

# Konrad Zuse und die ETH Zürich

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

Herbert Bruderer<sup>1</sup>

Die Geschichte der Informatik beginnt mit dem seit dem Altertum benutzten Zählrahmen Abakus und der Entstehung der Zahlensysteme. Die heutigen Computer haben zahlreiche Vorläufer. Die ersten funktionsfähigen programmierbaren Rechengерäte wurden jedoch erst gegen Mitte des 20. Jahrhunderts vorgestellt. Der deutsche Bauingenieur Konrad Zuse (22.6.1910–18.12.1995) ist einer der Väter dieser Universalmaschinen. Er baute in Berlin seit 1936 Rechenanlagen. Nur ein einziges Gerät, die 1945 fertiggestellte Z4, überlebte den zweiten Weltkrieg. Zuse versuchte anschliessend erfolglos, in- und ausländische Universitäten sowie Hersteller von Büromaschinen für seine Entwicklungen zu gewinnen. Damals konnte sich offenbar niemand vorstellen, dass ein programmgesteuertes Rechengерät einer handelsüblichen Rechenmaschine überlegen war.

## Zuses Pionierleistung: die erste arbeitsfähige programmgesteuerte Rechenmaschine der Welt

Nach Friedrich Bauer von der Technischen Universität München ist Konrad Zuse der „Schöpfer der ersten vollautomatischen, programmgesteuerten und frei programmierbaren, in binärer Gleitpunkt-rechnung arbeitenden Rechenanlage.“ Die Z3 war 1941 betriebsfähig, sie wurde am 12. Mai 1941 in Berlin vorgeführt. In den 1940er- und Anfang der 1950er-Jahre gab es ähnliche Entwicklungen in den USA: Rechenautomaten ABC, Complex Number Calculator, EDVAC, ENIAC, Harvard Mark (ASCC),

IAS-Rechner, IBM 701, Univac u. a. und in Grossbritannien: z. B. ACE, Colossus, EDSAC, Ferranti Mark, Leo und SSEM. Zuses Pionierleistungen in der Rechentech-nik und in der Informatik wurden sowohl in Europa als auch in den USA lange Zeit verkannt. Das deutsche Patentamt verweigerte ein Patent für die Z3.

## ETH Zürich mietet den legendären Relaisrechner Z4

Der Mathematiker Eduard Stiefel (1909–1978) gründete Anfang Januar 1948 an der ETH Zürich das Institut für angewandte Mathematik. Daraus entwickelte sich 1968 die Fachgruppe für Computerwissenschaften, und schliesslich entstand daraus das heutige Departement Informatik. Damit beginnt die Geschichte der Informatik in der Schweiz. Das Institut für angewandte Mathematik heisst seit 1970 Seminar für angewandte Mathematik. Stiefel erkannte die Bedeutung der Rechenautomaten sehr früh. Er plante den Eigenbau einer solchen Maschine und war, um Zeit zu gewinnen, auf der Suche nach einem fertigen, betriebssicheren Gerät. Es gab einen grossen Bedarf nach umfangreichen numerischen (technischen) Berechnungen, auch für die Zusammenarbeit mit der Schweizer Maschinenindustrie.

Daher besuchte Stiefel am 13. Juli 1949 Konrad Zuse (Abb. 1) in Hopferau bei Füssen (Ostallgäu).

<sup>1</sup> 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.

## Zusammenfassung

Der deutsche Bauingenieur Konrad Zuse (1910–1995) hat 1941 die Z3 vorgeführt, den ersten frei programmierbaren und in binärer Gleitpunkt-rechnung arbeitenden Rechner der Welt. Zudem entwickelte er mit seinem Plankalkül erste Ideen für eine allgemeine Programmiersprache. Vor 100 Jahren wurde der Informatikpionier in Berlin geboren. Als einzige Universität auf dem europäischen Festland hatte die ETH Zürich 1950 eine betriebsfähige programmgesteuerte Rechenmaschine, die gemietete Z4. Die Z4 ist eine Weiterentwicklung der im Krieg zerstörten Z3. Dank der mit diesem Gerät durchgeführten Forschungsarbeiten wurde das damalige von Eduard Stiefel geleitete Institut für angewandte Mathematik in kurzer Zeit weltberühmt.

Die Z4 stand im Keller des Mehllagers der Bäckerei Martin. Zuse war im März 1945 kurz vor dem Fall Berlins mit der riesigen „Zuse 4“ mit der Bahn nach Göttingen und einige Wochen später mit einem Lastwagen nach Bayern geflohen. Er führte die Z4 in der Aerodynamischen Versuchsanstalt in Göttingen vor. Die von 1942 bis 1945 gebaute Z4 hiess übrigens ursprünglich V4 (Versuchsmodell 4). Der Gleichklang dieser Abkürzung mit dem Kürzel für die sogenannten Vergeltungswaffen V1 und V2 hat laut Konrad Zuse dieses Gerät gerettet. Obwohl die elektromechanische Z4 eine schon damals veraltete Technik (Relais statt Elektronenröhren) nutzte, entschied sich Stiefel trotz Warnungen für ihren Einsatz. Für ihn war die Verfügbarkeit von maschineller Rechenleistung wichtiger als die modernste Technik. Dieser mutige Entscheid erwies sich im Nachhinein als wegweisend. Das wissenschaftliche Rechnen mit der Z4 machte sein Institut binnen weniger Jahre weltberühmt.

Das Institut für angewandte Mathematik mietete die Z4 für fünf Jahre (für insgesamt 30.000 CHF). Sie stand vom 11. Juli 1950 bis April 1955 im zweiten Stock des Hauptgebäudes (Raum G39) der ETH Zürich. Heute befindet sich hier das Forschungsinstitut für Mathematik. Der Mietvertrag wurde am 7. September 1949 in der Gaststätte des Badischen Bahnhofs in Basel unterzeichnet. Vor der Inbetriebnahme wurden an der Maschine erhebliche Erweiterungen (z. B. Gebrauch bedingter



Abb. 1 Konrad Zuse (1910–1995), © ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv

Sprungbefehle) durchgeführt. Die Z4 war der erste Rechenautomat an der ETH und auf dem europäischen Festland, der dem wissenschaftlichen Rechnen diente. An der ETH konnten so viele Anregungen und Erfahrungen gesammelt werden, die später für den Bau einer eigenen programmgesteuerten Rechenmaschine hilfreich waren. Eduard Stiefel und seine Mitarbeiter Heinz Rutishauser und Ambros Speiser haben dank der Z4 wesentliche Beiträge zur angewandten Mathematik und zur Entwicklung der Rechentechnik sowie der Informatik geleistet.

Die Nutzung der Z4 brachte beiden Seiten grosse Vorteile: Zuse konnte mit dem Geld – die gesamte Summe war bei Vertragsabschluss bzw. Abnahme der Maschine fällig – sein 1949 gegründetes Unternehmen Zuse KG (Neukirchen) aufbauen. Der ETH stand kurzfristig eine erhebliche Rechenleistung zur Verfügung. Sie entsprach einem damaligen Rechenbüro mit etwa 40 mit mechanischen Rechenmaschinen ausgestatteten Personen. Das verhalf der ETH gegenüber anderen Universitäten zu einem wissenschaftlichen Vorsprung (Abb. 2).

Zuses Rechenmaschinen Z1–Z4				
Name	Jahr	Rechenwerk	Speicherwerk (Datenspeicher)	Bemerkungen
Z1	1938	mechanisch	mechanisch	
Z2	1939	elektromechanisch (Relais)	mechanisch	
Z3	1941	elektromechanisch (Relais)	elektromechanisch (Relais)	erste vollautomatische, programmgesteuerte und frei programmierbare, in binärer Gleitpunktrechnung arbeitende Rechenanlage der Welt (Friedrich Bauer)
Z4	1945	elektromechanisch (Relais)	mechanisch	erster betriebsfähiger Digitalrechner im wissenschaftlichen Einsatz an einer kontinentaleuropäischen Universität; 1950–1955 in Betrieb an der ETH Zürich
<b>Hinweise</b> Die Jahrgabe bezieht sich nicht auf die Bauzeit, sondern auf den Zeitpunkt der Vollendung. Die Z1 bis Z4 verwendeten als Programmspeicher Lochstreifen. 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. Ein Nachbau der Z1 (durch Konrad Zuse, 1989) befindet sich im Deutschen Technikmuseum in Berlin. Ein Nachbau der Z3 (durch Konrad Zuse, 1961) ist im Deutschen Museum, München. Weitere Nachbauten der Z3 durch Horst Zuse und Raul Rojas, 2001 (Konrad-Zuse-Museum, Hünfeld) und Horst Zuse, 2010 (Konrad-Zuse-Museum, Hünfeld). Die Z1 ist nicht mehr betriebsfähig (verklebtes mechanisches Schaltglied). 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				

**Abb. 2 Übersicht über Zuses frühe Rechenmaschinen Z1–Z4**

## 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. Dass die Z4 dank ihrer hohen Zuverlässigkeit nachts ohne Aufsicht lief, ist allerdings ein Märchen.

Im Prüfbericht von Corrado Böhm und Harry Laett über die Erfahrungen mit der Zuse-Rechenmaschine vom 17. Oktober 1949 ist zu lesen: „Die Maschine sollte in zwei getrennten Räumlichkeiten untergebracht werden können, um so eine Trennung zwischen Bedienungsaggregaten (Tastaturpult, Abtaster, Locher und Drucker) und den Rechnungs- und Speichereinheiten zu gewährleisten. Auf diese Weise wird auch das Lärmproblem (Antriebsmotor und Speicherwerkantrieb) auf einfache Weise gelöst.“

Zur (angeblichen) Zuverlässigkeit der Z4 gibt es einen ausführlichen Zeitzeugenbericht von Urs Hochstrasser. In einem Brief vom 18. Juni 1951 beklagt sich Eduard Stiefel bei Zuse: „Nach Deiner blitzartigen und für uns etwas unerwarteten Abreise [...] hast Du uns mit Deiner absolut nicht betriebsbereiten Maschine allein gelassen. Es dauerte 14 Tage, bis überhaupt eine kleine Rechnung gemacht werden konnte [...]. Da wir praktisch seit Beginn des Monats April keine durchgehende Arbeit leisten konnten, mussten wir mehrere Aufträge absagen.“

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

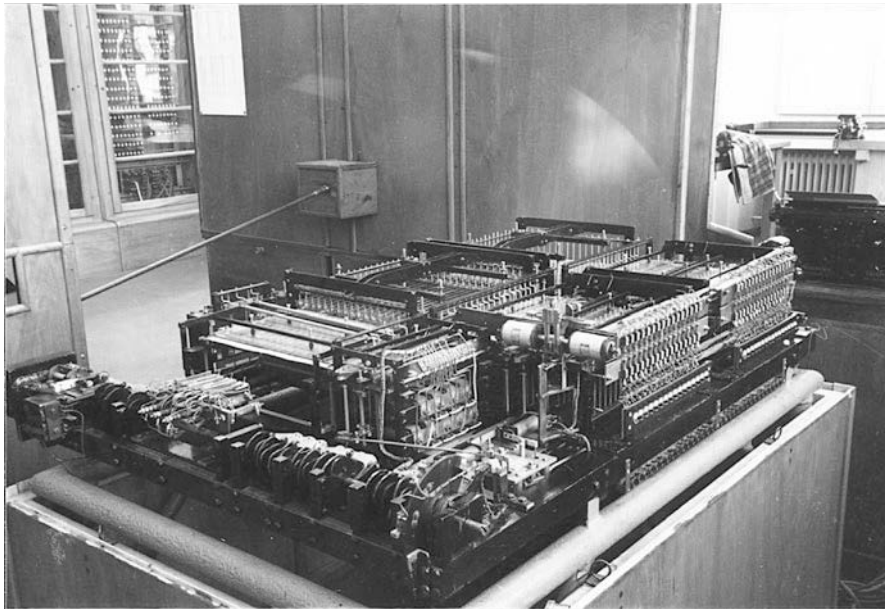
Programmabtasters, das Klappern der Relais im Rechenwerk und das Klirren der Speicheroperationen zu unterscheiden. Mit einiger Übung konnte man sagen, ob eine Addition, eine Multiplikation oder eine Division im Gang war“ (Abb. 3).

## Wozu wurde die Z4 in Zürich gebraucht?

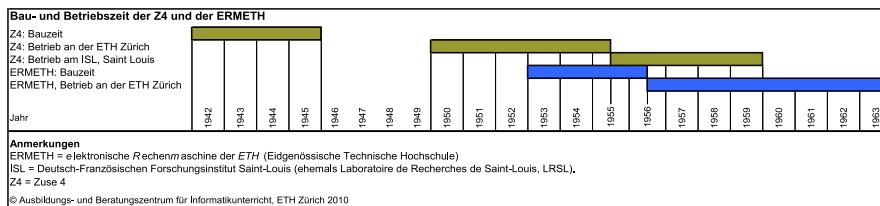
Die Z4 wurde an der ETH Zürich für Arbeiten auf dem Gebiet der numerischen Mathematik eingesetzt. So wurden beispielsweise für die BBC, Baden, „kritische Tourenzahlen mehrlageriger Wellen“ durch Lösen von linearen Differentialgleichungen 4. Ordnung berechnet. Der Rechenzeitaufwand betrug etwa 100 h. Aus der Industrie gab es manche Aufträge: Berechnung der Spannungen in einer Talsperre (Grande Dixence), Berechnungen zum Raketenflug oder zur Flugbahn von Geschossen, Untersuchungen zu Quantenmechanik, Hochfrequenztechnik und Optik, Schwingungen einer Lokomotive, Abflussregulierung der drei Juraseen. Hinzu kamen mathematische Untersuchungen, z. B. zu Bahnstörungen der Planeten Jupiter und Saturn. In den fünf Jahren wurden etwa 100 verschiedene Probleme mit insgesamt rund 100.000 Z4-Befehlen programmiert. Darunter befinden sich 55 Aufträge und mathematische Untersuchungen. Für Aussenstehende kostete die Z4 10 CHF je Stunde (Abb. 4).

## 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 spei-



**Abb. 3** Der mechanische Speicher der Z4,  
© ETH-Bibliothek Zürich,  
Bildarchiv



**Abb. 4** Bauzeit und Nutzung der Z4 und der ERMETH

chern. 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 getrenntem Daten- und Programmspeicher, 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 1 s pro Befehl und 3 s pro arithmetische Operation,
- *Ausgabe*: Zahlenausgabe auf einem Lampenfeld, Schreibmaschine für den Druck der Ergebnisse,
- *Gewicht*: etwa 1 Tonne,
- *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?

Beeindruckend ist, dass Zuse seine Erfindungen zu Beginn weitgehend im Alleingang und ohne finanzielle Unterstützung durch den Staat machte. Die Z1 und die Z2 wurden privat finanziert. Die Z3 wurde durch die Deutsche Versuchsanstalt für Luft-



fahrt teilfinanziert. Geldgeber für die Z4 war das Reichsluftfahrtministerium.

Zu Zuses Beziehung zu seinen Geldgebern seien hier einige Zitate aus dem Werk: Konrad Zuse: Der Computer – Mein Lebenswerk [5] angeführt:

„Die Vorführung der Z2 hatte genügt, die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt zu interessieren. Deren technischer Direktor, Professor Bock, hielt mir zwar einen langen Vortrag, ich sollte mir nur ja nicht einbilden, dass ich als Erfinder ein reicher Mann werden, ein Schloss am Meer besitzen und im Horch – damals einem der elegantesten Autos – herumfahren würde. Gleichwohl aber einigten wir uns auf einen Vertrag: die schon im Bau befindliche Z3 wurde von der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt teilfinanziert. Sie war 1941 fertig gestellt und das erste Gerät, das wirklich voll funktionsfähig alle wichtigen Elemente einer programmgesteuerten Rechenmaschine für wissenschaftliche Zwecke nach dem Stand der Technik enthielt“ [5, S. 55].

„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“ [5, S. 81].

Zu Zuses Förderern gehörte auch Prof. Teichmann (Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt): „Teichmann hätte am liebsten schon während des Krieges einen Auftrag über ein grosses elektronisches Rechenggerät mit zweitausend Röhren befürwortet. Wegen der mangelnden Dringlichkeitsstufe hätten wir aber weder Personal noch ausreichendes Material dafür bekommen. Es war schon schwierig genug, Geräte in der verhältnismässig einfachen und robusten Relais-technik zu bauen“ [5, S. 70].

„Ich selber lernte in Berlin Professor Herbert Wagner kennen. Er war Leiter der Sonderabteilung F bei den Henschel-Flugzeug-Werken und entwickelte dort ferngesteuerte fliegende Bomben. ‚Ihre Rechenggeräteentwicklung ist sicher sehr interessant, aber dafür kann ich Sie nicht vom Militärdienst befreien. Ich kann aber einen Statiker gebrauchen‘, meinte er. Für diese unmittelbar der Waffenentwicklung dienende Tätigkeit wurde ich schliesslich ‚uk<sup>2</sup> gestellt“ [5, S. 53].

„Die Z3 wurde während des Krieges mehreren Dienststellen vorgeführt; sie wurde indes nie im Routinebetrieb eingesetzt. Dazu wäre unter ande-

rem meine Unabkömmlichkeitsstellung für diese Aufgabe nötig gewesen. Offiziell aber galt die Z3 nicht als dringlich. Sie wurde mehr oder weniger als Spielerei und als das Privatvergnügen meiner Freunde und mir angesehen. Meine ‚uk-Stellung‘ galt nach wie vor ausschliesslich für meine Tätigkeit als Statiker“ [5, S. 57].

Dazu Friedrich Bauer (Technische Universität München): „Konkrete Berührung hatte Zuse mit dem Machtapparat des Dritten Reiches nur sehr indirekt über seine Tätigkeit für die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt (DVL). Seine unmittelbaren Ansprechpartner waren wie Alwin Teichmann Wissenschaftler und wie Herbert Wagner (der die Flügelbomben konstruierte) Ingenieure, keine Parteibonzen. Kurt Pannke, der Rechenmaschinenfabrikant, den Zuse in der Frühzeit kontaktierte und der ihn finanziell unterstützte, ist ebenfalls unverdächtig“ [4, S. 18].

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“ [3, S. 510].

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

### Das Schicksal der Z4 und der Zuse KG

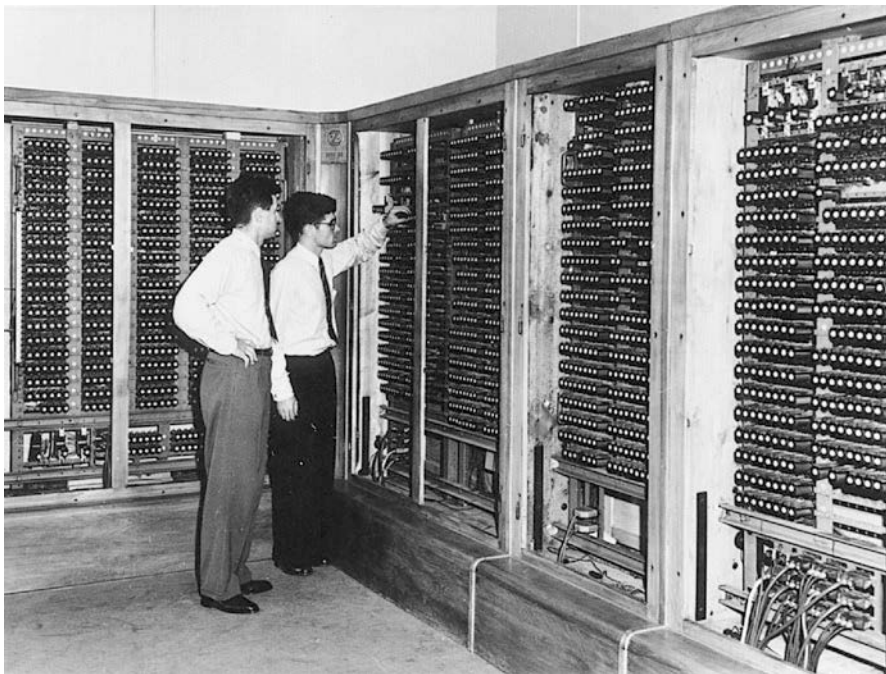
Konrad Zuse weilte für Wartungsarbeiten oft in Zürich und hielt auch Vorträge. Die ETH berief ihn nicht als Dozenten, verlieh ihm aber 1991 doch noch die Ehrendoktorwürde (Abb. 5). Seine Firma Zuse KG geriet in den 1960er-Jahren in finanzielle Schwierigkeiten und wurde 1964 von BBC (Mannheim) und schliesslich 1967 von Siemens übernommen. Bis 1969 wurden rund 250 Maschinen (Relais-, Röhren- und Transistorrechner) gebaut. Die Z4 wurde von 1955 bis 1959 vom Deutsch-Französischen Forschungsinstitut Saint-Louis (ISL) im elsässischen St. Louis eingesetzt. Damals hiess es Laboratoire de Recherches de Saint-Louis (LRSL). Die Technische Universität Berlin hatte sich vergeblich darum bemüht, die Z4 zu bekommen. Die Maschine kam erstmals 1960 ins Deutsche Museum nach München, wo sie seit 1988 ausgestellt ist. Sie ist heute noch in Teilen arbeitsfähig (Abb. 6).

Dazu Zuse: „Es war nun abzusehen, dass weitere erhebliche Millionenbeträge in die Firma hineinge-

<sup>2</sup> uk = Unabkömmlichkeitsstellung.



*Abb. 5 Verleihung des Ehrendokortitels 1991 an der ETH Zürich, von links nach rechts: Frederick P. Brooks (Universität North Carolina, Chapel Hill, Erfinder des Grossrechners IBM 360), Walter Gander, Vorsteher der Abteilung III C (Informatik) der ETH Zürich, und Konrad Zuse, einer der Väter des Computers, © Stefan Bondeli, Zürich*



*Abb. 6 Relaischränke der Z4 (links: Heinz Rutishauser, rechts: Ambros Speiser), ETH Zürich 1950, © ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv*

steckt 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 übernommen. Ich selbst

schied bald aus der Firma aus, blieb aber weiter beratend tätig. Seit 1967 gehört die Firma zur Siemens AG“ [5, S. 137].

### **Eigenbau des Röhrenrechners ERMETH**

Die Miete der Z4 war als Übergangslösung gedacht. Um 1950 gab es keine programmierbaren Rechner zu kaufen, und Stiefel war sich bewusst, dass der

Z4 und ERMETH im Vergleich		
Merkmal	Rechenautomat	
	Z4	ERMETH
Digitalrechner	■	■
Rechenwerk: elektromechanisch (Relais)	■	□
Rechenwerk: elektronisch (Röhren)	□	■
Zehnersystem (Dezimalsystem)	□	■
Zweiersystem (Dualsystem)	■	□
Zahlendarstellung: Gleitkomma	■	■
Betrieb: programmgesteuert	■	■
Betrieb: vollautomatisch	■	■
Steuerung: Lochstreifen	■	□
Steuerung: Speicherprogramm	□	■
Nutzung: (frei) programmierbar	■	■
Universalrechner	■	■
Von-Neumann-Rechner	□	■
Zustand: voll betriebsfähig	■	■
Hersteller	Konrad Zuse	ETH Zürich
Bauzeit	1942–1945	1953–1956
Betrieb an der ETH Zürich	1950–1955	1956–1963
<b>Zeichenerklärung</b>		
■ ja		
□ nein		
© Ausbildungs- und Beratungszentrum für Informatikunterricht, ETH Zürich 2010		

**Abb. 7 Merkmale der ersten beiden an der ETH Zürich verwendeten Rechenautomaten**

vorgesehene Eigenbau mehrere Jahre beanspruchen würde. Er hielt sich vom Oktober 1948 bis März 1949 in den USA auf, um sich einen Überblick über den Stand der Forschung zu verschaffen. Zwei seiner Mitarbeiter, der Elektroingenieur Ambros Speiser (1922–2003) und der Mathematiker Heinz Rutishauer (1918–1970), verbrachten das Jahr 1949 in den USA (u. a. bei John von Neumann, Princeton, und bei Howard Aiken, Harvard). Sie sollten sich das Wissen für den Bau moderner Rechenmaschinen aneignen.

Von 1953 bis 1956 entstand der programmierbare Röhrenrechner ERMETH (elektronische Rechenmaschine der ETH). Ambros Speiser, der spätere Gründungsdirektor des IBM-Forschungslabors in Rüschlikon und des BBC-Forschungszentrums in Baden-Dättwil, leitete den Bau in technischer Hinsicht von 1953 bis 1955 (Planung und Entwicklung der Grundlagen). 1956 vollendete Alfred Schai das Werk (endgültiger Aufbau und Durchprüfung), denn Speiser hatte 1955 zur IBM gewechselt. Leiter der mathematischen Gruppe war Heinz Rutishauer. Die Entwurfsphase begann schon 1950. Beteiligt waren die Firmen Gfeller, Bümpliz (Kreuzwähler), Hasler, Bern (Elektronik), und Wittwer, Männedorf (Speichertrommel). Den Schluss bildete eine erfolgreiche dreimonatige Feuerprobe, häufig in 24-stündigem Betrieb. Im Unterschied zur Z4

arbeitete die ERMETH im Dezimalsystem. Als Arbeitsspeicher (für Programme *und* Daten) diente eine Magnettrommel. Die ETH setzte die ERMETH ab Juli 1956 bis Herbst 1963 für Forschung und Lehre ein. Die ERMETH lief erstmals im Juli 1956 mit einem vorläufigen Trommelspeicher, mit dem grossen 10.000-Wort-Trommelspeicher jedoch erst 1957. Ende 1958 beliefen sich die Kosten für die ERMETH auf 1 Mio. CHF. Das Ungetüm stand bis 2004 im Winterthurer Technorama und befindet sich heute im Museum für Kommunikation in Bern. Nachfolger der ERMETH war ab April 1964 ein Transistorrechner CDC 1604A der amerikanischen Firma Control Data. Er verwendete einen Magnetkernspeicher (Arbeitsspeicher) und Magnetbänder (Massenspeicher). Die ERMETH arbeitete 100-mal schneller als die Z4, die CDC 400-mal schneller als die ERMETH (Abb. 7).

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

Konrad Zuse war nicht nur ein Meister im Rechnerbau, sondern auch in der Entwicklung einer Programmiersprache. Er erfand eine formale, algorithmische Sprache, in der sich Lösungsverfahren für beliebige Probleme beschreiben lassen. Sein 1945 im Allgäuer Bergdorf Hinterstein auf-



gesetzter Plankalkül gilt als Vorläufer der höheren Programmiersprachen. Er wurde erst 1972 (vollständig) veröffentlicht, und im Jahr 2000 wurde dafür erstmals ein lauffähiges Übersetzungsprogramm entwickelt.

Heinz Rutishauser machte in seiner Habilitationsschrift 1951 Vorschläge zur automatischen Rechenplanfertigung bei programmgesteuerten Rechenmaschinen. Die Idee, solche Anlagen nicht nur zum Rechnen, sondern auch zum Erstellen von Programmen zu verwenden, ist grundlegend für den Bau von Übersetzern (Compiler). Erst dadurch konnten Algorithmen in höheren Programmiersprachen (Quellcode) formuliert und dann automatisch in Maschinensprache (Objektcode) übersetzt werden. Rutishauser war einer der Väter von Algol, dem „Latein“ der modernen Programmiersprachen. Auf der Grundlage von Algol entstanden unzählige höhere Programmiersprachen, u. a. auch Pascal.

### Schweizer Remington Rand mit programmgesteuerter Rechenmaschine M9

Die Zuse KG baute für die Schweizer Remington Rand AG in Zürich eine Serie von Rechenlochern, die nicht mehr rein mechanisch, sondern mit elektromagnetischen Relais arbeiteten. Sie setzten sich aus einem Rechenwerk und einem Kartenleser/Kartenlocher zusammen. Die Aufgabe des Geräts bestand darin, mehrere Werte aus der Karte abzugreifen, sie in einem kleinen Programm zu verarbeiten und die Ergebniswerte wieder auf dieselbe Karte zu lochen. Die Geschäfte mit der Schweizer Remington Rand wurden über eine im gleichen Haus in Zürich ansässige Zwischenfirma (Mithra, daher die Bezeichnung M9 statt Z9) abgewickelt. Denn Zuse musste seine eigenen Patente umgehen, weil er sie zeitweise an die Frankfurter Remington-Niederlassung (Powers) übertragen hatte.

Zuse hielt in seinen Lebenserinnerungen fest: „Etwa dreissig Geräte konnten wir in die Schweiz liefern; mit den Erträgen war der Aufbau unserer Firma so gut wie gesichert. Es ist deshalb nur billig des Mannes zu gedenken, der daran den grössten Anteil hatte: des leider früh verstorbenen Oskar Weder. Oskar Weder war Angehöriger der Schweizer Remington-Rand und der eigentliche Initiator unserer Zusammenarbeit. Er hat sich seinen Vorgesetzten gegenüber stark exponieren müssen, um die Vergabe eines so umfangreichen Auftrages an eine



Abb. 8 Rechenlocher M9 für die Schweizer Remington Rand (Lochkarteneinheit), © Museum für Kommunikation, Bern

kleine, kapitallose deutsche Firma zu rechtfertigen.“ Die Firma Alois Zettler hatte für die Rechenlocher besonders haltbare Relais entwickelt. Dank eines zusätzlichen Abstandstifts aus Nylon liess sich die mechanische Abnutzung weitgehend vermeiden.

Die Schweizer Remington Rand AG richtete die programmgesteuerte Rechenmaschine M9 in den 1950er-Jahren bei zahlreichen Unternehmen (z. B. Aluminium, Chippis; Charmilles, Genf; Conservenfabrik, St. Gallen-Winkeln; Elektrizitätswerk der Stadt Zürich; Maschinenfabrik Rieter, Winterthur; Remington Rand, Zürich (Abb. 8); Spinnerei & Weberei, Dietfurt; Swissair, Zürich; Trüb, Täuber, Hombrechtikon; Von Roll, Klus) ein. Sie wurde auch von der Stadtverwaltung Winterthur und vom Eidgenössischen Institut für Reaktorforschung (heute Paul Scherrer Institut, Villigen) genutzt. Die Relaismaschine wurde über eine auswechselbare Schalttafel gesteuert, auf der der jeweilige Operationsablauf verdrahtet war. Sie konnte alle vier Grundrechenarten ausführen. Laut Wilhelm Füssl vom Deutschen



Museum in München, das Zuses Nachlass verwaltet, sind für den Rechenlocher, den Zuse für die Firma Remington Rand anfertigte, alle Unterlagen bis auf wenige Reste verschollen. Der Verfasser ist daher Max Forrer, Ernst Inauen, Josef Steinmann und Fred Winteler (Nutzer bzw. ehemalige Wartungstechniker der M9 bei der Schweizer Remington Rand) für die Zustellung von Originaldokumenten zu grossem Dank verpflichtet.

Das Museum für Kommunikation in Bern konnte im Juni 2010 aus der Sammlung des Winterthurer Technoramas, die aufgelöst wurde, einen Remington-Rechenlocher M9 mit Kartenstation übernehmen. Die Geräte stammen ursprünglich aus der Stadtverwaltung Winterthur. Die M9 wurde vermutlich 1953 gebaut.

Hinweis: Das Museum für Kommunikation in Bern besitzt eine Sammlung von Bau- und Konstruk-

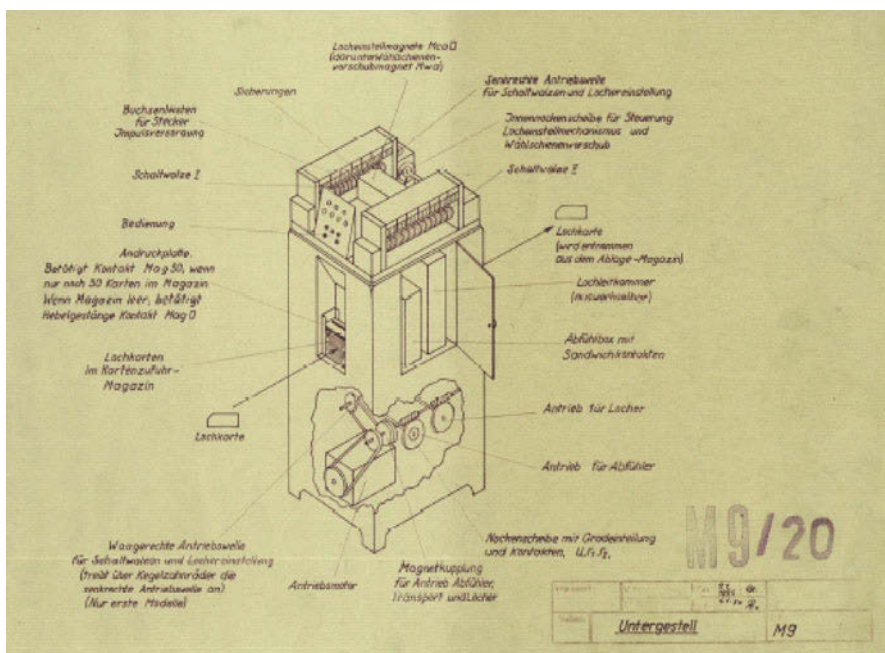


Abb. 9 Untergestell der M9

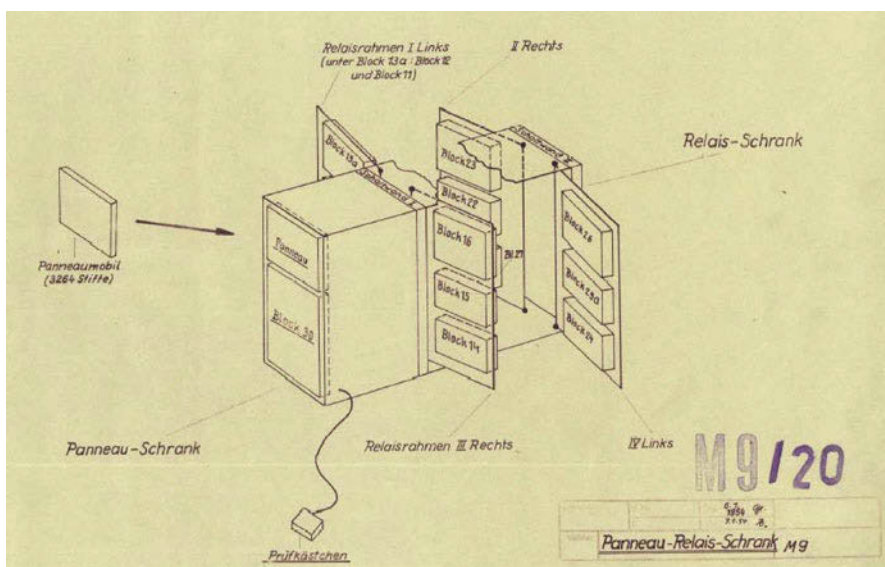


Abb. 10 Panneau-Relais-Schrank der M9

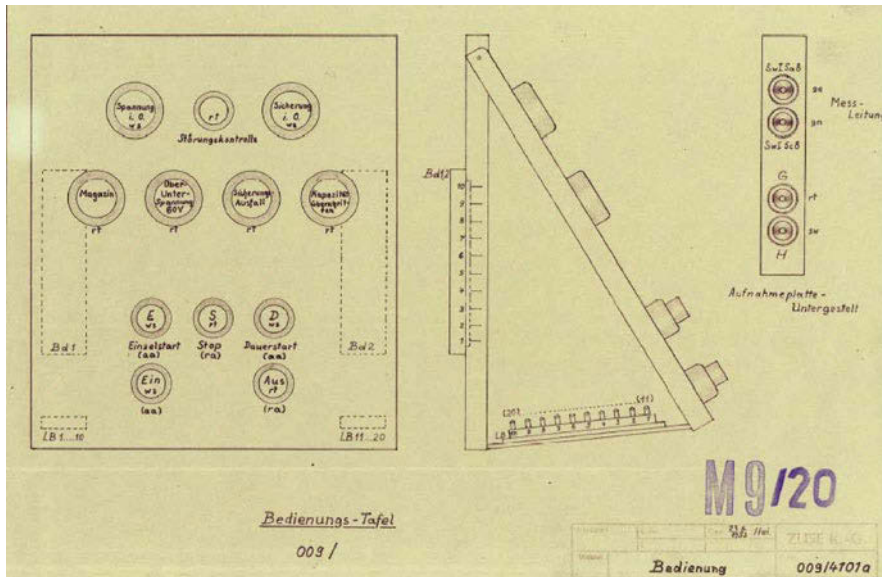


Abb. 11 Bedienungstafel der M9

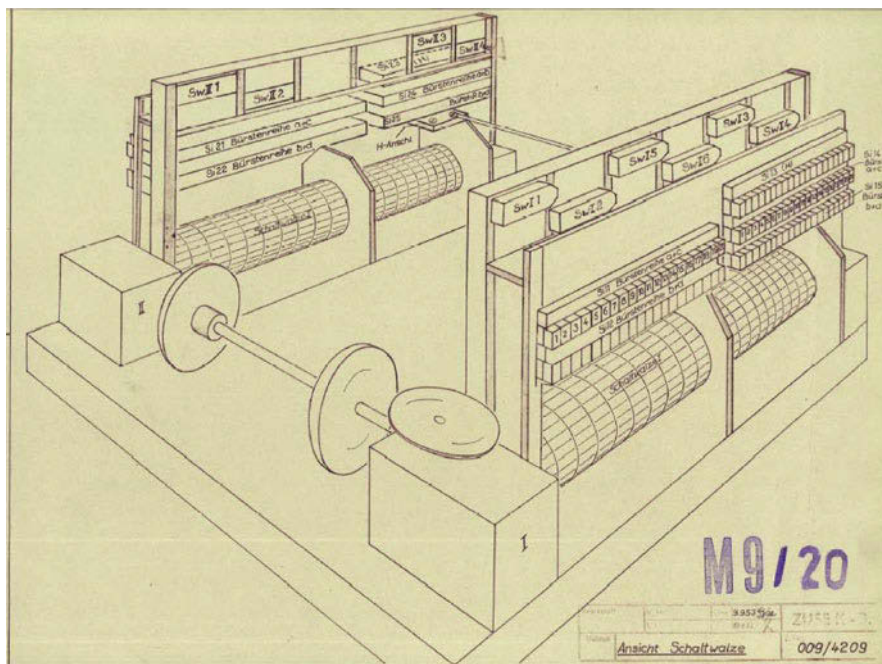


Abb. 12 Schaltwalze I der M9

tionsunterlagen zur M9. Die Urkunden stammen aus den Jahren 1953 und 1954.

Das Museum für Kommunikation in Bern ist unseres Wissens weltweit das einzige Museum, das einen Rechenlocher M9/Z9 der Zuse KG besitzt.

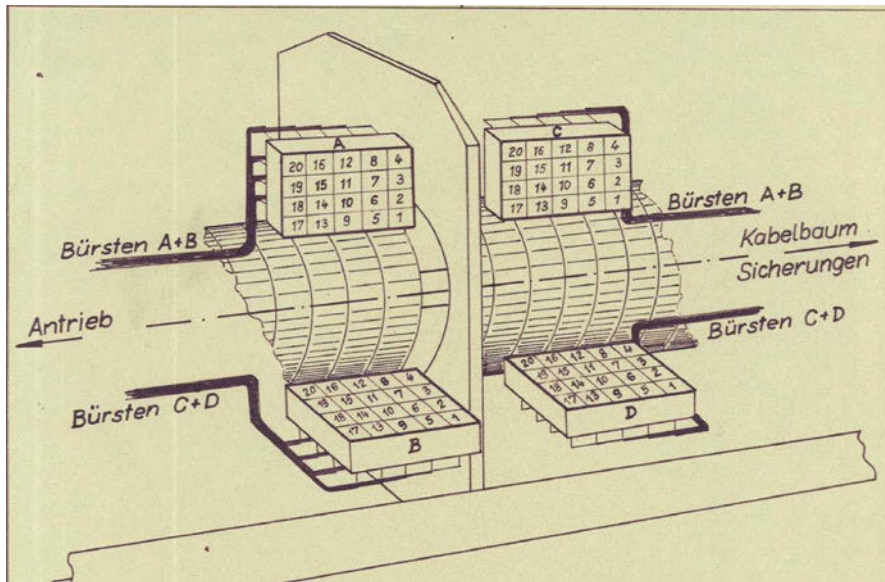
### Unterlagen zur M9

Quelle: Sammlung, Museum für Kommunikation, Bern

Untergestell der M9 (Abb. 9), Panneau-Relais-Schrank der M9 (Abb. 10), Bedienungstafel der M9 (Abb. 11), Schaltwalze I der M9 (Abb. 12) und Schaltwalze II der M9 (Abb. 13).

### Wo stehen wir heute?

In der Schweiz gab es auch später bahnbrechende Entwicklungen von Rechnern, so die Arbeitsplatzrechner Lilith und Ceres von Niklaus Wirth



**Abb. 13 Schaltwalze II der M9**

(ETH Zürich) sowie Smaky und Scrib von Jean-Daniel Nicoud (ETH Lausanne), ferner die Maus von Jean-Daniel Nicoud und André Guignard. Niklaus Wirth, der bisher einzige deutschsprachige Träger des Turingpreises („Nobelpreis“ für Informatik), erfand wegweisende Programmiersprachen wie Algol-W, Pascal, Modula und Oberon. Unser Land hatte also gute Voraussetzungen für ein eigenes „Silicon Valley“. Doch daraus wurde bekanntlich nichts. Denn es gelang leider nicht, die in der Schweiz gebauten Geräte erfolgreich zu vermarkten. Die einzige bedeutende Herstellerin von Zubehör ist die im Raum Lausanne ansässige Logitech. Trotzdem haben nach IBM in den vergangenen Jahren weitere namhafte Unternehmen wie Cisco, Disney, Google, Microsoft und Nokia Forschungsstätten in der Schweiz errichtet, und das World Wide Web wurde am Europäischen Laboratorium für Elementarteilchenphysik (Cern) in Genf erfunden.

### Meilensteine aus den Anfängen der Informatik an der ETH Zürich

- 1948 Gründung des Instituts für angewandte Mathematik (Eduard Stiefel),
- 1950 Inbetriebnahme des ersten programmierbaren Rechners an einer Universität des europäischen Festlandes (Z4 von Konrad Zuse),
- 1951 Erfindung des Compilers: Habilitationsschrift von Heinz Rutishauser: Über automatische

Rechenplanfertigung bei programmgesteuerten Rechenmaschinen,

- 1952 erste Vorlesung zum programmgesteuerten Rechnen (Heinz Rutishauser, Ambros Speiser),
- 1956 Inbetriebnahme des ersten in der Schweiz gebauten programmierbaren Rechners, der ERMETH (Eduard Stiefel, Heinz Rutishauser, Ambros Speiser),
- 1958/60 Programmiersprache Algol (Heinz Rutishauser, einer der Väter dieser Sprache),
- 1970 Programmiersprache Pascal (Niklaus Wirth),
- 1978 Arbeitsplatzrechner Lilith mit Fenstertechnik, Maus und hochauflösendem Bildschirm (Niklaus Wirth) und
- 1986 Ceres/Oberon (Niklaus Wirth, Jürg Gutknecht).

### Hinweis

Die hier im Informatik-Spektrum abgedruckte Version ist eine gekürzte Fassung der Festschrift anlässlich des 100. Geburtstages von Konrad Zuse im Jahr 2010. Insbesondere das umfangreiche Literatur- und Quellenverzeichnis wurde aus Platzgründen nicht abgedruckt. Ebenso nicht enthalten ist die Befragung von Zeitzeugen. Das Werk ist erschienen unter: Herbert Bruderer: Konrad Zuse und die ETH Zürich. Zum 100. Geburtstag des Informatikpioniers Konrad Zuse (22. Juni 2010). Festschrift. ETH Zürich, Departement Informatik, Zürich, Dezember, 2. Auflage 2011, 40 Seiten [1]. In Kürze erscheint eine umfassende Darstellung zur Z4, M9

und ERMETH in Buchform [2] (nähere Auskünfte: bruderer@inf.ethz.ch).

## Literatur

1. Bruderer H (2010) Konrad Zuse und die ETH Zürich. Zum 100. Geburtstag des Informatikpioniers Konrad Zuse (22. Juni 2010). Festschrift, 2. Aufl. ETH Zürich, Departement Informatik, Zürich
2. Bruderer H (2012) Konrad Zuse und die Schweiz. Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, München
3. Petzold H (1985) Rechnende Maschinen. Eine historische Untersuchung ihrer Herstellung und Anwendung vom Kaiserreich bis zur Bundesrepublik. VDI, Düsseldorf
4. Rojas R (Hrsg) (1998) Die Rechenmaschinen von Konrad Zuse. Springer, Berlin
5. Zuse K (2010) Der Computer – Mein Lebenswerk, 5. unveränderte Aufl. Springer, Berlin