

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 99 (1981)  
**Heft:** 27-28

**Artikel:** Konrad Zuse und die Frühzeit des "wissenschaftlichen" Rechnens an der ETH: zu einer Ausstellung in der ETH  
**Autor:** Zwahlen, Robert  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-74525>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 06.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Konrad Zuse und die Frühzeit des «wissenschaftlichen» Rechnens an der ETH

Zu einer Ausstellung in der ETH

Im Kuppelraum des Hauptgebäudes der Eidgenössischen Technischen Hochschule findet vom 17. Juni bis 15. Juli 1981 eine Ausstellung über die *Rechenmaschine Z4* von Ing. Konrad Zuse statt. Die Ausstellung ist vom Dienstag bis Freitag von 13-19 Uhr und am Samstag von 10-16 Uhr geöffnet; der Eintritt ist frei.

Zur Eröffnung der Ausstellung hielten Konrad Zuse und Prof. A. Speiser kurze Vorträge, die sich mit der Frühgeschichte des wissenschaftlichen Rechnens befassten. Auf Initiative des 1978 verstorbenen Professors E. Stiefel wurde die Maschine 1950-1955 für das neugegründete *Institut für angewandte Mathematik* der ETH gemietet und zur Lösung zahlreicher numerischer Aufgaben verwendet. Dabei konnten viele wertvolle Erfahrungen gesammelt werden, die später für den Eigenbau des Rechengertes ERMETH (Elektronische Rechenmaschine der ETH) nützlich waren.

Die Entwicklung der Rechenmaschine Z4 reicht bis in die Jahre 1933-1934 zurück. Als *Bauingenieur* hatte Konrad Zuse viele numerische Aufgaben wie das Auflösen linearer Gleichungssysteme mit vielen Unbekannten und die Tabellierung von Funktionen durchzuführen. Dabei ergab sich von selbst die Frage, ob man diese eintönigen und geisttötenden Aufgaben nicht rationeller erledigen könnte. Die Arbeiten von *Babbage* waren damals in Deutschland unbekannt. Konrad Zuse betrat also mit der *Idee des automatischen Rechnens* noch Neuland und konnte von Fachkenntnissen unbeschwert ans Werk gehen. Er diplomierte 1935 als Bauingenieur der *Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg*.

Damals standen als *Rechenhilfsmittel* nur der *Rechenschieber* und *mechanische Rechenmaschinen* zum Addieren, Subtrahieren, Multiplizieren und Dividieren zur Verfügung. Anstelle des bei diesen Hilfsmitteln üblichen *Dezimalsystems* empfahl es sich, nach Ansicht von Konrad Zuse, das *binäre Zahlensystem*, auf das schon *Leibniz* (1646-1716) aufmerksam gemacht hatte, zu verwenden. Dieses Zahlensystem kommt mit den Ziffern 0 und 1 aus. Damit waren für die zur Verwendung gelangenden Bauelemente nur zwei Zustände erforderlich. Es war unerlässlich, die neu zu bauende Maschine so zu konstruieren, dass sie mit Zahlen ganz verschiedener Grössenordnungen rechnen konnte. Schon deshalb musste die Maschine in der Lage sein, nacheinander mehrere Programmschritte selbständig durchzuführen. Ferner benötigte man einen *Zahlenspeicher genügender Kapazität*, um solche Zahlen aufzubewahren, die man im Programm später wieder benötigte. Mit diesen Forderungen war in groben Zügen die Aufgabestellung umschrieben.

Anfänglich versuchte Konrad Zuse mit mechanischen Mitteln, wie Hebel und dergleichen, auszukommen. Da lernte er 1937 einen Mann namens *Schreier* kennen, der zu ihm sagte: «Das musst Du mit Röhren machen». Man kam dann auf das schon damals weit entwickelte *Telephonrelais*. Einfache Überlegungen zeigten, dass schon für einen bescheidenen Speicher viele tausend solcher Relais notwendig gewesen wären, so dass die Frage der Finanzierung besonderes Gewicht erhielt. Dazu kam noch das psychologische Moment, dass ihm wohl kein Mensch eine solche Rechenmaschine abkaufen würde.

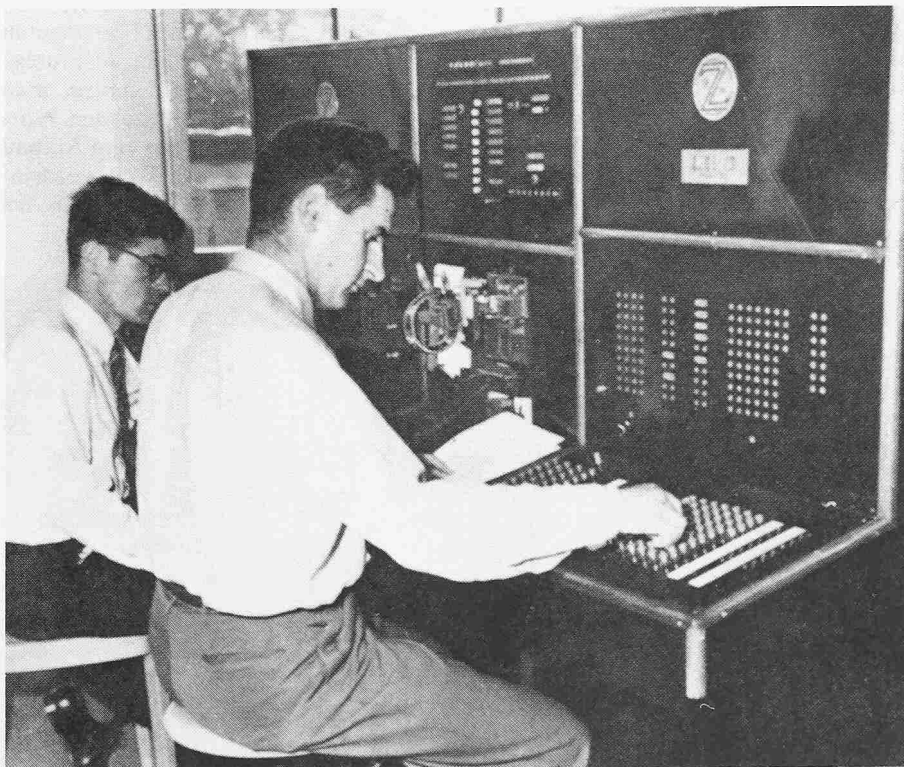
Eine Rechenmaschine war damals etwas, das man auf den Tisch stellen konnte, und damit rechnete.

Der Versuch, eine rein mechanische Einrichtung zu schaffen, ging beim Speicherwerk noch an, das Rechenwerk wurde jedoch viel zu kompliziert. So kam Konrad Zuse zur Einsicht, dass er Relais verwenden musste. Es entstand ein kleines Versuchsgerät, das man ursprünglich V2 nannte. (Auch das Gerät Z4 wurde ursprünglich V4 genannt, was zur Folge hatte, dass man während des Krieges erzählte, in Berlin sei noch eine V4 versteckt. Man hielt es später für klüger, nicht von der V4 (den Raketen, welche die Nazis am Ende des 2. Weltkrieges nach England schossen), sondern von der Z4 zu sprechen.

Das erste, rein mechanische Gerät hat nie richtig gearbeitet. Erst das Gerät Z3 war ganz auf Relaisstechnik aufgebaut. Es war 1941 fertig und verwendete *Lochstreifen* für das Programm, *binäres Zahlensystem* und *Gleitkomma*. Es wurde jedoch mehr als Demonstrationsobjekt denn für Routinerechnungen verwendet. Das Gerät Z3 wurde im Krieg zerstört; eine Rekonstruktion erfolgte aufgrund der Zeichnungen. Heute steht der Nachbau im Deutschen Museum in München. Das Gerät Z3 trug bereits alle wichtigen Merkmale des Gerätes Z4 [1].

Bei der Arbeit mit der Z4 stellte sich heraus, dass das *Wurzelziehen* ebenso einfach zu bewerkstelligen war wie die Division. Den Ingenieuren war es nur angenehm, das Wurzelziehen als «5. Grundoperation» hinzunehmen. So entstand der Wunsch, möglichst noch kompliziertere Operationen oder womöglich alles mit Relais zu machen. Die Wissenschaft der *Schaltalgebra* war noch nicht bekannt. Sie wurde durch den Bau des Computers aktuell. Sie ermöglichte, nicht nur das Rechenwerk mit Relais aufzubauen, sondern auch sämtliche Steueroperationen. Man entwickelte einen entsprechenden «Bedingungskalkül», den Konrad Zuse einem seiner ehemaligen Mathematiklehrer mitteilte. Dieser musste ihm jedoch erklären, was er da entwickelt hätte, wäre der gute alte *Aussagenkalkül*, der mit Konjunktion, Disjunktion und Negation arbeitet. Nach der ersten Enttäuschung wurde ihm klar, dass das ja gerade ein günstiger Umstand für ihn war, der ihm gestattete, die Schaltungen eines Rechengertes «1:1» in Formeln darzustellen.

Neu und überraschend an der Sache war hingegen, dass der Aussagenkalkül, der dem Ingenieur bisher unbekannt war, im Mittelpunkt der praktischen Anwendungen stand. Für Konrad Zuse hiess das: Studium der entsprechenden Bücher von *Hilbert-Ackermann* und der *Boole'schen Algebra*. Schon 1937 war man zur Einsicht gelangt, dass die Grenze zwischen Rechnen und Denken nicht mehr klar gezogen werden konnte. Es ist nur eine Frage der Definition, wie weit man das Rechnen als Rechnen gelten lassen will oder schon zum Denken zählt. Um fruchtlosen Diskussionen aus dem Wege zu gehen, führte Zuse den Begriff der «*schematischen Denkoperationen*» ein. Heute verwendet man dafür allgemein den Ausdruck *Algorithmus*. Er wusste, die Anfänge für künstliche Intelligenz waren gemacht. Es würde nur noch eine Frage der Zeit sein, bis ein Computer einen Schachweltmeister besiegen würde. Die ganze Logik wurde in das Rechenwerk hinein verlegt.



A. Speiser (links) und H. Rutishauser an der Z4

Für Konrad Zuse war es ein grosses Erlebnis, als ihn Prof. Eduard Stiefel in seinem Dorf aufsuchte und ihn bat, eine kleine Aufgabe mit dem Gerät zu lösen. Damit begann eine sehr schöne Zusammenarbeit. Eduard Stiefel veranlasste, dass die Z4 nach Zürich gebracht wurde. Beim Zusammenbau konnten Ideen von *Ambros Speiser* und dem verstorbenen *Heinz Rutishauser* verwertet werden. Für Konrad Zuse ergab sich damit die Gelegenheit, sein Gerät anderen Interessenten vorzuführen. Der damit bedingte Aufenthalt in Zürich brachte die Entwicklung des Computers einen entscheidenden Schritt vorwärts.

Die Z4 – so führte in einem zweiten Vortrag Prof. *Ambros Speiser* aus – war mit 2200 Relais bestückt. Sie hatte einen Speicher für 64 Worte, arbeitete im *Dualsystem* mit *Gleitkomma* und verfügte bereits über eine gute *«Maschinensprache»*. Das Programm wurde mittels zweier Lochstreifen eingegeben. Für eine Addition benötigte die Z4 0,5 s, für eine Multiplikation 3 s, für Division und Wurzelziehen je 6 s. Der Zugriff zum Speicher erforderte 0,5 s. Man kam damit auf rund 1000 Operationen in der Stunde, entsprechend einem Rechnungsbüro mit 40 Angestellten. Für die Eingabe von Zahlen und Befehlen waren zwei getrennte Tastaturen vorhanden. Das gestattete, von Hand Befehle zu erteilen, ohne ein Programm erstellen zu müssen. Am Klappern der Relais hörte man, ob die Maschine arbeitete oder stillstand. Man rechnete mit einem Rappen je Operation und zehn Franken je Stunde. Aufgaben von mehr als 100 Operationen fielen ausser Betracht. Man

konnte – infolge ihrer relativ hohen Zuverlässigkeit – die Maschine über Nacht laufen lassen. Zuse fand, das Klappern der Relais sei damals das einzig Interessante an Zürichs Nachtleben gewesen... Während der Mietdauer in Zürich führte die Maschine rund 15 Mio. Operationen aus. Ein moderner Computer würde dafür rund 5 s benötigen.

Wenige Wochen nach ihrer Installation an der ETH ging die Z4 in Betrieb. Eines der ersten wissenschaftlichen Ergebnisse war Stiefels *Methode der konjugierten Gradienten*. Es begann eine überaus fruchtbare Zeit. Die Z4 bewirkte, dass sich der Eigenbau eines Computers an der ETH, die ERMETH, um etwa zwei Jahre verzögerte. Dieser Umstand ermöglichte, dass für die ERMETH Halbleiter-Dioden verwendet werden konnten. Die ERMETH führte zu vielen grundlegend wichtigen Neuerungen und Patenten. Sie verwirklichte Konrad Zuses Idee von der Verwendung der Elektronik für den Computerbau. In der Zeit nach 1955 erarbeitete *Heinz Rutishauser* seinen Q.D. – Algorithmus und schuf die Programmiersprache ALGOL. Bisher kaum beachtete Gebiete der Mathematik rückten auf einmal ins Rampenlicht.

Abgesehen von *Runge* bemühten sich früher nicht eben viele Wissenschaftler um *numerische* Probleme. Nunmehr erlangte diese Teilwissenschaft grosse Bedeutung. «Tatsächlich hat sich das Gesicht der angewandten Mathematik völlig verändert» [2]. Es entstanden die *Computerwissenschaften*: «Die Computerwissenschaft teilt mit der Mathematik das Bestreben, eine vereinheitlichende, weit

herum anwendbare Theorie zu entwickeln, und sie ist vielleicht einer noch verbreiteteren Anwendung sicher als die der statistischen Mathematik» [3]. Die Hauptaufgabe des numerischen Mathematikers ist die Herstellung von zuverlässigerer Software (Computer-Programmen). Der Numeriker erfüllt damit eine Art Dienstleistung, denn er schafft dem Ingenieur ein Werkzeug, mit dem dieser seine Probleme analysieren und lösen kann. Der Numeriker ist ein Bindeglied zwischen Ingenieur, Mathematiker und Computer [4].

#### Literatur

- [1] *Czuderna, K.-H.*: «Konrad Zuse, der Weg zu seinem Computer Z3». Ber. Ges. f. Mathematik und Datenverarbeitung, Nr. 120, 1979. Oldenbourg-Verlag, München-Wien.
- [2] *Henrici, P.*: «Angewandte Mathematik heute». NZZ, Nr. 131, 1981. Beilage«Forschung und Technik».
- [3] *Wirth, N.*: «Computerwissenschaften». Institut für Informatik, Eidg. Technische Hochschule Zürich. Sonderdruck aus «Neue Zürcher Zeitung», Beilage «Forschung und Technik», Nr. 10, 26 und 42, 1969.
- [4] *Gander, W.*: «Numerische Mathematik – Mutter der Informatik». NZZ, Nr. 16, 1981. Beilage«Forschung und Technik».

Robert Zwahlen, Zürich

## Jahresrückblick 1980 der schweizerischen Maschinen- und Metallindustrie

Das Jahr 1980 stand für die schweizerische Maschinen- und Metallindustrie ganz allgemein unter *positiven Vorzeichen*. Gegenüber dem Vorjahr hat sich das Bild weiter aufgehellt und der *Geschäftsgang weitgehend normalisiert*. Nach einer langen Zeit harter Bewährungsproben, die 1974 mit der weltweiten Rezession eingeleitet worden waren und 1977/1978 in der Krise des Schweizer Frankens gegipfelt hatten, verfügte dieser stark exportorientierte Industriezweig nicht zuletzt dank der Stabilisierung der Währungslage wieder über eine *solide Ausgangsbasis*.

### Besserer Bestellungseingang und Umsatz

Wie im soeben veröffentlichten Jahresrückblick des *Vereins Schweizerischer Maschinen-Industrieller (VSM)* ausgeführt wird, nahm der *Bestellungseingang insgesamt deutlich* zu. Mit 15,2 Mia Franken war er gemäss den Erhebungen bei den 200 Meldefirmen des VSM um 1198 Mio Franken oder *8,6% höher als 1979*. Da diese Werte nicht preisbereinigt sind, bewegt sich die reale Zunahme jedoch in einem verhältnismässig bescheidenen Rahmen. Überdies war er immer noch um

1,8% niedriger als 1974. Der *Auslandanteil am gesamten Bestellsolumen*, der 1979 mit 62,5% ausgewiesen worden war, erhöhte sich auf 64,7% und war damit leicht höher als 1978 (63,7%), ohne jedoch den 1977 mit 68,4% ausgewiesenen Höchststand zu erreichen.

Gegenüber dem Vorjahr konnte auch der *Umsatz kräftig gesteigert* werden. Aufgrund der Erhebungen des VSM resultierte eine *Zunahme um 11,5%*. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass auch diese Werte *nicht preisbereinigt* sind, so dass die Ergebnisse für 1980 nach der 1978/79 verzeichneten Stagnation der Umsätze entsprechend relativiert werden müssen.

### Rekordwerte im Export

Auch die Exporte der schweizerischen Maschinen- und Metallindustrie, die 1978/79 noch stagniert bzw. gewichtsmässig weit stärker zugenommen hatten als wertmässig, entwickelten sich 1980 insgesamt recht erfreulich. Mit 22,1 Mia Franken, was gegenüber dem Vorjahr einer *Ausweitung um 2,4 Mia Franken oder 12,3%* entspricht, erreich-

ten sie einen neuen Höchstwert. Gleichzeitig ergab sich auch in der gewichtsmässigen Entwicklung ein markanter Umschwung. Trotz der überdurchschnittlichen Wertsteigerung war in bezug auf die Tonnage ein leichter Rückgang um 0,5% zu verzeichnen.

Die früher zum Teil ausgeprägten Unterschiede in der wert- und gewichtsmässigen Entwicklung, die für eine entsprechend prekäre Ertragslage symptomatisch waren, konnten damit nicht nur aufgefangen, sondern sogar fast ausnahmslos ins Gegenteil verkehrt werden.

Wie im VSM-Jahresrückblick festgestellt wird, ergaben sich in bezug auf die Exporte nach Branchen keine ausgeprägten Verschiebungen. Unter den zehn grössten Exportbereichen figuriert die *Textilmaschinenindustrie* mit einem Anteil von 10,2% gegenüber 8,8% im Jahre 1979 mit Abstand an erster Stelle, gefolgt von den *Werkzeugmaschinen*, deren Anteil von 6,7% im Vorjahr auf 6,6% 1980 zurückgegangen ist. Obwohl der Export sowohl von Textil- als auch von Werkzeugmaschinen mit 29,5% bzw. 10,8% stark zugenommen hat, konnten die seit 1975 erlittenen Rückschläge noch nicht kompensiert werden; damals hatte ihr Anteil noch 13,6% bzw. 7,1% betragen.