

h_da

HOCHSCHULE DARMSTADT
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Wissensbasierte Diagnostik

Kap.1: Historische Entwicklung der KI

Dr. Norbert Waleschkowski



Semantis Information Builders GmbH
www.semantis-ib.de

h_da Fachbereich Informatik
Wintersemester 2009/10
Master-Studiengang

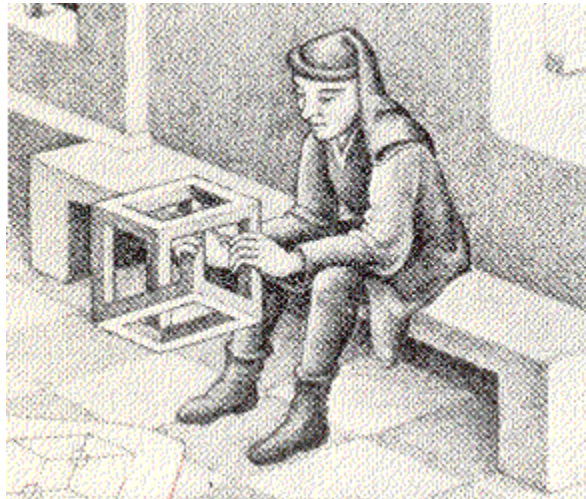
Diese Unterlagen sind nur für den persönlichen Gebrauch der Hörer bestimmt!



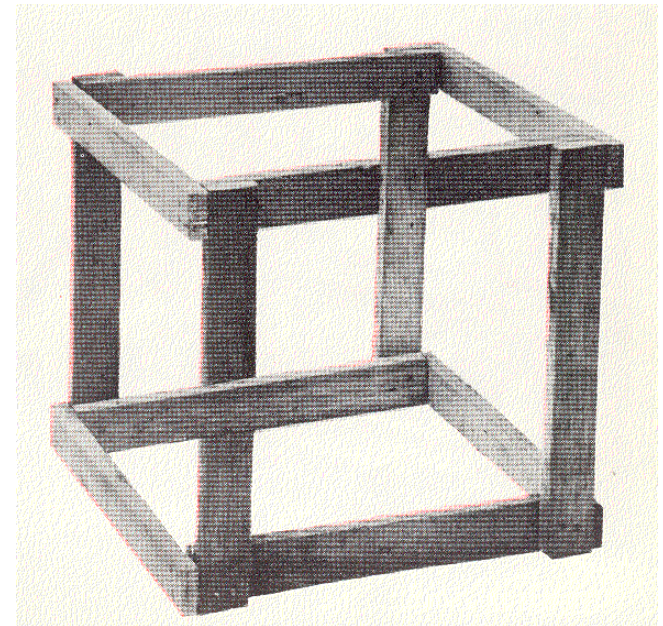
Maurits C. Escher



Maurits Cornelis Escher, 1898 - 1972, holl. Künstler, Schöpfer „unmöglicher Welten“. In vielen Bildern läßt er das Räumliche aus der Fläche entstehen.



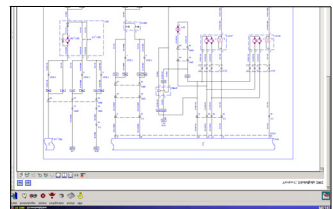
Die Lithographie "Belvedere" sollte ursprünglich "Spukhaus" heißen. Weil aber die Atmosphäre des endgültigen Drucks nichts Geisterhaftes an sich hat, wurde der Name geändert. Im Bildausschnitt links sieht man das Leitmotiv des Drucks, nämlich die kubusartige Form, die der nachdenkliche junge Mann in seinen Händen hält. In der Mitte des Gesamtbildes sieht man das Ergebnis dieser Konstruktion: eine gerade Leiter, die im Gebäude steht und gleichzeitig an seiner Außenmauer lehnt.



Die unmögliche Lattenkiste (Cochran)

Das Diagnoseproblem

- Die rasche technologische Weiterentwicklung und die zunehmende Verwendung elektronischer Systeme führt zu technischen Produkten und Systemen erheblicher Komplexität.
- Beispiel: Moderne Fahrzeuge zeichnen sich durch einen immer höheren Anteil komplexer, elektronisch gesteuerter Teilsysteme und eine sehr hohe Varianten- und Typenvielfalt und individuelle Ausstattungen aus.
- Jedes Fahrzeug stellt eine individuelle Konfiguration aus mechanischen, hydraulischen und elektrischen Teilsystemen dar. Die Wartung dieser Fahrzeuge erfordert gründliches Wissen aus verschiedenen technischen Disziplinen und über die zu diagnostizierenden Systeme.
- Um das technische Personal bei der Wartung und Diagnose dieser Fahrzeuge zu unterstützen, werden wissensbasierte Diagnosesysteme benötigt, die das Service-Personal durch den kompletten Diagnose- und Reparaturprozess führen.



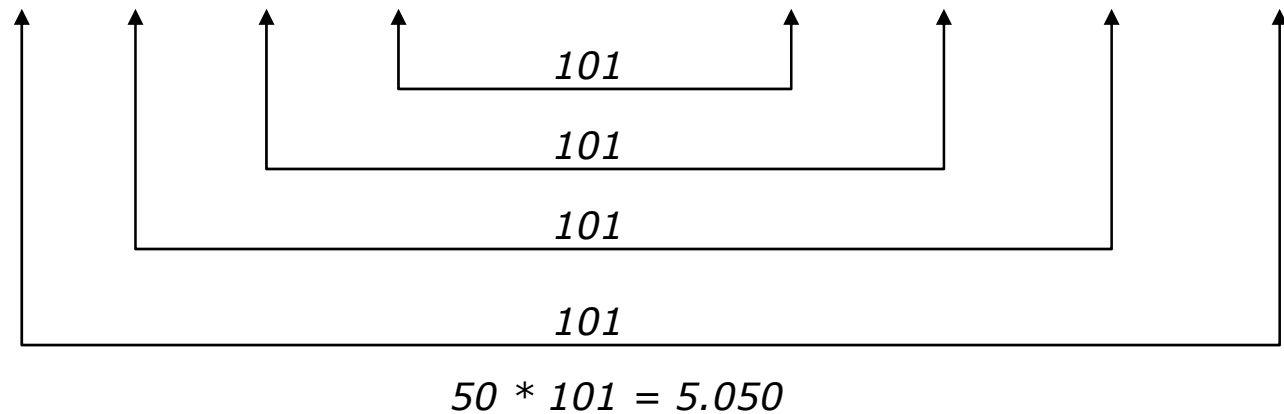
Künstliche Intelligenz

- Diagnosesysteme sind wissensbasierte Systeme. Wissensbasierte Systeme gehören zum Gebiet der Künstlichen Intelligenz (KI).
- Was ist Künstliche Intelligenz (KI) ?
- „Solange man sich künstlichen Blumen nicht zu sehr nähert, sehen sie natürlichen zum Verwechseln ähnlich, und in mancher Hinsicht mag man sie vorziehen, weil sie nicht verwelken und keiner Pflege bedürfen.
Obwohl man sie gelegentlich als Ersatz für natürliche Blumen verwenden kann, sind künstliche Blumen keine Blumen, denen die Eigenschaft zukommt, künstlich zu sein. Die Verwendung des Wortes „künstlich“ als Gegensatz zu „natürlich“ deutet hier an, dass ein Objekt viele Eigenschaften nicht hat, die wir von ihr erwarten, wenn es einer natürlichen Art angehört“ (Mans 1986).
- In diesem Sinne ist auch „künstliche Intelligenz“ eben keine Intelligenz.



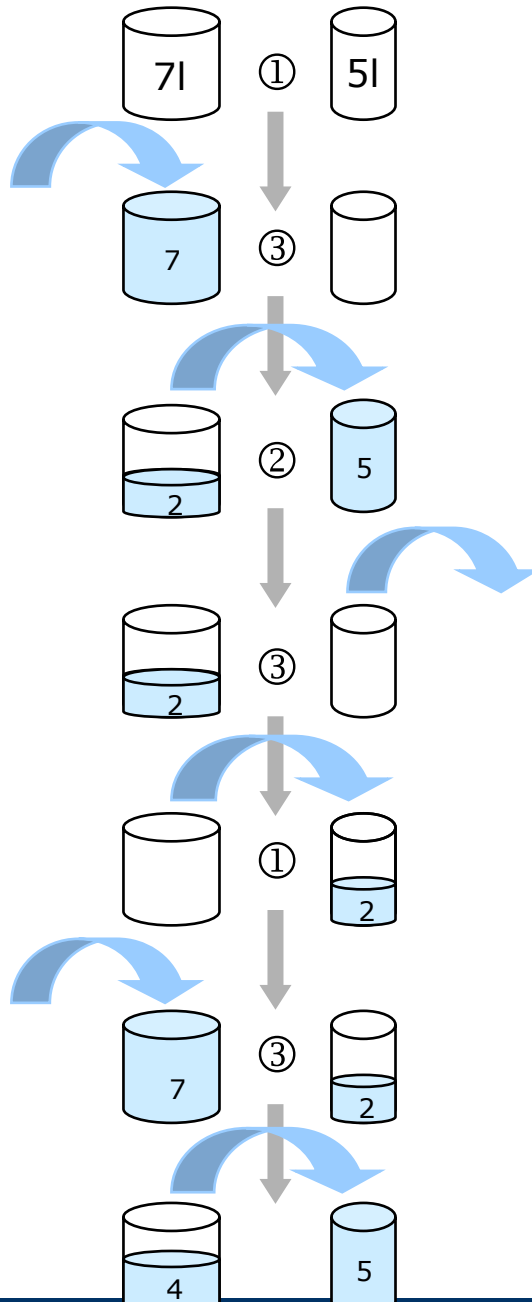
Intelligente Problemlösungen – Ein Beispiel

- Karl F. Gauß (1777 – 1855)
- K.F. Gauß ist ca. 12 J. alt, als sein Lehrer der Klasse die Aufgabe stellt, die Zahlen von 1 bis 100 zu addieren.
- $1 + 2 + 3 + 4 + \dots + 97 + 98 + 99 + 100$

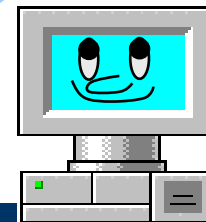
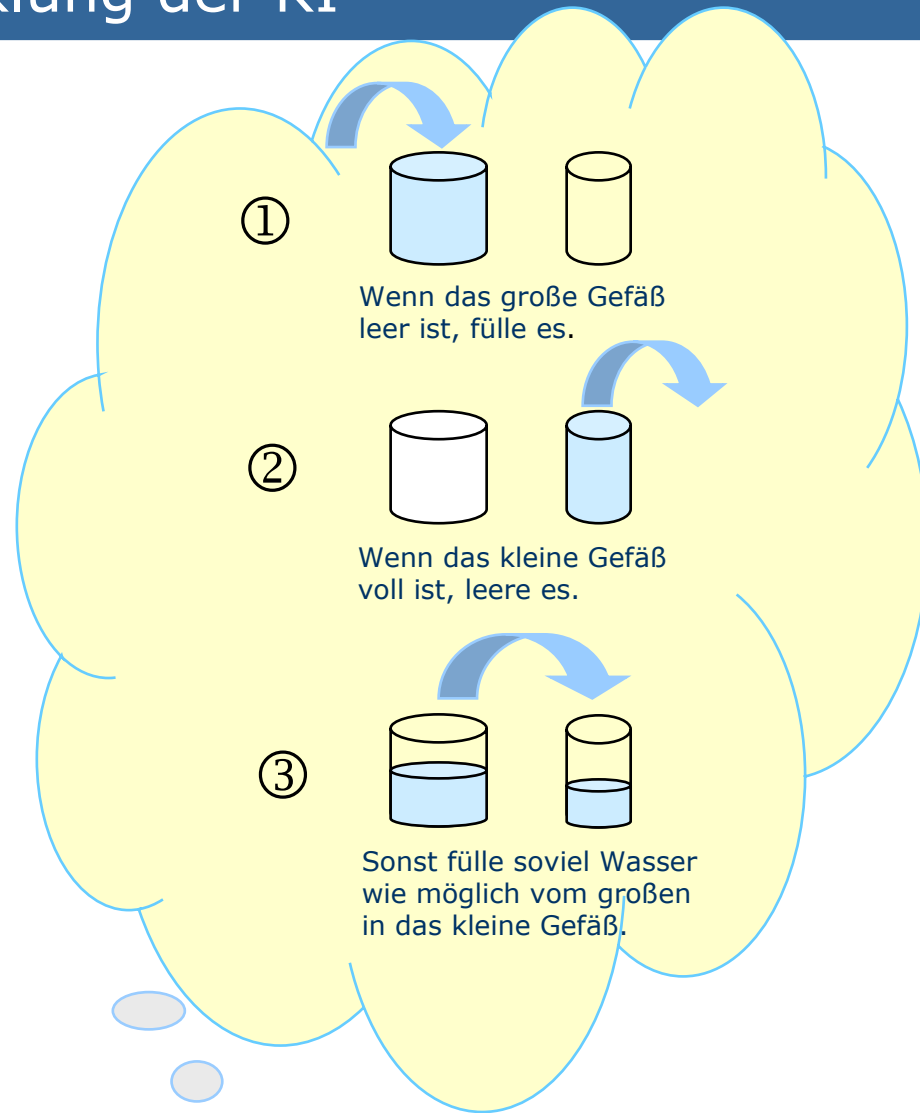


- Gauß hatte damit ein allgemeines Verfahren gefunden:
 - $\sum_{i=1, \dots, n} i = (n+1) * n/2$
 - Bsp.: Summe von 1-1000 = $500 * 1.001 = 500.500$

Aufgabe: Fülle 4l Wasser mit einem 7l und einem 5l-Gefäß ab.



Heuristische Lösung einer Meßaufgabe



Intelligente Software-Technologien – eine verwirrende Vielfalt

Wissensbasierte Systeme

Support-Vektor-Maschinen

Genetische Programmierung

Expertensysteme

Neuronale Netze

Konnektionismus

Case Based Reasoning

Evolutionsstrategien

Maschinelles Lernen

Fuzzy Logik

Genetische Algorithmen

Tabu Search

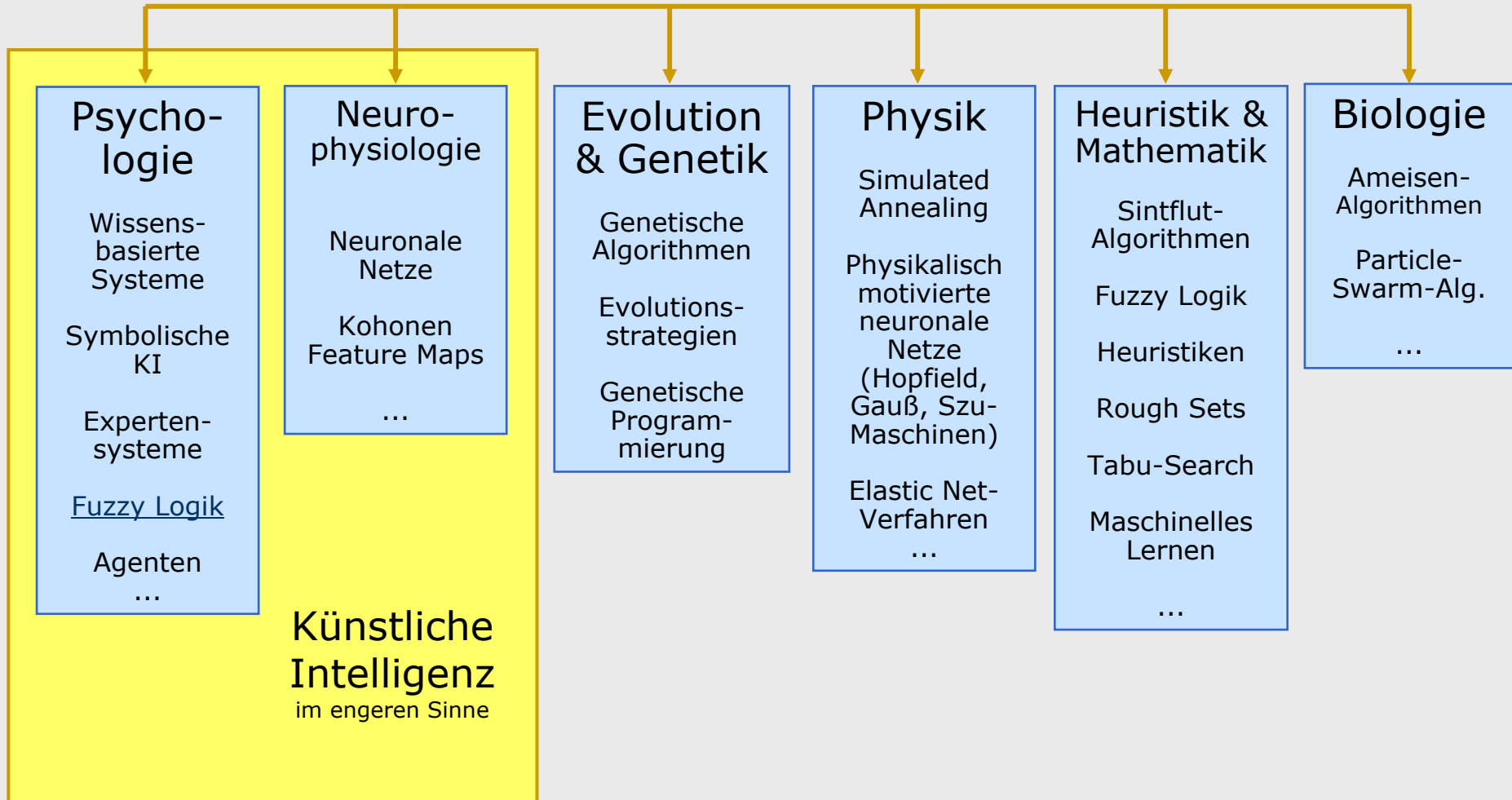
Kohonen Feature Maps

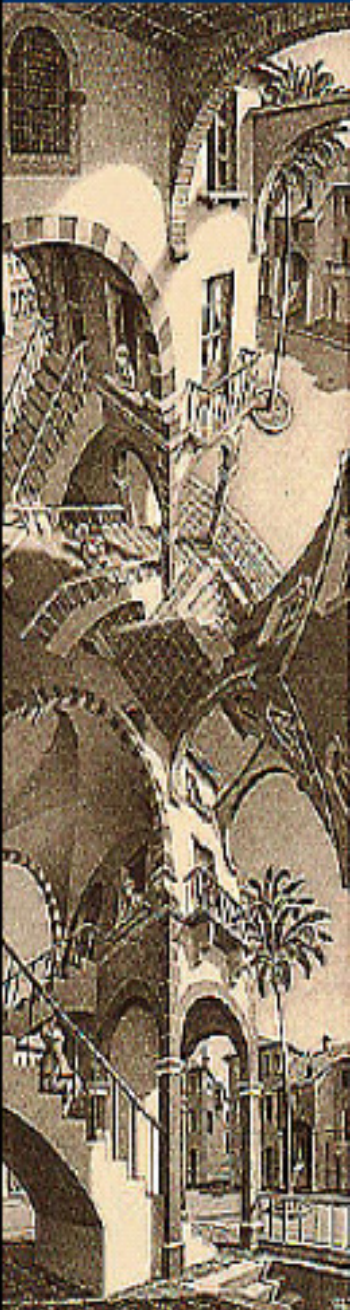
Sintflut-Algorithmen



Intelligente naturanaloge Systeme heute

Intelligente Systeme





Der Begriff „Artificial Intelligence“ wird in den 1950er Jahren geprägt.

Die 1950er Jahre



"Perfect Day!"

There's all the ease and efficiency when you have an IBM Electric. As you do to "reach" the key-to type the work. At the end you'll still feel fresh and free from fatigue.

You'll like all the outstanding features of the IBM Electric: its simple operation, its quiet performance, its modern styling. You'll like having the world's finest typewriter for your work.

IBM Electric
1000 Main St.
1000 Main St.
1000 Main St.
1000 Main St.

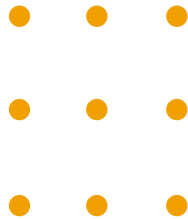
IBM Electric Typewriters

Begriffe der Intelligenz

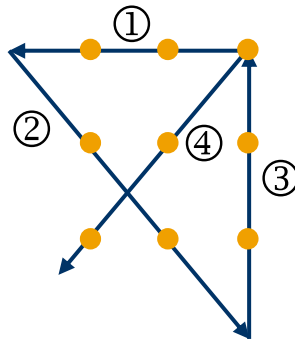
- Intelligenz (lat. intelligentia, Einsicht, Erkenntnisvermögen) hat etwas mit Lernfähigkeit, Anpassung, Abstraktionsvermögen und schöpferischem Denken zu tun.
- Intelligenz ist die Fähigkeit, sich unter zweckmäßiger Verfügung über Denkmittel auf neue Forderungen einzustellen.
- Intelligenz ist die allgemeine Fähigkeit, das Denken bewußt auf neue Forderungen einzustellen, die allgemeine geistige Anpassungsfähigkeit an neue Bedingungen des Lebens.
- Intelligenz ist die Fähigkeit des Gehirns, unbekannte Probleme kreativ zu lösen bzw. die Fähigkeit des Menschen, ihm unbekannte Situationen in angemessener Geschwindigkeit handhaben zu können.
- Der Schwerpunkt liegt also auf der Fähigkeit zur Bewältigung neuer Aufgaben. Meistens erfolgt noch eine Zerlegung in
 - ◆ Wahrnehmung
 - ◆ Modellierungsfähigkeit
 - ◆ Verknüpfungsfähigkeit
 - ◆ Konstruktionsfähigkeit
 - ◆ Gedächtnis
 - ◆ Denkfähigkeit

Künstliche Intelligenz

- KI ist die Beschäftigung mit den Methoden, die es Computern ermöglichen, Aufgaben zu lösen, zu deren Lösung Intelligenz notwendig ist, wenn sie von Menschen durchgeführt werden (Minsky 1968).
- Beispiel:



Die Punkte sind durch einen geschlossenen Zug aus vier geraden Linien zu verbinden.



KI-Lösungsansatz liegt in der Realisierung von

- Rechen-,
- Sortier-,
- Such- und
- Optimierungsprozessen.

Künstliche Intelligenz

- Hauptanwendungen der KI bis heute:
 - Probleme lösen
 - Konzepte erlernen
 - Analyse von Bildern
 - Natürliche Sprache verstehen
 - Befehle ausführen
 - Verwendung als Experte

- Es gibt zwei Ansätze, die zur Entwicklung der (symbolischen) KI geführt haben:
 - (1) Der psychologisch-linguistische Ansatz
 - (2) Der computerorientierte Ansatz

- Ein anderer wichtiger Zweig der KI ist die (subsymbolische) Neuroinformatik.

- Wir werden uns im folgenden schwerpunktmäßig auf die symbolische KI beziehen.

Ein PSS (Physical Symbol System) ist ein System, das aus Symbolen und Symbolstrukturen besteht und physikalisch realisiert ist.

Spätere Erkenntnis: Sogar die simpelste kognitive Handlung erfordert ein ungeheures Maß an Wissen, das i.a. stillschweigend vorausgesetzt wird.

Um diese Lücke zu schließen, startete Doug Lenat (früher beim MIT, heute CEO von CyCorp Inc.) 1984 das Cyc-Projekt. Cyc (vom englischen encyclopedia) ist eine Wissensbasis des Alltagswissens. Sie wird seit 1984 unter der Leitung von Doug Lenat entwickelt, um KI-Anwendungen das logische Schließen über Sachverhalte des „gesunden Menschenverstandes“ zu ermöglichen. Dabei werden alle Inhalte als logische Aussagen in der Ontologiesprache CycL formuliert, die auf der Prädikatenlogik aufbaut. Zusätzlich enthält Cyc eine Inferenzmaschine zum Schlußfolgern über die gespeicherten Zusammenhänge und Plausibilitätskontrollen.

Unter einer Ontologie versteht man in der Informatik im Gebiet der Wissensrepräsentation ein formal definiertes System von Begriffen und Relationen.

Die symbolische KI

■ 1. Annahme der symbolischen KI:

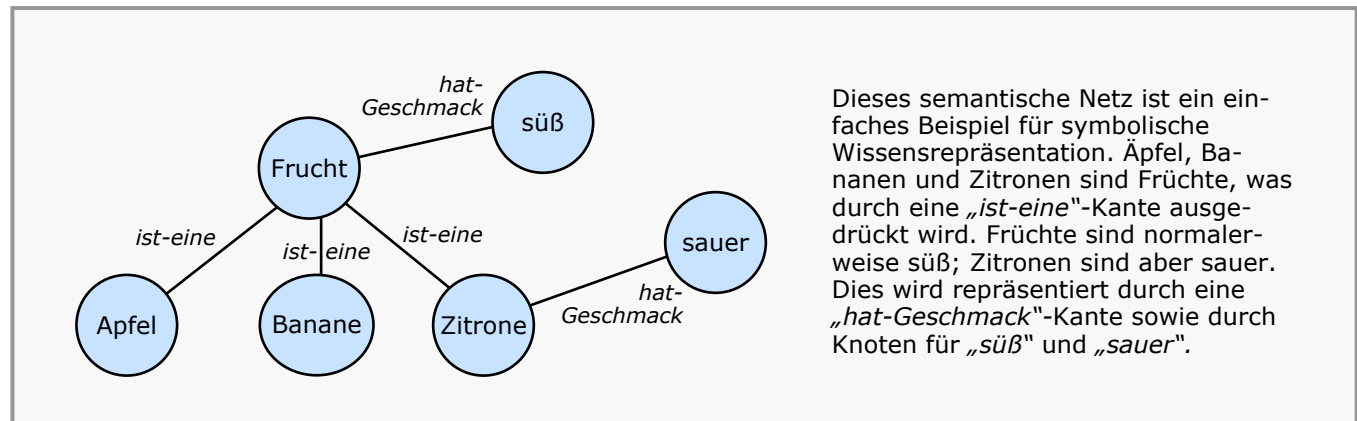
Newell & Simon (1976): Die „Physical Symbol Systems Hypothesis“ ist eine notwendige und hinreichende Bedingung, um

- intelligentes menschliches Handeln „repräsentationistisch“ zu erklären
- Kognition als funktionale Architektur aus syntaktisch verknüpften und binär repräsentierten Symbolen zu beschreiben.

■ 2. Annahme der symbolischen KI:

Alle intelligenten Vorgänge erfordern umfangreiches Wissen, das im System gespeichert und jederzeit abrufbar ist.

- Konklusion: Symbolisches Wissen reicht aus, um intelligentes Verhalten zu verstehen. Jedes Element intelligenten Handelns und Verhaltens kann durch Symbole repräsentiert werden.



Das menschliche Gehirn

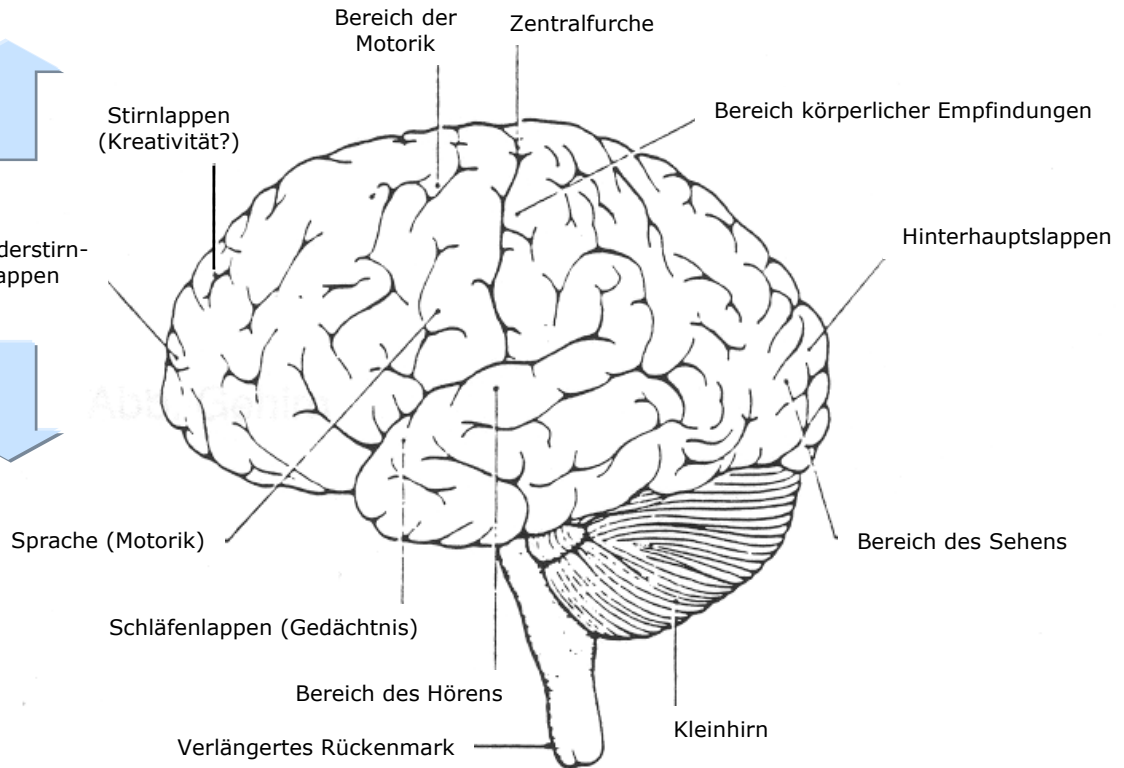
Höhere (symbolische) Denkebene
(Psychologische Ebene)



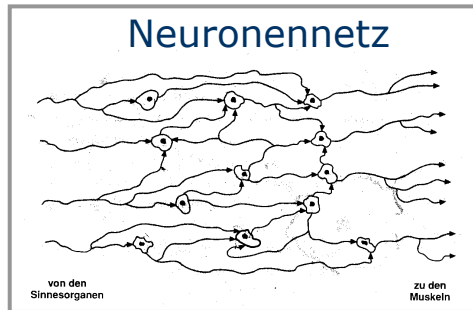
Tiefere (subsymbolische) Denkebene
(Neurophysiologische Ebene)



Vorderstirn-
lappen

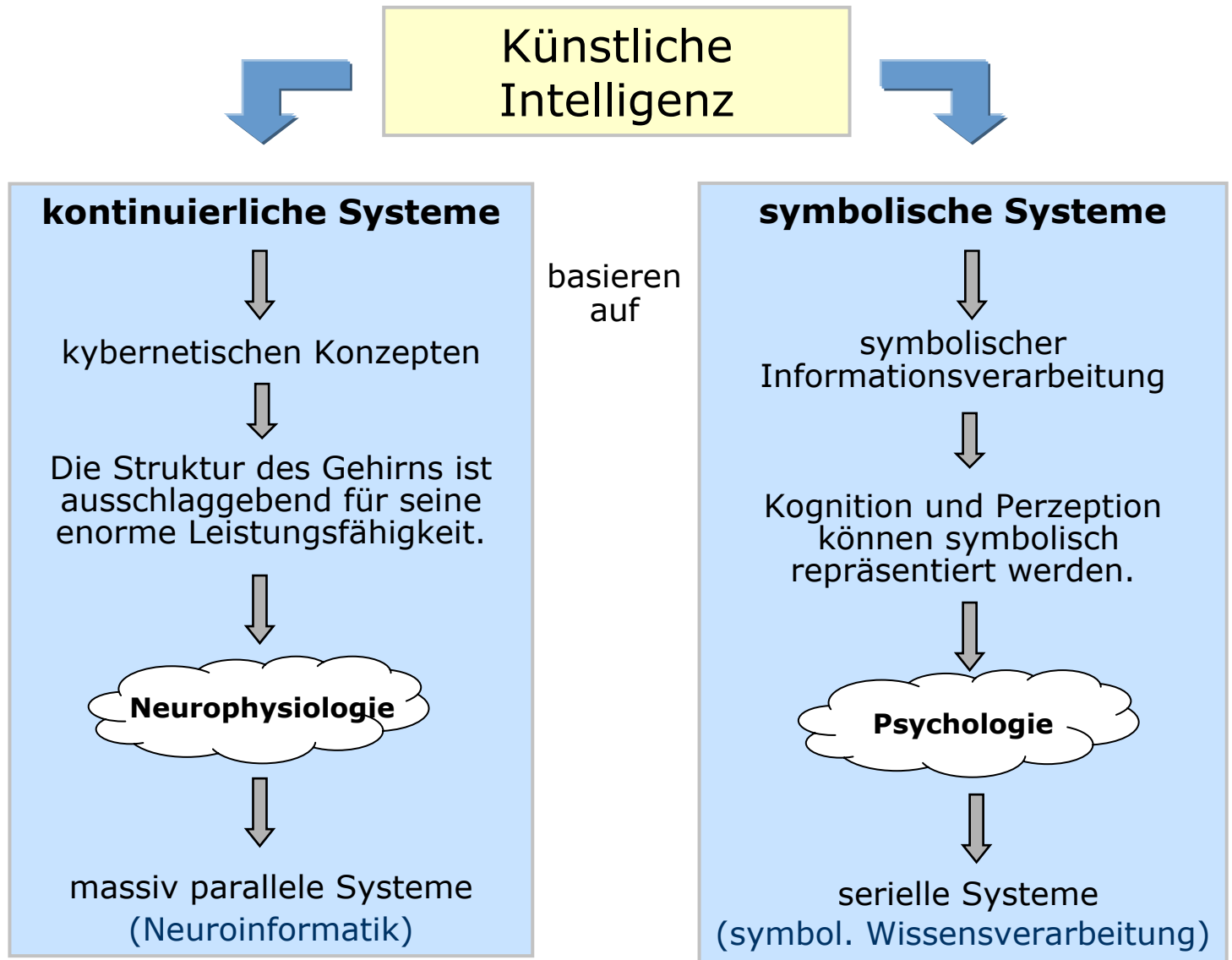


Ein Gehirn hat eine gewellte Oberfläche und sieht aus wie ein weiches, zusammengeschobenes Papiertaschentuch. Wie ein solches Papiertuch besteht es aus mehreren übereinanderliegenden Schichten.



Das menschliche Gehirn, von links gesehen

Disziplinen der Künstlichen Intelligenz



Entwicklungsansätze der KI (1)

Ad (1) Der computerorientierte Ansatz

- 1941 Z3 von Konrad Zuse (elektromech. prog. Rechner)
- 1944/45 ENIAC von Eckart, Mauckly (elektron. Rechner)
MARK I/II von Aiken (elektromechanisch)
Relaisrechner von Stiebitz
- Hier stellte sich die Frage nach der Ausrichtung der Computer:
 - numerisch / prozedural auf der Basis numerischer Operatoren wie +, =, -, < etc.
 - logisch / symbolisch (Vorschlag von Turing) auf der Basis logischer Operatoren wie \wedge (UND), \vee (ODER), \neg (NICHT) etc.
- Die Entscheidung für numerische Operatoren führte zur Entwicklung der Großcomputer, die in erster Linie sehr schnelle Rechenmaschinen sind.
- Damals entstand die Vorstellung – hauptsächlich vorgetragen von Alan Turing – dass die Kreation menschenähnlicher, intelligenter Artefakte möglich sei.

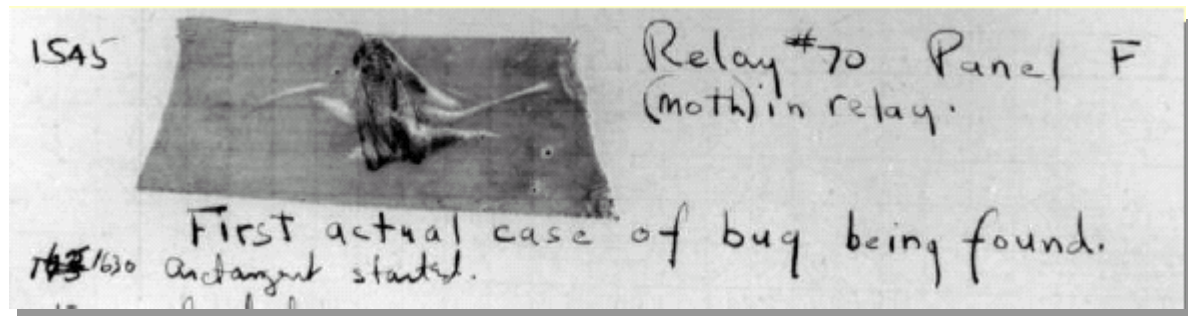


Konrad Zuse

(1910 – 1995) Deutscher Computer-Pionier; K. Zuse ist der Erfinder und Konstrukteur des ersten funktionsfähigen, frei programmierbaren, und auf dem binären Zahlensystem arbeitenden Rechners der Welt, der Z3, der im Mai 1941 in Berlin fertiggestellt wurde. K. Zuse entwickelte 1945 auch die erste universelle Programmiersprache für Computer, den Plankalkül, der seiner Zeit weit voraus war.

Ein kleiner Exkurs: Der erste "Bug" (1947)

- Eine Motte, die zufällig in den MARK II gerät, verursacht eine Fehlfunktion des Relais Nr. 70 in Panel F.
- Mrs. Grace Murray Hoppers, eine Mitarbeiterin von Aiken, findet das tote Insekt und trägt den Vorfall in das Logbuch ein.
- Der erste „Bug“ ist geboren.



Dialogbeispiel zum Turing-Test:

Prüfer: In der ersten Zeile Ihres Sonetts „Soll ich dich einem Sommertag vergleichen“, würde da nicht ein Herbsttag genausogut oder besser passen?

Antwort: Das gäbe keinen Rhythmus.

Prüfer: Wie wäre es mit einem „Wintertag“? Da wäre der Rhythmus in Ordnung.

Antwort: Sicher. Aber wer will schon mit einem Wintertag verglichen werden?

Prüfer: Würden Sie sagen, Herr Pickwick erinnert Sie an Weihnachten

Antwort: Ein bißchen.

Prüfer: Aber Weihnachten ist ein Wintertag, und ich glaube nicht, daß Herrn Pickwick dieser Vergleich stören würde.

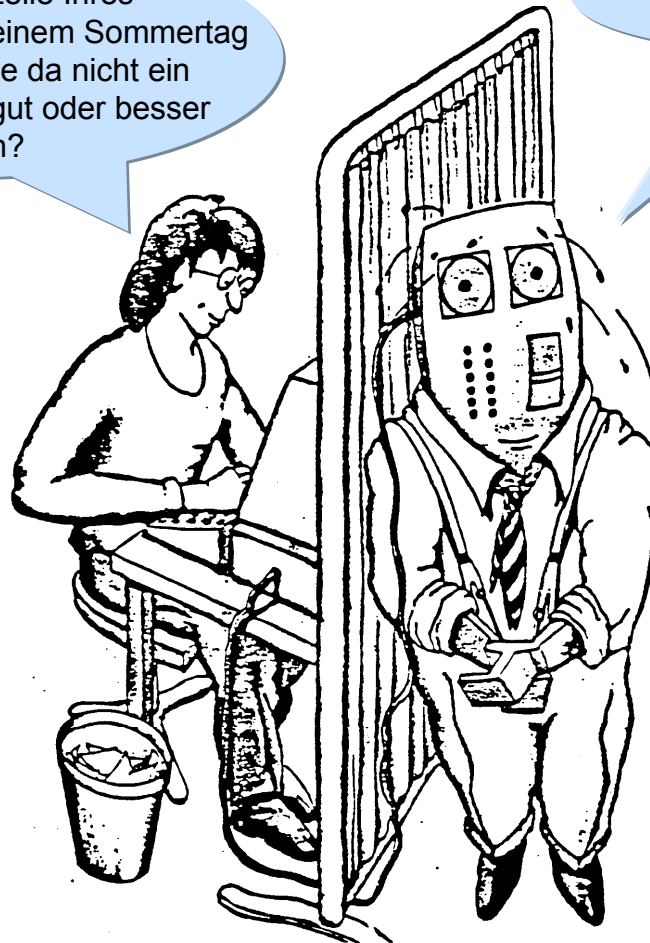
Antwort: Das meinen Sie wohl nicht im Ernst. Bei Wintertag denkt man an einen typischen Wintertag, nicht an Weihnachten.

■ Der Turing-Test (1950):

Ein Interrogator ist mit einem Mann und einer Frau über eine Fernschreibleitung verbunden. Durch Fragen versucht er herauszubekommen, mit wer er kommuniziert. Wird der Fragesteller so oft irren, wie wenn die Rolle des Mannes durch einen Rechner übernommen wird?

In der ersten Zeile Ihres Sonetts „Soll ich dich einem Sommertag vergleichen“, würde da nicht ein Herbsttag genausogut oder besser passen?

Das meinen Sie doch wohl nicht im Ernst.



Entwicklungsansätze der KI

Ad (2) Der psychologisch-linguistische Ansatz

■ Experimentelle Form der Psychologie:

- Man hoffte, mit dem Simulieren „intelligenten Verhaltens“ durch geeignete Programmierung einer Rechenanlage besser verstehen zu können, was Intelligenz überhaupt ist bzw. wie sich menschliche Denkvorgänge abspielen.
- Wichtigster Vertreter: Herbert Simon (1950er Jahre):
„Intelligence is mind implemented by any patternable kind of matter.“

■ Sprachwissenschaft (Linguistik)

- Entwicklung einer automatentheoretisch fundierten generativen Grammatik als Theorie der sprachlichen Kompetenz im Sinne einer abstrakten Sprachfähigkeit (1956)
- Wichtigster Vertreter: Noam Chomsky
- Aktuelle Forschung heute: Minimalistische Syntax



Noam A. Chomsky
(* 1928) Amerikanischer Linguist; seit 1955 bis heute Professor für Linguistik am MIT (Massachusetts Institute of Technology). Mit seinen Arbeiten über Transformationsgrammatiken revolutionierte er die Linguistik.

Historischer Abriß der KI

Vorgeschichte und Anfänge

■ Leibniz:

- Alles Handeln kann letztlich durch eine (numerische) formale Theorie beschrieben werden.

■ Kant:

- Es gibt verschiedene Bereiche des Denkens.
- Es gibt einen Unterschied zwischen
 - dem Wissen der Naturwissenschaften
 - dem Wissen über richtiges Handeln

■ Boole:

- Algebraisierung des Denkens im Sinne von Leibniz
- Überzeugung, dass seine Gesetze wirklich die Gesetze des Denkens seien

■ Turing:

- Turing-Test
- überzeugt vom Konzept der KI



Alan M. Turing
(1912 – 1954) Engli-
scher Mathematiker;
bahnbrechende Arbei-
ten in der Mathematik
und Logik (Berechen-
barkeit, Entscheidbar-
keit, Konzept der Tu-
ring-Maschine); ent-
schlüsselte während
des 2. Weltkriegs die
deutsche Chiffrier-
maschine ENIGMA;
formulierte den Turing-
Test. Er starb 1954
durch Selbstmord.

Historischer Abriß der KI (2)

Vorgeschichte und Anfänge

- Shannon:
 - Inangriffnahme des Schachproblems
- Zahlreiche Ansätze
 - Sprachprogramme
- 1956 Geburtsstunde der KI
 - Konferenz in Dartmouth
 - Vertreter: John Mc Carthy, Allen Newell, Herbert Simon
 - Starke psychologische und philosophische Ansätze
- LISP wird **die** Sprache der KI.



John Mc Carthy
(* 1927) Amerikanischer Informatik- und KI-Pionier; war Professor in Princeton, am MIT, zuletzt in Stanford; baute mit M.Minsky am MIT das AI Lab auf; Erfinder von LISP; prägte den Begriff „Artificial Intelligence“; Turing-Award in 1971.

KI 1957 – 1962 (1)

Heuristisches Programmieren

- Geprägt von Newell und Simon
 - (vgl. z.B. E. Feigenbaum / J. Feldman: Computers and Thought, Mc Graw-Hill, N.Y. 1963)
 - GPS (General Problem Solver), Logic Theorist, ...
- Erste Programme und Ansätze
 - Mustererkennung
 - Automatisches Beweisen
 - Automatische Sprachübersetzung
- Nach ersten Erfolgen erklärten Simon und Newell:
 - „Within ten years a digital will be the world's chess champion, unless the rules bar it from competition; a digital computer will discover and prove an important mathematical theorem; most theories in psychology will take the form of computer programs, or of qualitative statement about the characteristics of computer programs.“
- Neuronale Netze
 - Perceptron Convergence Theorem (Rosenblatt 1962)
- Nach ersten Fortschritten aber auch
 - Stagnation, Enttäuschung, Abbruch vieler Projekte



Marvin Minsky

(* 1927) Amerikanischer Mathematiker und Informatik-Pionier; Prof. am MIT; gründete 1959 mit J.McCarthy das berühmte MIT AI Lab.; baute 1951 einen der ersten Neuro-Computer (SNARC); bahnbrechende Arbeiten als KI-Pionier; Turing Award 1969.

KI 1957 – 1962 (2)

Ich küsse Ihre Hand, Madame, ,

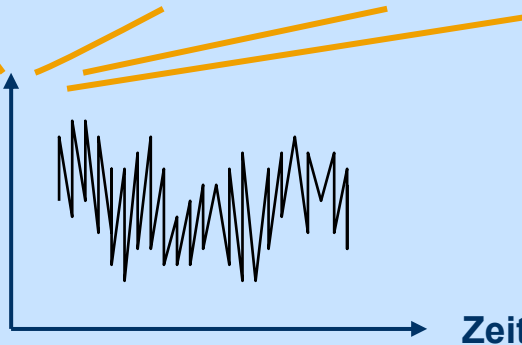
(Semantik: Hund oder Mund ?)

und denk, es ist Ihr
 ? ? ? ? ? ?

(Syntax?)

und	Hund	Mund	Mut	Wunde	...
↑	↑	↑	↑	↑	↑
0,2	0,2	0,3	0,1	0,03	...

Frequenz



Zeit

Text

Kontext

Phrase

alternative
Einsetzungen

mögliche
Wörter

Interpretations-
wahrschein-
lichkeit

Spektrogramm
eines Wortes

Anwendungs-
Beispiel:

Sprach-
verstehen:

Stufen der
Erkennung
natürlicher
Sprache

KI 1963 – 1967 (Bau spezialisierter Systeme)

Semantic Information Processing (Dreyfus)

- M. Minsky:
 - Die Methoden der 1. Phase sind nur für einfache Probleme geeignet und auf schwierige nicht übertragbar.
- Ansatz
 - bewußtes ad hoc-Vorgehen für ausgewählte, abgegrenzte Domänen
- Systeme
 - Student (Bobrow): Lösen natürlichsprachlicher Textaufgaben
 - SAINT (Slage): Integralrechnung
 - Semantic Memory (Quillian)
 - Analogy Program (Evans): IQ-Tests: geometrische Analogie
- Es wird deutlich, dass erfolgreiche Programme auf die Inkorporierung von Spezialwissen angewiesen sind. Der „common sense-Anspruch“ (Mc Carthy) erfordert eine natürlich-sprachliche Umgebung
- Es entwickelt sich ein wachsender Widerstand gegen die KI.

KI 1967 – 1972 (Philosophie und Technologie)

Manipulating Micro Worlds (Dreyfus)

- Aufgabe dieser Periode:
 - Methoden zur Darstellung von Wissen
 - Bau spezialisierter Systeme
 - Erkennen der Bedeutung natürlichsprachlicher Ausdrücke
- Macsyma (1967)
 - Interaktives System zur Lösung komplexer math. Probleme wie
 - Faktorisierung von Polynomen
 - Symbolische Differentiation und Integration
 - Reihenentwicklung von Funktionen
 - Lösung von Differentialgleichungen
 - (ist heute ein bekanntes SW-Produkt)
- Dendral (1968 Feigenbaum et al.)
 - Expertensystem zur Analyse zur spektroskopischen Analyse von Molekülen und zur Bestimmung der Molekularstruktur
- Macsyma und Dendral wurden von vielen Fachvertretern nicht als KI-Leistungen, sondern als Leistungen der Computer Science überhaupt angesehen.

KI 1967–1972 (Philosophie und Technologie)

- Neue Ansätze zur Sprachanalyse und -übersetzung
- ELIZA (bzw. DOCTOR) (Joseph Weizenbaum 1967)
 - Simulation eines Psychotherapeuten
- PARRY (Kenneth Colby 1969)
 - Simulation eines Paranoiden
- SHRDLU (Terry Winograd 1968-70)
 - sog. Klötzchen-Welt
 - Bündelung einer Reihe von Problemen wie
 - Schaffung eines intelligenten Roboters
 - Verstehen natürlicher Sprache
 - Automatisches Beweisen
 - Darstellung von Wissen über eine Mini-Welt
 - SHRDLU kann
 - Fragen zur Situation verstehen
 - Fragen beantworten
 - Befehle zerlegen und ausführen
 - Handlungen und Gründe beschreiben
- 1969: Erste internationale Konferenz über AI

Kritikpunkte:

- bloße Verknüpfung von Wörtern mit Prozeduren ist kein Verstehen
- Spielzeugwelt
- Welt wird nur als Menge von Fakten gesehen
- nur scheinbarer Durchbruch in der Sprachanalyse

Sprachverstehen & Sprachverarbeitung

- Verständnis und Verarbeitung natürlicher Sprache ist ein zentrales Problemfeld in der KI:
- Chomsky:
 - „Wer eine natürliche Sprache beherrscht, kann beliebige neue Sätze bilden und nie zuvor gehörte Äußerungen verstehen.“ Sprachbeherrschung ist also eine produktive generative Fähigkeit.
- Kompetenz und Performanz:
 - Gegenstand einer linguistischen Theorie ist in erster Linie ein idealer Sprecher-Hörer, d.h. es wird abstrahiert von grammatisch irrelevanten Bedingungen wie begrenztes Gedächtnis, Zerstreutheit, Fehler, Verschiebung der Aufmerksamkeit, ...
 - Bereits F. de Saussure (1857 – 1913) forderte eine strenge Trennung von
 - Parole: (Sprach)Kompetenz (die Kenntnis des Sprecher-Hörers von seiner Sprache)
 - Langue: (Sprach)Performanz (der aktuelle Gebrauch der Sprache in konkreten Situationen)

Sprachverstehen & Sprachverarbeitung

- Bereits Alice im Wunderland (Lewis Carroll) war der Unterschied zwischen Kompetenz und Performanz geläufig.
- Hier ein Ausschnitt aus einem Dialog zwischen Alice und der Herzogin:

- „Ich bin ganz deiner Meinung“, sagte die Herzogin; „und die Moral davon ist: ‘Scheine, was du bist, und sei, was du scheinst’ – oder einfacher ausgedrückt: Sei niemals ununterschieden von dem, als was du jenen in dem, was du warst oder hättest sein können, dadurch erscheinen könntest, dass du unterschieden von dem warst, was jenen so erscheinen könnte, als seiest du anders!“
- Ich glaube, das könnte ich leichter verstehen“, erwiderte Alice sehr höflich, „wenn ich es geschrieben vor mir hätte; beim bloßen Zuhören komme ich leider nicht ganz mit.“
- „Das ist noch gar nichts gegen das, was ich alles sagen könnte, wenn ich nur wollte!“ sagte die Herzogin geschmeichelt.

Anwendungs-
beispiel
ELIZA:



Joseph Weizenbaum
(*1923 Berlin, † 2005)
deutsch-amerik. Com-
puterwissenschaftler;
von 1955-63 System-
Ingenieur bei General
Electric, ab 1963 Prof.
am MIT; Schöpfer von
ELIZA; war später ei-
ner der schärfsten Kri-
tiker der Informations-
und Medientechnolo-
gie.

Anwendungsbeispiel ELIZA (1966, Joseph Weizenbaum)

ELIZA führt ein psychotherapeutisches Gespräch. Es simuliert einen natürlich-sprachlichen Dialogpartner, einen Psychotherapeuten, der die „nondirektive Therapie“ anwendet. Ein Gespräch könnte etwa wie folgt ablaufen:

User: Men are all alike.

Eliza: In what way?

User : They are always bugging us about something or other.

Eliza : Can you think of a specific example?

User : Well, my boyfriend made me come here.

Eliza : Your boyfriend made you come here.

User : He says I'm depressed much of the time.

Eliza : I am sorry to hear that you are depressed.

User : It's true, I am unhappy.

Eliza : Do you think coming here will help you not be be unhappy?

User : I need some help; that much seems certain.

Eliza: What would it mean to you if you got some help?

User: Perhaps I could learn to get along with my mother.

Eliza: Tell me more about your family.

Fortsetzung Gespräch:

User: My mother takes care of me.

Eliza: Who else in your family takes care of you?

User : My father.

Eliza : Your father.

User : You are like my father in some ways.

Eliza : What resemblance do you see?

User : You are not very aggressive but I think you don't want me to..

Eliza : What makes you think I am not very aggressive?

User : You don't argue with me.

Eliza : Why do you think I don't argue with you?

User : You are afraid of me.

Eliza: Does it please you to think I am afraid of you?

User: My father is afraid of everybody.

Eliza: What else comes to mind when you think of your father?

X you Y me (What makes you think I Y you.)

X are you Y (Would you prefer it if I weren't Y.)

X alike Y (In what way? What resemblance do you see?)

*Assoziierte
Transformationen*

Anwendungsbeispiel ELIZA (1966, Joseph Weizenbaum)

ELIZA führt ein psychotherapeutisches Gespräch.
Es simuliert einen natürlich-sprachlichen Dialogpartner.

- Eingabesätze werden als Listen von Symbolen notiert:

Bei Eingabe von

- (No, I can't.)
- (You are being negative.)

antwortet ELIZA

- (No, I'm rather positive.)

- Einige Beispiele für weitere Muster und die jeweiligen Antworten:

Muster	Antwort
(+ mother +)	(Tell me more about your family.)
(No, ...)	(You are being negative.)
(+ I have +REST)	(You say you have +REST)

Anwendungsbeispiel ELIZA (2)

- Weitere Muster und die jeweiligen Antworten:

Muster	Antwort
(... I have ...)	(You say you have ...)
(Yes ...)	(I understand.)
(Of course ...)	(You seem very positive about that.)
(I might ...)	(Why aren't you sure?)
(Do you ...)	(Why do you ask?)
(Because ...)	(What does this suggest to you?)
(Why don't you ...)	(You wish me to ...)
(You said ...)	(Is that what you heard me say?)
(... you are ...)	(What makes you think I ...)

“PARRY begegnet dem DOCTOR (Eliza)”

- Was passiert wohl, wenn Parry und der Doctor aufeinandertreffen?
- Hier ein Gespräch, das zwischen Parry und dem Doctor über ein Computernetz arrangiert wurde:

Parry: Ich verstehe Ihre Beweggründe nicht.

Doctor: Warum verstehen Sie meine Beweggründe nicht.

Parry: Sollte ich das nicht sein?

Doctor: Warum haben Sie das soeben gesagt?

Parry: So ist es eben.

Doctor: Angenommen, es ist eben nicht so.

Parry: Was dann?

Doctor: Ich bin nicht sicher, ob ich Sie vollständig verstehe?

Parry: Sie reiten zu sehr auf der gleichen Frage herum.

Doctor: Was sagt Ihnen diese Ähnlichkeit?

Parry: Ich verstehe Sie nicht.

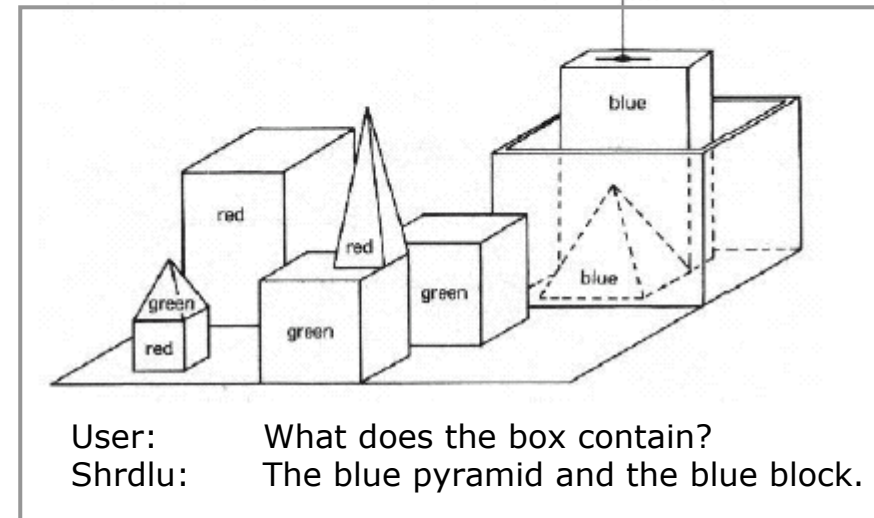
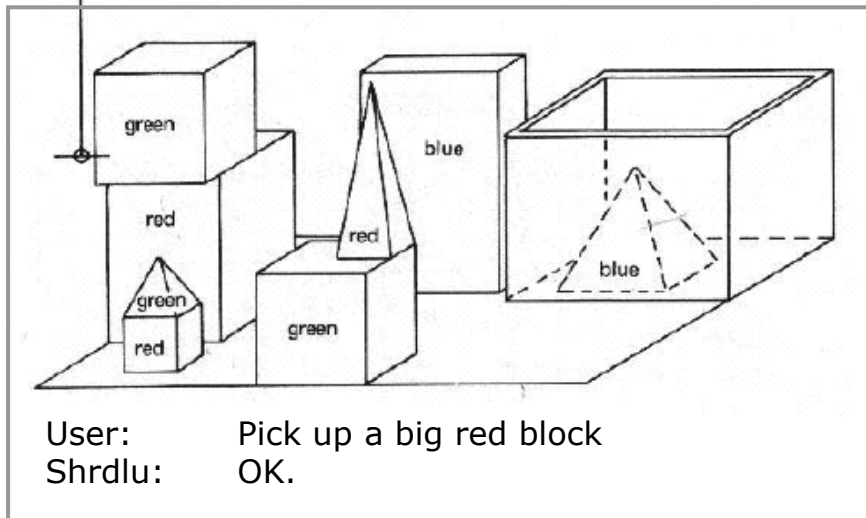
Doctor: Hätten Sie gerne, dass Sie in Wirklichkeit ich wären?

Parry: Es wäre allmählich an der Zeit, dass Sie etwas Interesse für meine Gefühle zeigten.

Doctor: Oh? Ich zeigte Interesse für Ihre Gefühle?

SHRDLU (Terry Winograd 1970)

- Winograds SHRDLU arbeitet in einer eingeschränkten Miniwelt - der Klötzchenwelt (blocks world).
- SHRDLU beantwortet Fragen, führt Anweisungen aus und erlernt Begriffe, allerdings eingeschränkt auf seine Domäne.
- Wichtige Programmkomponenten sind:
 - Linguistische Analyse
 - Generierung von Antworten
 - (Handlungs-) Planung
 - Grafische Visualisierung
 - Interaktion von Analyse und Planung



KI 1965 – 1975 Ergebnisse und Erkenntnisse

- Weitere Ergebnisse /Erkenntnisse dieser Periode:
 - 1966: Die US-Forschungsförderung für Sprachübersetzung wird abgebrochen.
 - Entdeckung der Skalierungsproblematik: Wenn ein Programm ein Problem im Prinzip lösen kann, heißt dies nicht, daß es damit die für einen praktischen Erfolg erforderlichen Mechanismen enthält.
 - Lighthill-Bericht 1973: weitgehender Abbruch der KI-Forschungsförderung in England
 - 1969: Die von Minsky und Papert aufgezeigten Grenzen des Perzeptrons führen weitgehend zum Ende der Förderung der Technologie der neuronalen Netze.

KI 1972–1977 (Technologie der Wissensverarbeitung)

- Aufgaben dieser Periode:
 - Modellierung des allg. Denkens (common sense reasoning)
 - Darstellung und Organisation von Wissen
 - „In the knowledge lies the power.“ (Feigenbaum)
- Begriff des ‚Knowledge Engineering‘ (Weizenbaum)
- Neue Konzepte
 - Frames (Schemata) von M. Minsky
 - Scripts (Ausprägungen) von R. Schank
- Neue Sprachen
 - QA4, Conniver, QLisp, Fuzzy, KRL (Knowledge Repres. Lang.)
- MYCIN (Paradigma-verdächtiges System; Shortliffe 1976)
 - „Großvater der Expertensysteme“, Trennung Wissen & Inferenz
 - Diagnose bakterieller Infektionen
 - Empfehlungen zur medikamentösen Behandlung
 - Eigenschaften: Produktionssystem, Wissenserwerb, Certainty-Fakt.
- Erste Ansätze zur Anwendung der Logik im Bereich der Programmiersprachen (PROLOG)
 - durch Kowalski (Edinburgh) und Colmerauer (Marseille)

KI 1977–1982 (Entwicklung von Werkzeugen)

- **Schwerpunkte dieser Periode:**
 - Entwicklung von Shells (z.B. EMYCIN aus MYCIN)
 - Entwicklung robuster natürlichsprachlicher Systeme (unvollständige oder fehlerhafte Eingabe)
 - Abweichende Logiken
 - nicht-monotone Logik
 - Fuzzy-Logik
 - KI-Methoden für Datenbanken
- **Stärkere Diversifizierung, teilweise Modetrends**
- **Führende Institute:**
 - MIT (Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Mass.)
 - CMU (Carnegie Mellon University; Pittsburgh, Penn.)
 - Stanford University; Cal.
- **Aber keine grundsätzliche Neuorientierung oder Weiterentwicklung**

KI 1980–1988 (Beginn der wissensbasierten Industrie)

- Stärkere Kommerzialisierung durch leistungsstärkere Computer
- Hauptanwendungen: Expertensysteme
- KI wird als Schlüsseltechnologie der IT für die Zukunft angesehen.
- 5G-Projekt in Japan
 - non-von Neumann-Rechnerarchitekturen auf der Basis von Prolog
 - d.h. logische Programmierung als Software-Kern für intelligente, wissensbasierte, mit einer natürlichsprachlichen Schnittstelle versehene Problemlösungssysteme
- Es gibt wachsende Zweifel am Erfolg
 - Natürlichsprachliche Interaktion ?
 - Problemlösungsfähigkeit ?
 - Überlegenheit von Prolog ?
- KI in Deutschland
 - Aufnahme der KI in das Förderprogramm der Bundesregierung
- Plädoyers
 - für Fortsetzung der KI: Hofstadter
 - für Abbruch: Dreyfus

KI 1980–1988 (Beginn der wissensbasierten Industrie)

■ R1/XCON

- Erstes kommerziell erfolgreiches Expertensystem zur Konfiguration von DEC-Computern

■ KI-Firmen

- Intellicorp (KEE: Knowledge Engineering Environment)
- Carnegie Group (KC & LC: Knowledge Craft & Language Craft)
- Teknowledge
- Inference

■ KI-Hardware

- Symbolics (Lisp-Maschinen)
- Texas Instruments (Lisp-Maschinen)
- Thinking Machines

■ KI-Umsatz

- Der Umsatz mit KI-Technologien steigt auf ca. US\$ 2 Mrd.

Exkurs: Die Firma *symbolics*

- Die Geschichte der industriellen KI ist eng verknüpft mit der Geschichte der Fa. *symbolics*, die 1980 von 21 „KI-lern“ – hauptsächlich vom AI-Lab des MIT – gegründet wurde.
- *symbolics* war eine LISP machine company. Die gesamte Philosophie kreiste um LISP, **die** Sprache der KI.
- Der 1. CEO war Russell Noftsker, vorher 9 Jahre Direktor des AI-Lab des MIT. „*symbolics* was purely R&D driven“ und bis ins Management sehr akademisch ausgerichtet.
- Nach einer steilen Entwicklung in den 1980er Jahren folgte der Niedergang. *symbolics* ging in den frühen 1990er Jahren in Konkurs.
- Einige Zitate:

- Our goal is „to be the leading developer, manufacturer and marketer of advanced computer systems that facilitate the use of AI and other symbolic processing techniques“ (Symbolics Annual Report '85)
- Symbolics was the pre-eminent AI company. (H. Newquist, AI-Trends)
- The hardware was always there just to support the software (Russell Noftsker).
- The real overriding goal was to enable rapid development of highly complex software which could safely be assumed to be written in LISP (David Moon).
- To be honest, a goal that was very influential was to have fun trying out relatively far-out ideas. A lot of software was written for its own sake more than to satisfy any business needs (David Moon).

Ein kleines LISP-Programm

```
(DEFUN SETQQ (NLAMBDA (NAM$ EXP$)
  (SET NAM$ EXP$)
  NAM$ ))
```

```
(DEFUN GCH (LAMBDA (X L)
  (COND
    ((NULL L) NIL)
    ((EQUAL X (CAR L))
     (COND
       ((ATOM (CADR L))
        (CAR L) )
       (T (CADR L)) ) ) )
    ((ATOM (CAR L))
     (GCH X (CDR L)) )
    (T (OR
       (GCH X (CAR L))
       (GCH X (CDR L)) ) ) ) ) )
```

```
(DEFUN GCF (LAMBDA (L)
  (COND
    ((NULL L) NIL)
    ((ATOM (CAR L))
     (CONS (CAR L) (GCF (CDR L)))) )
    (T (GCF (CDR L)) ) ) )
```

```
(DEFUN MEMB (LAMBDA (X L)
  (COND
    ((NULL L) NIL)
    ((EQUAL X L) T)
    ((ATOM L) NIL)
    (T (OR
       (MEMB X (CAR L))
       (MEMB X (CDR L)) ) ) ) ) )
```

LISP
is
different.

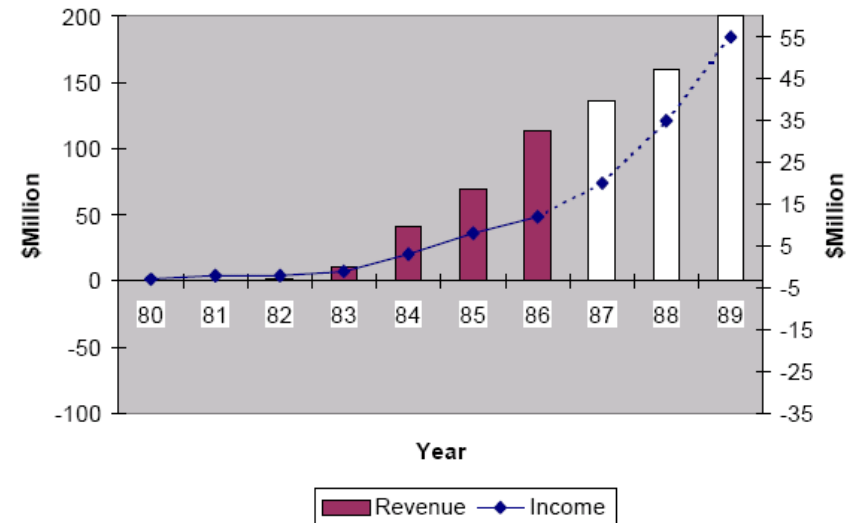
Sind LISP-Programme WOPs?

WOP = Write-Only-Program

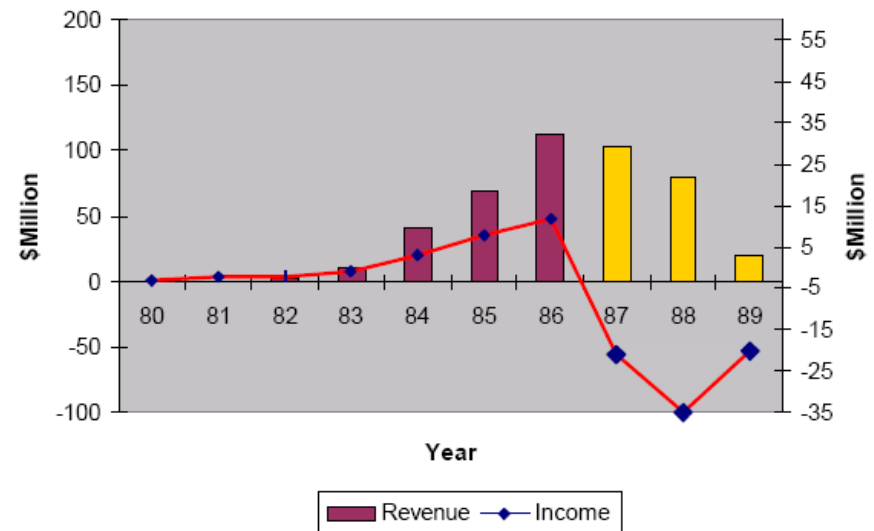
Forecast



symbolics



Actual



KI 1988–1995 (Renaissance der Neuroinformatik)

■ Neuroinformatik

- Das 3-bändige Werk „Parallel Distributed Processing“ von Rumelhart und McClelland leitet eine Renaissance der Neuroinformatik ein.
- Multi Layer-Perzeptron mit dem Backpropagation-Lernalgorithmus etabliert sich als Arbeitspferd der Neuroinformatik.
- Zahlreiche neue Netzwerktypen werden entwickelt.
- Wegbereitend waren hierfür auch die Arbeiten von John Hopfield (1982).

KI seit 1995

■ Agenten

- Agent: Eine Instanz, die wahrnimmt und handelt.
- Rationales Handeln heißt, so zu handeln, dass man gemäß seinem Wissen und den verfügbaren Ressourcen seine Ziele erreicht.
- Rationales Handeln bezieht auch partielles Wissen sowie Unsicherheiten, Restriktionen etc. mit ein.
- Betonung der Interoperabilität auch unter nicht idealen Bedingungen (z.B. ist Wahrnehmung nie perfekt).
- Internet: interessante Umgebung für Software-Agenten

■ Gegenwärtige Trends

- Relative Selbständigkeit anwendungsorientierter Teilbereiche:
 - Diagnostik, Konfiguration, Scheduling, Planung, Simulation
 - Sprachverarbeitung (hohe Qualität bei gesprochener Sprache; einfaches Verstehen geschriebener Texte – shallow parsing)
 - Bildverarbeitung (relativ selbständig)
 - Robotik (relativ selbständig: Robocup, Marsroboter, ...)
 - Betonung logischer Grundlagen (z.B. Hidden Markov-Modelle, Bayessche Netze, logik-basierte Wissensrepräsentation): „Normative vs. empirische Expertensysteme“