

Blaise Pascal

* 1623 Clermont, † 1662 Paris.



Im Mathematisch-Physikalischen Salon des Dresdner Zwingers kann man noch heute eine der ersten mechanischen Rechenmaschinen besichtigen, deren Erbauer der französische Mathematiker, Physiker und Philosoph B. PASCAL gewesen ist. PASCAL hatte im Laufe von 10 Jahren acht solcher Maschinen hergestellt, die reine Additionsmaschinen waren. Wie bei der damals vorhandenen Technik wohl kaum verwundern mag, ließ die Funktionssicherheit dieser Maschinen zwar einiges zu wünschen übrig, doch wurden ihre Konstruktionsprinzipien zum Vorbild auch für spätere Rechenmaschinen.

Schon in seiner Jugend fand PASCAL in der familiären Umgebung ein förderliches wissenschaftliches Klima vor. Denn sein mathematisch gut vorgebildeter Vater, bei dem er auch den ersten Unterricht erhielt, pflegte eine enge, z.T. freundschaftliche Verbindungen mit verschiedenen französischen Gelehrten, z.B. mit R. DESCARTES, P. DE FERMAT, M. MERSENNE, G. P. DE ROBERVAL. Auch trafen sich im PASCALSchen Hause Naturforscher wöchentlich zu wissenschaftlichen Gesprächen. Auf der Basis dieses Interessenkreises wurde übrigens - von Mersenne 1635 zunächst als „Freie Akademie“ ins Leben gerufen - im Jahre 1666 die Pariser Akademie gegründet.

Von seinem 16. Lebensjahr an nahm auch B. PASCAL an den Sitzungen dieser Freien Akademie mit teil. 1640 trat er bereits mit seinen ersten Veröffentlichungen hervor, einer Abhandlung über Kegelschnitte. Darin beweist er eine von ihm gefundene Eigenschaft von Sechsecken, die einem Kegelschnitt einbeschrieben sind (*PASCALScher Satz*, *PASCALSche Gerade*).

Das sog. *PASCALSche Zahlendreieck* war schon früher bekannt, doch es wurde von PASCAL bei Untersuchung über die Koeffizienten des Binoms $(a+b)^n$ für beliebige ganzzahlige n angewendet. Das Bildungsgesetz für diese Binomialkoeffizienten bewies er mit *vollständiger Induktion*, einem von ihm entwickelten, und heute noch verwendeten mathematischen Beweisverfahren. Erstmals benutzte PASCAL die Binomialkoeffizienten auch in der Kombinatorik. Seit 1654 korrespondierte er mit P. DE FERMAT über ein spieltheoretisches Problem; beide lösten es in verschiedener Weise und gelangten zu gleichen Ergebnissen; damit legten sie faktisch den Grundstein zur Wahrscheinlichkeitsrechnung.

PASCAL hat sich auch mit physikalischen Fragestellungen befaßt. Der italienische Physiker E. TORRICELLI hatte 1644 sein berühmtes Experiment mit einer quecksilbergefüllten Röhre gemacht und damit fast gleichzeitig mit OTTO V. GUERICKE in Magdeburg die Existenz der irdischen Lufthülle nachgewiesen. Um zu zeigen, wie die Höhe von Flüssigkeitssäulen von der Dichte der verwendeten Flüssigkeiten und vom Luftdruck abhängt, hat PASCAL die TORRICELLISchen Versuche mit Quecksilber, Wasser und Wein fortgeführt.

In neuerer Zeit wird ja ihm zu Ehren als Maßeinheit für den Druck die Bezeichnung 1 Pa verwendet. Übrigens ist auch die bekannte Programmiersprache PASCAL nach ihm benannt.

Im Jahre 1642 begann PASCAL mit der Konstruktion seiner Rechenmaschine, das endgültige Modell wurde 1652 vollendet. Lange Zeit galt die PASCALSche Maschine als erste Rechenmaschine überhaupt. Neuerdings ist aber erwiesen, daß der Tübinger Professor WILHELM SCHICKARD (1592 - 1635) im Geburtsjahr PASCALS eine Rechenmaschine gebaut hat, die in Addition und Subtraktion eine einwandfreie Zehnerübertragung über sechs Stellen leistete und mit Hilfe einer verstellbaren Einmaleinstafel auch Multiplikation und Division ermöglichte. Ein Modell dieser Maschine befindet sich z.B. im Tübinger Rathaus. Näheres darüber wird in einem weiteren Beitrag zu berichten sein.

(aus Mikroprozessortechnik, Berlin 2 (1988) 4, S. 123, Autor: Dr. Klaus Biener)

Wilhelm Schickard

* 1592 Herrenberg, † 1635 Tübingen.



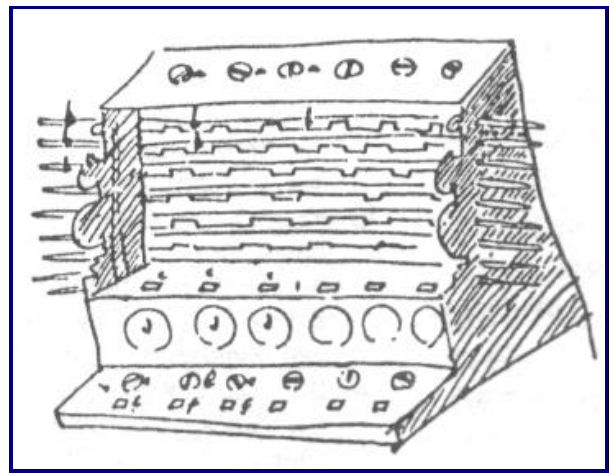
Nach Wiederentdeckung (1957) zuverlässiger Quellen ist nunmehr mit Sicherheit erwiesen, daß bereits im Geburtsjahr PASCALS, also 1623, in Tübingen eine Rechenmaschine entwickelt worden ist, und zwar von dem Tübinger Universitätsprofessor WILHELM SCHICKARD (auch die Schreibweisen Schickart oder Schickhardt sind gebräuchlich).

SCHICKARD war ein außerordentlich vielseitiger Gelehrter und galt nicht nur als einer der bedeutendsten Hebraisten und Orientalisten seiner Zeit, sondern hat sich auch als Astronom, Mathematiker, Geodät, Kupferstecher und Maler hervorgetan. Jedoch ursprünglich war er Theologe, und als solcher wurde er 1611 schon Magister und Repetitor am Tübinger Stift, 1614 Diakon und ab 1619 Professor für Hebräisch, Aramäisch und weitere orientalische Sprachen. Ebenso wie sein bekannter Onkel, der Baumeister HEINRICH SCHICKARD, war er zudem technisch und mathematisch hochbegabt. Im Jahre 1631 wurde er Professor für Mathematik und Astronomie und trat damit die Amtsnachfolge des verstorbenen Mathematikers und Astronomen M. MAESTLIN an, der KEPLERS Lehrer gewesen war. In dieser Amtszeit hat er verschiedene astronomische Geräte erfunden.

SCHICKARD bestätigte sich aber auch als Geodät. So führte er die erste Landesaufnahme von Württemberg nach eigenen kartographischen Methoden durch; diese Methoden hat er in seine Buch dokumentiert, das nach seinem Tode noch oft aufgelegt worden ist. Des weiteren hat er mit mathematischen Mitteln das sogenannte Pothenotsche Problem gelöst, ein von W. SNELLIUS aufgestelltes, später nach dem französischen Mathematiker LAURENT POTHENOT (1660 - 1732) benanntes geodätisches Ortsbestimmungsproblem.

Seine Rechenmaschine baute SCHICKARD auf Anregung des befreundeten JOHANNES KEPLER, der ja für seine astronomischen Arbeiten viele arithmetischen Operationen auszuführen hatte und an einer maschinellen Erleichterung des Rechnens interessiert gewesen sein dürfte. Zur Durchführung eines solchen Vorhabens mußte SCHICKARD erst das Zahnrad und die Zehnerübertragung erfinden. Seine Maschine ermöglicht neben Addition und Subtraktion auch Multiplikation und Division; es lassen sich 6stellige Operanden einstellen, das Resultatregister ist 8stellig. Es ist belegt, daß diese Maschine gut funktioniert hat. Das weiß man aus Sofort-Briefen des Erbauers an KEPLER und geht auch daraus hervor, daß 1624 in Tübingen ein zweites Exemplar für KEPLER hergestellt wurde, aber mit dem Hause des Mechanikers PFISTER verbrannt ist.

Glücklicherweise sind SCHICKARDS technische Beschreibungen (eben in Briefen an KEPLER) und Anweisungen für seinen Mechaniker sowie einige Skizzen (eine davon zeigt unser Bild) erhalten geblieben und so ausreichend detailliert, daß nach diesen Angaben seine Maschine in der Neuzeit nachgebaut werden konnte. So steht nun seit 1960 ein Exemplar im Tübinger Rathaus, weitere Modelle davon befinden sich u.a. in der Geburtsstadt Herrenburg, im Deutschen Museum München sowie in der Sammlung von IBM in New York.



(aus Mikrozertechnologie, Berlin 2 (1988) 6, S. 170, Autor: Dr. Klaus Biener)

Friedrich Wilhelm Bessel

* 1784 Minden (Weser), † 1846 Königsberg (Kalingrad).



BESSEL war nicht nur einer der bedeutendsten Astronomen (er gilt als Pionier der astronomischen Meßkunst), sondern er hat auch auf mathematischem Gebiet herausragende Ergebnisse hinterlassen, die noch heute zum Lehrstoff in einem Mathematikstudium gehören. Bereits ein Blick in ein mathematisches Lexikon weist seine bleibenden Verdienste aus. Begriffe wie BESSELSche Differentialgleichung, BESSEL-Funktion, BESSELSche Integrationsformel, BESSELSche Polynome u.a. belegen diesen Sachverhalt. So hat er die Lösbarkeit einer nach ihm benannten Klasse von Differentialgleichungen untersucht, welche in der mathematischen Physik eine wichtige Rolle spielen. Er gab die Lösung in Form einer Potenzreihe an (BESSEL-Funktion), deren numerische Auswertung jedoch erst durch computertechnische Unterstützung mit vertretbarem

Zeitaufwand hinreichend genau gelingt. Auch die von ihm abgeleiteten Formeln für die numerische Integration oder die numerische Interpolation einer Funktion haben praktisch den Charakter von Algorithmen für den unmittelbaren Einsatz von Computern.

Es ist bemerkenswert, daß BESSEL während seiner Ausbildungszeit (er besuchte nach dem Gymnasium ab 1798 eine Bremer Navigationsschule) Mathematik lediglich autodidaktisch betrieb, allerdings so intensiv, daß er in deren praktischen Anwendung ungewöhnliche Fertigkeiten erlangte. Seine erste Publikation aus dem Jahre 1804 über den HALLEYSchen Kometen von 1607 liegt rund 300 Manuskriptseiten Berechnungen zugrunde. Diese Arbeit beeindruckte C. F. GAUß derart, daß er BESSEL um Unterstützung bei der Realisierung der „Berechnung des geozentrischen Laufs 3 neuer Planeten“ bat.

WILHELM VOM HUMBOLDT veranlaßte die Leistungen BESSELS, im Jahre 1810 dessen Berufung zum Professor für Astronomie an die Königsberger Universität und zum Direktor der dort zu errichtenden Sternwarte zu betreiben. BESSEL war übrigens der erste, der eine kosmische Entfernung jenseits der Grenzen des Sonnensystems exakt gemessen bzw. errechnet hat.

(aus Mikroprozessortechnik, Berlin 2 (1988) 7, S. 204, Autor: Dr. Klaus Biener)

Gottfried Wilhelm von Leibniz

* 1646 Leipzig, † 1716 Hannover.



LEIBNIZ gehört zu den vielseitigsten und geistreichsten Universalgelehrten, die die Menschheit hervorgebracht hat. Der englische Mathematiker BERTRAND RUSSEL zählte ihn zu den „größten Denkern aller Zeiten“.

In der Tat war LEIBNIZ nicht nur ein bedeutender Mathematiker und Logiker, sondern ebenso Naturforscher, Erfinder, Rechtsgelehrter, Philosoph, Politiker, Geschichts- und Sprachforscher. Sein scharf denkender Geist befähigte ihn als achtjähriger zum Beispiel, quasi mittels logischer Dechiffrierung eines illustrierten, lateinischen Textes ohne Anleitung Latein zu

lernen und danach in dieser Sprache mit großer Schnelligkeit Gedichte zu verfassen.

Er führte einen erstaunlich umfangreichen Briefwechsel mit der gesamten wissenschaftlichen und politischen Welt seiner Zeit - es wird bis ins nächste Jahrhundert dauern, bis sein gesamter schriftlicher Nachlaß durchdacht und veröffentlicht sein wird. Er ist der Gründer der Berliner Akademie der Wissenschaften (1700) und war ihr erster Präsident; er regte (1711) auch die Gründung der Petersburger Akademie an und war Mitglied der Londoner Royal Society sowie der Akademie Paris. Er arbeitete unablässig, mit 5 Stunden Schlaf täglich kam er aus. Zeitweise muß er ein Sklave seiner Ideen gewesen sein - so notierte er über sich selbst: „Beim Erwachen hatte ich schon so viele Einfälle, daß der Tag nicht ausreichte, um sie niederzuschreiben“. So entwarf er Pläne für den Bau eines Unterseebootes, erfand das Anemometer, konstruierte einen Windmotor (für Wasserpumpen); er entwickelte Geräte, die das Grubenwasser in Bergwerken absaugten, erfand die Staffelwalze für der Zehnerübertrag in seiner mechanischen Rechenmaschine; er behandelte das Brechungsgesetz der Optik als Extremalproblem, er analysierte die Fallbewegung eines Körpers im zähen Medium; er verteidigte den Evolutionsgedanken der Biologie und erbrachte (200 Jahre vor S. FREUD) den logischen Nachweis, daß der Mensch neben seinem Bewußtsein auch ein Unterbewußtsein haben müsse.

Keinem Geringeren als G. E. LESSING, der sich intensiv mit der LEBNIZschen Philosophie beschäftigte hat, verdanken wir eine der ersten chronologischen Kurzbiographien über LEIBNIZ. Die wesentlichsten Lebensdaten seien kurz angegeben: Als Sohn eines Juristen und Professors für Moralphilosophie trat LEIBNIZ mit 15 Jahren in die Leipziger Universität ein, um Jura und (teilweise auch in Jena) nebenher Philosophie, Logik und Mathematik zu studieren. Im Jahre 1664 erwarb er bereits Magisterwürde und 1666 wurde er Doctor Juris in der später erloschenen Universität Altdorf bei Nürnberg (die Leipziger Universität hatte ihn wegen seines jungen Alters abgewiesen). 1670 trat er für 6 Jahre als Hofrat in den Dienst des Mainzer Kurfürsten; 1672 weilte er in diplomatischer Mission in Paris, wo er die Arbeiten von GALILEI, CARTESIUS, FERMAT, PASCAL und HUYGENS studierte. In Paris arbeitete er auch wesentliche Fragen der Differentialrechnung aus. Im Jahre 1676 trat er in die Dienste des Herzogs von Braunschweig-Lüneburg, der ihn als Hofrat und Oberbibliothekar nach Hannover berief; in diesem Amt blieb er 40 Jahre lang bis zu seinem Tode. Auf Grund seiner herausragenden Verdienste wurde er 1707 von Kaiser KARL IV. zum Freiherrn geadelt und zum Reichshofrat ernannt.

Besonders schöpferisch war LEIBNIZ auf dem Gebiet der Mathematik tätig. Da sei zunächst die von ihm konstruierte Rechenmaschine genannt, die er 1673 in der Royal Society in London vorführte. Es war die erste Maschine, die außer addieren und subtrahieren auch noch multiplizieren, dividieren, potenzieren sowie die 2. und 3. Wurzel ziehen konnte. LEIBNIZ war übrigens auch der erste, der Pläne für eine Rechenmaschine entwarf, welche auf dem von ihm entwickelten binären Zahlensystem basierte! Einer solchen kühnen, der Zukunft weit vorgreifenden

Vorstellung konnte die Technik der Barockzeit allerdings noch nicht folgen. Erst in der von KONRAD ZUSE 1941 konstruierten, ersten programmgesteuerten Rechenanlage der Welt wurde das binäre Zahlensystem dann technisch realisiert.

LEIBNIZ legte auch die Grundlagen zur formalen Logik. Des weiteren untersuchte er die Entwicklung von Funktionen in eine Reihe und arbeitete das nach ihm benannte Konvergenzkriterium aus, er definierte den Begriff der Determinante und verfaßte die Grundlagen der Determinantentheorie, die dann von VANDERMONDE und GAUß weiterentwickelt und von JACOBI faktisch abgeschlossen wurde.

Sein wichtigstes mathematisches Verdienst ist jedoch die Erfindung der Differential- und Integralrechnung. Dabei ging er nicht - wie NEWTON - von der Quadratur, sondern von der Fragestellung nach der Tangente aus; anschließend lieferte er den Beweis, daß aus dem „Umkehrproblem der Tangentenbildung die Quadratur aller Figuren herleitbar“ ist. Er leitete die Integrationsgesetze ab sowie die Rechenregeln für die Differentiation eines Produktes, einer Potenz und für die Differentiation vom impliziten Funktionen (Veröffentlichung 1684). Er macht sogar den Versuch, die Differentiation

$$\frac{d^n y(x)}{dx^n}$$

für **beliebige** reelle n zu erweitern!

Im Jahre 1693 veröffentlichte LEIBNIZ erstmals die Methoden zur Lösung von Differentialgleichungen mit Hilfe unendlicher Reihen. Leibniz gehörte neben CARTESIUS und EULER zu den Hauptgestaltern der heutigen mathematischen Formelschreibweise. So führte er die Indizes ein, die Potenzschreibweise a^x , die Determinantenschreibweise, logische Symbole, die Differentiations- und Integrationszeichen, des weiteren die Termini: Funktion, Abszisse, Ordinate, Koordinate, Differentialgleichung, Algorithmus u.v.a.m.

LEIBNIZ durchbrach übrigens als erster die jahrhundertealte Tradition, wissenschaftliche Werke nur in lateinischer Sprache zu veröffentlichen. Erwähnt seien noch seine Entwürfe einer Universalsprache und einer Universalschrift, die ihn sein ganzes Leben hindurch beschäftigten. Seine bis heute aktuelle Forderung THEORIA CUM PRAXI hat er selbst in hervorragender Weise in die Tat umgesetzt.

(aus Mikroprozessortechnik, Berlin 2 (1988) 8, S. 236, Autor: Dr. Klaus Biener)

Sir Isaak Newton

* 1643 Woolsthorpe, † Kensington bei London.



NEWTON studierte von 1661 bis 1665 am Trinity-College in Cambridge. Diese Bildungseinrichtung war damals noch im wesentlichen eine mittelalterlich organisierte Universität, d.h. die alten Sprachen und theologische Fächer spielten zunächst eine Hauptrolle. NEWTON hat aber - nach eigenen Angaben - in den ersten Studienjahren auch die Werke EUKLIDS studiert und das kopernikanische Weltsystem kennengelernt. Sein Lehrer in Mathematik und Naturwissenschaften war der Mathematiker und Theologe I. BARROW als Inhaber des einzigen, erst 1663 eingerichteten naturwissenschaftlichen Lehrstuhls von Cambridge. Nach Erwerb verschiedener akademischer Grade wurde NEWTON als Nachfolger seines Lehrers Professor für Mathematik. Dieses Lehramt bekleidete er bis 1701; in dieser Periode liegen seine schaffensreichsten Jahre. Da er durch eine Feuersbrunst (1693) sein Laboratorium und ein Teil seiner Manuskripte verlor, zog er sich danach von der Wissenschaft fast vollständig zurück und

befaßte sich als Aufseher der Münze (1695) mit dem Aufbau des englischen Münzwesens; 1699 wurde NEWTON Direktor der Londoner Münze. Im Jahre 1703 siedelte er nach London über und wurde Präsident der Royal Society, der er seit 1671 bereits als Mitglied angehörte.

NEWTONS Lebenswerk umfaßt neben theologischen und alchimistischen Schriften vor allem Arbeiten auf dem Gebiet der Mathematik, der experimentellen Optik und der theoretischen Mechanik.

In der Mathematik hat er eine Reihe praktikabler numerischer Verfahren entwickelt, die heute in der Regel zur Grundausstattung einer Computersoftware gehören. Genannt werden soll da zum einen das NEWTONsche Iterationsverfahren zur Auflösung von Gleichungen mit einer Unbekannten:

$$z_{i+1} = z_i - \frac{F(z_i)}{F'(z_i)};$$

es handelt sich um ein überlineare konvergentes Verfahren, das auch gern zur Nullstellenberechnung für Polynome höheren Grades herangezogen wird.

Auch die bekannte Drei-Achtel-Regel stammt von ihm, eine Näherungsformel zur Berechnung des bestimmten Integrals einer Funktion:

$$\int_0^h y(x)dx = \frac{3}{8}h(y_0 + 3y_1 + 3y_2 + y_3).$$

Sie hat die gleiche Genauigkeitsordnung wie die KEPLERSche Faßregel, NEWTON soll sie Pulcherrima - die Schönste - genannt haben. Des weiteren verdanken wir ihm einen Iterationsalgorithmus zur Berechnung von Quadratwurzeln sowie eine Formel zur Interpolation von Funktionen.

Sich auf die Arbeiten von B. CAVALLIERI, P. FERMAT und I. BARROW stützend, entwickelte er bis 1671 - unabhängig von LEIBNIZ - als mathematischen Hilfsapparat für seine physikalischen Untersuchungen die Grundidee der Infinitesimalrechnung, die er Fluxionsrechnung nannte (Methode of Fluxions, 1736 gedruckt). Seine darin benutzte Symbolik hat sich jedoch nicht durchgesetzt, in der Naturwissenschaft hat sich der von LEIBNIZ vorgeschlagenen Kalkül als zweckmäßig erwiesen und wird heute allgemein verwendet.

In der Optik entdeckte NEWTON die Spektralzerlegung des weißen Lichts (1672) und die nach ihm benannten Interferenzerscheinungen (NEWTONsche Ringe, 1675); auch konstruierte er das

erste brauchbare Spiegelteleskop, für welches er eigenständig die Spiegel hergestellt hatte! Eine zusammenfassende Darstellung seiner optischen Untersuchungen veröffentlichte er aber erst nach dem Tode vom R. HOOKE, da er mit diesem in dauernde Prioritätsstreitigkeiten verwickelt war.

Sein für den Fortschritt der physikalischen und astronomischen Forschungen wichtigstes Werk sind die „Philosophiae naturalis principia mathematica“ (Mathematische Prinzipien der Naturlehre, 1687). Darin faßt er die Leistungen seiner Vorgänger GALILEI, KEPLER, HUYGENS, v. GERICKE u.a. zusammen und stellt das Gravitationsgesetz auf, mit dem er eine mathematische Theorie zur Erklärung der Bewegung der Himmelskörper schuf und die drei KEPLERSchen Gesetze rechtfertigte. Mit der Formulierung der drei (NEWTONschen) Axiome der Mechanik vollendete er schließlich den Aufbau der klassischen Mechanik.

NEWTON publizierte seine wissenschaftlichen Ergebnisse sehr ungern. Als er seine Fluxionsrechnung allgemein bekannt macht, war seine Art der Behandlung von Problemen der Analysis gegenüber dem Kalkül von LEIBNIZ bereits veraltet. Um so befremdlicher berühren uns heute die Anschuldigungen, die NEWTON und besonders seine Anhänger gegenüber LEIBNIZ erhoben, indem sie diesen bezüglich der Erfindung der Infinitesimalrechnung des Plagiats bezichtigten und damit einen unliebsamen und lang andauernden Prioritätsstreit auslösten. LEIBNIZ' Versuch, dieserhalb mit NEWTON in direkten Briefwechsel zu treten, endete mit einer abweisenden Antwort (1693). LEIBNIZ ging zwar aus diesem Streit schließlich in dem Sinne als Sieger hervor, als sich die gegen ihn gerichteten Anschuldigungen als völlig ungerechtfertigt erwiesen haben, NEWTON hatte sich mit seiner Verdächtigung geirrt, da er die ihm zugänglichen Unterlagen nicht hinreichend sorgfältig angesehen hat.

NEWTON erhielt nach seinem Tode ein Staatsbegräbnis und wurde in der Westminster-Abbey beigesetzt; sein Sarkophag wurde mit der von ihm gefundenen Formel für die Binomialreihe graviert.

(aus Mikroprozessortechnik, Berlin 2 (1988) 9, S. 270, Autor: Dr. Klaus Biener)

Pierre Simon Marquis de Laplace

* 1749 Beaumont-en-Auge (Normandie), † 1827 Paris.



Die großen Naturforscher des 17./18. Jahrhunderts besaßen über ihre Fachdisziplinen hinaus zumeist eine universelle Bildung, die es ihnen erlaubte, auf verschiedensten Gebieten wissenschaftliche Leistungen zu vollbringen. Auch der französische Mathematiker, Physiker und Astronom P. S. LAPLACE hat eine vielseitige Ausbildung erhalten. Er besuchte ab 1755 eine Schule des Benediktinerordens und trat 1765 in das Jesuiten-Kolleg zu C  en ein, wo er alte Sprachen, Literatur, Kunst, Mathematik und Astronomie studierte; 1768 setzte er seine Studien in Paris fort. Auf Vermittlung von D'ALEMBERT, dem st  ndigen Sekretär der Pariser Akademie und dem bis dahin wohl einflußreichsten Mathematiker des damaligen Frankreich, erhielt LAPLACE 1772 ein Lehramt an der Pariser Militärakademie, wo 1784/85 NAPOLEON zu seinen Schülern zählte. An der 1794 neu gegründeten technischen Hochschule in Paris (Ecole Polytechnique) wurde er Professor für Mathematik. Als Vorsitzender der Kommission für Maße und Gewichte hatte er wesentlichen Anteil an der Einführung eines einheitlichen dezimalen Maßsystems. Im Jahre 1799 ernannte ihn NAPOLEON zum Innenminister und berief ihn kurz danach in den Senat. Mit 24 Jahren wurde er bezahltes Mitglied der Akademie; auch war er Ehrenmitglied der Akademie in Petersburg.

LAPLACE hat besonders in der Mathematik und in der mathematischen Physik wesentliche Beiträge geleistet. Er konstruierte zwar keine Rechenmaschine, doch wird ihm eine andere bedeutende Erfindung zugeschrieben, die sich ebenfalls als ein hervorragendes Rechenhilfsmittel herausstellte und sich bis heute bei Aufgaben der elektrischen Netzwerke, der Regelungstechnik und bei der Simulation technischer Vorgänge als außerordentlich brauchbar erwiesen hat. Diese Erfindung betrifft die zumindest jedem Automatisierungstechniker geläufige Transformation

$$X(p) = \int_0^{\infty} e^{-pt} x(t) dt,$$

welche einer Funktion $x(t)$ der reellen Variablen t die Funktion $X(p)$ der komplexen Variablen p zuordnet (vorausgesetzt, das uneigentliche Integral existiert). Der wissenschaftliche Background, der mit dieser Formel verbunden ist, wird als *Theorie der LAPLACE-Transformation* gegenwärtig an den Hochschulen für Mathematiker, Elektroingenieure und Regelungstechniker gelehrt. Und das mit gutem Grund! Gestattet doch diese Transformation, bestimmte Problemklassen gewöhnlicher Differentialgleichungen lediglich mit rein algebraischen Rechenoperationen auflösen zu können, was eine bedeutende Reduzierung des Rechenaufwandes mit sich bringt. Es sei erwähnt, daß die Auflösung von Differentialgleichungen mit dieser LAPLACESchen Methode (wenn sie anwendbar ist) sogar stets in exakter Weise gelingt - während sie mit computertechnischen Hilfsmitteln ja prinzipiell immer nur näherungsweise möglich ist.

Eine weitere wichtige Anwendung erfährt obige Transformation nach heute in der Automatisierungstechnik: mit ihrer Hilfe wird die Übertragungsfunktion eines dynamischen Systems definiert; und sie ermöglicht z.B. auch den Beweis für die Tatsache, daß ein unbekanntes lineares Übertragungssystem mit Systemantwort auf ein einziges Eingangssignal sein gesamtes Übertragungsverhalten „verrät“. Übrigens ist mit den heute zur Verfügung stehenden computertechnischen Möglichkeiten sogar eine Automatisierung des gesamten LAPLACE-Kalküls in greifbare Nähe gerückt.

LAPLACE verfaßte sehr zahlreiche Arbeiten über Mathematik und experimentelle und mathematische Physik (14 Bände) sowie über Himmelsmechanik (5 Bände). So untersuchte er partielle Differentialgleichungen 2. Ordnung auf ihre Lösungsmöglichkeiten, ersann die Kaskadenmethode - ein Lösungsverfahren für hyperbolische Differentialgleichungen - und befaßte sich mit partiellen Differenzengleichungen. Zur Lösung der LAPLACESchen Differentialgleichung lassen sich Analogie-Netzwerke konstruieren, die bei ADLER („Analogrechnen“) beschrieben werden. LAPLACE entwickelte auch die Kapillartheorie für Flüssigkeiten, leitete eine Formel für die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Schalls in der Luft ab und verbesserte die barometrische Höhenformel. Desweiteren erforschte er die Umlaufzeiten von Jupiter, Saturn und den drei inneren Jupitermonden und macht sich Gedanken über die Stabilität des Sonnensystems.

Bei seinem Begräbnis erwies ihm übrigens kein Geringerer als ALEXANDER VON HUMBOLDT die letzte Ehre, der zwecks Herausgabe seiner eigenen Werke mehrere Jahr in Paris weilte.

(aus Mikroprozessortechnik, Berlin 2 (1988) 10, S. 302, Autor: Dr. Klaus Biener)

Leonhard Euler

* 1707 Basel, † 1783 St. Petersburg.



Auf jedem Schul-Taschenrechner sind Funktionstasten für die Exponentialfunktion und für die natürlichen Logarithmen vorhanden. Die Basiszahl für diese Funktionen ist die bekannte *EULERSche Zahl*

$$e = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n.$$

Auf vielen Taschenrechnern gibt es auch eine Rechentaste für die Funktion $n!$ („ n Fakultät“):

$$n! = \prod_{k=1}^n k;$$

diese Funktion ist für jede natürliche Zahl n definiert; EULER fand, daß man diese Funktion auch für beliebige, positive reelle Werte erklären kann und gab als Lösung die in der Mathematik geläufige *EULERSche Gamma-Funktion* an.

Es gibt noch weitere Bezüge, durch die EULERS Name mit der modernen Rechner- und Programmier Technik verbunden ist. Genannt sei z.B. das *EULERSche Steckenzeugverfahren*, das einfachste 1-Schritt-Verfahren zur Lösung von gewöhnlichen Differentialgleichungen, das zudem immer numerisch stabil ist. Die Aufzählung ließe sich fortsetzen, denn die Anzahl der mit dem Namen EULERS in Zusammenhang stehenden Begriffe in einem mathematischen Lexikon ist extrem hoch und nur noch mit der von GAUß vergleichbar.

In seiner Kindheit erhielt EULER ausschließlich Privatunterricht, und zwar hauptsächlich von seinem Vater, einem Pfarrer, der großes Interesse für Mathematik besaß und sogar bei dem berühmten JACOB BERNOULLI studiert hatte. Bereits mit 13 Jahren wurde EULER an der philosophischen und später theologischen Fakultät der Universität Basel immatrikuliert, wo er nebenher mathematische Vorlesungen bei JOHANN BERNOULLI hörte. Sein Vater war einsichtig genug, die für Leonhard vorgesehene Theologielaufbahn zugunsten dessen frühzeitiger mathematischer Erfolge aufzugeben. Schon als 16jähriger beendete EULER die philosophische Fakultät mit einem Examen, die ihm die Magisterwürde einbrachte. Seinen Studienfreunden DANIEL und NIKOLAUS BERNOULLI folgend, reiste er 1727 nach St. Petersburg, wo er 1730 an der Akademie eine Professur für Physik und 1733 für Mathematik erhielt. Hier ging er auch mit der Tochter eines Schweizer Malers eine Ehe ein, aus der 13 Kinder hervorgingen (aber 8 frühzeitig verstarben).

In St. Petersburg übernahm EULER die Aufsicht über das Geographische Departement, wurde Mitarbeiter in der Kommission für Maß und Gewicht und war an den Vorbereitungen der großen Kamtschatka-Expedition (1733-43) beteiligt. Sein Hauptwerk jener Zeit ist ein zweibändiges Buch über Mechanik, womit er etwas völlig Neues in der Wissenschaft einführte: das Schreiben von Lehrbüchern. Getrübt wurde EULERS Petersburger Zeit durch den Verlust der Sehkraft seines rechten Auges als Begleiterscheinung einer Infektion, die er selbst auf Überanstrengung zurückführte.

Nach dem Tode der Kaiserin ANNA VON RUßLAND wurde die Lage der russischen Akademie unsicher, und EULER folgte 1741 gern dem Ruf FRIEDRICHS II. an die Berliner Akademie, wo er Direktor der mathematischen Klasse wurde. Auf sein Wohnhaus in der Berliner Behrenstraße 21 weist noch heute eine Gedenktafel hin. Die Berliner Zeit (25 Jahre) war für EULER sehr schaffensreich, er verfaßte 380 Arbeiten sowie einige Bücher. Hier vollendete er unter anderem eines seiner wichtigsten Werke, die Variationsrechnung (C. CARATHÉODORY bezeichnete es als „eines der schönsten mathematischen Werke, die je geschrieben worden sind“).

Lange Zeit verwaltete er die Akademie quasi als Vizepräsident und brachte sie - ebenso wie die Petersburger - in die erste Reihe der europäischen Akademien. Wegen Zerwürfnissen mit FRIEDRICH II. (abgewiesene Akademie-Präsidentschaft; der König liebäugelte mit radikalen französischen Aufklärern, was dem tieferreligiösen EULER unerträglich war) zog EULER 1766 wieder nach St. Petersburg, wo er von KATHARINA II. in großen Ehren aufgenommen wurde. Kurz danach erblindete E. völlig, doch beeinträchtigte das seine Schaffenskraft in keiner Weise - vielmehr schien sich sein ganzes Genie jetzt voll zu offenbaren: Fast die Hälfte seiner Arbeiten entstanden in der Zeit seiner Blindheit! Gestützt auf sein phänomenales Gedächtnis arbeitete er wissenschaftlich intensiv weiter, indem er seinem Sohn ALBRECHT (1743-1800) diktierte.

So ist in EULERS Leben ein außerordentlich umfangreiches Gesamtwerk entstanden: Es umfaßt 886 Titel; darunter befinden sich 40 Lehrbücher, deren Darstellungsform z. T. endgültig gewesen und von bedeutenden Mathematikern der nachfolgenden Zeit übernommen worden ist. Kein geringerer als C. G. J. JACOBI (einer der bedeutendsten deutschen Mathematikern nächst GAUß) sowie P. H. FUß (ein Urenkel EULERS) bemühten sich um eine Gesamtausgabe des EULERSchen Werkes, scheiterten aber an dem Umfang dieser Aufgabe. Aus Anlaß des 200. Geburtstages wurde erneut eine Gesamtausgabe beschlossen, und so erschien 1911 (im Teubner-Verlag) der 1. Band der inzwischen auf über 70 Bände angewachsenen und vom Basler Birkhäuser-Verlag weitergeführten Edition.

So umfangreich, wie EULERS Schaffen ist, so vielseitig ist es auch - einige Beispiele mögen dies demonstrieren. In der Petersburger Akademie gehörte EULER mehreren Kommissionen zur Lösung technischer und praktischer Fragen an. In Zusammenhang damit beschäftigte er sich unter anderem mit Feuerspritzen, Ofenkonstruktionen, der Saugwirkung von Pumpen, dem Schleusen- und Kanalbau, dem Entwurf idealer Zahnradprofile und erstellte ein Gutachten, wie die Riesenglocke in Moskau auf den Kremelturm gehoben werden könne. Er erdachte ein Verfahren, aus nur drei Beobachtungen eines Planeten dessen Bahn zu bestimmen. Er konnte auch eine bei NEWTON offen gebliebene Frage aus der Gezeitentheorie (über das Zurückbleiben der Flutwelle gegenüber der Kulamination des Mondes) klären und löste damit eine Preisfrage der Pariser Akademie. Des weiteren griff EULER eine Anregung von LEIBNIZ auf, die dieser in einem Brief an HUYGENS geäußert hatte, und er befaßte sich mit Topologie: Er löste das bekannte Königsberger Brückenproblem und dessen Verallgemeinerung und fand den *EULERSchen Polyedersatz*. Bemerkenswert ist sein Versuch, „die Musik als Teil der Mathematik auszuführen“. Selbst Klavierspieler, wollte EULER die Musik aus den sichersten Grundlagen der Harmonie ableiten und schrieb zu diesem Zweck den „Versuch einer neuen Musiktheorie“ (1739), dem später noch drei weitere Abhandlungen folgten.

Auch hat er die Durchdringung des Lichts durch verschiedene Medien untersucht. Es ist kaum zu glauben: Das daraus entstandene Lehrbuch der geometrischen Optik („Dioptik“, 1768) wurde von einem Blinden verfaßt! Sogar Fragen der Stabilität, des Gleichgewichts und des Schaukelverhaltens von Schiffen hat er untersucht und dafür 1759 den Preis der Pariser Akademie erhalten. 1773 veröffentlichte er eine vollständige Theorie des Schiffsbaus und der Navigation - eine Arbeit, die auch in England, Frankreich und Italien herausgegeben wurden.

Dies alles in Betracht ziehend nimmt es nicht wunder, daß EULER schon zu Lebzeiten fast zur Legende wurde - man hat ihn sogar die „lebendige Analysis“ genannt. In Würdigung seiner mathematischen Leistungen schrieb C. G. J. Jacobi, daß EULER in seiner Berliner Zeit die gesamte Mathematik umgestaltet habe. Und der französische Mathematiker P. S. LAPLACE pflegte zu sagen: „Lest EULER, er ist unser aller Meister“.

(aus Mikroprozessortechnik, Berlin 2 (1988) 12, S. 364, Autor: Dr. Klaus Biener)

Brook Taylor

* 1685 Edmonton, † 1731 London.



Die überlieferten biographischen Angaben über den englischen Mathematiker BROOK TAYLOR sind vergleichsweise spärlich. Immerhin ist bekannt, daß er ab 1701 in Cambridge vernehmlich Philosophie und Rechtswissenschaft und bei ISAAC NEWTON Mathematik studiert hat. Beruflich war er ein vermögender Jurist und - ohne eine amtliches Stellung zu bekleiden - seit 1712 Mitglied der Royal Society; in den Jahren 1714-18 fungierte er auch als ihr wissenschaftlicher Sekretär. Er gehörte der Kommission an, die den Prioritätsstreit zwischen LEIBNIZ und NEWTON untersuchte, und hier wirkte er in Briefen und Schriften verständlicherweise als eifriger NEWTONianer.

In einem mathematischen Lexikon findet man mehrere Begriffe, die mit seinem Namen verbunden sind und noch heute zum fundamentalen Lehrstoff eines Mathematikstudiums gehören: TAYLOR-Interpolation, TAYLOR-Reihe, TAYLORScher Satz, TAYLORSche Quadraturformel. Sehr bedeutsam für die heutige Rechentechnik sind aus der Interpolationstheorie die TAYLORSchen Reihen geworden, als Potenzreihen der Form

$$f(x) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{k!} \cdot f^{(k)}(x_0) \cdot (x - x_0)^k,$$

worin $f^{(k)}(x_0)$ die k-te Ableitung von $f(x)$ an der Stelle x_0 bedeutet. Solche Reihen bilden bei jedem modernen Computer die Grundlage zur beliebig genauen Funktionswertberechnung bei allen möglichen transzendenten Funktionen, also z.B. bei der Logarithmusfunktion, der Exponentialfunktion, bei $\sin x$ bzw. $\cos x$ oder bei hyperbolischen Funktionen. Die nach TAYLOR benannten Reihen kommen allerdings schon 1670 bei dem schottischen Mathematiker JAMES GREGORY (1638-75) sowie 1673 bei G. W. LEIBNIZ vor. TAYLOR scheint davon nichts gewußt zu haben; in seinem Werk „Methodus incrementorum“ (London 1715) leitet er die „TAYLOR-Reihe“ aus der Differentialbetrachtungen her, und 1717 wendete er sie zur Gleichungsauflösung an.

TAYLOR hat auch eine Näherungsformel für das bestimmte Integral

$$\int_a^b f(x) dx$$

angegeben, zu dessen Berechnung die ersten n Ableitungen von $f(x)$ benötigt werden. Des weiteren untersuchte er das Problem der schwingenden Saite (1715) und hat 1717 ein schwieriges LEIBNIZsches Trajektorienproblem behandelt.

(aus Mikroprozessortechnik, Berlin 3 (1989) 1, S. 14, Autor: Dr. Klaus Biener)

Johann Carl Friedrich Gauß

* 1777 Braunschweig, † 1855 Göttingen.



Nach dem Tode des fast 78jährigen GAUß wurde im Auftrag des damals regierenden Königs GEORG V. von Hannover eine Gedenkmedaille mit dem Bildnis von GAUß geprägt, die ihn als „Fürst unter den Mathematikern“ bezeichnete. Jahre zuvor war ihm auf Anregung HUMBOLDTS die höchste Auszeichnung des preußischen Staates, der *Pour le mérite*, verliehen worden. Diese hohen Ehrungen bestätigen den Umstand, daß GAUß bereits zu Lebzeiten unbestritten auf der ganzen Welt als höchste Autorität im Bereich der Mathematik und ihrer Anwendungen galt. Schon seine schätzungsweise 7000 Briefe - geschrieben in einem halben Dutzend verschiedener Sprachen - lassen etwas von seinem internationalen Rang ahnen!

Tatsächlich waren seine mathematischen Neuentdeckungen mitunter so kühn, daß er diese der Öffentlichkeit gar nicht mitzuteilen wagte, weil er das „Geschrei der Böötier“ fürchtete (wie es 1829 in einem Brief an F. W. BESSEL heißt); so mußte er es beispielsweise erleben, daß ihm N. I. LOBATSCHESKIJ und W. BÓLYAI mit der Veröffentlichung der *Nichteuklidischen Geometrie* zuvorkamen, obwohl er diese bereits 20 Jahre vorher durchdacht und die entsprechenden Aufzeichnungen im Schubfach verwahrt hatte. GAUß' außerordentliche mathematische Begabung zeigte sich schon frühzeitig. Da er aus ärmlichen Verhältnissen stammte, gewährte ihm der Herzog von Braunschweig ab 1791 Stipendien für den Besuch des Gymnasiums und für das Göttinger Studium (1795-1798) sowie für die anschließende Zeit, bis GAUß im Jahre 1807 Mathematikprofessor und Direktor der Sternwarte in Göttingen wurde.

Es war durchaus nicht von Anfang an sicher, ob sich GAUß überhaupt ständig der Mathematik widmen sollte (seine wissenschaftliche Tätigkeit in diesem Fach hatte er bereits 1791 begonnen!). Denn er beherrschte mehrere Fremdsprachen und schwankte in der Wahl zwischen Mathematik und Philologie! Die Entscheidung fiel, als ihm der Nachweis gelungen war, daß das reguläre 17-Eck allein mit Zirkel und Lineal konstruierbar ist. Dieses geometrische Problem hatten seit dem Altertum Mathematiker zu lösen versucht und es schließlich für unlösbar erklärt. GAUß fand die Lösung 1796 quasi als Nebenergebnis bei zahlentheoretischen Untersuchungen.

Bereits 1799 promovierte GAUß, und zwar in einem für die damalige Zeit wohl denkwürdigem Verfahren: Die Universität Helmstedt verlieh dem Studenten der Göttinger Universität in Abwesenheit und ohne mündliche Prüfung den Doktorgrad für den ersten exakten Beweis des Fundamentalsatzes der Algebra. Schon 2 Jahre später veröffentlichte er seine umfangreichen *Disquisitiones arithmeticae*, mit deren Erscheinen er unter den Mathematikern weltweit berühmt wurde und die als Beginn der neueren Zahlentheorie gelten.

Neben weiteren zahlreichen, bis heute gültigen Neuschöpfungen auf verschiedenen Gebieten der reinen Mathematik (Fehlertheorie, Theorie der elliptischen Funktionen, Flächentheorie, Primzahltheorie, Darstellung der komplexen Zahlen, Potentialtheorie) vollbrachte GAUß auch bedeutende praxisorientierte Leistungen in anderen wissenschaftlichen Bereichen. So übernahm er 1818 einen Auftrag zur Vermessung des Königreichs Hannover - eine Arbeit die 25 Jahre andauerte und bei der insgesamt 2600 trigonometrische Punkte von der Nordsee bis zum Inselsberg eingemessen wurden. Für diese Arbeiten (an denen er 5 Jahre persönlich teilnahm) erfand er eigens *Heliotrop*, ein Meßgerät, bei dem das Sonnenlicht für Vermessungssignale über große Entfernungen ausgenutzt wird. Mit der Vermessung des (damals größten vermessenen) Dreiecks zwischen dem Brocken (1142 m), dem Inselsberg (915 m) und dem Hohen Hagen

(508 m) wollte GAUß auch nachprüfen, bis zu welchem Genauigkeitsgrad die Euklidische Geometrie in der realen Welt gilt.

In der Mechanik stellte er das *Prinzip des kleinsten Zwangs* auf, in der Optik verbesserte er die bis dahin übliche Methode der Strahlengangsberechnung für ein Linsensystem. In der Astronomie befaßte er sich unter anderem mit Fragen der Zeitrechnung und des Kalenders. So hat er eine praktikable Regel zur Berechnung des Osterdatums im gregorianischen Kalender hergeleitet.

Im Jahre 1828 weilte GAUß als persönlicher Gast ALEXANDER VON HUMBOLDTS auf der *Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte* in Berlin. Hier lernte er den Physiker WILHELM WEBER (1804-1891) kennen, mit dem er ab 1831 in Göttingen den Erdmagnetismus erforschte und die Zusammenhänge zwischen Magnetismus und Elektrizität untersuchte. Aus dieser gemeinsamen Tätigkeit resultierte 1832 die Erfindung des *Magnetometers* und 1833 die des ersten *elektromagnetischen Telegraphen*, durch den WEBERS physikalische Institut mit der Sternwarte verbunden wurde. GAUß selbst äußerte danach, daß nun nichts anderes als technische und finanzielle Fragen zu lösen seien, um zu einem Nachrichtensystem über die ganze Erde zu gelangen.

Die Zusammenarbeit von GAUß und WEBER brachte übrigens auch die wichtige Einführung des absoluten Maßsystems, also die Rückführung aller Maßeinheiten auf die drei Grundgrößen Länge, Zeit und Masse.

Des weiteren waren GAUß und WEBER engagiert in der von A. V. HUMBOLDT gegründeten ersten wissenschaftlichen Gesellschaft, dem sogenannten Magnetischen Verein, tätig, für den erstmals nach standardisierten Verfahren und zu festgelegten Zeiten weltweit das Erdmagnetfeld gemessen wurde. Diese Aktivität des Magnetischen Vereins darf wohl als Vorläufer aller späteren internationalen Kooperationsunternehmen bis hin zum Geophysikalischen Jahr 1957/58 angesehen werden.

Bei der unglaublich großen Vielseitigkeit von GAUß nimmt es kaum noch wunder, daß ihm auch die Rechentechnik eine Reihe von Algorithmen verdankt, die vielfach zur Grundausstattung moderner Software gehören. Erwähnt seien in diesem Zusammenhang die *GAUßsche Quadraturverfahren* zur numerischen Berechnung ein- oder mehrdimensionaler Integrale, bei denen jeweils nur die Anzahl, nicht aber die Lage der Nullstellen vorgeschrieben wird. Häufig verwendet wird auch der *GAUßsche Algorithmus*, ein praktikables Eliminationsverfahren zur Auflösung linearer Gleichungssysteme, gleichermaßen geeignet zur Determinantenberechnung und zur Matrizeninversion. Für die Lösung ebensolcher Probleme dient das *GAUß-Seidelsche Iterationsverfahren*, das 1874 von PH. L. SEIDEL angegeben wurde, aber schon von GAUß in verschiedenen Abwandlungen benutzt worden ist, wie sich nachträglich dank R. DEDEKINDS Ermittlungen (1901) herausgestellt hat. Große Bedeutung für die praktische Anwendung hat die auf GAUß zurückgehende *Ausgleichsrechnung* erlangt. Sie verfolgt das Ziel, aus fehlerhaften Meßwerten Näherungswerte für die zu messenden Größen zu gewinnen und deren Genauigkeit anzugeben. Benutzt wird dazu seine *Methode der kleinsten (Fehler-)Quadrate*, die GAUß zuerst in der Astronomie und Vermessungskunde eingeführt hat. Ihre erste weltweite beachtete Anwendung fand diese Methode 1801 durch GAUß selbst bei seiner Bahnberechnung des Planetoiden CERES aus nur ganz wenigen Positionsmessungen. Auf Grund seiner „zur Bewunderung genauen“ Berechnungen gelang den Astronomen die aufsehenerregende Wiederentdeckung dieses aus der Sicht verschwundenen Planeten. Noch heute werden bei den computergestützten Berechnungen von Umlaufbahnen die GAUßschen Methoden zugrunde gelegt!

Kein Geringerer als FELIX KLEIN, der 1886-1923 ebenfalls an der Göttinger Universität als Mathematiker wirkte, hat zu Beginn einer seiner Vorlesungen GAUß mit den Worten gewürdigt: „Wenn wir uns fragen, worin eigentlich das Ungewöhnliche, Einzigartige dieser Geisteskraft liegt, so muß die Antwort lauten: Es ist die Verbindung der größten

Einzelleistungen in jedem ergriffenen Gebiet mit größter Vielseitigkeit; es ist das vollkommene Gleichgewicht zwischen mathematischer Erfindungskraft, Strenge der Durchführung und praktischem Sinn für die Anwendung bis zur sorgfältig ausgeführten Beobachtung und Messung einschließlich; und endlich, es ist die Darbietung des großen selbstgeschaffenen Reichtums in der vollendetsten Form“.

(aus Mikroprozessortechnik, Berlin 3 (1989) 3, S. 78, Autor: Dr. Klaus Biener)

Charles Babbage

* 1792 Teignmouth, † 1871 London.



CHARLES BABBAGE war Mathematikprofessor in Cambridge und Mitglied der Royal Society. Er verfaßte ungewöhnlich genaue Logarithmentafeln für den praktischen Gebrauch. Da er in den damals benutzten Tabellenwerken wiederholt zahlreiche Fehler feststellte, kam er auf die Idee, eine Rechenmaschine zur Herstellung neuer und zur Prüfung schon vorhandener mathematischen Tafeln zu entwerfen. Das grundlegende Prinzip, das in dieser Maschine zur Anwendung kommen sollte, war die Differenzenmethode: Zur Berechnung von Funktionen an bestimmten Zwischenstellen sollten geometrische Progressionen mit konstanter n -ter Differenz (bis zu $n = 5$) schrittweise

aufgerechnet und die Ergebnisse ausgedruckt werden. BABBAGE nannte seine Maschine *Difference Engine*.

Im Jahre 1822 wurde ein erster Prototyp fertiggestellt: Er hatte drei Achsen mit jeweils fünf Ziffernrädern und konnte Zahlenfolgen mit konstanter 2. Differenz (bis 99 999) berechnen. Diese Konstruktion erregte offenbar große Bewunderung, was den Erfinder veranlaßte, sogleich eine wesentlich größere Maschine zu konzipieren. Vor allem wollte BABBAGE die Rechengeschwindigkeit steigern: Die neue Maschine sollte 44 Rechenschritte pro Minute ausführen. Dazu entwickelte der Mechaniker, die in allen Ziffernstellen eine gleiche Ausführung der Addition und des Zehnerübertrags bewerkstelligten. Da er den finanziellen Aufwand nicht allein tragen konnte, ersuchte er die Regierung um Unterstützung, die ihm - wohl auf ein Gutachten der Royal Society hin - auch gewährt wurde: Man richtete ihm eine eigene Werkstatt ein und engagierte einige Mitarbeiter.

Die Arbeit an der Difference Engine Nr. 2 nahm viel Zeit in Anspruch, mußte doch BABBAGE erst die Vorrichtungen und Werkzeugmaschinen entwerfen, welche die präzisen Verzahnungen der Ziffernräder gewährleisteten. Ab 1829 häuften sich jedoch die finanziellen Schwierigkeiten, die Arbeiten gerieten immer mehr ins Stocken und mußten 1842 ganz eingestellt werden, weil die Regierung wegen unbefriedigender Ergebnisse die Weiterfinanzierung einstellte. Die unvollendete Difference Engine Nr. 2 kam mit allen Konstruktionsplänen nach London in das Museum des King's College.

Durch seinen Mißerfolg offenbar keineswegs entmutigt, wandte sich BABBAGE ab 1833 einem weit umfangreicheren Projekt zu, der *Analytical Engine*. Diese sollte ein programmgesteuerter Universalrechner mit folgenden Baugruppen werden:

- Rechenwerk für dezimale Zahlendarstellung mit Schaltgetrieben zur Realisierung einer Rechenablauf-Steuerung
- Speicher für eintausend 50stellige Zahlen
- Eingabewerk für Zahlen, Variablen und Rechenvorschriften, wobei die von JOSEPH MARIE JACQUARD 1804-08 erfundenen Lochkarten verwendet werden sollten
- Druckwerk

Mit dieser Konzeption war BABBAGE seiner Zeit weit voraus - eigentlich zu weit voraus: Die ungenügenden Fertigungstechniken verhinderten, daß seine Pläne damals verwirklicht werden konnten. Sein Sohn H. P. BABBAGE vollendete später einen Teil der arithmetischen Einheit und berechnete zur Demonstration der Brauchbarkeit eine Tafel der Zahl π . Erst 100 Jahre später gelang es dann KONRAD ZUSE, übrigens ohne Kenntnis der BABBAGESchen Pläne, den ersten programmgesteuerten Rechenautomaten aufzubauen.

(aus Mikroprozessortechnik, Berlin 3 (1989) 5, S. 155, Autor: Dr. Klaus Biener)

Philipp Matthäus Hahn

* 1739 Scharnhausen/Württ., † 1790 Echterdingen/Württ.

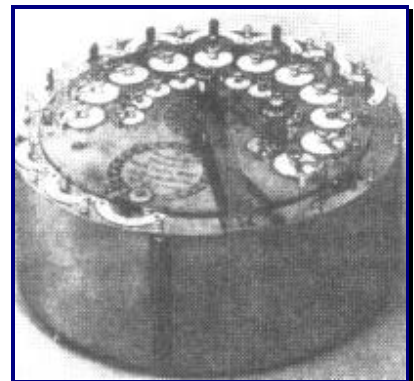


Der Schatten eines Nagels hatte P. M. HAHN dazu angeregt, sich in seiner Jugendzeit mit Sonnenuhren und intensiv mit Astronomie zu befassen. Diese praktische Neigung wurde ihm während seines ganzen späteren Lebens zum zweiten Beruf, so daß er sich schließlich als ausgezeichneter Erfinder und Mechaniker einem Namen machte.

Doch bestimmte ihm das Elternhaus den Beruf eines Theologen. Von seinem Vater, der selbst Pfarrer war, wurde er schon frühzeitig auf diese Laufbahn vorbereitet: Bereits mit vier Jahren erhielt er von ihm Unterricht in den Alt Sprachen Latein, Griechisch und Hebräisch. Während seines entbehrungsreichen

Theologie- und Philosophiestudiums 1757-1760 an der Universität Tübingen kamen ihm seine mechanischen Kenntnisse insofern zustatten, als das er sich mit der Anfertigung von Sonnenuhren seinen Studienunterhalt mit bestreiten konnte. Nach der Übernahme (1764) eines Pfarramtes in einem württembergischen Dorf unterhielt er von nun an in seinem Pfarrhaus ständig eine feinmechanische Werkstatt, in der mehrere Gehilfen und dann auch die eigenen Söhne beschäftigt waren. In dieser Werkstatt baute man von HAHN erfundene oder verbesserte Präzisionsuhren in Taschen- und Großformat, Standuhren mit astronomischen Beiwerk, Sonnenuhren, Planetarien bzw. astronomische Uhren, die das Geschehen im erd- und sonnennahen Raum wiedergaben.

Die schwierigen Berechnungen für all diese Präzisionsgeräte mögen wohl HAHN schließlich veranlaßt haben, sich dem Bau einer Rechenmaschine für alle vier Grundrechenarten zuzuwenden; das 1. Exemplar war 1774 fertiggestellt (siehe Bild). In dieser Maschine hat HAHN das von LEIBNIZ erfundene Prinzip der Staffelwalze verarbeitet und ein festes Staffelwalzen-Stellwerk eingebaut. Die Betätigung der zentralen Antriebskurbel bewirkte die serielle Addition der (offenbar 11stelligen) Zahlen des Stellwerkes zum innen gelegenen Summenwerk. Neuartig und konstruktiv günstig durchdacht ist die dazu gewählte Trommelform. Hierin folgte HAHN einem Vorschlag des Mathematikers und Mechanikers JAKOB LEUPOLD (1674-1727), der das Wissen seiner Zeit auf den gebieten der praktischen Mechanik und Rechentechnik in einem 12bändigen Werk („Theatrum Machinarum“) zusammengefaßt hat.



Bis zur Gegenwart wird P. M. Hahn - besonders in seiner Heimat - ein hohes ehrendes Andenken bewahrt, wird doch seine mechanische Werkstatt als die Keimzelle der späteren Württembergischen feinmechanischen Industrie angesehen! Er gilt dort als der Begründer der Waagenindustrie und der Feinwerktechnik. Seine Maschine wurde die erste industriereife Rechenmaschine, von der noch heute einige Exemplare funktionstüchtig sind.

(aus Mikroprozessortechnik, Berlin 3 (1989) 6, S. 182, Autor: Dr. Klaus Biener)

Pafnuti Lwowitsch Tschebyschew

* 1821 Okatowo, † 1894 St. Petersburg.



Der russische Mathematiker P. L. TSCHEBYSCHEW ist der Gründer der Petersburger Mathematikschule, aus der zum Beispiel A. A. MARKOW und A. M. LJAPUNOW als seine Schüler hervorgegangen sind. Er arbeitete auf verschiedenen Gebieten der Analysis, der Wahrscheinlichkeitstheorie, der Zahlentheorie und der Mechanik.

TSCHEBYSCHEW stammt aus einer adligen Familie und erhielt seinen Schulunterricht im Elternhaus. 1832 verzog die Familie nach Moskau, um den Söhnen den Besuch der Universität zu erleichtern. Schon 1837 - also mit 16 Jahren - ließ sich TSCHEBYSCHEW an der physikalisch-mathematischen Fakultät der Moskauer Universität immatrikulieren und beendete sein Studium 1841. Fünf Jahre später erlangte er hier die Magisterwürde und siedelte 1847 nach St. Petersburg über, wo er an der Universität Vorlesungen zur Algebra und zur

Zahlentheorie hielt. Im Jahre 1849 verteidigte er seine Dissertation und wurde 1850 Professor an der Petersburger Universität. Dieses Amt bekleidete er bis 1882, danach widmete er sich an der Petersburger Akademie (deren ordentliches Mitglied er 1859 geworden war) ausschließlich seiner wissenschaftlichen Tätigkeit. Nebenher war er Mitarbeiter in verschiedenen Kommissionen bei mehreren russischen Ministerien.

In der mathematischen Wissenschaft, besonders in der Angewandten Mathematik, hat sich TSCHEBYSCHEW bleibende Verdienste erworben. Bekannt sind die nach ihm benannten Polynome

$$\int_{-1}^1 f(x) dx \approx \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n f(x_i),$$

die für Polynome (n-1)-ten Grades exakt ist (wenn n die Anzahl der Interpolationsknoten bedeutet).

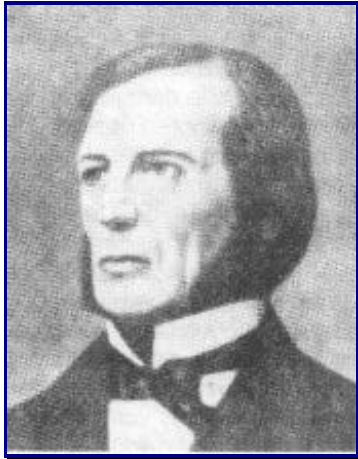
Weniger bekannt geworden ist die Tatsache, daß TSCHEBYSCHEW auch eine Rechenmaschine konstruiert hat, von ihm Arithmometer (Zahlenmesser) genannt. Sie ist für additive und subtraktive Verarbeitung 10stelliger Zahlen ausgelegt; in ihr ist das Prinzip des gleitenden Zehnerübertrags verwirklicht. TSCHEBYSCHEW hat das erste Exemplar dieser Maschine dem Pariser Museum für Kunst und Handwerk übergeben und an der dortigen Akademie darüber auch vorgetragen. Ein zweites, verbessertes Exemplar blieb in Petersburg. In der Mechanik hat TSCHEBYSCHEW eine Theorie der Gelenkmechanismen entwickelt. Und so entsprang sein Arithmometer wohl hauptsächlich seinem konstruktiven Interesse, den gleitenden Zehnerübertrag zu erproben. Denn seine Maschine selbst ist sehr unhandlich und nur mit großem Kraftaufwand zu bedienen, auch fehlt ihr eine Vorrichtung zur Ziffern-Rückstellung oder eine Bedienungskurbel. Es gibt keinerlei Hinweise darauf, daß diese Maschine überhaupt (und sei es von TSCHEBYSCHEW selbst!) jemals benutzt worden ist.

TSCHEBYSCHEW, familiär ungebunden, hat zahlreiche Reisen ins Ausland unternommen, sei es, um große Industrieanlagen zu besichtigen oder mit bedeutenden Fachkollegen (CH. HERMITE, J. BERTRAND, L. KRONECKER) zusammenzutreffen. Er war gewähltes Mitglied der Akademien in Berlin, Bologna, Paris und London.

(aus Mikroprozessortechnik, Berlin 3 (1989) 7, S. 210, Autor: Dr. Klaus Biener)

George Boole

* 1815 Lincoln (England), † 1864 Ballintemple (Irland).



G. BOOLE hat eine Algebra erfunden, die mit den Elementen operiert, welche nur die beiden Werte 0 und 1 annehmen. Als Verknüpfungen sind dabei die binären Operationen Konjunktion und Diskonjunktion sowie die Komplementenbildung (Negation) erklärt. Diese Algebra ist letztlich aus dem Bestreben BOOLES entstanden, logische Aussagen so darzustellen, daß diese nicht durch die oftmals zweideutige Umgangssprache verfälscht werden können. Er wurde damit zum Mitbegründer der mathematischen Logik. Auch LEIBNIZ hatte übrigens diesen Gedanken schon gefaßt und als Zwanzigjähriger mit seiner darauf bezogenen Schrift *Dissertio de arte combinatoria* 1666 die Lehrbefugnis an der Leipziger Universität erhalten.

Aus der *BOOLESchen Algebra* ist als Anwendung die Schaltungsgebra hervorgegangen, ohne die die heutige Computertechnik kaum denkbar wäre, denn sie bietet grundsätzlich die Möglichkeiten für die Anwendung der Logik in der Elektrotechnik. BOOLE war Autodidakt und ist Zeit seines Lebens als Außenseiter angesehen worden. Noch fünfzig Jahre nach seinem Tode hielten viele seine Theorie für philosophische Spielerei und lehnten es ab, sie als Mathematik anzuerkennen.

Nach Besuch einer Handelsschule wurde er noch im Jünglingsalter Hilfslehrer. Nebenher studierte er mathematische Schriften von NEWTON sowie die Mechanik von LAGRANGE. Er fand bald heraus, daß die Variablen x , y , ... in algebraischen Relationen wie

$$x + y = y + x$$

nicht unbedingt Zahlen repräsentieren müssen, sondern auch durch andere Begriffe (oder Aussagen) belegt werden können. So erarbeitete er Gesetzmäßigkeiten des logischen Schließens, und 1848 erschien seine erste diesbezügliche Publikation: *The Mathematical Analysis of Logic*. Ein Jahr darauf wurde BOOLE, der nie ein Studium an einer Hochschule absolviert hatte, zum Professor für Mathematik an das neu gegründete Queens College in Cork (Irland) berufen. Bereits 1854 ist sein Hauptwerk *An Investigation of the Laws of Thought* veröffentlicht worden. Darin wird die anfangs erwähnte BOOLESche Algebra ausführlich behandelt. Sie liefert übrigens mittelbar (über die *BOOLESchen Funktionen*) auch die Regeln zur Aufstellung von Strukturmuster in kybernetischen Systemen.

Zusammen mit der kongenialen LEIBNIZschen Entdeckung des dualen Zahlensystems waren nunmehr - zumindest theoretisch - wesentliche Voraussetzungen geschaffen, um die mathematischen Grundoperationen im Computer realisieren zu können. Die erste vollständige Verwirklichung erfolgte allerdings erst 1941 durch KONRAD ZUSE.

(aus Mikroprozessortechnik, Berlin 3 (1989) 9, S. 275, Autor: Dr. Klaus Biener)

Ludwig Eduard Boltzmann

* 1844 Wien, † 1906 Duino bei Triest.



Der österreichische Physiker und Mathematiker L. E. BOLTZMANN hat unter anderem bei JOSEPH LOSCHMIDT (1821-95) und JOSEF STEFAN (1835-93) studiert, 1866 an der Universität Wien promoviert und danach dort eine Assistentenstelle bekleidet. Im Jahre 1866 wurde er Physikprofessor an der Universität Graz und 1873 Mathematikprofessor in Wien, kehrte aber 1876 wieder nach Graz zurück. Weitere Stationen waren die Universitäten in München (1889), Wien (1894), Leipzig (1900) und wieder Wien (1902), wo er jeweils als Professor für theoretische Physik wirkte und auch Naturphilosophie lehrte.

BOLTZMANNs Lebensarbeit galt (gemäß einer Einschätzung des Physikers ARNOLD SOMMERFELD) der Einordnung der Thermodynamik in das Weltbild der klassischen Mechanik. Er schuf die Grundlagen zu einer umfassenden Statistik des physikalischen Geschehens, wobei er den sonst üblichen

Wahrscheinlichkeitsbegriff schärfer faßte. Das von ihm aufgestellte BOLTZMANNsche H-Theorem zeigt auf, daß das Weltgeschehen von unwahrscheinlichen Anfangszuständen zu wahrscheinlichen Endzuständen fortschreitet, wodurch der einseitig gerichtete Verlauf thermodynamischer Prozesse seine Erklärung findet.

Durch seine 1873 erfolgte Bestimmung der Dielektrizitätskonstanten von Gasen lieferte er eine erste experimentelle Bestätigung für eine der Voraussagen der MAXWELLSchen Lichttheorie. Ihm gelang es, unter Heranziehung statistischer Rechenverfahren einen grundlegenden Zusammenhang zwischen der thermodynamischen Entropie S und der Wahrscheinlichkeit W der jeweiligen molekularen Bewegungszustände in einem gasförmigen Stoffsystem zu finden $S = k \cdot \ln W$ (dabei ist die Naturkonstante k die sogenannte BOLTZMANN-Konstante). Diese Formel ist übrigens auch auf seinem Ehrengrab auf dem Zentralfriedhof in Wien festgeschrieben. BOLTZMANN war Mitglied der Akademien Amsterdam, Berlin, Göttingen, London, New York, Paris, Petersburg, Rom, St. Louis, Stockholm, Turin, Upsala, Washington und Ehrendoktor der Universität Oxford.

Daß L. E. BOLTZMANN im Zusammenhang mit der modernen Computertechnik zu nennen ist, hat sich in neuester Zeit ergeben, und zwar seit es den BOLTZMANN-Rechner gibt, der 1983 von HINTON und RAJNOWSKI erfunden wurde und indessen zu einem feststehenden Begriffe geworden ist. Die statistischen Methoden von BOLTZMANN haben nämlich dazu Anlaß gegeben, ein neues Rechnerprinzip zu entwickeln, das von der bekannten Struktur des VON-NEUMANN-Rechners völlig verschieden ist. Der BOLTZMANN-Rechner (ein Vertreter der Knotenrechner oder Neutronrechner) ist ein „lernfähiges“, parallel verbundenes, stochastisches Netzwerk mit folgenden Merkmalen:

- Das Netzwerk besteht aus adaptiven Elementen (Knoten) in hierarchischer Organisation und enthält 3 Funktionsebenen: Eingangsebene, Ausgangsebene und dazwischen eine interne Ebene. Zwischen den Knoten in diesen Ebenen existieren bidirektionale Verkopplungen, deren Bewertung von stochastischen Einflüssen abhängt.
- Das System läuft abwechselnd in einer Lernphase (mit festen Input-Output-Relationen), einer Testphase (mit festem Input und freiem Output) und einer Korrekturphase, in der die Kopplungsmatrix erforderlichenfalls korrigiert wird.
- Das System wird solange „belehrt“ (ein Durchlauf der drei Phasen ist ein Belehrungszyklus), bis es bei gegebenen Input den gewünschten Output erzielt.

Ein solcher Belehrungsprozeß fußt auf Analogiebetrachtungen zur statistischen Thermodynamik, indem ein bestimmtes Minimalkriterium herangezogen wird, und zwar ist die Zielgröße der Belehrung beim BOLTZMANN-Rechner das „Energienminimum“.

Aus alldem geht bereits hervor, daß der BOLTZMANN-Rechner kein Universalrechner sein kann, sondern einen Spezialrechner für bestimmte Aufgabenklassen - zum Beispiel Mustererkennung - darstellt.

(aus Mikroprozessortechnik, Berlin 3 (1989) 10, S. 313, Autor: Dr. Klaus Biener)

Claude Elwood Shannon

* 1916 Gaylord (Michigan)



Eine wichtige Quelle der heutigen Informatik ist die Informationstheorie, als deren wesentlicher Mitbegründer der amerikanische Mathematiker C. E. SHANNON gilt. Ausgehend von Untersuchungen im 2. Weltkrieg über kryptographische Sicherheit erschloß er einen neuartigen Zugang zur Theorie der Nachrichtenübertragung, indem er statistische Gesetzmäßigkeiten bei der Analyse einer Nachrichtenquelle berücksichtigte. Aufbauend auf der Grundannahme, daß eine völlig zufällige Folge von Zeichen keine Information übertragen könne, definierte er die Entropie H einer Nachrichtenquelle, deren Zeichen mit der Wahrscheinlichkeit P_i auftreten:

$$H = \sum_i P_i \log_2 \frac{1}{P_i}$$

H wird in bit gemessen, wobei 1 bit die Entscheidung zwischen zwei Bits (wie zum Beispiel L oder 0) ist. H kann auch als mittlerer Entscheidungsgehalt pro Zeichen angesehen werden und gibt gleichzeitig die untere Grenze für die Anzahl der aufzuwendenden Entscheidungen bei bestmöglicher Codierung an. Die Rechtfertigung für die Verwendung der Entropie in einer Theorie, die die Übertragung codierter Nachrichten untersucht, liefert Shannon mit seinem Shannonschen Codierungstheorem. Dieses besagt im wesentlichen, daß jede Nachrichtenquelle so codiert werden kann, daß die Code-Redundanz beliebig klein wird.

SHANNON hat an der Universität von Michigan Mathematik studiert und dort 1936 sein Diplom abgelegt. Anschließend setzte er seine Studien am MIT (Massachusetts Institute of Technology) fort und arbeitete hier die Schaltalgebra aus, indem er die BOOLEsche Algebra auf die Untersuchung von Schaltkreisen anwendete. Mit dieser Arbeit wurde er 1940 am MIT zum Doktor der Mathematik promoviert. Danach trat er in das Forschungslabor der Bell Telephone Laboratories ein; hier blieb er 16 Jahre und entwickelte in dieser Zeit die mathematische Informationstheorie (1948), wofür er 1956 einen Forschungspreis (Research Corporation Award) empfang. Im gleichen Jahr erhielt er am MIT eine Gastprofessur für elektrische Nachrichtentechnik, und 1957 übernahm er an diesem Institut den ersten Lehrstuhl für Kommunikationsforschung und Mathematik. SHANNON hat sich auch mit kybernetischen Problemen befaßt; so konstruierte er das bekannte *SHANNON-Labyrinth*, aus dem eine kybernetische „Maus“ nach Absolvierung eines Lernprozesses schließlich fehlerfrei von selbst den Ausgang findet.

Kein geringerer als NORBERT WIENER hat in seiner Autobiographie „I Am a Mathematician“ seinem Kollegen C. E. SHANNON eine bleibende Referenz gewidmet. Er beschreibt ihn darin als einen der stärksten Promotoren für die Entwicklung der elektronischen Rechenautomaten und als einen Wegbereiter für die Anwendung der formalen Logik in der Schaltkreistheorie.

(aus Mikroprozessortechnik, Berlin 5 (1991) 3, S. 13, Autor: Dr. Klaus Biener)

Alexander Michailowitsch Ljapunow

* 1857 Jaroslaw, † 1918 Odessa.



Jedem Computer steht für die Darstellung von Zahlen immer nur eine beschränkte Mantissenlänge m zur Verfügung. Bei der Verarbeitung der Zahlen entstehen daraus gewisse Schwierigkeiten. Enthält ein zu berechnendes Problem Zahlen mit einer Mantissenlänge, die größer als m ist, so muß der Computer diese Zahlen abrunden, das heißt, er ist gezwungen, Fehler zu machen („Abschneidefehler“). Zahlen mit zu großer Mantissenlänge können auch während des Rechenprozesses - praktisch bei jeder Rechenoperation - entstehen; so ergibt zum Beispiel die Multiplikation zweier m -stelliger Zahlen immer eine mindestens $(2m-1)$ -stellige Zahl. Im Verlauf einer längeren Rechnung können sich die so entstandenen Abschneidefehler durch Fortpflanzung immer mehr vergrößern, so daß die errechnete Problemlösung schließlich stark verfälscht oder gar unbrauchbar wird. Das Ausmaß der Fehlerfortpflanzung kann sowohl vom gestellten Problem als auch vom benutzten Rechenverfahren abhängen.

Eine komplizierte mathematische Theorie - die *Stabilitätstheorie* - untersucht solche Fehlerfortpflanzungen, allerdings nicht nur in Rechenprozessen, sondern zum Beispiel auch bei der Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen; sie gibt Bedingungen an, unter denen eine Derartige „Fehleraufschaukelung“ in vertretbaren Grenzen bleibt.

LJAPUNOW gilt als ein wesentlicher Wegbereiter der Stabilitätstheorie. Begonnen hatte er seine Forschungen mit der Untersuchung der Gleichgewichtsstabilität für mechanische Systeme mit endlich vielen Freiheitsgraden. Diesem Problemkreis ist auch seine Dissertation „Das allgemeine Stabilitätsproblem der Bewegung“ (1892) gewidmet, die zugleich grundlegende Sätze zur Theorie der gewöhnlichen Differentialgleichungen enthält. Die LJAPUNOWsche (asymptotische) Stabilität einer Lösung in der Theorie der gewöhnlichen Differentialgleichungen ist zu einem fundamentalen Begriff geworden, der zudem Ausgangspunkt für die Untersuchung weiterer Stabilitätsbegriffe in der modernen numerischen Mathematik geworden ist.

Studiert hat LJAPUNOW 1876-1880 an der Petersburger Universität. Zuerst belegte er verschiedene naturwissenschaftliche Fächer; unter dem Eindruck einiger Vorlesungen von P. L. TSCHEBYSCHEW wechselte er dann jedoch zur Mathematik über und wurde einer von TSCHEBYSCHEWs besten Schülern. Dieser regte ihn dazu an, sich zunächst mit Wahrscheinlichkeitsrechnung zu befassen. LJAPUNOW fand hier allgemeingültige hinreichende Bedingungen für die Konvergenz von Summen unabhängiger Zufallsgrößen (*LJAPUNOWscher Satz*). Danach befaßte er sich mit Stabilitätstheorie; die beiden von ihm angegebenen *LJAPUNOWschen Methoden* erlauben es, das Stabilitätsverhalten von Differentialgleichungslösungen zu berechnen.

Im Jahre 1885 wurde LJAPUNOW Dozent für Angewandte Mathematik und 1892 Professor an der Universität Charkow. 1902 siedelte er wieder nach St. Petersburg über und widmete sich an der dortigen Akademie ausschließlich seiner wissenschaftlichen Tätigkeit. So untersuchte er (ab 1905) Gleichgewichtsfiguren homogener Flüssigkeiten, die um eine unveränderliche Achse rotieren. Wesentlich sind auch seine Beiträge, die er zur Potentialtheorie geleistet hat. Seine Abhandlung „Über einige Fragen zum DIRICHLETSchen Problem“ untersucht die Eigenschaften von Ladungen, die inhomogen auf einer Oberfläche verteilt sind.

LJAPUNOW war Ehrenmitglied verschiedener mathematischer Gesellschaften und korrespondierendes Mitglied der Pariser Akademie.

(aus Mikroprozessortechnik, Berlin 5 (1991) 7, S. 36, Autor: Dr. Klaus Biener)

Konrad Zuse

* 1910 Berlin



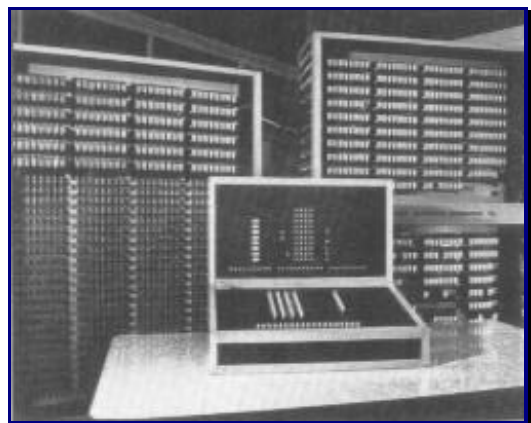
Mit begeisterten Ovationen wurde der 80jährige Computer-Pionier Prof. Dr. mult. KONRAD ZUSE begrüßt, als er im Oktober 1990 in überfüllten Hörsaal der Berliner Humboldt-Universität einen Gastvortrag über die Entwicklung des Computers hielt. Er war dafür prädestiniert, einen solchen Vortrag über dieses Thema zu halten, denn er selbst hatte 1941 die erste funktionstüchtige programmgesteuerte Rechenanlage der Welt fertiggestellt und Vertretern aus Wissenschaft und Technik vorgeführt. Nun konnte man von ihm authentisch erfahren, wie das damals eigentlich war ...

Seine Kindheit und Gymnasialzeit verbrachte K. ZUSE in Braunschweig im damaligen Ostpreußen, wo sein Vater Postbeamter war. In den Jahren 1928 bis 1935 studierte er an der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg Maschinenbau und Bauingenieurwesen und arbeitete bei den Henschel-Flugzeugwerken in Berlin Schönefeld. Die dort erforderlichen, sich prinzipiell wiederholenden Routinerechnungen ließen die Überzeugung reifen, dafür Automaten einsetzen zu können.

K. ZUSE befaßte sich zunächst mit dem von W. V. LEIBNIZ erfundenen dualen Zahlssystem und entwarf dafür eine rechentechnische Umsetzung. Schließlich begann er 1936 in der elterlichen Wohnung in Berlin zu bauen, und bereits 1938 gelang ihm die Herstellung des ersten aus mechanischen Schaltgliedern aufgebauten Rechenautomaten Z1. In ihm waren bis auf die interne Programmspeicherung alle Grundprinzipien realisiert, nach denen auch heute Digitalrechner konstruiert sind. Der Z1 arbeitet verhältnismäßig langsam; ZUSE bezeichnet ihn heute als sein erstes Versuchsmodell, das er damals mit den Weiterentwicklungen Z2 und Z3 noch erheblich verbesserte. Insbesondere dadurch, daß er zur elektromagnetischen Relais-technik überging. Im Mai 1941 war mit dem Z3 schließlich der erste voll funktionstüchtige programmgesteuerte Rechenautomat in der Computergeschichte fertiggestellt. Er zeichnete sich durch folgende epochale Neuerungen aus, die K. ZUSE in den Rechenanlagenbau einbrachte und ohne die die heutige Hochleistungscomputer undenkbar wären:

1. die Verwendung des Dualsystems anstelle des traditionellen dekadischen Zahlensystems
2. die Verwendung der halblogarithmischen Zahlendarstellung (Gleitpunkt-Darstellung)
3. die Einführung des Prinzips der Programmierung mit kodierten Adressen.

Der Z3 hatte eine Wortlänge von 22 Bit und eine Speicherkapazität von 64 Worten; er konnte 20 bis 30 Operationen in der Minute ausführen (eine Division dauerte etwa 3 Sekunden). Das Rechenprogramm wurde mit einem 8-Kanal-Lochband eingegeben. Die gesamte Maschine enthielt 2000 Relais, davon 600 im Rechenwerk und 1400 im Speicherwerk. Für den Aufbau der Rechenwerkes hatte K. ZUSE - übrigens mehrere Jahre vor SHESTAKOV und SHANNON - eine besondere Logik für Relaischaltungen entwickelt, eine „Bedienungskombinatorik“, wie er sie nannte, die sich etwa 1937 als neue Anwendung der mathematischen Aussagenlogik erwies.



Im Krieg sind 1944 leider alle drei Maschinen durch Bombardierung zerstört worden. Glücklicherweise gelang aber KONRAD ZUSE in späteren Jahren ein originalgetreuer Nachbau sowohl des Z1 als auch des Z3. Der Z3 wird seit 1960 im Deutschen Museum in München aufbewahrt. Der Z1 kann seit 1989 im Berliner Museum für Verkehr und Technik besichtigt werden; er

zeugt von der hervorragenden Gedächtnisleistung des 75jährigen Erbauers, denn auch die Konstruktionsunterlagen waren im Krieg weitgehend zerstört worden.

Natürlich erwog man seinerzeit auch den Einsatz von Röhren. Schon 1937 - also während des Aufbaus des Z1 - brachte K. ZUSES Studienfreund und Mitarbeiter HELMUT SCHREYER die Idee ein, die Schaltalgebra im Rechner mit Röhren zu realisieren. Die Aussicht, die Rechengeschwindigkeit dadurch etwa vertausendfachen zu können, mutete damals phantastisch an! Sofort arbeitete H. SCHREYER intensiv an einer Lösung und legte seinen Entwurf in einer Dissertation nieder; bereits 1938 konnte an der TH Berlin-Charlottenburg eine entsprechende Versuchsschaltung vorgeführt werden. Als man aber ankündigte, für einen kompletten Rechner 2000 Röhren zu benötigen, erntete man nur ungläubiges Kopfschütteln. Die Hochfrequenz-Experten konnten sich nicht vorstellen, daß ein Gerät mit so vielen Röhren jemals funktionieren könne. So entschloß sich K. ZUSE, in seinen Weiterentwicklungen der Zuverlässigkeit den Vorrang vor der Rechengeschwindigkeit einzuräumen und am bewährten elektromagnetischen Relais als Schaltglied festzuhalten. Dabei blieb auch, als er noch in der zweiten Kriegshälfte den Z3 zu einem universellen Gerät verbesserte und den Z4 konstruierte. Der Z4 blieb als einziger der ersten ZUSEschen Maschinen vor Bombenzerstörung bewahrt, und im März 1945 gelang seine abenteuerliche Verlagerung über Göttingen in das Allgäu, danach wurde er 1950 an die Eidgenössische Technische Hochschule Zürich vermietet und im Institut von EDUARD STIEFEL aufgestellt, wo er bis 1956 zuverlässige Dienste leistete (u. a. arbeitete mit ihm HEINZ RUTISHAUSER und AMBROS SPEISER). Für einige Jahre war er der einzige funktionstüchtige Rechenautomat Europas!

Im Jahre 1949 gründete K. ZUSE in Bad Hersfeld die Firma ZUSE-KG; sie war die erste Fertigungsstätte für Computer in Deutschland. Hier baute man zunächst noch die überaus zuverlässigen Relaisrechner Z5 und Z11. Dieser Entschluß war sehr realistisch angesichts der Berichte amerikanischer Fachleute auf einem Kolloquium der TU Aachen, daß ihre „riesigen Röhren-Ungetüme (die ENIAC wog 30 Tonnen!) zu zwei Drittel zur Zeit wegen Wartung und Pannen außer Betrieb“ seien (Berichte der GMD, 1979).

Schließlich wandte man sich auch in der ZUSE-KG der Röhrentechnik zu und fertigte ab 1956 dann elektronischen Röhrenrechner Z22, der lediglich mit 2400 Halbleiterdioden bestückt war. Er arbeitete mit einer Wortlänge von 38 Bit und mit einer Taktfrequenz von 140 kHz und besaß neben der Magnettrommel (8192 Speicherplätze) einen Ferritkernspeicher mit 25 Plätzen. Für die damalige Zeit erwies sich dieser Rechner als recht erfolgreich, denn es wurden zirka 50 Exemplare - unter anderem im Hochschulwesen - verkauft. In der Nachfolgemaschine Z23 wurde dann die Transistortechnik angewendet.

Bereits drei Jahre später brachte die ZUSE-KG eine weitere Neuerung heraus: Dem Computer konnten nunmehr „zeichnerische Fähigkeiten“ verliehen werden, denn 1959 wurde die ersten von K. ZUSE selbst entworfenen programmierbaren Zeichentischen Z64 gefertigt.

Die ZUSE-KG wurde dann ab 1967 sukzessive von Siemens übernommen. KONRAD ZUSE ist nicht nur als Erfinder und Konstrukteur hervorgetreten, sondern hat sich auch mit theoretischen Problemen befaßt. Ein Hauptergebnis der theoretischen Aufarbeitung seiner gesammelten Erfahrungen war der sogenannte Plankalkül (1945), nach heutiger Terminologie eine welterste Programmiersprache, die ihrer Zeit weit voraus war und beispielsweise arithmetische und logische Operationen auch für strukturierte Mengen zuläßt.

Des weiteren ist bemerkenswert, daß sich K. ZUSE schon in den fünfziger Jahren mit der Entwicklung von speziellen Feldrechnern zur numerischen Lösung partieller Differentialgleichungen befaßte. Dieses Computerkonzept wurde erst etwa 20 Jahre später in der Parallelrechen-technik wieder aufgegriffen; ZUSEs Gedankenmodell des „Rechnenden Raumes“ (1971) hat heute in den systolischen Arrays moderner Parallelrechner bereits reale Gestalt angenommen. Ende der 70er Jahre hat er sich auch mit Petrinetzen beschäftigt und über deren Theorie und Anwendung zwei Bücher verfaßt.

Verständlicherweise wurden K. ZUSE für seine epochemachende Erfindung und seine nachfolgenden Pionierleistungen zahlreiche nationale und internationale Ehrungen zuteil. So erhielt er unter anderem 1965 den „Henry Good Memorial Award“, eine der bedeutendsten amerikanischen Auszeichnungen, die erstmals 1964 an HOWARD AIKEN verliehen worden war. Zusammen mit den Raumfahrtpionieren HERRMANN OBERTH und WERNHER VON BRAUN wurde er 1969 mit der „Wilhelm-Exner-Medaille“ geehrt. Er ist Träger des großen Verdienstkreuzes des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland. K. ZUSE hatte auch eine Professur inne: 1966 wurde er als Honorarprofessor an die Universität Göttingen berufen. Er ist Inhaber mehrerer Ehrendoktorate, so der TU Berlin, der Universität Hamburg und der TU Dresden. Im Jahre 1972 wählte ihn die Deutsche Akademie der Naturforscher, die „Leopoldina“ in Halle, zu ihrem Mitglied; die National Academy of Engineering in Washington ernannte ihn zum Foreign Associate.

In seiner öffentlichen Würdigung auf dem Festakt zum 80. Geburtstag von KONRAD ZUSE hat N. J. LEHMANN, der Erbauer des Dresdner Digitalrechners D1, darauf hingewiesen, daß die Bezeichnung „VON-NEUMANN-Architektur“ eigentlich historisch inkorrekt ist, und er hält die Bezeichnung „ZUSE-Architektur“ für mindestens ebenso berechtigt. Es ist durchaus denkbar, daß sich der Fachterminologie künftig auch der Terminus „ZUSE-VON-NEUMANN-Architektur“ einbürgern könnte.

(aus Mikroprozessortechnik, Berlin 5 (1991) 9, S. 44, Autor: Dr. Klaus Biener)

Teonardo Torres y Quevedo

* 1852 Sant Cruz, † 1936 Madrid.



Ganz zu unrecht ist der spanische Erfinder und Automatenkonstrukteur L. TORRES Y QUEVEDO in unseren Breiten bis jetzt wenig bekannt geworden. Dabei scheint seine Genialität beispielsweise mit der eines CHARLES BABBAGE mindestens vergleichbar zu sein.

Schon das Spektrum seiner Erfindungen ist bemerkenswert: Er konstruierte eine Drahtseilbahn, die 1916 über die Niagarafälle gezogen wurde und bis heute als besondere Touristenattraktion gilt; er erfand einen dem Zeppelin ähnlichen Luftballon mit drahtloser Fernsteuerung (1901 bis 1906). Seine Erfindung der drahtlosen

Befehlsübermittlung demonstrierte er 1906 vor zahlreichem Publikum in Anwesenheit des spanischen Königs an einem ferngesteuerten Boot, das alle Befehle fehlerfrei ausführte.

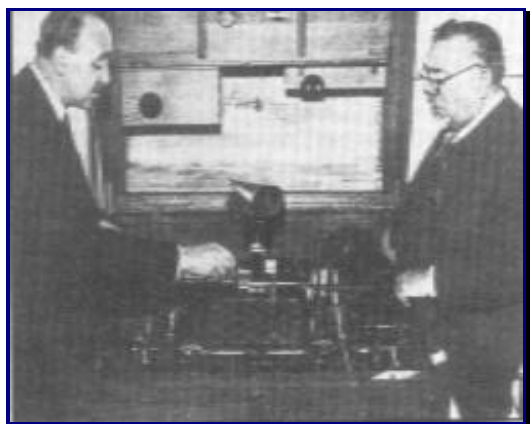
Des weiteren baute TORRES 1912 einen Schachautomaten, der als erster vollautomatischer Apparat in diesem Genre überhaupt gilt. Bei diesem werden die Schachfiguren nach elektrischer Ortung ihrer Position von einem mechanischen Greifarm gesetzt. Einige Jahre später (1920) hatte TORRES einen zweiten Schachautomaten konstruiert, bei dem die Figuren durch Magnete bewegt werden, welche von unten durch das Schachbrett wirken. Beide Automaten sind für das Endspiel König und Turm (Automat) gegen König (menschlicher Spieler) eingerichtet. Das Bild unten zeigt NORBERT WIENER (rechts), dem TORRES' Sohn GONZALO einen Schachautomaten seines Vaters demonstriert (1951).

Der hauptsächliche Grund, weshalb hier von L. TORRES berichtet wird, ist die Tatsache, daß er zwei bemerkenswerte Rechenmaschinen konstruiert hat. In den Jahren 1890 bis 1893 baute er eine mechanische Analogmaschine (von H. ZEMANEK treffend als „gekurbelter Rechenschieber“ bezeichnet) zur Lösung algebraischer Gleichungen der Form

$$\sum_k a_k x_k = 0 \quad (A)$$

Zur Auflösung wird der Logarithmus benutzt; das heißt, die Koeffizienten werden als $\lg a_k$ an der Maschine eingestellt, und das Problem der Addition wird nach einer von Gauß stammenden Idee durch Verwendung der Hilfsfunktion $\lg y = \lg(x + 1)$ realisiert. Durch Bedienung einer Handkurbel wird ein gewisser Bereich von x kontinuierlich variiert; es lassen sich dann Werte x_n markieren, für die die Gleichung (A) erfüllt ist.

Des weiteren realisierte TORRES einen Digitalrechner für die 4 Grundrechenarten, den er 1920 auf einer Konferenz in Paris vorstellte. Als Ein- und Ausgabegerät fungierte eine Schreibmaschine; eingegebene Zahlen werden intern elektromechanisch gespeichert, ausgerechnete Ergebnisse werden automatisch ausgedruckt. TORRES trug sich sogar mit dem Gedanken, ein ganzes Rechensystem in der Weise aufzubauen, daß an zentral aufgestellter Rechner aus beliebiger Distanz bedarfsweise Ein-/Ausgabe-Schreibmaschine für mehrere Nutzer angeschlossen werden können - eine Idee, die unseren heute benutzten Rechner-Netzen beachtlich nahe kommt!



TORRES hat die 1913 verfaßte theoretische Abhandlung „Essays über Automaten“ hinterlassen. Darin befaßt er sich mit BABBAGES Difference Engine und Analytical Engine und vergleicht die Vorteile elektromechanischer Geräte. Außerdem liefert er darin den kompletten

Entwurf eines speziellen Arithmometers zwecks vollautomatischer Werteberechnung einer Zylinderoberfläche, wobei er auch bereits Ansätze einer Gleitkomma-Arithmetik beschreibt.

LEONARDE TORRES, der Bauingenieurwesen studiert hat, war Präsident der Akademie der Wissenschaften von Madrid und Mitglied der Französischen Akademie der Wissenschaften.

(aus Mikroprozessortechnik, Berlin 5 (1991) 4, S. 48, Autor: Dr. Klaus Biener)

Helmut Hölzer

* um 1912



H. HÖLZER hat an der TU in Darmstadt bis etwa 1936 Elektrotechnik studiert und 1946 dort bei Prof. ALWIN WALTHER mit dem Thema „Anwendung elektrischer Netzwerke zur Lösung von Differentialgleichungen und zur Stabilisierung von Regelvorgängen“ promoviert. nach Beendigung seiner Studienzeit arbeitete er für TELEFUNKEN in Berlin an einem Funkleitsystem für Flugzeuge. Ab 1939 wurde er nach Peenemünde an das von WERNHER V. BRAUN geleitete Raketenforschungszentrum dienstverpflichtet und als Spezialist für Fernsteuerungssystemen eingesetzt. Nach dem Krieg siedelte er 1946 mit mehreren Mitarbeitern des Forschungsteams in die USA über; dort war er u. a. viel Jahre (bis 1973) „Director of Computing“ im Marshall Space Flight Center in Huntsville. Seit 1977 lebt er in Alabama im

Ruhestand.

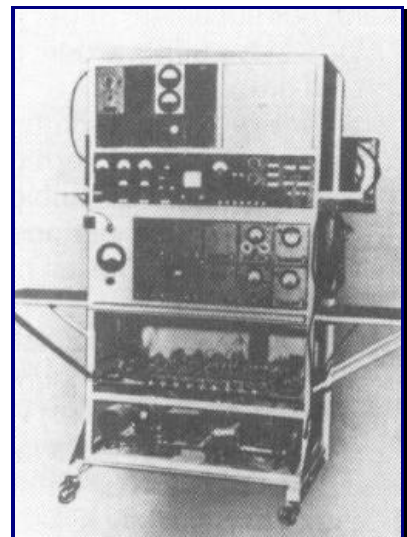
HELMUT HÖLZER hat den ersten universellen, voll-elektronischen Analogrechner in der Computergeschichte entwickelt! Dieser Rechner wurde 1941 in Peenemünde fertiggestellt. Die näheren Umstände über Entwicklung dieses Gerätes blieben bis in unsere Zeit hinein zunächst wenig bekannt. WOLFGANG GILOI, derzeit Professor für Technische Informatik an der TU Berlin-Charlottenburg, einer der bekanntesten Nestoren der Analogrechentechnik und Konstrukteur des modernen Parallelrechners „Suprenum“, sowie JAMES TOMAYKO, Professor für Computerwissenschaften an der Wichita State University, haben am bekannt werden dieser Umstände wesentlichen Anteil.

HÖLZER betrieb in jungen Jahren als Hobby das Segelfliegen. Er empfand es als einen großen Mangel, daß es damals noch keine Meßgeräte gab, um die Fluggeschwindigkeit zu messen. So machte er sich Gedanken über die Meßbarkeit der absoluten Fluggeschwindigkeit (unabhängig vom Wind-Widerstand und von anderen äußeren Einflüssen). Er entwickelte ein Verfahren, das die in drei Raum-Achsen mittels eines Feder-Masse-Dämpfungssystems gemessene Beschleunigung in einen Strom umwandelt, der durch einen Kondensator der Kapazität C fließt. Die entstehende Spannung $u(t)$ am Kondensator ist ein Maß für die Absolut-Geschwindigkeit. Damit war gemäß

$$u(t) = \frac{1}{C} \int i(t) dt$$

prinzipiell ein Integrierer konzipiert. Hölzer entwickelte ihn 1935, als er noch an der TU Darmstadt studierte.

Das Geschwindigkeitsmeßgerät fungierte somit als ein ganz spezieller Analogrechner. Hölzer plante, daraus ein universelles Gerät zu entwickeln, doch KURT DEBUS (damals Professor für Meßtechnik an der TU Darmstadt und später Direktor des Kennedy Space Flight Center) mußte ihn wegen der zu erwartenden Kosten und der „großen Schwierigkeiten“ abraten. So konnte HÖLZER seinen Plan erst in Peenemünde realisieren und 1941 zu Ende führen. Sein Analogrechner wurde zur Fernsteuerung der Langstreckenrakete A4 („Aggregat 4“) sowie zur Lösung von Problemen eingesetzt, die mit der Flugsimulation der A4 in Zusammenhang standen. Im Rechner mußten auch Differenzierer vorgesehen werden, da diese zur Fluglagensteuerung der Rakete benötigt wurden.



Unser Bild zeigt HÖLZERS Analogrechner in seiner endgültigen Form. In der oberen Hälfte sind die Rechenelemente angeordnet: Integrierer, Differenzierer und Schaltkreise zur Quadratwurzelbildung. Der unter Teil enthält Geräte zur Stromversorgung.

Übrigens wurde noch zwei Jahrzehnte später bei der Konstruktion der amerikanischen Mondfahrzeuge auf das von Hölzer entwickelte Funkleitsystem zurückgegriffen!

(aus Mikroprozessortechnik, Berlin 5 (1991) 1, S. 30, Autor: Dr. Klaus Biener)

Vannevar Bush

* 1890 Massachusetts, † 1936 Washington (?).



Während in der Digitalrechentechnik historisch eindeutig zurückverfolgt werden kann, wer die 1. Rechenmaschine konstruiert hat (nämlich 1623 der Tübinger Universitätsprofessor WILHELM SCHICKARD), so kann in der Analogrechentechnik die Prioritätsfrage nach dem 1. Analogrechner nicht mit der gleichen Klarheit beantwortet werden. Es steht zwar fest, daß der englische Physiker SIR WILLIAM THOMSON (LORD KELVIN) 1876 das auf der Rückkopplung beruhende analogrechentechnische Programmierprinzip zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen angegeben und auch einen mechanischen Integrierer konzipiert hat. Aber der 1. komplette Analogrechner ist nach derzeitigem Kenntnisstand der Differentialanalysator des amerikanischen Elektro-Ingenieurs und Physikers VANNEVAR BUSH (die

zeitlichen Angaben für den Konstruktionsbeginn seiner Maschine schwanken zwischen 1931 und 1936). Ein weiterer mechanischer Differentialanalysator wurde - ebenfalls in den 30er Jahren - in Oslo von SVEN ROSSELAND gebaut. Jedoch den ersten universell verwendbaren elektronischen Analogrechner konstruierte 1941 der Elektro-Ingenieur HELMUT HÖLZER, ein Mitarbeiter WERNHER VON BRAUNS in Peenemünde; darüber wird noch gesondert zu berichten sein.

Das Ergebnis von V. BUSHs Entwicklung war eine gewaltige Maschine von 100 Tonnen Gewicht. Sie enthielt 2000 Röhren, mehrere tausend Relais und 150 Motoren, die für den Rechenbetrieb der Maschine erforderlich waren. Sie war mit 18 Integriern ausgerüstet und erlaubte demnach die Auflösung von Differentialgleichungssystemen mit maximal 18 Gleichungen erster Ordnung.

VANNEVAR BUSH entstammt einer protestantischen Pfarrersfamilie, deren Vorfahren schon über mehrere Generationen in Massachusetts ansässig waren. Er studierte bis 1913 am *Tufts College*, in dem er das „*Master of Science*“-Examen ablegte. Danach arbeitete er im Prüffeld der General Electric Co. und ein Jahr später in der Inspektionsabteilung der amerikanischen Marine. Gleichzeitig hielt er am *Tufts College* mathematische Vorlesungen und wurde dort Lehrbeauftragter für Elektrotechnik. Im Jahre 1916 promovierte er an dem berühmten *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) zum Dr. Ing. Nach dem 1. Weltkrieg erhielt er am MIT, wo 1919 ja auch NORBERT WIENER lehrte, zunächst eine außerordentliche Professur und darauf ein Ordinariat für elektrische Energieübertragung. Im Jahre 1932 wählte man ihn zum Vizepräsidenten des MIT, und 1938 wurde er zum Präsidenten der *Carnegie Institution of Washington* - einer der maßgeblichen Forschungsgesellschaften in den USA - ernannt; dieses Amt bekleidete er ohne Unterbrechung bis zu seiner Emeritierung (1955).

BUSH gehört zu denjenigen Gelehrten, die neben ihrer Tätigkeit in Forschung und Lehre noch gewichtige beratende oder leitende Funktionen in staatlichen Ämtern innehatten. So wurde er 1940 vom Präsidenten der USA zum Vorsitzenden des *National Defense Research Committee* berufen; damit wurde er eine zentrale Persönlichkeit im damaligen amerikanischen Verteidigungsprogramm. Ab 1944 legte BUSH auf von Präsident ROOSEVELT seine Erfahrungen auf dem Gebiet der militärischen Verteidigung in einer Denkschrift nieder („*Science, the Endless Frontier*“), die in den USA offenbar gewisse Berühmtheit erlangt hat und dem amerikanischen Kongreß in der Nachkriegszeit als Studienunterlage dient.

Nach 1936 hatte BUSH auch mit der Ausarbeitung eines Entwurfs für einen elektronischen Digitalrechner begonnen, der mit einer Taktfrequenz von 10000 Hz arbeiten sollte und dessen Operationszeit für die Multiplikation zweier 6stelliger Zahlen 0,2 Sekunden betragen sollte. BUSHs Ausarbeitungen konnten wohl wegen des Krieges zunächst nicht realisiert werden, wurden aber später beim Bau des ENIAC wesentlich mit verwendet.

(aus Mikroprozessortechnik, Berlin 4 (1990) 7, S. 211, Autor: Dr. Klaus Biener)

Norbert Wiener

* 1894 Columbia (Missouri), † 1964 Stockholm.



NORBERT WIENER ist ein Sohn des bedeutenden jüdischen Slawisten und Literaturhistorikers LEO WIENER (1862-1936), der an der Harvard-Universität Cambridge Professor war und aus dem vom zaristischen Rußland besetzten Teil Polens stammte. Die Mutter ist aus dem Rheinland gebürtig.

Aufgrund seiner außerordentlichen Begabung begann WIENER schon mit 14 Jahren, Biologie zu studieren; nach ergänzenden Studien in Philosophie und Mathematik promovierte er bereits als 18jähriger an der Harvard-Universität mit einem Thema aus der mathematischen Logik. Anschließend setzte er bis 1915 seine Studien in Cambridge sowie in Göttingen bei dem bedeutenden Mathematiker DAVID HILBERT (1862-1943) fort. Seine Bewunderung für HILBERT lenkte ihn schon damals auf sein künftiges Forschungsgebiet, der Anwendung der Mathematik auf

physikalische und technische Probleme.

Nach seiner Rückkehr in die USA lehrte WIENER jeweils kurzzeitig an fünf verschiedenen Universitäten Logik und Mathematik (1915-1917) und versuchte sich auch als Reporter (1917-1919). Im Jahre 1920 wurde er am Institut für Technologie in Massachusetts (MIT), einem der bedeutendsten Hochschulinstitute in den USA, fest angestellt und erhielt dort 1932 eine ordentliche Professur.

Er unternahm noch mehrere Europareisen, die das Zusammentreffen mit B. RUSSEL, L. LANDAU u.a. führten; übrigens beherrschte er zehn Sprachen.

Seine Hauptarbeitsgebiete als Mathematiker waren mathematische Analysis und die Wahrscheinlichkeitsrechnung. So entwickelte er in der Theorie der FOURIER-Transformation eine harmonische Analysis für Funktionen einer komplexen Veränderlichen (1930). In der Wahrscheinlichkeitsrechnung untersuchte er eine wichtige Klasse von Zufallsprozessen, die in der Folgezeit nach ihm benannt wurden (*WIENER-Prozesse*). Er schuf eine Interpolations- und Extrapolationstheorie stationärer Zufallsprozesse und hat auch Beiträge zur mathematischen Logik und zur theoretischen Physik (Potentialtheorie) geleistet.

Während des Zweiten Weltkrieges entwickelte WIENER die Theorie der Optimalfilter, mit deren Hilfe es möglich wurde, störende Nebengeräusche bei einer Nachrichtenübermittlung - zum Beispiel durch Radar - zu minimalisieren. Noch heute ist diese Filtertechnik von Bedeutung. In dieser Zeit befaßte er sich auch mit Problemen der Rechentechnik. Das Studium von Analogien zwischen Prozessen, die sowohl in elektrischen Netzwerken als auch in lebenden Organismen ablaufen, führten ihn dann schließlich zur Kybernetik, die ja dann auf die gesamte Entwicklung der Informatik entscheidende Einflüsse ausgeübt hat.

Mit seinem Buch „Cybernetics - or control and communication in the animal and the machine“ gilt WIENER als Begründer der *Kybernetik*. Der Begriff Kybernetik als solcher wurde jedoch erstmals von dem französischen Physiker A. AMPÈRE als Bezeichnung der „Wissenschaft vom Beherrschen“ geprägt (1834). WIENER definierte die Kybernetik wörtlich als „Wissenschaft von der Steuerung und von der Kopplung, ganz gleich, ob es sich dabei um Maschinen oder um lebende Organismen handelt“.

Ein berühmter Schüler WIENERS war der Begründer der mathematischen Informationstheorie, CLAUDE E. SHANNON, der 1940 am MIT in Mathematik promovierte. In seines Autobiographie „I am a Mathematician“ beschreibt WIENER ihn als einen Wegbereiter für die Anwendung der formalen Logik in der Schaltkreistheorie und als einen wesentlichen Promotor in der amerikanischen Entwicklung der elektronischen Rechenautomaten.

(aus Mikroprozessortechnik, Berlin 4 (1990) 9, S. 25, Autor: Dr. Klaus Biener)

Johann (John) Ludwig v. Neumann

* 1903 Budapest, † 1957 Washington.



J. V. NEUMANN entstammt einer österreich-ungarischen Bankiersfamilie. Schon früh zeigte sich bei ihm eine besondere mathematische Begabung, und noch während seiner Gymnasialzeit erhielt er Privatunterricht in Mathematik von einem Assistenten der Budapester Universität. Bereits vor Vollendung seines 18. Lebensjahrs erschienen seine ersten mathematischen Arbeiten über die Lage von Nullstellen gewisser Minimalpolynome. Nach dem Abitur begann er an der Budapester Universität ein Mathematikstudium, hielt sich aber vorwiegend an der ETH Zürich auf, wo er zusätzlich Chemie studierte. Auch an der Berliner Universität hörte er Mathematik- und Physikvorlesungen. Schließlich legte er in Zürich ein Examen als Diplomingenieur der Chemie ab und promovierte kurz danach (1926) an der Budapester Universität bei L. FEJÉR

im Fach Mathematik.

In den Jahren 1927-29 wirkt er in Berlin an der Universität als Privatdozent. Nachfolgende Wirkungsstätten waren Hamburg und Los Alamos. im Jahre 1931 wanderte er in die USA aus und wurde 1933 in Princeton Professor für Mathematik.

J. V. NEUMANN gilt als ein Begründer der modernen Funktionalanalysis, hat aber auch auf zahlreichen anderen Gebieten der modernen Mathematik grundlegende Untersuchungen durchgeführt (Algebra, Mengenlehre, Beweistheorie, Maßtheorie, allgemein Topologie). Eine seiner wahrscheinlichkeits-theoretischen Arbeiten (1928) wurden zum Ausgangspunkt einer umfangreichen Spieltheorie; in ihr wird eine weitgefaßte Definition des Spielbegriffs gegeben, die auch Modelle des Wirtschaftslebens umfaßt. Des weiteren ist er an einem neuen axiomatischen Aufbau der Mengenlehre mit beteiligt, der sich von dem stufentheoretischen grundsätzlich unterscheidet und nicht - wie jener - zu Antinomien führen kann. Auch zur Anwendung der modernen Mathematik in der Physik (Quantentheorie) und der Psychologie hat er Beiträge geleistet.

Insbesondere aber ist J. V. NEUMANN maßgeblich an der Entwicklung der elektronischen Computertechnik beteiligt gewesen, er hat in den USA die ersten Großrechenanlagen mit konzipiert. In den Jahren 1945-55 war er Direktor eines Projektierungsbüros für elektronische Rechenmaschinen. Auf ihn geht das Konzept der internen Programmspeicherung zurück; unabhängig von KONRAD ZUSE hat er das Grundlegende Bauprinzip des klassischen, seriell arbeitenden Digitalrechners mitgeschaffen. Die eingehende Beschäftigung mit Theorie und Praxis der elektronischen Rechenautomaten führten ihn zum einen zu Problemen der mathematischen Logik und numerischen Analysis, zum anderen zu einer Theorie der idealisierten Nervensysteme. Sein nachgelassenes, zum Teil noch auf dem Krankenlager geschriebenes Buch zu letzterem Fachgebiet trägt den Titel „The Computer and the Brain“ (Rechenautomat und Gehirn).

J. V. NEUMANN hat auch maßgeblich an der technischen Entwicklung der Atomkernspaltung mitgewirkt.

(aus Mikroprozessortechnik, Berlin 4 (1990) 11, S.16, Autor: Dr. Klaus Biener)

Hermann Hollerith

* 1860 Buffalo, † 1929 bei Washington.



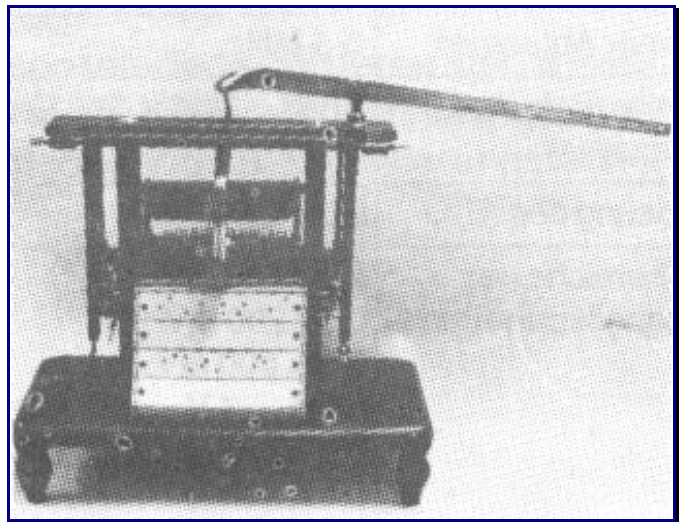
Die Geschichte der Informationsverarbeitung ist untrennbar mit dem HERMANN HOLLERITH, dem Begründer der Lochkartentechnik, verbunden. Die Erfindung, Konstruktion und Anwendung seiner Lochkartenmaschinen stellt einen wesentlichen Markstein in der Gesamtentwicklung der Computertechnik dar, war doch zu Beginn die Lochkarte der einzige maschinenlesbare Datenträger.

Die Lochkarte war zu seiner Zeit prinzipiell schon bekannt. Ähnlich wie sein Landsmann FALCON (1728) hatte der französische Mechaniker JAKUES DE VAUCANSON (1709-1782) im Jahre 1745 für das Abhaben der Kettfäden in Webstühlen einen „Programmspeicher“ in Gestalt einer umlaufenden Blechwalze mit Lochungen gebaut, um ein Webmuster selbsttätig wiederholen zu können. Der französische Weber

JOSEPH-MARIE JAQUARD (1752-1834) verbesserte diese Erfindung 1805, indem er ein Lochkartenprogramm aus Kartonkarten daraus entwickelte und dies zur Steuerung eines Webstuhls verwendete. Unser Bild zeigt ein Verkaufsmodell des JAQUARDSchen Webstuhls aus dem Jahre 1810.

Über HOLLERITHS Lebenslauf ist leider nicht allzuviel bekannt. Seine Eltern - beide Pfälzer Abstammung - wanderten 1838 nach Amerika aus; sein Vater war bis dahin Studienrat am Gymnasium in Speyer. Nach dem Schulbesuch studierte HOLLERITH an der Bergakademie der Universität Columbia und legte dort bereits mit 19 Jahren seine Diplomprüfung ab. Er blieb zunächst als Assistent bei seinem Lehrer und war mit Fragen der Industriestatistik beschäftigt. Im Jahre 1882 ging er an das Massachusetts Institute of Technology und wurde Lehrer für Technische Mechanik. Ein Jahr später übersiedelte er nach St. Louis, wo er elektromagnetische Bremsen für das Eisenbahnwesen entwickelte. Außerdem arbeitete er 1884-1889 für das Patentamt in Washington. In dieser Zeit

reifte auch HOLLERITHS Erfindung. Er entwickelte eine Lochkartenmaschine (von ihm übrigens *Tabulating Machine* bzw. *Tabulator* genannt), die aus einem Kartenlocher, einem elektromagnetischen Zähler und einer Sortiereinrichtung bestand. Das von ihm verwendete Lochkartenformat, das dem einer 20-Dollar-Note entsprach, und der von ihm benutzte Zahlencode sind bis heute im Gebrauch. Zum Abtasten der Lochkarte ersann HOLLERITH mechanische Fühlstifte, über die elektrische Kontakte geschlossen werden können. Seine



Maschinen, die damals bis zu 1000 Karten in der Stunde verarbeiten konnten, brachten in Baltimore und New York solchen Erfolg, daß sich das „Bureau of the Census“ entschloß, die 11. amerikanische Volkszählung 1890 mit HOLLERITHmaschinen auszuwerten. dadurch konnte die Zählung nach reichlich 1 Jahr abgeschlossen werden - die vorangegangenen Volkszählungen hatten noch über 7 Jahre gedauert! Bald darauf wurden seine Maschinen auch in Kanada, Norwegen und Österreich eingesetzt. HOLLERITH reiste sogar nach Rußland, um die Organisa-

tion der dortigen Volkszählung persönlich mit vorzubereiten. Seit 1895 standen HOLLERITHmaschinen auch in Berlin und Paris.

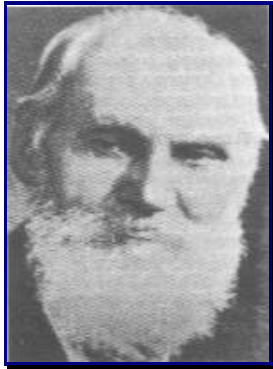
Im Jahre 1896 gründete HOLLERITH die *Tabulating Machine Company*; sie produzierte sowohl die Maschinen als auch die Lochkarten. Aus dieser Firma ging später die bekannte IBM-Corporation hervor; HOLLERITH war bis 1921 beratender Ingenieur dieser Gesellschaft. Für seine Maschinen, die er ständig verbesserte, hat HOLLERITH mehrere Patente erhalten: sein erstes 1884, sein letztes 1919. Im Jahre 1890 wurde er von der Universität Columbia zum Ehrendoktor ernannt.

In der DDR wurde Lochkartenmaschinen (die Soemtron nach dem HOLLERITHprinzip fertigte) bis in die 60er Jahre verwendet, zum Beispiel für Abrechnungsprojekte. Diese Maschinen konnten nicht nur Zähl- und Sortiervorgänge, sondern auch arithmetische Operationen erledigen. Heute haben die programmgesteuerten EDV-Anlagen die Lochkartenmaschinen zumeist ersetzt, allenfalls werden die Lochkarten noch zur Dateneingabe verwendet. Dieser Umstand schmälert jedoch HOLLERITHs Erfindung in keiner Weise; vielmehr hat er durch seine Pionierarbeit für den heutigen Entwicklungsstand der Computertechnik entscheidend den Weg bereitet.

(aus Mikroprozessortechnik, Berlin 3 (1989) 12, S. 364, Autor: Dr. Klaus Biener)

Sir William Thomson (Lord Kelvin)

* 1824 Belfast, † 1907 Netherhall (Schottland).



Wie sah der erste Analogrechner aus? Wie war er konstruiert, wie funktionierte er? Existiert noch das Original oder ein Modell? Diese Fragen sind vorerst noch offen. So viel ist jedoch sicher: Zur Entwicklung der Analogrechentechnik hat der englische Physiker SIR WILLIAM THOMSON einen entscheidenden und wegbereitenden Beitrag geleistet. Und zwar hat er das grundlegende analogrechentechnische Programmierprinzip zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen angegeben, das ganz wesentlich auf dem Rückkopplungsprinzip beruht und bis heute verwendet wird.

In den Mitteilungen der Londoner Royal Society, den Proceedings vom Jahre 1878, schreibt THOMSON, daß er viel Mühe darauf verwendet habe, einen mechanischen Integrierer zu konzipieren; er erwähnt dabei mehrmals einen „Platten-, Kugel- und Zylinderintegrierer“ seines Bruders, dem vermutlich die technische Realisierung zu verdanken ist. Es folgen dann ausführliche Hinweise, wie für gewöhnliche Differentialgleichungen 2. Ordnung das Rückkopplungsprinzip mit Hilfe zweier Integrierer verwirklicht werden kann, sowie Begründungen für die Rechtfertigung dieses Prinzips. Außerdem wird das Lösungsprinzip noch auf gewöhnliche lineare Differentialgleichungen höherer Ordnung mit variablen Koeffizienten übertragen und schließlich für nichtlineare Differentialgleichungen erweitert.

Studiert hat THOMSON 1834-45 an den Universitäten Glasgow und Cambridge, danach arbeitete er ein Jahr in Paris bei dem Physiker und Chemiker HENRI VICTOR RENAULT (1810-78). In den Jahren 1846-99 war er in Glasgow Professor für Theoretische Physik, 1851 wurde er Mitglied der Royal Society und war 1890-95 deren Präsident. Ab 1896 war er Ehrenmitglied der Petersburger Akademie. Für seine wissenschaftlichen Verdienste wurde er 1892 zum LORD KELVIN OF LARGS geadelt.

Schon als Student veröffentlichte THOMSON einige Arbeiten über die Anwendung von Fourierreihen bei verschiedenen Problemen der Physik. Nahezu gleichzeitig mit R. J. E. CLAUSIUS (1822-88) formulierte er 1851 den 2. Hauptsatz der Thermodynamik. Zusammen mit J. P. JOULE (1818-89) untersuchte er 1853-54 die Temperaturänderung von Gasen bei Expansion ohne äußere Arbeitsleistung; dabei wurde der JOULE-THOMSON-Effekt gefunden, der die Grundlage der technischen Gasverflüssigung darstellt. Des weiteren erforschte THOMSON die induktiven und kapazitiven Eigenschaften von Überseekabeln, für die er eine Theorie der elektromagnetischen Schwingungen ausarbeitete (THOMSONSche Formel). Er befaßte sich auch mit verschiedenen Fragen der Hydrodynamik, der Geophysik und der Astrophysik. Von ihm stammt die Hypothese von dereinst eintretenden Wärmetod der Weltalls.

THOMSON stellte eine wissenschaftlich begründete Definition der (heute in Kelvingraden angegebenen) absoluten Temperatur auf und konstruierte verschiedene physikalische Meßgeräte, zum Beispiel das Quadranten-Elektrometer. Er verbesserte auch das Spiegelgalvanometer und den Magnetkompaß.

(aus Mikrozessorstechnik, Berlin 4 (1990) 2, S. 46, Autor: Dr. Klaus Biener)

Carl David Runge

* 1856 Bremen, † 1927 Göttingen.



RUNGE hat 1877-80 in Berlin Mathematik und Physik studiert und anschließend promoviert. Schon 3 Jahre später habilitierte er sich und wirkte ab 1883 als Privatdozent in Berlin; 1886 zog er nach Hannover und wurde Professor an der dortigen Technischen Hochschule. Im Jahre 1904 berief man ihn als Ordinarius für Angewandte Mathematik an die Universität Göttingen, wo auch FELIX KLEIN bereits seit 1886 wirkt. RUNGE bekleidete sein Lehramt bis 1924, er galt als ausgezeichneter Pädagoge. Zwischendurch (1911) weilte er als Austauschprofessor in Amerika.

RUNGE leistete bedeutende Arbeiten zur numerischen Anwendung mathematischer Verfahren auf technische Probleme; er erfand eine große Anzahl zweckmäßiger Methoden, um mit

kleinstem Aufwand an numerischer Arbeit zur gewünschten approximativen Lösung komplizierter Probleme gelangen zu können. Er hat damit zur computergestützten Auswertbarkeit mathematischer Aufgabenstellungen wesentlich beigetragen. Wohl jeder mathematisch ausgebildete Programmierer kennt zum Beispiel die Formeln von RUNGE-KUTTA zur approximativen Berechnung eines partikulären Integrals für Differentialgleichungen der Form

$$y' = f(x, y)$$

wobei nur Werte von $f(x, y)$ benutzt werden (1895). Dieses RUNGE-KUTTA-Verfahren, ein numerisch stabiles extrapolatives Einschrittverfahren ist eines der wichtigsten numerischen Lösungsverfahren für gewöhnlicher Differentialgleichungen geworden und dürfte heute zur Standardausrüstung jeder anspruchsvollen Computer-Software gehören.

Ein weiteres wesentliches Arbeitsgebiet RUNGES war die Ausgleichsrechnung (1897), die das Ziel verfolgt, etwa mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate aus fehlerbehafteten Meßwerten Näherungswerte für die zu messende Größe zu gewinnen und deren Genauigkeit anzugeben. Außerdem befaßte sich RUNGE mit der Approximation und Interpolation von Funktionen (Satz von RUNGE, 1901), mit harmonischer Analysis (1902) sowie mit der Summation trigonometrischer Polynome. Er hat auch praktikable Methoden für graphisches Rechnen entwickelt (graphische Lösung algebraischen Gleichungen und partieller Differentialgleichungen) und darüber - neben anderem - ein Lehrbuch verfaßt.

In seinen späteren Lebensjahren wandte sich RUNGE stärker der Physik zu (Messung von Spektrallinien in der Optik) und widmete sich auch ganz speziellen Problemen: So entwickelte er Ortsbestimmungsverfahren auf See und im Ballon und löste Probleme aus der Festigkeitslehre.

(aus Mikroprozessortechnik, Berlin 4 (1990) 5, S. 153, Autor: Dr. Klaus Biener)

Friedrich Adolf Willers

* 1883 Bremervörde, † 1956 Dresden.

F. A. WILLERS hat 1903-06 in Jena und Göttingen Mathematik und Physik studiert, u. a. bei C. RUNGE (1856-1927). Ab 1905 war er am Mathematischen Institut der Universität Göttingen bei C. RUNGE Hilfsassistent und wurde dort 1906 promoviert. In den Jahren 1908-11 war er Assistent für Darstellende Geometrie und Graphische Statistik an der Technischen Hochschule Danzig. Danach unterrichtete er über zehn Jahre an höheren Schulen, zuletzt am Mommsen-Gymnasium in Berlin-Charlottenburg. Im Jahre 1923 habilitierte sich WILLERS als Privatdozent an der Technischen Hochschule Berlin und übernahm dann eine Dozentur für Mathematik und Mechanik des Hüttenwesens. Einen Ruf an die Bergakademie Freiberg folgend, nahm er dort von 1928-1934 eine ordentliche Professur für Mathematik und Darstellende Geometrie wahr und lebte danach als freischaffender Wissenschaftler. WILLERS' letzte Station in seinem wissenschaftlichen Leben war Dresden; an der dortigen TH hielt er ab 1939 Vorlesungen in Analysis und Angewandter Mathematik und trat als Nachfolger von Max Lagally in diesem Fachbereich 1944 eine ordentliche Professur an. Ein Jahr nach Kriegsende wurde er Direktor des Institutes für Angewandte Mathematik und war 1949-54 Dekan der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät.

WILLERS gebührt das Verdienst, wesentlich mit dafür gesorgt zu haben, daß die maschinelle Rechentechnik Einzug in die Lehre an den Hochschulen fand. Er hatte erkannt, welche Bedeutung die Rechenmaschinen für die Anwendung der Mathematik einmal haben würden und hat daraus resultierende Überlegungen und Methoden seinen Schülern schon zu einer Zeit vermittelt, als Universalrechner noch nicht verfügbar waren. Diesem Anliegen dient z. B. auch sein in Fachkreisen allgemein bekanntes Lehrbuch über „Mathematische Instrumente“, das 1926 erstmals im Oldenbourg-Verlag erschien und bis 1951 mehrfach in erweiterter Auflage herausgebracht wurde. Es geht zum Beispiel weit über den Rahmen von L. COUFFIGNALS „Denkmaschinen“ (Paris 1933, Stuttgart 1955) hinaus und gehört zu den frühen grundlegenden, zusammenfassenden Standardwerken der maschinellen Rechentechnik überhaupt. Darin wird unter anderem das LEIBNIZsche Staffelwalzenprinzip konstruktiv begründet, und es werden auch Apparate zur Flächen- und Momentenberechnung, harmonischer Analysatoren, STIELTJES-Planimeter, Differentiatoren und Integratoren sowie verschiedene Formen von Datenspeichern ausführlich beschrieben. WILLERS hat noch einige andere Bücher zu gebieten der praktischen Mathematik verfaßt, mit C. RUNGE zusammen auch ein Lehrbuch über numerische und graphische Integration gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen.

WILLERS war Mitglied der Akademie der Naturforscher (Leopoldina) zu Halle, der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig und korrespondierendes Mitglied der Berliner Akademie. Im Jahre 1953 wurde er mit dem Nationalpreis der DDR ausgezeichnet und mit einem Ehrendoktorat der technischen Hochschule Darmstadt gewürdigt.

(aus Mikroprozessortechnik, Berlin 4 (1990) 6, S. 183, Autor: Dr. Klaus Biener)

Howard Hathaway Aiken

* 1900 Hoboken (New Jersey), † 1973 St. Louis (Missouri).



H. H. AIKEN hat zunächst Elektrotechnik studiert und in diesem Fachgebiet an der Universität von Wisconsin 1923 ein Examen abgelegt. Schon während seiner Studienzeit war er seit 1919 in einer Elektro-Firma in Madison als Ingenieur für Energieversorgung beruflich tätig; nach seinem Examen befaßte er sich dort mit Konstruktionsproblemen von Starkstromgeneratoren. Mit 31 Jahren begann AIKEN, ein zweites mal zu studieren, diesmal belegte er an der Universität Chicago die Fächer Mathematik und Physik. Im Jahre 1932 wechselte er an die Harvard-Universität Cambridge über, legte hier 1937 sein zweites Examen ab („Master of Science“) und promovierte 1939. Zwei Jahre später erhielt er an dieser Universität eine Professur für angewandte Mathematik, die er 22 Jahre innehatte. Ab 1961 bekleidete er dann eine Professur für

Informatik an der Universität Miami in Florida.

Während des 2. Weltkrieges erhielt AIKEN von der Harvard-Universität den Auftrag zum Bau eines Digitalrechners. Auf Grund seiner 2fachen Ausbildung als Elektrotechniker und Mathematiker war er offenbar der geeignete Wissenschaftler, einen solchen Auftrag in die Tat umzusetzen. Der BABBAGE-Biograph ANTHONY HYMAN berichtet (1087), daß AIKEN von BABBAGES Maschinen begeistert gewesen ist und auch dadurch mit dazu inspiriert wurde, einen solchen Auftrag von sich aus vorzuschlagen. Von ZUSES bereits 1941 fertiggestelltem programmgesteuerten Rechenautomaten Z3 kann AIKEN angesichts der damaligen Kriegssituation kaum etwas gewußt haben, denn ZUSES Arbeiten blieben damals außerhalb Deutschlands jahrelang unbekannt. Während ZUSE in Anlehnung an die LEIBNIZsche Ideen in seiner Maschine bereits das Dualsystem und die Gleitkommaarithmetik realisiert hatte, verwendete AIKEN in seinem Automaten bei der Ausführung der Rechenoperationen eine dekadische Zahlendarstellung. AIKENs Maschine, die unter seiner Leitung von der Firma IBM gebaut wurde, war 1944 vollendet und erhielt die Bezeichnung MARK I (mancherorts auch ASCC = Automatic Sequence Controlled Calculator genannt). MARK I ist der erste in Amerika konstruierte, teilweise programmgesteuerte elektromechanische Digitalrechner; seine Operationszeit betrug für eine Addition 0,3 Sekunden, für eine Multiplikation 6 und für eine Division 15 Sekunden. Die Dateneingabe erfolgte über Lochstreifen.

MARK I ist 15 Jahre lang genutzt und noch verbessert worden. So wurden 1947 der Nachfolgerechner MARK II fertiggestellt und später die Automaten MARK III und MARK IV, die dann vollständig mit Elektronenröhren ausgerüstet waren (MARK I und MARK II waren Relaisrechner).

Von AIKEN stammt auch ein spezieller Binär-Dezimal-Code, bei dem jede Dezimalziffer als Tetrade verschlüsselt wird (*AIKEN-Code*); dabei handelt es sich um einen Komplementärkode, der günstige Eigenschaften bei der technischen Realisierung der Dezimalarithmetik aufweist.

HOWARD AIKEN erhielt für seine computertechnischen Entwicklungsarbeiten sowie für seine theoretischen Beiträge zu Fragen der Codierung und Programmierung etc. zahlreiche Auszeichnungen, zum Beispiel von der französischen (1949) und von der belgischen (1951) Akademie. 1952 wurde er zum Ritter der Ehrenlegion ernannt und war Ehrendoktor der technischen Hochschule Darmstadt und der Universität Wayne.

(aus Mikroprozessortechnik, Berlin 4 (1990) 8, S. 30, Autor: Dr. Klaus Biener)

Alan Mathison Turing

* 1912 London, † 1954 Wilmslow (Cheshire).



Der englische Mathematiker A. TURING galt schon in seiner Kindheit als außerordentlich intelligent und zeigte dabei einen deutlichen Hang zum Außenseiter. Mit 18 Jahren trat er in das berühmte Kings-College in Cambridge ein. Sechs Jahre später - also 1936 - setzte er sein Studium am Graduate College in Princeton fort, wo u. a. ALBERT EINSTEIN sowie die Mathematiker JOHN V. NEUMANN, HERMANN WEYL und RICHARD COURANT lehrten. Hier promovierte TURING mit der Dissertation „System of Logic based on Ordinals“. Ein Angebot, Assistent bei J. V. NEUMANN zu werden, lehnte er ab und kehrte 1939 wieder nach England zurück, um sich bis Kriegsende der Nachrichtenabteilung des Foreign Office als Kryptologe zur Verfügung zu stellen.

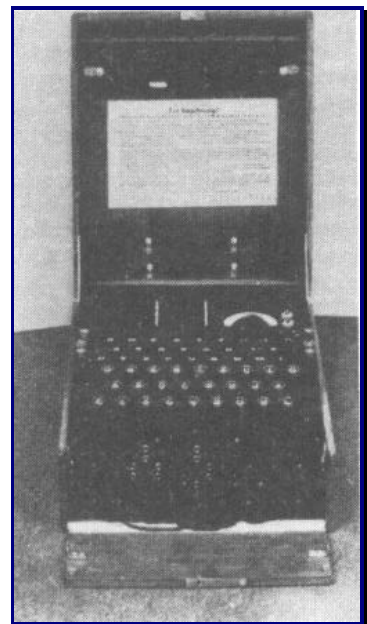
Nach dem Krieg schloß er sich für zwei Jahre einem Team des National Physical Laboratory an, das den ersten englischen Digitalrechner - die ACE (Automatic Computing Engine) - entwickelte. Die ACE war eine Variante der amerikanischen ENIAC und stellte erstmals sowohl Zahlen als auch Befehle gleichermaßen als Binärmuster dar.

Im Jahre 1948 nahm TURING eine Dozentur an der Universität Manchester an; dort wurde ebenfalls ein Digitalrechner konstruiert, für den er 1950 eine Programmieranleitung verfaßte. Auf Vorschlag von A. NEWMANN und BERTRAND RUSSELL wurde er 1952 zum Mitglied der Royal Society gewählt.

In Fachkreisen besonders bekannt geworden ist A. TURING durch seinen 1937 in den Proceedings der Londoner Mathematischen Gesellschaft veröffentlichten Beitrag zum HILBERTschen Entscheidungsproblem. Dar damals in Göttingen lebende bedeutende Mathematiker DAVID HILBERT (1862-1943) hatte in einem berühmt gewordenen Vortrag auf der 1. Mathematikertagung 1900 in Paris zum Wesen der Mathematik 23 Probleme formuliert, die bis heute das Interesse der mathematischen Fachwelt besitzen. Eines davon ist das Entscheidungsproblem; TURING bewies, daß es - im Gegensatz zu HILBERTs Vermutung - generell unlösbar ist. Das bedeutet, daß es zum Beispiel in der mathematischen Logik Aussagenkalküle gibt, für die mit keinem Algorithmus nach endlich vielen Schritten entschieden werden kann, ob sie allgemeingültig sind oder nicht.

Für seinen Beweis erdachte TURING einen extrem einfachen, idealisierten Automaten, die sogenannte „TURING-Maschine“. Mit dieser fiktiven Maschine definierte er den Begriff der Berechenbarkeit bzw. des Algorithmus und konstruierte dann eine Klasse von mathematischen Problemen, die durch einen algorithmischen Prozeß nicht gelöst werden können. Er zeigte die Äquivalenz von Algorithmus und Programm auf und wies damit nach, daß es Computerprogramme gibt, die sich mit keinem automatischen Verfahren auf ihre Korrektheit überprüfen lassen. Das TURINGmaschinenmodell wurde so zur Grundlage der Berechnungstheorie und der Komplexitätstheorie - beides Zweiggebiete der theoretischen Informatik.

Sehr viele biographische Angaben über A. TURING, besonders aus der Zeit des Krieges, verdankt die Nachwelt seiner engsten Mitarbeiterin, die seit 1939 ein Institutstagebuch führte, das aus



Geheimhaltungsgründen nicht vor 1974 an die Öffentlichkeit gegeben werden durfte. Daraus wird ersichtlich, daß TURING den Geheimcode der von der deutschen Wehrmacht benutzten Chiffriermaschine „Enigma“ (abgeleitet vom griechischem Wort ainigma = Rätsel) entschlüsselt hat. Diese Leistung wurde für England kriegsentscheidend; denn der englischen Heeresleitung wurde es dadurch ermöglicht, die Funksprüche der deutschen Wehrmacht seit 1940 abzuhören. Für die Decodierung der Enigma (nebenstehende Abb.), die 310 verschiedene Codes zuließ, stand TURING ein Exemplar dieser Maschine zur Verfügung, das polnische Agenten 1930 aus einer Berliner Fabrik entwenden konnten. Ausführlicheres darüber kann man zum Beispiel bei ROLF HOCHHUTH nachlesen (Rowohlt 1987), der das erwähnte Tagebuch literarisch verarbeitet hat.

(aus Mikroprozessortechnik, Berlin 4 (1990) 12, S. 18, Autor: Dr. Klaus Biener)