

Er begründete die algebraische Codierungstheorie

Die Kunst der Codierung

Zum 100. Geburtstag von Richard W. Hamming

von André Schwarz

Im April 1945 sitzt Richard Hamming im Rechnerraum in Los Alamos, New Mexiko, als einer der dort beschäftigten Physiker den Raum betritt. Hamming ist als Mathematiker seit kurzem engagiert, um für die Physiker, die unter dem Codenamen Manhattan Projekt die Atombombe bauen, auf den elektromechanischen IBM-Rechnern deren physikalischen Gleichungen zu programmieren. Als der Physiker ihn bittet, seine Berechnungen zu überprüfen, hat Hamming eigentlich vor, dies zu delegieren, fragt aber interessehalber, wozu diese Gleichungen denn dienen sollen.

Oh, es ist die Berechnung der Wahrscheinlichkeit, dass die Explosion der Bombe die ganze Erdatmosphäre entzünden könnte“, antwortet ihm dieser, worauf Hamming beschließt, die Berechnung doch lieber selbst vorzunehmen. „Die Arithmetik ist offensichtlich korrekt, aber ich kann nichts über den Eingangsquerschnitt von Sauerstoff und Stickstoff aussagen – denn nach allem, kann man nicht die sonst üblichen vorausgehenden Experimente auf dem zu erwartenden Energieniveau [Anm.: dem einer Atombombenexplosion] vornehmen“, argumentiert Hamming gegenüber dem Physiker, der ihm entgegnet, dass Hamming nur die Arithmetik überprüfen und ihm die Physik überlassen solle. „Was hast du nur getan, Hamming, du bist jetzt darin verstrickt, alles Leben, was im Universum bekannt ist, zu riskieren, und du weißt nicht ausreichend Bescheid über diesen essenziellen Punkt?“, fragt Hamming sich selbst. Dies war ungewohnt für jemanden, der sich bereits in seiner Schulzeit, ähnlich wie Alan Turing I, als ein fähigerer Mathematiker als seine Lehrer erwiesen hat.

Ein neues Forschungsgebiet

Eigentlich wollte Hamming Ingenieur werden, doch er erhält ein Stipendium für ein Mathematikstudium, das er 1942 erfolgreich mit einer Doktorarbeit über lineare Differentialgleichungen an der Univer-

sität von Illinois abschließt. Nach kurzer Lehrtätigkeit bewirbt er sich auf Bitten eines Freundes in Los Alamos, um anschließend in die Bell Telephone Laboratories zu wechseln. Hier teilt er sich ab 1946 zeitweilig mit Claude Shannon 2 ein Büro. „Wir taten unkonventionelle Sachen auf unkonventionelle Art und Weise und erhielten dennoch nützliche Ergebnisse. Deshalb tolerierte das Management dies und ließ uns die meiste Zeit in Ruhe.“ erinnert sich Hamming. Während Shannon seine Informationstheorie ausarbeitet, soll Hamming sich mit der Elastizitätstheorie beschäftigen, doch die neuartigen elektronischen Rechner faszinieren ihn wesentlich mehr. Bereits während seines Studiums haben ihn die Ideen in George Boole's Buch „An investigation of the Laws of Thought“ geprägt, was sich im folgenden als höchst bedeutsam für ihn erweisen soll.

An einem Freitag im Jahre 1947 startet er die Rechner, um langwierige und komplexe Berechnungen über das Wochenende auszuführen. Bei seiner Rückkehr am Montag stellt er fest, dass die Berechnungen bereits frühzeitig abgebrochen waren. Ausgelöst war dies durch ein Kontrollbit (Paritäts-Bit), das feststellt, ob innerhalb einer Gruppe von Bits (z.B. 8 Bit) während der Verarbeitung, Speicherung oder Übertragung ein Bit verfälscht worden ist. „Wenn der Computer einem mitteilen kann, dass ein Fehler aufgetreten ist,“ überlegt Hamming, „dann

muss es sicher auch einen Weg geben zu ermitteln, wo der Fehler aufgetreten ist, so dass der Computer selbst den Fehler korrigieren kann.“ Jedes Bit kann nur Null oder Eins sein, wenn man weiß, welches Bit falsch ist, kann es einfach korrigiert werden

Er erkennt, dass diese Fähigkeit weitreichende Konsequenzen hätte und löst dieses Problem selbst: Mit seiner wegweisenden Arbeit „Error detection and error correcting codes“, die im April 1950 im „Bell System Technical Journal“ erscheint, schafft er ein ganz neues Studiengebiet innerhalb der Informationstheorie, die Codierungstheorie. Er führt ein Konzept ein, das die Anzahl der Bitstellen feststellt die in zwei Codewörter (z.B. jeweils eine Gruppe von 8 Bit) verschieden sind und wie viele Veränderungen notwendig sind um ein Codewort in das andere überzuführen, heutzutage als Hamming-Distanz bezeichnet. Weiterhin entwirft er damit eine Familie von mathematischen fehlerkorrigierenden Codes, die man Hamming-Codes nennt. Mittels der Hamming-Grenze kann man die Effizienz eines fehlerkorrigierenden Codes feststellen. Mit dieser mathematisch höchst anspruchsvollen Theorie der Fehler korrigierenden Codierung können viele der Probleme, die üblicherweise in Telekommunikationsanlagen, mobilen Telefonnetzen, Festplatten, CD-Spielern, Flash-Speichern, dem Internet, wie auch in der für die „künstliche Intelligenz“ typischen Aufgabe der Gesichtserkennung auftreten, gelöst werden.

Publizist und Mahner

Während der 50er Jahre programmiert er einen der ersten kommerziellen amerikanischen Computer, den IBM 650, und mit Ruth A. Weis entwickelte er 1956 mit Bell 2 eine der frühen Programmiersprachen. Hamming ist auch publizistisch sehr aktiv: Neun Fachbücher, darunter das sehr weit verbreitete „Numerical Methods for Scientists and Engineers“, „Digital Filters“ und „Information and Coding Theory“, rund 75 technische Publikationen, wie auch Herausgeber

zahlreicher Fachzeitschriften der Informatik, Mathematik und Ingenieurwissenschaften. Stets ist er bemüht, den Wissenschaftlern zu verstehen zu geben, dass ihre Berechnungen auch Konsequenzen haben, wie auch seine Auffassung über wissenschaftliches Rechnen zu vermitteln: „The purpose of computing is insight, not numbers.“

Charakteristisch für Hamming ist dann auch seine Gewohnheit, in den Bell Labs sich stets an einen anderen Mittagstisch zu gesellen, um so intellektuelle Anregungen zu suchen und gleichzeitig seine Arbeitskollegen herauszufordern: Eines Tages fragt er die Chemiker, welche wichtigen Probleme es in der Chemie noch zu lösen gäbe. Bei der nächsten Gelegenheit erkundigt er sich, ob sie diese denn inzwischen bearbeiten würden, was sie verneinen. „Wenn das, was ihr macht, nicht wichtig ist und wenn ihr nicht glaubt, dass es zu etwas Wichtigem führen wird,“ entgegnet er ihnen, „warum arbeitet ihr überhaupt daran?“ Er sah sich gezwungen, daraufhin einen anderen Mittagstisch zu suchen.

Nach seinem Ausscheiden 1976 aus den Bell Labs, wo er sich vor allem mit numerischer Analyse und Entwicklung von digitalen Filtern („Hamming-Fenster“) beschäftigt hat, unterrichtet er Computerwissenschaften an der Naval Postgraduate School in Monterey, Kalifornien. Im Dezember 1997 hält er seine letzte Vorlesung, nur wenige Wochen vor seinem Tod am 7. Januar 1998. Im Rückblick meint sein dortiger Kollege Richard Franke: „Er wird noch lange für seine tiefgründigen Einblicke in die vielen Facetten von Wissenschaft und Computerberechnungen in Erinnerung bleiben. Ich selbst werde mich noch lange an seinen Schottenmuster-Sakko und seine ungezogenen Scherze erinnern.“

1 Berühmt und doch unbekannt, in Die Warte vom 21. Juni 2012

2 Information – ein merkwürdiger Stoff, in Die Warte vom 30. Oktober 2008

Bibliografie: wikipedia; Lüke, H.D. über eduard-rhein-stiftung.de;

Robertson, Edmund: Richard W. Hamming.

Richard Hamming begründete 1958 die „Association for Computing Machinery“ mit, die als Ehrung für seine maßgeblichen Beiträge zur Informatik die „IEEE Richard W. Hamming Medal“ schuf.

