

Dem Menschen, aber auch anderen Lebewesen, werden Fähigkeiten zugeschrieben, die als "informationsverarbeitende Prozesse" oder "computation" bezeichnet werden. Dazu gehören z.B. Rechnen, Schachspielen etc. aber auch schon das Navigieren des Körpers in der Umwelt. Was genau heisst denn "computation" in solchen natürlichen Systemen? Ist es das gleiche oder etwas ähnliches wie die Rechenprozesse, welche in einem Computer ablaufen oder etwas ganz anderes?

Diesen Fragen ging das Projekt in einer breit angelegten Studie nach, welche die in den Naturwissenschaften, insbesondere in den Neurowissenschaften, verwendeten Begriffe von "computation" untersuchte und in einen historisch-philosophischen Kontext zu stellen versuchte. Die Arbeit verfolgte einen interdisziplinären Ansatz. Sie wurde betreut von den Profs. Michael Hampe (Philosophie ETHZ) und Ruedi Stoop (Neuroinformatik UZH und ETHZ). Erstens wurden die wichtigsten Begriffe von "computation", wie sie in den Wissenschaften verwendet werden, untersucht. Zweitens wurden diese in einen historisch-philosophischen Kontext gestellt, der ihre Entstehung und philosophische Tragweite erklären will. Drittens wurde anhand eines konkreten Modelles von "computation", nämlich den zellulären Automaten, ein eigenständiger Beitrag zur aktuellen Forschung geleistet.

Der historisch-philosophische Teil der Arbeit zeigte zunächst, dass es zwei Wurzeln des Begriffs "computation" gibt: einerseits die Logik, andererseits die Theorie und Anwendung von Algorithmen, insbesondere in der Geometrie. Diesem Aspekt wurde besonders Rechnung getragen mit einer Studie zu Descartes' Begriff von Algorithmus im Rahmen seiner analytischen Geometrie. Descartes' Theorie erklärt im Wesentlichen gewisse Probleme als "berechenbar", falls diese durch eine Klasse von Algorithmen lösbar sind, die gewissen erkenntnistheoretischen Kriterien genügen. Diese stehen in Beziehung zu seinen allgemeinen Auffassungen zu wissenschaftsmethodischen Fragen und dem Begriff der Anschauung oder Intuition und zu seinen metaphysischen Lehren. An einem ersten Beispiel zeigte sich, wie eng der Begriff von "computation" mit erkenntnistheoretischen und wissenschaftsmethodischen Überlegungen im Zusammenhang steht. In der Arbeit wird dieser Zusammenhang dann weiter ausgeführt am Beispiel von Thomas Hobbes' mechanistischem Versuch einer umfassenden Theorie von Gehirn und Geist. Dies ist wahrscheinlich die erste "computational" Theorie des Geistes, wie sie aus der zeitgenössischen Philosophie des Geistes bekannt ist. Als weiteres Beispiel dient Gottfried Leibniz' Idee der "symbolischen Erkenntnis", welche ebenfalls erste Versuche einer mathematischen Logik hervorbrachte.

Dem Zusammenhang mit der Logik wurde in einer weiteren Studie nachgegangen. Sie untersuchte die Genese des heutzutage dominierenden Begriffes von "computation" nämlich die Turing Maschine. Vor dem Hintergrund der sogenannten "Grundlagenkrise der Mathematik" konnte dabei gezeigt werden, dass Hilbert's formalistisches Programm einer Grundlegung der Mathematik gewisse logizistische und intuitionistische Elemente kombinierte. Die Arbeiten von Gödel, Turing und anderen führten schliesslich zum modernen Begriff von "computation".

Turing's Theorie von "computation" wurde dann im Vergleich zu alternativen Begriffen oder Theorien von "computation", wie etwa analoge Maschinen, neuronale Netzwerke etc., weiter untersucht und mit Einbezug der historischen Studien, eine philosophische Charakterisierung des Begriffs von "computation" unternommen. In der weiteren Arbeit wurde "computation" erklärt als eine erkenntnistheoretisch motivierte Theorie, welche die Algorithmen legitimiert, die als syntaktische Prozesse durch den Gebrauch von Zeichen eine repräsentative Kraft erhalten. Diese wird durch den Grad ihrer Universalität charakterisiert. Bei dieser Charakterisierung von "computation" spielen der Begriff der Repräsentation oder Information eine entscheidende Rolle. Dementsprechend wurde in einer weiteren Studie der "Informationsbegriff" untersucht. Ausgehend von einer Untersuchung von "Informationsmassen", wie dem Informationsmass von Shannon, dem Entropiebegriff aus der statistischen Mechanik und den Komplexitätsmassen von Kolmogorov und Stoop wurde im Anschluss an die philosophische Diskussion zum Zeichenbegriff eine allgemeine, philosophische Charakterisierung des Informationsbegriffes vorgeschlagen. Ihre erkenntnistheoretischen oder ontologischen Eigenschaften wiederum wurden im Zusammenhang zu Descartes', Hobbes' und Leibniz' frühneuzeitlichen, metaphysischen Systemen untersucht.

Die Arbeit wurde abgerundet durch die Studie eines spezifischen Modells von "computation", den zellulären Automaten, welche die selbst-emergenten Eigenschaften aufweisen, von denen angenommen wird, dass sie für natürliche Systeme charakteristisch sind. Diese Untersuchungen erlaubten es,

ein konkretes Modell aus der aktuellen Forschung in Zusammenhang mit den allgemeineren, historisch-philosophischen Überlegungen zu setzen, wie oben skizziert. Der Forschungsfokus lag dabei auf einer Klassifikation des dynamischen Verhaltens von elementaren, zellulären Automaten. Zum ersten Mal gelang es dabei, eine präzise Klassifizierung der Dynamik dieser Systeme zu entwickeln, welche mit den Standardbegriffen der Theorie dynamischer Systeme operiert. Die Untersuchungen stützen die Hypothese, dass die zu komplexen Rechenprozessen fähigen Automaten am "Rande des Chaos" zu finden sind, d.h. in einem dynamischen Regime zwischen schliesslich periodischem und chaotischem Verhalten.

Die Arbeiten im Gebiet der zellulären Automaten wurden in verschiedenen Fachzeitschriften veröffentlicht. Eine Buchpublikation des historisch-philosophischen Teils der Arbeit ist in Vorbereitung.