

Erinnerungen an den britischen Computer-Pionier Alan Turing

EIN UNBEKANNTER, UNSTERBLICHER

Die Grundlagen zu der Maschine, die man später Computer nennen wird

VON ANDRÉ SCHWARZ

Geheimes Forschungszentrum Bletchley Park 1941, Alan Turing und Winston Churchill im Gespräch:

Turing: „Der künstliche Mensch ist wahrscheinlich einer unserer ältesten Träume; warum hätte Platon sonst von Androiden gesprochen. Die Weltmaschine, über die ich jetzt nur einige theoretische Ideen entwickeln konnte, wird mit Sicherheit eines Tages fähig sein, Gefühle zu entwickeln und wahrscheinlich auch das haben, was wir Seele nennen.“

Churchill: „Wie werden Sie diese Weltmaschine nennen?“

Turing: „Sie hat noch keinen Namen, Herr Premierminister. Auf Lateinisch heißt rechnen *computare*, also vielleicht „Computer“? Vielleicht könnte man sie „Computer“ nennen.“¹

Die Geburt des Computerzeitalters

Die Grundlagen zu der Maschine, die man später Computer nennen wird, veröffentlicht der Mathematiker Alan Turing im Jahre 1937 in den Proceedings of the London Mathematical Society in seinem Artikel *On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem*. Er knüpft dabei an das 1931 von Kurt Gödel veröffentlichte Theorem, in dem dieser zeigte, dass es in der Mathematik Aussagen gibt, die wahr sind, aber nie bewiesen werden können: die sogenannten *unentscheidbaren Sätze*.²

In seiner Arbeit kann Turing zeigen, dass Computer niemals so intelligent wie die Menschen sein können, da das Wissen von Computern auf einer endlichen Anzahl von Axiomen begrenzt ist, im Gegensatz zu Menschen, die unerwartete Wahrheiten aufdecken können. Er vernichtet dabei eine weitere vom britischen Mathematiker David Hilbert Anfang des 20. Jahrhunderts aufgestellte Annahme: die Idee von der Berechenbarkeit. Interessanterweise ist Gödel selbst bis zur Lektüre von Turings Artikel skeptisch gewesen, was die Möglichkeit einer formal korrekten Beschreibung der Berechenbarkeit anbelangt.

Im Gegensatz zum Mathematiker Alonzo Church, der auch auf dem Gebiet der Berechenbarkeit forschte, erfasst Turing die *technische Verbindung* zwischen Hilberts Problem und der Idee der Berechenbarkeit und geht daher das Problem viel direkter und konkreter an. Turing erfindet nicht bloß nur eine Theorie, sondern gleich eine (oder genauer: die) Maschine dazu, die universelle Rechenmaschine. Diese stellt das erste abstrakte Modell für eine *digitale* Rechenmaschine dar (sozusagen das Papiermodell des heutigen Computers), indem er die Tätigkeiten des



Alan Turing, ein Vollblutwissenschaftler, der die Grundlagen der formalen Logik ebenso gut beherrschte wie die Elektronik und die Thermodynamik irreversibler Systeme.

Menschen beim Rechnen sowie die dabei benötigten Hilfsmittel analysiert und auf elementare Komponenten reduziert. Sie erhält als Eingaben Zeichen und Ziffern, manipuliert diese auf Basis sequentieller Verarbeitungsschritte und gibt sie wieder als Zeichen und Ziffern aus.

Die Mächtigkeit dieser Turing-Maschine ergibt sich aus ihrer Programmierbarkeit, durch die sie alles berechnen kann, was überhaupt berechenbar ist, ohne für neue Aufgaben noch einmal in ihre innere Struktur (Hardware) eingreifen zu müssen. Jedes Programm ist eine Beschreibung einer speziellen Maschine, und die Universalmaschine ist in der Lage, diese Beschreibung (Software) zu lesen und sich wie diese Maschine zu verhalten. Turing selbst charakterisiert sie so: „Die Bedeutung der universellen Maschine ist klar. Wir brauchen nicht unzählige unterschiedliche Maschinen für unterschiedliche Aufgaben. Eine einzige wird genügen. Das technische Problem der Herstellung verschiedener Maschinen für verschiedene Zwecke ist ersetzt durch die Schreibearbeit, die Universalmaschine für diese Aufgabe zu programmieren.“

Turings Artikel markiert nicht nur den Abschluss einer bedeutenden mathematischen Periode, sondern gleichzeitig den Beginn einer neuen Ära: des Computerzeitalters. Seit der realen Umsetzung dieses Prinzips – erstmals durch die Von-Neumann-Architektur – steht die Universalmaschine auch in der Praxis zur Verfügung. Ein üblicher Computer kann im Prinzip nicht mehr als eine Turing-Maschine – nur eben viel, viel schneller.

Bletchley Park

Turing verbringt die Jahre 1938 und 1939 die meiste Zeit an der Princeton University (USA), wo er seinen Dokortitel erwirbt. Während dieser Zeit ist auch einige Male bei der Government Code and Cypher School (GC&CS) in Bletchley Park zu Besuch. Hier zeigt man

ihm die Bemühungen, die Arbeiten des polnischen Geheimdienstes, Funksprüche der Deutschen Marine, die mit einer Enigma-Maschine verschlüsselt sind, zu dechiffrieren, weiterzuführen. Im September 1939 wird er von der GC&CS als Berater verpflichtet und beginnt über innovative Ansätze, die Enigma zu knacken, zu arbeiten.

Ab 1940 knacken in den *Hütten* in Bletchley Park Turings sogenannte Bomben die deutschen Enigmas, so dass zeitweise fast der gesamte Funkverkehr der Wehrmacht in Echtzeitbetrieb entziffert werden kann; die elektronischen Kolosse von Turing-Schülern und -Nachfolgern entschlüsseln ab 1943 auch den Siemens-Geheimsschreiber, die Kriegstelegrafie höchster strategischer Ebenen. Aber was sie entschlüsseln, ist ein Funkverkehr, den schon auf Seiten des Feindes Maschinen verschlüsselt haben. Den Weltkrieg zwischen Wehrmachtnachrichtenverbindungen und dem Secret Service führen Automaten. Die Automatisierung der Mathematik selber entscheidet einen Krieg, der ohne Rechenmaschinen sehr viel länger hätte dauern können und womöglich bestenfalls unentschieden ausgegangen wäre.

1944, als der Krieg Nachrichtentechnisch und geheimdienstlich entschieden ist, taucht ein überflüssig gewordener Turing in sein dunkelstes Jahr. Kurz zuvor noch an prominenter Stelle zur Geheimdienstkoordination in den USA, im Sommer 44 ein letztes Mal auf Dienstreise durch Deutschlands besetzte Kryptologiezentren, dann tauscht das Empire ihn und seine Mitarbeiter gegen Verwaltungsbeamte ein. Der streng geheime UK/USA-Pakt zwischen Großbritannien und den USA transferiert (wohl nicht ohne Turings Mitwirken) das Maschinenwissen von Bletchley Park nach Washington, um dort schließlich in der National Security Agency mit ihren Spionagecomputern und Spionagesatelliten zu münden.

Erst Anfang der 70er-Jahre wird diese Geschichte bekannt gemacht. Seine Arbeit in Bletchley Park stellt eine der

geheimnisumwitterten Perioden seines Lebens dar, eine Periode, die nicht einmal seine engsten Freunde kennen dürfen. Die erfolgreichen Versuche Turings, die Enigma-Verschlüsselungen zu knacken und somit die Angriffsziele der Deutschen im Voraus zu kennen, retteten Tausenden von Menschen das Leben und wirkten kriegsentscheidend. Turings Beweis von 1937, der Absicht nach nur die Lösung eines mathematisch abstrakten Entscheidungsproblems, löste zugleich das „Entscheidungsproblem der Welt“.

Die schwierigen Nachkriegsjahre

Und während Amerikas Nachkriegsstrategen, allen voran John von Neumann auf seinem Marsch zur Atombombe, Computer nach Computer spezifizieren und erhalten, hat Turing Mühe, seine Projekte zunächst beim Staat und später bei der erwachenden Industrie überhaupt durchzubringen. Die ACE (Automatic Computing Engine) bleibt Fragment, den Manchester University Computer verlässt Turing noch im Entwicklungsstadium. Eine Rechnerarchitektur, die womöglich besser als die amerikanische geworden wäre, bleibt ungebaut.

Seine Ernennung 1951 als Fellowship der Royal Society wird zu einem positiven Wendepunkt in seinem Leben, er ist jetzt gewillt, in der rasch fortschreitenden Entwicklung der Wissenschaft der 50er-Jahre seinen Platz einzunehmen. Seine Ambition ist es, eine mathematische Erklärung des biologischen Wachstums zu geben. Er verwendet dazu nicht-lineare partielle Differentialgleichungen, mit deren Hilfe er Simulationen auf dem Manchester Computer laufen lässt. Sein verstärktes Interesse gilt auch den Fibonacci-Reihen, die er zur Entzifferung der Anordnung von Blütenblättern anwenden möchte. Seine morphogenetische Theorie, Ende 1951 veröffentlicht, spielt für die mathematische Biologie eine eben so wichtige Rolle wie seine Publikation von 1937 für die Logik.

Können Maschinen denken?

Alan Turing veröffentlicht eine Reihe von Artikeln, wobei sein grundlegender Aufsatz „*Computing Machinery and Intelligence*“ (1950) die Entwicklung der künstlichen Intelligenz maßgeblich beeinflusst. Der Artikel beschreibt einen empirischen Test, bei dem der Beobachter mit einem Gegenüber indirekt über Tastatur und Bildschirm kommuniziert. Der Tester darf dabei jede beliebige Frage stellen. Kann er nach einer gewissen Zeit nicht feststellen, ob der Kommunikationspartner ein Mensch oder ein Computer ist, müsse man der Maschine, die der Tester als Mitmensch akzeptiert, In-

telligenz zuerkennen. Dieser *Turing-Test* gilt bis heute als Maßstab für die von Maschinen erreichte Intelligenz. Die Grundannahme, intelligent ist, was sich intelligent *verhält* bzw. einem Beobachter intelligent *erscheint*, ist seitdem immer wieder intensiv diskutiert worden.

Ein tragisches Ende

Alan Turing war ein äußerst unkonventioneller und unbequemer Mensch, ein Ikono-klast, der Dummheit und Inkompetenz mit ähnlich zynischen Bemerkungen geißelte wie willkürliche althergebrachte Moralbegriffe. In England wird einem vieles verziehen, aber letzteres wird ihm zum Verhängnis. Aus seinem Anderssein macht er keinen Hehl und gibt (nach dem Krieg) seine Homosexualität offen zu. Er hat das Pech, im England der 50er-Jahre zu leben, wo Homoerotik noch mit Gefängnis bestraft wird.

Kein Wunder, dass Turing quasi zur Unperson wird, dass man seinen Namen heute gebraucht, ohne zu wissen, wer er war und wie er lebte. Auch Churchill, der ihn und seine Leistung sehr gut kannte, verschweigt den Namen Turing in seinen Memoiren und bucht Erfolge zu Gunsten mysteriöser Spione und Verräter, die es in jenen Fällen gar nicht gab.

1952 wird er wegen seiner Homosexualität von einem Gericht vor die Wahl gestellt, eine Gefängnisstrafe abzusitzen oder sich einer Zwangsbehandlung mit weiblichen Hormonen zu unterziehen. Diese Zwangsbehandlung hat allerdings starke Depressionen für ihn zur Folge. An einem 7. Juni, heute vor 53 Jahren, nimmt sich der 42-jährige Alan Turing das Leben. 1951, drei Jahre vor seinem Tod, meint er: „*Ab einem bestimmten Zeitpunkt sollten wir davon ausgehen, dass die Maschinen die Macht übernehmen*“. Wäre dies damals schon der Fall gewesen und hätten diese Weltmaschinen Gefühle und eine Seele, hätte eine „Gerichts-Weltmaschine“ kaum eine solche Verurteilung getroffen. Denn alle Computer, ob Von-Neumann-Maschinen oder nicht, bleiben Turing-Maschinen!

¹ Fiktive Unterhaltung aus: Göranson, Bo; Karlqvist: *Jenseits aller Gewissheit*, Haymon 1995

² Als David Hilberts Traum wie eine Seifenblase zerplatzte, Warte vom 4. Mai 2006

Bibliografie: Guerrero, Gianbruno: Kurt Gödel, Spektrum der Wissenschaft, Biografie 1/02; Hochhuth, Rolf: Alan Turing, Rowohlt 1998; Hopcroft, John E.: Turing Maschinen, Spektrum der Wissenschaft Moderne Mathematik 1996; Pia, Claus (Hrsg.): *Zukünfte des Computers*, diaphanes 2005; Teuscher, Christoph (Hrsg.): Alan Turing: *Life and Legacy of a Great Thinker*, Springer 2004; Alan Turing: *Intelligence Service*, hrsg von Dotzler, Bernhard u. Kittler, Friedrich bei Brinkman & Bose.



Die Enigma der deutschen Marine zu knacken, bereitete Turing am meisten Mühe, sie besaß zusätzliche Chiffriermöglichkeiten.