

Geistig zurückgeblieben  
wegen Darmwürmern Seite 54

Sudokus – auch für Mathematiker  
Stoff zum Nachdenken Seite 54

Neue Biomarker zur Erkennung  
einer Nierenschädigung Seite 55

Ein Link zwischen Sport und  
Gewichtsreduktion entdeckt Seite 55

## Turingmaschine im Rückwärtsgang

Das Jahr 2012 ist dem Andenken an den britischen Mathematiker und Computerpionier Alan Turing gewidmet

Anlässlich des 100. Geburtstags von Alan Turing werden heuer weltweit zahlreiche Ausstellungen, Kongresse und Symposien veranstaltet. Trotz der Arbeit vieler Biografen bleiben Leben und Werk des britischen Wissenschaftlers schwer fassbar.

Stefan Betschon

Im Juni dieses Jahres wäre der britische Mathematiker Alan Turing 100 Jahre alt geworden. Sein Name ist weit über die Fachwelt hinaus bekannt, er ist zu einem Bestandteil der Populärkultur geworden. Es wurden über ihn nicht nur Fachbücher und wissenschaftliche Aufsätze geschrieben, es gibt auch Romane, Theaterstücke, TV-Dramen, Hörspiele und Pop-Songs, die auf ihn und sein Werk Bezug nehmen. Diese Popularität erleichtert die Annäherung an Turing nicht; es hat sich um den jung verstorbenen Wissenschaftler ein Mythos gebildet, der die Aussicht auf sein Leben und sein Werk verdunkelt.

### Frühe Vollendung

Alan Turing wurde in London geboren. Er war ein schwieriger Schüler, einseitig mathematisch begabt. Doch selbst der Mathematiklehrer fand seine Leistungen «nicht sehr gut», wie er den Eltern mitteilte: «Er verbringt offensichtlich eine ganze Menge Zeit mit Fragen der höheren Mathematik und vernachlässigt dabei die grundlegende Arbeit.»

1931 beginnt Turing das Studium der Mathematik in Cambridge am King's College und schliesst es 1934 mit Auszeichnung ab. 1935 wird ihm aufgrund einer Arbeit über Wahrscheinlichkeitstheorie eine Fellowship zugesprochen, eine finanzielle Unterstützung. Er beginnt sich mit mathematischer Logik zu beschäftigen. Frucht dieser Beschäftigung ist der berühmte Aufsatz «On Computable Numbers with an Application to the Entscheidungsproblem», der Ende 1936 publiziert wird. In dieser Arbeit präsentiert Turing eine abstrakte mathematische Beschreibung der Methoden zur Lösung von mathematischen Problemen. Turing war damals nicht der Einzige, der sich mit solchen Fragen beschäftigte, 1936 publizierte der amerikanische Mathematiker Alonzo Church einen mathematisch ebenbürtigen Beitrag. Turing reiste Ende 1936 an die Princeton University, um bei Church eine Doktorarbeit in Angriff zu nehmen. Hier kam Turing auch mit Albert Einstein in Kontakt.

Nach der Promotion hätte Turing als Assistent von John von Neumann in Princeton bleiben können, doch es zog ihn zurück nach England. Er hielt in Cambridge Vorlesungen über die Grundlagen der Mathematik, führte angeregte Diskussionen mit Ludwig Wittgenstein, der vorgab, nicht zu verstehen, warum Mathematiker sich von logischen Widersprüchen herausgefordert fühlen. Nach Ausbruch des Zweiten Weltkriegs wurde Turing für die Government Code and Cypher School rekrutiert und leistete in Bletchley Park, rund 70 Kilometer nordwestlich von London, wichtige Beiträge zur Entschlüsselung des Nachrichtenverkehrs der deutschen Wehrmacht. Diese Beiträge umfassen auch den Bau der «Bombe», einer Dechiffriermaschine. An der Konstruktion eines Colossus genannten Computers, der 1943 zur Entzifferung des Lorenz-Schlüssels eingesetzt wurde, war Turing nur am Rande beteiligt. Nach einer Dienstreise in die USA, auf der er auch Claude Shannon kennenlernte, beschäftigte sich Turing ab Ende 1943 mit der Konstruktion eines «Advanced Speech Scrambler», eines Telefonapparats, der Gespräche in Echtzeit verschlüsselt.



Indem er den Code der Enigma knackte, beschleunigte Alan Turing den Niedergang des Hitler-Regimes.



VISUM/KEY

Anfang Oktober 1945 trat Turing in London eine Stelle an am National Physical Laboratory (NPL). Innert weniger Wochen entwickelte er hier ein Konzept zum Bau eines elektronischen, digitalen, speicherprogrammierten Computers. Mit «On Computable Numbers» hatte Turing seinen Ruf als Wissenschaftler begründet, mit seinen provozierenden Thesen zur künstlichen Intelligenz hatte er zu Beginn der 1950er Jahre die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit auf sich gezogen, doch es ist «Proposed Electronic Calculator», ein Bericht, den er seinen Vorgesetzten Ende 1945 übergab, der die Vielfalt seiner technischen Interessen und Fähigkeiten am besten dokumentiert.

In dieser Arbeit zeigt er sich nicht nur als Mathematiker, sondern auch als Elektroingenieur, Software-Entwickler, Informatik-Projektmanager, Techniksoziologe. Viele Themen, die in den 1950er oder 1960er Jahren die Informatiker beschäftigen, werden hier bereits aufgegriffen. Die Vorgesetzten erkannten die technische Bedeutung dieses «Electronic Calculator» nicht, die Realisierung verzögerte sich. Als schliesslich 1950 eine verkleinerte Version dieses Computers in Betrieb genommen wur-

de, war Turings Mitarbeit an dem Projekt vergessen gegangen.

Zu diesem Zeitpunkt war Turing bereits nicht mehr für das NPL tätig, er war einem seiner Lehrer in Cambridge, Max Newman, nach Manchester gefolgt. Im Oktober 1948 übernahm er dort die Position des stellvertretenden Direktors des Royal Society Computing Laboratory. Doch er hatte keinen Vorgesetzten – einen Direktor gab es nicht – und auch keine Untergebenen: Die beiden Ingenieure Frederic Williams und Tom Kilburn hatten hier bereits vor seiner Ankunft 1948 mit der Small-Scale Experimental Machine einen ersten Computer gebaut. Er gilt als der weltweit erste elektronische, digitale, speicherprogrammierte Computer, besitzt also jene Eigenschaften, die Turing mit dem «Proposed Electronic Calculator» realisieren wollte, einen Aufbau, der heute als Von-Neumann-Architektur bezeichnet wird. Als Turing in Manchester ankam, waren Williams und Kilburn daran, das Mark 1 genannte Nachfolgemodell zu bauen. Der neuseeländische Philosoph und Technikhistoriker Brian Jack Copeland legt überzeugend dar, dass Newman, als Ideengeber für die Manchester-Computer, ebenso wie

auch von Neumann massgeblich von Turing inspiriert worden seien, dass Turing der Vater des modernen Computers sei. Doch jene Ingenieure, die sich Ende der 1940er Jahre daranmachten, erste praxistaugliche Computer zu bauen, kannten Turings Arbeiten kaum. Bitter resümiert der Turing-Biograf Andrew Hodges: «Schon um 1950 war Alan Turing eine Unperson, der Trotzki der Computer-Revolution.»

### Idealisierung

Als er in den 1970er Jahren begonnen habe, sich für Turing zu interessieren, so erzählt Hodges im persönlichen Gespräch, sei dieser schon fast vergessen gewesen. Hodges, Mathematiker an der Oxford University, knüpfte Kontakte zu Verwandten und Freunden Turings, führte Interviews, begann Quellenmaterial zu sammeln. Seine materialreiche Biografie, 1983 erstmals erschienen, ist nach wie vor ein Standardwerk. Er habe, so berichtet Hodges, jeden Brief, jede Notiz Turings ausgewertet, und doch bleibe Turing ihm ein Rätsel.

Hodges hat Turing dem Vergessen entrissen, nun droht der Blick auf diesen überaus bedeutenden Wissenschaft-

ter durch Idealisierung und Heroisierung verstellt zu werden. Weil Turing keine Aufzeichnungen hinterlassen hat, die sein Innenleben dokumentieren, weil seine persönlichen Beweggründe im Dunkeln bleiben, reizt er die Phantasie. So wird Turing, der Marathon laufende Mathematiker, der schnell rechnende Stotterer, der schüchterne U-Boot-Krieger, der schmutzige Schönlings, der introvertierte Visionär, immer wieder neu erfunden. Viele dieser Schöpfungen sind Kitsch, so etwa der «Vater des Computers», den Rolf Hochhuth sich 1987 ausgedacht hat. Der deutsche Dramatiker lässt Turings Sekretärin schwärmen: «Wie schön er ist. Geist und Sport im selben Menschen: Wann gab es das in diesem Mass! Die gewölbte, beherrschende, ihn sicher auch bedrückende Stirn ragt fast wie ein Helm über die leuchtend blauen, aber ganz tief liegenden Augen. Mathematik und Schönheit – wie nahe kam hier die Natur dem Vollkommenen, das sie aber offensichtlich doch nicht will. Denn warum sonst könnte dieser Mensch nur Gleichgeschlechtliche lieben?»

Warum genießt Turing, dieser kauzige Mathematiker, so grosse Popularität? Er hat wenig publiziert, und was gedruckt wurde, dürfte nur für wenige verständlich sein. Seine kryptologischen Arbeiten während des Kriegs waren bis Mitte der 1970er Jahre geheim, sie sind schlecht dokumentiert und bleiben bis heute schwer zu würdigen. Es ist klar, dass er sich um die Konstruktion von Computern verdient gemacht hat, doch ist es nicht einfach, seinen Einfluss klar zu bezeichnen.

«Fest steht», so schreibt über Turing Hans Magnus Enzensberger in «Elixiere der Wissenschaft» (2002), «dass er nie eine Zeitung gelesen hat; dass er sich seine Handschuhe selber strickte; dass er fortwährend Koffer, Bücher, Mäntel verlor; und dass er, sofern er bei Tisch sein hartnäckiges Schweigen brach, in ein schrilles Gestotter verfiel oder krähdend lachte. Seine Augen waren von einem strahlenden, anorganischen Blau, wie aus gemaltem Glas.» Vielleicht ist es auch ganz anders, «jedenfalls», so Enzensberger, «will das Gerücht nicht verstummen, man könne ihn, oder sein Simulacrum, zuweilen, an feuchten Oktobertagen besonders, in der Umgebung von Cambridge, auf abgemähten Stoppelfeldern, unberechenbar Haken schlagend, im Nebel querfeldein laufen sehen».

### Ein angebissener Apfel

Im Januar 1952 entdeckte Turing, dass bei ihm eingebrochen worden war. Kleidungsstücke fehlten, ein paar Schuhe, Besteck, eine Flasche Sherry, ein Rasierapparat und ein Kompass. Er erstattete Anzeige, musste dann aber bald feststellen, dass er zum Angeklagten geworden war. Ein verdächtiger junger Mann hatte ihn als Homosexuellen «geoutet», im Grossbritannien der 1950er Jahre – wie auch schon zu Oscar Wildes Zeiten – eine «grobe Sittenlosigkeit». Während Wilde 1895 zwei Jahre Arbeitslager erleiden musste, die ihn gesundheitlich ruinierten, konnte sich Turing dem Gefängnis entziehen, indem er sich der chemischen Kastration unterwarf. Zwei Jahre später, am 8. Juni 1954, wurde er in seinem Haus in Wilmslow, einem Städtchen südlich von Manchester, tot aufgefunden. Als Todesursache wurde eine Zyanidvergiftung festgestellt. Neben dem Bett fand man einen angebissenen Apfel, in der Küche ein Konfitüreglas mit Zyanidlösung. Ob der Apfel vergiftet war, wurde nie untersucht.

Jack Copeland (Ed.): Alan Turing's Automatic Computing Engine. The Master Codebreaker's Struggle to Build the Modern Computer. Oxford University Press, Oxford 2005; Andrew Hodges: Alan Turing – The Enigma. Walker, New York 2000 (1. Aufl. 1983, dt. 1989, engl. Neuauflage angekündigt); www.turingarchive.org; www.turing.org.uk.

## Turing im Test der Zeit – Nachgeborene im Gespräch

Ein Computer ist heute nach spätestens drei Jahren abgeschrieben. Warum sollte sich jemand heute noch mit der Turingmaschine beschäftigen, die vor rund 75 Jahren erfunden wurde?

Wichtiger als die Entdeckungen sind in einer Wissenschaft die Begriffe und Konzepte. Ohne den Begriff «Leben» gäbe es keine Biologie, «Energie» und «Materie» definieren die Physik. Turing lieferte mit der Turingmaschine eine mathematische Definition des Begriffs «Algorithmus» und begründete so die Informatik. Mit dieser Definition wurden Möglichkeiten geschaffen, um Probleme daraufhin zu überprüfen, ob sie lösbar sind.

Nun lassen sich leistungsfähige Computer ohne Kenntnisse der Turingschen Theorien bauen.

Wir brauchen Turing nicht, um Computer zu bauen, Berechenbarkeit ist in der Informatik nicht mehr Kerngeschäft. Aber wir brauchen eine präzise Definition von «Algorithmus», um Problemlösungen diskutieren zu können.

Turing interessierte sich für viele verschiedene Themen: Mathematik, Meta-Mathematik, Wahrscheinlichkeitstheorie, Logik, Informatik, Physik, Biologie, Philosophie – war er sprunghaft, ein Eklektiker? Oder können Sie einen Zusammenhang erkennen zwischen den verschiedenen Themen?

Turing lebte in der schönen Zeit, als es für viele Wissenschaftler selbstverständlich war, sich für die Welt insgesamt zu interessieren. Turing war nicht der Einzige mit solch breiten Interessen, John von Neumann war auch so, Einstein ebenso wie auch Gödel. Diese Naturwissenschaftler interessierten sich für viele Themen aus Physik, Chemie und Mathematik und versuchten ihr Spezialgebiet als Teil eines Ganzen zu verstehen. Heute vermissen wir solche Wissenschaftler.

Was hätte Turing noch gemacht, wenn er 1954 nicht gestorben wäre?

Das ist schwierig abzuschätzen. Vermutlich hätte er sich mit der Berechnungskomplexität beschäftigt. Es geht hier um

die Frage, wie viel Arbeit ein Rechner bewältigen muss, um zu einer Lösung zu gelangen. Es gibt Probleme, für deren Lösung die besten Algorithmen mehr Operationen benötigen, als es Protonen im bekannten Universum gibt. Die Beschäftigung mit solchen Fragen brachte einige der tiefgründigsten Beiträge der Informatik hervor.

Würde sich Turing im heutigen Wissenschaftsbetrieb wohlfühlen?

Er hätte es sehr schwer. Es ist die Zeit der Spezialisten, die über immer kleinere Spezialgebiete immer mehr wissen. Die wissenschaftlichen Aufsätze vermehren sich rasch, aber grosse, wesentlich neue Erkenntnisse sind ausgeblieben. Wir benötigen in der Informatik neue Impulse, deshalb braucht es heute Wissenschaftler wie Turing mit breitgefächerten Interessen.

Interview: S. B.

Professor Juraj Hromkovic beschäftigt sich an der ETH am Departement für Informatik mit Informationstechnologie und Ausbildung.