

---

Die heutigen Computer sind extrem leistungsfähige Rechenmaschinen, die komplexeste Aufgaben lösen. Doch für künftige Anwendungen reicht das nicht. Wissenschaftler sind daran, Systeme zu entwickeln, die selbstständig lernen können.

# Computer lernen zu denken

Von Beat Glogger

---

*„Wenn ich also heute sage, es werde in 30 Jahren selbstlernende Computersysteme geben, kann es auch erst viel später eintreffen. Aber es wird kommen. Da besteht kein Zweifel.“*

**Ton Engbersen**  
IBM Research – Zürich

Hochfliegende Ideen hegen die Entwickler einer komplett neuen Art von Computern: Ein Spezialhandschuh soll künftig dem Gemüsehändler nur schon beim Berühren seiner Ware melden, ob eine Gurke noch geniessbar ist. Sensoren, die in einen Strampelanzug eingearbeitet sind, alarmieren den Arzt, sobald ein krankes Kind gewisse auffällige Werte zeigt. Das Verkehrsüberwachungssystem erkennt die Ursache für einen Stau und leitet selbstständig die wirkungsvollsten Gegenmassnahmen ein.

Die Einsatzgebiete der neuen Computer scheinen unbegrenzt, doch klingt das nicht alles etwas sehr nach Science-Fiction? „Stimmt“, gibt Ton Engbersen von IBM Research in Rüschlikon zu. Der erfahrene Forscher beschäftigt sich bei IBM mit neuen Ansätzen auf dem Weg zum lernenden Computersystem. „Aber schon 1958 haben Wissenschaftler vorausgesagt, dass einmal ein Computer Schachweltmeister werde. Tatsächlich geschehen ist es 30 Jahre später. Wenn ich also heute sage, es werde in 30 Jahren selbstlernende Computersysteme geben, kann es auch erst viel später eintreffen. Aber es wird kommen. Da besteht kein Zweifel.“

Herkömmliche Computer sind mit den kommenden Aufgaben überfordert.

„Sie können zwar sehr gut rechnen“, sagt Ton Engbersen, „doch um Entscheidungen zu treffen, muss man nicht nur gut rechnen können. Unser Gehirn ist keine Rechenmaschine.“

## Rechenmaschinen am Limit

Wo das Problem liegt, zeigt sich zum Beispiel, wenn heutige Computer Gesichter erkennen sollen. Eine Aufgabe, die ein Mensch in Sekundenbruchteilen erledigt. Wir erfassen das ganze Gesicht unseres Gegenübers und erkennen sofort Merkmale, die typisch für diese Person sind. Wir arbeiten nicht ein Kriterienraster ab, sondern gewichten Eindrücke. Nicht so der Computer: Er muss jedes Gesicht, das ihm präsentiert wird, zuerst nach einem vorgegebenen Muster zerlegen, dann analysiert er die Teilbereiche nach definierten Regeln, um schliesslich die Befunde mit einer Datenbank abzugleichen. Und dies alles tut er schön einen Schritt nach dem andern. Selbst wenn die Person eine ausgesprochen grosse Hakennase hat, analysiert der Computer diese auffällige Nase erst dann, wenn die Nasenanalyse im Programm vorgesehen ist. Im menschlichen Gehirn hingegen erfolgt die Informationsverarbeitung nicht sequenziell, sondern parallel. →



Foto: Cortis &amp; Sonderegger

Nach dem Erfolg in der „Jeopardy!“-Spielshow arbeiten nun die Forscher bei IBM daran, Watson alltagstauglich und kommerzialisierbar zu machen. Ein erstes Projekt besteht darin, Watson als Expertensystem für die medizinische Diagnostik einzusetzen. Selbstverständlich wird die Maschine den Arzt nicht ersetzen, sondern ihm das Studium unzähliger Werke der Fachliteratur abnehmen und durch das im „Selbstlernverfahren“ vernetzte Wissen den Weg zur Diagnose und Therapie aufzeigen.

## Überraschung in der Spielshow

Mit einem ersten Schritt in diese Richtung verblüffte IBM im Februar des Jahres 2011. Eine Maschine namens Watson, genannt nach dem Gründer und ersten CEO von IBM, trat in der amerikanischen Spielshow „Jeopardy!“ gegen die zwei erfolgreichsten Kandidaten an. In der Sendung geht es um klassische Wissensfragen aus den Bereichen Geschichte, Wissenschaft, Kultur und Sport, aber auch darum, versteckte und mehrdeutige Hinweise zu erkennen. Das Besondere daran: Die Kandidaten müssen aufgrund der gegebenen Hinweise die dazu passende Frage formulieren.

Watson hat in der Show nicht nur diese mündlichen Hinweise des Spielleiters verstanden, sondern auch die passenden Fragen gefunden – und selbstständig eruiert, wie sicher er hinsichtlich der Richtigkeit einer Frage ist. Und das schneller als die Top-Kandidaten.

Watsons Erfolg gründete darauf, dass er genau für dieses Quiz konstruiert und trainiert worden war und die Informationsverarbeitung in einem hohen Mass parallel vornahm. Das System integrierte verschiedene Technologien zur Analyse und Bewertung von strukturierten und unstrukturierten Daten. Jedoch bestand dieses noch immer aus herkömmlicher Hardware: Es waren zehn Racks des IBM Power 750 Systems mit insgesamt 2880 Prozessoren und 15 Terabyte Arbeitsspeicher, die eine Leistung von 80 Billionen Rechenoperationen pro Sekunde erreichten. Eindrücklich, aber noch nicht das, was für die Computer der Zukunft gefragt ist, denn diese sollen nicht nur Sprache verstehen, sondern auch assoziative Fähigkeiten haben, Hypothesen bilden und auswerten können, Interpretationen leisten sowie Bilder und Muster erkennen.

Watson ist ein erster Schritt – aber noch immer eine riesige Maschine, die relativ viel Energie verbraucht. Unser Gehirn hingegen ist flexibel, wiegt lediglich eineinhalb Kilogramm und kommt mit etwa 25 Watt Leistung aus. Daraus zu schliessen, dass Ingenieure nun das menschliche Gehirn nachbauen sollten,

wäre falsch, wie Ton Engbersen betont. „Aber wenn wir einige grundlegende Prinzipien verstehen lernen und in geeigneter Weise übernehmen, werden wir viel bessere und effizientere Computer entwickeln.“

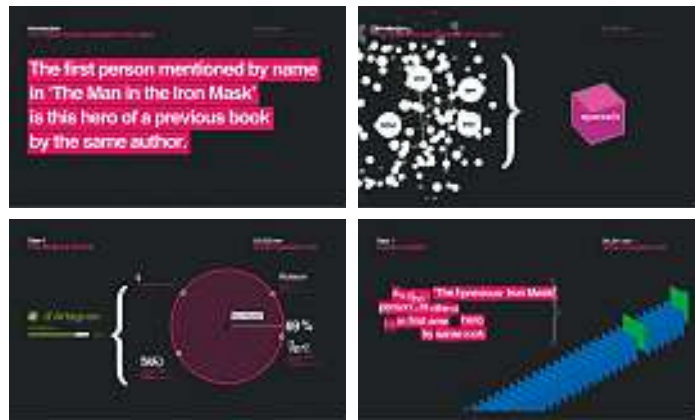
### Komplett neue Architektur

Neben der Parallelität besteht ein weiteres dieser Prinzipien in der örtlichen Durchmischung von Funktionen. In unserem Gehirn werden überall gleichzeitig Informationen verarbeitet und gespeichert. Ganz im Gegensatz zu herkömmlichen Computern. Sie bestehen aus getrennten Rechen-, Steuer-, Eingabe- und Ausgabeeinheiten sowie einem Arbeitsspeicher. Man spricht von der Von-Neumann-Architektur. Sie kommt seit Jahrzehnten im Computerbau zur Anwendung und sorgt für die bekannten Probleme wie eben die mangelnde Parallelität oder die Engpässe in den Datenleitungen zwischen Speicher und Rechner. In Zukunft sind daher auch neue Architekturen wie beispielsweise Cognitive Computing gefragt.

Hier verschmilzt die Grenze zwischen Hard- und Software. Dies ermöglicht den Bau von IT-Systemen, welche durch Erfahrung lernen, Korrelationen finden und Hypothesen bilden. Wie ein Mensch. „Ein Kind, das gehen lernt, tut das nicht mit dem Ansatz eines Ingenieurs“, vergleicht Engbersen. „Wenn es hinfällt, fragt es nicht, um wie viel Prozent habe ich das Ziel verfehlt, welchen Parameter muss ich ändern? Es versucht es einfach immer wieder, bis es gehen kann.“

Indem sie die Plastizität des menschlichen Gehirns nachahmen, werden kognitive Computersysteme kleiner, energiesparender, fehlertoleranter, flexibler und (vielleicht) sogar einfacher. Doch sie werden die traditionellen Computer nicht ablösen, meint Engbersen. „Es wird wahrscheinlich eine Erweiterung in der Computerwelt geben. Jeder Computertyp wird dort eingesetzt, wo er am besten geeignet ist. Sie werden sich ideal ergänzen.“ —

zurich.ibm.com



Wie „denkt“ Watson? In diesem gut sechsminütigen Film erfahren Sie mehr über die seinem „Denkvermögen“ zugrunde liegende Technik.



[bit.ly/qj5sMk](http://bit.ly/qj5sMk)