

# Rechenanlage Zuse Z3

## Der erste Computer der Welt

Horst Zuse

April 2016

[www.zuse.de](http://www.zuse.de) / [horst.zuse@t-online.de](mailto:horst.zuse@t-online.de)

### **Jahrestag-Z3**

Am 12. Mai 2016 jährt sich zum 75sten Mal der Tag der Vorführung der Rechenanlage Zuse Z3 in der Methfesselstr. 7 in Berlin Kreuzberg durch Konrad Zuse. Die Zuse Z3 gilt heute als der erste funktionsfähige Computer der Welt.

### **Zuse-Z3: kompakt erklärt**

Die Maschine Z3 ist eine frei programmierbare Rechenmaschine. Das Rechenwerk führt die vier Grundrechenarten Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division, sowie die Quadratwurzelberechnung auf Gleitkommazahlen durch. Der Speicher umfasst 64 Worte zu je 22 Bit. Eine Steuereinheit kontrolliert gemäß einem Programm sämtliche Abläufe in der Z3. Die Befehle eines Programms können auch im Einzelschrittmodus eingegeben werden. Der Rechner ist in Digitaltechnik aufgebaut, d. h. die Schaltungen sind gemäß den Regeln der Schaltalgebra aufgebaut. Über die Ein-/Ausgabe-Konsole werden die Daten als dezimale Gleitkommazahlen ein- bzw. ausgegeben.

### **Erläuterung von Begriffen**

#### **Computer**

Ein Computer besteht aus einem Leit-/Steuerwerk, einem Rechenwerk, einem Ein-/Ausgabewerk sowie der Verbindungsstruktur. Die wichtigste Eigenschaft eines Computers ist die Programmierbarkeit. Der Aufbau der Z3 entspricht dem eines modernen PCs.

#### **Binär-Bit**

Die Zahlen, die die Z3 verarbeitet, sind im Dualsystem kodiert, d. h. für die Darstellung von Zahlen stehen nur zwei Ziffern, 0 und 1 zur Verfügung (Zahlensystem zur Basis 2, binär). Die Zahl 12 im Dezimalsystem (Basis 10) lautet 1100 im Dualsystem. Einzelne Binärziffern (0/1) werden als Bit bezeichnet (abgeleitet von *binary digit*). Konrad Zuse sagte Ja-Nein Werte, denn das Wort Bit gab es noch nicht.

#### **Gleitkommazahlensystem-Mantisse-Exponent**

Die Darstellung von Zahlen im Gleitkommaformat entspricht einer halblogarithmischen Form, z.B.  $5,7 * 10^3$  im Dezimalsystem (Basis 10) für die Zahl 5700. Eine Zahl in Gleitkommaformat setzt sich aus Vorzeichen, Mantisse und Exponent zusammen. Bei dem genannten Beispiel ist das Vorzeichen +, die 5,7 ist die Mantisse, die 3 der Exponent und die 10 die Basis. Dies ist auch im Dualsystem möglich. Die Gleitkommadarstellung ermöglicht das Rechnen mit sehr großen und kleinen Zahlen. Diese Darstellung gibt der Z3 einen großen Zahlenraum:  $10^{20}$  bis  $10^{-20}$ . Die Genauigkeit betrug vier Dezimalstellen, später bei der Z4 schon sechs Stellen.

#### **Arithmetische-Operationen-Rechenwerke**

Die Z3 führt die arithmetischen Grundoperationen +, -, \*, / und die Berechnung der Quadratwurzel auf Gleitkommazahlen in binärer Darstellung aus. Dazu hat die Z3 zwei Teilrechenwerke für ganze Zahlen (Mantisse und Exponent). Die beiden Rechenwerke korrespondieren.

#### **Binärer-Speicher**

Die Daten werden in binärer Form als Worte im Speicher abgelegt. Ein Wort bezeichnet die Zugriffseinheit.

#### **Frei-Programmierbar**

Die gesamte Maschine kann durch eine sinnvolle Folge von Befehlen auf einem Lochstreifen gesteuert werden, bei der Z3 sind dies die Befehle für vier Grundrechenarten, die Quadratwurzelberechnung, zwei Speicherbefehle (lesen und schreiben) und die Eingabe- und Ausgabebefehle.

#### **Steuerwerk-Arithmetische-Ausnahmebehandlung**

Das Steuerwerk kontrolliert alle Abläufe im Rechner Z3. Beispielsweise löst der Multiplikationsbefehl in der Z3 die wiederholte Ausführung einer Addition aus (ähnlich Rechnung mit Papier und Bleistift). Dazu gehört auch die arithmetische Ausnahmebehandlung, z.B. stoppt die Z3 bei der Division durch 0 oder wenn eine dargestellte Zahl zu groß wird.

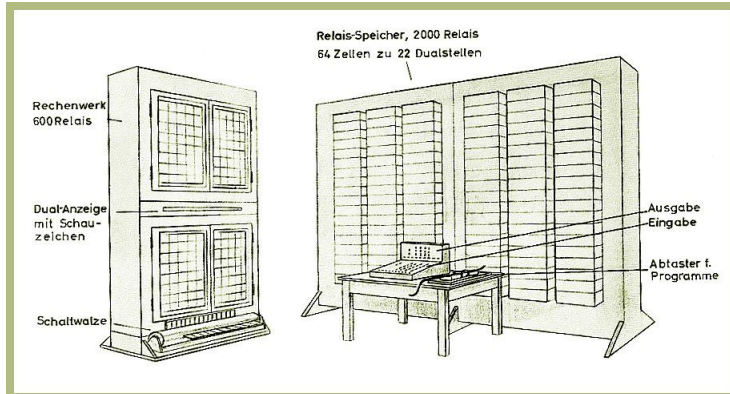
#### **Ein- und Ausgabe**

Die Ein- und Ausgabe der Daten erfolgt über eine Konsole. Die Daten werden als Dezimalzahlen eingegeben und intern in ihre Binärform umgewandelt. Bei der Ausgabe werden wieder in die entsprechende Dezimalform umgewandelt und dann ausgegeben.

## Digitalrechner

Der Rechner ist aus digitalen Schaltungen aufgebaut. Das Grundelement kann zwei Zustände annehmen (z.B. links/rechts wie bei einer Bahnweiche, Strom an/aus wie bei einem Relais oder Lichtschalter). Mit den Grundelementen werden logische Funktionen durch Verknüpfung mit den logischen Grundoperationen (UND, ODER, NEGATION) realisiert.

## Zuse Z3-Zeichnung

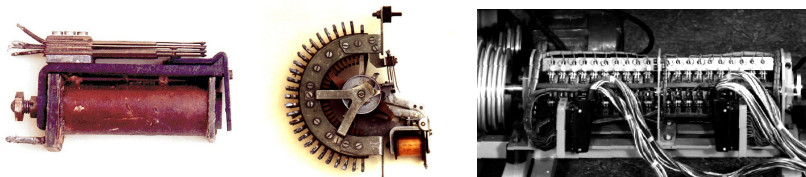


## Konrad Zuse (~ 1950)



Die Z3, das Datum dieser Zeichnung ist nicht genau bekannt, ca. 1961. Die drei Schränke sind ca. 2,20m hoch und je 1,20m breit. Sie bestand aus ca. 2600 Relais und 9 Schrittschaltern dazu die Ein- und Ausgabe im Dezimalsystem und die Programmsteuerung. Die Dualanzeige mit Schauzeichen zeigt die eingegebenen Zahlen binär an.

## Relais-Schrittschalter-Taktgeber



Links ein Relais von 1941, Mitte ein Schrittschalter, rechts der Taktgeber für eine Taktfrequenz von fünf Hertz. Ein moderner PC hat eine Taktfrequenz von 3.000.000.000 Hertz (drei Milliarden, drei Gigahertz).

## Konrad Zuse-Zuse-Computerproduktion

Konrad Zuse (22.6.1910-18.12.1995) wird heutzutage fast einhellig als der Konstrukteur des ersten funktionsfähigen programmgesteuerten Computers mit binären Gleitkommazahlen anerkannt. Konrad Zuse baute damit den Prototypen des heutigen modernen Computers und leitete damit unbemerkt von der Öffentlichkeit das Zeitalter des Computers ein. Dies ist nun 75 Jahre her. Basierend auf dieser Idee wurden mit der Zuse-Apparatebau Berlin (1941-45), dem Zuse-Ingenieurbüro Hopferau (1946-49) und der Zuse KG in Neukirchen und Bad Hersfeld (1949-71) über 800 Computer gefertigt, womit Konrad Zuse die Computerlandschaft in Deutschland, aber auch in den angrenzenden Ländern nachhaltig prägte.

## Historie-Zuse-Forum, 1962-Zeitschrift der Zuse KG (Dipl.-Phys. W. Goldbach)

*In der Zeit, als die Anlage Z3 entwickelt und gebaut wurde, waren automatische Rechenanlagen noch kein Tagesgespräch. Die damaligen Zeitverhältnisse brachten es mit sich, dass keine Schlagzeilen in den Zeitungen und Zeitschriften erschienen, die diese Ereignis würdigten. Erst nach Kriegsende erfuhr der staunende europäische Durchschnittsbürger von sagenhaften Maschinen, die in Amerika gebaut worden. Man erfuhr, daß diese riesigen Maschinen Rechenoperationen in Bruchteilen von Sekunden ausführen können und für schwierigste Rechenprobleme nicht mehr Lösungszeit benötigen als ein Schüler für eine einfache Addition oder Subtraktion. Es entstand damit überall in der Welt der Eindruck, daß allein in Amerika die theoretischen Erkenntnisse gewonnen, die technischen Grundlagen erarbeitet und die gesamte Entwicklung durchgeführt wurde. Und doch ist es ein Deutscher, nämlich Konrad Zuse, der für sich das Recht beanspruchen kann, die erste programmgesteuerte Rechenanlage der Welt gebaut zu haben.*

## Professor F.L. Bauer

Professor F.L. Bauer, emeritierter Professor der TU-München, schreibt über Konrad Zuse 1998: *Schöpfer der ersten vollautomatischen, programmgesteuerten und frei programmierbaren, in binärer Gleitpunktrechnung arbeitenden Rechenanlage. Sie (die Rechenanlage Z3) war 1941 betriebsfähig. So oder so ähnlich wird man einmal schreiben müssen, wenn Konrad Zuses Büste in der Walhalla neben denen von Gregor Mendels und Wilhelm Conrad Roentgens - um nur zwei zu nennen, denen zuletzt diese Ehre zuteil wurde - aufgestellt wird.*