

Einer der größten Wissenschaftler des 20. Jahrhunderts

# Berühmt und doch unbekannt

Zum 100. Geburtstag von Alan Turing

André Schwarz

Die wissenschaftlichen Errungenschaften, die den Namen Turing tragen, zeichnen das Bild eines zweifellos genialen, aber weltfremden Schreibtischgelehrten. Turing ist mittlerweile berühmt, dazu tragen eine Unzahl von Büchern und Artikeln bei, wie auch ein mittelmäßiges Hollywood-Epos über die Enigma. Doch wer ist eigentlich Alan Turing<sup>1</sup>?

## Ein Kind des Empires

Bei Turings Geburt, 1912 im Londoner Stadtteil Paddington herrscht noch das britische Empire. Eine Weltmacht gekennzeichnet durch Schlachtschiffe und Telegrafenkabeln, die Aufstände im weit verzweigten Weltreich unterwerfen. Turings Vater dient auf zweit-rangigen Verwaltungsposten in Indien, seine Mutter Sara entstammt einer Familie aus lauter Empire-Ingenieuren: Stoneys bauen Dämme am Nil, ziehen Eisenbahnen durch Indien und prägen 1894 sogar das Wort Elektron.

Das Empire geht daran, seine Macht-techniken zu modernisieren: 1904 baut Fleming eine Elektronenröhre, aus der deForest 1906 das erste energielose Steuerelement und in Turings Geburtsjahr auch einen elektronischen Verstärker entwickelt. Doch das Neuland Hochfrequenz erlaubt es Marconi, dem großen Nutznießer fremder Erfindungen Britanniens Machtbasis umzustellen: Dem Kabeltelegrafemonopol folgt die Radiotelefonie.

Wie so viele Kiplings, Turings oder Stoneys wachsen Alan und sein älterer Bruder ohne Eltern in fremder britischer Obhut auf. Es sind die drohenden deutschen Torpedos im Mittelmeer, die seine Mutter 1917 dazu zwingen, in England zu bleiben. Im selben Jahr wird im „Room 40“, der



Alan Turing, von seinen Landsleuten als Homosexueller kriminalisiert, von der Computergeschichte lange Zeit marginalisiert, bleibt einer der einflussreichsten Wissenschaftler des 20. und 21. Jahrhunderts. (Quelle: HNF)

Zentrale des britischen Abhördienstes, das geheime Zimmermann-Telegramm dechiffriert und bewirkt den Kriegseintritt der USA. Das Jahrhundert kriegsentscheidender Kryptoanalysen hat begonnen.

Alan Turing, ein Kind, das die Schule vergeblich versucht zu disziplinieren, konstruiert mit elf Jahren eine erste „ungemein primitive“ Schreibmaschine. Im selben Jahr entsteht auch die „komplizierteste Schreibmaschine“ der Kriegsgeschichte, die ENIGMA und verursacht im Militärfunk dieselbe grundlegende Wende wie Turing später in der Mathematik. Was er weiterhin nicht lernen mag, sind Handschrift, klassische Sprachen und ein Upper-class-Benehmen namens „Lebenskunst“, was er kennenlernt, sind

die zwei großen Bindemittel britischer Elitenzucht: Sport und Homosexualität.

Ein Preisbuchgeschenk führt ihn in Kryptografie ein und begeistert einen Schüler, der nach Lehrerurteil „unter Vernachlässigung seiner elementaren Aufgaben meist höhere Mathematik treibt“. Weshalb das ehrwürdige King's College ihm erst beim zweiten Anlauf die Tore öffnet. 1935, nach einer Promotion über die Gaußsche Fehlerfunktion, ist der Zweiundzwanzigjährige jüngster Dozent im Cambridge Wittgensteins, Moores und all der Intelligenzen, die Göttingen seit der Machtergreifung verloren hat. Während ein radfahrender Turing seine Sommerferien in deutschen Jugendherbergen verbringt, schreibt die Wehrmacht zur informationstechnischen Vorbereitung des Blitzkriegs. Ihr Problem: Es gar nicht erst wieder zu Schützengräben und Stellungskrieg kommen zu lassen. Doch dies setzt Panzerdivisionen mit perfekter Fernsteuerung voraus, die Lösung: UKW-Funk und ENIGMA-Maschinen im ganzen Heer. Mit einer Billion unterschiedlicher Schlüsselstellungen gelten diese als praktisch sicher, bis Turing das Gegenteil beweisen wird.

## Die Universale Diskrete Maschine

1935 auf den Wiesen von Grantchester ersonnen, bringt seine „Superschreibmaschine“, wie sie sein Biograf Hodges bezeichnet, obwohl nie gebaut, und doch technisch wie mathematisch revolutionär, seinem Namen den höchsten Erfinderruhm. Dabei ist sein Anliegen, zunächst nur das 1928 von dem deutschen Mathematiker David Hilbert<sup>2</sup> formulierte Entscheidungsproblem zu lösen – das heißt die Frage zu beantworten, ob sich die Gültigkeit beliebiger logischer Aussagen mit einem mechanischen Verfahren in einer endlichen Zahl von Schritten beweisen lässt. Endlich viele Schritte

sollen eine Analysis ablösen, die seit Leibnitz und Newton unendliche Annäherungen an die Natur gesucht haben. Dazu wählt er die einzige Art von „Computer“, die es in den 1930er-Jahren gibt: einen mit Papier, Bleistift und Instruktionen versehenen Menschen. Dieses Rechnermodell reduziert er formell, indem er alle Spuren von Intelligenz tilgt; zurück bleibt nur die Fähigkeit, Befehle zu befolgen und ein begrenztes Sortiment an Symbolen auf einem beliebig langen Papierstreifen zu lesen und zu schreiben.

Das Ergebnis ist eine mathematische Blackbox, die vorgegebene Instruktionen befolgt. Diese stehen als kodierte Symbole in aneinandergereihten Feldern auf dem Papierstreifen, der zugleich die Eingabedaten aufnimmt. Die jeweils auszuführende Anweisung hängt von dem gerade gelesenen Symbol und dem momentanen internen „Geisteszustand“ der Maschine ab. Sie besteht darin, ein Symbol auf dem aktuellen Feld zu löschen oder zu schreiben, den gegenwärtigen Geisteszustand beizubehalten oder zu ändern und ein Feld nach links oder rechts weiter zu rücken oder – nach dem Ende der Berechnung – anzuhalten. Für eine Turing-Maschine existiert Zeit nicht als Kontinuum, sondern als Folge von Arbeitsschritten. Komplexe Symbole lassen sich letztlich durch zwei einfache Zeichen darstellen – eine Null oder eine Eins. Seitdem gibt es unsere endlosen Bitströme: Computerzahlenreihen, die zugleich Zahlen und Buchstaben, Funktionen und Axiome anschreiben.

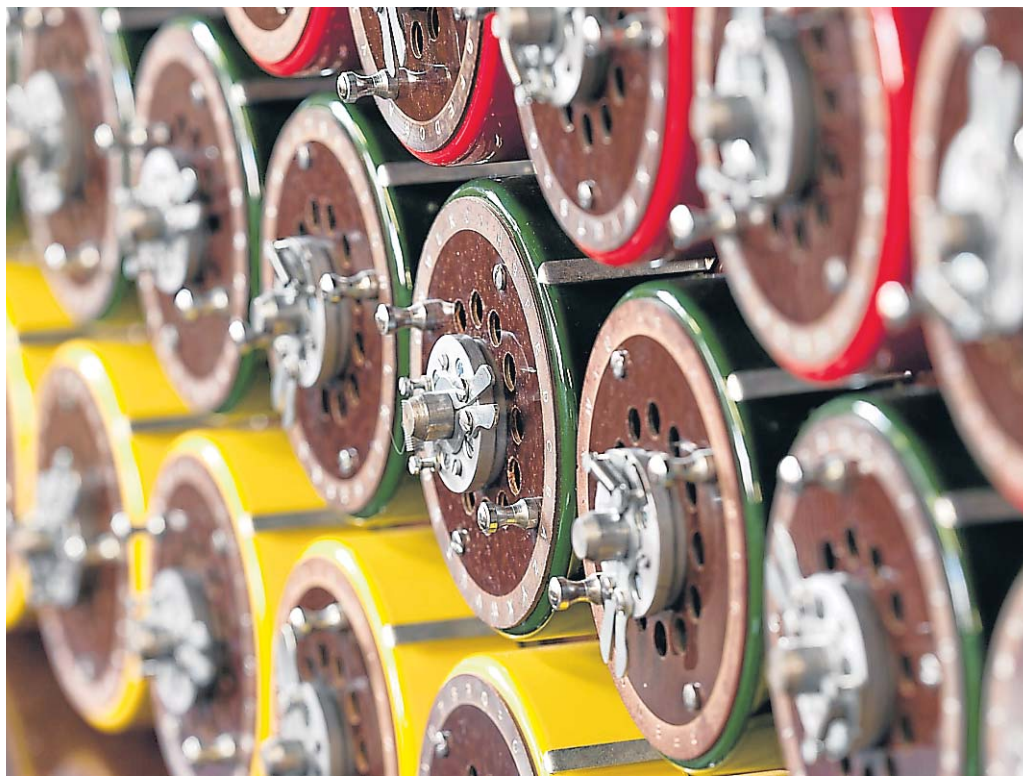
Als Zweites weist Turing nach, dass eine solche Maschine theoretisch in der Lage ist, „jede berechenbare Sequenz zu berechnen“. Als „universelle“ Rechenmaschine kann sie beliebig andere Maschinen nachahmen, indem sie eine passende kodierte Beschreibung von deren Arbeitsweise ausführt. Damit schafft Turing das Grundkonzept für die heutige Software. Schließlich löst er Hilberts Rätsel, indem er fragt: Gibt es eine universelle Rechenmaschine, die für jeden beliebigen Automaten, dessen Arbeitsweise sie nachahmt, in einer endlichen Zahl von Schritten herausfindet, ob er mit Sicherheit irgendwann anhält? Turing kann zeigen, dass dies nicht der Fall ist. Damit heißt die Antwort auf das Entscheidungsproblem „Nein“. „Man kann eine Maschine bauen, die alles, was machbar ist, tun kann“, so Turing, „aber man kann keine Maschine bauen, die einem sagt, ob etwas machbar ist.“

## Codeknacken für die Alliierten

Am Vorabend des Zweiten Weltkrieges gilt es, jetzt die neue Mathematik auch physikalisch zu implementieren, digitale Algorithmen besetzen jetzt die Labors. Ihre Genauigkeit – im Unterschied zu Analogcomputern, die allemal ans unaufhörliche Rauschen der Natur grenzen – hängt bloß vom Konstruktionsaufwand ab. Nichts aber hat die Elektrotechnik mit ihren Schwingungen und Wellen, ihren Röhren und Spulen auf die Binärzahlen vorbereitet.

In den Bell Labs erstellt Shannon<sup>3</sup> seine Theorie, Zuse<sup>4</sup> bastelt aus Relais seinen ersten Binärcomputer. ►

Die „Bomben“ in Bletchley Park setzten elektro-mechanisch Turings geniale Idee der Suche nach dem wahrscheinlichsten Wort um. (Quelle: HNF)



► Turing montiert in Princeton, wo er unter emigrierten Mathematikern die Jahre 1936 bis 1938 verbringt, als erste Anwendung seiner Universalmaschine einen binären Multiplizierer. Den schnellen Ruhm einer Assistentenstelle, die John von Neumann<sup>5</sup> (und damit Amerika) ihm anbietet, schlägt er aus; lieber lernt er, mit Spulen und Relais, Bohrern und LötKolben umzugehen. Turing ist ein einfacher Mensch. Was sein Lehrer in Cambridge als die „Kühnheit“ beschreibt, „Papierbänder mit gestanzten Löchern in die Grundlagen der Mathematik eingeführt zu haben“, lenkt auch Turings Alltag. In Kleidung, Haarschnitt und Benehmen halten ihn Leute noch mit Dreißig für einen Studienanfänger.

Harmlos ist der gebastelte Binärmultiplizierer mitnichten. Im Herbst 1937 rechnet Turing, der noch vier Jahre zuvor gegen britische Aufrüstung protestiert hat, mit Krieg. Folglich soll sein Multiplizierer Geheimnachrichten so verschlüsseln, dass 100 Deutsche an 100 Tischrechnern 100 Jahre zur Lösung brauchen würden. Computer und ihre Vorläufer, die primitiven Relais-schaltungen des Vorkriegs, wurden nicht erfunden, um irgendwelche Geheimnisse einer allemal analogen Natur aufzudecken. Hinter den Nullen und Einsen verstecken sich Befehle, Kommandos und strategische Entscheidungen.

Aus mathematischen Modellmaschinen und Relaisbasteleien wird kriegstechnischer Ernst. Den Verantwortlichen des britischen Geheimdienstes MI6 ist bewusst, dass das von den Polen übernommene Entzifferungsverfahren für die ENIGMA nach einem Verfahrenswechsel völlig wertlos wird (was dann auch zum 1. Mai 1940 eintritt). Turing, Ende 1939 beauftragt, einen Ausweg zu suchen, findet eine Lösung<sup>6</sup>: Die Annahme eines Wortes, das im Klartext wahrscheinlich vorkommt und dessen Stellung ungefähr bekannt ist (eine Methode, der man sich heute noch bedient). Für den Fall, dass diese Methode des wahrscheinlichsten Wortes einmal nicht zum Ziel führt, perfektioniert er die polnische Lochkartenmethode (Banburism) und entwickelt eine kryptologische Bewertung der gefundenen Parallelstellen (weight of evidence). Ab dem 14. Mai 1940 übernehmen dann in Bletchley Park die von ihm entwickelten, von Harold Keen gebauten elektromechanischen „Bomben“ die von den Militärs dringend geforderten Entzifferungen.

Im Auftrag der britischen Regierung beteiligt er sich ab November 1942 in den US-Bell-Labs mit Entwicklungen zum digitalen SIGSALY-Projekt, das zur Sicherung der hoch geheimen Telefongespräche Churchills mit dem US-Präsidenten dienen soll. Es wird das erste betriebssichere digitale Sprachdaten-Übertragungssystem, das nach 1946 zu einem zellularen Verfahren weiterentwickelt wird; unsere heutigen GSM-Netze sind somit ein indirektes Ergebnis der Kryptologie. Aber auch die vom US-Navy-Geheimdienst geplanten schnellen teilelektronischen US-Bomben (gegen die Enigma M4) hätten ohne Turings Mitarbeit kaum den Weg zu einer schnellen Realisierung gefunden.

In den USA noch als „the top cryptanalyst of England“ herumgereicht, muss er bei seiner Rückkehr feststellen, dass er im bürokratisierten Bletchley Park überflüssig geworden ist. Hanslope Park, Forschungszentrum für geheime Nachrichtenübertragungsverfahren des MI6, bietet ihm ab



Turing wird heute vor allem mit dem Brechen der deutschen Enigma-Chiffrierung identifiziert, seine Arbeiten gehen aber weit darüber hinaus. (Quelle: HNF)

Herbst 1943 die Möglichkeit, an der britischen Version einer Sprachverschlüsselung (DELIAH) zu arbeiten. Ab jetzt ohne irgendwelche Priorität benötigt Turing zu viel Zeit, sein System wird erst zum Kriegsende betriebsbereit und kommt nicht mehr zum Einsatz. Eine zivile Anwendung wird abgelehnt und die Geräte geraten in Vergessenheit (über eine spätere geheime Weiterentwicklung kann nur spekuliert werden).

#### ACE und Manchester Baby

Anfangs 1945 taucht Alan Turing aus dem Nichts auf, ausgestattet mit exzellenten Kenntnissen im Computerbau (die sich niemand traut zu hinterfragen) und wartet auf die Chance, seine Turing-Maschine elektronisch zu realisieren. Diese Chance bietet sich im Sommer, als das National Physical Laboratory (NPL) ihn beauftragt, die sogenannte „Automatic Computing Engine“ (ACE) zu entwickeln.

In seinem detaillierten Bericht „Proposed Electronic Calculator“ geht es ihm vor allem darum, Mittel für den geplanten Rechner zu erhalten und dieser enthält daher die weltweit erste komplette technische Spezifikation eines Computers mit Programmspeicher, im Gegensatz zu John von Neumann's (zu) oft zitiertem (theoretischen) Bericht „First Draft of a Report on the EDVAC“. Dieser stellt sich im heutigen Licht schlussendlich nur als eine (geniale) Zusammenfassung dessen heraus, was von Neumann mit Turing (ab 1935) und Computerpionieren der 40er-Jahre wie Aiken, Mauchly und Eckert zusammen diskutiert hat (und dabei „vergisst“ er seine Quellen zu erwähnen). Es ist ihm aber anzurechnen, dass er seinen Bericht als „open source“ veröffentlicht und somit den weltweiten Computerbau ankurbelt hat (andererseits auch die Patentanwälte auf Jahre hinaus beschäftigt).

Seine weiterentwickelten Überlegungen zum ACE stellt Turing zusammen mit Wilkinson ab Dezember 1946 in den „Turing-Wilkinson-Lecture Series“ vor, hier ragen vor allem seine inzwischen hardwaremäßig angeordnete Realisierung von bedingten Sprungbefehlen sowie eine vereinfachte Kontrolleinheit hervor. Die im Januar 1947 auf dem „Symposium on

Large Scale Digital Calculating Machinery“ an der Harvard Universität vorgestellten US-Rechner beeindruckten ihn nicht sonderlich, für ihn ist sein ACE mindestens gleichwertig. Im Unterschied zu den Briten haben die Amerikaner aber verstanden, dass ein Rechnerbau nur erfolgreich sein kann, wenn Entwicklung und Bau eines Rechners am gleichen Ort erfolgen. Dies hat Turing auch für das NPL im Sinne, doch dieser wichtigen Erkenntnis verschließt man sich.

Turing möchte vor allem mit seinem ACE „Superrechner“ die Technik voll ausreizen und damit seinen lang gehegten Wunsch umsetzen, das menschliche Gehirn „nachzubauen“. Doch seine entworfenen Speicherelemente stecken technisch noch in den Kinderschuhen, und die Entwicklung schreitet ihm zu langsam voran. Seine Wünsche überfordern die Mathematiker, Ingenieure und Manager des NPL, die vorerst an einer wesentlich kleineren Maschine zuerst die technische Machbarkeit ausprobieren möchten. Kompromisse will keiner eingehen und ein zunehmend marginalisierter Turing flüchtet in ein „sabbatical year“ in das ihm vertraute Cambridge, um sein geliebtes Vorkriegsleben wieder aufzunehmen.

Cambridge wird zu einem Wendepunkt in seinem Leben. Hier entsteht sein letzter Bericht an das NPL, das wegweisende Kompendium „Intelligent machinery“, voll innovativer Ideen über Computer, Maschinenintelligenz, Lernprozesse und Erkenntnistheorie. Wichtiger Bestandteil sind dabei seine Überlegungen über „unorganisierte“ Maschinen, also die Idee neuronale Netze mittels Computern zu realisieren. Als ein Ergebnis eines Lernprozesses kann eine solche Maschine für identische Eingaben zu unterschiedlichen Momenten verschiedene Ergebnisse produzieren. Turing betont auch, dass Maschinen Fehler während des Lernprozesses begehen können. Es ist also durchaus möglich für Maschinen, dabei zu versagen eine bereits existierende Lösung zu finden oder aber auch ein falsches Ergebnis zu produzieren. „Wenn eine Maschine absolut fehlerfrei arbeiten soll, kann sie nicht zugleich intelligent sein“, notiert Turing. In seiner Abwesenheit geniert

man sich am NPL dann auch nicht, fast alles was die ACE einzigartig gemacht hätte (also vor allem Turings Ideen) aus dem Entwurf herauszuschmeißen, der ACE wird normalisiert, in Reihe mit den Industriestandards gebracht.

Hier in Cambridge bietet sich ihm die willkommene Gelegenheit, sich mit Psychologie und Physiologie eingehend zu beschäftigen (auch Norbert Wiener<sup>7</sup> findet sich hier ein, um über die Zukunft intelligenter Maschinen zu diskutieren). Eine zukünftige Arbeit am NPL kann er sich nicht mehr vorstellen, also nimmt er 1948 Max Newmans Angebot an, am Manchester Rechnerprojekt als „Deputy director“ mitzuarbeiten. Am „Manchester Baby“ hat man bereits mittels Kathodenstrahlröhren erfolgreich den ersten RAM-Speicher realisiert. Für eine größere und vielseitigere Maschine schreibt Turing das Programm und entwirft einige technische Verbesserungen. Leider erweist sich die von ihm vorgesehene Programmierung für die anderen als schwierig nachzuvollziehen und wie Maurice Wilkes notiert: „extrem bizarr... [Turing] hatte ein sehr flinkes Gehirn und brauchte so keine Konzessionen an weniger gut Ausgestattete zu machen“. Mit geringen Modifikationen baut dann Ferranti Ltd. nach diesen Vorgaben den Computer Manchester Mark I, den weltweit ersten kommerziell verfügbaren Universalcomputer ab Februar 1951.

#### Imitation Game

Schon seit den Tagen in Bletchley Park angedacht, veröffentlicht Turing mit „Computing Machinery and Intelligence“ im Oktober 1950 seine kontrovers diskutierte Überlegungen. Im Gegensatz zu früheren Arbeiten beginnt er hier sofort mit einer Absichtserklärung: „Ich schlage vor die folgende Frage zu überprüfen: „Können Maschinen denken?“ Anstatt Definitionen vorzugeben, reformuliert Turing seine Fragestellung, indem er ein „imitation game“ vorschlägt, heute als Turing-Test bestens bekannt. Diesen entwickelt er nicht, um etwas zu testen. Stattdessen soll dieses Gedankenexperiment klären, wie wir dazu kommen, unseren Mitmenschen eine Eigenschaft zuzuschreiben, die wir von uns selbst nur durch Introspektion kennen: Bewusstsein. Ein Gutachter sitzt vor einem Fernschreibgerät – heute würde man sagen: in einem Chat-Forum im Internet – und tauscht mit einem Unbekannten Fragen und Antworten aus. Angenommen, er kommt nach einem längeren Frage-Antwort-Spiel zu dem Ergebnis, sein Partner sei ein Mensch, es ist aber in Wirklichkeit eine Maschine: Müsste man dieser Maschine dann Bewusstsein, Intelligenz oder ähnliche Qualitäten zuschreiben, die in unserer Vorstellung den Menschen vorbehalten sind? ►

In den berühmten „Huts“ in Bletchley Park, wo Tausende von Menschen die streng geheime Organisation ULTRA bildeten, gelang es Alan Turing und seinen Mitarbeitern, die Vielzahl von Enigma-Chiffrierungen zu brechen. (Quelle: HNF)



## Berühmt und doch unbekannt

► Diese Art Fragestellungen sind mehr als nur Seitenhiebe gegen die Engstirnigkeit eines insularen Englands der 50er Jahre. Wissenschaftler und Journalisten die sich einen „gottgegebenen Humanismus“ auf die Fahne schreiben, feinden ihn an und verbreiten Horrordisvisionen und wilde Spekulationen über intelligente Maschinen. Ein von der BBC ausgestrahltes Rundtischgespräch im Januar 1952 zum Thema „Denkende Maschinen“, bei dem Turing wohl zum tausendsten Male seine Ideen gegen alle möglichen Einwände verteidigen muss, erlebt einen müden Turing, der immer wieder in die Defensive getrieben wird.

### Watching the daisies grow

Ein Mitschülervers in der Grundschule besagte schon, Turing würde beim obligaten Hockey lieber dem Wachsen der Gänseblümchen zusehen. Heute wissen wir, dass Turings Werk „The Chemical Basis of Morphogenesis“ von 1952 wesentliche Ideen zur biologischen Musterbildung vorweggenommen hat. Die Form der Selbstorganisation ist bis dahin mit den zur Verfügung stehenden Mitteln theoretisch nicht zu erfassen. Was die Mathematiker vor der Erfindung des Computers zu lösen verstehen, sind – von seltenen Ausnahmefäl-



Mit dem innovativen Ferranti Mark I Computer von 1953 (rechts im Bild Alan Turing) stand die britische Computerindustrie an vorderster Stelle; sie fiel jedoch schon ab den 60er Jahren den finanzstärkeren US-Firmen zum Opfer. (Quelle: fceit.staffs.ac.uk)

len abgesehen – lineare Differenzialgleichungen, die jedoch können die Entfaltung eines Musters beschreiben, nicht aber seine Entstehung.

Turing zeigt, dass sich ein Muster tatsächlich aus dem Nichts bilden kann. Er betrachtet, wie der Embryo Schritt für Schritt, nur durch chemische Reaktionen und mechanische Kräfte getrieben, Strukturen bildet. Sein Hauptaugenmerk gilt dabei den chemischen Mustern. Er prägt den Begriff „Morphogen“ für eine abstrakte chemische Substanz, die im Stande ist, eine Gewebedifferenzierung auszulösen. Seine revolutionäre Erkenntnis besteht darin, dass die Diffusion im Gegensatz zu ihrer üblichen Wirkung geringe Unterschiede verstärken kann – unter zwei Voraussetzungen: 1. An den chemischen Reaktionen sind mindestens zwei „Morphogene“ mit erheblich verschiedenen Diffusionsraten beteiligt; 2. Die chemischen Reaktionen sind nichtlinear. Unter diesen Bedingungen entstehen aus kleinen Abweichungen von der Homogenität stabile Muster.

Seine Arbeit markiert den Übergang von der analytischen zur berechnenden (numerischen) Mathematik. Sein Beweis ist zwar analytisch; darüber hinaus enthält Turings Arbeit jedoch die erste rechnerische Simulation für Musterentstehung in Gegenwart von stochastischen Fluktuationen und ist wahrscheinlich die erste Arbeit zur experimentellen Mathematik. Turings hypothetisches System mit zwei Substanzen ist zwar eine Vereinfachung, verdient aber Anerkennung dafür, eine neue Sicht auf die Entwicklungsbiologie eröffnet zu haben, die direkt den chemischen Reaktionen und mechanischen Kräften gilt, mit denen der Embryo seinen Körper aus einer einzelnen Zelle heraus selbst organisiert und ist seiner Zeit voraus. Mit diesem Zugang erforschen Biologen noch heute, wie Moleküle und Kräfte zwischen Zellen die embryonale Entwicklung steuern.

Sowohl Turing als auch von Neumann sind sich der Verarbeitungsfehler ihrer Maschinen bewusst. In den ersten nicht sehr einfachen Computer-codes lässt sich noch jeder „Bug“ aufspüren. Die Hardware arbeitet noch nicht zuverlässig, was zu inkonsistenten Ergebnissen führt. Seitdem hat sich das Problem umgekehrt. Beide Computerpioniere wissen, dass die Biologie auf statistischen, fehlertoleranten Methoden der Informationsverarbeitung

basiert. Ihrer Überzeugung nach bleibt der Technik keine Wahl, als denselben Weg einzuschlagen. „Müsste jeder Fehler gefunden, verstanden und korrigiert werden, könnte ein System von der Komplexität lebender Organismen nicht eine Millisekunde lang funktionieren“, erklärt von Neumann.

### Konfrontation

Sein Umzug nach Manchester 1948 kennzeichnet eine erneute Wende in seinem Leben. In Cheshire kauft er sein erstes und einziges Haus, geht regelmäßig zur Arbeit, beschäftigt sogar eine Haushälterin und unterhält einen festen Freundeskreis. Im Frühjahr 1951 wird Alan Turing zum Mitglied der Royal Society gewählt. Reisen nach Frankreich erlauben ihm im Gegensatz zu seinem Heimatland, seine gleichgeschlechtlichen Beziehungen auszuüben. Eine Beziehung, die er 1952 eingeht, führt schlussendlich zur Konfrontation mit einer intoleranten britischen Gesetzgebung. Einer Inhaftierung kann er nur entgehen, indem er sich einer menschenverachtenden Hormonbehandlung unterzieht, um ihn von seiner „Krankheit“ zu heilen. Der athletische Langläufer wird fett, es folgt ein Abstieg in Trauer und Verwirrtheit.

Mit dem Bündnisschutz hat Großbritannien auch die Verpflichtung übernommen, in allen Sicherheitsfragen amerikanische Standards zu befolgen. Seit 1950 läuft McCarthys Kampagne gegen homosexuelle Risikoprofile in State Department, CIA und NSA. Da Turing nicht die erwartete „Reue“ zeigt, wird schnell klar, dass kryptologische Projekte für die Regierung nicht mehr in Frage kommen. Turing wird zum Sicherheitsrisiko. Die Polizei überwacht ihn und verweigert ihm, England zu verlassen. Nachdem sie ihn chemisch entmannt haben, entmannten sie ihn jetzt auch moralisch.

Am 7. Juni 1954 beendet er sein Leben selbst. Premierminister Gordon Brown spricht zwar 2009 eine offizielle Entschuldigung für die Untaten aus, die ihm die britische Justiz angetan hat, zu einer angefragten Begnadigung kommt es aber nicht. Sein Biograf Andrew Hodges meint, dass die Frage nicht sei, ob die Regierung Turing hätte begnadigen sollen, sondern wie Turing der Regierung jemals hätte verzeihen können. ■

## Genial & Geheim

### Alan Turing im Heinz-Nixdorf-Forum in Paderborn



Mit bedeutenden und begehrten Leihgaben aus dem In- und Ausland wie vom US-Geheimdienst NSA, aus dem Science Museum in London, aus Bletchley Park oder von IBM, sowie innovativen und künstlerischen Installationen präsentiert das HNF mit „Genial & Geheim - Alan Turing in zehn Etappen“ in einer Sonderausstellung Turings herausragende Leistungen. Die Ausstellung konzentriert sich auf die Leistungen Turings bei der Enigma-Entschlüsselung und seine grundlegenden Arbeiten als Computerpionier, beleuchtet aber auch seine Ausführungen zur Künstlichen Intelligenz und zur Musterbildung in der Natur sowie die Tragödie seines Todes und seinen Nachruhm.

In monatlich aufeinanderfolgenden Inszenierungen werden die zehn Themen dargestellt. Ausstellungseröffnung war am 10. Januar 2012 mit dem Themenbereich „Enigma und die Atlantikschlacht“. Bis zum 8. Juli dreht sich mit „Können Maschinen denken“ alles um Alan Turings provokante Frage „Can machines think?“ Danach stehen bis zum 16. Dezember noch u.a. der Turing-Test, Musterbildung in der Natur und der ACE-Computer an.

Heinz Nixdorf Museums Forum, Fürstenallee 7, D-33102 Paderborn, Telefon 0049-5251/3066-00, (www.hnf.de). Geöffnet dienstags bis freitags 9-18 Uhr, samstags und sonntags 10-18 Uhr. Schulklassen haben nach Anmeldung freien Eintritt.

<sup>1</sup> Ein Unbekannter, Unsterblicher, in DIE WARTE vom 7. Juni 2007.

<sup>2</sup> Als David Hilberts Traum wie eine Seifenblase zerplatzt, in DIE WARTE vom 4. Mai 2006.

<sup>3</sup> Information – Ein merkwürdiger Stoff, in DIE WARTE vom 30. November 2008.

<sup>4</sup> Der Computer – sein Lebenswerk, in DIE WARTE vom 17. Juni 2010.

<sup>5</sup> Innovate or Die, in DIE WARTE vom 8. März 2007.

<sup>6</sup> Eine geheimnisvolle unbekannte Maschine, in DIE WARTE vom 7. Juni 2012.

<sup>7</sup> Revolutionäre Bedeutung, in DIE WARTE vom 29. Januar 2009.

**Bibliografie:** Dotzler, Bernd et al.: A. M. Turing Intelligence Service, Brinkmann u. Bose; Reinitz, John: Musterentstehung, Dyson, George: Der geistige Vater des Computers, in Spektrum der Wissenschaft 06/12; Präse, Michael: Chiffriermaschinen und Entzifferungsgeräte im 2. WK, mpress 2006; Copeland, Alan: Alan Turing's Automatic Computing Engine, Oxford Univ. Press; Leavitt, David: The man who knew too much, Norton 2006.