

Leseprobe

Walter Isaacson

The Innovators

Die Vordenker der digitalen Revolution von Ada Lovelace bis Steve Jobs - Vom Autor des Weltbestsellers »Steve Jobs«

»Wer »The Innovators« noch nicht gelesen hat, sollte nun den Nachttisch freiräumen. Selten wurde über Technik so herzerfrischend und unterhaltsam erzählt.« *Harvard Business Manager*

Bestellen Sie mit einem Klick für 26,00 €



Seiten: 640

Erscheinungstermin: 23. April 2018

Mehr Informationen zum Buch gibt es auf

www.penguinrandomhouse.de

Inhalte

- Buch lesen
- Mehr zum Autor

Zum Buch

Sind sie jetzt Nerds, Weltverbesserer oder Spieler – diejenigen, die alles für möglich halten und nur durch die Frontscheibe schauen? Der Steve-Jobs-Biograf Walter Isaacson gibt diesen Vordenkern des digitalen Zeitalters ein Gesicht. Er blickt auf Erfinder und abenteuerlustige Unternehmer, die keine Grenzen akzeptieren, die unerbittlich und lustvoll Zukunft machen wollen. Die großen Namen wie Jobs und Gates stehen dabei immer für die Vielen, die in einem Zeitalter, das keine Alleinherrscher über Informationen duldet, permanent Ideen produzieren und Entwicklungen vorantreiben. Die Reise geht von Ada Lovelace über Alan Turing, John von Neumann, Konrad Zuse und Grace Hopper bis zu den genialen Kindern des Silicon Valley.



Autor

Walter Isaacson

Walter Isaacson leitet heute das Aspen Institute, nachdem er zuvor Vorstandsposten bei CNN und Time Magazine bekleidet hat, und ist als Buchautor bereits mit Biografien von Albert Einstein, Benjamin Franklin, Henry Kissinger und Steve Jobs hervorgetreten.

Walter Isaacson

The Innovators

WALTER ISAACSON

THE INNOVATORS

Die Vordenker der digitalen Revolution
von Ada Lovelace bis Steve Jobs

Aus dem Amerikanischen übertragen
von Susanne Kuhlmann-Krieg

C. Bertelsmann

Die Originalausgabe ist 2014 unter dem Titel
»The Innovators. How a Group of Hackers,
Geniuses and Geeks Created the Digital Revoultion«
bei Simon & Schuster, New York, erschienen.

Sollte diese Publikation Links auf Webseiten Dritter enthalten,
so übernehmen wir für deren Inhalte keine Haftung,
da wir uns diese nicht zu eigen machen, sondern lediglich auf
deren Stand zum Zeitpunkt der Erstveröffentlichung verweisen.



Verlagsgruppe Random House FSC® N001967

1. Auflage

© 2014 by Walter Isaacson

© 2018 der deutschen Ausgabe by C. Bertelsmann Verlag, München,

in der Verlagsgruppe Random House GmbH,

Neumarkter Str. 28, 81673 München

Umschlaggestaltung: Büro Jorge Schmidt, München,

nach einem Entwurf von Pete Garceau


Satz: Uhl + Massopust, Aalen

Druck und Bindung: GGP Media GmbH, Pößneck

Printed in Germany

ISBN 978-3-570-10277-0

www.cbertelsmann.de

 Dieses Buch ist auch als E-Book erhältlich

Inhalt

Zeittafel 7

Einleitung 15

KAPITEL 1

Ada, Countess of Lovelace 23

KAPITEL 2

Der Computer 57

KAPITEL 3

Programmieren 115

KAPITEL 4

Der Transistor 165

KAPITEL 5

Der Mikrochip 209

KAPITEL 6

Videospiele 243

KAPITEL 7

Das Internet 261

KAPITEL 8
Der Personal Computer 313

KAPITEL 9
Software 369

KAPITEL 10
Online 447

KAPITEL 11
Das Netz 473

KAPITEL 12
Ada forever 543

Dank 569

Anmerkungen 573

Personenregister 617

Sachregister 625

Bildnachweis 635

THE
INNOVATORS

Zeittafel

1843

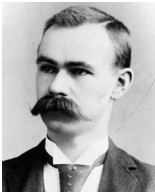


Ada, Countess of Lovelace, veröffentlicht ihre »Erläuterungen« zur Analytischen Maschine von Babbage.

1847

George Boole formuliert ein aussagenlogisches System mithilfe der Algebra.

1890



Die Volkszählung wird mit Herman Holleriths digitaler Lochkarten-Maschine durchgeführt.

1931



Vannevar Bush entwirft den Differenzialanalysator, einen analogen elektromechanischen Computer.

1935



Tommy Flowers bereitet den Weg für Elektronenröhren als Ein- und Aus-Schalter für elektrische Schaltkreise.

1937



Alan Turing veröffentlicht »On Computable Numbers«, worin er einen Universalrechner beschreibt.



Claude Shannon beschreibt elektrische Schaltkreise, die logische Operationen der Boole'schen Algebra ausführen können.

George Stibitz von den Bell Labs entwirft einen Rechner, der elektrische Schaltkreise verwendet.



Howard Aiken schlägt den Bau großer Digitalcomputer vor und entdeckt Teile von Babbage's Differenzmaschine in Harvard.



John Vincent Atanasoff entwickelt sein Konzept für einen elektronischen Computer während einer langen Spritztour in einer Dezembernacht.

1938

William Hewlett und David Packard gründen in einer Garage in Palo Alto eine Firma.

1939

Atanasoff vollendet sein Modell eines Elektronenröhren-Computers mit mechanischen Speichertrommeln.

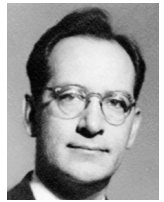


Turing trifft in Bletchley Park ein, um an der Entschlüsselung der deutschen Nachrichten-Codes zu arbeiten.

1941



Konrad Zuse vollendet den Z3, einen voll funktionsfähigen elektromechanischen programmierbaren Digitalrechner.



John Mauchly besucht Atanasoff in Iowa und lässt sich dessen Computer vorführen.

1942



Atanasoff stellt einen partiell gebrauchsfähigen Computer mit dreihundert Elektronenröhren fertig, bevor er zur Marine wechselt.

1943



Colossus, ein Elektronenröhren-Computer zur Dechiffrierung deutscher Codes, wird in Bletchley Park fertiggestellt.

1944



Mark I geht in Harvard an den Start.



John von Neumann kommt an die University of Pennsylvania, um am ENIAC zu arbeiten.

1945

Von Neumann schreibt »First Draft of a Report on the EDVAC«, worin er einen speicherprogrammierten Computer beschreibt.



Sechs ENIAC-Programmiererinnen werden zum Training nach Aberdeen geschickt.



Vannevar Bush veröffentlicht »As We May Think«, die Beschreibung eines Personal Computers.

Bush veröffentlicht »Science, the Endless Frontier«, worin er die Förderung akademischer und industrieller Forschung durch die Regierung vorschlägt.

Der ENIAC ist voll funktionsfähig.

1947



Der Transistor wird in den Bell Labs erfunden.

1950

Turing veröffentlicht einen Artikel, in dem er einen Test für künstliche Intelligenz beschreibt.

1952



Grace Hopper entwickelt den ersten Compiler.

Von Neumann stellt einen modernen Computer am Institute for Advanced Study in Princeton fertig.



UNIVAC sagt Wahlsieg Eisenhowers vorher.

1954

Turing begeht Suizid.



Texas Instruments führt den Siliziumtransistor ein und trägt zum Start des Regency-Radios bei.

1956



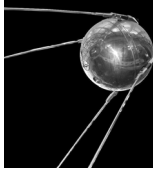
Shockley Semiconductor wird gegründet.

Erste Konferenz über künstliche Intelligenz.

1957



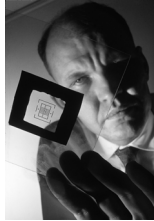
Robert Noyce, Gordon Moore und andere gründen Fairchild Semiconductor.



Die UdSSR schickt Sputnik ins All.

1958

Advanced Research Projects Agency (ARPA) nimmt Arbeit auf.



Jack Kilby führt den Microchip mit integrierten Schaltkreisen vor.

1959

Noyce und seine Kollegen von Fairchild erfinden unabhängig voneinander den Mikrochip.

1960



J. C. R. Licklider veröffentlicht »Man-Computer Symbiosis«.



Paul Baran von RAND ersinnt die Datenpaketvermittlung.

1961

Präsident Kennedy kündigt bemannten Mondflug an.

1962



Hacker am MIT entwickeln das Spiel Spacewar.

Licklider wird Gründungsdirektor des Information Processing Techniques Office der ARPA.

Doug Engelbart veröffentlicht »Augmenting Human Intellect«.

1963

Licklider schlägt ein intergalaktisches Computernetzwerk vor.



Engelbart und Bill English erfinden die Maus.

1964

Ken Kesey und die Merry Pranksters unternehmen einen Bustrip quer durch Amerika.



1965

Ted Nelson veröffentlicht den ersten Artikel über »Hypertext«.



Moore's Gesetz prognostiziert, dass Microchips ihre Leistungsfähigkeit jedes Jahr verdoppeln.

1966



Stewart Brand ist Gastgeber des Trips Festival mit Ken Kesey.



Bob Taylor überzeugt ARPA-Chef Charles Herzfeld davon, das ARPANET einzurichten.

Donald Davies prägt den Begriff der Datenpaketvermittlung.

1967

Diskussionen zur Gestaltung des ARPANET in Ann Arbor und Gattinburg.

1968



Larry Roberts erbittet Angebote für den Bau von Routern für das ARPANET.



Noyce und Moore gründen Intel und stellen Andy Grove ein.



Brand veröffentlicht den ersten *Whole Earth Catalog*.



Engelbart bringt die Mother of All Demos mit Brands Hilfe auf die Bühne.

1969

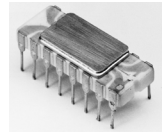


Die ersten Knoten des ARPANET werden installiert.

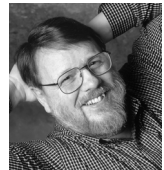
1971

Don Hoefler beginnt eine Kolumnenreihe für *Electronic News* unter dem Titel »Silicon Valley USA«.

Abschiedsparty für den *Whole Earth Catalog*.



Intels 4004-Mikroprozessor wird öffentlich vorgestellt.



Ray Tomlinson erfindet die E-Mail.

1972



Nolan Bushnell ist zusammen mit Al Alcorn Schöpfer von Pong bei Atari.

1973



Alan Kay beteiligt sich an der Gestaltung des Alto von Xerox PARC.

Das Ethernet wird von Bob Metcalfe bei Xerox PARC entwickelt.



Community Memory-Terminal wird bei Leopold's Records aufgestellt, einem Plattenladen in Berkeley.



Vint Cerf und Bob Kahn stellen die TCP/IP-Protokolle fürs Internet fertig.

1974

Intel 8080 kommt auf den Markt.

1975



Der Altair Personal Computer von MTS kommt heraus.



Paul Allen und Bill Gates von Microsoft schreiben BASIC für Altair.

Erstes Treffen des Homebrew Computer Club.



Steve Jobs und Steve Wozniak starten den Apple I.

1977



Der Apple II wird herausgebracht.

1978

Start des Bulletin-Board-Systems im Internet.

1979

Usenet Newsgroups werden gegründet.

Jobs besucht Xerox PARC.

1980



IBM beauftragt Microsoft, ein PC-Betriebssystem zu entwickeln.

1981

Das Hayes-Modem kommt auf den Markt.

1983



Microsoft bringt Windows heraus.



Richard Stallman beginnt mit der Entwicklung von GNU, einem freien Betriebssystem.

1984



Apple führt den Macintosh ein.

1985

THE WELL

Stewart Brand und Larry Brilliant heben The WELL aus der Taufe.

CVC startet O-link, aus dem AOL wird.

1991



Linus Torvalds bringt die erste Version des Linux-Kernel heraus.



Tim Berners-Lee begründet das World Wide Web.

1993



Marc Andreessen bringt den Mosaic-Browser heraus.



Steve Case bietet mit AOL direkten Zugang zum Internet.

1994



Justin Hall geht voran mit Weblog und -verzeichnis.

HotWired und Pathfinder von Time Inc. sind die ersten großen Magazinverleger im Web.

1995

Ward Cunninghams WikiWikiWeb geht online.

1997



Deep Blue von IBM schlägt Garri Kasparow im Schach.

1998



Larry Page und Sergey Brin entwickeln Google.

1999



Ev Williams startet Blogger.

2001



Jimmy Wales bringt mit Larry Singer Wikipedia auf den Weg.

2011



IBM-Computer Watson gewinnt bei Jeopardy!.

Wie es zu diesem Buch kam

Computer und Internet gehören zu den wichtigsten Erfindungen der Gegenwart, aber nur wenige Menschen wissen, wem wir sie zu verdanken haben. Denn sie wurden nicht in irgendwelchen Dachkammern oder Garagen von einsamen Erfindern gezaubert, deren Konterfeis die Titelblätter von Zeitschriften hätten zieren können oder denen neben Edison, Bell und Morse ein Platz im Pantheon der großen Erfinder reserviert ist. Nein, die meisten Erfindungen des digitalen Zeitalters waren Gemeinschaftsleistungen. Viele faszinierende Menschen war daran beteiligt, manche von großem Scharfsinn, einige wahre Genies. Dieses Buch erzählt von diesen Pionieren, Hackern, Erfindern und abenteuerlustigen Unternehmern – wer sie waren, wie sie dachten und was sie so kreativ sein ließ. Es erzählt außerdem von ihrem Zusammenwirken und davon, dass die Fähigkeit, im Team zu arbeiten, Kreativität ungemein beflügeln kann.

Der Aspekt Teamwork ist wichtig, weil wir uns nur selten klarmachen, von welcher zentraler Bedeutung diese Fähigkeit für das Schaffen von Neuem ist. Tausende Bücher feiern Personen, die wir Biografen als einsame Genies porträtieren oder erklären. Ich habe selbst ein paar davon geschrieben. Vom kreativen Zusammenspiel vieler hingegen ist kaum je die Rede, obwohl es zum Verständnis technologischer Revolutionen in unserer Zeit eigentlich viel wichtiger wäre. Manchmal ist es sogar wesentlich interessanter.

Wir reden dieser Tage so viel von Innovation, dass der Begriff zu einer leeren Worthülse verkommen ist. In diesem Buch habe ich mir daher vorgenommen zu berichten, wie Innovation in der Realität abläuft. Wie wird aus durchschlagenden Ideen einflussreicher Erneuerer Wirklichkeit? Ich beschränke mich auf ein knappes Dutzend der bedeutsamsten Durchbrüche des digitalen Zeitalters und der Menschen, die sie vollbracht haben.

Was hat ihre kreativen Volten befeuert? Welche Fähigkeiten waren ihnen von besonderem Nutzen? Wie stand es um ihre Führungsqualitäten, wie um ihre Fähigkeit zur Kooperation? Warum waren die einen erfolgreich, scheiterten die anderen?

Ich will auch die sozialen und kulturellen Faktoren untersuchen, die eine innovative Atmosphäre entstehen ließen. Bei der Geburt des digitalen Zeitalters gehörte dazu ein wissenschaftliches Ökosystem, das aus Regierungsmitteln gespeist und durch die enge Kooperation von Militär, Industrie und Wissenschaft am Leben gehalten wurde. Parallel dazu gab es eine lose Allianz aus Leuten, die sich für Basisarbeit und Gemeinwesen starkmachten («Community Organizing» nennt es die Soziologie) – Hippies mit Gemeinschaftssinn, Do-it-yourself-Bastler und Selfmade-Hacker, von denen die meisten jeder Form von zentralisierter Autorität misstrauisch gegenüberstanden.

Geschichte lässt sich mit unterschiedlichen Schwerpunkten schreiben. Ein gutes Beispiel in diesem Zusammenhang ist die Entwicklung des allerersten elektromechanischen Großrechners Mark I aus der Zusammenarbeit von Harvard University und IBM. Eine der damals beteiligten Programmierinnen, Grace Hopper, betrachtet in ihren Erinnerungen Howard Aiken als dessen alleinigen Schöpfer. IBM konterte mit einer Darstellung, in deren Zentrum die Teams aus all den namenlosen Ingenieuren standen, von denen die entscheidenden Details, vom Zählwerk bis hin zum Lochkartenleser, stammten, die in die Maschine eingeflossen waren.

Genauso war die Frage, welches Gewicht man großen Persönlichkeiten und welches den kulturellen Strömungen ihrer Zeit beimessen soll, schon immer eine strittige Angelegenheit. Mitte des 19. Jahrhunderts verkündete Thomas Carlyle: »Die Weltgeschichte ist nur die Lebensgeschichte großer Männer«, worauf Herbert Spencer mit einer Theorie antwortete, die Innovation und Wandel als Folge gesellschaftlicher Evolutionsprozesse begriff. Wissenschaftler und andere Zeugen des Geschehens beurteilen die Gewichtung der Dinge oftmals ganz verschieden. »Als Professor neigte ich dazu, Geschichte als etwas zu sehen, das von unpersönlichen Kräften gelenkt wird«, stellte Henry Kissinger auf einer seiner Vermittlungsmissionen im Nahen Osten in den 1970er-Jahren vor Journalisten fest. »Aber wenn Sie sie in der Praxis erleben, merken Sie, welchen Einfluss Persönlichkeiten haben.«¹ Was die Innovationen des digitalen Zeit-

alters betrifft, so kommen hier genau wie bei den Friedensbemühungen im Nahen Osten alle möglichen persönlichen und kulturellen Kräfte ins Spiel. In diesem Buch will ich versuchen, sie in ihrer Gesamtheit in den Blick zu nehmen.

Das Internet wurde ursprünglich entwickelt, um Zusammenarbeit zu erleichtern. Rechner für den Einzelnen hingegen, vor allem jene, die zu Hause genutzt werden sollten, waren als Vehikel der eigenen Kreativität gedacht. Mehr als ein Jahrzehnt hindurch – ab dem Beginn der 1970er-Jahre – schritt die Entwicklung von Netzwerken und Heimcomputern getrennt voneinander voran. Ende der 1980er-Jahre schließlich näherten sich die beiden Pole mit dem Aufkommen von Modems, Online-Diensten und Internet einander allmählich an. So wie die Kombination von Dampfmaschine und immer raffinierteren Apparaten die industrielle Revolution vorantrieb, führte die Kombination von Computer und verteilten Systemen zu einer digitalen Revolution, die es schließlich jedermann erlaubte, an jedem beliebigen Ort der Welt jede beliebige Information zu kreieren, zu verbreiten und zu nutzen.

Wissenschaftshistoriker zögern häufig, Epochen großer Veränderungen als Revolutionen zu bezeichnen, weil sie Fortschritt als Evolution betrachten. »Die sogenannte wissenschaftliche Revolution hat es nie gegeben, dies ist ein Buch darüber«, lautet der absichtlich mehrdeutige Eingangssatz von Professor Steven Shapins Buch über diese Zeit. Shapin versucht diesen nur halb im Scherz gemeinten Widerspruch dadurch aufzulösen, dass er erklärt, dass es meist die wichtigsten Akteure dieser Zeit selbst waren, die fanden und »sehr deutlich zum Ausdruck brachten«, dass sie Teil einer Revolution seien. »Der Eindruck eines radikalen Umbruchs stammt vor allem von ihnen.«²

Auch die meisten von uns heute eint das Gefühl, dass die digitalen Fortschritte des vergangenen halben Jahrhunderts die Weise, wie wir leben, gründlich verändern, vielleicht gar revolutionieren werden. Ich kann mich noch gut daran erinnern, welche Aufregung jeder neue technische Durchbruch bei uns zu Hause hervorrief. Mein Vater und meine Onkel waren Elektroingenieure, und wie viele von den Leuten, von denen in diesem Buch die Rede sein wird, wuchs ich mit einer Kellerwerkstatt auf, in der es jede Menge Platinen zu löten, Radios auseinanderzubauen, Röhren zu testen und Schachteln voller Transistoren und Widerstände zu durchwüh-

len gab, mit denen sich alles Mögliche ausprobieren ließ. Als Elektronikfreak mit einer Vorliebe für Radiobausätze und Amateurfunk (Stichwort WA5JTP) erinnere ich mich noch lebhaft daran, wie die guten alten Elektronenröhren den neuartigen Transistoren wichen. Im College lernte ich das Programmieren mithilfe von Lochkarten und weiß noch sehr gut, wie die Wonnen der ersten Sortiermaschinen die Mühsal der Stapelverarbeitung von Hand ablösten. In den 1980ern lauschte ich begeistert dem Rauschen, Fiepen, Knattern und Krächzen, das die ersten Modems von sich gaben, wenn sie einem das magische Reich der Online-Dienste und Mailboxen auftaten, und in den 1990er-Jahren arbeitete ich bei Time Warner an einer digitalen Ausgabe von *Time* mit, die neue Internet- und Breitband-Dienste anbot. Wie William Wordsworth über die leidenschaftlichen Freiheitskämpfer zu Beginn der Französischen Revolution so treffend bemerkte: »Glückseligkeit es war, in jener Zeit der Morgendämmerung zu leben, und noch jung dabei zu sein, war Himmel pur!«

Ich habe mit diesem Buch vor mehr als zehn Jahren begonnen. Es entsprang meiner Faszination für die Fortschritte des digitalen Zeitalters, deren Zeuge ich sein durfte, und meiner Biografie über Benjamin Franklin, einen kühnen Erneuerer, Erfinder, Verleger, Pionier des Telegrafenswesens und nimmermüden Informationsnetzwerker und -unternehmer. Ich wollte einmal weg von den Biografien, bei denen der Schwerpunkt in der Regel auf Einzelpersonen liegt, und noch einmal ein Buch schreiben wie *The Wise Men*, das ich zusammen mit einem Kollegen über das kreative Teamwork von sechs Freunden verfasst hatte, die einst die amerikanische Politik während des Kalten Krieges maßgeblich geprägt hatten. Ursprünglich hatte ich vorgehabt, mich auf die Teams zu konzentrieren, die das Internet auf den Weg brachten. Aber Bill Gates überzeugte mich davon, dass die Parallelentwicklung von Internet und PC eine bessere Story abgäbe. Anfang 2009 legte ich dieses Buch auf Halde und begann an der Biografie von Steve Jobs zu arbeiten. Aber seine Lebensgeschichte verstärkte mein Interesse an der Verzahnung der Entwicklungen von Internet und Computern nur noch mehr, sodass ich mich, kaum fertig mit dem einen, wieder an die Arbeit an diesem Buch über die Wegbereiter des digitalen Zeitalters machte.

Die Kommunikationsprotokolle für das Internet wurden durch das gemeinsame Wirken vieler Zeitgenossen und Kollegen gestaltet, und in

dem System, das daraus hervorging, scheint die Tendenz, Kooperation zu fördern, geradezu genetisch verankert. Jede einzelne Schnittstelle verfügt über die uneingeschränkte Macht, Information zu kreieren und zu übermitteln, und jeder Versuch, die Kontrolle an sich zu reißen oder eine Hierarchie zu installieren, ließe sich aushebeln. Ohne in die Teleologiefalle zu tappen und einer Technologie Vorsatz oder Persönlichkeit zuschreiben zu wollen, lässt sich mit Fug und Recht sagen, dass ein System aus offenen Netzwerken, die mit individuell kontrollierten Netzwerken verbunden sind, genau wie weiland die Druckpresse dazu geeignet scheint, den Hütern, Herrschern und Institutionen, die Schreiber und Schriftgelehrte beschäftigen, die Alleinherrschaft über die Verbreitung von Information zu entreißen. Für das einfache Volk wurde es leichter, Inhalte zu schaffen und zu teilen.

Das kooperative Miteinander, das dem digitalen Zeitalter den Boden bereitete, beschränkte sich nicht allein auf Zeitgenossen, sondern wirkte auch generationenübergreifend. Ideen wurden von einer Erneuerergeneration an die nächste weitergegeben. Ein weiterer Aspekt, der sich bei meinen Forschungen aufdrängte, war die Erkenntnis, dass die Nutzer digitaler Errungenschaften diese immer wieder auch dazu gebrauchten, neue Instrumente der Kommunikation und sozialen Vernetzung zu schaffen. Ich begann mich auch zu fragen, warum das Streben nach künstlicher Intelligenz – nach Maschinen, die selbst denken – sich mit schöner Regelmäßigkeit als weniger fruchtbar erwiesen hat als das Ermöglichen von Partnerschaft oder Symbiosen zwischen Mensch und Maschine. Mit anderen Worten: Die kooperative Kreativität, die das digitale Zeitalter kennzeichnet, schließt auch die Kooperation zwischen Mensch und Maschine ein.

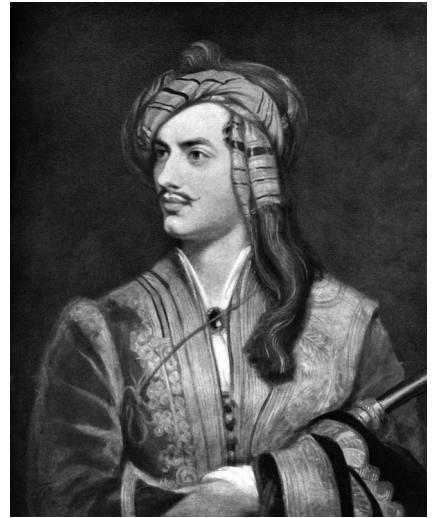
Schließlich und endlich hat mich fasziniert, dass die wahre Kreativität des digitalen Zeitalters von Leuten kam, die eine Brücke zwischen Kunst und Wissenschaft zu schlagen vermochten. Menschen, die davon überzeugt waren, dass Schönheit wichtig ist. »Ich habe mich als junger Mensch immer als Geisteswissenschaftler gesehen, aber ich hatte auch Spaß an Elektronik«, erzählte mir Steve Jobs, als ich mit seiner Biografie anfang. »Dann habe ich gelesen, was einer meiner Helden – Edwin Land von Polaroid – über die Bedeutung von Menschen gesagt hat, die an der Schnittstelle zwischen Geistes- und Naturwissenschaften stehen, und für mich beschlossen, das sei genau das, was ich tun möchte.« Leute an der

Schnittstelle von Geisteswissenschaften und Technik haben dazu beigetragen, die Symbiose zwischen Mensch und Maschine zu schaffen, um die es in diesem Buch geht. Wie viele Aspekte des digitalen Zeitalters ist die Vorstellung, Erneuerung passiere dort, wo Kunst und Wissenschaft aufeinandertreffen, alles andere als neu. Leonardo da Vinci ist ein Musterbeispiel für die Kreativität, die sich aus dem Wechselwirken von Geistes- und Naturwissenschaften ergibt. Wenn Einstein beim Knobeln an seiner Allgemeinen Relativitätstheorie ins Stocken geriet, packte er seine Geige aus und spielte Mozart, bis er wieder im Einklang war mit dem, was er die Harmonie der Sphären nannte.

Was Computer betrifft, so gibt es noch eine weitere, weniger bekannte historische Figur, die die Kombination von Künsten und Wissenschaften in sich vereinte. Genau wie ihr berühmter Vater verstand sie die Romantik der Poesie. Im Unterschied zu ihm sah sie auch die Romantik von Mathematik und Maschinen. Und mit ihr beginnt unsere Reise.



Ada, Countess of Lovelace (1815–1852),
Porträt von Margaret Sarah Carpenter, 1836



Lord Byron (1788–1824), Adas Vater, in albanischer
Tracht, Porträt von Thomas Phillips, 1835



Charles Babbage (1791–1871),
Fotografie, etwa 1837

Ada, Countess of Lovelace

Poetische Wissenschaft

Im Mai 1833 wurde die damals siebzehnjährige Ada zusammen mit anderen jungen Damen am englischen Königshof eingeführt. In Anbetracht ihres nervösen und widerspenstigen Wesens hatten sich die Familienangehörigen gefragt, wie sie die Angelegenheit wohl meistern werde, aber sie schlug sich am Ende »recht gut«, wie ihre Mutter berichtet. Zu denen, die Ada an jenem Abend kennenlernte, gehörte der Duke of Wellington, dessen schnörkellose Manieren sie bewunderte, sowie der neunundsiebzigjährige französische Botschafter Talleyrand, für den sie nur die Bezeichnung »alter Affe« übrig hatte.¹

Als einziges eheliches Kind des Dichters Lord Byron hatte Ada den romantischen Geist ihres Vaters geerbt, ein Wesenszug, dem ihre Mutter dadurch entgegenzuwirken suchte, dass sie ihre Tochter in Mathematik unterrichten ließ. Die Kombination aus beidem legte bei Ada den Grundstein für das, was sie als »poetische Wissenschaft« zu bezeichnen pflegte, in der sich ihre überbordende Fantasie mit ihrer Faszination für Zahlen vereinte. Für viele, ihren Vater eingeschlossen, kollidierte das immens gesteigerte Zartgefühl der Romantik höchst schmerzvoll mit der Technikversessenheit der industriellen Revolution, doch Ada war an beider Schnittstelle gut aufgehoben.

Es überraschte daher nicht, dass ihr Debüt bei Hofe allem Glanz des Anlasses zum Trotz auf sie weniger Eindruck machte als ihre Teilnahme an einem anderen royalen Großereignis der Londoner Season, bei dem sie Charles Babbage begegnete, damals einundvierzig Jahre alt, Witwer, eine Berühmtheit auf dem Gebiet der Naturwissenschaften und der Mathematik und eine in Londons besseren Kreisen gern gesehene Koryphäe. »Ada fand mehr Gefallen an einer Gesellschaft, die sie am Mitt-

woch besucht hatte, als an all den Zusammenkünften der großen Welt«, berichtete ihre Mutter einem Freund. »Sie traf dort ein paar Leute aus der Wissenschaft – unter anderen Babbage, über den sie entzückt war.«²

Babbage' hochspannende wöchentliche Abendgesellschaften, zu denen bis zu dreihundert Gäste erschienen, vereinten Lords in Frackschößen und Damen in Brokatgewändern mit Literaten, Industriellen, Dichtern, Staatsmännern, Forschern, Botanikern und anderen »Naturwissenschaftlern« (*scientists*, ein Begriff, den ein Freund von Babbage erst kürzlich geprägt hatte).³ Dadurch, dass er naturwissenschaftliche Gelehrte in sein erhabenes Reich einlud, so ein berühmter Geologe, habe Babbage »den gesellschaftlichen Rang erfolgreich an den Maßstäben der Wissenschaft justiert«.⁴

An solchen Abenden wurde getanzt, gelesen, gespielt und vorgetragen, dazu gab es ein reiches Buffet an Meeresfrüchten, Fleisch, Geflügel, exotischen Getränken und gekühlten Desserts. Die Damen ergötzten sich an lebenden Bildern (*tableaux vivants*) und stellten in Kostümen berühmte Gemälde nach. Astronomen bauten ihre Teleskope auf, Forscher führten ihre elektrischen und mechanischen Erfindungen vor, und Babbage erlaubte seinen Gästen, mit seinen mechanischen Puppen zu spielen. Höhepunkt der Abendgesellschaft – und einer der vielen Gründe, warum Babbage sie abhielt – war die Vorführung eines Teilmodells seiner Differenzmaschine, einer gigantischen mechanischen Rechenmaschine, an der er in einem feuersicheren Gebäude neben seinem Haus baute. Babbage stellte das Modell mit großem Pomp vor, betätigte mit theatralischer Geste die Kurbel und ließ es eine Zahlenreihe addieren. Dann, just in dem Moment, da die Zuschauer sich zu langweilen begannen, zeigte er, wie sich der geordnete Ablauf durch Anweisungen, die er der Maschine zuvor eingegeben hatte, mit einem Schlag verändern ließ.⁵ Diejenigen, die sich besonders fasziniert zeigten, wurden dann über den Hof zu den vormaligen Ställen komplimentiert, in denen die komplette Maschine erbaut wurde.

Babbage' Differenzmaschine, die Polynome berechnen konnte, bedruckte die Menschen aus ganz unterschiedlichen Gründen. Der Herzog von Wellington glaubte, sie könne von großem Nutzen sein, um zu Beginn einer Schlacht die verschiedenen Unwägbarkeiten zu analysieren, mit denen ein General es zu tun bekommen könnte.⁶ Adas Mutter, Lady

Byron, staunte über die »Denkmaschine«. Was Ada anging, die später den berühmten Ausspruch tun sollte, dass Maschinen niemals wahrhaft würden *denken* können, so berichtet eine Freundin, die sie zu der Vorführung begleitet hatte: »Miss Byron, jung, wie sie war, durchschaute ihre Funktionsweise und vermochte die *Schönheit* der Innovation gebührend zu würdigen.«⁷

Ihre Liebe zu sowohl Dichtkunst als auch Mathematik prädestinierte Ada dafür, in einer Rechenmaschine auch Schönheit zu erblicken. Sie war ein typisches Kind der Romantik, einer Epoche, in welcher der Wissenschaft eine gewissermaßen lyrische Leidenschaft für Erfindungen und Entdeckungen eigen war. Es war eine Zeit, in der »wissenschaftliches Arbeiten von fantasievoller Intensität und Spannung« erfüllt war, schrieb Richard Holmes in *The Age of Wonder*. »Es wurde beflügelt von einem gemeinsamen Ideal der leidenschaftlichen, ja rücksichtslosen, persönlichen Hingabe an das Entdecken.«⁸

Kurz: Es war eine Zeit, der unseren nicht unähnlich. Die Errungenschaften der industriellen Revolution – Dampfmaschine, mechanischer Webstuhl und Telegraf – verwandelten die Welt des 19. Jahrhunderts in ganz ähnlicher Weise, wie die Fortschritte der digitalen Revolution – Computer, Mikrochip und Internet – unsere Welt heute verändert haben. Im Zentrum beider Zeitalter standen Erneuerer, die ihre Fantasie und Leidenschaft mit staunenswerten technischen Errungenschaften zu vereinen wussten, eine Mischung, die Adas poetische Wissenschaft hervorbrachte und das, was der Dichter Richard Brautigan im 20. Jahrhundert als »machines of loving grace« bezeichnen sollte.

Lord Byron

Ihr poetisches und aller Konvention abholdes Wesen hatte Ada von ihrem Vater geerbt, ihre Liebe zu Maschinen aber hätte er nicht mit ihr geteilt. Er war eher ein Technikfeind. In seiner Antrittsrede vor dem House of Lords, die er im Februar 1812 im Alter von 24 Jahren hielt, verteidigte Byron die Anhänger von Ned Ludd, der seinerzeit vehement gegen Maschinenwebstühle wettete. Mit sarkastischer Schärfe verhöhnte Byron die Fabrikanten, die dem Oberhaus ein Gesetz vorgelegt hatten, das die Zerstörung automatisierter Webstühle bei Todesstrafe verbot. »Diese Maschinen waren für sie insofern vorteilhaft, als sie die Beschäftigung

einer größeren Anzahl von Arbeitern unnötig machten, die nun dem Hungertod überlassen wurden«, stellte Byron fest. »Die abgedankten Arbeiter glaubten sich in ihrer Einfalt den Verbesserungen im Mechanismus aufgeopfert, statt sich über diese für die Menschheit so wohlthätigen Verbesserungen in den Künsten zu freuen.«

Zwei Wochen später veröffentlichte Byron die beiden ersten Gesänge seines epischen Gedichts *Ritter Harold's Pilgerfahrt*, einer überaus romantisierenden Darstellung seiner Wanderungen durch Portugal, Malta und Griechenland, und, so bemerkte er später, »wachte eines Morgens auf und war berühmt«. Schön, verführerisch, immer in Bedrängnis, grüblerisch und sexuellen Abenteuern nie abgeneigt, führte er das Leben eines Byron'schen Helden, dessen Archetypus er in seiner Dichtung gleichzeitig erstehen ließ. Er wurde zum Liebling des literarischen London und täglich auf drei Gesellschaften gefeiert, besonders denkwürdig darunter ein rauschendes Fest am Morgen, dessen Gastgeberin Lady Caroline Lamb war.

Lady Caroline, obzwar mit einem mächtigen Aristokraten verheiratet, der später Premierminister wurde, verliebte sich bis über beide Ohren in Byron. Er fand, sie sei »zu dünn«, aber sie hatte unkonventionelle sexuelle Vorlieben, die ihn bezauberten (sie kleidete sich gerne als Page). Sie hatten eine turbulente Affäre, nach deren Ende sie ihm obsessiv nachstellte. Sie bezeichnete ihn als »irre, schlechte und gefährliche Bekanntschaft«, was voll und ganz auf ihn zutraf. Auf sie auch.

Auf Lady Carolines Ball hatte Lord Byron außerdem eine zurückhaltende junge Frau bemerkt, die, wie er sich erinnerte, »eher schlicht gekleidet« war. Annabella Milbanke, neunzehn, stammte aus einer wohlhabenden Aristokratenfamilie. Am Abend vor der Morgengesellschaft hatte sie *Ritter Harold* gelesen, mit gemischten Gefühlen. »Er ist gar zu sehr Mannerist«, schrieb sie. »Am besten gelingt ihm die Darstellung tiefer Gefühle.« Als sie ihn am anderen Ende des Saales erblickte, tobten in ihr gefährlich widerstreitende Empfindungen. »Ich machte keine Anstalten, mich ihm vorstellen zu lassen, denn all die anderen Damen umwarben ihn in lächerlicher Weise, und mühten sich redlich, sich die Hiebe seines Spotts zu verdienen«, schrieb sie an ihre Mutter. »Mich verlangt es nicht nach einem Platz in seiner Gefolgschaft. Ich habe kein Opfer auf dem Altar *Ritter Harold's* dargebracht, obwohl ich seine Bekanntschaft nicht ausschlagen würde, wenn es sich so ergäbe.«⁹

Diese Bekanntschaft, so wollte es das Schicksal, ergab sich. Nachdem er ihr in aller Form vorgestellt worden war, befand Byron, dass Annabella eine geeignete Ehefrau für ihn abgeben würde – ein für seine Verhältnisse seltener Sieg der Vernunft über die Romantik. Sie erregte zwar seine Leidenschaft nicht übermäßig, aber sie schien die Art Frau zu sein, die diese zähmen und ihn vor seinen Ausschweifungen bewahren könnte – und nebenbei dazu beitragen, seine erdrückenden Schulden abzubezahlen. Er machte ihr halbherzig einen brieflichen Antrag. Sie lehnte klugerweise ab. So stürzte er sich in weit weniger schickliche Affären, unter anderem eine mit seiner Halbschwester Augusta Leigh. Nach einem Jahr nahm er sein Werben wieder auf. Byron, der sich immer höher verschuldete und seine Leidenschaft zu zügeln trachtete, sah die potenzielle Beziehung weniger durch die Brille der Romantik als durch die der Ratio. »Nur eine Heirat und zwar eine *baldige* kann mich retten«, gestand er Annabellas Tante. »Wenn Ihre Nichte noch nicht gebunden ist, würde ich ihr den Vorzug geben, wenn nicht, dann jeder anderen Frau, die nicht aussieht, als würde sie mir ins Gesicht speien.«¹⁰ Er und Annabella heirateten im Januar 1815.

Byron starte in die Ehe in der ihm eigenen typischen Manier. »Nahm Lady Byron vor dem Dinner auf dem Sofa«, schrieb er an seinem Hochzeitstag.¹¹ Ihre Beziehung muss noch funktioniert haben, als sie zwei Monate später seine Halbschwester besuchten, denn um diese Zeit herum wurde Annabella schwanger. Während des Aufenthalts begann sie jedoch zu argwöhnen, dass die Freundschaft ihres Mannes zu Augusta über das Brüderliche hinausging, vor allem als er, auf dem Sofa liegend, beide Damen aufforderte, ihn abwechselnd zu küssen.¹² Die Ehe fing an zu bröckeln.

Annabella hatte ihren Mathematikunterricht genossen, was Lord Byron amüsierte, und im Verlauf ihrer Beziehung machte er über seine eigene Abneigung gegen die Genauigkeit von Zahlen seine Scherze. »Ich weiß, dass zwei und zwei vier sind – und schätzte mich glücklich, es auch beweisen zu können«, schrieb er. »Doch muss ich gestehen, dass es mir ein weit größeres Vergnügen bereiten würde, könnte ich es durch irgendeine Art Verfahren dahin bringen, zwei plus zwei in fünf zu verwandeln.« Zu Beginn ihrer Beziehung titulierte er seine Frau im Spaß noch liebevoll als seine »Prinzessin der Parallelogramme«, doch als die Ehe kriselte, entwickelte er die mathematische Metapher weiter: »Wir sind zwei parallele

Linien, die nebeneinander ins Unendliche verlaufen, sich aber niemals treffen.« Später, im ersten Gesang seines Versepos *Don Juan*, spottete er: »Die Mathematik liebte sie am meisten ... Kurz, sie war Sitte und Berechnung immer.«

Die Geburt der gemeinsamen Tochter am 10. Dezember 1815 vermochte die Ehe nicht zu retten. Das Kind wurde auf den Namen Augusta Ada Byron getauft, mit dem ersten Namen nach Byrons nur allzu geliebter Halbschwester. Als Lady Byron die Perfidie ihres Mannes aufging, rief sie ihre Tochter nur noch bei ihrem zweiten Namen. Fünf Wochen später packte sie ihr Hab und Gut und floh mit der kleinen Ada ins Landhaus ihrer Eltern.

Ada sah ihren Vater nie wieder. Lord Byron verließ das Land ebenfalls noch im April, nachdem Lady Byron in Briefen, die ihr ob ihrer Berechnung bei ihm den Spitznamen »Mathematische Medea« eintrugen, gedroht hatte, seine inzestuösen und homosexuellen Affären aufzudecken, um so eine Trennungsvereinbarung zu erreichen, die ihr das Sorgerecht für ihr Kind sicherte.¹³

Im Anfang des 3. Gesangs von Ritter Harold, den er ein paar Wochen später niederschrieb, beschwor er Ada als seine Muse:

*Gleichst du der Mutter, Ada, holdes Kind?
Du einz'ge Tochter für mein Herz und Haus?
Die blauen Augen lachten sanft und lind,
Als ich zuletzt sie sah; da zog ich aus.*

Byron schrieb diese Zeilen in einer Villa am Genfer See, wo er sich mit dem Dichter Percy Bysshe Shelley und dessen späterer Ehefrau Mary aufhielt. Es regnete ohne Unterlass. Tagelang ans Haus gefesselt, schlug Byron vor, jeder solle eine Schauergeschichte schreiben. Er selbst schuf ein Fragment über einen Vampir, einen der ersten literarischen Versuche zu diesem Thema, Marys Geschichte aber sollte zum Klassiker werden: *Frankenstein oder Der moderne Prometheus*. In Anspielung auf den antiken griechischen Heldenmythos von Prometheus, der aus Erde Menschen formte, sie zum Leben erweckte und schließlich den Göttern Feuer stahl, um es seinen Geschöpfen zu schenken, erzählt *Frankenstein* von einem Wissenschaftler, der ein Sammelsurium an menschlichen Körperteilen vermittels seiner »Lebensapparate« zu einem denkenden Menschen

machte. Es handelte sich um eine mahnende Parabel über die Macht von Wissenschaft und Technik, die überdies die Frage aufwarf, die man auf immer mit Ada in Verbindung bringen sollte: Können vom Menschen geschaffene Konstrukte je wirklich denken?

Der dritte Gesang von Ritter Harold endet mit Byrons Prophezeiung, dass Annabella versuchen werde, Ada über ihren Vater im Unklaren zu lassen, und so kam es. Wohl gab es in ihrem Haus ein Porträt von Lord Byron, aber es blieb verhüllt. Ada bekam es erst zu Gesicht, als sie zwanzig war.¹⁴

Lord Byron hingegen hatte, wohin auch immer es ihn verschlug, ein Bild von Ada auf seinem Schreibtisch und bat in seinen Briefen stets um Neuigkeiten oder Porträts von ihr. Als sie sieben war, schrieb er an Augusta: »Ich wünschte, Du könntest Lady B. dazu bringen, mir Ada zu beschreiben ... Hat das Mädchen Fantasie? ... Ist sie leidenschaftlich? Ich hoffe, die Götter haben sie nicht gerade *poetisch* gemacht – ein Verrückter in der Familie ist genug.« Lady Byron ließ ausrichten, Ada sei mit einer Fantasie begabt, die sich (zum Glück, wie sie zu verstehen gab) »in Verbindung mit ihrer technischen Begabung äußerte.«¹⁵

Etwa um dieselbe Zeit begann der schreibend und flirtend durch Italien mäandernde Byron sich zu langweilen und beschloss, sich dem griechischen Kampf um die Unabhängigkeit vom Osmanischen Reich anzuschließen. Er begab sich per Schiff nach Mesolongi, wo ihm das Kommando über einen Teil der griechischen Streitkräfte übertragen wurde, und bereitete den Angriff auf eine türkische Festung vor. Bevor er jedoch ernsthaft in die Schlacht ziehen konnte, wurde er von einer schweren Erkrankung heimgesucht, die sich durch die Entscheidung seines Arztes, ihn zur Ader zu lassen, rasch verschlimmerte. Am 19. April 1824 starb er. Seinem Diener zufolge lauteten seine letzten Worte: »Mein armes Kind! Meine liebe Ada! Mein Gott, wenn ich sie doch nur hätte sehen können! Gib ihr und meiner Schwester Augusta und ihren Kindern meinen Segen!«¹⁶

Ada

Lady Byron wollte sichergehen, dass Ada nicht ihrem Vater nachfahre. Zu ihrer Strategie gehörte es, das Mädchen unerbittlich in Mathematik unterweisen zu lassen, als bilde diese ein Gegengift zu dichterischer

Vorstellungskraft. Als Ada im Alter von fünf Jahren eine Vorliebe für die Geografie erkennen ließ, ordnete Lady Byron an, das Fach durch Arithmetikunterricht ersetzen zu lassen. Ihre Gouvernante verkündete bald stolz: »Sie addiert mit Akkuratess Summen aus fünf- und sechsstelligen Zahlen.« Ungeachtet all dieser Bemühungen zeigte Ada bald jedoch auch einige der Neigungen ihres Vaters. Als junges Mädchen hatte sie eine Affäre mit einem ihrer Hauslehrer, und als man sie erwischte und den Lehrer des Hauses verwies, versuchte sie, von daheim fortzulaufen, um bei ihm sein zu können. Damit nicht genug, litt sie unter Stimmungsschwankungen, die sie zwischen übersteigertem Selbstwertgefühl und tiefer Verzweiflung hin- und herrissen, sowie unter verschiedenen Krankheiten körperlicher und seelischer Art.

Ada machte sich schließlich die Überzeugungen ihrer Mutter zu eigen und glaubte nun selbst fest daran, dass die Beschäftigung mit der Mathematik ihr helfen könne, die Byron'schen Neigungen in sich zu zügeln. Nach der abenteuerlichen Liaison mit ihrem Hauslehrer beschloss sie mit achtzehn aus freien Stücken, den Mathematikunterricht wiederaufzunehmen. »Ich sehe mich wohl oder übel gezwungen, mich mit dem Gedanken vertraut zu machen, dass ich nicht zum bloßen Vergnügen oder aus purem Selbstzweck geboren wurde«, schrieb sie an ihren neuen Lehrer. »Ich musste zwangsläufig feststellen, dass allein die *eingehende und intensive* Beschäftigung mit wissenschaftlichen Themen in der Lage scheint, meine überschäumende Fantasie in ihre Schranken zu weisen... Mir scheint, dass ich mich vorerst mit den grundlegenden Formen der Mathematik beschäftigen sollte.« Er pflichtete ihr bei und antwortete: »Sie gehen zweifelsfrei recht in der Annahme, dass Ihr hauptsächlicher Halt und Schutz derzeit in einem Kurs mit ernstzunehmenden intellektuellen Studien liegt. Zu diesem Zweck scheint mir kaum ein Gegenstand besser geeignet als die Mathematik.«¹⁷ Er legte ihr die euklidische Geometrie ans Herz, dazu eine Prise Trigonometrie und Algebra. Das sollte jeden, so dachten beide, von zu vielen künstlerischen oder romantischen Leidenschaften kurieren.

Zusätzlich bestärkt wurde ihr Interesse an Technik durch eine Reise mit ihrer Mutter, die sie durch die industrialisierten britischen Midlands führte, wo Ada Manufakturen und Maschinen in Hülle und Fülle bestaunen konnte. Besonders beeindruckt war sie von einem automatischen Webstuhl, der die Herstellung von Stoffmustern mithilfe von Lochkar-

ten steuerte. In einer Zeichnung hielt sie fest, wie dieser funktionierte. Die berühmte Rede ihres Vaters vor dem House of Lords hatte die Luditen verteidigt, die aus Angst vor dem, was die neue Technologie der Menschheit antun könnte, solche Webstühle zertrümmert hatten. Ada aber schwärmte bei deren Anblick in poetischen Tönen und ahnte eine Verbindung zu dem voraus, was eines fernen Tages Computer heißen sollte. »Jene Maschinen erinnerten mich wiederum an Babbage und dessen mechanisches Juwel«, schrieb sie.¹⁸

Adas Interesse an angewandter Wissenschaft erfuhr weiteren Aufschwung, als sie eine der wenigen beachteten weiblichen Mathematikerinnen und Naturwissenschaftlerinnen ihrer Zeit kennenlernte: Mary Somerville. Somerville hatte soeben eines ihrer großartigen Werke – *On the Connexion of the Physical Sciences (Über den Zusammenhang der Naturwissenschaften)* – fertiggestellt, in dem sie Entwicklungen in Astronomie, Optik, Elektrizität, Chemie, Physik, Botanik und Geologie zueinander in Bezug setzte.* Ganz im Geiste der damaligen Zeit vermittelte sie darin eine vereinheitlichende Sicht auf die außerordentlichen Erkenntnisbestrebungen, die damals im Gange waren. In ihrem Eingangssatz erklärte sie: »Der Fortschritt der modernen Wissenschaft, insbesondere in den vergangenen fünf Jahren, ist insofern bemerkenswert, als er die Gesetze der Natur vereinfacht und getrennte Wissenschaftszweige durch allgemeine Prinzipien zu vereinen sucht.«

Mary Somerville wurde Adas Freundin, Lehrerin, Mentorin und Inspirationsquelle. Sie trafen sich regelmäßig, Mary schickte ihr Mathematikbücher, stellte ihr Aufgaben, die sie lösen sollte, und erläuterte geduldig die richtigen Antworten. Sie war außerdem eine gute Freundin von Babbage, und im Herbst 1834 waren sie und Ada häufig Gast bei seinen Samstagabend-Salons. Somervilles Sohn, Woronzow Greig, unterstützte Adas Bemühungen, zur Ruhe zu kommen und sich zu etablieren, indem er einen seiner ehemaligen Kommilitonen wissen ließ, dass sie eine geeignete – auf jeden Fall aber interessante – Ehefrau abgeben würde.

* In einer Rezension dieses Buchs prägte einer von Babbage' Freunden, William Whewell, den Begriff *scientist* für Naturwissenschaftler im Allgemeinen, um die grundlegende Nähe zwischen diesen Disziplinen zu verdeutlichen.

William King war sozial angesehen, finanziell abgesichert, von ruhiger Intelligenz und seinem Naturell nach so gelassen wie Ada erregbar. Er war wie sie ein Jünger der Wissenschaft, sein Hauptaugenmerk allerdings war weniger ein poetisches als ein praktisches: Sein Interesse galt in allererster Linie Theorien zum Fruchtwechsel im Ackerbau und Fortschritten bei der Viehzucht. Er machte Ada binnen Wochen nach ihrer ersten Begegnung einen Heiratsantrag, und sie nahm an. Aus Motiven, die nur ein Psychiater ergründen können, bestand ihre Mutter darauf, dass William von Adas missglücktem Versuch, mit ihrem Hauslehrer durchzubrennen, unterrichtet wurde. Trotz dieser Enthüllung war William bereit, an der Hochzeit festzuhalten, die im Juli 1835 auch stattfand. »In seiner Güte hat der gnädige Gott Dir die Gelegenheit gegeben, die von Dir beschrittenen gefährlichen Pfade zu verlassen, indem er Dir einen Freund und Beschützer zur Seite gestellt hat, der Dir ganz sicher auf dem Weg beistehen wird«, schrieb Lady Byron anschließend an ihre Tochter und fügte hinzu, dass sie die Gelegenheit nutzen möge, ihrer »alten Gefährtin Ada Byron mit all ihren Eigenheiten, ihrer Launenhaftigkeit und Selbstsucht ... auf immer Ade« zu sagen.¹⁹

Die Ehe war eine Verbindung, die beidseitig aus rationalem Kalkül geschlossen wurde. Ada bot sie Gelegenheit, ein gefestigtes, bodenständiges Leben zu führen. Noch wichtiger war, dass sie ihr erlaubte, der Fuchtel ihrer dominanten Mutter zu entrinnen. Für William bedeutete sie, eine faszinierende, exzentrische Frau aus einer wohlhabenden und berühmten Familie an seiner Seite zu haben.

Lady Byrons Cousin ersten Grades, Baron Melbourne (der das Pech hatte, mit der – zu jener Zeit bereits verschiedenen – Lady Caroline Lamb verheiratet gewesen zu sein), war damals Premierminister und sorgte dafür, dass William auf Königin Victorias Liste der Ehrengäste bei der Krönung als Earl of Lovelace erschien. Seine Frau Ada wurde damit zur Countess of Lovelace. Die korrekte Anrede müsste daher lauten: Ada, Countess of Lovelace, obwohl sie gemeinhin bekannt ist als Ada Lovelace.

An Weihnachten desselben Jahres bekam Ada von ihrer Mutter das lebensgroße Porträt ihres Vaters aus dem Familienbesitz geschenkt. Das Gemälde von Thomas Phillips zeigt Lord Byron im Profil, den Blick in die Ferne gerichtet, romantisch dargestellt in traditioneller albanischer Tracht mit roter Samtjacke, Zeremonienschwert und Kopfputz. Jahre-

lang hatte es über dem Kaminsims ihres Großvaters gehangen, vom Tag der Trennung ihrer Eltern an jedoch stets mit einem grünen Tuch verhüllt. Nun durfte sie es nicht nur anschauen, sondern es wurde ihr zusammen mit seinem Tintenfass und seiner Schreibfeder als Besitz anvertraut.

Als ein paar Monate später das erste Kind der Lovelaces, ein Sohn, geboren wurde, tat ihre Mutter etwas sogar noch Unerhörteres. Obwohl sie das Andenken ihres verstorbenen Mannes so gering schätzte, willigte sie ein, dass Ada ihren Sohn Byron nennen durfte. Im Jahr darauf gebar Ada eine Tochter, die sie pflichtschuldigst nach ihrer Mutter Annabella nannte. Danach wurde Ada von einem weiteren geheimnisvollen Leiden heimgesucht, das sie über Monate ans Bett fesselte. Sie erholte sich gut genug, um einem dritten Kind, einem Sohn namens Ralph, das Leben zu schenken, aber ihre Gesundheit blieb fragil. Sie litt unter Atem- und Verdauungsproblemen, deren Symptome durch die Behandlung mit Laudanum, Morphinum und anderen Opiaten, die zu schweren Stimmungsschwankungen und gelegentlichen Wahnvorstellungen führten, zusätzlich verstärkt wurden.

Darüber hinaus wurde Ada durch die Wirren eines persönlichen Dramas aufgewühlt, das sogar nach Byron'schen Maßstäben als grotesk zu bewerten ist. Es ging um Medora Leigh, die Tochter von Byrons Halbschwester und Gelegenheitsgeliebter Augusta. Weithin als zutreffend angenommenen Gerüchten zufolge war Medora Byrons Tochter. Sie schien entschlossen zu zeigen, dass die dunkle Seite der Familie nicht ausstirbt, und hatte eine Affäre mit dem Ehemann einer ihrer Schwestern. Mit diesem brannte sie nach Frankreich durch und brachte zwei uneheliche Kinder zur Welt. In einem Anfall von Selbstgerechtigkeit reiste Lady Byron nach Frankreich, um Medora zu »retten«, und enthüllte Ada sodann die inzestuöse Beziehung ihres Vaters.

Diese »höchst seltsame und schreckliche Geschichte« schien Ada nicht sonderlich zu überraschen. »Ich bin nicht im Mindesten verwundert«, schrieb sie ihrer Mutter. »Sie bestätigen lediglich, woran ich Jahre um Jahre kaum einen Zweifel gehegt hatte.«²⁰ Statt außer sich zu geraten, schien sie durch die Neuigkeit seltsam inspiriert. Sie erklärte, sie könne ihres Vaters Aversion gegen jede Form von Autorität verstehen. Im Hinblick auf sein »fehlgeleitetes Genie« schrieb sie an ihre Mutter: »Wenn er mir ein Stück jenes Genies vererbt hat, werde ich es nutzen, um große

Wahrheiten und Prinzipien offenzulegen. Ich glaube, diese Aufgabe hat er an mich weitergegeben.« Kraft der Wissenschaft würde sie die Ruchlosigkeit der Kunst überwinden.²¹

Erneut nahm Ada das Studium der Mathematik auf, um Ruhe zu finden, und sie versuchte, Babbage dazu zu bringen, ihr Lehrer zu werden. »Ich besitze eine eigenartige Art zu lernen und vermute daher, dass es eines eigentümlichen Mannes bedarf, um mich erfolgreich zu unterrichten«, schrieb sie ihm. Ob aufgrund der Opiate, ihrer Erziehung oder von beidem entwickelte sie ein einigermaßen übertriebenes Bild von ihren eigenen Talenten und fing an, sich selbst für ein Genie zu halten. In einem Brief an Babbage schrieb sie: »Halten Sie mich bitte nicht für eingebildet ..., dennoch glaube ich, dass ich das Potenzial besitze, meine Bestrebungen nach eigenem Belieben voranzutreiben, und wo eine solch entschiedene Neigung herrscht, ich sollte beinahe schon von einer Passion sprechen, wie ich sie hege, stellt sich mir die Frage, ob nicht auch stets ein gewisser Anteil natürliches Genie vorhanden sei.«²²

Babbage übergang Adas Ansinnen, was vermutlich sehr klug war. Es erhielt ihre Freundschaft zugunsten einer sehr viel wichtigeren Zusammenarbeit und bescherte ihr einen mathematischen Mentor ersten Ranges: Augustus De Morgan, einen geduldigen Gentleman und Pionier auf dem Gebiet der Formallogik. Er hatte eine Erkenntnis formuliert, die sich Ada eines Tages in brillanter Weise zunutze machen sollte: die fundamentale Einsicht nämlich, dass eine algebraische Gleichung sich auf andere Dinge als auf Zahlen anwenden lässt. Die Beziehungen zwischen Zeichen oder Symbolen (dass beispielweise gilt: $a + b = b + a$) können auch Teil einer Logik sein, die sich auf nicht numerische Dinge bezieht.

Ada war niemals die große Mathematikerin, die ihre Heiligsprecher aus ihr machen wollten, aber sie war eine eifrige Schülerin, imstande, den Großteil der grundlegenden Konzepte der Infinitesimalrechnung zu begreifen, und hatte dank ihrer künstlerischen Sensibilität viel Freude daran, die geschwungenen Kurven und Bahnen, die durch die Gleichungen beschrieben wurden, aufs Papier zu bringen. De Morgan hielt sie dazu an, sich auf die Regeln zu konzentrieren, nach denen Gleichungen funktionieren, sie aber war mehr darauf erpicht, die zugrunde liegenden Konzepte zu diskutieren. Auch in der Geometrie verlangte es sie häufig nach visuellen Darstellungen für ein Problem – beispielsweise in der Frage, wie sich schneidende Kreise eine Kugel in verschiedenartige Segmente unterteilen.

Adas Fähigkeit, die Schönheit der Mathematik zu würdigen, geht vielen Menschen ab, auch solchen, die sich selbst für durchaus gebildet halten. Sie realisierte, dass Mathematik eine wunderbare Sprache ist, in der sich die Harmonie des Universums beschreiben lässt und die von Zeit zu Zeit wahrhaft poetisch sein kann. Allen Anstrengungen ihrer Mutter zum Trotz blieb sie die Tochter ihres Vaters, und ihre poetische Sensibilität erlaubte es ihr, eine Gleichung als Pinselstrich zu begreifen, der einen Aspekt der sichtbaren Natur in all seiner Schönheit zu Papier brachte. Gerade so, wie sie sich Homers »weindunkles Meer« bildlich vorstellen konnte oder eine Frau, von der es in einem Gedicht von Lord Byron heißt: »Sie geht in Schönheit, gleich der Nacht«. Aber die Anziehungskraft der Mathematik ging für sie sogar noch tiefer, hatte etwas Spirituelles. Mathematik bildet »die Sprache ..., mit deren Hilfe allein sich unser-einer in der Lage befindet, den bedeutenden Fakten der natürlichen Welt adäquaten Ausdruck zu verleihen«, erklärte sie, sie »ist die Sprache der unsichtbaren Beziehungen zwischen den Dingen«, »das Instrument ..., das es der Menschheit schwachem Verstande ermöglicht, die Werke ihres Schöpfers überaus wirkungsvoll zu entschlüsseln«. ²³

Diese Fähigkeit, Fantasie und Wissenschaft zusammenzubringen, war für die industrielle Revolution ein ebenso wichtiges Merkmal wie für die digitale Revolution, für die Ada zu einer Art Schutzheiligen werden sollte. Sie sei imstande, so schrieb sie an Babbage, die Verknüpfung zwischen Dichtkunst und Analysis auf eine Weise zu verstehen, die über die Begabung ihres Vaters weit hinausgehe. »Ich kann nicht glauben, dass mein Vater jemals in diesem Maße ein Dichter war (oder hätte werden können), in dem ich eine Analytikerin (& Metaphysikerin) sein werde; da für mich beides unlösbar miteinander verbunden scheint«, schrieb sie.

Ihre erneute Hinwendung zur Mathematik, so schrieb sie ihrer Mutter, beflügeln ihre Kreativität und führe zu einer ungeheuren Entwicklung ihrer Fantasie in einem Maße, dass sie »zu gegebener Zeit zur Dichterin werden müsse«. ²⁴ Der Begriff der Fantasie hatte es ihr angetan, vor allem dort, wo er auf technischen Fortschritt Anwendung fand. »Was ist Fantasie?«, fragte sie in einem Aufsatz aus dem Jahr 1841. »Sie ist die Fähigkeit, Beziehungen herzustellen. Sie bringt Dinge, Fakten, Ideen, Vorstellungen in neuen, originären, einzigartigen, immer neuen Variationen zusammen ... Sie ist das, was die unsichtbaren Welten, die um uns herum bestehen, durchdringt, die Welten der Wissenschaft.« ²⁵

Zu jenem Zeitpunkt glaubte Ada längst, besondere, übernatürliche Fähigkeiten zu besitzen, »eine intuitive Wahrnehmung von ... Dingen, die Augen und Ohren und den herkömmlichen Sinnen verborgen bleiben.« Die exaltierte Einschätzung ihrer eigenen Begabungen ließ sie Ansprüche erheben, die für eine adlige Frau und Mutter des frühen Viktorianischen Zeitalters höchst ungewöhnlich waren. »Ich glaube mich im Besitz einer einzigartigen Kombination von Qualitäten, welche mir vortrefflich geeignet scheinen, um mich in erster Linie zum Entdecker der verborgenen Realitäten der Natur zu prädestinieren«, erklärte sie in einem Brief an ihre Mutter aus dem Jahr 1841. Sie vermöge »einen gewaltigen Apparat aus allerlei augenscheinlich irrelevanten und abgelegenen Quellen zu einem beliebigen Thema oder einer beliebigen Idee in Beziehung zu setzen«. ²⁶

In dieser geistigen Verfassung befand sie sich, als sie beschloss, sich erneut an Charles Babbage zu wenden, dessen Abendgesellschaften sie acht Jahre zuvor erstmals besucht hatte.

Charles Babbage und seine Maschinen

Von klein auf hatte sich Charles Babbage für Maschinen interessiert, die menschliche Tätigkeiten verrichten konnten. Als Kind nahm ihn seine Mutter in etliche Ausstellungshallen und Museen voll staunenswerter Apparate mit, die zu Beginn des 19. Jahrhunderts in London wie Pilze aus dem Boden schossen. In einem dieser Etablissements am Hanover Square lud ihn der Eigentümer, mit dem treffenden Namen Merlin, auf den Dachboden ein, wo er eine Sammlung an mechanischen Puppen aufbewahrte, die er »Automaten« nannte. Eine davon war eine ungefähr dreißig Zentimeter große silberne Tänzerin, deren Arme sich anmutig bewegten und die in einer Hand einen Vogel hielt, der mit dem Schwanz wippen, mit den Flügeln schlagen und den Schnabel öffnen konnte. Die Fantasie des Knaben ließ die Vorstellung nicht los, dass die »silberne Lady« auch Gefühle und eine Persönlichkeit haben könnte. »Ihre Augen sprachen die Einbildungskraft an und waren unwiderstehlich«, erinnert er sich. Jahre später entdeckte er die Silver Lady bei einer Zwangsversteigerung und kaufte sie. Sie diente fortan zur Bereicherung seiner Abendgesellschaften, auf denen er die Wunder der Technik feierte.

In Cambridge freundete sich Babbage mit einer Gruppe junger Männer an, zu denen unter anderen John Herschel und George Peacock gehörten, die höchst unzufrieden damit waren, wie an ihrer Universität Mathematik gelehrt wurde. Sie gründeten einen Klub namens The Analytical Society, der die Universitätsleitung dazu zu bringen versuchte, im Zusammenhang mit der Differenzialrechnung die Schreibweise ihres Alumnus Isaac Newton, der Ableitungen mit Punkten bezeichnet hatte, durch die von Gottfried Wilhelm Leibniz zu ersetzen, in der die Ableitungen mithilfe der Differenziale dy und dx dargestellt werden und die man folglich als »D-Notation« bezeichnen kann. Babbage schlug vor, das Manifest der Gruppe wie folgt zu überschreiben: »Die Prinzipien des reinen D-ismus im Gegensatz zum Punktismus der Universität.«²⁷ So kratzbürstig er auch sein konnte, er hatte zweifelsfrei Sinn für Humor.

Eines Tages saß Babbage »in träumerischer Stimmung« in den Räumen der Analytischen Gesellschaft, vor sich eine Logarithmentafel, in der es vor Fehlern nur so wimmelte. Herschel kam herein und fragte ihn, worüber er nachdachte. »Ich denke daran, dass alle diese Tafeln ... von Maschinen berechnet werden könnten«, gab Babbage zur Antwort. Sein Mentor Dr. Wollaston hielt diese Idee für »sehr erfolgversprechend«.²⁸ Im Jahr 1821 widmete Babbage seine Aufmerksamkeit dem Bau einer solchen Maschine.

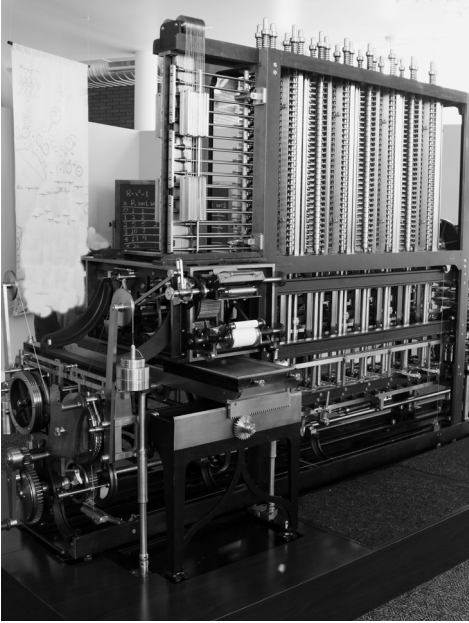
Im Laufe der Geschichte hatten sich schon viele Tüftler am Bau von Rechenmaschinen versucht. In den 1640er-Jahren schuf der französische Mathematiker und Philosoph Blaise Pascal eine mechanische Rechenmaschine, um seinem Vater die Mühsal seiner Arbeit als Steuerbeamter zu erleichtern. Die Pascaline hatte kleine Speichenräder als Wählscheiben, auf denen die Ziffern 0 bis 9 eingeprägt waren. Um Zahlen zu addieren, wählte man ähnlich wie bei einem Telefon mit Wählscheibe mit einem Stift die richtigen Ziffern, die dann oberhalb der Rädchen erschienen. Ein Zahnradgetriebe machte es nötigenfalls möglich, eine 1 zu übertragen oder zu »borgen«. Sie sollte der erste Rechner sein, der patentiert und kommerziell vertrieben wurde.

Dreißig Jahre später versuchte der deutsche Mathematiker und Philosoph Gottfried Wilhelm Leibniz Pascals Erfindung durch die Einführung einer »Staffelwalze« zu optimieren, die es erlaubte, zu multiplizieren und zu dividieren. Sie verfügte über einen von Hand zu kurbelnden Zylinder mit unterschiedlich langen Zahnreihen, der über ein auf einer

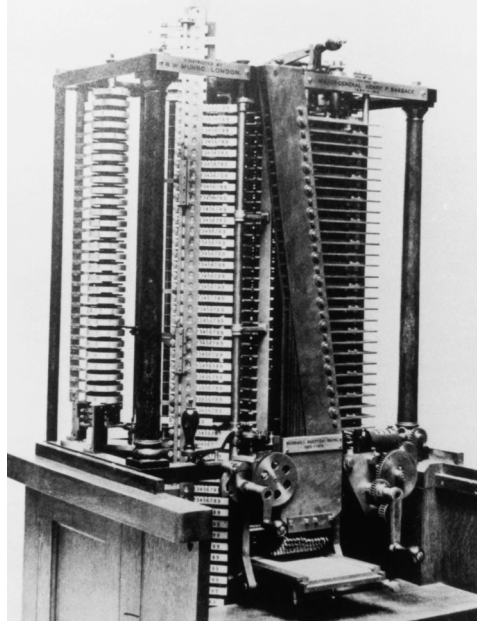
Welle verschiebbares Zahnrad mit dem Einstellwerk der Rechenmaschine verbunden war. Aber Leibniz stieß auf ein Problem, das zum immer wiederkehrenden Leitmotiv des digitalen Zeitalters werden sollte. Im Unterschied zu Pascal, der ein begabter Ingenieur war und wissenschaftliche Theorien mit mechanischem Genie zu vereinen wusste, verfügte Leibniz über wenig technisches Geschick und umgab sich auch nicht mit Menschen, die solches hatten. Wie viele große Theoretiker, denen es an praktisch versierten Mitarbeitern mangelte, bekam er es nicht fertig, Versionen seiner Maschine herzustellen, die verlässlich arbeiteten. Trotzdem sollte die zentrale Idee, das »Sprossenrad« oder »Leibniz-Rad«, den Rechnerbau bis in die Tage von Charles Babbage beeinflussen.

Babbage wusste um die Maschinen von Pascal und Leibniz, aber er versuchte sich an etwas weitaus Komplexerem. Er wollte ein mechanisches Verfahren zur Tabellarisierung von Logarithmen sowie der trigonometrischen Funktionen Sinus, Cosinus und Tangens.* Zu diesem Zweck bediente er sich einer Überlegung, die der französische Mathematiker Gaspard Riche de Prony in den 1790er-Jahren angestellt hatte. Um logarithmische und trigonometrische Tafeln zu erstellen, hatte de Prony die notwendigen Rechenoperationen in ganz einfache Schritte zerlegt, bei denen nur noch addiert und subtrahiert werden musste. Dann gab er einfache Anweisungen, sodass die von ihm beschäftigten menschlichen »Rechner«, die von Mathematik wenig Ahnung hatten, diese einfachen Aufgaben lösen und ihre Antworten der jeweils nächsten Reihe von Rechnern in der Kolonne weitergeben konnten. Mit anderen Worten, er richtete eine Art Fließband ein, jene große Erfindung des industriellen Zeitalters, die Adam Smith in seiner berühmt gewordenen Darstellung der Arbeitsteilung in einer Stecknadelfabrik in so denkwürdiger Weise dargelegt hatte. »Plötzlich kam mir die Idee, dieselbe Methode auf die große Aufgabe, die mir auferlegt worden war, zu übertragen und Logarithmen auf die gleiche Art zu produzieren wie Stecknadeln«, schrieb de Prony 1824.²⁹ Babbage wurde auf seiner Paris-Reise erstmals auf de Pronys Verfahren aufmerksam.

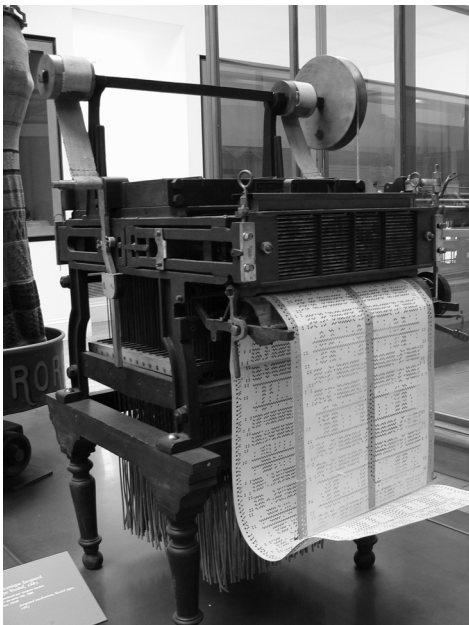
* Im Besonderen wollte er den Werten von Logarithmen und trigonometrischen Funktionen durch Interpolation möglichst nahe kommen.



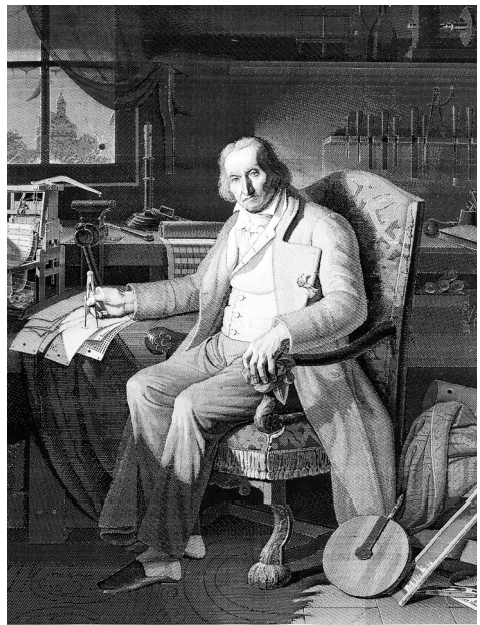
Nachbau der Differenzmaschine



Nachbau der Analytischen Maschine



Der Jacquard-Webstuhl



Porträt von Joseph-Marie Jacquard (1752–1834),
gewebt auf einem Jacquard-Webstuhl

Selbst komplexe mathematische Aufgaben, so erkannte Babbage, lassen sich auf Schritte herunterbrechen, die auf die Berechnung »endlicher Differenzen« durch einfaches Addieren und Subtrahieren hinauslaufen. Um beispielsweise eine Tafel der Quadrate ganzer Zahlen – 1^2 , 2^2 , 3^2 , 4^2 und so weiter – anzufertigen, könnten Sie die Ergebnisse – 1, 4, 9, 16 – in Spalte A auflisten. Daneben können Sie in Spalte B die jeweilige Differenz zwischen diesen Zahlen notieren, in diesem Falle: 3, 5, 7, 9. Spalte C nun würde die Differenz zwischen den einzelnen Werten in Spalte B auflisten, und die wären: 2, 2, 2, 2. Hat man den Prozess erst einmal auf diese Weise vereinfacht, ließe er sich umkehren, und die einzelnen Schritte können auch von ungelerten Arbeitern durchgeführt werden. Der eine wäre dafür verantwortlich, zur letzten Zahl in Spalte B 2 zu addieren, dann übergäbe er das Ergebnis dem nächsten in der Rechenreihe, der nun das Ergebnis zur letzten Zahl in Spalte A addiert und so die nächste Quadratzahl errechnet.

Babbage ersann eine Möglichkeit, diesen Prozess zu automatisieren, und nannte das Ergebnis Differenzmaschine. Diese konnte jede polynomische Funktion tabellarisieren und lieferte eine digitale Methode zur näherungsweisen Berechnung der Lösung von Differenzialgleichungen.

Wie funktionierte das? Die Differenzmaschine verwendete vertikale Stifte und Scheiben, auf denen sich jede beliebige Ziffer einstellen ließ. Diese griffen in Ritzel, die diese Zahl bei einer Umdrehung zu der linken Hand benachbarten Scheibe addierten (oder von ihr subtrahierten). Die Maschine konnte die Zwischenergebnisse sogar »speichern«. Die Hauptschwierigkeit bestand darin, wenn nötig zu »übertragen« oder zu »borgen«, so wie wir es machen, wenn wir $36 + 19$ oder $42 - 17$ auf dem Papier errechnen. Ausgehend von der Pascal'schen Erfindung ersann Babbage ein paar geniale Kniffe, dank derer die Wellen und Rädchen die Rechnung ausführen konnten.

Die Maschine war ihrer Idee nach ein echtes Juwel. Babbage hatte sogar eine Möglichkeit gefunden, sie dazu zu bringen, eine Tafel der Primzahlen bis zu 10 Millionen zu erstellen. Die britische Regierung war – anfänglich wenigstens – beeindruckt. Im Jahr 1823 bewilligte sie ihm ein Startkapital von 1700 Pfund und steckte im Laufe des Jahrzehnts schlussendlich über 17000 Pfund – mehr als das Doppelte dessen, was ein Kriegsschiff zu der Zeit kostete – in den Bau der Maschine. Aber das

Projekt war mit zwei Problemen behaftet. Erstens verfügten Babbage und der von ihm eingestellte Ingenieur nicht über genügend Fachwissen, um das Ganze zuverlässig zum Laufen zu bringen. Zweitens begann er von etwas Besserem zu träumen.

Babbage' neue Idee aus dem Jahr 1834 war ein Universalrechner, der auf der Grundlage ihm zuvor einprogrammierter Anweisungen eine Vielzahl an unterschiedlichen Rechenoperationen durchführen konnte. Eine Maschine, die eine Aufgabe erledigen und anschließend dazu gebracht werden konnte, umzuschalten und eine andere Aufgabe zu übernehmen, sich sogar – basierend auf vorläufigen Ergebnissen ihrer eigenen Rechnungen – selbst dazu veranlassen konnte, zwischen verschiedenen Aufgaben umzuschalten – oder ihr »Aktionsmuster« zu verändern, wie Babbage es nannte. Babbage nannte die geplante Erfindung »Analytische Maschine« und war damit seiner Zeit hundert Jahre voraus.

Die Analytische Maschine verdankte sich der »Fähigkeit zum Kombinieren«, die Ada Lovelace in ihrem Essay über die Fantasie gefeiert hatte. Babbage hatte zwei Neuerfindungen aus zwei ganz verschiedenen Gebieten zusammengebracht – viele große Erfindungen sind auf diese Art zustande gekommen. Ursprünglich hatte er eine mit Stiften gespickte Metallwalze verwendet, um die Umdrehung der Wellen zu kontrollieren. Dann aber hatte er es Ada gleichgetan und den 1801 von einem Franzosen namens Joseph-Marie Jacquard erfundenen mechanischen Webstuhl mit Lochkartensteuerung untersucht, der die Seidenweber-Industrie revolutioniert hatte. Webstühle lassen ein Muster entstehen, indem sie mithilfe von Häkchen (Platinen) bestimmte Kettfäden anheben und andere senken, sodass die Schussfäden mithilfe des »Schützen« hindurchgeschossen werden können. Jacquard erfand ein Verfahren, diesen Prozess anhand von gelochten Pappkarten zu steuern, deren Löcher genau festlegten, welcher Kettfaden bei welchem Schuss zu heben beziehungsweise zu senken ist, und automatisierte damit das Weben komplexer fein strukturierter Muster. Jedes Mal, wenn der Schütze das Fach passiert hatte, war eine neue Lochkarte an der Reihe.

Am 30. Juni 1836 verfasste Babbage einen Eintrag in sein »Sudelbuch«, der einen Meilenstein in der Frühgeschichte des Computers darstellen sollte: »Überlege, den Jacquard'schen Webstuhl-Mechanismus anstelle der Stahlzylinder zu verwenden.«³⁰ Der Einsatz von Lochkarten an-

stelle von Stahlzylindern bedeutete, dass der Input aus einer unbegrenzten Zahl an Anweisungen bestehen konnte. Damit nicht genug, ließ sich die Abfolge der Aufgaben modifizieren, was es einfacher machte, eine Allzweckmaschine zu entwerfen, die flexibel und umprogrammierbar war.

Babbage erstand ein Porträt von Jacquard und begann es bei seinen Abendgesellschaften zu präsentieren. Es zeigte den Erfinder in einem Stuhl mit Armlehnen, in der Hand einen Messzirkel über einem Stapel rechteckiger Lochkarten. Babbage machte sich einen Spaß daraus, seine Gäste raten zu lassen, was das für ein Bild sei. Die meisten hielten es für einen besonders erlesenen Stich. Worauf er entgegnete, dass es sich um ein fein gewobenes Stück Seidenstoff aus vierundzwanzigtausend Fadenreihen handle, von denen jede einzelne durch eine eigene Lochkarte definiert sei. Als Prinz Albert, Königin Victorias Ehemann, eine von Babbage' Gesellschaften besuchte, fragte er ihn, was er an dem Stück Stoff so spannend fände. Babbage gab zur Antwort: »Es wird ungemein hilfreich sein, das Wesen meiner Rechenmaschine, der Analytischen Maschine, zu verstehen.«³¹

Nur wenige Menschen erkannten jedoch die Schönheit von Babbage' neu konzipierter Maschine, und die britische Regierung sah keinerlei Notwendigkeit, diese zu fördern. Was er auch anstellte, Babbage vermochte weder in der Boulevardpresse noch in wissenschaftlichen Zeitschriften gebührende Aufmerksamkeit zu erregen.

Eine Glaubensschwester aber fand er: Ada Lovelace war in der Lage, die Vorstellung von einer Allzweckmaschine in vollem Umfang zu würdigen. Noch wichtiger war, dass sie eine Eigenschaft voraussah, die diese Errungenschaft wahrhaft staunenswert machen würde: Sie hatte nicht nur das Potenzial, Zahlen zu verarbeiten, sondern würde jede in Symbolen notierte Information, auch musikalische und künstlerische, verarbeiten können. Sie sah das Poetische an dieser Vorstellung und machte sich daran, dies auch anderen Menschen nahezubringen.

Sie bombardierte Babbage mit Briefen, manche davon an der Grenze zum Schnippischen, obschon er vierundzwanzig Jahre älter war als sie. In einem beschrieb sie das Solitärspiel mit sechsundzwanzig Steinen, dessen Ziel es ist, durch wohlkalkuliertes Überspringen der einzelnen Spielsteine einen nach dem anderen aus dem Spiel zu befördern, bis nur noch ein einziger in der Mitte übrig ist. Sie hatte es gemeistert, suchte jedoch

nach einer »mathematischen Formel . . . , die die Lösung vorgibt und sich vermittels einer Symbolsprache darstellen lässt.«³²

Sie wollte partout für Babbage Öffentlichkeitsarbeit betreiben und als seine Partnerin um Unterstützung für den Bau der Analytischen Maschine werben. »Ich brenne förmlich darauf, mich mit Ihnen zu unterhalten«, schrieb sie Anfang 1841. »Ich werde Ihnen einen Hinweis auf unser Gesprächsthema geben. Haben Sie je daran gedacht, dass mein Verstand Ihren Absichten und Plänen in absehbarer Zukunft zu Diensten sein könnte? Falls dem so ist, falls Sie mich jemals für würdig oder fähig erachten, Ihnen auch nur von geringem Nutzen zu sein, betrachten Sie meinen Verstand getrost als den Ihrigen.«³³

Ein Jahr später ergab sich eine Gelegenheit, die ihr auf den Leib geschrieben war.

Lady Lovelace' Erläuterungen

Auf seiner Suche nach Unterstützern für seine Analytische Maschine hatte Babbage eine Einladung zur Teilnahme an einem Wissenschaftlerkongress in Turin angenommen. Ein junger Militäringenieur namens Luigi Menabrea, der spätere Ministerpräsident des neu geeinten Italiens, protokollierte Babbage' Vorstellung der Analytischen Maschine akribisch. Mit dessen Hilfe veröffentlichte er im Oktober 1842 eine detaillierte Beschreibung ihrer Grundprinzipien in französischer Sprache.

Einer von Adas Freunden schlug vor, sie möge für *Taylor's Scientific Memoirs*, eine Zeitschrift, die wissenschaftliche Artikel veröffentlichte, eine Übersetzung von Menabreas Aufsatz ins Englische anfertigen. Das war ihre Chance, Babbage zu Diensten zu sein und dabei gleichzeitig ihr eigenes Talent unter Beweis zu stellen. Als sie fertig war, informierte sie Babbage, der sich erfreut zeigte, aber auch einigermmaßen erstaunt: »Ich fragte sie, warum sie nicht selbst einen Artikel zu diesem Thema geschrieben habe, mit dem sie doch so gut vertraut sei«, schreibt Babbage.³⁴ Sie gab zur Antwort, dass ihr dieser Gedanke nie gekommen sei. Zu jener Zeit veröffentlichten Frauen in der Regel keine wissenschaftlichen Arbeiten.

Babbage schlug ihr vor, Menabreas Bericht einige Erläuterungen hinzuzufügen, eine Anregung, der sie mit großem Eifer nachkam. Sie begann an einem Anhang zu arbeiten, den sie »Erläuterungen des Übersetzers«

betitelte und der am Ende 19136 Worte zählte, womit er fast dreimal so lang war wie Menabreas ursprüngliche Arbeit. Unterschrieben mit den Initialen »A.A.L.« für Ada Augusta Lovelace, wurden ihre »Erläuterungen« berühmter als der Artikel selbst und sollten sie zu einer Ikone der Computergeschichte machen.³⁵

Während sie im Sommer 1843 auf ihrem Landsitz in Surrey an den Erläuterungen saß, gingen zwischen ihr und Babbage Wagenladungen an Briefen hin und her, im Herbst traf man sich mehrere Male, bevor sie in ihr Londoner Haus zurückkehrte. Über der Frage, wie viele von den Gedanken in dieser Arbeit ihre und nicht seine waren, ist unter Fachleuten als kleiner akademischer Nebenschauplatz eine genderpolitisch aufgeladene Debatte beachtlichen Ausmaßes entbrannt. In seinen Erinnerungen jedenfalls spricht Babbage ihr einen Großteil des Verdienstes zu. »Wir diskutierten die verschiedenen Illustrationen, die angeführt werden könnten; ich schlug deren mehrere vor, doch lagen ihre Auswahl wie auch die algebraischen Ausarbeitungen der verschiedenen Aufgaben bis auf jene, die mit den Bernoulli-Zahlen zusammenhing, allein bei ihr. Ich hatte angeboten, diese zu übernehmen, um Lady Lovelace die Mühe zu ersparen. Allein – sie sandte sie mir zur Berichtigung zurück, weil sie einen schwerwiegenden Fehler entdeckt hatte.«³⁶

In ihren Erläuterungen untersuchte Ada vier verschiedene Aspekte, die ein Jahrhundert später, als der Computer schließlich die Bühne betrat, nichts an Aktualität verloren haben sollten. Der erste war das Konzept einer Universalmaschine, die nicht nur eine vorgegebene Aufgabe durchführen konnte, sondern so programmierbar und umprogrammierbar war, dass sie eine endlose, sich immer wieder ändernde Reihe von Aufgaben zu erfüllen imstande war. Mit anderen Worten, sie sah den modernen Computer voraus. Dieses Konzept steht im Mittelpunkt ihrer »Erläuterung A«, die den Unterschied zwischen Babbage' ursprünglicher Differenzmaschine und der neu konzipierten Analytischen Maschine beleuchtet. »Die Funktion, deren Integral zu berechnen die Differenzmaschine konstruiert wurde, ist $\Delta^7 U_z = 0$ «, beginnt sie und erläutert im Weiteren, dass diese Maschine erdacht und angepasst wurde, astronomische und nautische Tabellen zu errechnen. »Die Analytische Maschine hingegen ist nicht nur in der Lage, die Ergebnisse einer einzelnen speziellen Funktion zu errechnen, sondern vermag jede beliebige Funktion zu entwickeln und zu tabellieren.«

Möglich werde dies, schreibt sie weiter, »durch die Einführung des Prinzips, das Jacquard zur Steuerung der Herstellung komplizierterer Brokatmuster unter Zuhilfenahme von Lochkarten« entworfen hat. Deutlicher noch als Babbage erkannte Ada die Tragweite dieses Umstands. Es bedeutete, dass die Maschine agieren könnte wie die Art von Rechner, die für uns heute selbstverständlich ist. Sie würde nicht nur spezielle Rechenoperationen lösen können, sondern stellte eine Allzweckmaschine dar. Sie schreibt:

Die Grenzen der Arithmetik aber waren in dem Augenblick überschritten, da die Idee der Verwendung von Lochkarten geboren war, und die Analytische Maschine hat mit bloßen »Rechenmaschinen« nichts gemein. Sie nimmt eine einzigartige Stellung ein. Indem sie eine Möglichkeit eröffnet, *allgemeine* Zeichen in Abfolgen von unendlicher Vielfalt und Größe miteinander zu kombinieren, ist ein einendes Band geschaffen zwischen den Transaktionen von Materie und den abstrakten geistigen Vorgängen.³⁷

Diese Sätze mögen ein wenig gestelzt daherkommen, aber sie sind es wert, sorgfältig gelesen zu werden. Sie beschreiben die Essenz moderner Computer. Und Ada belebte ihre Schilderung mit poetischen Ausschmückungen. »Die Analytische Maschine webt algebraische Muster auf dieselbe Weise, wie der Jacquard-Webstuhl Blüten und Blätter webt«, schrieb sie. Als Babbage »Erläuterung A« las, war er begeistert und bat sie inständig, nichts daran zu ändern.³⁸

Adas zweite bemerkenswerte Einsicht ergibt sich unmittelbar aus dieser Beschreibung einer Allzweckmaschine. Deren Operationen, erkannte sie, müssten nicht auf Mathematik und Zahlen beschränkt sein. Mit Bezug auf De Morgans Ausweitung der Algebra zur Formallogik erklärte sie, dass eine Maschine wie die Analytische Maschine alles, was sich mit Zeichen ausdrücken lässt – Worte, Logik, Musik und alles andere, zu dessen Vermittlung wir uns einer Symbolsprache bedienen –, speichern, verarbeiten und als Grundlage für weitere Operationen verwenden könne.

Um diese Überlegung zu erläutern, definierte sie sorgfältig, was eine Rechenoperation sei: »Es ist vielleicht wünschenswert anzumerken, dass wir mit dem Wort ›Operation‹ jeden Vorgang meinen, der die gegenseitige Beziehung zwischen einem oder mehreren Dingen verändert, welcher

Art diese auch sei.« Eine Rechneroperation, so schreibt sie weiter, könne nicht nur die Beziehung zwischen Zahlen verändern, sondern auch die zwischen beliebigen Symbolen, die in einer logischen Beziehung zueinander stehen. »Sie kann mit anderen Dingen außer Zahlen operieren, so sich Objekte finden lassen, deren gegenseitige Beziehungen sich auf fundamentaler Ebene durch solche der abstrakten Wissenschaft ausdrücken lassen.« Die Analytische Maschine sollte in der Theorie sogar Operationen an musikalischen Aufzeichnungen vornehmen können: »Angenommen zum Beispiel, in der Harmonielehre und der Kompositionslehre wären die zugrunde liegenden Relationen zwischen den Tönen auf diese Art auszudrücken und zu verwenden, so vermöchte die Maschine kunstreiche Musikstücke von beliebiger Komplexität hervorzubringen.« Das wäre die Krönung der von Ada propagierten »poetischen Wissenschaft«: ein von einer Maschine komponiertes kunstreiches Musikstück! Ihren Vater hätte es bei dem Gedanken geschaudert.

Diese Einsicht sollte zum zentralen Konzept des digitalen Zeitalters avancieren: Jedes Stückchen Inhalt, alle Daten und Informationen – Musik, Text, Bilder, Zahlen, Zeichen, Töne, Videoaufnahmen – lassen sich in digitaler Form ausdrücken und von Maschinen verarbeiten. Selbst Babbage erfasste das nicht in vollem Umfang, sein Hauptaugenmerk ruhte auf Zahlen. Aber Ada realisierte, dass die Ziffern auf den Zahnrädchen auch für andere Dinge als für mathematische Größen stehen könnten. Ihr gelang der konzeptuelle Schritt von Maschinen, die als reine Rechengерäte fungierten, hin zu dem, was wir heute Computer nennen. Doron Swade, ein Computerhistoriker, der sich auf die Untersuchung von Babbage' Maschinen spezialisiert hat, erklärt dies zu einem wichtigen Teil von Adas historischem Erbe. »Wenn wir die Geschichte nach dieser Wende durchsuchen und durchsieben, dann findet sich diese eindeutig in jenem Artikel Adas aus dem Jahr 1843«, findet er.³⁹

Adas dritter Beitrag in ihrer letzten Erläuterung G bestand darin, Schritt für Schritt die Details dessen aufzudröseln, was wir heute als Computerprogramm oder Algorithmus bezeichnen. Das von ihr verwendete Beispiel war ein Programm zur Berechnung von Bernoulli-Zahlen*,

* Benannt nach dem Schweizer Mathematiker Jacob Bernoulli aus dem 17. Jahrhundert. Er untersuchte die Summe bestimmter Zahlenfolgen, die in Zahlentheorie, Analysis und Differenzialtopologie eine faszinierende Rolle spielen.

komplexen Zahlenfolgen in unterschiedlichster Aufmachung, die für die Zahlentheorie von großer Bedeutung sind.

Um zu zeigen, dass die Analytische Maschine Bernoulli-Zahlen zu ermitteln vermochte, beschrieb Ada eine Abfolge von Rechenschritten und fertigte dann eine Tabelle an, die zeigte, wie jeder dieser Schritte für die Maschine zu codieren sei. Dabei bereitete sie im Prinzip dem Konzept der Subroutine und dem der rekursiven Schleife den Boden.* Als Subroutine bezeichnet man ein Unterprogramm, das im Rahmen des Gesamtprogramms eine bestimmte Aufgabe abwickelt – beispielsweise die Berechnung von Cosinus oder Zinseszins – und bei Bedarf vom Hauptprogramm aufgerufen werden kann; als rekursive Schleife eine Reihe von Anweisungen, die sich selbst wiederholen. Möglich wurde dies durch die Lochkartentechnik. Mit fünfundsiebzig Karten ließen sich alle Zahlen darstellen, erkannte sie. Danach würde der Prozess sich selbst wiederholen, denn die Zahlen würden erneut eingespeist, um die nächsten zu generieren. »Es liegt auf der Hand, dass dieselben fünfundsiebzig Karten immer wieder für die Berechnung jeder nachfolgenden Zahl verwendet werden können«, schrieb sie. Sie prophezeite eine Bibliothek mit häufig verwendeten Unterprogrammen, was ihre geistigen Erben, unter anderen Frauen wie Grace Hopper von der Harvard University oder Kay McNulty und Jean Jennings von der University of Pennsylvania, ein Jahrhundert später umsetzen sollten. Damit nicht genug, legte Babbage' Maschine damit, dass sie auf der Basis der errechneten Zwischenergebnisse innerhalb der Abfolge der Anweisungskarten vor- und zurückspringen konnte, den Grundstein für das, was wir heute bedingte Anweisungen (oder Verzweigungen) nennen: den Wechsel zu einem neuen Anweisungspfad, sobald bestimmte Bedingungen erfüllt sind.

Babbage half Ada bei den Bernoulli-Berechnungen, aber die Briefe zeigen, wie sehr sie sich in deren Einzelheiten vertieft hatte. »Ich bin beharrlich im Vormarsch und dringe bis zu den tiefsten Grundlagen all jener Methoden vor, mittels derer man die Bernoulli-Zahlen deduzieren kann«, schrieb sie im Juli, wenige Wochen bevor ihre Übersetzung samt Anhang an die Drucker gehen sollte. »Sie sehen mich überaus bestürzt, dass ich hinsichtlich dieser Zahlen in solch einen Schlamassel und derartige

* In Adas Beispiel ging es darum, Polynome mit verschiedenen Techniken als Subfunktion zu tabellieren, wozu es einer geschachtelten Schleife bedurfte.

Zwickmühlen geraten bin, dass ich die Sache heute unmöglich zu Ende bringen kann.... Just in diesem Augenblick befinde ich mich in einem reizenden Zustand der Verwirrung.«⁴⁰

Als sie zu Ende gekommen war, fügte sie dem Ganzen einen Beitrag an, der in allererster Linie ihr eigener war: eine Tabelle und ein Diagramm, die genau darstellten, wie der Algorithmus in den Rechner einzugeben ist: Schritt für Schritt und mit zwei Rekursionsschleifen. Es handelte sich um eine durchnummerierte Liste von Programmieranweisungen mit Zielregistern, Operationen und Kommentar – ein Protokoll, das jedem C++-Programmierer unserer Tage vertraut vorkommt. »Ich habe den ganzen Tag ohne Unterlass und ungemein erfolgreich gearbeitet«, schrieb sie an Babbage. »Ihr werdet die Tabelle und das Diagramm außerordentlich bewundern. Beide wurden mit äußerster Sorgfalt erstellt.« Aus dem Briefkorpus wird klar, dass sie die Tabelle selbst angefertigt hat; die einzige Hilfestellung kam von ihrem Ehemann, der zwar keine Ahnung von Mathematik hatte, sich jedoch bereit zeigte, systematisch mit Tinte nachzuschreiben, was sie mit dem Bleistift vorgegeben hatte. »Lord L. besitzt in diesem Augenblick die Güte, alles noch einmal mit Tinte für mich nachzuziehen. Ich sah mich zuvor genötigt, einen Bleistift zu verwenden.«⁴¹

Vor allem dieses Diagramm, das den komplexen Prozess der Berechnung von Bernoulli-Zahlen aufschlüsselt, ist der Grund dafür, dass Ada von ihren Fans den Ritterschlag zur »ersten Programmiererin der Welt« erhielt. Das ist nicht ganz leicht zu rechtfertigen. Babbage hatte bereits – in der Theorie zumindest – mehr als zwanzig mögliche Prozesse erläutert, die die Maschine letztlich würde durchführen können. Doch keiner davon war veröffentlicht, und es gab keine klare Beschreibung dessen, wie die Operationen hintereinander anzureihen sind. Man kann daher mit Fug und Recht sagen, dass der Algorithmus und die detaillierte Programmierungsbeschreibung für die Generierung von Bernoulli-Zahlen das erste Computerprogramm darstellen, das jemals veröffentlicht wurde. Und die Initialen darunter sind die von Ada Lovelace.

Es gab noch ein wichtiges Konzept, das sie in ihren »Erläuterungen« einführte. Hier kommen wir wieder auf die Frankenstein-Erzählung Mary Shelleys zurück, die an jenem verregneten Wochenende mit Lord Byron entstanden war. Sie warf die bis heute faszinierendste metaphysische

Frage im Zusammenhang mit Computern auf: Können Maschinen denken?

Ada glaubte das nicht. Eine Maschine wie die von Babbage könne nach Anweisung Operationen durchführen, beteuerte sie, aber sie könne nicht mit eigenen Ideen oder Intentionen aufwarten. »Die Analytische Maschine erhebt nicht im Entferntesten den Anspruch, etwas Eigenständiges hervorzubringen, was immer es auch sei«, schrieb sie in ihren »Erläuterungen«. »Sie befindet sich ausschließlich in der Lage, jene Operationen auszuführen, die wir sie kraft unserer Befehle lehren. Sie vermag der Analysis zu folgen, besitzt jedoch keineswegs die Fähigkeit, analytische Relationen und Wahrheiten vorherzusehen.« Ein Jahrhundert später sollte der große Computerpionier Alan Turing dieser Aussage den Spitznamen »Lady Lovelace's Objection« geben (siehe Kapitel 3).

* * *

Ada wollte ihre Arbeit als seriöse wissenschaftliche Publikation verstanden wissen und nicht nur als öffentliche Parteinahme, daher erklärt sie zu Beginn ihrer »Erläuterungen«, sie werde »keinerlei Stellung beziehen« hinsichtlich der Weigerung der britischen Regierung, Babbage' Unterfangen weiterhin zu fördern. Babbage, der soeben im Begriff war, ein Pamphlet zu verfassen, in dem er die Regierung angriff, gefiel das ganz und gar nicht. Er bestand darauf, dass Ada seine Ausführungen in ihre »Erläuterungen« aufnahm, ohne seinen Namen darunterzusetzen. Sie lehnte ab. Sie wollte nicht, dass ihre Arbeit einen falschen Beigeschmack bekäme.

Ohne sie in Kenntnis zu setzen, schickte Babbage den von ihm selbst verfassten Text direkt an *Taylor's Scientific Memoirs*. Die Herausgeber entschieden, dass er gesondert erscheinen solle, und schlugen ihm vor, ihn »mannhaft« mit seinem Namen zu unterzeichnen. Babbage konnte charmant sein, wenn er wollte, aber auch rechtschaffen unleidlich, dickschädelig und trotzig, wie wohl die meisten großen Köpfe. Die angebotene Lösung erzürnte ihn heftig, und er forderte Ada brieflich auf, ihre Arbeit zurückzuziehen. Nun war es an ihr, wütend zu werden. Unter Verwendung einer Anredeform, wie sie unter befreundeten Männern üblich war – »Mein lieber Babbage« –, warf sie ihm vor, bei den Verlegern »Zustimmung & Rechtfertigung für eine Tat« einzufordern, »die deren persönlicher Sinn für Recht und Gerechtigkeit niemals gebilligt hätte«.

Ihre Mutter sprach gar von einem »Mordversuch« und fügte hinzu: »Ich möchte es geradezu als Selbstmord bezeichnen, wenn man den Wert bedenkt, den du für ihn verkörperst.«⁴²

Babbage machte einen Rückzieher und willigte ein, seinen Beitrag besonders in einer anderen Zeitschrift zu publizieren. Am selben Tag noch beklagt sich Ada bei ihrer Mutter:

Ich wurde auf überaus verblüffende Weise durch das ungebührliche Betragen eines Mr. Babbage überrumpelt & genötigt.... Ich bedaure es sehr, dass ich zu dem Schluss gelangen muss, dass er eine der unpraktischsten, selbstsüchtigsten und maßlosesten Personen ist, mit denen man nur zu tun haben kann.... Ich gab Babbage umgehend zu verstehen, dass keine Macht der Welt mich dazu bewegen könne, mich in den Dienst seiner Streitigkeiten zu stellen oder mich in irgendeiner Weise zu seinem Sprachrohr zu machen.... Er schnaubte vor Wut; ich gab mich unerschütterlich und ungerührt.⁴³

Adas Reaktion auf den Disput war ein absonderlicher, sechzehn Seiten langer Brief an Babbage, heruntergeschrieben in solchem Affekt, dass er als höchst lebhafteste Illustration ihrer Launenhaftigkeit, Exaltiertheit und Leidenschaft gelten muss. Sie schmeichelte ihm und beschimpfte ihn, lobte und erniedrigte ihn. An einer Stelle stellte sie beider Motive einander gegenüber: »Mein rückhaltloses Prinzip besteht darin, Gott und die Wahrheit mehr zu lieben als Ruhm & Ehre oder gar die bloße Anerkennung«, behauptete sie. »Euer Grundsatz besteht darin, Gott und die Wahrheit zu ehren (o ja, aus tiefster Seele und dauerhaft); und doch Ruhm, Glanz und Ehre noch bei Weitem mehr zu lieben.« Sie verkündete, dass ihr eigener unbestreitbarer Ruhm von höherer Qualität sei: »Ich möchte mein Scherflein dazu beitragen, die Gebote und Schriften des Allmächtigen zu erläutern und zu deuten ... und ... würde es nicht als geringfügige Ehre betrachten, wenn ich auf dieser Welt zu einem seiner berühmtesten Propheten ... bestimmt wäre.«⁴⁴

Nach dieser moralischen Vorrede bot sie ihm einen Handel an: Sie sollten eine politisch-geschäftliche Partnerschaft schmieden. Sie würde ihre Beziehungen und ihre überzeugungskräftige Feder für seine Pläne zum Bau seiner Analytischen Maschine einsetzen, falls – und nur falls – er ihr die Kontrolle über die geschäftlichen Entscheidungen übertrüge. »Ich

überlasse Ihnen ... die erste Wahl & offeriere Ihnen meine Dienste & meinen Intellekt«, schrieb sie. »Weisen Sie sie nicht leichtfertig zurück.« Der Brief liest sich stellenweise wie das Eckdatenpapier für eine Risikokapitalbeteiligung oder ein Ehevertrag mit Schlichtungs- und Treuhänderklausel und sonstigem Drum und Dran. An einer Stelle will sie von ihm wissen, ob er bereit sei, sich im Falle einer weiteren Zusammenarbeit »in allen praktischen Dingen, welche sich auf Angelegenheiten beziehen, die Kontakte zu Mitmenschen erfordern, vollständig [meinem] persönlichen Urteil zu unterwerfen (oder aber dem einer beliebigen Person, die ich Sie nunmehr als Schiedsrichter zu benennen bitte, für den Fall, dass wir uns erneut uneins sein sollten«. Als Gegenleistung verspricht sie ihm »im Verlauf von ein oder zwei Jahren ... ausgearbeitete & ehrenwerte Vorschläge zur Ausführung Eurer Maschine«. ⁴⁵

Der Brief könnte einem befremdlich vorkommen, gliche er nicht so vielen anderen aus ihrer Feder. Er demonstriert sehr eindrücklich, wie ihre hochfliegenden Ambitionen sie gelegentlich davontrugen. Dennoch verdient sie Respekt als eine Frau, die sich über die Erwartungen ihres Umfelds an ihr Geschlecht und die unheilige Macht der Ahnengeister erhob und sich mit Fleiß und Sorgfalt komplexen mathematischen Themen verschrieb, die die meisten von uns nie und nimmer meistern könnten. (Allein die Bernoulli-Zahlen übersteigen den Horizont von fast jedem von uns.) Ihre beeindruckenden mathematischen Anstrengungen und fantasievollen Einsichten fielen just in die Zeit des Dramas um Medora Leigh und wechselten ab mit Krankheitsepisoden, die sie von Opium abhängig machten und ihre Stimmungsschwankungen massiv verstärkten. Am Ende ihres Briefes an Babbage schreibt sie: »Mein lieber Freund, wenn Sie wüssten, welch traurige und grauenhafte Erfahrung ich durchlitten habe, auf eine Art und Weise, die Ihr Euch kaum vorstellen könnt, würdet Ihr wahrhaftig spüren, dass meinen Empfindungen über Gott und die Menschheit doch einiges an Gewicht zukommt.« Dann, nach einem kurzen Umweg über die Anwendung der Infinitesimalrechnung bei der Berechnung der Bernoulli-Zahlen, entschuldigt sie sich: »Dieser Brief scheint mir auf bedauerliche Weise befleckt und korrigiert«, um verschattet fortzufahren: »Ich frage mich, ob Sie sich dafür entscheiden werden, die Feendame in Ihren Diensten zu belassen oder nicht.« ⁴⁶

Ada war überzeugt davon, dass Babbage ihr Angebot, seine Geschäftspartnerin zu werden, annehmen würde. »Ich vermute, dass er eine derart

greifbare Vorstellung davon besitzt, welche Vorteile es mit sich bringt, meine Feder zu Diensten zu haben, dass er sehr wahrscheinlich einlenken wird, obgleich ich außerordentlich große Zugeständnisse fordere«, schrieb sie ihrer Mutter. »Wenn er meinen Vorschlägen zustimmt, werde ich vermutlich in die Lage versetzt, ihm eine Menge Unannehmlichkeiten zu ersparen & seine Maschine zur Vollendung zu bringen.«⁴⁷ Babbage aber hielt es für klüger abzulehnen. Er suchte Ada auf und »wies alle Konditionen zurück«.⁴⁸ Die beiden sollten nie wieder wissenschaftlich zusammenarbeiten, aber ihre Beziehung überstand den Eklat. »Babbage und ich sind bessere Freunde denn je«, schrieb sie in der darauf folgenden Woche an ihre Mutter.⁴⁹ Und Babbage willigte einen Monat später ein, sie auf ihrem Landsitz zu besuchen und schickte ihr einen leutseligen Brief, in dem er sie als »Zahlenzauberin« und »meine liebe und viel bewunderte Ausdeuterin« adressierte.

In jenem Monat (September 1843) erschien ihre Übersetzung samt »Erläuterungen« schließlich in *Taylor's Scientific Memoirs*. Eine Zeit lang konnte sie sich nun im Beifall ihrer Freunde sonnen und hoffen, dass sie wie ihre Mentorin Mary Somerville hinfort in wissenschaftlichen und literarischen Kreisen ernst genommen werden würde. Die Veröffentlichung bewirkte, dass sie sich endlich als »vollkommen professionell« anerkannt fühlte. »Ich bin jetzt ebenso sehr an eine Profession gebunden wie Sie«, schrieb sie an ihren Vertrauten Woronzow Greig, den Sohn ihrer Mentorin Mary Somerville.⁵⁰

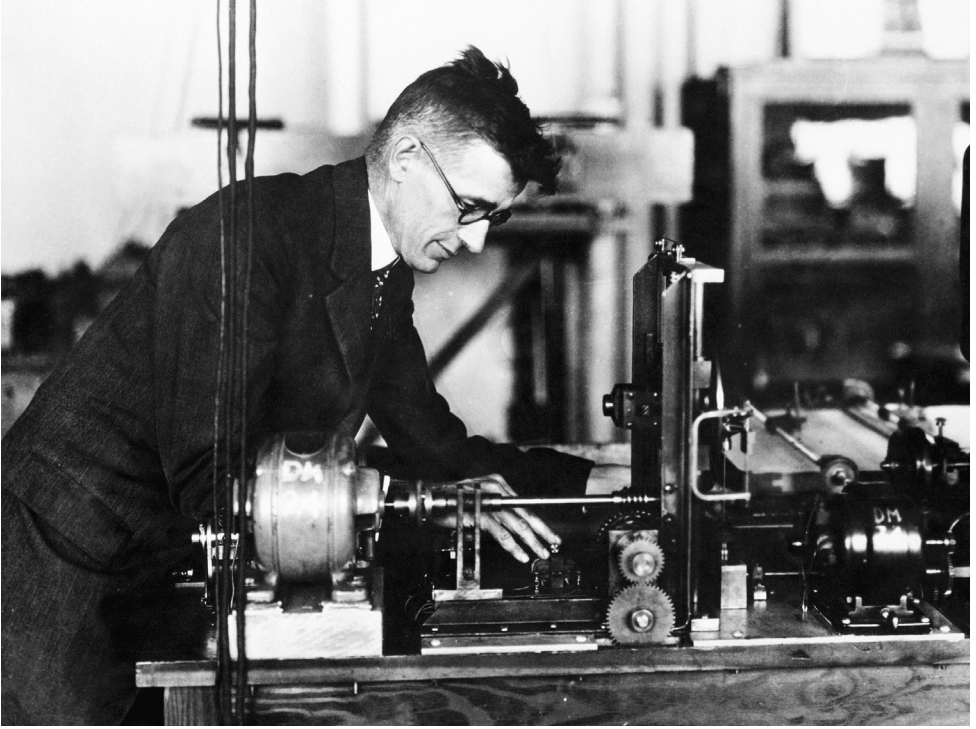
Es sollte nicht sein. Babbage erhielt für seine Maschinen keine weiteren Mittel, sie wurden nie gebaut, und er starb verarmt. Was Lady Lovelace betrifft, so veröffentlichte sie keine weiteren wissenschaftlichen Arbeiten. Ihr Leben geriet zu einer Abwärtsspirale, sie wurde spielsüchtig und cannabisabhängig. Irgendwann hatte sie eine Affäre mit einem ihrer Spielpartner, der sie anschließend erpresste und dazu zwang, den Familienschmuck zu verpfänden. In ihrem letzten Lebensjahr kämpfte sie einen von zunehmenden Schmerzen und anhaltenden inneren Blutungen begleiteten schweren Kampf gegen Gebärmutterkrebs. Als sie 1852 im Alter von 36 Jahren starb, wurde sie getreu ihrem letzten Willen auf dem Land beigesetzt: in Nottinghamshire in der Gruft ihres Vaters, den sie nie gekannt hatte und der im selben Alter gestorben war wie sie.

Die industrielle Revolution fußte auf zwei großen Konzepten, die durch ihre Einfachheit bestachen. Findige Vordenker fanden Möglichkeiten, Projekte in einfache kleine Aufgaben zu zerlegen, die sich am Fließband erledigen ließen. Sodann ersannen Erfinder Verfahren, die einzelnen Schritte zu mechanisieren, sodass sie von – oftmals mit Dampfdruck betriebenen – Maschinen durchgeführt werden konnten. Babbage versuchte, diese beiden Prozesse basierend auf den Überlegungen von Pascal und Leibniz auf die Durchführung von Berechnungen anzuwenden und schuf damit einen mechanischen Vorläufer unserer heutigen Computer. Sein bedeutsamster Erkenntnisschritt bestand in der Einsicht, dass solche Maschinen nicht nur dazu gebracht werden können, eine bestimmte Operation durchzuführen, sondern dass sie durch die Verwendung von Lochkarten programmiert und umprogrammiert werden können. Ada sah die Eleganz dieser faszinierenden Einsicht und erkannte eine sogar noch aufregendere Möglichkeit, die sich daraus ergab. Solche Maschinen konnten nicht nur Zahlen verarbeiten, sondern alles, was sich durch Zeichen und Symbole ausdrücken ließ.

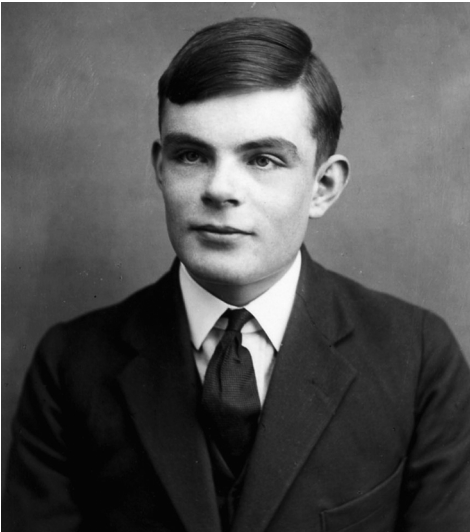
Im Laufe der Zeit wurde Ada Lovelace zur Computerpionierin und Ikone des Feminismus. Das amerikanische Verteidigungsministerium hat beispielsweise eine Programmierhochsprache ihr zu Ehren Ada genannt. Aber sie wurde auch als wahnhaft und flatterhaft verlacht, ihr eigener Beitrag zu den Erläuterungen, die unter ihren Initialen erschienen waren, wurde zuweilen als eher gering eingestuft. Sie selbst schrieb in jenen »Erläuterungen« im Hinblick auf die Analytische Maschine (mit Worten übrigens, die durchaus auch zu ihrer Reputation passen): »Es scheint ratsam, sich vor übertriebenen Erwartungen an die Möglichkeiten der Analytischen Maschine zu hüten. Wo es um Neues geht, besteht nur allzu häufig die Tendenz, zunächst einmal zu überschätzen, was uns interessant und bemerkenswert vorkommt – um sodann, in einer Art natürlicher Gegenreaktion, den tatsächlichen Wert zu unterschätzen, wenn wir entdecken, dass unsere Reaktion über das Ziel hinausgeschossen ist.«

Fakt ist, dass Adas Beitrag fundiert und inspirierend ist. Mutiger als Babbage oder jede andere Person ihrer Zeit wagte sie einen Blick in eine Zukunft, in der Maschinen zu Partnern der menschlichen Fantasie werden und mit den Menschen gemeinsam Dinge schaffen können, die so wunderbar sind wie die Produkte von Jacquards Webstuhl. Ihr Sinn für die Poesie von Wissenschaft ließ sie das Konzept einer Rechenmaschine

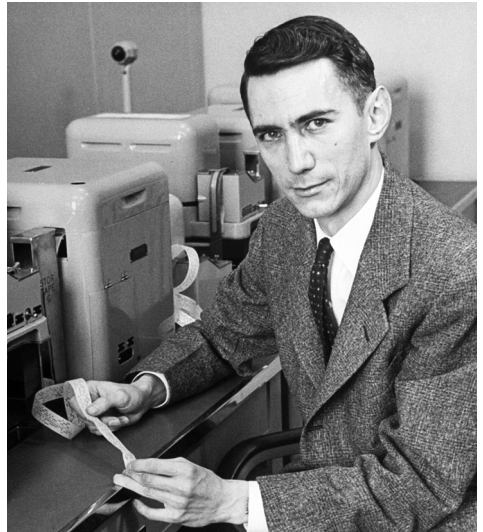
hochhalten, die vom wissenschaftlichen Establishment ihrer Zeit abgelehnt wurde. Und sie realisierte vor vielen anderen, dass die Rechenleistung einer solchen Vorrichtung für jede beliebige Form von Information genutzt werden konnte. So gesehen half Ada Gräfin Lovelace die Saat für ein digitales Jahrhundert ausbringen, die erst hundert Jahre später zur Blüte gelangen sollte.



Vannevar Bush (1890–1974), mit seinem Differenzialanalysator am MIT



Alan Turing (1912–1954),
an der Sherborne School, 1928



Claude Shannon (1916–2001), 1951

Der Computer

In vielen Fällen ist Innovation eine Frage des Timings – wenn zum Beispiel eine große Idee genau in dem Augenblick in der Luft liegt, da die Technologie reif ist, sie umzusetzen. So kam die Idee, einen Menschen auf den Mond zu schicken, gerade zu dem Zeitpunkt ins Gespräch, als die Fortschritte der Mikrochip-Technologie es möglich gemacht hatten, computergesteuerte Leitsysteme in einer Raketenspitze unterzubringen. Es gibt aber auch andere Fälle, in denen das Timing absolut nicht hinreicht. Charles Babbage veröffentlichte seine Arbeiten über einen komplexen, voll ausgereiften Computer 1837, aber es brauchte hundert Jahre, die zahllosen technischen Schritte zu tun, die zu seinem Bau nötig waren.

Einige dieser Schritte mögen sich nahezu trivial ausnehmen, aber Fortschritt bewegt sich nicht notwendigerweise in Siebenmeilensprüngen, sondern oft in vielen Hundert kleinen Hüpfen. Betrachten Sie zum Beispiel die Lochkarten, die Babbage auf Jacquards Webstühlen gesehen hatte und für seine Analytische Maschine verwenden wollte. Zur Perfektionierung der Lochkartentechnik kam es, weil es Herman Hollerith, einen Angestellten des amerikanischen Statistikamtes, nervte, dass es fast acht Jahre gedauert hatte, die Volkszählung von 1880 manuell auszuwerten. Also beschloss er, die Zählung von 1890 zu automatisieren.

Angelehnt an die damals gängige Praxis der amerikanischen Zug-schaffner, die Fahrkarten der Reisenden an verschiedenen Stellen mit Löchern zu versehen und so grob die Merkmale der einzelnen Passagiere (Geschlecht, ungefähre Größe, Alter, Haarfarbe) festzuhalten, um zu verhindern, dass mehrere Personen denselben Fahrschein verwendeten, entwarf Hollerith Lochkarten mit vierundzwanzig Spalten zu je zwölf Positionen, mit denen sich die wichtigsten Merkmale der gezählten Personen dokumentieren ließen. Dann wurden die Karten zur Auswertung in die

»Hollerithmaschine« gegeben, bei der dem Muster der Lochkarte eine Abfühleinrichtung mit in gleicher Weise angeordneten, federnd gelagerten Stiften aus Metall gegenüberstand. Unterhalb der Lochkarte waren zu jedem Stift kleine Nöpfchen angebracht, die mit Quecksilber gefüllt waren. Überall dort, wo in der Karte ein Loch war, konnte durch den Stift ein Stromkreis geschlossen werden, und dieses Ereignis wurde mittels eines Zählwerks registriert. Die Maschine vermochte nicht nur die einzelnen Gesamtzahlen zu registrieren, sondern auch die Kombination verschiedener Merkmale – beispielsweise die Zahl verheirateter Männer oder Frauen ausländischer Herkunft. Mit Holleriths Zähl- und Sortiermaschinen war der Zensus von 1890 statt in acht Jahren in gut zwei Jahren abgeschlossen. Es war das erste Mal, dass Information in nennenswertem Umfang elektromechanisch verarbeitet worden war, und die von Hollerith im Anschluss daran gegründete Firma wurde nach einer Reihe von Fusionen und Zukäufen im Jahr 1924 schließlich zur International Business Machines Corporation – kurz: IBM.

Große technische Neuerungen lassen sich als Akkumulation Hunderter kleiner Neuerungen betrachten – Zählwerke, Lochkartenleser etc. In Unternehmen wie IBM, die auf das tägliche Erreichen kleiner Verbesserungen durch Teams aus namenlosen Ingenieuren spezialisiert sind, ist das die bevorzugte Sicht der Dinge. Manche der wichtigsten Technologien unserer Zeit – beispielsweise das in den vergangenen sechzig Jahren entwickelte Fracking-Verfahren zur Gewinnung von Erdgas – wurden durch zahllose kleine Errungenschaften und einige wenige große Durchbrüche möglich.

Was die Computerentwicklung betrifft, so gab es auch hier viele solcher kleinen Schritte durch im Einzelnen nicht bekannte Ingenieure in Firmen wie IBM. Aber das war nicht genug. Auch wenn die Maschinen, die IBM zu Beginn des 20. Jahrhunderts baute, Daten zusammentragen konnten, waren sie noch nicht das, was wir als Computer bezeichnen würden. Sie waren nicht einmal sonderlich flotte Rechner. Sie waren lahm. Der Anbruch des Computerzeitalters erforderte neben den Hunderten von kleinen Neuerungen auch ein paar große Portionen Vorstellungskraft von kreativen Visionären.

Digital schlägt analog

Die von Hollerith und Babbage entworfenen Maschinen arbeiteten digital, das heißt, sie rechneten mit diskreten ganzen Zahlen wie 0, 1, 2, 3. In ihren Maschinen wurden Zahlen mithilfe von Rädchen und Zahnrädchen addiert und subtrahiert, die wie jedes Zählwerk Zahl für Zahl durchklickten. Ein anderer Ansatz des maschinellen Rechnens bestand darin, Vorrichtungen zu bauen, die ein physikalisches Phänomen simulierten oder modellierten, und dann an diesem »analogen« Modell Messungen vorzunehmen, mit denen sich die gewünschten Größen berechnen ließen. Solche Rechner bezeichnete man als Analogrechner. Analogrechner arbeiten bei ihren Berechnungen nicht mit ganzen Zahlen, sondern mit stetigen Funktionen. Bei Analogrechnern wird eine variable Größe wie elektrische Spannung, die Position einer Seilrolle, ein hydraulischer Druck oder eine Entfernung als Analogon für die Größen herangezogen, die es für das zu lösende Problems zu bestimmen gilt. Ein Rechenschieber ist ein analoges Gerät, ein Abakus hingegen ein digitales. Uhren mit Zeigern sind analog, solche mit einem Zahlendisplay hingegen digital. Unregelmäßig begrenzte Flächen in der Ebene – auf Landkarten beispielsweise – lassen sich mit einem sogenannten Planimeter vermessen. Der Bedienende fährt die Kurve mit dem Messstift des Gerätes nach, und das Gerät errechnet dann die Fläche, die umfahren wurde. Die Berechnung der Fläche unterhalb einer Kurve – die Integration – ist eine der grundlegenden Techniken der Infinitesimalrechnung.

Um die Zeit, als Hollerith seine digitale Tabelliermaschine baute, arbeiteten Lord Kelvin und sein Bruder James Thomson, zwei der angesehensten Wissenschaftler Englands, an einem Analogsystem. Es sollte die Erstellung von Tidenkalendern und Flugbahntabellen für Artillerieschosse erleichtern. In den 1870er-Jahren hatten die Brüder begonnen, ein System zu entwerfen, das auf der Flächenbestimmung in der Ebene basierte. Lord Kelvin und sein Bruder zerlegten die Gezeitenbewegung in lauter einzelne »Unterprozesse« – einzelne Kräfte, die sich auf den Tidenhub auswirkten und sich einzeln lokal messen und als »Partialwellen« verstehen ließen. Diese Partialwellen wurden dann vermittelt der von Lord Kelvin konstruierten Maschine mechanisch aufaddiert zu einer für den betreffenden Ort geltenden Voraussage, und die Maschine spuckte binnen kürzester Zeit einen jährlichen Gezeitenkalender für diesen Ort aus.

Den beiden war es allerdings nicht vergönnt, die mechanischen Probleme zu lösen, die sich ergaben, wenn man mehrere dieser Geräte miteinander verknüpfen wollte, um Gleichungen mit vielen Variablen lösen zu können.

Die Herausforderung, viele Integratoren hintereinanderzuschalten, wurde erst gut sechzig Jahre später gemeistert: Im Jahr 1931 baute Vannevar Bush (merken Sie sich den Namen, er gehört zu den Schlüsselfiguren in diesem Buch), seines Zeichens Professor für Ingenieurwissenschaft am Massachusetts Institute of Technology (kurz: MIT), den ersten elektromechanischen Analogrechner der Welt. Er nannte seine Maschine Differenzialanalysator. Sie bestand aus sechs mechanischen Integratoren, denen von Lord Kelvin nicht unähnlich, in denen Getriebe aus Seilrollen und Riemenscheiben mit von Elektromotoren bewegten Wellen gekoppelt waren. Es war ein großer Vorteil, dass Bush am MIT arbeitete, denn dort gab es jede Menge Leute, die komplizierte Apparate bauen und justieren konnten. Die fertige Maschine hatte am Ende die Größe eines kleinen Schlafzimmers und vermochte Gleichungen mit immerhin achtzehn unabhängigen Variablen zu lösen. Im Verlauf der folgenden zehn Jahre wurden im Forschungs- und Entwicklungszentrum Aberdeen Proving Ground der amerikanischen Streitkräfte in Maryland, an der Moore School of Electrical Engineering an der University of Pennsylvania und an den englischen Universitäten Cambridge und Manchester verschiedene Versionen von Bushs Differenzialanalysator nachgebaut – nützliche Helfer bei der Erstellung von Schussfibeln für die Artillerie und natürlich Übung und Motivation für die nächste Generation von Computerpionieren.

Bushs Rechner war es allerdings nicht beschieden, der große Wurf der Computerindustrie zu werden, eben weil er ein Analoggerät war. Tatsächlich erwies er sich als so etwas wie das letzte Aufbäumen der Analogrechner-technik – wenigstens für die nächsten knapp achtzig Jahre.

Das Jahr 1937 (genau einhundert Jahre war es her, dass Babbage seine Arbeit über die Analytische Maschine erstmals veröffentlicht hatte) brachte neue Ansätze, Techniken und Theorien. Dieses Jahr sollte zu einem *annus mirabilis* des Computerzeitalters werden, und dabei schälten sich vier in mancherlei Weise miteinander zusammenhängende Attribute heraus, die das moderne Rechnerwesen bestimmen sollten:

Digital: Ein fundamentaler Schritt der Computerrevolution war die Hinwendung zu digitalen und die Abkehr von analogen Rechnern. Dafür gab es, wie wir bald sehen werden, viele Gründe, unter anderem zeitgleiche Fortschritte in der Logik und im Design von Schaltkreisen und elektronischen Ein- und Aus-Schaltern, die den digitalen Ansatz dem analogen überlegen machten. Erst ab etwa 2010 fing die Computerwissenschaft wieder an, sich ernsthaft mit der Wiederbelebung der Analogtechnik zu befassen, dort nämlich, wo es darum ging, die Verarbeitungsprozesse des menschlichen Gehirns nachzubilden.

Binär: Nicht genug damit, dass moderne Computer digital arbeiteten, das von ihnen verwendete digitale System sollte obendrein binär sein, das heißt auf nur zwei Zahlen basieren. Mit anderen Worten: Statt der zehn Ziffern unseres dezimalen Alltagssystems verwendet das Computersystem nur Nullen und Einsen. Wie bei vielen mathematischen Konzepten hieß auch im Falle des binären Systems einer der Vorreiter Gottfried Wilhelm Leibniz, er beschrieb und dokumentierte dieses System bereits Ende des 17. Jahrhunderts. Während der 1940er-Jahre wurde zunehmend klar, dass für die Durchführung logischer Operationen mithilfe von Schaltkreisen, die über Ein- und Aus-Schalter gesteuert wurden, das binäre System besser funktionierte als andere digitale Systeme wie das Dezimalsystem.

Elektronisch: Mitte der 1930er-Jahre brachte der britische Ingenieur Tommy Flowers Elektronenröhren als Ein- und Aus-Schalter für elektrische Schaltkreise ins Spiel. Bis dahin waren Schaltkreise auf mechanische und elektromechanische Schalter angewiesen, man denke an die klickenden elektromagnetischen Relais, mit denen die Telefongesellschaften arbeiteten. Elektronenröhren waren bis dahin nicht als Schalter, sondern vor allem dazu verwendet worden, Signale zu verstärken. Durch die Verwendung elektronischer Bauteile wie Elektronenröhren, später dann Transistoren und Mikrochips, konnten die Rechner tausendmal schneller arbeiten als Maschinen mit beweglichen elektromechanischen Schaltern.

Vielseitig nutzbar: Schließlich sollten sich die Maschinen für viele verschiedene Anwendungen programmieren und umprogrammieren lassen – ja, sich sogar selbst umprogrammieren können. Sie sollten nicht

nur imstande sein, eine bestimmte Art von mathematischer Berechnung durchzuführen – Differenzialgleichungen lösen beispielsweise –, sondern ein großes Spektrum an Aufgaben und Operationen an Zeichen und Zeichenfolgen wie Wörtern, Musik, Bildern und Zahlen übernehmen und so das Potenzial entfalten können, das Lady Lovelace bei ihrer Beschreibung von Babbage' Analytischer Maschine so gefeiert hatte.

Zu Innovationen kommt es, wenn reife Saat auf fruchtbares Land fällt. Die Ursachen der großen Fortschritte des Jahres 1937 lassen sich nicht einzeln festmachen, sondern verdanken sich dem Zusammentreffen verschiedenster Fähigkeiten, Ideen und Bedürfnisse an vielen verschiedenen Orten. Wie so oft in den Annalen des Erfindens, insbesondere auf dem Gebiet der Informationstechnologie, war die Zeit reif, die Luft förmlich aufgeladen. Die neuen Elektronenröhren für die Radio-Industrie ebneten den Weg für die Einführung digitaler Schaltkreise. Zeitgleich damit waren Fortschritte auf dem Gebiet der Logik zu verzeichnen, die diese Schaltkreise noch nützlicher machten. Und das Dröhnen der Kriegstrommeln beschleunigte diesen Vormarsch. Während die Nationen sich für den dräuenden Konflikt bereit machten, wurde manchem klar, dass Rechnerleistung genauso wichtig werden würde wie Feuerleistung. Die Fortschritte befruchteten einander gegenseitig, ereigneten sich spontan und fast zeitgleich an der Harvard University und am MIT, der Princeton University und den Bell Labs, in einem Berliner Apartment und sogar, kaum zu glauben, aber wahr, einem Keller in Ames, Iowa.

Getragen wurden all diese Fortschritte von ein paar wunderbaren – Ada würde sie poetisch nennen – epochalen neuen Erkenntnissen auf dem Gebiet der Mathematik. Eine dieser Erkenntnisse führte zum formalen Konzept des »Universalrechners«, einer Allzweckmaschine, die zur Durchführung jeder beliebigen logischen Aufgabe programmiert werden und das Verhalten jeder beliebigen anderen logischen Maschine simulieren konnte. Ersonnen wurde es als Gedankenexperiment eines genialen englischen Mathematikers, dessen Lebensgeschichte ebenso faszinierend wie tragisch ist.

Alan Turing

Alan Turing erlebte die wenig zugewandte Erziehung eines Kindes, das in einen der äußersten Zipfel im ausgefransten Saum des englischen Adels hineingeboren wurde.¹ Seine Familie hatte seit 1638 die Ehre, dem erblichen Ritterstand anzugehören und sich dieses Privileg den Stammbaum entlang erhalten. Die jüngeren Sprosse dieses Baums, zu denen Turing, sein Vater und sein Großvater gehörten, erbten jedoch kein Land und nur wenig Vermögen. Die meisten entschieden sich wie Alans Großvater für eine Laufbahn im Klerus oder wie sein Vater, der als kleiner Verwaltungsbeamter in entlegenen Regionen Indiens arbeitete, für das Dasein als Kolonialbeamter. Alan wurde im indischen Chatrapur gezeugt und am 23. Juni 1912 in London geboren, wo seine Eltern ihren Heimaturlaub verbrachten. Als er ein Jahr alt war, gingen die Eltern für ein paar Jahre zurück nach Indien und gaben ihn und seinen Bruder einem pensionierten Armeegeneral und dessen Frau in einer kleinen Stadt an der englischen Südküste in Obhut. »Ich bin kein Kinderpsychologe«, meinte sein Bruder John einmal, »aber ich bin recht sicher, dass es für einen Säugling keine gute Sache ist, aus der Familie gerissen und in eine fremde Umgebung verfrachtet zu werden.«²

Als seine Mutter zurückkehrte, lebte Alan ein paar Jahre bei ihr und wurde dann im Alter von dreizehn Jahren in ein Internat gegeben. Er fuhr mit dem Fahrrad allein dorthin und brauchte für die knapp hundert Kilometer zwei Tage. Er hatte immer etwas von einem einsamen Wolf, was sich unter anderem in seinem Faible für Langstreckenläufe und Radtouren spiegelte. Daneben verfügte er über einen unter Pionieren recht verbreiteten Zug, den sein Biograf Andrew Hodges charmant so beschreibt: »Alan begriff nur allmählich die schwer definierbare Grenze zwischen Unternehmungsgeist und Ungehorsam.«³

In ihrer Erinnerung beschrieb die Mutter den von ihr so geliebten Sohn wie folgt:

Alan war breitschultrig, stark gebaut und groß, hatte ein kantiges, entschlossenes Kinn und widerspenstiges braunes Haar. Seine tief liegenden blauen Augen fielen sofort auf. Seine kleine Nase – fast schon eine Stupsnase – und der humorvolle Zug um den Mund verliehen ihm eine jugendliche – manchmal fast kindliche – Erscheinung. So sehr, dass er

noch mit über dreißig manchmal für einen Studenten gehalten wurde. Was Kleidung und Manieren anging, hatte er einen Hang zur Nachlässigkeit. Sein Haar war meist zu lang, die Stirnlocke, die ihm ins Gesicht fiel, warf er mit einer raschen Kopfbewegung zurück. ... Er konnte abwesend und verträumt sein, oft tief in Gedanken versunken, was ihn gelegentlich unnahbar erscheinen ließ. ... Es gab Zeiten, da ließ ihn seine Schüchternheit extrem unbeholfen wirken. ... Ja, er mutmaßte bisweilen, dass die Abgeschiedenheit eines mittelalterlichen Klosters gut zu ihm gepasst hätte.⁴

Im Internat – der Sherborne School – wurde er sich seiner Homosexualität bewusst. Er verliebte sich in einen schlanken blonden Klassenkameraden namens Christopher Morcom, mit dem zusammen er Mathematik lernte und philosophische Fragen diskutierte. Im Winter vor seiner Abschlussprüfung starb Christopher jedoch überraschend an Tuberkulose. Turing schrieb später an Morcoms Mutter: »Natürlich habe ich einfach den Boden angebetet, über den er schritt – was ich, wie ich leider sagen muss, kaum zu verbergen gesucht habe.«⁵ In einem Brief an seine eigene Mutter scheint es, als suche Turing Zuflucht im Glauben: »Ich bin mir sicher, dass ich Morcom irgendwo wieder treffen werde und dass es Arbeit für uns geben wird, die wir gemeinsam tun können, wie ich glaubte, dass es sie hier für uns gäbe. Nun, da ich übrig geblieben bin, um sie allein zu tun, darf ich ihn nicht im Stich lassen, sondern muss ebenso viel Energie hineinstecken, wenn auch nicht so viel Interesse, wie wenn er noch da wäre. Wenn ich Erfolg habe, werde ich geeigneter sein, mich seiner Gesellschaft zu erfreuen, als ich es jetzt bin.« Letztlich aber hatte die Tragödie Turing den Glauben genommen. Auch machte sie ihn noch in sich gekehrter, und es fiel ihm fortan schwer, intime Beziehungen einzugehen. Der Vorsteher des Hauses berichtete seinen Eltern Ostern 1927: »Er ist unbestreitbar kein ›normaler‹ Junge, deshalb nicht schlechter, aber wahrscheinlich weniger glücklich.«⁶

In seinem letzten Jahr an der Sherborne School bekam Turing ein Stipendium für das King's College in Cambridge zugesprochen, 1931 zog er dorthin, um Mathematik zu studieren. Eines der drei Bücher, die er von seinem Preisgeld erstand, war John von Neumanns *Mathematische Begründung der Quantenmechanik*. Der gebürtige Ungar von Neumann, ein faszinierender Mathematiker, sollte als Pionier des Computerbaus blei-

benden Einfluss auf sein Leben haben. Turing interessierte sich brennend für die Mathematik, die der Quantenmechanik zugrunde liegt und Ereignisse auf subatomarer Ebene zu beschreiben sucht, wo das Geschehen weniger durch Gesetze fassbar ist, die Dinge mit Sicherheit vorhersagen, als vielmehr durch statistische Wahrscheinlichkeiten. Er glaubte (zumindest in jungen Jahren), dass diese Unsicherheit und Unbestimmtheit auf subatomarer Ebene ihre Entsprechung im freien Willen des Menschen hätten – ein Merkmal, das, so es der Realität entspräche, Menschen ganz offensichtlich von Maschinen unterschied. Mit anderen Worten: Weil Ereignisse auf subatomarer Ebene nicht vorherbestimmt sind, ist es auch vorstellbar, dass unser Denken und Tun nicht vorherbestimmt ist. Wie er in einem Brief an Morcoms Mutter schreibt:

Die Naturwissenschaft pflegte anzunehmen, wenn zu irgendeinem bestimmten Moment alles über das Universum bekannt wäre, könnten wir auch vorhersagen, wie es durch alle Zukunft sein wird. Diese Idee war wirklich auf den großen Erfolg der astronomischen Vorhersage zurückzuführen. Modernere Wissenschaft jedoch ist zu dem Schluss gekommen, dass wir bei der Beschäftigung mit Atomen und Elektronen ganz unfähig sind, ihren genauen Zustand zu kennen, da unsere Instrumente selber aus Atomen und Elektronen bestehen. Also muss die Vorstellung, den exakten Zustand des Universums kennen zu können, in jenem kleinen Maßstab zusammenbrechen. Das bedeutet daher, dass die Theorie, die besagte, dass – ebenso wie Eklipsen und dergleichen – auch alle unsere Handlungen vorherbestimmt sind, ebenfalls zusammenbricht. Wir haben einen Willen, der das Verhalten der Atome wahrscheinlich in einem kleinen Teil des Gehirns bestimmen kann oder möglicherweise im Ganzen.⁷

Sein ganzes weiteres Leben hindurch sollte Turing mit der Frage ringen, ob der menschliche Geist sich von einer deterministischen Maschine grundlegend unterscheidet oder nicht, und er kam nach und nach zu dem Schluss, dass der Unterschied weniger deutlich ist, als er gedacht hatte.

Sein Gefühl sagte ihm überdies, dass es mathematische Probleme gibt, die sich nicht mechanisch lösen lassen und genau wie das von Unsicherheit durchdrungene Reich des Subatomaren von Unbestimmtheit vernebelt werden. Zu jener Zeit konzentrierten sich die Mathematiker mit

