

Von der Eisenbahn zum Computer

Konrad Zuse – Der Weg eines Genies

Konrad Zuse ist der Erfinder des ersten funktionsfähigen Computers der Welt. Sein Sohn Prof. Dr. Horst Zuse gibt Einblicke in die Welt eines Genies.

Sehr geehrter Herr Prof. Zuse, es wird berichtet, dass Ihr Vater, Konrad Zuse, durch das Beobachten der Gleise von Eisenbahnen zum Bau seiner Rechner angeregt wurde. Was für eine Schlüsselidee ist Ihrem Vater damals gekommen, um den ersten Rechner der Welt zu bauen?

Horst Zuse: Mein Vater musste in seinem Studium viele Berechnungen nach immer gleichen Formeln durchführen, was ihm keine Freude bereitete. Er beschloss, dass dies ein Ende haben muss und suchte daher nach einem Weg, Berechnungen

zu automatisieren. Bei seinen Überlegungen ist ihm auch die Struktur und die Funktion von Eisenbahnanlagen aufgefallen. Insbesondere Weichen haben ihn angesprochen, da diese exakt zwei Stellungen einnehmen können. Er erkannte, dass es möglich wäre, auf der Grundlage dieses Prinzips einen Rechner zu bauen. Die später von ihm realisierte »Z1« war folglich ein Rechner, der rein aus mechanischen binär/digital schaltenden Bauteilen bestand.

Sehr überraschend ist, dass Ihr Vater diesen Rechner – die Z1 – im Wohnzimmer seiner Eltern aufbaute. Waren Ihre Großeltern besonders technikbegeisterte Menschen, die ihrem Sohn sehr weit unter die Arme griffen, um seinen Traum vom auto-

nom rechnenden Automaten zu verwirklichen?

Zuse: Nun, meine Großeltern hatten in ihrer Wohnung sehr viel Platz zur Verfügung, da diese rund 120 Quadratmeter groß war. Doch wurden nicht alle Räume intensiv genutzt. Das Leben spielte sich hauptsächlich in der 25 Quadratmeter großen Küche ab, da dies der einzige Raum war, der ständig beheizt wurde. Die anderen Räume wurden nur bei Bedarf geheizt, was für heutige Verhältnisse undenkbar ist. Von daher konnte mein Vater problemlos über das Wohnzimmer verfügen, das er natürlich in der kalten Jahreszeit beheizte. Na ja, in der Zeit von 2009 bis 2010 habe ich auch die neue »Z3r« in meinem Wohnzimmer gebaut und meine Frau hat es toleriert.

Ihr Vater erwähnte, dass sein Stabil-Baukasten in seiner Kindheit für ihn sehr wichtig war. Offensichtlich wurde hier die Grundlage für sein technisches Talent gelegt. Sollten Eltern daher ihren Kindern wieder mehr technisches Spielzeug schenken, um ihre Begabung zu fördern?

Zuse: Absolut! Technisches Spielzeug ist eine wichtige Voraussetzung, um kreative Kinder zu fördern. Mein Vater wuchs unter anderem in Hoyerswerda auf, wo es riesige Bagger im Tagebau zu bestaunen gab. Es hat ihm großen Spaß gemacht, diese mithilfe seines Metallbaukastens verkleinert und funktionsähnlich nachzubauen. Auf diese Weise konnte er sein Verständnis für technische und mechanische Zusammenhänge erweitern.

Der erste Rechner Konrad Zuses – die erwähnte Z1 – bestand komplett aus mechanischen Bauteilen. Es ist schwer vorstellbar, dass angesichts deren großen Menge von rund 30 000 Teilen, diese alleine von Ihrem Vater hergestellt wurden. War die Z1 ein Gemeinschaftsprojekt zahlreicher Helfer?

Zuse: Ja, denn alleine hätte er es nicht geschafft, die große Anzahl an Bauteilen herzustellen. Diese wurden unter der Mithilfe von Freunden aus dem akademischen Verein »AV Motiv«, den es übrigens heute noch gibt, durch Bohren, Sägen und Feilen hergestellt. Dabei muss man bedenken, dass damals nur einfache Handwerkzeuge, wie beispielsweise Brustleiern für Bohrarbeiten und Laubsägen sowie Feilen zum Herstellen von Durchbrüchen zur Verfügung standen. Alle am Bau beteiligten Personen haben jedoch so präzise gearbeitet, dass am Ende ein halbwegs funktionierender Rechner beziehungsweise Computer im Wohnzimmer meiner Großeltern stand.

Gab es vor dem Bau der Z1 einen detaillierten Bauplan?

Zuse: Nein, es gab nur Skizzen, die mein Vater zu Papier brachte. Jedoch wurden zunächst Funktionsmuster der verschiedenen Module hergestellt, um deren Funktion zu testen. Da viele derartige Gleichteile benötigt wurden, musste nur nach diesen Mustern produziert werden.

Die Z1 war der erste programmierbare Binärrechner der Welt. Sogar die Trennung von Speicher und Prozessor war – anders als bei den viel



Konrad Zuse, war ein Wegbereiter in Sachen Computertechnik. Sein Sohn, Prof. Dr. Horst Zuse, gibt Einblicke in ein Genie.

später entwickelten amerikanischen Rechnern »Mark I« und »Eniac« – in diesem Rechner bereits vorhanden. Wie Sie vorhin sagten, wurde die Maschine von Ihrem Vater weitgehend aus dem Kopf heraus aufgebaut. Selbst beim späteren Nachbau für das Berliner Museum in den späten 1980er Jahren handhabte dies Ihr Vater so. War Ihr Vater ein wandelnder Computer?

Zuse: Ich denke, dass mein Vater kein wandelnder Computer, sondern ein sehr kreativer Mensch war. Ich möchte dies kurz begründen: Computer sind nicht kreativ, sondern führen in hoher Geschwindigkeit Berechnungen aus. In diesem Punkt sind sie dem Menschen überlegen. Computer können jedoch nicht von sich aus etwas Neues erschaffen. In Sachen »Kreativität« ist daher der Mensch dem Computer überlegen. Um diese Kreativität zu fördern sollten Eltern daher ihren Kindern entsprechendes Spielzeug schenken. Computer-Ballerspiele halte ich für nicht förderlich, da diese lediglich die Motorik und Reaktionsgeschwindigkeit, nicht jedoch die Kreativität fördern. Übrigens: Menschen mit einem hohen IQ haben auch ihre Schwächen. Bei meinem Vater war dies beispielsweise die Welt der Finanzen.

Gab es auch den Familienvater, der sich Zeit für seine Kinder nahm?

Zuse: Aber ja, mein Vater war sehr für uns da, wenn es seine knappe Zeit zugelassen hat. Doch hatte er diese Zeit nicht im Übermaß zur Verfügung, da er ein eigenes Unternehmen hatte, um das er sich kümmern musste, aber vier Wochen Urlaub im Jahr leistete er sich öfter.

Wie in der Literatur berichtet wird, rechnete die Z1 unzuverlässig, da sich immer

wieder Bleche verklemmten. Ist der im Berliner Deutschen Technikmuseum stehende Nachbau zuverlässiger zu betreiben, da die Bauteile mit modernen Maschinen angefertigt wurden?

Zuse: Die Originale Z1 war nicht besonders zuverlässig. Der Nachbau ist nur minimal zuverlässiger, obwohl die Einzelteile in den 1980er Jahren auf modernen Werkzeugmaschinen exakt angefertigt wurden. Da die Fehlersuche zeitaufwendig ist und das komplizierte Zusammenspiel fast niemand überblickt, ist die Anlage derzeit nicht in Betrieb und wird wohl auch nicht mehr in Betrieb gehen, jedoch kann eventuell der Speicher nochmals in Gang gesetzt werden.

Die Z2 wurde 1941 fertiggestellt. Wo war dieser Rechner im Einsatz und wozu wurde er verwendet?

Zuse: Die Z2 war lediglich ein Versuchsprototyp für die Z3 mit minimalistischer Ausstattung. Mit diesem Rechner wollte mein Vater testen, ob seine neuen Ideen wie vorgesehen funktionierten, ehe ein neuer Rechner in Angriff genommen wird. In der Z2 wurden rund 200 Relais verbaut, um die von ihm ersonnene Logik umzusetzen. Dabei verwendete er übrigens die gleiche Logik, wie sie auch von George Boole entwickelt wurde – von der mein Vater nichts wusste.

Die Z3 wurde 1943 bei einem Luftangriff zerstört. 1944 konnte jedoch bereits die Z4 fertiggestellt werden. Wozu war diese Maschine fähig und zu welchem Zweck wurde sie eingesetzt?

Zuse: Hier muss ich klarstellen, dass bezüglich der Z4 wohl falsche Informationen im Umlauf sind. Diese Maschine konnte – nach der Flucht aus Berlin – erstmals

im März 1945 in Göttingen funktionsfähig vorgeführt werden. Im Krieg wurden die Z1, die Z2 und die Z3 sowie die Sondermaschinen S1 und S2 zerstört, lediglich die Z4 konnte gerettet werden. Diese steht heute im Deutschen Museum in München und war von 1950 bis 1955 an der ETH Zürich im Einsatz. Man setzte sie dort unter anderem zur Berechnung für die Staumauer der Grand Dixence ein.

Interessant ist, dass die Z4 über ein sogenanntes Planfertigungsgerät verfügte, das zum Programmieren der Z4 benötigt wurde. Wie funktionierte diese Technik?

Zuse: Mein Vater bezeichnete damals eine Abfolge von Computerbefehlen als »Rechenplan«. Den heute verwendeten Begriff »Programm« kannte er nicht beziehungsweise gab es nicht. Das Planfertigungsgerät war demnach ein Gerät, mit dem die Programmierung der Z4 in kurzer Zeit vorgenommen werden konnte. Damit war es möglich, über symbolische Adressen und Symbole Programme für arithmetische Operationen anzufertigen. Die Programme konnten sogar korrigiert und kopiert werden.

Ihr Vater hat als erster darauf hingewiesen, dass es in Rechenprogrammen grundsätzlich keine Gleichungen gibt, sondern nur Zuweisungen. Von ihm stammt folglich das Ergibt-Zeichen, das in der Mathematik als nach rechts weisender Pfeil dargestellt wird. Viel zu oft wird diese Leistung in Schulen leider nicht erwähnt. Zeit, wieder mehr geschichtliches Hintergrundwissen zu vermitteln?

Zuse: Ja, es schadet nie, Hintergrundwissen zu vermitteln, um Verständnis und Interesse zu wecken. Mein

Vater hat in den Modellen Z1, Z2, Z3 und Z4 das Rechenwerk sehr einfach aufgebaut. Damit war es lediglich möglich, Additionen und Subtraktionen durchzuführen. Eine Division beziehungsweise eine Multiplikation wurde aus wiederholten Subtraktionen beziehungsweise Additionen durchgeführt. Im Grunde genommen machten seine Computer nichts anderes wie Menschen, die mit Papier und Bleistift rechnen. Damit er das Ergebnis ausgeben konnte, musste er sich einen Befehl ausdenken, den er als »Ergibt« bezeichnete. Mit der von meinem Vater verwendeten Rechenmethode ist es übrigens möglich, beliebig lange Rechnungen Schritt für Schritt auszuführen. Das Zuweisungszeichen => hat er 1945 im Plankalkül niedergeschrieben, aber implizit ist es hardwaremäßig in den Maschinen Z1 bis Z4 bereits vorhanden, wenn Ergebnisse einer Rechnung einem Register zugewiesen werden.

Der Name »John von Neumann« wird oft herangezogen, wenn es um die Rechnerarchitektur eines modernen Computers geht. Stimmen Sie dem zu oder hat Ihr Vater die Ehre, als Designer des modernen Computers zu gelten?

Zuse: Ohne jeden Zweifel hat es mein Vater verdient, als Designer eines Prototyps des modernen Computers bezeichnet zu werden. John von Neumann hatte seine Idee erst 1945 formuliert, während mein Vater bereits 1938 mit der Z1 einen funktionierenden Rechner realisiert hatte, sogar mit Gleitkomma, wovon John von Neumann nichts erwähnt hat. Warum dies immer wieder ein Streitpunkt ist, liegt wohl daran, dass die USA als derzeit führende Computernation gerne auch den Erfinder des Computers stellen möchten.

Ihr Vater hat viele Ideen durch die Einschränkungen des 2. Weltkriegs nicht umsetzen können. Beispielsweise hat er bereits 1938 „lebende Rechenpläne“ erwähnt, was heute mit einem speicherprogrammierbaren Rechner umschrieben wird. Diese Idee hat er 1957 mit der Z2 verwirklicht. Sind Ihnen noch mehr Ideen bekannt, die er leider nicht umsetzen konnte?

Zuse: Mit den sogenannten ›lebenden Rechenplänen‹ hat mein Vater die 1945 veröffentlichten Ideen von Neumanns bereits im Jahre 1938 vorweggenommen. Der Ausbruch des 2. Weltkriegs hat seine Arbeiten enorm behindert. Nicht genug damit, dass fast alle seine Maschinen zerstört wurden, auch sein Schaffen wurde beispielsweise durch ständige Bombenangriffe auf Berlin massiv behindert. Aus Materialmangel konnte die Z4 nicht fertiggestellt werden, die ab 1950 sogar die Möglichkeit besaß, mit lebenden Rechenplänen umzugehen. Sein Ideenfluss war enorm. Ohne den Weltkrieg wäre sicher schon weit früher eine florierende Computer-Firma entstanden, die womöglich wichtige Standards gesetzt hätte und wohl noch heute setzen würde. Zwar hat er ab 1949 mit der Zuse KG seinen Traum von einer eigenen Firma wieder aufgenommen, doch leider nicht mit dem Erfolg, den er sich erhofft hatte.

Für die im Jahre 1952 entwickelte ›Z11‹ waren Relais nötig, die 40 Mal pro Sekunde schalten mussten. Dies schaffte nur ein Teil der gelieferten Relais. Hat die 1941 gegründete Zuse KG demnach einen gewichtigen Anteil an der Weiterentwicklung der Relais-Technik?

Zuse: Ja, ganz ohne Zweifel hat mein Vater auch die Relais-technik merklich befrucht-

et. Er hat den dort beschäftigten Entwicklern wertvolle Tipps gegeben, wie Relais gebaut werden müssen, damit diese seine hohen Anforderungen erfüllen konnten.

Eine schöne Anekdote ist, dass Sie die nicht verwendungsfähigen Relais als Jugendlischer für Ihre Eisenbahn mitnehmen durften. Hat das Spielen mit dieser Technik Ihren beruflichen Werdegang beeinflusst?

Zuse: Es war mir stets eine besondere Freude, mit meiner Märklin-Eisenbahn spielen zu können. Die Beschäftigung mit dieser Technik zeichnete meinen späteren beruflichen Weg vor. Ebenso wie mein Vater, habe auch ich von der Eisenbahntechnik

»Ohne jeden Zweifel hat es Konrad Zuse verdient, als Designer eines Prototyps des modernen Computers bezeichnet zu werden.«

profitiert. Ich lernte als 12-jähriger dadurch, wie mittels eines Lochstreifens und einem Lesegerät Relais angesteuert werden müssen, um Weichen zu stellen und Züge fahren zu lassen. Nach Aussage der Firma Märklin anlässlich eines Vortrags im Jahr 2010 in Göppingen war es die erste programmgesteuerte Märklineseisenbahn überhaupt.

Heute haben Eisenbahnen bei den Jugendlichen keinen großen Stellenwert mehr. Ein Jammer für einen Technikstandort wie Deutschland?

Zuse: Ganz so schlimm ist es wohl nicht. Jedenfalls geht es den Herstellern von Eisenbahnen momentan nicht schlecht. Doch ist die Zahl der mit einer Eisenbahn spielenden Kinder sicher steigend. Eltern müssen wissen, dass der mit wertvollem Spielzeug erzielbare positive Effekt gar nicht überschätzt werden kann. Spielen ist eine

ganz wichtige Grundlage, um Interesse zu wecken, die Motorik zu verfeinern und die Problemlösungskompetenz zu fördern. Lehrer sollten zudem mit ihren Klassen mehr technische Museen besuchen, da auch hier viele Anregungen lauern, Schüler zu inspirieren.

Unter dem Namen ›Plankalkül‹ ersann Ihr Vater die erste höhere Programmiersprache. Mit dieser Sprache war es unter anderem möglich, Variablen zu definieren, n-dimensionale Felder anzulegen und logische Aussagen auszuwerten. Warum hat sich diese Sprache, im Gegensatz zu Sprachen wie etwa Basic, Algol, Fortran oder Pascal, nicht durchgesetzt?

Zuse: Das Plankalkül wurde bereits 1944/45 als Entwurf von meinem Vater niedergeschrieben. Leider wurde das gesamte Werk erst 1972 veröffentlicht. Zu dieser Zeit waren bereits andere Programmiersprachen auf dem Markt, mit denen das Plankalkül jedoch locker mithalten konnte und in gewissen Bereichen diese gar überflügelte. Auf 60 Seiten war beispielsweise zu lesen, wie sich damit Schachprobleme lösen lassen. Ein höchst anspruchsvolles Gebiet, das die Mächtigkeit des implementierten Befehlssatzes zeigte. Dass sich das Plankalkül dennoch nicht durchsetzen konnte, lag an der damals schon ausgeprägten Dominanz der US-Firmen, die heute praktisch ein Monopol im Bereich ›Software‹ haben.

Bei der Vermessung von Flügeloberflächen baute Konrad Zuse im Jahre 1941 als erster sogenannte Analog-Digital-Wandler. Kann man daher sagen, dass Ihr Vater

nicht nur ein extrem innovativer Denker in Sachen Computer, sondern auch ein wichtiger Schrittmacher zur Verbesserung der Flugzeugtechnik war?

Zuse: Der damals gebaute Analog-Digital-Wandler existierte nur als Prototyp. Die Idee war, damit Flugzeugflügel abzutasten, um deren Ist-Form festzustellen. Mit den ermittelten Ergebnissen sollten verbesserte Flügelformen gefunden werden. Er wurde jedoch kriegsbedingt nie in Serie gebaut, somit auch nicht eingesetzt.

Als Student des Bauwesens hatte Ihr Vater ein Formular entwickelt, mit dem es möglich wurde, technische Berechnungen rasch auszuführen. Um was handelte es sich hier? War es gar ein Vorläufer heutiger Tabellenkalkulationsprogramme?

Zuse: Es ist richtig, dass mein Vater Formulare entwickelte, um seine Berechnungen zu beschleunigen, jedoch waren diese eher Vorstufen einer Programmsteuerung für seine späteren Rechenmaschinen. Eine Ähnlichkeit zu Tabellen beziehungsweise Tabellenkalkulationsprogrammen ist daher durchaus gegeben.

Ohne von den Arbeiten von Charles Babbage und Georg Boole zu wissen, baute Konrad Zuse in seinen Rechnern auf das Binär-Prinzip unter Einbeziehung der Bedingungen-Kombinatorik. Lag diese Idee für ihn greifbar im Raum? Immerhin hat er damit die Grundgedanken wegweisender Wissenschaftler genutzt, ohne von deren Wirken Kenntnis zu haben.

Zuse: Die Idee zum Binärsystem hat mein Vater wohl von seinem Studienfreund – Herrn Buttman – bekommen, der ihn auch beim Bau

der Z1 zur Hand gegangen ist. Ganz sicher ist dies aber nicht. Er könnte auch durch sein Studium von Eisenbahnanlagen anhand der Funktion von Weichen selbst darauf gekommen sein. Diese Frage lässt sich demnach nicht mehr abschließend beurteilen. Aber eines war ihm klar, durch digitale Schaltungen, wie sie gerade in Eisenbahnweichen unbewusst stecken, sowie dem Binärprinzip werden Rechenmaschinen klein und wenn man fast kein Geld hat, denkt man zuerst nach, bevor man baut.

Angesichts von so vielen innovativen Ideen fragt man sich, was zum Untergang der Zuse KG geführt hat. Schließlich hat dieses Unternehmen Rechner gebaut, die wegweisend waren. Wissen Sie eine Antwort?

Zuse: Es ist zwar richtig, dass mein Vater technisch sehr innovativ war, doch war und ist die Entwicklung von Großrechenanlagen mit sehr viel Kapital verbunden, das in der Zuse KG nur in begrenzter Menge zur Verfügung stand. Fehlentwicklungen und Fertigungsprobleme, die in jedem Unternehmen vorkommen können, haben der Zuse KG sehr zugesetzt. Hinzu kommt, dass damals starke Konkurrenz, etwa Te-

lefunkten, Siemens oder IBM erwuchs, sodass der Umsatz-Kuchen mit anderen Unternehmen geteilt werden musste. Dies bedeutete weniger Umsatz durch weniger verkaufte Rechenmaschinen, somit weniger Geld in der Firmenkasse. Dass mein Vater seine Firma letztlich im Jahre 1966 an Siemens veräußern musste, war wohl einem Gemengelage mehrerer Ursachen geschuldet: Technische Probleme mit einem neuen Transistormodell – das nicht pünktlich fertig wurde – Managementfehler und dem Druck der Konkurrenz. Unter dem Verkauf seines Unternehmens hat mein Vater sehr gelitten. Der Niedergang ab 1964 war für ihn ein herber Imageverlust.

Wie bekannt ist, hat Ihr Vater danach sehr gerne gemalt. Wie viele Bilder gibt es von ihm?

Zuse: Es gibt rund 800 Bilder von ihm. Einige Dutzend dieser Bilder hängen in den Zuse-Museen in Hünfeld und Hoyerswerda, der Rest verteilt sich auf private Sammler in Deutschland.

Konrad Zuse hat den Gedanken verfolgt, dass das Universum ein gewaltiger Computer wäre. Wie ist Ihre Meinung dazu?

Zuse: Erste Ideen formuliert er dazu 1967 und dann in einem Buch 1969 mit dem Titel ›Rechnender Raum‹. Zusammengefasst postuliert er, dass das Universum ein gigantischer Computer aus Milliarden von kleinsten Prozessoren ist. Sogar die Taktfrequenz gab er an: 10 hoch 42, eine Zahl mit 42 Nullen. Nun, im Jahr 2006 – dem sogenannten Informatikjahr – veranstaltete das Deutsche Technikmuseum in Berlin ein Symposium: ›Ist das Universum ein Computer?‹, alles das zu Ehren von Konrad Zuse. Seth Lloyd vom MIT hielt einen Vortrag und sagte, dass er von den diesbezüglichen Arbeiten Konrad Zuses von 1969 nichts wusste. Es wurde totenstill, als Seth Lloyd dann fragte: »Hat Konrad Zuse recht? Ja, das Universum ist zwar kein PC, aber ein gigantischer Quantencomputer.«

Ihr Vater sagte einmal, dass Deutschlands Position in Wissenschaft und Technik heute eine andere wäre, wenn es den 2. Weltkrieg nicht gegeben hätte. Was wäre Ihrer Meinung nach heute anders?

Zuse: Der fürchterliche 2. Weltkrieg hat dazu geführt, dass das Leben bedroht und vernichtet, Wirtschaftsberei-

che reguliert und Forschung nicht mehr frei möglich war. Viele exzellente Leute, Forscher, Mathematiker, Physiker, Lehrer et cetera hatten Deutschland wegen ihres jüdischen Glaubens verlassen oder wurden in Konzentrationslager verschleppt. Ähnliches passierte mit Deutschen, die sich gegen das Regime auflehnten. Wenn es diesen Krieg nicht gegeben hätte, wären diese Menschen noch am Leben beziehungsweise in Deutschland geblieben. Es ist leicht auszumalen, was dies für die Weiterentwicklung der Technik bedeutet hätte. Womöglich wäre Deutschland heute in der Raumfahrttechnik, ebenso wie in der Computertechnik führend und es wären wohl schon viel früher umweltfreundliche Antriebe für Raketen, Flugzeuge und Autos entwickelt worden. So aber wurde von der Geschichte eine Chance vertan, da Experten in alle Winde verstreut oder wichtige Technik mitsamt ihrem Erfinder im Bombenhagel unter Schutt begraben wurde.

Herr Prof. Zuse, vielen Dank für das interessante Interview.



www.zuse.de



Verborgenes sichtbar machen

www.weltderfertigung.de

Welt der Fertigung –
mehr muss man nicht lesen

