

## **Konrad Zuses "Rechnender Raum" — Kühne Betrachtungen nach 40 Jahren —**

Friedel Hoßfeld  
Juelich Supercomputing Centre  
Forschungszentrum Jülich GmbH

Zurecht sind die Programme der Gedenkveranstaltungen zum 100. Geburtstag Konrad Zuses gefüllt mit Reden und Vorträgen über seine epochalen Leistungen zur Entwicklung des Digitalrechners, die ihm in den vergangenen Jahrzehnten - zwar spät, aber doch noch zu Lebzeiten - die Anerkennung als der große Computer-Pionier gebracht haben. Bei diesen hochverdienten Würdigungen wird zumeist vergessen, dass Konrad Zuse sich über die Computertechnik hinausreichend mit anderen grundsätzlichen Fragen auseinandergesetzt hat, die in zweifacher Hinsicht innovative Konzepte schufen [1, 2].

Die Wirkung dieser Überlegungen wurde jedoch einerseits durch die gleichzeitig und unabhängig - in England durch John H. Conway mit dem Spiel "Life" und in den USA durch Edward Fredkin - gefundenen Ideen und ihre kräftige wissenschaftliche und technische Verfolgung abgeschattet, die sich seitdem mit dem innovativen Computing-Modell der zellulären Automaten oder Arrays zu einem breiten Forschungsfeld mit weitreichenden theoretischen Ergebnissen und interessanten Anwendungen entwickelt hat /3, 4/.

Es ist überaus erstaunlich, daß und wie weit Konrad Zuse, durch eine der letzten Arbeiten John von Neumanns über "The Theory of Self-Reproducing Automata" /5/ stimuliert, das Konzept der zellulären Automaten und die Dynamik der involvierten Zustände auf dem Gitter, die er "Digitalteilchen" nannte, schon 1966 treiben konnte. Die sowohl hinsichtlich der Universalität des Computing-Modells als auch der entwickelten Vielfalt der zellulären Automaten wichtigen Forschungen und Praxisfelder gipfelten in der 2002 erschienenen, mehr als 1200 Seiten umfassenden Monographie von Stephen Wolfram mit dem unbescheidenen Titel "A New Kind of Science", deren Duktus und Anspruch vielfach harsche Kritik hervorgerufen hat /6/.

Andererseits wurde Konrad Zuses vom Konzept der zellulären Automaten ausgehende, dann aber auf die Wirkungsweise physikalischer Prozesse und schließlich auf den Entwicklungsprozess des Kosmos übertragene Idee vom "Rechnenden Raum" in der Welt der Wissenschaft - aus damaliger Sicht - nicht ernst genommen /6/.

So überschrieb sein Schüler Jürgen Alex die Würdigung der Lebensleistungen Konrad Zuses im Spektrum der Wissenschaft 1997 mit dem Titel "Wege und Irrwege des Konrad Zuse", und Friedrich L. Bauer schrieb in seinem Nachruf auf Konrad Zuse im Informatik-Spektrum 1996: " Es sind erstaunlich wenig Dinge, die Zuse verkannte; daß ihm, wie er selbst oft bemerkte, der mathematische Apparat fehlte, hat ihn nicht immer wirklich behindert. Im Falle des Rechnenden Raumes ging er allerdings in die Irre. " /7, 8/.

Fraglos mußte der theoretische und technische Ansatz Zuses für seine weitreichende Folgerung, daß das Universum ein gigantischer Automat und somit ein massiv paralleler Rechner und daher der Raum "körnig" sei und demzufolge alle Prozesse im Universum nicht kontinuierlich in Raum und Zeit, sondern in diskreten Sprüngen ablaufen, noch als naive Spekulation angesehen werden.

In diesem Vortrag wird der Versuch unternommen, Zuses Idee vom "Rechnenden Raum" nach vierzig Jahren seit ihrer Veröffentlichung im Licht der aktuellen Diskussion über die spekulativen Modelle der theoretischen Physik und der Kosmologie neu zu betrachten.

Das Phänomen des Urknalls mit seinen in der Singularität bedingten Widersprüchen einerseits, die Anstrengungen der theoretischen Physiker und der Kosmologen um die Vereinigung der Quantenmechanik mit der Gravitationstheorie andererseits, wie sie heute vornehmlich mit den Schlagworten "(Super)String Theory" und "Loop Theory" gekennzeichnet sind /9-11/, führen zu der Aussage, daß das Universum - im Grundsatz wie Zuse spekulierte - "körnig" sein muß, das heißt simplifiziert: der Raum baut sich aus Zellen der Dimension der Planck-Länge ( $10^{-33}cm$ ) auf und die Zeit springt in Quanten der Planck-Zeit ( $10^{-43}sec$ ). Die Frage, wie sich ein solcher Kosmos prozessmäßig entwickeln kann, führt so gleichfalls zu der Spekulation, daß eine gigantische Zahl kooperierender mikroskopischer Automaten das Universum treibe. Diese Automaten müssen dann aber dem Quanten-Regime folgen, das heißt: Quanten-Computer sein /12, 13/.

Referenzen:

1. Konrad Zuse: Rechnender Raum, Elektronische Datenverarbeitung Bd. 8, S. 336ff., 1967; redigierter Neudruck in: Ist das Universum ein Computer?, Spektrum der Wissenschaft - Spezial 3/07, S. 6-15
2. Konrad Zuse, Rechnender Raum, Verlag Vieweg, 1969
3. Bastien Chopard and Michel Droz, Cellular Automata Modeling of Physical Systems, Cambridge University Press, 1998
4. Martin Gerhardt und Heike Schuster, Das digitale Universum, Zelluläre Automaten als Modelle der Natur, Verlag Vieweg 1995
5. John von Neumann, The Theory of Self-Reproducing Automata, ed. by A. W. Burks, University of Illinois Press, 1966
6. Christoph Pöppe, Ist die Welt ein gigantisches Uhrwerk?, Editorial, Ist das Universum ein Computer?, Spektrum der Wissenschaft - Spezial 3/07, S. 3
7. Jürgen Alex, Wege und Irrwege des Konrad Zuse, Spektrum der Wissenschaft, H. 1 (Januar 1997), S. 78-90
8. Friedrich L. Bauer, Konrad Zuse - Fakten und Legenden, Informatik Spektrum 19 (1996), S. 299-302
9. Lee Smolin, The Trouble with Physics, Houghton Mifflin Company, Boston - New York, 2006

10. Roger Penrose, *The Road to Reality - A Complete Guide to the Laws of the Universe*, Alfred A. Knopf, New York, 2005
11. Martin Bojowald, *Zurück vor den Urknall. Die ganze Geschichte des Universums*, S. Fischer Verlag, 2009
12. Seth Lloyd, *Programming the Universe*, Vintage Books, London, 2007
13. Michael H. Nielsen and Isaac L. Chuang, *Quantum Computation and Quantum Information*, Cambridge University Press, 2000