

Charles Babbage 1860

« Er hatte das Missgeschick, seiner Zeit
um rund 100 Jahre voraus zu sein ... »
Konrad Zuse

Charles Babbage, der vielseitige Sonderling

Zwei Jahre vor der Geburt von Charles Babbage (1791–1871) fegte die Französische Revolution das Ancien Régime aus seinen Palästen und begann eine Herrschaft der Wahrheit und der Vernunft zu etablieren, welche auf dem Geist der Aufklärungsphilosophen und den Ansprüchen des wohlhabenden Bürgertums basierte. Die Citoyens wollten die Niederlassungs-, Handels- und Gewerbefreiheit und auch das staatlich garantierte Recht auf Besitz. Sie suchten vor allem nach dem Nützlichen und förderten daher die Forschung und vor allem die Angewandten Wissenschaften. Ausdruck dieser Haltung war die Gründung Ecole Polytechnique von Paris, der Mutter aller Technischen Universitäten vier Jahre nach der Geburt von Charles Babbage.

Babbage wuchs in Totnes in Devonshire auf, wo er sich im Selbststudium mit Mathematik befasste. Ab 1810 studierte er am Trinity College in Cambridge Mathematik. Schnell stellte er fest, dass seine Fähigkeiten in der Mathematik schon weit gediehen waren, und widmete sich weiterhin mehr eigenen Studien als den Lehrveranstaltungen und dem geselligen Zusammensein. Aus diesen Neigungen heraus entstand die „Analytische Gesellschaft“, welche sich auf der Grundlage einer liberalen Gesinnung der Pflege der Mathematik widmete und die Verbreitung der Leibniz’schen Sicht- und Schreibweise der Analysis betrieb, und dies, obwohl Newton, der große Gegenspieler von Leibniz, am Trinity College gelehrt hatte.

Im Vorwort zur ersten und einzigen Publikation der Analytischen Gesellschaft kam Babbage erstmals auf ein Thema zu sprechen, das ihn zeit seines Lebens beschäftigte, nämlich die Genauigkeit der mathematischen Sprache. Die Diskussion um eine „Nomenklatur“ wurde zur gleichen Zeit auch in der Chemie geführt, dies allerdings in Frankreich. Dorthin zog es Babbage 1819, nachdem er die Universität verlassen und 1816 Mitglied der Royal Society geworden war.

In Paris traf er sich mit Pierre-Simon Laplace, Jean Baptiste Biot, dem Rektor der Ecole Polytechnique, Dominique Francois Arago, dem Sekretär der Académie des Sciences, Jean Baptiste Fourier sowie Alexander von Humboldt, mit welchen er teilweise lebenslang verbunden blieb.

Auf seiner Frankreich-Reise begegnete er wahrscheinlich auch der 17-bändigen Zahlentafel von Gaspard Francois de Prony. De Prony hatte während der Ersten Republik im Zusammenhang mit der Einführung des metrischen Systems den Auftrag erhalten, die Logarithmen von 1 bis 200 000 auszurechnen. De Prony soll durch die Lektüre von Adam Smith auf die Idee gekommen sein, diese

Herkulesaufgabe durch Arbeitsteilung zu beschleunigen. Er teilte nämlich die Aufgabe in drei Arbeitsschritte auf: eine erste Gruppe, bestehend aus einem halben Dutzend hervorragender Mathematiker, sollte eine Strategie für das Errechnen der Tafeln entwerfen. Eine zweite Gruppe von acht Mathematikern setzte die Formeln in wirkliche Zahlenreihen um und eine letzte Gruppe von etwa 80 Hilfskräften rechnete dann mittels der Formeln tatsächlich. Babbage war beeindruckt und soll später die logische Struktur seiner Differenzmaschine an den Organisationsmethoden von de Prony orientiert haben.

Die Idee, eine Rechenmaschine zu bauen, hat Babbage 1819 zum ersten Mal ernsthaft erwogen. Die Arbeit an der Differenzmaschine nahm er erst 1821 auf, als er für die 1820 gegründete Astronomische Gesellschaft Tabellen erstellen ließ und feststellen musste, dass diese äußerst fehlerhaft waren. Tabellen wurden damals benutzt, um das Produkt großer Zahlen nachzuschlagen, statt sie zu berechnen. Die Differenzmaschine sollte auf der Basis finiter Differenzen solche Tabellen rechnen und ohne menschliches Zutun ausdrucken, um Fehler zu vermeiden. Mit dem Differenz-Prinzip ließen sich anspruchsvolle Berechnungen auf eine einfache Addition zurückführen. Um seine Arbeit an der Maschine geheim zu halten, arbeitete Babbage persönlich an der Drehbank und vergab Aufträge, die er nicht selber erledigen konnte an verschiedene Handwerker. Im Juli 1822 existierte ein Prototyp und Babbage machte den Plan zum Bau einer Rechenmaschine mit einem Brief an die Royal Society öffentlich. Im gleichen Brief präsentierte er auch die Idee einer Analytischen Maschine, welche auch Tabellen würde rechnen können, «die keine konstante Differenzenfolge aufweisen». Das Projekt einer Differenzmaschine fand Anklang und wurde ab 1823 von der Regierung unterstützt. Babbage engagierte in der Folge einen Techniker, welcher Erfahrung im Maschinenbau hatte, und die kleine Werkstatt im Babbages Haus entwickelte sich zu einem Zentrum der Werkzeugmaschinenherstellung.

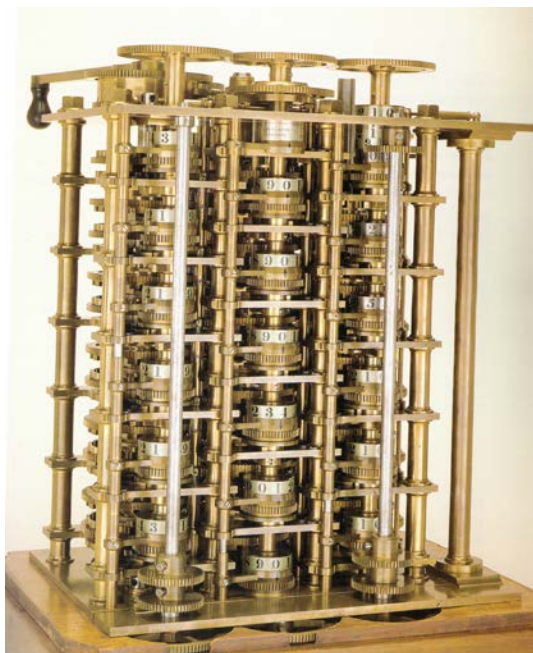
1827 starb zuerst Babbages Vater, was Babbage zu einem wohlhabenden Mann machte, dann seine Frau Georgiana, was ihn hart traf. Zwecks Ablenkung unternahm er zusammen mit seinem Freund, dem Astronomen John Herschel, eine Reise nach Irland, dann reiste er nach Europa. Er besuchte Löwen, München und zog über Oberitalien weiter nach Florenz, Rom und Neapel. Dort bestieg er den Vesuv, was ihn auf die Idee brachte, geothermische Energie industriell zu nutzen. Auf der Rückreise besuchte er Wien, Prag, Dresden und Berlin, wo er mit Alexander von Humboldt zusammentraf, welcher gerade einen Kongress der Deutschen Naturforscher organisierte. Babbage war tief beeindruckt vom Stellenwert der Naturwissenschaften in Preussen. Dass er nach seiner Rückkehr nach England Ende 1828 eine Schrift mit dem Titel «On the Decline of Science» verfasste, könnte ein bewundernder Reflex dieser denkwürdigen Tagung gewesen sein. Jedenfalls widmete sich Babbage in der 1830 erschienenen Schrift ausführlich der Reform der Royal Society und des englischen Hochschulwesens. So regte er neben einer stärkeren Berücksichtigung der Naturwissenschaften auch an, «Politische Ökonomie» und «Anwendung der Naturwissenschaften auf Handwerk und Industrie» zu verbinden.

1832 erschien ein weiteres, weniger polemisches Werk von Babbage „On the Economy of Machinery and Manufactures“. Es begründete Babbages Stellung als politischer Ökonom und hatte maßgebenden Einfluss auf John Stuart Mills „Principles of Political Economy“ und Karl Marx’ „Kapital“. Die Kernaussage dieses Buches war, dass Fabrikanten der Organisation des Produktionsprozesses besondere Aufmerksamkeit schenken müssen. Insbesondere der Einführung der Arbeitsteilung und der Herstellung von Werkzeugen. Die Idee der Arbeitsteilung war keine Erfindung von Babbage. Sie war schon 1776 vom Vater der Ökonomie, Adam Smith, in seinem „Enquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations“ postuliert und am Beispiel der Stecknadelproduktion erläutert worden. Aber Babbage ging über Smith hinaus, indem er zeigte, dass man Arbeiter rentabler einsetzen kann, wenn man die Arbeitsteilung einführt, weil dann jeder nur noch das machen muss, was er am besten kann und auch dafür bezahlt wird. Zudem war er der Meinung, dass man die Idee der Arbeitsteilung auch in Bereich der Wissenschaft erfolgreich einsetzen könne. Und zwar überall dort, wo es um Innovationen gehe; denn die Kunst der Erfindung, der Zeichnung und der Realisierung sei selten in einer Person vereinigt «and in this, as in other arts, *the division of labour* must be applied.» Das Vorbild für diese Passage dürfte der bereits erwähnte de Prony gewesen sein, den Babbage, wie vieles, was in seinem

Werk thematisiert wird, auf seinen ausgedehnten Studienreisen kennen gelernt und in seinem Werk beschrieben hat.

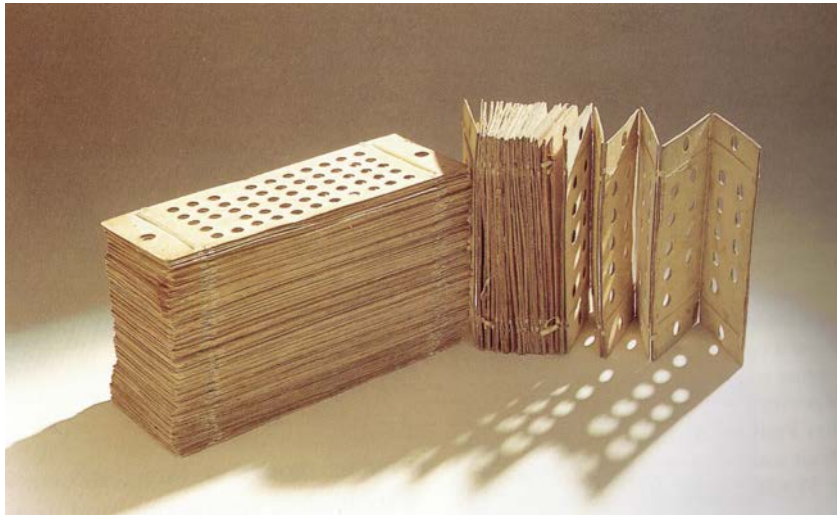
Neben der Arbeit an „The Economy of Machinery“ verlangte die Umsetzung seiner Rechenmaschine vermehrt Babbages Aufmerksamkeit. Sein Techniker, Joseph Clement, hatte in der Zwischenzeit die von der Regierung gewährten 1500 Pfund aufgebraucht, und Babbage musste bei der Regierung um neue Gelder nachsuchen, um die Arbeit an der Maschine fortsetzen zu können. Die Regierung hegte gewisse Zweifel, ob Babbage in der Lage sein werde, die Maschine zu bauen und Babbage hegte ein zunehmendes Misstrauen gegenüber der Transparenz von Clements Rechnungslegung; denn er vermutete, Clement wolle am Bau der Maschine möglichst viel verdienen. 1832 wurde auf Drängen Babbages ein erster Teil der Maschine, die sogenannte Difference Engine 1, zusammengebaut. Sie bildete bald eine der Attraktionen des gesellschaftlichen Lebens von London. Das Zerwürfnis zwischen Clement und Babbage war jedoch nicht mehr zu kitten. Als Babbage von Clement eine detaillierte Aufstellung der zukünftigen Kosten verlangte und ihn anwies, seine Rechnungen direkt dem Schatzamt vorzulegen, lehnte dieser eine weitere Zusammenarbeit ab.

Im Dezember 1834 versuchte Babbage mit einem Brief an die Regierung, die Sache weiter voranzutreiben, eventuell mit Hilfe des Zeichners Jarvis, welcher sich nicht mit Clement vertragen hatte, aber bereit war, ihn weiter zu unterstützen. In einer Zeit wechselnder Regierungen, war jedoch seinem Unterfangen kein Erfolg mehr beschieden. Zudem schwebte ihm seit 1834 eine bessere Maschine vor, die Analytical Engine. Diese Maschine hat er 1837 ausführlich beschrieben.



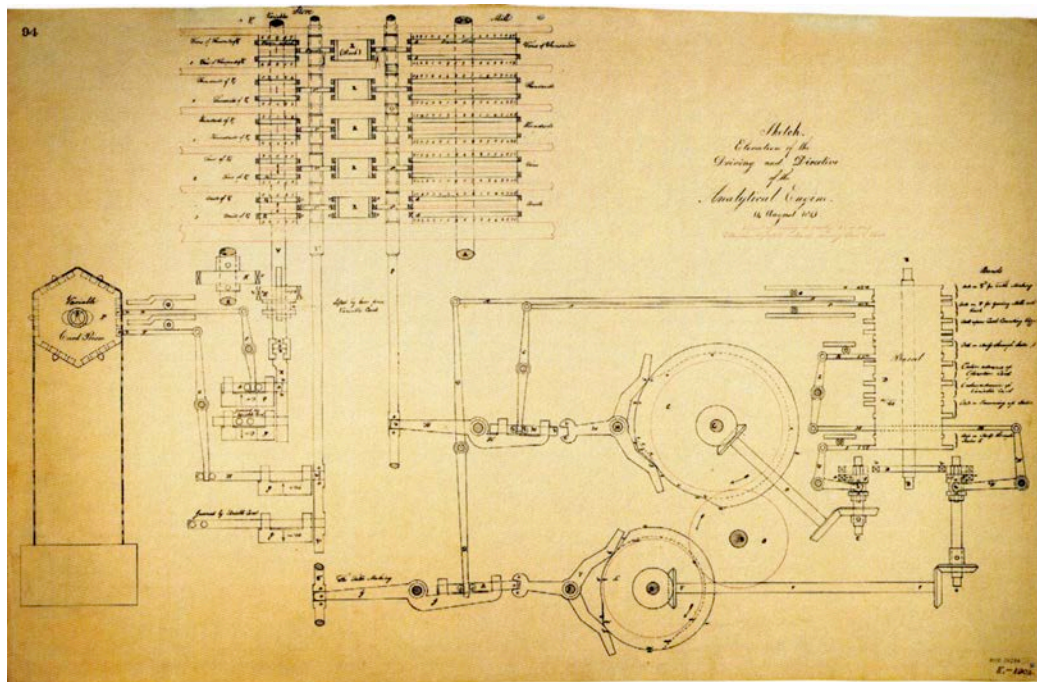
Difference Engine 1, 1832 im Science Museum London

Die zentrale Idee der neuen Maschine bestand darin, das Ergebnis einer Rechenoperation bei Beginn der folgenden wieder einzuspeisen. Babbage sprach dabei von einer Maschine, die sich selber in den Schwanz beiße. Dazu galt es jedoch, die entscheidende Frage zu beantworten, wie man diese Ergebnisse speichern könnte. Babbage trennte den Speicher von der Anlage, welche rechnete, ab. Das mechanische Grundkonzept des Speichers beruhte auf der kreisförmigen Anordnung von Zahnrädern um zentrale Räder. Zum Einlesen der Zahlen in den Speicher verwendete Babbage verschiedene Arten von Lochkarten. Eine Sorte Karten diente dem eigentlichen Einlesen (number cards), eine andere der Zuordnung des Ortes (variable cards), an dem die Zahlen gespeichert sein sollten und eine dritte, kleinere Kartenart (operation cards) diente der Steuerung der Anlage selbst.



Lochkarten zur Dateneingabe und Steuerung für die Analytical Engine (Science Museum)

Obwohl Babbages *Analytical Engine* nicht über ausführliche Zeichnungen hinauskam, kann man sie als erstes Konzept eines Rechenautomaten bezeichnen; denn sie wies schon wesentliche Merkmale eines Computers auf, nämlich ein Eingabewerk, eine Steuereinheit, einen Speicher (store), ein Rechenwerk (mill) sowie ein Druckwerk.



Plan zur Analytical Engine (punched-card reader)

Die Rechenmaschine Babbages wurde aber auch aus einem andern Grund bedeutend für die Geschichte der Informatik. Im Juni 1833 besuchte die 17-jährige Tochter von Lord Byron zusammen mit ihrer Mutter eine Abendgesellschaft von Babbage und ließ sich die Difference Engine zeigen. Im Gegensatz zu vielen anderen verstand die junge Frau die Funktionsweise der Maschine und wollte mehr darüber erfahren. In der Folge erwuchs Babbage in Ada Byron, der späteren Countess of Lovelace, eine «intellektuelle Gefährtin», welche mit ihm korrespondierte und an seiner Maschine mehr und mehr Anteil nahm. 1842 übersetzte sie den Bericht von Luigi Menabrea ins Englische und

versah ihn mit zusätzlichen, eigenen Anmerkungen, die dreimal so lang waren wie der Aufsatz. Dieser Aufsatz ging auf eine Einladung Babbages an eine Tagung der italienischen Naturforscher 1840 in Turin zurück. Babbage konnte dort das Konzept seiner Analytical Engine präsentieren. Eine vergleichbare Gelegenheit hatte er in seiner Heimat nicht erhalten. Von dieser Präsentation erstellte Luigi Menabrea, ein junger Mathematiker, welcher später zum Premierminister Italiens aufsteigen sollte, einen Bericht, welcher 1842 unter dem Titel, «Notions sur la machine analytique», in Genf erschien. Im gleichen Jahr schrieb der englische Premierminister Robert Peel an seinen Berater: «Was sollen wir tun, um Mr. Babbage und seine Rechenmaschine loszuwerden? (...) Ich halte es für wahrscheinlich, dass er in Bezug auf ihre Nützlichkeit in einer Traumwelt lebt.» Die Einstellung der Unterstützung durch die britische Regierung wurde nach über zehn Jahren und einem Aufwand von 17000 Pfund, was dem Wert von zwei Kriegsschiffen entsprach, durch die Regierung Peels Tatsache. Ein Grund für das Versiegen der Unterstützung könnte darin gelegen haben, dass Vater und Sohn Scheutz im gleichen Jahr der Schwedischen Akademie den Prototyp einer Maschine präsentierten, welche Differenzen der dritten Ordnung berechnen und ausdrucken konnte, womit ein Teil von dem, was Babbage wollte, erreicht war.

Nach 1842 arbeitete Babbage zwar weiter an der Maschine, aber er beschränkte sich mehr darauf, ihren Aufbau zu vereinfachen und genaue Zeichnungen anfertigen zu lassen. Er wandte sich in den Jahren 1847 und 1849 einem leichter erreichbaren Ziel zu: der Verbesserung seiner Differenzmaschine. Sie sollte 4000 Teile aufweisen, 2.1 Meter hoch, 3.4 Meter lang und 50 Centimeter tief sein. Sie wurde allerdings erst zu seinem zweihundertsten Geburtstag im Science Museum in London realisiert.

Die Frage, ob Babbages Anstrengungen nutzlos waren, wurde nicht nur zu seinen Lebzeiten kontrovers diskutiert. Dies nicht zuletzt darum, weil angenommen werden kann, dass Babbage nach 1842 wusste, dass er nicht über die finanziellen Mittel verfügte, um seinen Plan zu realisieren. Sein Biograph Anthony Hyman, meinte dazu, dass es ihm vor allem ums Experimentieren und Anfertigen von Entwürfen gegangen sei, die vielleicht in ferner Zukunft zur Realisierung seiner Maschine führen würden. Für diese These spricht, dass Babbage bis zu seinem Tod 1871 immer weitere Pläne anfertigte für seine Maschine. Und schließlich sollte er Recht bekommen, nicht zuletzt dank seinem Sohn, Henry Prevost Babbage, welcher einen Teil der Analytical Engine baute und sechs Modelle der Difference Engine 1 an Hochschulen vermittelte. Eines dieser Modelle gelangte nach Harvard und erregte in den 1930er Jahren das Interesse von Howard Aiken, der 1944 mit dem Mark 1 einen der ersten elektronischen Rechner realisierte.

Als Charles Babbage 1871 starb, begann in Europa gerade die zweite Industrielle Revolution, welche geprägt war durch die neuen Disziplinen der Chemie und der Elektrotechnik. Als die Difference Engine No. 2 etwas mehr als zweihundert Jahre nach der Französischen Revolution realisiert war, nahm gerade das Zeitalter der Globalisierung seinen Anfang. An der Analytical Engine wird mittlerweile gebaut. Welches Zeitalter wird bei ihrer Fertigstellung eingeläutet werden?

Literatur

Babbage, Charles (1864): *Passages from the Live of a Philosopher*. London: Longman

Babbage, Charles (1837): *On the Mathematical Powers of the Calculating Engine*. Ms im Museum of History of Science Oxford. Übersetzung in Hyman (1987): Charles Babbage. Stuttgart: Klett-Cotta

Gleick, James (2011): *Die Information*. München: Redline

Hyman, Anthony (1987): Charles Babbage. Stuttgart: Klett-Cotta

King, Ada (1843): *Sketch of the analytical engine invented by Charles Babbage, by Luigi Menabrea of Turin, officer of the military engineers with notes by the translator*. London: Richard and John E. Taylor

Matis, Herbert (2002): *Die Wundermaschine. Die unendliche Geschichte der Datenverarbeitung: Von der Rechenuhr zum Internet*. Bonn: MITP

Menabrea, Luigi (1842): *Notions sur la machine analytique de M. Charles Babbage*. Genève: Bibliothèque Universelle de Genève 82/10

Swade, Doron (1991): *Charles Babbage and his Calculating Engines*. London: Science Museum