Konrad Zuse und die ETH Zürich
Zum 100. Geburtstag des Informatikpioniers Konrad Zuse (22. Juni 2010)
Konrad Zuse und die ETH Zürich

Zum 100. Geburtstag des Informatikpioniers Konrad Zuse (22. Juni 2010)

Herbert Bruderer

Departement Informatik
Professur für Informationstechnologie und Ausbildung

Technischer Bericht Nr. 705

Dezember 2010
Titelbild:
Relaischranken der Z4 (links: Heinz Rutishauser, rechts: Ambros Speiser), ETH Zürich 1950,
© ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv

Herbert Bruderer
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Departement Informatik
Professur für Informationstechnologie und Ausbildung
CH-8092 Zürich

herbert.bruderer@inf.ethz.ch

© ETH Zürich, Departement Informatik, Zürich 2010
Inhalt
Konrad Zuse und die ETH Zürich ....................................................................................................... 5
Zuses Pionierleistung: erste arbeitsfähige programmgesteuerte Rechenmaschine der Welt.............. 5
ETH Zürich mietet den legendären Relaisrechner Z4 ........................................................................ 5
Die ratternde Z4 sorgt für das Zürcher Nachtleben ............................................................................ 7
Wozu wurde die Z 4 in Zürich gebraucht? .......................................................................................... 8
Merkmale der an der ETH Zürich eingesetzten Z4 ............................................................................. 9
Welche Geldgeber hatte Zuse? .............................................................................................................. 9
Das Schicksal der Z4 und der Zuse KG ............................................................................................. 11
Eigenbau des Röhrenrechners ERMETH ......................................................................................... 12
Plankalkül, erster Ansatz zu einer höheren Programmiersprache ...................................................... 13
Schweizer Remington Rand mit programmgesteuerter Rechenmaschine M9. ................................ 14
Wo stehen wir heute? .......................................................................................................................... 15
Meilensteine aus den Anfängen der Informatik an der ETH Zürich ................................................. 16
Quellen .............................................................................................................................................. 17
Sach- und Personenverzeichnis ........................................................................................................... 25

Tabellen
Zuses Rechenmaschinen Z1–Z4 ........................................................................................................... 7
Bau- und Betriebszeit der Z4 und der ERMETH ................................................................................ 9
Z4 und ERMETH im Vergleich ............................................................................................................. 13

Bilder
Konrad Zuse (1910–1995) ................................................................................................................... 6
Der mechanische Speicher der Z4 ....................................................................................................... 8
Relaischranke der Z4 .......................................................................................................................... 11
Verleihung des Ehrendoktortitels 1991 an der ETH Zürich ............................................................... 12
Rechenlocher M9 für die Schweizer Remington Rand .................................................................... 15
Konrad Zuse und die ETH Zürich

Zum 100. Geburtstag des Informatikpioniers Konrad Zuse (22. Juni 2010)

Zusammenfassung

Herbert Bruderer


Zuses Pionierleistung: erste arbeitsfähige programmgesteuerte Rechenmaschine der Welt

ETH Zürich mietet den legendären Relaisrechner Z4

1 Der Verfasser dankt den Professoren Walter Gander, Martin Gutknecht und Carl August Zehnder für ihre tatkräftige Unterstützung, die um so wertvoller war, als die drei Pioniere der Gründerzeit, die Professoren Eduard Stiefel, Heinz Rutishauser und Ambros Speiser, gestorben sind und es nur noch wenige Zeitzeugen gibt.


Konrad Zuse (1910–1995), © ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv


Zuses Rechenmaschinen Z1–Z4

<table>
<thead>
<tr>
<th>Name</th>
<th>Jahr</th>
<th>Rechenwerk</th>
<th>Speicherwerk</th>
<th>Bemerkungen</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Z1</td>
<td>1938</td>
<td>mechanisch</td>
<td>mechanisch</td>
<td>erste vollautomatische, programmgesteuerte und frei programmierbare, in</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td>binärer Gleitpunktrechnung arbeitende Rechenanlage der Welt (Friedrich</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td>Bauer)</td>
</tr>
<tr>
<td>Z2</td>
<td>1939</td>
<td>elektromechanisch (Relais)</td>
<td>mechanisch</td>
<td>erster betriebsfähiger Digitalrechner im wissenschaftlichen Einsatz an einer</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td>kontinentaleuropäischen Universität; 1950–1955 in Betrieb an der ETH Zürich</td>
</tr>
<tr>
<td>Z3</td>
<td>1941</td>
<td>elektromechanisch (Relais)</td>
<td>elektromechanisch (Relais)</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Z4</td>
<td>1945</td>
<td>elektromechanisch (Relais)</td>
<td>mechanisch</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

Hinweise
Die Jahrangabe bezieht sich nicht auf die Bauzeit, sondern auf den Zeitpunkt der Vollendung.
Die Z1 bis Z4 verwendeten als Programmspeicher Endloslochstreifen. Daten- und Programmspeicher waren also getrennt.
Die Geräte Z1, Z2 und Z3 wurden im zweiten Weltkrieg zerstört. Die Z4 steht im Deutschen Museum in München.
Die Z3-Nachbauten sind arbeitsfähig. Die Z4 ist in Teilen noch funktionsfähig.
Nach der Z4 hat Zuse viele weitere programmierbare Rechner gebaut.
Quellen: www.konrad-zuse.de; Schriften zur Informatikgeschichte; Museumsführer, Deutsches Technikmuseum, Berlin
© Ausbildungs- und Beratungszentrum für Informatikunterricht, ETH Zürich 2010

Die ratternde Z4 sorgt für das Zürcher Nachtleben
Die mit Relais bestückte Z4 war wesentlich weniger störanfällig als modernere amerikanische Maschinen, die elektronischen Bauteile enthielten. Die Z4 war so zuverlässig, dass sie nachts ohne Aufsicht lief.


Zuse schreibt in seiner Autobiografie: „Immerhin besass das verschlafene Zürich durch die ratternde Z4 ein, wenn auch bescheidenes, Nachtleben.“ Und Speiser fügt bei: „Durch genaues Zuhören bekam man manche Aufschlüsse über den Programmablauf. Deutlich waren das Ticken des Programmabtasters, das Klappern der Relais im Rechenwerk und das Klirren der Speicheroperationen zu unterscheiden. Mit einiger Übung konnte man sagen, ob eine Addition, eine Multiplikation oder eine Division im Gang war.“
Wozu wurde die Z 4 in Zürich gebraucht?

Merkmale der an der ETH Zürich eingesetzten Z4

Die Z4 ist ein programmgesteuertes, elektromechanisches Rechengerät mit 2200 Telefonrelais und 21 Schrittschaltern (elektrische Drehwähler). Sie kann intern nur Zahlen, jedoch keine Befehle speichern. Die Rechenpläne (Programme) werden auf Lochstreifen (gebrauchte 35-mm-Kinofilme) gestanzt. Die mechanischen Schaltglieder bestehen aus Blechstreifen und zylindrischen Steuerstiften. Während die meisten damaligen Rechenmaschinen dezimal arbeiten, verwendet die Z4 bereits das Binärsystem (Dualsystem). Die Z4 ist eine lochstreifengesteuerte Rechenanlage mit einem getrennten Datenspeicher, sie ist also kein speicherprogrammierter Rechner (d. h. kein Von-Neumann-Rechner).

Rechenwerk
5–6 Dezimalstellen, Dualsystem, Gleitkomma
Speicherwerk (nur Datenspeicher)
rein mechanische Schaltglieder mit einem Speichervermögen von 64 Zahlen
Steuerung
automatisch nach Befehlen, die nacheinander auf einem Lochstreifen festgehalten sind (Der Lochstreifen wird für Iterationen zu einer Schleife verklebt. Für die Herstellung der Befehlsstreifen steht ein besonderes Gerät zur Verfügung.)
Rechengeschwindigkeit
ungefähr eine Sekunde pro Befehl und drei Sekunden pro arithmetische Operation
Ausgabe
Zahlenausgabe auf einem Lampenfeld, Schreibmaschine für den Druck der Ergebnisse
Gewicht
etwa 1Tonne
Programmierung
MaschinenSprache mit reichhaltigem Befehlsverzeichnis
Dokumentation
sehr ausführliche Dokumentation mit übersichtlichen Schaltplänen

Die Zuse Z4 beherrschte u.a. die vier Grundrechenarten, das Quadrieren und das Wurzelziehen (Quadratwurzel). Hätte Zuse für den Speicher anstatt der mechanischen Schaltelemente Relais verwendet, hätten sich Grösse, Gewicht und Kosten der Anlage mehr als verdoppelt.

Welche Geldgeber hatte Zuse?

Zu Zuses Beziehung zu seinen Geldgebern seien hier einige Zitate aus dem Werk: Konrad Zuse: Der Computer – Mein Lebenswerk (Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 4., unveränderte Auflage 2007) angeführt:


„Er [Dr. Funk] liess sich davon nicht beirren, und so schickte ich ihn schliesslich zu den Henschel-Flugzeug-Werken zu Professor Wagner, der meine Aufträge gegenüber dem Reichsluftfahrtministerium betreute“ (Autobiografie, Seite 81).

Zu Zuses Förderern gehörte auch Prof. Teichmann (Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt):


Der Historiker Hartmut Petzold schreibt zu den Kriegsaufträgen: „Die gesellschaftspolitische Situation im Deutschen Reich der 30er Jahre boten für Konrad Zuse keine andere Möglichkeit der Realisierung seiner Pläne als im Schlepptau der Rüstung“ (Hartmut Petzold: Rechnende Maschinen. Eine

uk = Unabkömmlingsstellung
historische Untersuchung ihrer Herstellung und Anwendung vom Kaiserreich bis zur Bundesrepublik. VDI-Verlag, Düsseldorf 1985, Seite 510).

Hinweis: Hans Dieter Hellige von der Universität Bremen leitet eine "Fachgruppe Informatik und Zeitgeschichte", die sich u.a. mit Zuse befasst.

Relaisschränke der Z4 (links: Heinz Rutishauser, rechts: Ambros Speiser), ETH Zürich 1950, © ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv

Das Schicksal der Z4 und der Zuse KG

Dazu Zuse: „Es war nun abzusehen, dass weitere erhebliche Millionenbeträge in die Firma hineingesteckt werden mussten, so dass auch nur eine geringe Beteiligung meinerseits sinnlos wurde. Schliesslich musste ich froh sein, jemanden zu finden, der bereit war, die Schulden zu übernehmen. 1964 übernahm die Firma Brown, Boveri & Cie. AG, Mannheim, hundert Prozent Kapitalanteile; ich selber blieb Komplementär. Die Kapitalanteile wurden später von der Firma Siemens über-

© ETH Zürich, Departement Informatik, Ausbildungs- und Beratungszentrum für Informatikunterricht, Zürich 2010
nommen. Ich selbst schied bald aus der Firma aus, blieb aber weiter beratend tätig. Seit 1967 gehört die Firma zur Siemens AG“ (Autobiografie, Seite 137).


**Eigenbau des Röhrenrechners ERMETH**


<table>
<thead>
<tr>
<th>Z4 und ERMETH im Vergleich</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Merkmal</td>
</tr>
<tr>
<td>Digitalrechner</td>
</tr>
<tr>
<td>Rechenwerk: elektromechanisch (Relais)</td>
</tr>
<tr>
<td>Rechenwerk: elektronisch (Röhren)</td>
</tr>
<tr>
<td>Zehnersystem (Dezimalsystem)</td>
</tr>
<tr>
<td>Zweiersystem (Dualsystem)</td>
</tr>
<tr>
<td>Zahlendarstellung: Gleitkomma</td>
</tr>
<tr>
<td>Betrieb: programmgesteuert</td>
</tr>
<tr>
<td>Betrieb: vollautomatisch</td>
</tr>
<tr>
<td>Steuerung: Lochstreifen</td>
</tr>
<tr>
<td>Steuerung: Speicherprogramm</td>
</tr>
<tr>
<td>Nutzung: (frei) programmierbar</td>
</tr>
<tr>
<td>Universallechner</td>
</tr>
<tr>
<td>Von-Neumann-Rechner</td>
</tr>
<tr>
<td>Zustand: voll betriebsfähig</td>
</tr>
<tr>
<td>Hersteller</td>
</tr>
<tr>
<td>Bauzeit</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Zeichenerklärung
- ja
- nein

© Ausbildungs- und Beratungszentrum für Informatikunterricht, ETH Zürich 2010

**Plankalkül, erster Ansatz zu einer höheren Programmiersprache**

Schweizer Remington Rand mit programmgesteueter Rechenmaschine M9


Rechenlocher M9 für die Schweizer Remington Rand, © Museum für Kommunikation, Bern

Wo stehen wir heute?
<table>
<thead>
<tr>
<th>Jahr</th>
<th>Ereignis</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1948</td>
<td>Gründung des Instituts für angewandte Mathematik (Eduard Stiefel),</td>
</tr>
<tr>
<td>1950</td>
<td>Inbetriebnahme des ersten programmierbaren Rechners an einer Universität des europäischen Festlandes (Z 4 von Konrad Zuse),</td>
</tr>
<tr>
<td>1951</td>
<td>Erfindung des Compilers: Habilitationsschrift von Heinz Rutishauser: Über automatische Rechenplanfertigung bei programmgesteuerten Rechenmaschinen,</td>
</tr>
<tr>
<td>1956</td>
<td>Inbetriebnahme des ersten in der Schweiz gebauten programmierbaren Rechners, der ER-METH (Ambros Speiser),</td>
</tr>
<tr>
<td>1958/60</td>
<td>höhere Programmersprache Algol (Heinz Rutishauser, einer der Väter dieser Sprache),</td>
</tr>
<tr>
<td>1970</td>
<td>Programmersprache Pascal (Niklaus Wirth),</td>
</tr>
</tbody>
</table>
Quellen (ausgewertete Schriften)

1. Alex, Jürgen: Wege und Irrwege des Konrad Zuse, in: Spektrum der Wissenschaft, Januar 1997, Heft 1, Seiten 78–90
3. Alex, Jürgen; Flessner, Hermann; Mons, Wilhelm; Pauli, Kurt; Zuse, Horst: Konrad Zuse. Der Vater des Computers. Verlag Parzeller, Fulda 2000, 263 Seiten
16. Bruderer, Herbert: Konrad Zuse und die ETH Zürich, in: Swiss IT Magazine, Nr. 7/8, Juli/August 2010, Seiten 28–29
17. Bruderer, Herbert: Vor 100 Jahren, in: Switch Journal, Oktober 2010, Seite 49
22. Bruderer, Herbert: Konrad Zuse und die ETH Zürich, in: Informatik-Spektrum, Heft 2, April 2011
32. Eyssell, Manfred: Die Leibniz’sche Rechenmaschine (Teil 2), in: GWDG-Nachrichten, Nr. 8, 2009 Seiten 10–23 (Gesellschaft für wissenschaftliche Datenverarbeitung mbH Göttingen)
44. Füssl, Wilhelm (Hrsg.): 100 Jahre Konrad Zuse. Einblicke in den Nachlass. Deutsches Museum, München 2010, 144 Seiten
46. Gander, Walter (Hrsg.): Zuse, Konrad: Computerarchitektur aus damaliger und heutiger Sicht, ETH Zürich, Departement Informatik, August 1992, 34 Seiten
47. Ganzhorn, Karl: Der Schritt ins Informations-Zeitalter, Zürcher Volkswirtschaftliche Gesellschaft, 1970, 19 Seiten (unveröffentlicht)
52. Graef, Martin (Hrsg.): 350 Jahre Rechenmaschinen. Carl Hanser-Verlag, München 1973, 124 Seiten
59. Hoffmann, Walter (Hrsg.): Digitale Informationswandler. Probleme der Informationsverarbeitung in ausgewählten Beiträgen. Friedrich Vieweg, Braunschweig 1962, XXIII, 740 Seiten
70. Musstopf, Günter (Hrsg.): Als die Computer Laufen lernten. Ein amüsanten Rückblick. per-Comp Verlag, Hamburg 2005, VIII, 180 Seiten
76. Petzold, Hartmut: Rechnende Maschinen. Eine historische Untersuchung ihrer Herstellung und Anwendung vom Kaiserreich bis zur Bundesrepublik. VDI-Verlag, Düsseldorf 1985, 579 Seiten
82. Rutishauser, Heinz; Speiser, Ambros; Stiefel, Eduard: Programmgesteuerte digitale Rechengeräte (elektronische Rechenmaschinen). Birkhäuser, Basel 1951, 102 Seiten
88. Speiser, Ambros P.: Das programmgesteuerte Rechengerät an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich, in: Neue Zürcher Zeitung, 30. August 1950, Mittagsausgabe, Nr. 1796 (50), Blatt 5 (Technik)
89. Speiser, Ambros P.: „ERMETH“, Projekt einer elektronischen Rechenmaschine an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich und bisherige Entwicklungsergebnisse, in: Neue Zürcher Zeitung, 4. August 1954, Mittagsausgabe, Nr. 1903 (79), Blatt 6 (Technik)


103. Stiefel, Eduard: Elektronische Rechenmaschinen, in: Neue Zürcher Zeitung, 18. Oktober 1948, Mittagsausgabe, Nr. 2140 (60), Blatt 2 (Technik)


116. Waldburger, Heinz, Gebrauchsanleitung für die ERMETH (Elektronische Rechenmaschine der ETH), Institut für angewandte Mathematik, ETH Zürich 1960
117. Wittmann, Armin: Dr. hc. ETH Konrad Zuse. Geschichte der Computer weltweit. Entwicklung der Computer an der ETH Zürich, Seminararbeit, Institut für Verhaltensforschung der ETH Zürich, Zürich 1994, 22 Seiten
121. Zuse, Horst: Die heutige Dokumentierung von Konrad Zuses Pionierleistung für die Informatik, Vortrag an der ETH Zürich, Juni 2000, 9 Seiten (unveröffentlicht)
Webseiten
http://www.ethistory.ethz.ch/rueckblicke/departemente/dinfk

Redaktionsschluss: 22. Dezember 2010
Sach- und Personenverzeichnis

Algol ................................................................. 13, 14, 15, 16
Bauer, Friedrich ................................................. 5, 10
BBC ........................................................................... 8, 11, 12
Ceres ........................................................................ 15
Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt ..................... 9, 10
Deutsches Museum, München .................................... 11, 14
Deutsch-Französisches Forschungsinstitut, Saint-Louis .... 11
Elektronenröhren ..................................................... 6
ERMETH ................................................................. 9, 12, 13, 16
Gander, Walter ....................................................... 12
Henschel-Flugzeug-Werke ........................................ 10
Hochstrasser, Urs .................................................... 7
Lilith ........................................................................ 15, 16
Lochstreifen ............................................................ 9
Logitech .................................................................... 15
M9 ........................................................................... 14, 15
Mietvertrag .............................................................. 6
Mitra .......................................................................... 14
Museum für Kommunikation, Bern ............................... 13, 14, 15
Nicoud, Jean-Daniel .............................................. 15
Pascal ...................................................................... 14, 15, 16
Plankalkül ............................................................... 5, 13
Rechenplan ............................................................... 9
Rechenplanfertigung ................................................. 13, 16
Reichsluftfahrtsministerium ...................................... 9, 10
Relais ......................................................................... 5, 6, 7, 9, 10, 11, 14
Remington Rand ..................................................... 14, 15
Rutishauser, Heinz .................................................. 6, 11, 12, 13, 16
Schai, Alfred .......................................................... 12
Siemens ..................................................................... 11, 12
Smaky ........................................................................ 15
Speiser, Ambros ..................................................... 6, 7, 11, 12, 16
Steinmann, Josef ..................................................... 14
Stiefel, Eduard ......................................................... 5, 6, 7, 12, 16
Technorama, Winterthur .......................................... 13, 14
Wirth, Niklaus ........................................................ 15, 16
Z3 ............................................................................. 5, 7, 9, 10
Z4 ............................................................................. 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13
Z9 ............................................................................. 14
Zuse KG .................................................................... 6, 11, 14