

Biological Computing

Georg Trogemann

2. Stunde

Was ist „Biological Computing“?

Technische Sichtweise

- Die Forschung untersucht eine Reihe von Alternativen zum silikon-basiertem Rechnen. Dazu gehören Optische Computer, Quantencomputer und biologische Computer.
- „Biological computing“ ist die Verwendung lebender Organismen oder ihrer Komponenten, um Rechenoperationen auszuführen oder Operationen, die mit dem Rechnen zu tun haben (Speicherung, Übertragung, etc.).
- Hier etwas Allgemeiner: In welchem Verhältnis stehen Natur (Biologie) und Technik (Rechenprozesse)

Natur und Artefakte

- Erste Natur
 - Von menschlichen Eingriffen unberührtes Naturgeschehen.
- Zweite Natur
 - Technik. Künstlich erzeugte Artefakte.

Technik kann jedoch nicht als Anti- oder Gegennatur beschrieben werden: (Friedrich Rapp, Analytische Technikphilosophie)

- Alle technischen Projekte müssen den Gesetzmäßigkeiten der physischen Welt gehorchen, sonst wären sie nicht realisierbar. Innerhalb des vorhandenen Spielraums werden dann die Naturprozesse menschlichen Zwecksetzungen unterworfen.
=> hier setzt die Bedeutung des Computers an.
(erste und zweite Maschine)

2. Maschine

Die Zweiteilung der Universalmaschine:

- **Hardware**
(physikalische Gesetze, Energie, Alterung, Defekte)
⇒ Naturgebundenheit
- **Software**
(Denken, Sprache, konzeptionelle Fehler)
⇒ Rationalitätsgebundenheit

Natur und Artefakte

Technik kann jedoch nicht als Anti- oder Gegennatur beschrieben werden:

2. Im Hinblick auf physische Gestaltung der materiellen Welt stellt die moderne Technik kein singuläres Phänomen dar

- Selbst anorganische Gebilde sind nicht amorph und formlos, sondern stets in sinnlich fassbarer Weise strukturiert, umso mehr die organische Welt.
- Auch Tiere bauen Behausungen und sind damit technisch erfinderisch

3. Der Mensch hat immer in die Natur eingegriffen: In dieser Hinsicht ist der Faustkeil genauso unnatürlich wie ein Kernkraftwerk.

- Zunächst galt die bäuerliche Arbeit als unnatürlich im Vergleich zu Nomadentum
- Dann die Handwerkstätigkeit im Vergleich zur bäuerlichen Arbeit
- Dann die Industriearbeit in Vergleich zum Handwerksarbeit
- Und heute? (Historische Bewertungsschwellen)

⇒ Jedes technische Milieu ist ebenso natürlich wie jedes andere.

⇒ Es gibt jedoch Grenzen für das Tempo der Anpassungsfähigkeit

Biologie - Technik

- Drei gegensätzliche Beispiele:
 - Super pii pii brothers
 - Cockroach Science
 - Russian Dog Experiment (Sergei Brukhonenko, 1940)

Biowissenschaften und Ethik

Prof. Dr. Eve-Marie Engels

Eberhard Karls Universität Tübingen

Lehrstuhl für Ethik in den Biowissenschaften

Fakultät für Biologie

Fakultät für Philosophie und Geschichte

Interfakultäres Zentrum für Ethik
in den Wissenschaften (IZEW)

PowerPoint-Vortrag von Eve-Marie Engels

Metaphern in den Technik-Wissenschaften

- Die menschliche Sprache selbst stellt eine Herausforderung für die Wissenschaft dar, weil sie es nicht einfach macht, Konzepte außerhalb der normalen täglichen Erfahrung zu beschreiben.
- Deshalb werden gerne Metaphern benutzt, als bildhafte Übertragung zur Veranschaulichung geistiger Inhalte.

Metaphern

- Projektion von Wissensstrukturen zwischen zwei konzeptuellen Domänen, meist um die so genannten Zieldomänen durch das vertrautere Wissen der Ursprungsdomänen zu erhellen. (impliziterer Vergleich)
- Sprachliche Metaphern:
 - Die Nadel im Heuhaufen suchen – Eine schwer auffindbare, unauffällig unter sehr vielen ähnlichen Dingen versteckte Sache suchen
 - Wüstenschiff – Kamel
 - Warteschlange – Wartende Reihe von Personen, Fahrzeugen, Aufträgen
- Metaphern sind „Krücken“. Es besteht immer die Gefahr, dass sie zu ernst genommen werden.

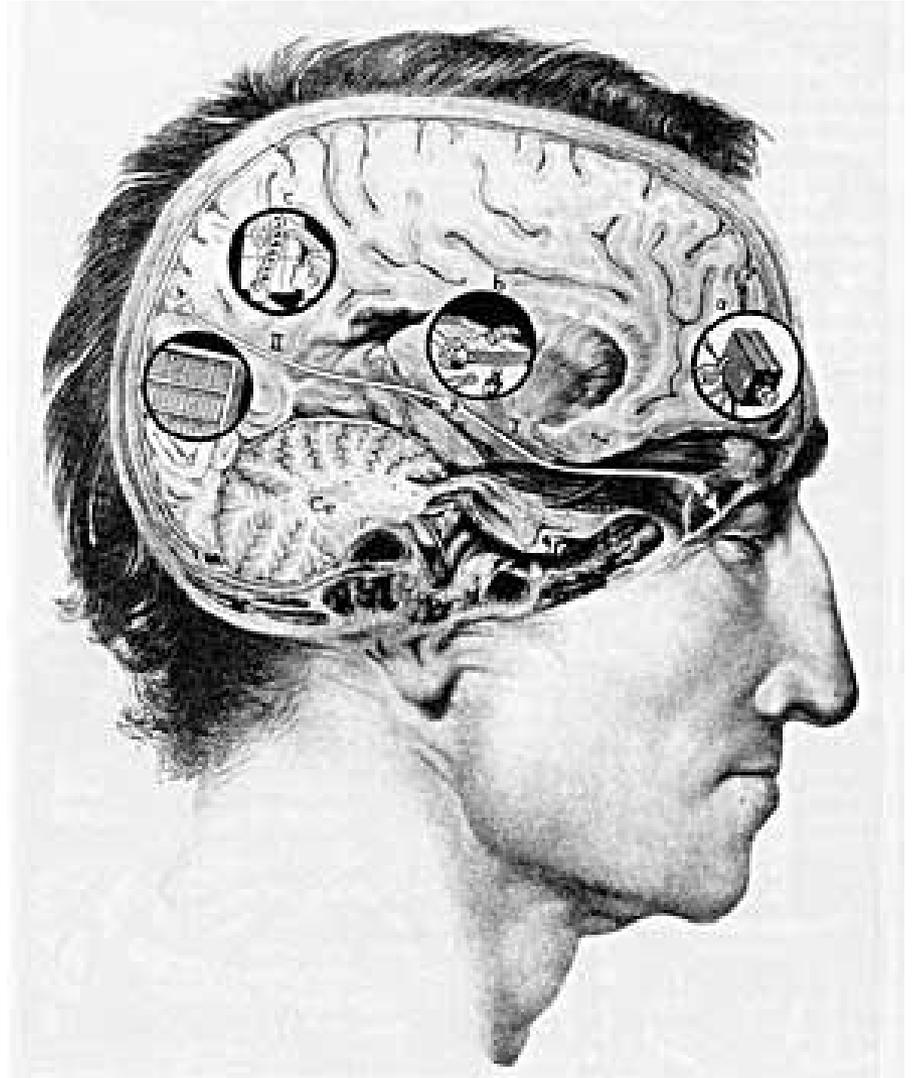
Metaphern

- Organismus-Maschine-Metaphern
 - Technische Vorbilder zur Erklärung lebender Organismen (La Mettrie)
 - Lebende Organismen als Vorbilder für Technische Lösungen (Bionik)
 - Georges Canguilhem, Gilbert Simondon
(Canguilhem, „Man hat fast immer versucht, ausgehend von der Struktur und der Funktionsweise der bereits konstruierten Maschine die Struktur und Funktionsweise des Organismus zu erklären; aber man hat selten versucht, die Konstruktion der Maschine ausgehend von der Struktur und Funktionsweise des Organismus zu erklären,“ (Machine et Organisme, 1946-47)
(Simondon, „On the Mode of Existence of Technical Objects“, 1958)
- Organisation-Maschine-Metaphern
 - Desktop Metapher
 - Human Sorting (Computer Science Unplugged)

Abstrakte Konzepte übernehmen die Rolle der Vermittlung zwischen natürlichen und technischen Vorgängen! (Alltag - Technik)

Kamera - Gedächtnis

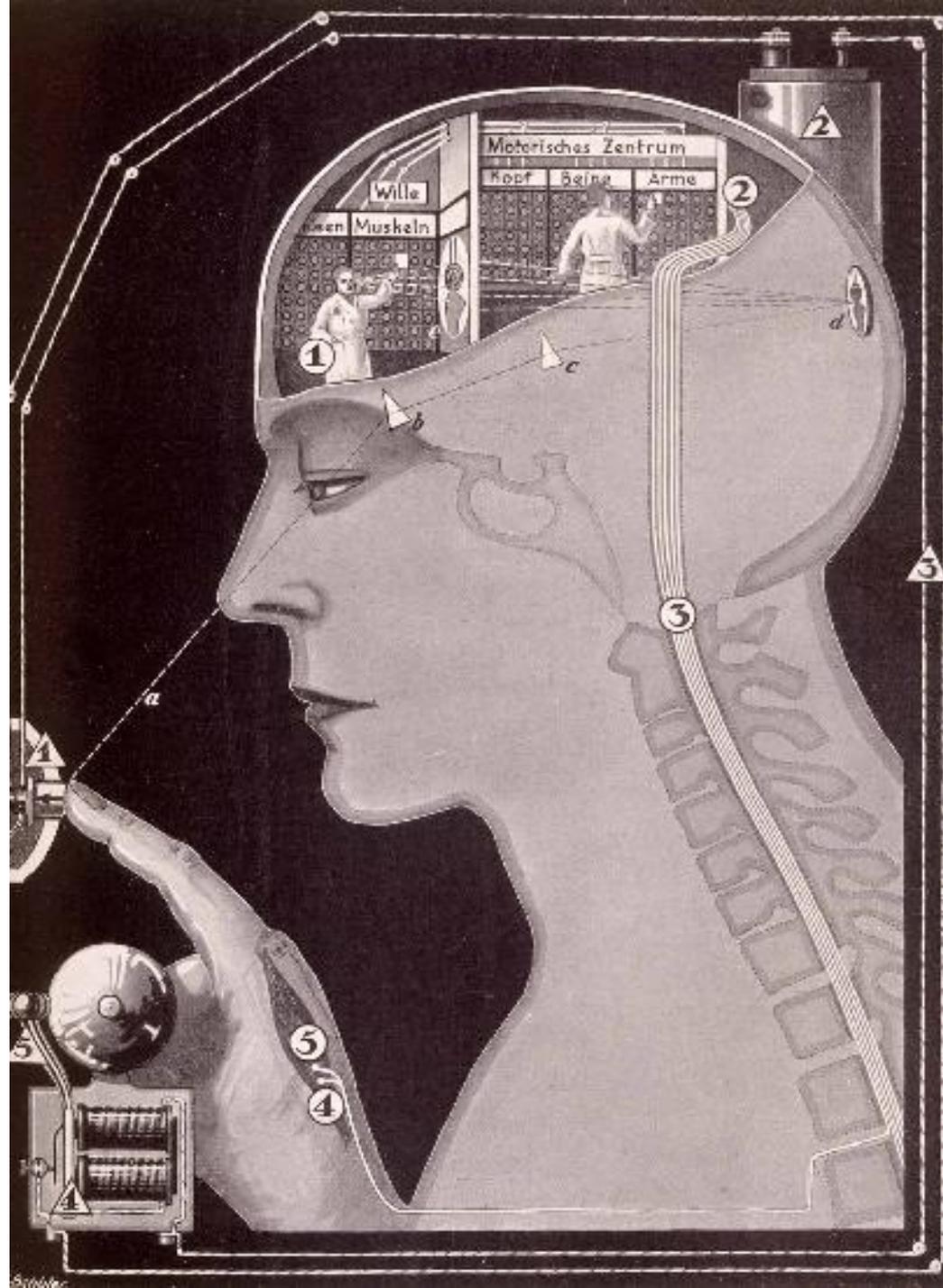
- Kinematographische Metapher für das Gedächtnis: Von der Kamera (rechts) bis zum Filmarchiv (links) – aus dem Jahre 1929
- Aus F. Kahn, Das Leben des Menschen
- Aber schon viel früher:
La Mettrie (1748), Der Mensch als Maschine
- Descartes (1637), Discours de la méthode



Fritz Kahn (1888-1968)

- Das Leben des Menschen; eine volkstümliche Anatomie, Biologie, Physiologie und Entwicklungs-geschichte des Menschen. Vol. 2
- Stuttgart, 1926. Relief halftone. National Library of Medicine

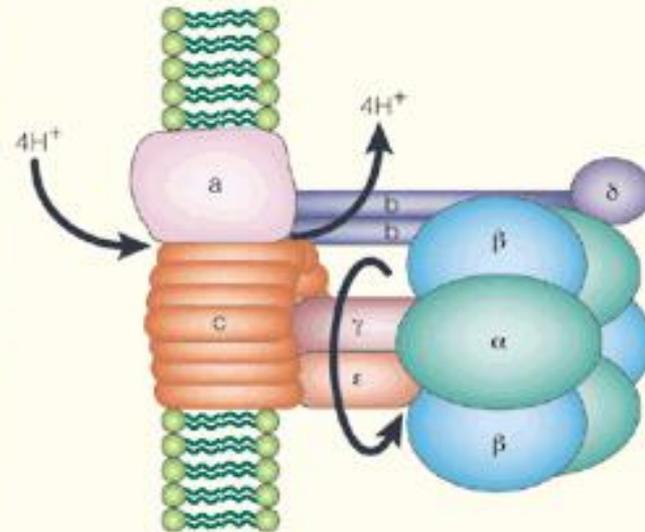
Dream Anatomy





3D-Ultraschallbilder Praxis Dr. Singer 2006-2007

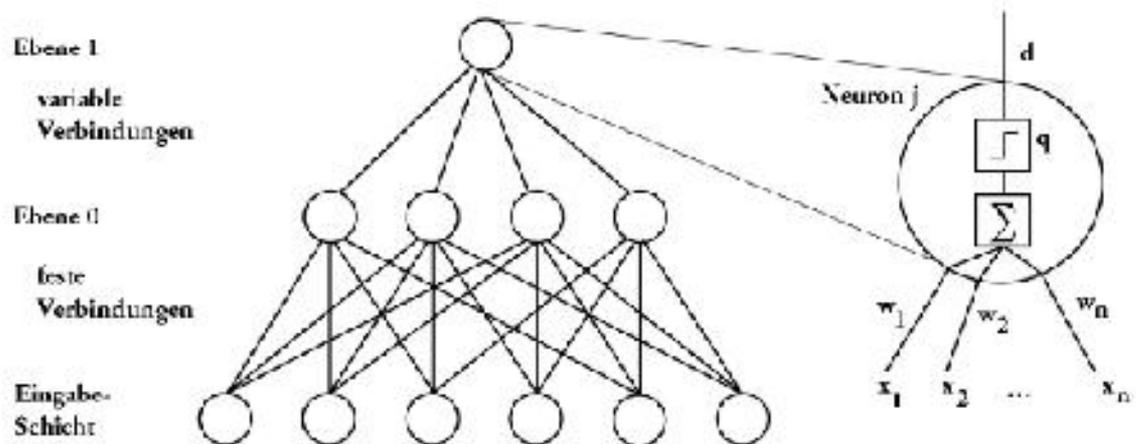
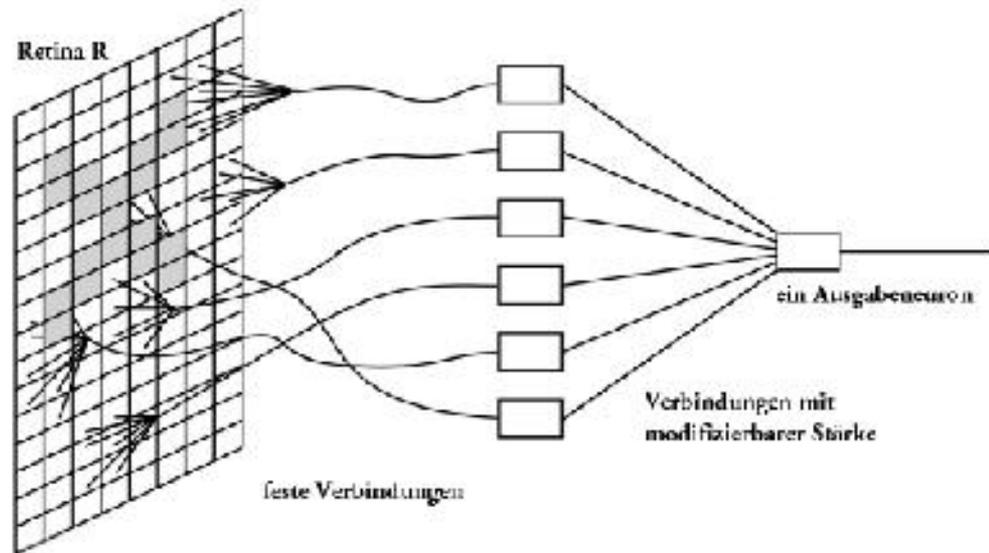
Maschine und lebender Organismus



Nature Reviews | Molecular Cell Biology

- Hydraulische Maschine & Molekularbiologie (beide reversibel)
- Etwas, das aus sich bewegenden Teilen besteht und nützliche Arbeit leistet, ist eine Maschine.

Neuronale Netze



Paralleles Analoges Rechnen

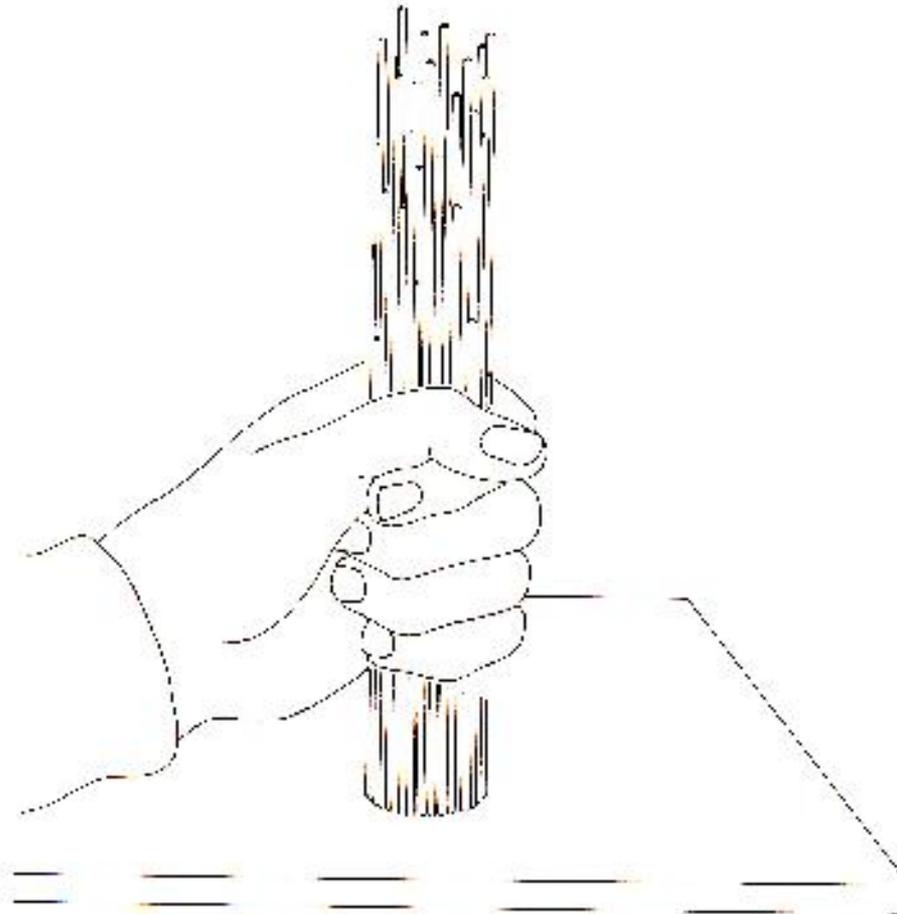


Bild 1: Der Spaghetti-Computer sortiert ein Zahlenbandel in absteigender Folge.

Paralleles Analoges Rechnen

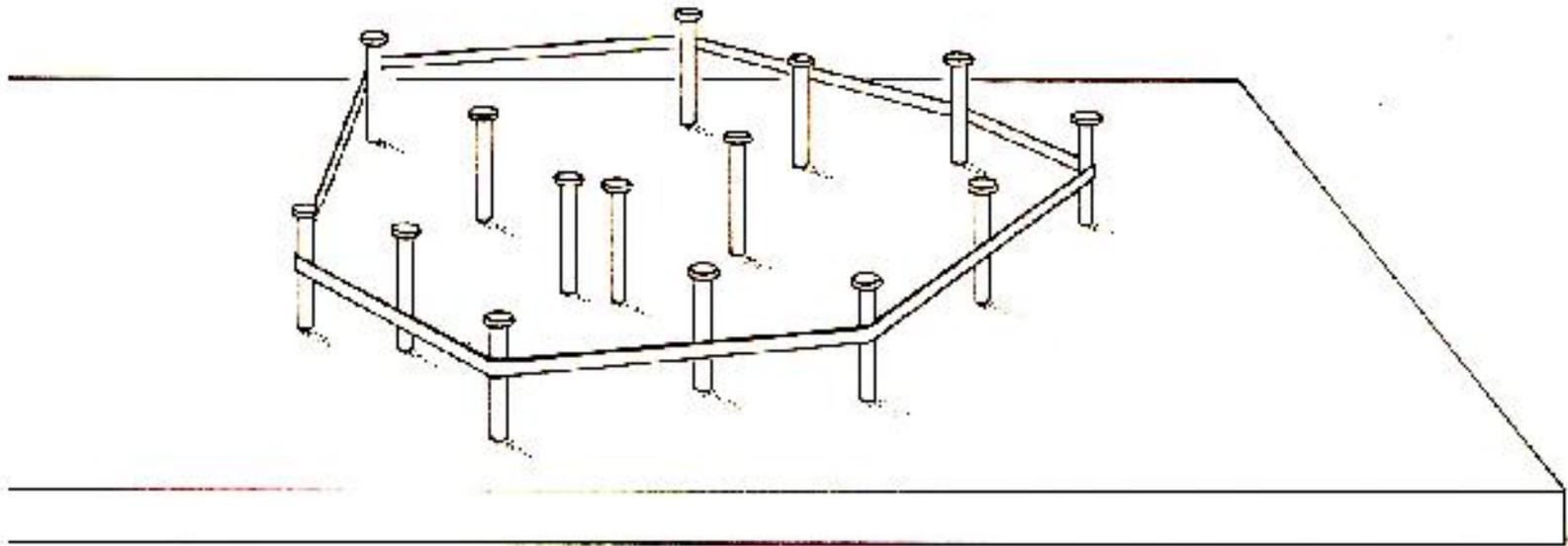


Bild 2: Bestimmung der konvexen Hülle einer Punktmenge in der Ebene.

Paralleles Analoges Rechnen

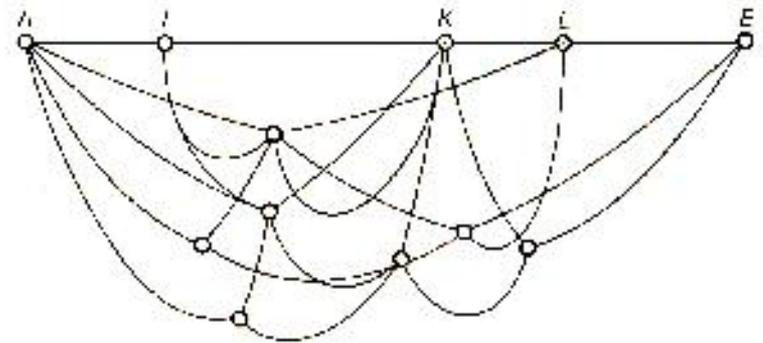
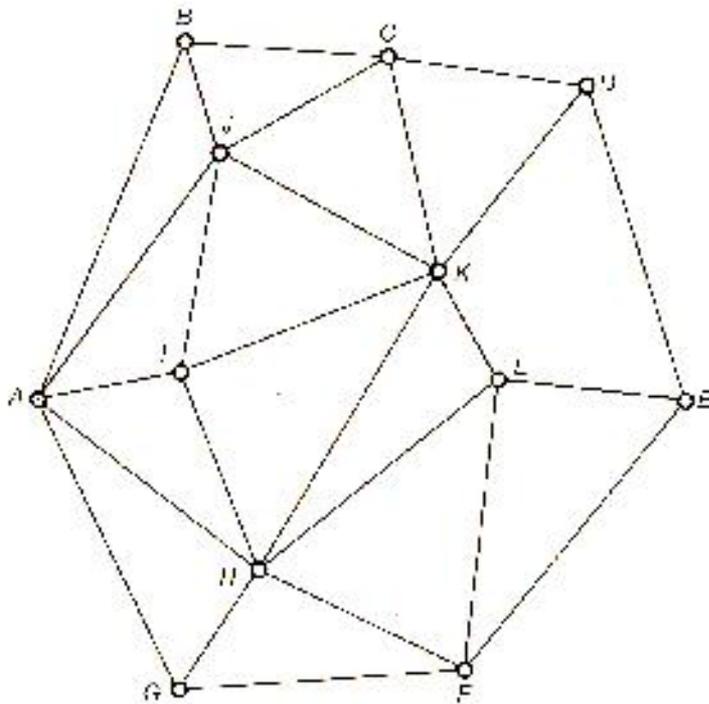


Bild 4: Ein Analoggerät, um den kürzesten Weg zwischen zwei Ickten eines Graphen zu finden.

Abstrakte Konzepte übernehmen die Rolle der Vermittlung
zwischen biologischen und technischen Vorgängen!

Beispiel: Paralleles Sortierverfahren



Simulation von Lebendigkeit

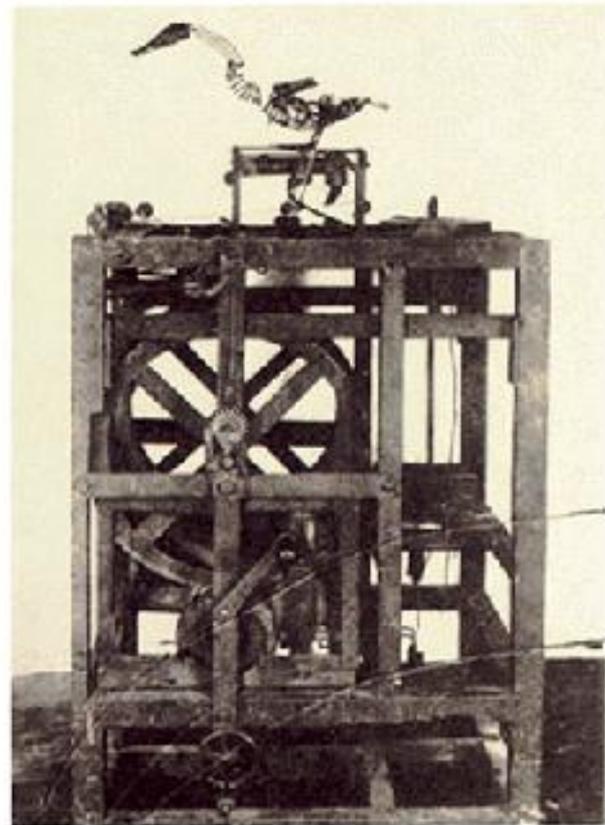
Entwurf von Verhalten: Vorbild Natur/Biologie

- Antizipation
- Verhalten vs. Funktionalität
- Erzeugung komplexen Verhaltens aus einfachen Elementen

Roboter

- Vaucansons Duck

Jacques de Vaucanson (*24. Februar 1709 in Grenoble; † 21. November 1782 in Paris)



Roboter

Museum of Art and History in Neuchâtel
Automaten der Familie Jaquet-Droz,
18. Jhd.



Roboter



Les automates
de Jacques Droz
à Neuchâtel

Suisse restez
un pour tous
tous pour un.

Jacques Droz mon
Inventeur



Roboter

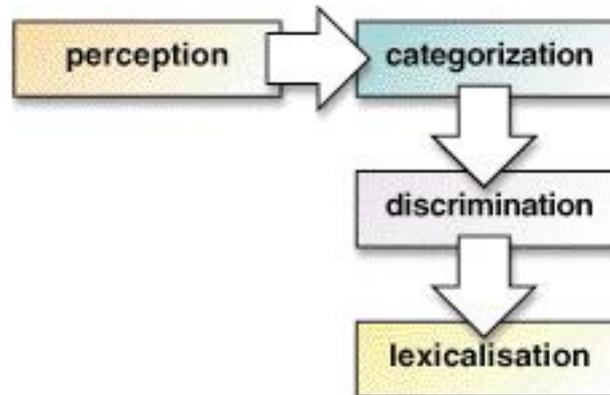
- Filme
 - Roboter mit eingebauter Neugier
 - Machine Self Replication
 - Yellow Drum Machine
 - Remote Controlled Hand



Talking Heads

Bootstrapping Grounded Word Semantics

- Der Ursprung der Sprache
Mechanismen, die man aus dem Forschungsbereich des Künstlichen Lebens kennt, können auch dafür eingesetzt werden, in Agenten- oder Robotergemeinschaften durch Sprachspiele eine Evolution der Sprache in Gang zu setzen. Luc Steels führte Experimente durch, die auch zu neuen Hypothesen über den Ursprung der Sprache führten.

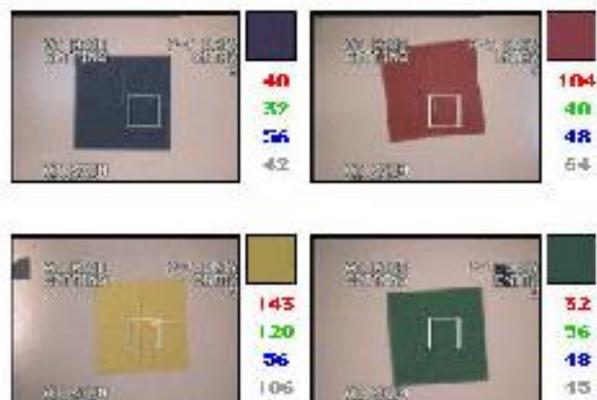


Talking Heads

Perception

For each object in the scene, values are extracted from low-level channels such as color, position, size, and so forth. These low-level values constitute up the agent's perception of the world and the objects in it.

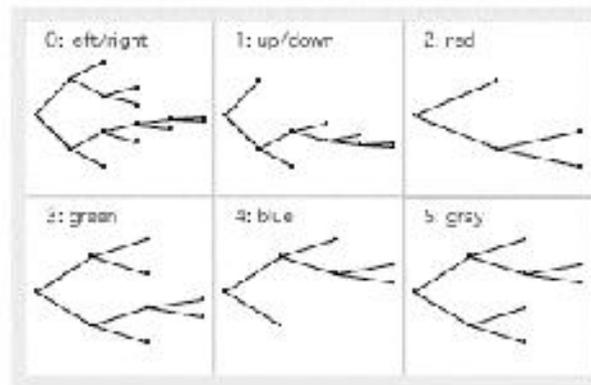
The image below shows some of the objects seen by the agents in one scene, with the different color component values (red, green, blue and gray level) shown beside the input image.



The agent's perceptions are fed into a category system.

Categorization

Each channel produced by the perception system is associated with a category tree that divides the possible values of the channel into more or less precise subdomains.



The trees allow the agent to map from continuous values to symbolic values - categories. Each object can then be described in terms of a set of categories.

	Values	Categories
	left/right = 53	on the right
	up/down = 78	on the bottom
	red = 104	red
	green = 40	not very green
	blue = 48	not very blue
	gray = 64	dark

The categories are built up by a discrimination process.

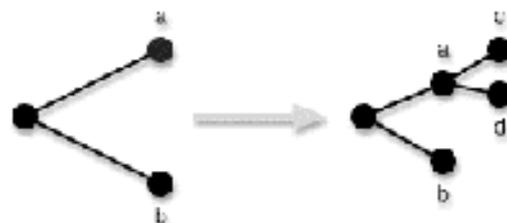
Discrimination

The categories used in the [categorization](#) process are the result of a process of discrimination and refinement. The agents choose a topic in the context, and try to distinguish it from the other adjacent objects.

The agents look for the minimal category set needed to identify the topic. These minimal sets are referred to as *meanings*.

e.g. (red) and (on the right)

If the category trees don't encode precise enough distinctions to allow the agent to find a distinctive category set, then one tree is refined.



The discriminations that an agent makes are the meanings that it knows, and form the basis of its lexicon, built up by attaching words to meanings - the process of [lexicalisation](#).

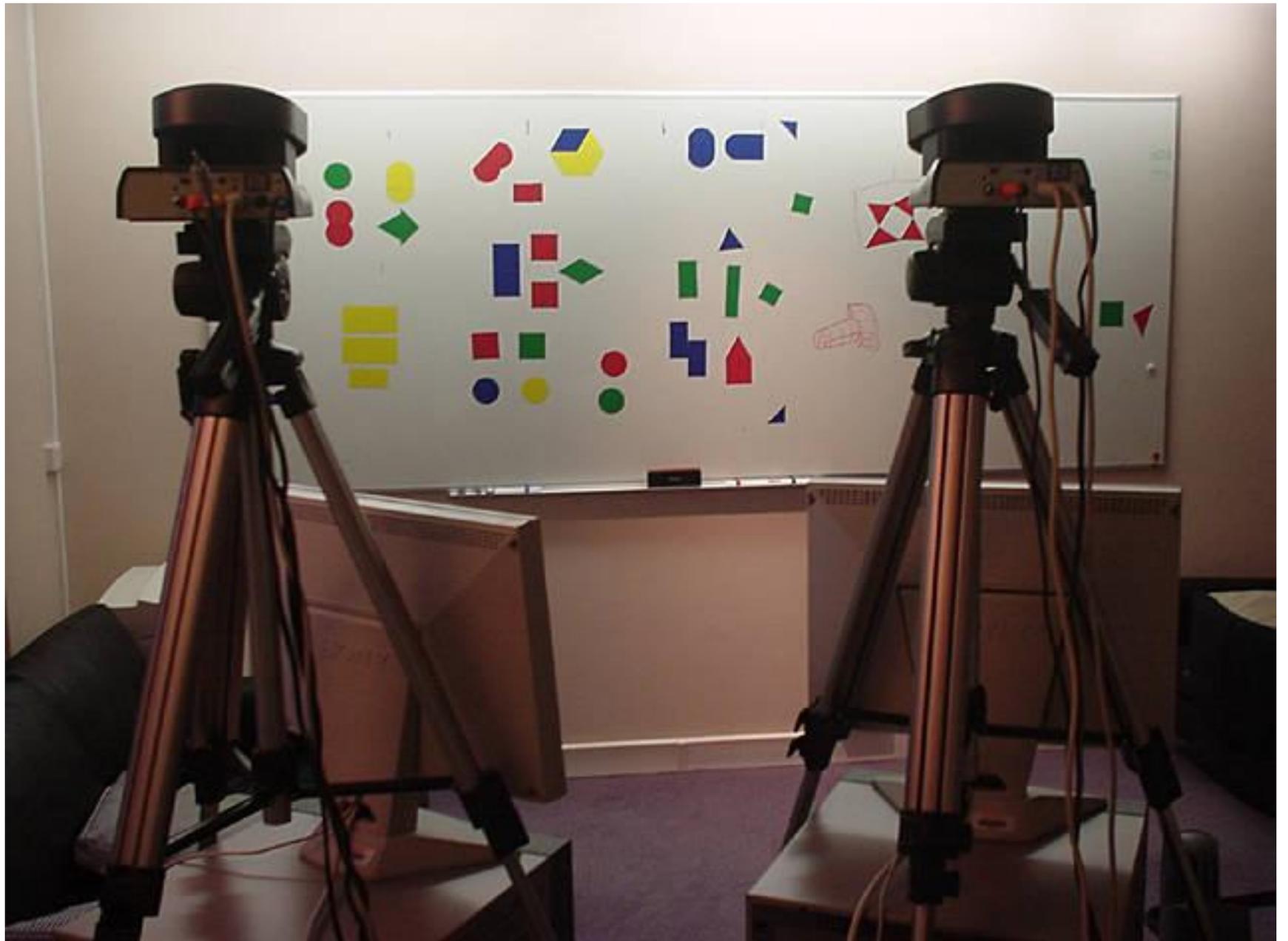
Lexicalisation

During the course of the games, each agent constructs a lexicon, which is a set of associations between word forms and the meanings derived from [discrimination](#). Each association has a score which is based on the number of times the association has been used in successful communications, and which is updated at the end of each game. For example:

Meaning	Word Score
(red) and (on the right)	wapaku 0.7

Several forms can be associated with one meaning. Several meanings can be associated with one form.

If an agent has no form for a given meaning, it can create a new one based on a random sequence of syllables. It can also store new forms that it hears, and associate them with particular distinctive category sets.





Einstellung gegenüber Artefakten

- Prädiktionale Einstellungen des Menschen gegenüber Systemen (Dennet):
 - Physikalische Einstellung
Voraussagen gemäß physikalischer Regeln
 - Design Einstellung
Vorhersage des Verhaltens auf der Basis ihrer Funktionen
 - Intentionale Einstellung
Rationales Handeln wird hinter dem Verhalten vermutet

Artefakte haben eine Komplexität erreicht, ab der wir ihnen gegenüber bereitwillig intentionale Einstellungen annehmen.

- Aufgrund der Funktionalität oder, wenn die Funktionalität zusammenbricht
- Aufgrund äußerer Ähnlichkeiten

Entwurf von Verhalten

- Logik des Mißlingens, Dietrich Dörner





Theo Jansen, Strandbeesten



Analyse + Synthese

Auch bei vollkommen deterministischen Prozessen (Computern) können Methoden der Analyse hilfreich und notwendig sein.

Beispiele:

- Synthese + Analyse, deterministische Betrachtung scheitert
 - Y2k-Bug, Datumswechsel
 - Computerspiele
 - Netzwerke

Implizites Wissen

Beispiel Nonverbale Kommunikation





