

# *Maschinelle Intelligenz*



*Stefan Nordhausen*

---

---

# Übersicht

- Einführung in die KI
- Schachprogramme
- Expertensysteme
- Neuronale Netze
- Evolutionäre Algorithmen
- Starke KI
- Zukunft der KI



# Was ist (maschinelle) Intelligenz?

- Verschiedene Definitionen für Intelligenz aus Psychologie, Pädagogik, Philosophie...
- McCarthy, 1955:  
"Ziel der KI ist es, Maschinen zu entwickeln die sich verhalten als verfügten sie über Intelligenz."

## Intelligenz

Dieser Artikel bedarf einer [Überarbeitung](#). Eine Begründung befindet sich in der Regel auf der [Diskussionsseite](#). Wenn du Lust hast, [verbessere](#) den Artikel und entferne anschließend diesen Baustein.

**Intelligenz** (lat.: *intelligentia* = Einsicht, [Erkenntnisvermögen](#)) bezeichnet im weitesten Sinne die Fähigkeit von [Lebewesen](#), aber auch von technischen Geräten, sich durch Prozesse der [Informationsverarbeitung](#) an die Umweltgegebenheiten anzupassen.

# Starke und schwache KI

- Ziel der starken KI:

"Eine Intelligenz zu erschaffen, die wie der Mensch nachdenken und Probleme lösen kann und die sich durch eine Form von Bewusstsein ... auszeichnet."
  - Es ist umstritten ob starke KI überhaupt möglich ist
  - Ziel der schwachen KI:

**Imitation** von intelligentem Verhalten ohne Anspruch auf Bewusstsein oder ähnliches.
  - Schwache KI wird bereits im täglichen Leben eingesetzt
- 
-

# *Teilgebiete der KI*

- Sprachliche KI: Verstehen, Übersetzen und Erzeugen von Texten oder gesprochener Sprache
- Visuelle KI: Erkennen von Bildern
- Rationale KI: Logisches Schließen



# *Symbolische/Subsymbolische KI*

Grundproblem der KI: Wie denken Menschen?

Symbolische KI geht das Problem von "oben" an und betrachtet logisches Schließen als Grundlage. Dabei wird mit Symbolen gearbeitet.

Subsymbolische KI geht das Problem von "unten" an und simuliert Gruppen von Neuronen. Zentrales Element sind das Modell der Neuronen und die Struktur der Verbindungen. Daher auch "Konnektionismus".

---

---

# *Forschungsgebiete der KI*

Weitere Frage: Was soll man als erstes erforschen?

Folgende Bereiche wurden vorgeschlagen:

- Schach
- Mathematische Beweise

Warum? Menschen die diese Dinge beherrschen gelten als besonders intelligent (zumindest unter Mathematikern).

Diese Auswahl stellte sich als falsch heraus.

---

---

# Anfänge der KI

- 1949/1950: Claude Shannon beschreibt die grundlegende Funktionsweise eines Schachprogrammes
  - 1950: Wegweisender Aufsatz von Alan Turing "Computing Machinery and Intelligence" in dem er den Turing Test beschreibt
  - 1956: Konferenz am Dartmouth College (u.a. mit Marvin Minsky, Claude Shannon, John McCarthy) gilt als Geburtsstunde der KI
- 
-



## *Anfänge der KI (II)*

- 1956: erster Sieg eines Schachprogrammes gegen einen Menschen (verkleinertes Spielfeld)
- Ab 1957: Newell, Simon und Shaw entwickeln den General Problem Solver
- 1958: Perceptronmodell von Frank Rosenblatt



# *Euphorie und Enttäuschung*

"In zehn Jahren wird ein Digitalrechner Schachweltmeister sein, Musik von beachtlichem ästhetischem Wert komponieren und einen wichtigen mathematischen Grundsatz entdecken und beweisen."

Simon/Newell 1957

- Vier-Farben-Satz konnte 1977 von Appel und Haken mit einem Computer bewiesen werden

# Computerschach: Anfänge

- 1956: erster Sieg eines Computers über einen Menschen
  - 1958: "das erste einigermaßen intelligente Programm":  
NSS von Allen Newell, Cliff Shaw und Herbert Simon
  - 1967: Hubert Dreyfus sagte, dass "Computer so schlecht Schach spielen, daß sogar zehnjährige Kinder sie schlagen könnten"
  - Wurde daraufhin von Richard Greenblatt herausgefordert
  - Dessen Programm "MacHack VI" besiegte Dreyfus
- 
-

# Computerschach: Gegenwart

- IBM's Deep Blue: Schachengine fast komplett als Spezialhardware mit 256 Prozessoren
  - Deep Blue verlor 1996 mit 4:2 gegen Kasparow
  - Revanche 1997 ging 3,5:2,5 an Deep Blue
  - Verdoppelte Rechengeschwindigkeit (bewertete 200 Mio Stellungen pro Sekunde)
  - Verbesserte Software (Eröffnungsbuch, Bewertungsfunktion etc.)
  - Danach wurde Deep Blue demontiert
- 
-

# *Computerschach Gegenwart (II)*

- Deep Blue bezieht seine "Intelligenz" hauptsächlich aus schierer Rechenkraft
  - IBM sagt selbst, dass Deep Blue keine KI ist
  - Heutige Herausforderungen im Computerschach:  
Koordination von dutzenden/hundertern  
Spezialprozessoren
  - Schach wird in aktueller KI-Forschung kaum noch betrachtet
- 
-

# Expertensysteme

- Grundidee: Imitation der Entscheidungsfindung eines menschlichen Experten
- Angelehnt an McCarthy's Vorschlag
- Aber auf kleine Spezialgebiete beschränkt (z.B. Medizin)
  
- Implementation: Datenbasis + Verarbeitungsregeln
- Beispiel:
  - Alle Bäume sind aus Holz
  - Holz ist brennbar
  - X ist ein Baum
  - Also ist X brennbar

# Prolog

- Eine Sprache zum Bau von Expertensystemen
- Anfang der 70er von Alain Colmerauer entwickelt
- Programmbeispiel:

```
brennbar(X) :-
```

```
    besteht_aus_holz(X).
```

```
bestaht_aus_holz(X) :-
```

```
    ist_baum(X).
```

```
ist_baum(ding_im_garten).
```

```
?- brennbar(ding_im_garten).
```

```
yes
```

---

---

# *Mycin*

- Seit 1972 in der Uni Stanford entwickeltes ES zur Diagnose und Therapie von Infektionskrankheiten
- In Lisp geschrieben
- Eines der ersten Expertensysteme überhaupt
- Entscheidungen vergleichbar mit denen eines echten Experten
- Trotzdem nicht weit verbreitet





# *Vor-/Nachteile*

- Können ihre Entscheidung begründen
- Probleme mit unsicherem Wissen
- Probleme mit Ausnahmen
- Wissenserwerb ist schwierig

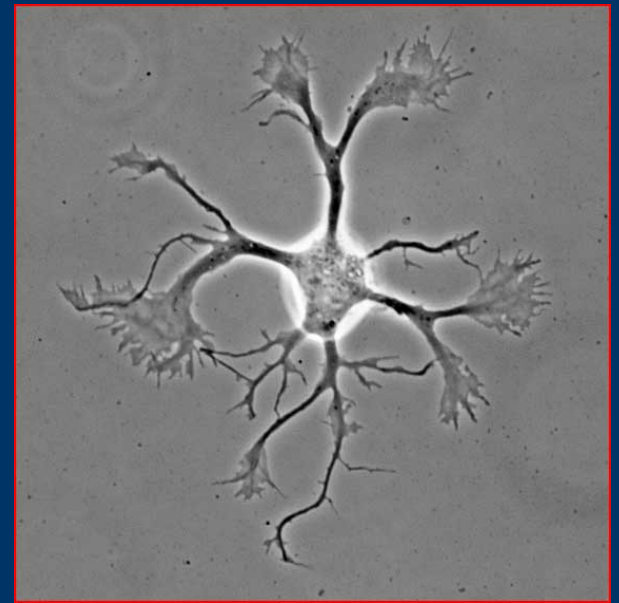
Expertensystem zum selbst ausprobieren:

[www.20q.net](http://www.20q.net)

---

---

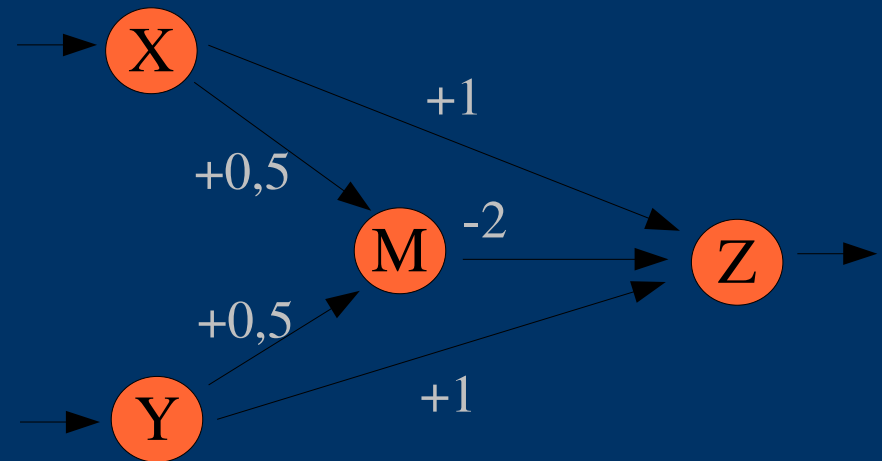
# Neuronale Netze



- Grundidee: Modellierung des menschlichen Gehirns durch künstliche Neuronen
  - Daher abhängig von neurobiologischer Forschung
  - 1943: "A Logical Calculus of the Ideas Immanent in the Nervous Activity" von McCulloch und Pitts
  - 1958: Rosenblatts 'Perceptron'
  - 1962: Perceptron Convergence Theorem: Alles was Perceptronen generell lernen können lernen sie mit dem Perceptron Lernalgorithmus auch
- 
-

# XOR-Perceptron: Das Problemkind

- 1961: Minsky und Selfridge zeigen, das XOR nicht mit 2-schichtigen Perceptrons lösbar ist
- Für Perceptrons mit mehr als 2 Schichten existierte aber kein Lernalgorithmus

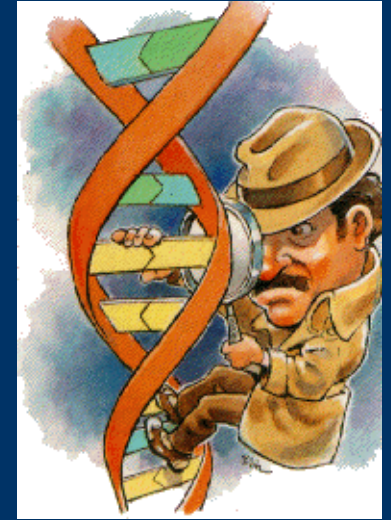


X	Y	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

# *Vor-/Nachteile*

- Können ihre Entscheidung **nicht** begründen
  - Funktionalität schwer prüfbar
  - Auswahl der Netzwerktopologie ist schwierig
  
  - Sehr gut für Bilderkennung geeignet
  - Sehr hohe Ausfallsicherheit
  - Extrem schnelle Hardwareimplementation möglich
- 
-

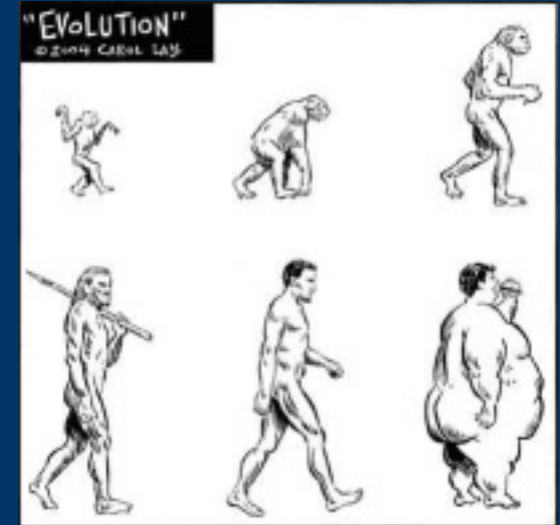
# Genetische Algorithmen



- Die Natur löst äußerst komplexe Aufgaben
- Alles was sie dazu braucht ist:
  - Genetischen Code
  - Zufällige Veränderung: Mutation, Crossover
  - Selektion
- Idee Anfang der 1960er: Simulation dieses Prozesses auf Computersystemen (Holland, Fogel, Goldberg)



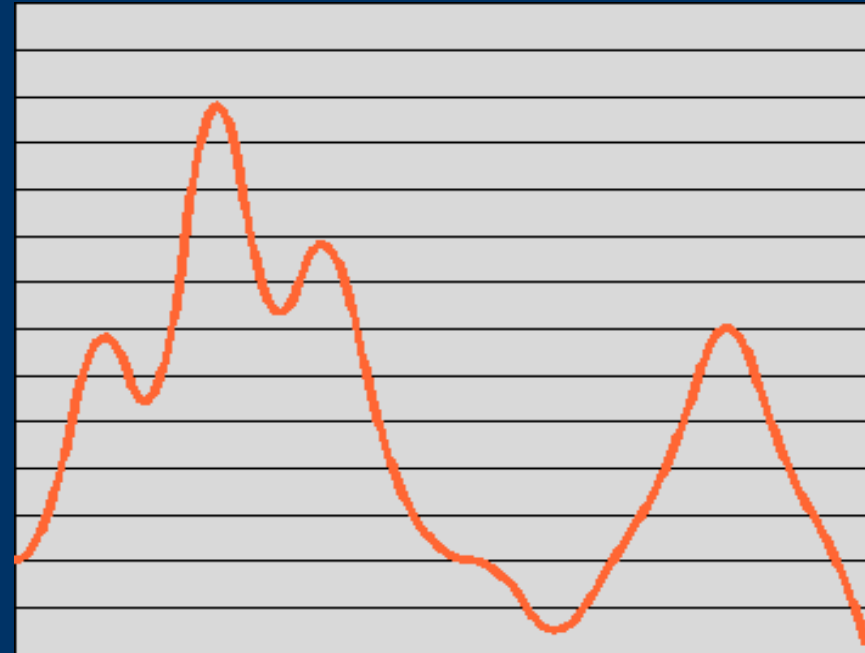
# Evolutionäre Algorithmen



- Genetische Algorithmen sind zu allgemein, daher Probleme mit der Rechenzeit
- Evolutionäre Algorithmen nutzen
  - Problemspezifische Gendarstellung (nichtlinear!)
  - Problemspezifische Crossover-/Mutationsoperationen
- Dadurch wird extrem viel Rechenzeit gespart

# *Vor- und Nachteile*

- Extrem anpassbar
- Problem muss nicht analytisch erfasst/verstanden werden!
- Immer noch großer Rechenzeitbedarf
- Problem mit lokalen Maxima vs globale Maxima
- Wie wählt man die Gendarstellung/Mutations-/Bewertungsfunktionen? Populationsgröße?



Einsatz vor allem bei komplexen Such- und Optimierungsproblemen.

---

---

# Evolutionär generierter Code

move

turn 1

create 2,1,1

trans 1,1

set %active, 1

turn 0

move

move

move

move

comp #2, %banks

turn 1

create 2,1,1

ncomp #2, #1

scan #1

trans 1,1

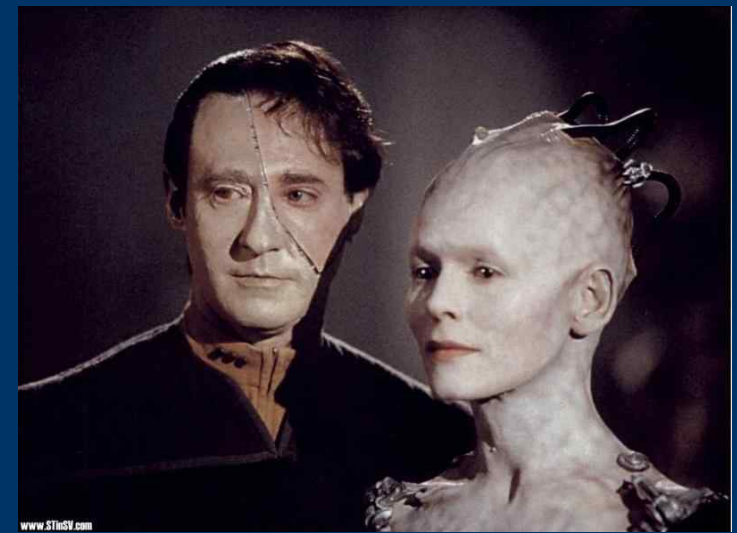
set %active, #1

turn 0





# Starke KI

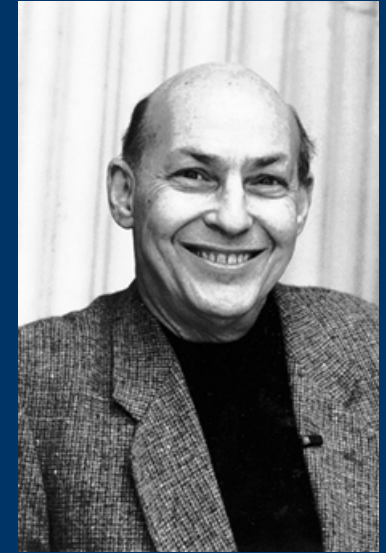


- "according to strong AI, the computer is not merely a tool in the study of the mind; rather, the appropriately programmed computer really is a mind"

John Searle

- Starke KI ist eine bis heute heftig umstrittene Theorie: Niemand weiß sicher ob sie möglich ist und wie man sie nachweisen sollte
  - Grundlegender Gedanke der starken KI ist die "substrate independence"
- 
-

# Marvin Minsky



- Geboren am 09.08.1927 in New York
- 1944-45: Wehrdienst in der US-Navy
- 1950: Bachelor der Mathematik (Harvard)
- 1951: SNARC (Stochastik Neural-Analog Reinforcement Computer)
- 1954: Doktor der Mathematik (Princeton)
- Seit 1958: MIT, hier Mitbegründer des AI Lab
- 1969/70: Turing Award
- "Das Ziel der KI ist die Überwindung des Todes."

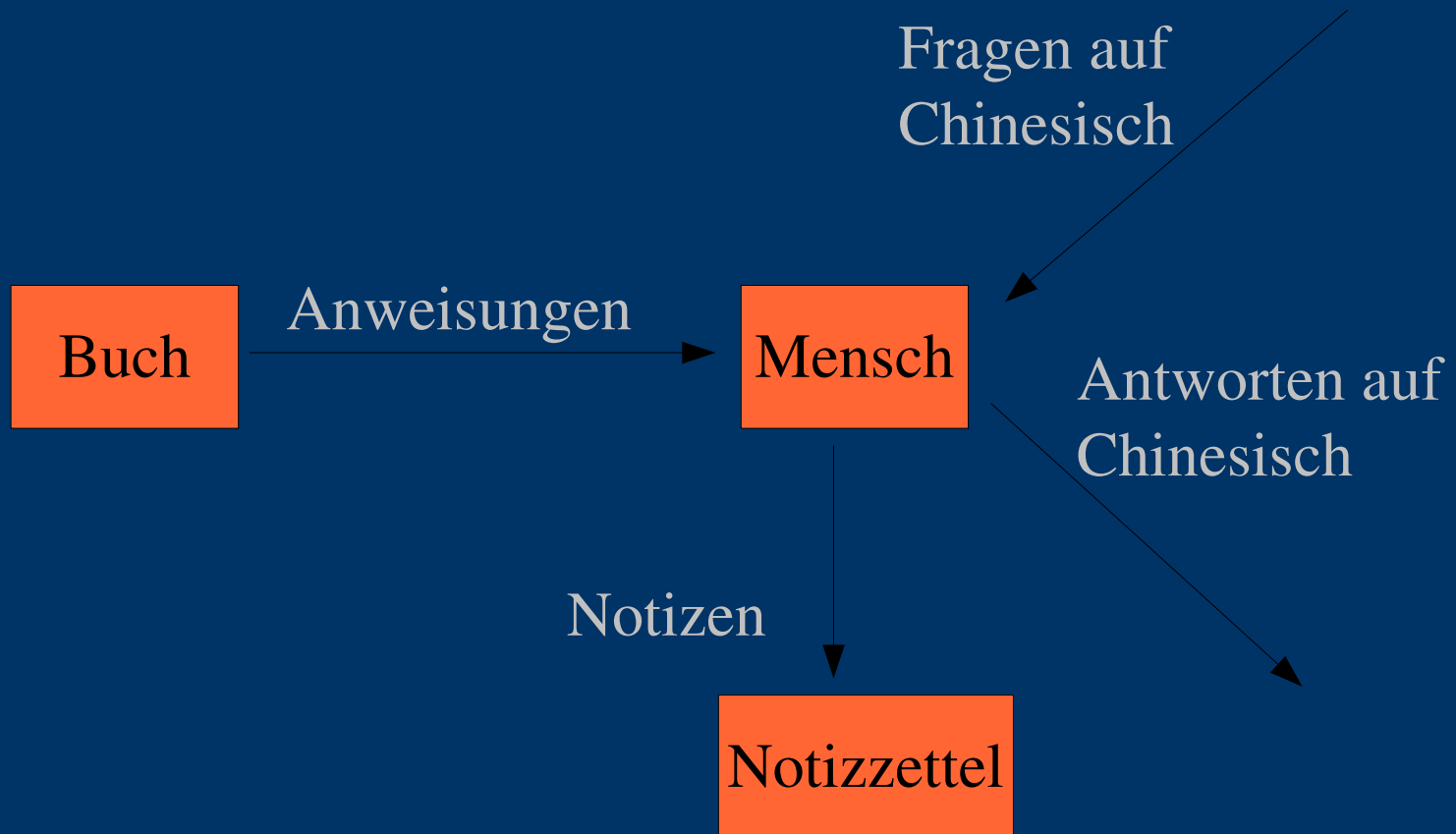


# *Turing Test*

- Von Turing vorgeschlagenes Imitationsspiel
- Bis heute gibt es kein Programm das ihn besteht
- Loebner Preis für die Programme, die diesem Ziel am nächsten kommen
- Sieger 2003: Jürgen Pirner mit dem Programm "Jabberwock"
- <http://www.abenteuermedien.de/jabberwock/>

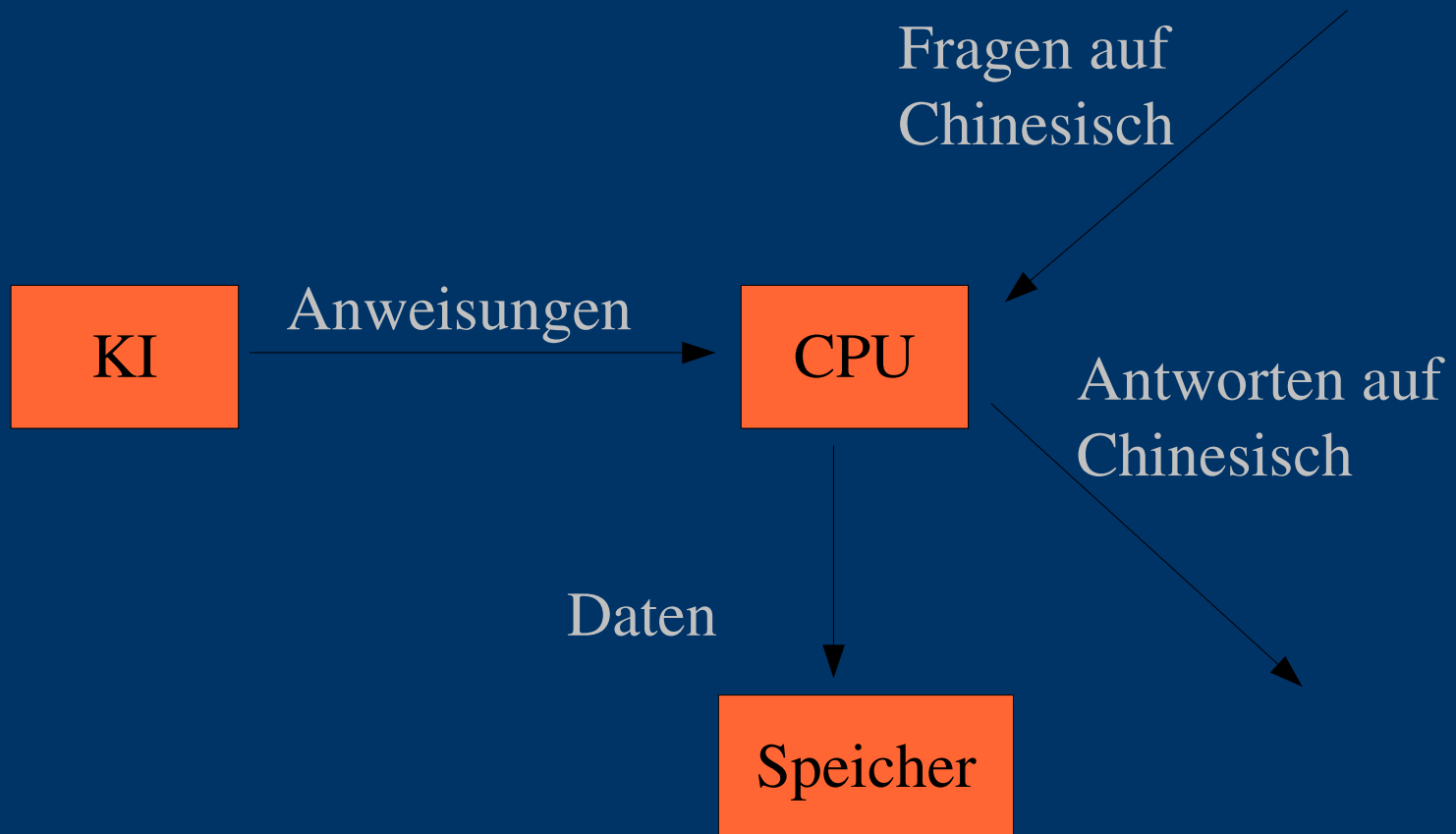
# Das Chinesische Zimmer

- 1980: John Searle entwirft ein Gedankenexperiment um den Turing Test zu widerlegen



# Das Chinesische Zimmer (II)

Gegenargument: Die eigentliche Intelligenz ist im Buch,  
nicht im Menschen!



# *Mögliche Zukunft der KI*

- Expertensysteme übernehmen Entscheidungen von Menschen: Erhöhte Abhängigkeit von Computern
  - Vollautomatische Übersetzungssoftware überwindet Sprachbarrieren (Echtzeitübersetzung von Telefongesprächen, Buchübersetzung in Sekunden)
  - Auch schwache KI kann sehr menschlich wirken
  - Falls starke KI Realität werden sollte wären die Folgen immens!
- 
-

# Quellen

- Hubert B. Keller: "Maschinelle Intelligenz" 2000
  - <http://www.wikipedia.de>
  - <http://www.schachcomputer.at>
  - <http://www.research.ibm.com/deepblue/>
  - Zbigniew Michalewicz: "Artificial Intelligence" 1992
  - Ray Kurzweil: "The Age of Spiritual Machines" 1999
  - Preston, Bishop & various authors: "Views into the Chinese Room" 2002
- 
-