

## 140. Modernisierungsstrategien und Computerarchitekturen

*Bettina Heintz*

Mein Beitrag knüpft an die Ausführungen von Sybille Krämer an (in diesem Band). Ich beschränke mich dabei auf den vorläufigen Endpunkt der Geschichte der Formalisierung - auf die mathematische Präzisierung und praktische Umsetzung der Idee, daß jeder formal beschreibbare Prozeß im Prinzip auch mechanisierbar ist. Im Gegensatz zu Sybille Krämer, die den Prozeß der 'Säkularisierung der Symbole' als einen immanenten, eigendynamischen Prozeß beschreibt, beziehen sich meine Ausführungen in erster Linie auf die Beziehung zwischen Text und Kontext, genauer: auf den Zusammenhang zwischen den dominanten sozialen Koordinationsmechanismen und der 'Idee' des Computers - Computer verstanden als symbolische wie als physikalische Maschine. Formale Rationalisierung und kommunikatives Handeln sind (neben dem Marktmechanismus) die grundlegenden Koordinierungsmechanismen der Moderne. Kommunikation schafft und reproduziert den Konsens, der früher normativ gesichert war. Formale Rationalisierung setzt im Unterschied dazu nicht an den Orientierungen an, sondern am Verhalten. In einem Fall wird Sicherheit durch Konsensbildung gewonnen, im anderen Fall durch eine rigorose Einschränkung des Handlungsspielraumes. Während die 'Kolonialisierungsthese' eine zunehmende Dominanz formaler Rationalisierungen postuliert, läßt sich mit guten Gründen auch ein gegenläufiger Prozeß behaupten: Rationalisierung scheint heute gekoppelt zu sein mit einem Bedeutungszuwachs verständigungsorientierter Kommunikation (u.a. Heidenreich und Schmid 1990). Das soll im folgenden am Beispiel des Wandels des Computerdesigns kursorisch verdeutlicht werden. Leitende Annahme ist dabei die, daß die jeweils dominierenden Koordinationsmechanismen Erfahrungsräume begründen, die sich niederschlagen in der Art und Weise, wie der Computer theoretisch konzipiert und technisch realisiert wird bzw. wurde. Im Computer, ob auf dem Papier (Turingmaschine) oder technisch realisiert (Von-Neumann-Architektur), kristallisieren sich, das ist die erste These, die Grundprinzipien formaler Rationalisierung. Das heißt: Bevor der Computer theoretisch gedacht, technisch realisiert und praktisch eingesetzt werden kann, mußte formale Rationalität zu einem bestimmten Moment sozialer Wirklichkeit geworden sein (I). Seit den siebziger Jahren werden Computerarchitekturen entwickelt, die einen grundlegenden Bruch markieren gegenüber der Von-Neumann-Architektur mit ihrer hierarchischen Kontrollstruktur.

Wenn die oben erwähnte These zutrifft, dann könnten diese neuen Architekturen als Hinweis darauf gesehen werden, daß sich die relative Bedeutung der Koordinationsprinzipien verschoben hat (II).

### I.

Formale Rationalisierung meint die Umgestaltung ganzer sozialer Handlungsfelder unter dem Gesichtspunkt einer Optimierung der individuellen Zweck-Mittel-Rationalität. Klassisches Beispiel dafür ist die bürokratische Verwaltung und die fordistische Fabrik. Im Begriff der formalen Rationalisierung sind folgende realhistorische Entwicklungsstränge gebündelt (detailliert: Kocka 1969):

- 1) Zunehmende Reglementierung , d.h. Implementation von Verfahrens- und Kalkulationsregeln.
- 2) Ausdifferenzierung einer übergeordneten Instanz, die die Regeln formuliert und ihre Befolgung überwacht.
- 3) Zunehmende Arbeitsteilung bis hin zur Zergliederung einzelner Arbeitsabläufe.
- 4) Überführung qualitativer und quantitativer Größen.

Im Extremfall werden die Bearbeitungsgegenstände, seien das nun materielle Objekte oder Menschen, numerisch codiert und lassen sich damit tendenziell auf einer rein syntaktischen Ebene wahrnehmen und beschreiben.

Die Komponenten, die im Begriff (und Prozeß) formaler Rationalisierung gebündelt werden, machen bis ins einzelne die konstitutiven Merkmale des modernen mathematischen Formalismus aus. Mit seiner Maschinendefinition des Algorithmusbegriffs hat Alan Turing die formalistische Auffassung der Mathematik, so wie sie von David Hilbert entwickelt (und durchgesetzt) worden ist (dazu ausführlicher: Mehrrens 1990), zu Ende gedacht und sie gleichzeitig radikalisiert: Jede Operation im Rahmen eines formalen Systems läßt sich im Prinzip auch von einer Turingmaschine ausführen. Formalisierung und Mechanisierung sind bedeutungsäquivalente Begriffe (Turing 1936/37). Für die formalistische Auffassung der Mathematik (und dasselbe gilt für Turings Maschinenmodell), sind vier Merkmale konstitutiv, die eine augenfällige Parallele aufweisen zu den Strukturelementen formaler Rationalisierung, so wie sie zur selben Zeit von der klassischen Soziologie thematisiert wurde:

- 1) Die Axiome haben keinen anschaulichen oder evidenten Charakter mehr, sondern sind im Prinzip beliebig wählbare Hypothesen, 'Satzungen' gewissermaßen.
- 2) Die mathematischen Gegenstände und ihre Beziehung untereinander sind rein immanent definiert und haben keinen Bezug mehr zu einer wie auch immer gearteten Außenwelt. Damit wird die traditionelle Beziehung zwischen Zeichen und Bezeichnetem aufgebrochen. Die Symbole der formalistischen Mathematik stehen nur noch für sich selbst. Anschauung schrumpft auf die Wahrnehmung von Zeichen auf dem Papier.
- 3) Das Operieren mit diesen Zeichen, ihre Kombination und Transformation, folgt strikten Regeln und wir damit zu einem rein mechanischen Prozeß. Mit

seinem Maschinenmodell hat Turing diesen mechanischen Charakter der formalistischen Mathematik auf den Punkt gebracht.

- 4) Das Operieren im Rahmen eines formalen Systems läßt sich somit zerlegen in eine Reihe von Elementaroperationen, die gemäß der algorithmischen Vorschrift sequentiell aneinandergereiht werden. Mit seiner Idee einer Maschine, die nur über einige wenige Grundoperationen verfügt (Einlesen von Zeichen, sie überschreiben oder löschen, Bewegung nach rechts oder nach links) hat Turing dieses Prinzip operativ gemacht.

## II.

Was bei Turing noch eine rein symbolische Maschine war, hat zehn Jahre später mit der Erfindung des Digitalcomputers praktische Gestalt angenommen. Alle Digitalcomputer, die seit den vierziger Jahren entwickelt wurden, sind gerätetechnische Realisierungen von Turings symbolischer Maschine. Bis in die siebziger Jahre war das von John von Neumann entwickelte Design das maßgebliche Modell, an dem sich die technische Entwicklung orientierte. Grundlegend neue Architekturen werden erst seit dieser Zeit entwickelt, und spiegelbildlich dazu zeichnet sich auch in der Cognitive Science ein grundlegender Konzeptionswandel ab (Konnektionismus). Weshalb werden erst seit den siebziger Jahren Architekturen entwickelt, die eine radikale Abwendung bedeuten von dem hierarchischen Von-Neumann-Prinzip? Computer, die parallel operieren (anstatt seriell), die dezentralen Speicher haben (anstatt einen globalen) und bei denen die Koordination über einen gemeinsamen Informationsaustausch geschieht (und nicht mehr über eine zentrale Kontrollinstanz)? Technische Faktoren, wie etwa die verfügbare Schaltungstechnologie, können nicht allein dafür verantwortlich sein. Denn zum einen läßt sich das logische Design eines Computers im Prinzip unabhängig von der Beschaffenheit der Bausteine konzipieren, zum anderen wird gerade bei diesen neuen Architekturen eine relativ konventionelle Schaltungstechnologie benützt. Wenn aber technische Faktoren allein nicht genügen, um das Aufkommen von grundlegend neuen und 'kooperativen' Architekturen zu erklären, dann bietet sich vielleicht eine soziologische (Zusatz-)Erklärung an. Eine Erklärung, die von ihrer Argumentation her anschließt an den postulierten Zusammenhang zwischen formaler Rationalisierung und formalistischer Mathematik. Oder umgekehrt formuliert: Wenn es zutrifft, daß die historische Erfahrung formaler Rationalisierung einen Einfluß hat auf die Art und Weise, wie Turing seine Maschine theoretisch konzipierte (und John von Neumann sie architektonisch umsetzte), dann könnten diesen neuen Computerarchitekturen als Hinweis auf einen Wandel im Modernisierungsprozeß gelesen werden.<sup>1</sup>

### Literatur

*Heidenreich, Martin und Gert Schmidt (1990): Neue Technologien und die Bedingungen und Möglichkeiten ihrer betrieblichen Gestaltung, in: KZfSS 42, 1, S. 41-59*

<sup>1</sup> Eine vollständige Fassung des Vortrags erscheint in den WZB-Papers.

*Kocka, Jürgen* (1968): Unternehmensverwaltung und Angestelltenschaft am Beispiel Siemens, 1847-1914, Stuttgart

*Mehrtens, Herbert* (1990): Moderne - Sprache - Mathematik. Eine Geschichte des Streits um die Grundlagen der Disziplin und des Subjekts formaler Systeme, Frankfurt a.M.

*Turing, Alan M.* (1965): On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem (1936/37), repr.in Martin Davis (Hrsg.): The Undecidable: Basic Papers on Undecidable Propositions, Unsolvability Problems and Computable Functions, New York, S. 116-151

*Bettina Heintz*, Institut für Soziologie, Universität Bern, Speichergasse 29, Ch-3011 Bern