37$
Pfad 6	38
Pfad 7	$20 + 19 = 39$
Pfad 8	36

(Die gleichen Operatoren wie beim 3. Suchschritt durchführen, hier für Pfad 1)

## Was ist ein Expertensystem?

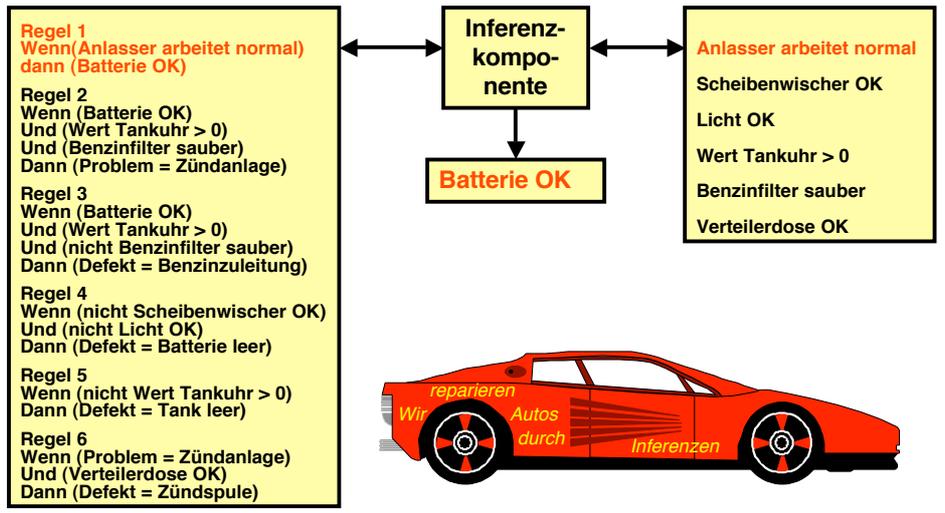
Expertensystemtechnologie ist ein Teilgebiet der KI



Ein Expertensystem ist ein KI-System, welches Expertenwissen auf einem Computer verfügbar macht.

## Wie findet ein Expertensystem Fehler in Kraftfahrzeugen?

... z.B. wenn ein Auto nicht anspringt



## Probleme mit Logik lösen

**Logik (Prädikatenkalkül) ist eine universelle Sprache für Wissensrepräsentation und Wissensverarbeitung.**

Regel	:	$(\forall x) B(x) \Rightarrow K(x)$
Fakten	:	$B(a)$
Folgerung	:	$K(a)$

Regel	:	$\text{beamter}(x) \ \& \ \text{hat}(x, \text{familie}) \Rightarrow \text{kreditwürdigkeit}$
Fakten	:	$\text{beamter}(\text{otto}), \ \text{hat}(\text{otto}, \text{familie})$
Folgerung	:	$\text{kreditwürdig}(\text{otto})$

**Dasselbe in der Programmiersprache PROLOG:**

Datenbasis	:	$\text{beamter}(\text{otto}).$ $\text{hat}(\text{otto}, \text{familie}).$ $\text{kreditwuerdig}(X) := \text{beamter}(X), \ \text{hat}(X, \text{familie}).$
Anfrage	:	$?=\text{kreditwuerdig}(\text{otto}).$
Antwort	:	YES

## Produktselektion

**Problem:**

Aussuchen eines Produktes mit erwünschten Eigenschaften aus einem Angebotsverzeichnis

**Beispiel: Autokauf**

*"Ich hätte gerne ein Auto unter 15000.- €, ca. 90 PS, mit Schiebedach, Einspritzer, mindestens 180 km/h Spitze, Ledersitze"*

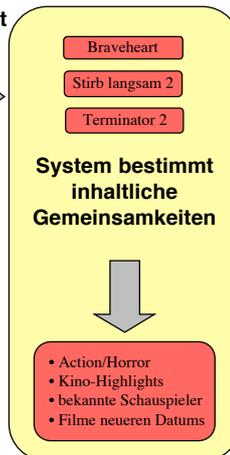
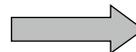
**Lösungsprinzip:**

- Repräsentation der angebotenen Produkte in einer taxonomischen Hierarchie mithilfe einer Wissensrepräsentationssprache
- Prüfen, welche gespeicherten Produkttypen das gewünschte Produkt subsumieren
- Verwenden eines automatischen Klassifikators

## Logik bei der Programmselektion

ARD	ZDF	RTL	SAT.1
20.15	20.15	20.15	20.00
Fußball-WM	China heute	Galactica	Dragonheart
21.45	21.15	21.35	21.00
Sissi	Wetten, dass..	Braveheart	Stirb langsam 2
22.30	22.00	22.45	22.15
Tagesthemen	Heute	Sexshow	Rolling Stones
23.00	22.30	23.30	23.00
The Rock	Terminator 2	Speed	Alien

Benutzer wählt  
Beispiele

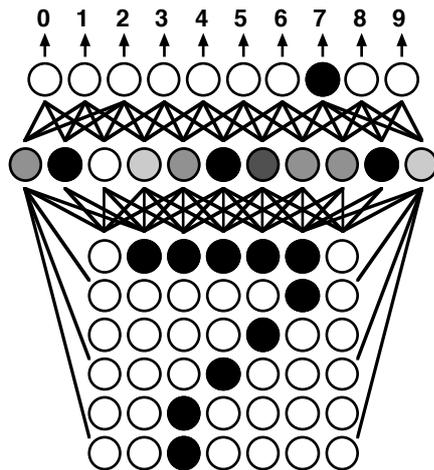


System schlägt  
Programm mit  
ähnlichem  
Inhalt vor



ARD	N3	RTL	PRO 7
20.15	20.15	20.15	20.00
Schatzinsel	Eiskunstlauf	Goldfinger	Psycho II
21.45	21.00	21.30	21.00
Lindenstraße	Sterbehilfe	Dallas	Deep Impact
22.30	22.00	22.15	22.15
Tagesthemen	Extra 3	Titanic	Killerwale
23.00	22.30	23.30	23.00
Armageddon	Achterbahn	Robocop	Arabella

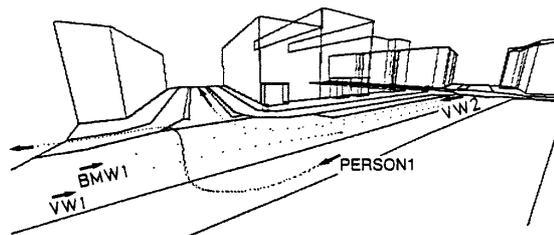
## Handschrifterkennung mit einem Künstlichen Neuronales Netz (KNN)



Das Mehrschichtensystem lernt mit Backpropagation, handgeschriebene Zeichen zu erkennen. Dabei lernen die verborgenen Zellen (hidden units), wichtige Merkmale in der Eingabe zu erkennen.

## Automatische sprachliche Beschreibung einer Verkehrsszene

(aus Neumann und Novak 86, Projekt NAOS)



### Automatisch generierte sprachliche Beschreibung:

Die Szene enthält vier bewegte Objekte: drei PKWs und einen Fußgänger.

Ein VW fährt von der alten Post vor den Fachbereich Informatik. Er hält an.

Ein anderer VW fährt in Richtung Dammtor. Er biegt von der Schlüterstraße ab. Er fährt in Richtung Grindelhof auf der Bieberstraße.

Ein BMW fährt in Richtung Hallerplatz. Dabei überholt er den VW, der angehalten hat, vor der Bieberstraße. Der BMW hält an der Ampel an.

Der Fußgänger geht in Richtung Dammtor. Dabei überquert er die Schlüterstraße vor dem Fachbereich Informatik.

## Stand der Kunst von Ereigniserkennung



Aus der Dissertation von  
Hongeng 2002:

Erkennen eines Überfalls



Erkennen eines Diebstahl an  
einer Telefonzelle

## Das Chinesische Zimmer (1)

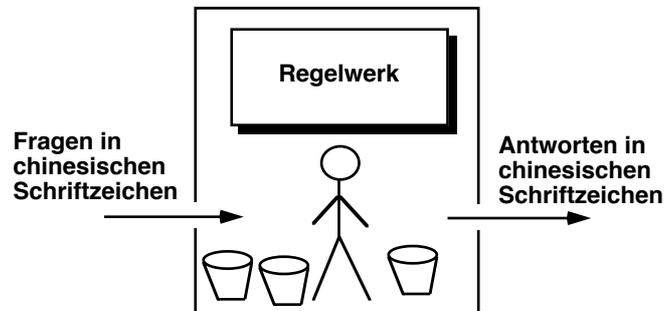
Angenommen, es gäbe einen Computer der das Verständnis des Chinesischen simuliert:



Kann man von diesem Computer dann sagen, daß er Chinesisch versteht?

Der Philosoph Searle beantwortet die Frage durch Vergleich mit einem nicht Chinesisch verstehenden Menschen, der dieselbe Aufgabe mit einem Regelwerk löst.

## Das Chinesische Zimmer (2)



Beispiel von Regeln:

"Nimm ein  aus Korb1 und lege ein  in Korb2"

"Wenn die Eingabe ein  enthält, so füge der Ausgabe ein  an"

Kann es ein Regelwerk geben, mit dem eine Person, die nicht Chinesisch versteht, das Verständnis von Chinesisch simuliert?

## Zusammenfassung

- Um die Frage "Können Maschinen denken?" beantworten zu können, müssen Begriffe wie "denken", "verstehen" und "intelligent" definiert werden.
- Es gibt zahlreiche Beispiele für maschinelle Leistungen, die die geistigen Leistungen von Menschen übertreffen.
- Es gibt gegensätzliche Aussagen über die Grenzen maschineller Intelligenz.
- Im Forschungsgebiet "Künstliche Intelligenz" werden Methoden zur Lösung von Aufgaben entwickelt, für die Menschen nach landläufiger Meinung "Intelligenz" benötigen.