

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

Bedingungen für erfolgreiche Teilnahme:

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

Website:

=> [FB Informatik/Studium und Prüfungen/Skripte/Proseminar Denkmaschinen](#)

Zeitplan

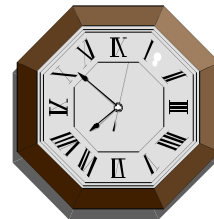
- 22.10.03 Einführung und Vergabe von Vorträgen
- 29.10.03 Neuronale Denkprozesse
- 5.11.03 Geschichtliche Beispiele für Denkmaschinen. S. 3-29 in [McCorduck 1979]
- 12.11.03 Werden Rechner jemals denken können? Beginn einer Diskussion. [Turing 1950]
- 19.11.03 Ein Computer-Programm als Dialogpartner. [Weizenbaum 1966]
- 26.11.03 Automatische sprachliche Beschreibung von Verkehrsszenen. [Neumann & Novak 1986]
- 3.12.03 Kybernetische Vehikel mit Emotionen und Lernfähigkeit. S. 1-83 in [Braitenberg 1986]
- 10.12.03 Die Entwicklung universeller Roboter - eine Vorhersage. S. 91-126 in [Moravec 1999]
- 17.12.03 Diskussion um die Grenzen der KI. S. 12-40 in [Searle 1986], sowie [Searle 1990], [Churchland 1990], [Churchland & Searle 1990]
- 7.1.04 Können Roboter kreativ sein? Woran könnte man das merken? [Boden 1995]
- 14.1.04 Analogieschlüsse mit einem Rechnerprogramm. [Hofstadter & French 1995]
- 21.1.04 Stand der Kunst in Künstlicher Intelligenz I
Schach, Neuronale Netze, Bildverstehen, Robotik. S. 29-64 in [McDermott 2001]
- 28.1.04 Stand der Kunst in Künstlicher Intelligenz II
Sprache, Schlussfolgern, Systemarchitektur für Denken. S. 65-91 in [McDermott 2001]
- 4.2.04 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"?**
- **Beispiele für maschinelles Problemlösen**
- **Intelligenztests für Maschinen**

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 Maschinen denken ?

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

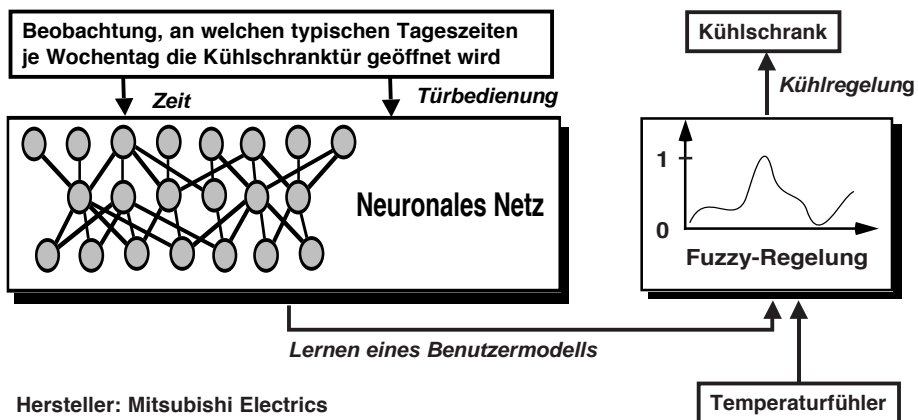
Ja, wenn wir darunter verstehen :
... Probleme lösen, die beim Menschen Denken und
Intelligenz erfordern

"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



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
+ <u>GERALD</u>	+ <u>MORE</u>	+ <u>ATA</u>	+ <u>IST</u>	+ <u>HOSE</u>
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:

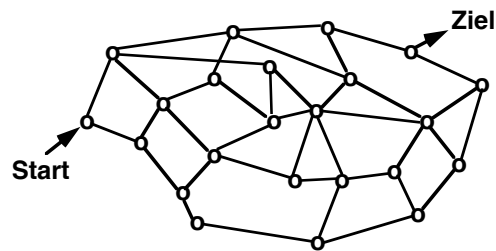
- je Zeichen 10 Möglichkeiten + "undefiniert"
- insgesamt $11! = 39.916.800$ Zustände im Zustandsraum

"Intelligente" Suche durch einschränkende Regeln

Beispiel:

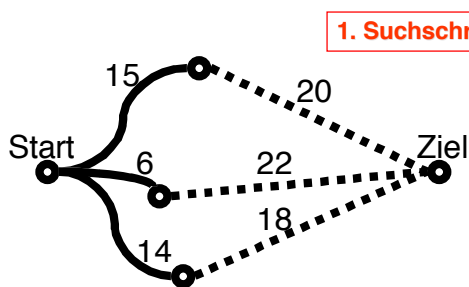
"Wenn $Z_1 + Z_2 = Z_2 + \text{Übertrag} \cdot 10$, dann ist $Z_1 = 0$ und der Übertrag = 0"

Fahrplanauskünfte als Suche



- 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

Suche nach optimalen Verkehrsverbindungen

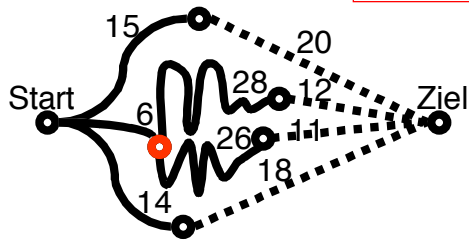


Pfad	Geschätzte Kosten
Pfad 1	$15 + 20 = 35$
Pfad 2	$6 + 22 = 28$
Pfad 3	$14 + 18 = 32$

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

Suche nach optimalen Verkehrsverbindungen

2. Suchschritt

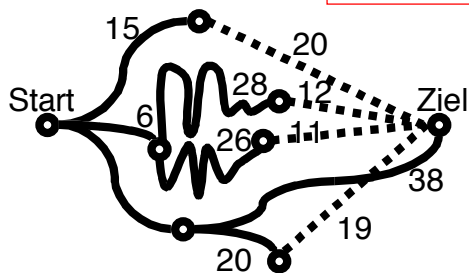


Pfad	Geschätzte Kosten
Pfad 1	$15 + 20 = 35$
Pfad 3	$14 + 18 = 32$
Pfad 4	$28 + 12 = 40$
Pfad 5	$26 + 11 = 37$

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

Suche nach optimalen Verkehrsverbindungen

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)

Suche nach optimalen Verkehrsverbindungen

4. Suchschritt

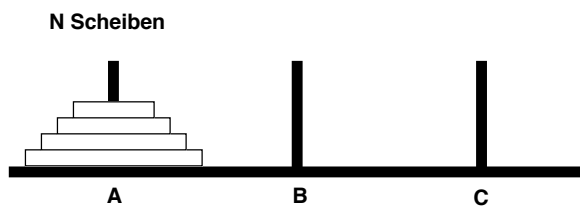


Pfad	Geschätzte Kosten
Pfad 4	$28 + 12 = 40$
Pfad 5	$26 + 11 = 37$
Pfad 6	38
Pfad 7	$20 + 19 = 39$
Pfad 8	36

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

Pfad 8 ist besser als alle Alternativen, die Suche ist beendet.

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))))
```

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

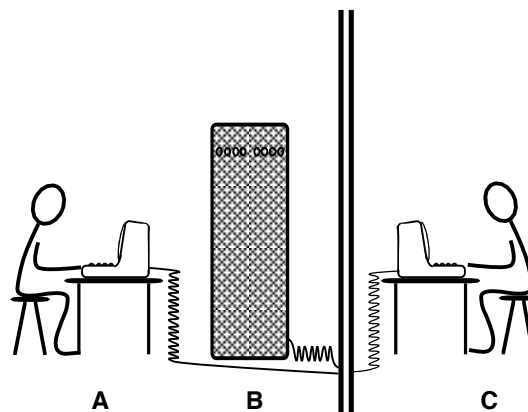


Computer verfügen über (künstliche) Intelligenz, wenn sie Probleme lösen können, die bei Menschen Intelligenz erfordern

Turing-Test

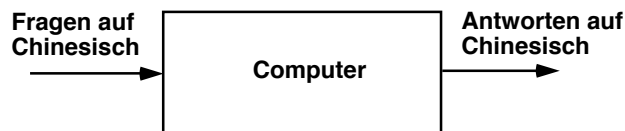
"Ein Computer zeigt intelligentes Verhalten, wenn eine Testperson in angemessener Zeit nicht herausfinden kann, ob es sich um einen Computer oder einen Menschen handelt."

Turing 1951



Das Chinesische Zimmer (1)

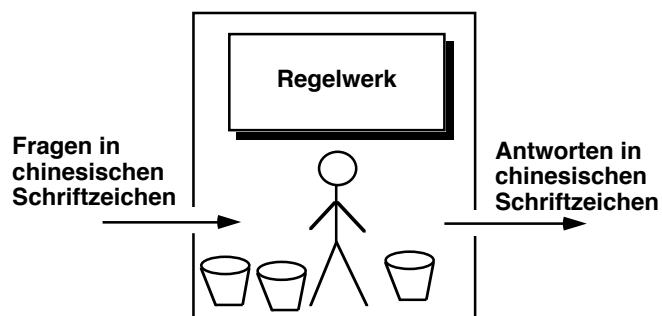
Angenommen, es gäbe einen Computer der das Verständnis des Chinesischen simuliert:



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?

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

Was ist ein Expertensystem ?

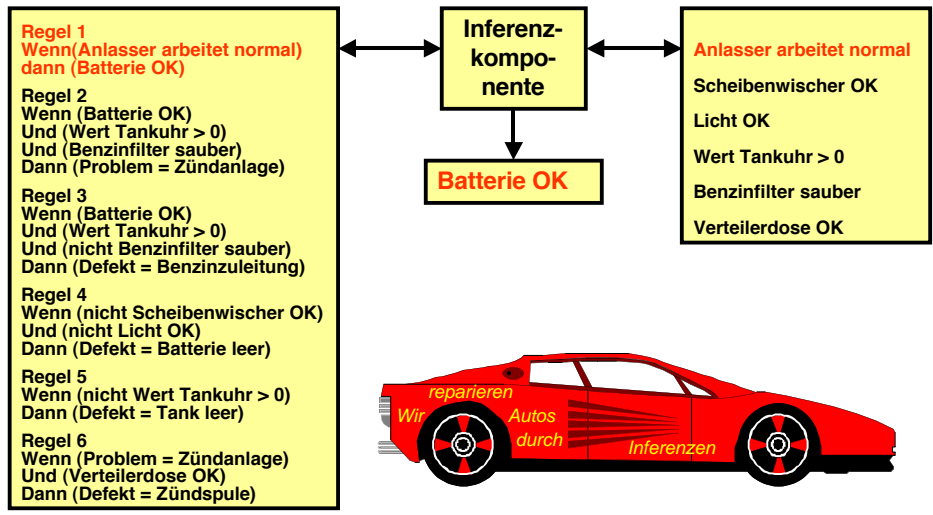
Expertensystemtechnologie ist ein Teilgebiet der KI



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 (1)

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

Probleme mit Logik lösen (2)

Problem:

Aussuchen eines Produktes mit erwünschten Eigenschaften aus einem Angebotsverzeichnis

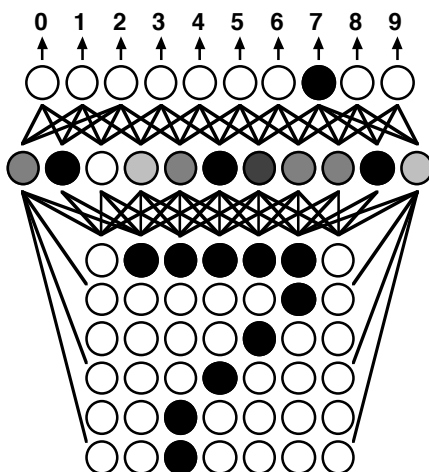
Beispiel: Autokauf

"Ich hätte gerne ein Auto unter DM 30000.-, ca. 90 PS, mit Schiebedach, Einspritzer, mehr als 180 km/h, Ledersitze"

Lösungsprinzip:

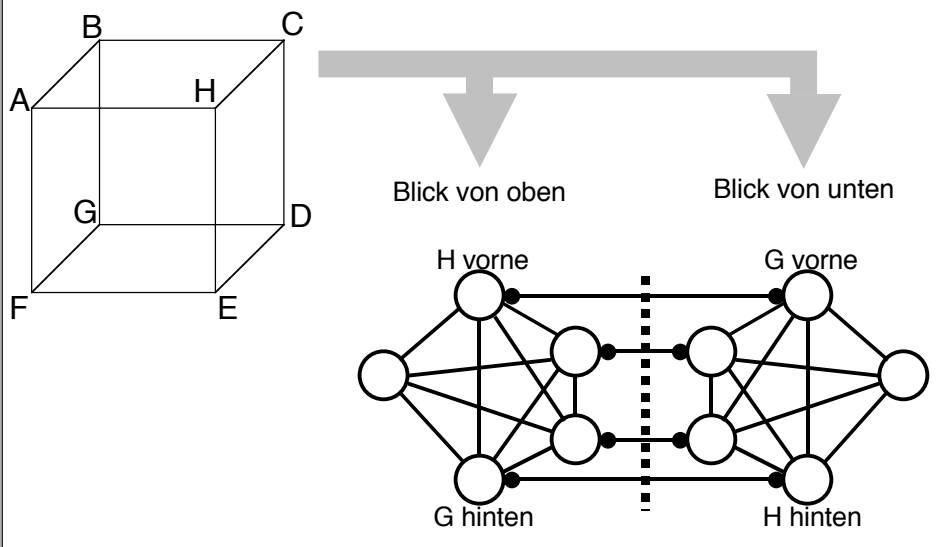
- Repräsentation der angebotenen Produkte in einer taxonomischen Hierarchie mithilfe einer Wissensrepräsentationssprache
- Prüfen, welche gespeicherten Produkttypen das gewünschte Produkt subsumieren
- Verwenden eines automatischen Klassifikators

Handschrifterkennung mit einem Mehrschichtensystem

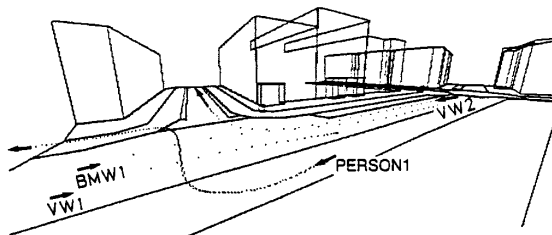


Das Mehrschichtensystem lernt mit Backpropagation, handgeschriebene Zeichen zu erkennen. Dabei lernen die verborgenen Zellen (hidden units), wichtige Merkmale in der Eingabe zu erkennen.

Interpretation des Necker-Würfels



Automatische sprachliche Beschreibung von Bildfolgen



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

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.