

Ein Leben für die Informatik

Compiler und Cobol

Zum 20. Todestag von Grace Murray Hopper

André Schwarz

Wir schreiben den 31. Dezember 1999. Gleich wird die Jahreszahl auf 00 wechseln. In nur wenigen Augenblicken könnten Flugzeuge vom Himmel fallen, Tausende von Leuten in Aufzügen steckenbleiben, medizinische Geräte ihren lebenserhaltenden Dienst versagen. Und dies alles wegen der „19“, die vor 50 Jahren beim Entwurf der ersten Compiler den stets zu kleinen Computerspeichern zum Opfer fiel. Man hatte Millionen von Programmzeilen auf diese verflixte Zahlenkombination überprüft. Würde dies alles ausreichen? Hatte man nichts übersehen?

Ein Jahrzehnt später wissen wir, dass es glimpflich verlief. Doch damals in den 40er und 50er, als die von der Öffentlichkeit bestaunten „Elektronengehirne“ eine neue Ära verhießen, interessierte das Jahr 2000 vor allem Science-fiction-Autoren. Und die damaligen Programmierer konnten sich wohl kaum vorstellen, dass ihre Programme noch Jahrzehnte später in Millionen von Geräten werkeln würden.

Eine Frau, die für dieses Datumproblem mitverantwortlich ist, war Grace Murray Hopper. Aus heutiger Sicht ist dies erstaunlich, da wir inzwischen an eine männlich dominierte Informatikwelt gewöhnt sind. Die Anfänge der Computerprogrammierung sind aber eindeutig weiblich geprägt. „Schuld“ daran ist der Zweite Weltkrieg.

Spätestens nach Pearl Habor 1941 wird den US-Streitkräften klar, dass sie mit ihren Tausenden von „human computers“, die wochen- und monatelang mit Hilfe von Tischrechnern immer neue ballistische Tabellen für immer neue Geschütze herstellen, riskieren den kommenden Krieg unnötig zu verlängern. Nur eine automatisierte



Der raumfüllende Mark I von 1944 bestand aus 750 000 Einzelteilen, 530 Meilen Kabel und 3 000 000 Drahtverbindungen und lief mit einer Taktfrequenz von 0,33 Hertz.

(Foto: IBM)

und damit wesentlich schnellere Ausführung der von der Waffenindustrie dringend benötigten Berechnungen könnte dies verhindern. Doch die mit dem „differential analyser“ von Vannevar Bush und dem „partially automatic computer“ von George Stibitz bereitgestellten Rechenkapazitäten sind nicht ausreichend bzw. sind diese Rechner nicht geeignet.

Pionierarbeiten

Als am 2. Juli 1944 Grace Hopper auf dem Harvard-Campus in Cambridge eintrifft, weiß sie weder warum man sie dahin beordert hat noch welche Aufgaben auf sie warten. Die promovierte Mathematikerin, die bis dahin am College von Vassar unterrichtet hat, hat sich im Dezember 1943 als 37-Jährige bei der US Navy Reserve beworben, wo sie als wave officer ausgebildet wird. Nach Havard beordert hat sie Howard Aiken, der hier für das Bureau of Ships der US-Navy den ersten vollautomatischen frei programmierbaren amerikanischen Rechner betreibt. Sein Rechner Mark I, den er als Doktorand in Havard für Berechnungen von Reflexionen in der Ionosphäre entworfen hat und von IBM hat bauen lassen, ist inzwischen von der Navy angemietet worden, um ballistische Berechnungen auszuführen. Dieser raumfüllende elektromechanische Rechner kann eine Sequenz von arithmetischen Operationen mit Hilfe von Relais und Zählern ohne menschlichen Eingriff durchführen.

Grace Hopper ist dazu auserkoren, Aikens kleines Team bei der Programmierung zu unterstützen, „als dritte Programmiererin des Mark I“, wie sie sich selbst später oft scherzhaft vorzustellen pflegte. „Damals“, erinnerte sie sich, „musste man wirklich die Funktion jedes einzelnen Relais kennen, sonst konnte man kein Programm debuggen. Weil man nie wusste, ob ein Relais oder sein eigenes Programm

fehlerhaft war.“ Mark I zu programmieren bedeutet, ihm ganz genau Schritt für Schritt alle notwendigen Operationen mitzuteilen. Also müssen alle mathematischen Berechnungen in elementare Schritte zerlegt werden, eine Vorgehensweise, die bis heute noch immer gültig ist. Die kriegsbedingt oft aufwendigen und eng terminierten Berechnungen mit den sehr beschränkten Speichermöglichkeiten von Mark I zu bewältigen, stellt hohe Anforderungen an Leistung und Intellekt – und dies fasziniert Hopper. Da Mark I für den 24-Stunden-Betrieb ausgelegt ist, können aufwendige Berechnungen auch während mehrerer Tagen durchlaufen. Was bedeutet, dass dann alle im Labor übernachten.

Welchem konkreten Zweck die am Mark I ausgeführten Berechnungen dienen, sind nie bekannt. So auch nicht, als 1944 John von Neumann während vier Monaten in Havard verweilt und partielle Differentialgleichungen zweiten Grades ausführen lässt, wobei Hopper ihre bei Richard Courant erworbenen Kenntnisse sehr dienlich sind. Erst Hiroshima und Nagasaki lassen ihnen die Bedeutung ihrer Mitarbeit bewusst werden.

Hoppers Interesse liegt eindeutig in der Programmierung des Mark I und es frustriert sie, wie mühselig die Programmerstellung abläuft. Jeder schreibt für jede spezifische Aufgabenstellung ohne Rückgriff auf bereits existierende Programme von Anfang an ein komplett neues Programm, nur ausgestattet mit eigenen Notizen. Ihr Fokus richtet sie daher auf Methoden, die den Prozess der Programmerstellung beschleunigen. Ein erster Schritt ist, oft wiederkehrende Programme in Notizbüchern festzuhalten, heute als Unterprogramme (subroutines) bekannt. Doch Hopper erkennt, dass dieses manuelle Kopieren von Unterprogrammen nie fehlerfrei ist. Vor allem abends ist die Fehlerquote der Programmierer sehr hoch, so dass Mark I immer wieder wegen Fehler stoppt. Hopper wird klar, dass nur ein Einziger dieses Einfügen der Unterprogramme fehlerfrei bewerkstelligen kann, der Rechner selbst!

Neue Ansätze

Ende 1945 kehren alle aus Aikens Team wieder in ihren zivilen Berufe

zurück. Grace Hopper aber schlägt eine angebotene Professur in Vassar aus, sie befindet sich jetzt in der vordersten Reihe einer neuen und faszinierenden Wissenschaft. Sie will weiterhin in Havard helfen, neue Ideen zu entwickeln und erhält einen Dreijahresvertrag als wissenschaftliche Mitarbeiterin.

Das Kriegsende ermöglicht es, den bis dahin streng geheimgehaltenen Mark I und die Pionierarbeit von Aikens Team der Öffentlichkeit vorzustellen. 1947 organisiert Hopper zusammen mit Aiken in Havard das „Symposium of Large Scale Digital Calculating Machinery“ mit rund 300 Vertretern aus Universitäten, Industrie und Regierung, wo erstmals hochrangige Wissenschaftler wie George Stibitz, Richard Courant und John Mauchly ihre Arbeiten in der Computertechnik vortragen. Dieses Symposium stellt auch die Anerkennung der Arbeiten von Aikens Team durch die akademische Fachwelt dar.

Grace Hopper sieht das Potential des Mark I eindeutig nicht allein bei technischen und wissenschaftlichen Berechnungen, sondern auch bei kommerziellen Anwendungen. 1948 schickt die Prudential Life Insurance Company Mitarbeiter in Aikens Computation Lab, um mit Hilfe von Mark I aus ihren auf Band gespeicherten Kundensätzen Rechnungen zu erstellen. „Das war, soweit mir bekannt ist“, so Hopper, „das allererste Mal, dass ein Programm für Geschäftsdaten geschrieben wurde und auf einem Computer lief.“

Die Univac-Jahre

Am 1. Juni 1949 beginnt Grace Hopper als „senior mathematician“ bei John Mauchlys und Presper Eckerts neuer Computerfirma EMCC. Die beiden Eniac-Pioniere sind überzeugt, dass die Zukunft der Computeranwendungen in Unternehmensbereich, Verwaltung, Militär und Forschung liegt (genau wie Hopper) und wollen für diesen Kundenbereich ihren Universal Automatic Computer (Univac) entwerfen und bauen. Wie viele andere unterschätzen sie den Finanzierungs- und Zeitaufwand, so dass nur eine Übernahme durch Remington Rand es ihnen ermöglicht, den Univac I fertigzustellen. Dessen Konzeption erlaubt endlich eine wesentlich einfachere Eingabe per Schreibmaschinentastatur und seine 5 400 Elektronenröhren machen ihn 1 000 Mal schneller als Mark I.

Hoppers Aufgabe ist es auch, ein Team aufzustellen. Sie überzeugt Harvard- und Navy-Leute, ihr zu Remington Rand zu folgen, dabei bevorzugt sie enthusiastische, unabhängige und innovative Leute. Aus Havard bringt sie auch ihre Unterprogrammssammlung mit und kann sich jetzt dem Versuch widmen, ein Verfahren zu finden, das dem Rechner selbst erlaubt, diese Unterprogramme im richtigen Moment und in der richtigen Reihenfolge in den Programmablauf einzubinden.

Der 1. Compiler

Neben der drastischen Reduzierung der manuellen Eingabefehler, ist es ►

Mit Cobol erfüllt sich Grace Hoppers Wunsch nach einer textbasierten Programmiersprache für den Business-Bereich, die auf Computern aller Hersteller lauffähig ist.
(Foto: IBM)



► Hoppers Anliegen, eine Methode zu entwickeln, die es erlauben würde, dass Programme auf unterschiedlichsten Computertypen laufen könnten, was zu dem Zeitpunkt komplett unmöglich ist. So muss z. B. ein Mark I-Programmierer vollständig umgeschult werden, ehe er eine Univac programmieren kann. Hopper erkennt, dass die Softwareerstellung der zukünftige Motor der Computerwelt sein wird und dass die Programmierung ein Flaschenhals ist.

Ab Oktober 1951 schreibt sie jede Programmzeile für ihr Steuerungsprogramm per Hand (Rechnerzugang dafür ist nicht möglich), wobei sie sich an ihrer Erfahrungen mit den damaligen Spielregeln im Frauenbasket orientiert. So findet sie einen Weg, um in einem Programm Vorwärtssprünge in ein Programmteil, der zu dem Zeitpunkt noch nicht existiert, trotzdem zu ermöglichen. Sie sieht im Arbeitsspeicher des Rechners eine „Neutrale Ecke“ vor, in der diese Vorwärtssprünge zeitweise zwischengespeichert sind, bis das benötigte Programmteil erstellt ist.

Im Mai 1952 präsentiert sie bei der „Computing Machinery Conference“ in Pittsburgh ihr Rechner-Steuerungsprogramm, den weltweit ersten „Compiler“, der „A-0“ (A für Algebraisch). Ihr Vortrag „The Education of a Computer“ ist zum Klassiker der Wissenschaftsliteratur geworden. Es ist das erste Werk in Amerika, das ein Kompilierungssystem beschreibt, das Rechner befähigt, ihre eigenen Programme aus den eingegebenen Daten automatisch zu erstellen. Hoppers Argument, weshalb Programmierer ihren Compiler verwenden sollten ist, dass diese dabei fehlerfreie Unterprogramme verwenden, die von einem fehlerfreien Programm automatisch zusammengesetzt werden, so dass logische Fehler die einzigen bleiben, die Programmierer noch machen können und dadurch Zeit sparen. Des Weiteren können Computer den Programmablauf wesentlich besser optimieren. Diese Ideen hatte Alan Turing¹ bereits in seiner berühmten Arbeit von 1936 formuliert, Grace Hopper hat diese dann umgesetzt.

Englisch für Computer

In späteren Interviews betont Grace Hopper immer: „Ich war stets der Meinung, dass man den Leuten das Programmieren so einfach wie möglich machen sollte.“ Denn in den Anfangszeiten gibt es keine Programmiersprachen wie heute, nur Assemblercodes. Ihr Compiler ist ein erster Schritt zur Vereinfachung, für sie muss der Rechner zukünftig Befehle in Textform selbst in den notwendigen Assemblercode übersetzen.

Ihr Vorhaben findet keine Unterstützung bei ihren Vorgesetzten, niemand kann und will sich Programme in Englisch vorstellen. Doch Grace gibt nicht auf. Am 31. Januar 1955 übermittelt sie ihren Bericht „The Preliminary Definition of a Data Processing Compiler“ und demonstriert dem Management an ihrer ersten Version des späteren B-0 Compilers (B für Business) bereits die wesentlich schnellere fehlerfreie Programmieretechnik. Mit ihrem Team entwickelt sie den B-0 zum Flow-Matic weiter. Dies ist ein wichtiger Durchbruch, da jetzt eine zweckmäßige Sprache für Geschäftsdatenverarbeitung verfügbar ist, die einfach zu erlernen und zu handhaben ist. Alle nachfolgenden Compiler befolgen das von Hopper vorgegebene Schema.



Grace Hopper war für die Presseabteilung der Navy in jeder Hinsicht ein Gewinn. Sie gehörte zu den wenigen hochrangigen weiblichen Marineoffizieren, war kommunikativ, schlagfertig und fotogen und stand bis als 80-Jährige in den Diensten der Navy.
(Foto: US-Navy)

Obwohl Hopper nun einen lauffähigen Klartext-Compiler anbietet, wird dieser beharrlich von vielen Programmierern (von Hopper oft als Hoplepriester bezeichnet) ignoriert. Später bezeichnet sie ihren Job, Flow-Matic an den Mann zu bringen, als eine ihrer größten Herausforderungen. Hopper entwickelt auch die Idee, dass Univac-Computer nicht mehr nur mit Handbuch ausgeliefert werden, sondern mit einer „Babysausstattung“, ihrem Compiler, wenig später wird dafür der Begriff „Software“ üblich.

Cobol

Im wissenschaftlichen Bereich steht mit Fortran ab 1957 eine einheitliche textbasierte Programmiersprache zur Verfügung, nur nicht im kommerziellen Bereich. Wegen der Antitrust-Gesetze kommt aber nur eine Zusammenarbeit der Computerhersteller unter der Obhut eines neutralen Organs in Frage. So kommt es 1958 im Pentagon zum historischen Treffen von Herstellern, Regierungsverwaltungen und wichtigen Kunden. Dies entspricht auch Hoppers lebenslanger Überzeugung, dass nur offene Diskussionen einem Weiterkommen dienlich sind. Vereinbart wird unter Leitung eines Komitees (Codsyl), eine gemeinsame Sprache für Datenverarbeitung in Englisch zu entwickeln. Als Ergebnis wird 1960 die erste Version von Cobol (Common Business Oriented Language) vorgestellt, die vor allem auf Hoppers Flow-Matic basiert. Es ist ein großer Tag für Hopper und ihr Team, als sie ihr erstes Cobol-Programm zuerst auf einer Univac und anschließend auf einem RCA-Computer erfolgreich laufen lassen und damit beweisen, dass eine gemeinsame Sprache auf Maschinen unterschiedlicher Hersteller laufen kann. Dass Cobol bis heute überlebt hat, ist vor allem dem Department of Defense und der US-Navy zu verdanken, die von ihren Zulieferern verlangen, dass auf deren Computern Cobol-Programme laufen.

1961 wird Grace Hopper zur Leiterin der Forschung für Systeme und Programmierung von Remington Rand befördert, 1964 zum senior staff scientist der Univac Division und vertritt deren

Interessen in den USA, Kanada, Europa und Japan. Sie arbeitet an grundlegenden Theorien der Information, entwickelt neue fortschrittliche Konzepte der Datenverarbeitung in Bereichen wie den medizinischen Wissenschaften, der Sprachübersetzung, den Simulationsprozessen und den Entscheidungs- und Strategietheorien und publiziert diese.

US-Navy, eine fast unendliche Geschichte

Während ihrer Univac-Jahre dient Grace Hopper weiterhin als Freiwillige in der Navy, die sie des Öfteren bei Remington Rand als Beraterin „ausleiht“. Sie spielt somit eine wichtige Rolle bei der Computernutzung der Navy, die vor allem in den Zeiten des Kalten Krieges, des Korea- und des Vietnam-Krieges eine immer größere Expansion erfährt und auch großen Einfluss auf die Kriegsführungskapazitäten hat. Diese Missionen verlangen von ihr, sich in neue Anwendungsgebiete wie Elektronik und Radar, Buchführung und Logistik, aber auch in Sprengstoffe einzuarbeiten. Hoppers Einfluss ist dort am größten, wo sie Programme für Logistik, Personal- und Lagerverwaltung und Bestandskontrolle schreibt. Entsprechend ihren Regeln verabschiedet die Navy am 31. Dezember 1966 nach 23 Dienstjahren die inzwischen 60-jährige Grace Hopper im Rang eines Commanders in den Ruhestand.

Doch bereits am 1. August 1967 wird sie ins Pentagon beordert für einen auf sechs Monate angesetzten Sonderauftrag. Inzwischen besitzen die Navy und das Department of Defense eine Vielzahl von Computern aus mehreren Generationen, auf denen von den Herstellern oft eigenmächtig „verbesserte“ Versionen von Cobol laufen. Die Programme müssen daher jedes Mal aufwändig für den Einsatz in anderen Rechnern und Nachfolgemodellen überarbeitet werden.

Als Direktorin des Navy Programming Languages Group soll sie mit ihrem Team die Standardisierung der Programmiersprachen in allen Navy-Computern, die nicht zu den Waffensystemen gehören, umsetzen. Um dies zu bewältigen, muss sie zuerst mit Betty Holberton vom National Bureau of Standards geeignete Testprogramme entwickeln. Doch das Volumen der ihr zugeordneten Aufgabe verlangt immer wieder eine Vertragsverlängerung mit der Begründung, „dass keine anderen Offiziere ihre speziellen Qualifikationen besitzen und sie eine anerkannte Expertin für Computertechnologie und eine der landesweit führenden Autoritäten in Computersprachen ist“.

In den folgenden Jahren beschäftigten sie und ihr Team sich u. a. mit der Standardisierung des Navy-Fortran, präsentieren ihre Ergebnisse dem Internationalen Währungsfonds, übertragen erfolgreich Cobol-Compiler auf Schiffs-Minicomputer und mit „Fundamentals of Cobol“ erscheint auch ihr Referenzbuch. 1977 wird die 71-jährige Grace Hopper special advisor to the admiral commanding der neuen Naval Data Automation Command. Am 14. August 1986 verabschiedet die US-Navy die inzwischen 80-jährige Grace Hopper im Rang eines Commodore und als letzte der World War II Waves im Beisein ihrer Familie und Freunde mit allen Ehren in den Ruhestand.

Ein Leben für die Informatik

Hopper führt einen lebenslangen Kampf gegen den offenbar tief verwurzelten menschlichen Widerstand gegen Veränderung. Dies beginnt mit ihrem Compiler in den 50er-Jahren und endet mit dem Ersetzen von Großrechnern durch vernetzte Mini-computer. „Alles, was über ein bestimmtes Stadium der Komplexität hinausgeht, muss zerlegt werden“, beharrt sie, „und zu einem System von Komponenten werden.“ Ein großer Teil ihrer Arbeit bei Univac und der Navy besteht dann auch darin, die Verantwortlichen davon zu überzeugen, die von ihren Teams ausgearbeiteten Ideen und Tools einzusetzen.

Als man sie fragt, auf was sie am meisten stolz in ihrem Leben sei, entgegnet sie meistens, dass dies all die jungen Leute seien, die sie über die vielen Jahre unterrichtete – das sei ihr wichtiger, als den ersten Compiler geschrieben zu haben. Grace Hopper ist eine leidenschaftliche Lehrerin, der es gelingt, in Abendschulen und in Hunderten von Vorträgen vielen jungen Menschen die neue faszinierende Welt der Informatik erfolgreich zu vermitteln. Das zusammen mit Steven Mandell herausgegebene Lehrbuch „Understanding Computers“ belegt dies. Aber auch die jungen Leute in ihren Teams bei Univac und in der Navy unterweist sie so hervorragend, dass alle später in ihrem Berufsleben erfolgreich sind.

„Wir verbringen einen Großteil unserer Zeit damit, Schülern die technische Sichtweise der Dinge beizubringen“, so Hopper 1985 vor einer Abschlussklasse. „Wie oft muss man daran erinnern, dass wir unsere Schüler so erziehen müssen, dass sie über ein breites Urteilsvermögen verfügen. Sie müssen unsere Geschichte verstehen, sie müssen die Wirtschaft verstehen, sie müssen die Philosophie verstehen, wenn sie auf ihrem Weg in die Zukunft eine sachgemäße Nutzung aller Informationen vornehmen sollen.“ Und dies gilt auch heute noch!

Im Laufe der Jahre häufen sich viele Ehrungen an, wie z. B. als „Woman of the Year“ der Society of Women Engineers oder die National Medal of Technology und sie bringt es auf rund 20 Ehrendoktorwürden. Grace Hopper ist aber nie eine blinde Befürworterin der Computer. „Computer haben nie neue Ideen“, meint sie stets. „Sie haben keine Phantasie. Sie tun nur das, was wir ihnen sagen.“ Oder wie sie es oft kurz und und bündig formuliert: „garbage in, garbage out“. Ein oft von ihr zitiertes Sprichwort ist eine Paraphrase auf Benjamin Franklin und war wohl auch ihr Lebensmotto: „A ship in a port is safe, but that's not what ships are for. DARE and DO“.

¹ Zum 100. Geburtstag von Alan Turing wird das Heinz-Nixdorf-Forum in Paderborn mit Genial & Geheim in zehn Etappen Turings Leistungen bis zum 16. Dezember 2012 würdigen.

Bibliografie:

- Williams, Kathleen Broome: Grace Hopper, Admiral of the Cyber Sea, Naval Institute Press 2003.
- Hopper, Grace Murray, Mandell, Steven L.: Understanding Computers, West Publishing Company 1984.
- Beyer, Kurt: Grace Hopper and the invention of the information age, MIT Press 2009.