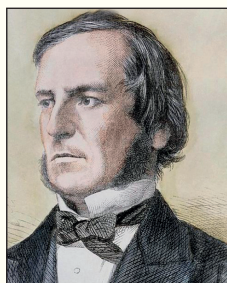


Hermann Rotermund

FAMILY AFFAIRS

Von George Boole bis Geoffrey Hinton

Biographische und ideengeschichtliche Portraits



Königshausen & Neumann

Hermann Rotermond

Family Affairs

Hermann Rotermund

Family Affairs

Von George Boole bis Geoffrey Hinton
Biographische und ideengeschichtliche Portraits

Königshausen & Neumann

Umschlagabbildungen:

George Boole. Public Domain.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:George_Boole_color.jpg

Mary Everest Boole. Public Domain.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mary_Everest_Boole.jpg

Ethel Lilian Voynich. Public Domain.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Voynich_Ethel_Lilian.jpg

Joan Hinton. CC BY-SA 3.0.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bill_and_Joan_Hinton_1993_R01_013.jpg

William Hinton. CC BY-SA 3.0.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bill_and_Joan_Hinton_1993_R01_013.jpg

Geoffrey Hinton. CC BY 2.0.

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Geoffrey_Hinton_at_Collision_2024_in_Toronto_\(cropped\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Geoffrey_Hinton_at_Collision_2024_in_Toronto_(cropped).jpg)

Der Verlag verbietet, das Werk in irgendeiner Weise zu nutzen, um Technologien der künstlichen Intelligenz (KI) für die Generierung von Audio, Text oder Bildern zu trainieren.

Der Verlag behält sich das Text- und Data-Mining nach § 44b UrhG vor, was hiermit Dritten ohne Zustimmung des Verlages untersagt ist.

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Erste Auflage 2026

© Verlag Königshausen & Neumann Würzburg 2026

Leistenstraße 7, D-97082 Würzburg

info@koenigshausen-neumann.de

Alle Rechte vorbehalten, insbesondere das der Übersetzung, des öffentlichen Vortrags sowie der Übertragung durch Rundfunk und Fernsehen, auch einzelne Teile.

Kein Teil darf in irgendeiner Form

(durch Fotografie, Mikrofilm oder andere Verfahren)

ohne schriftliche Genehmigung des Verlages

reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Umschlag: skh-softics / coverart

Druck: docupoint, Magdeburg

Printed in Germany

ISBN 978-3-8260-9997-7

eISBN 978-3-8260-9998-4

www.koenigshausen-neumann.de

Now this is the work of a real thinker.

Charles Babbage über George Booles Hauptwerk *The Laws of Thought*

Die Rechenmaschinen von Babbage und Jevons, der Sympalmograph und andere Erfindungen, die den mathematischen Ursprung von Schönheit veranschaulichen sollen, scheinen mir die Verehrung des Intellekts und des künstlerischen Genies ad absurdum geführt zu haben.

Mary Boole 1884 in ihrem Buch *Symbolical Methods of Study*

I don't ever remember reading a book I disliked so much.

Joseph Conrad über Ethel Voynichs Roman *The Gadfly*

Als literarisches Werk ist es völlig wertlos und könnte nur von Menschen bewundert werden, die nichts von Literatur verstehen. Dass es Anstoß erregt, genau das habe ich beabsichtigt.

Ethel Lilian Voynich über ihren Roman *The Gadfly*

Ich wollte sehen, warum Hirse und Gewehre die Japaner in China besiegt haben. Und ich wollte mein Leben nicht damit verbringen, Menschen zu töten.

Joan Hinton, Atomphysikerin und Revolutionärin

Langfristig entsteht eine existenzielle Bedrohung, wenn wir digitale Wesen erschaffen, die intelligenter sind als wir selbst. Wir müssen dringend erforschen, wie wir verhindern können, dass diese neuen Wesen die Kontrolle an sich reißen wollen. Sie sind längst keine Science-Fiction mehr.

Geoffrey Hinton, »Godfather of AI« und Nobelpreisträger 2024

Inhalt

Vorwort	11
Vorhandene Literatur	13
Stammbaum der Booles, Taylors und Hinton	14
Quellen und Nachweise	16
George Boole	17
Die letzten Wochen	17
Herkunft und Familie	19
Die Lehrerkarriere	24
Das Mechanics' Institute Lincoln	26
Die eigene Schule	28
Mathematische Studien	36
Augustus De Morgan	42
Das erste Werk über Logik	48
Berufung nach Cork	52
Die Ehe	58
Religiöse Konflikte	63
Das mathematisch-logische Hauptwerk	70
Boole, Jevons und Babbage	73
Booles Algebra und die Boolesche Algebra	83
Von der Papierlogik zur Schaltungslogik	85
Shannons Schaltalgebra	88
Von den Gesetzen des Denkens zu den Gesetzen der Form	90
Mary Everest Boole	93
Everest und Hahnemann	93
Familiärer Magnetismus	99
Gott und Darwin	102
James Hinton – Meister des Schmerzes	106
Der Hinton-Katechismus	113
Kurvensticken und Mesmerismus	114
Notation des Unbewussten	120

Das Witwensyndrom	128
Jahwe und Zoroaster	133
Quadratwurzeln und Engel	136
Vier Töchter und die vierte Dimension	141
Mary Ellen Boole – bei Gelegenheit Dichterin	142
Charles Howard Hinton – von der vierten Dimension besessen	151
Margaret Boole – und ihre angewandte Kunst	160
Alicia Boole – zu Hause im 4D-Raum	162
Lucy Everest Boole – die erste Chemieprofessorin	166
Ethel Lilian Voynich	169
Kindheit und Jugend	169
Russland	172
Wilfrid Voynich	177
The Gadfly	180
Die anderen Bücher	197
Leidenschaft Musik	203
Das Voynich-Manuskript	207
New York	215
Das letzte Rätsel	221
Geoffrey Taylor – der Schockwellenreiter	225
Die Familie	225
Schule und Studium	225
Die Scotia-Expedition	228
Flugzeugbau und Luftkrieg	229
Liebesdinge	232
Forschungsprofessur	234
Zweiter Weltkrieg	235
Los Alamos	238
Nach 1945	245
Entdeckungen und Erfindungen	247
Der Prothesenbauer Julian Taylor	248
Die Hintons in Mexiko und den USA	251
George Boole Hinton – Ingenieur und Botaniker	251
Howard Everest Hinton – der Käfersammler	257
George Boole Hinton – der Korrekte	259
James Wattley Hinton – der Abenteuerschriftsteller	260
Sebastian Hinton und Carmelita Chase Hinton	261

Die Maoisten	269
Jean Hinton Rosner – die radikale Bürgerrechtlerin	270
William Hinton – Bauer, Ethnograph, Propagandist	273
Joan Hinton – von der Atombombe zur Dreschmaschine	304
Geoffrey Hinton	323
Herkunft und Ausbildung	323
Die Dissertation	325
Die Frühgeschichte der KI	330
KI und Kybernetik	336
Die 1980er Jahre	338
Deep Learning	346
Die Roboter sind unter uns	351
Die Haupteinwände	355
Eine Katastrophe für die Menschheit	363
The Godfather of AI	367
Literatur	369
Familienbiographisches	369
George Boole	369
Mary Everest Boole	373
Die vier älteren Töchter	375
Ethel Lilian Voynich	378
Geoffrey Taylor – der Schockwellenreiter	381
Die Hintons in Mexiko und den USA	381
Die Maoisten	382
Geoffrey Hinton	385
Bildnachweise	389

Vorwort

Es gibt wohl kaum eine Familie in Europa, die in den letzten 200 Jahren über fünf Generationen hinweg so viele Ausnahmeerscheinungen in Wissenschaft, Kultur und Politik hervorgebracht hat wie die von George und Mary Boole.

George Boole wird 1815 in Lincoln in den englischen Midlands geboren. Sein Vater ist ein bildungshungriger Schuhmacher, der sich lieber mit Optik (Mikroskopen, Teleskopen) und Mathematik beschäftigt als bei seinen sprichwörtlichen Leisten zu bleiben. Der Sohn muss deshalb schon als Jugendlicher seine Eltern und seine drei Geschwister finanziell unterstützen, indem er als Lehrer arbeitet. Ihm gelingt ein überraschender sozialer Aufstieg, er wird Mathematik-Professor im irischen Cork. Mit seiner jungen Frau Mary hat er fünf Töchter. Mary Boole wird nach dem Tod ihres Mannes als Feministin, Pädagogin und Okkultistin bekannt. Ebenso bemerkenswert sind die Leistungen ihrer Töchter. Eine erhält eine Ehrendoktorwürde für Arbeiten zur Visualisierung der vierten Dimension, eine andere wird die erste Chemie-Professorin im Vereinigten Königreich, und die jüngste nach einer Karriere als Revolutionärin eine weltberühmte Schriftstellerin, deren Abenteuerroman *The Gadfly* in 22 Sprachen übersetzt wird. Viele Angehörige der Enkelgeneration und deren direkte Nachkommen machen sich Namen auf den Gebieten der Mathematik, Pädagogik, Physik, Biologie, Agrarökonomie, Sozialgeschichte und der Künstlichen Intelligenz. Darunter ist der Physiker Geoffrey Ingram Taylor, der bahnbrechende Erkenntnisse in der Hydrodynamik gewinnt und wesentliche Beiträge zum Funktionieren der Atombombe leistet. Ein Zweig der Familie betreibt über drei Generationen unter teilweise abenteuerlichen Umständen in Mexiko biologische Forschungen, entdeckt und registriert Hunderte neuer Insekten- und Pflanzenarten. James Wattley Hinton veröffentlicht nebenbei unter einem Pseudonym sechs Abenteuerromane, die im mexikanischen Dschungel spielen, dazu 150 Kurzgeschichten. Ein anderer Zweig wirkt aktiv am Aufbau des maoistischen China mit. Einer von

ihnen, William Howard Hinton, schreibt Bestseller über die Entwicklungen in einem chinesischen Dorf und über die Kulturrevolution. Schließlich gehört auch der »Godfather of AI« zur Familie, der Nobelpreisträger Geoffrey Hinton, der seit 2023 ein apokalyptischer KI-Kritiker ist.

Liebhaber, Ehepartner, Schwiegertöchter und Schwiegersöhne bereichern die Familiengeschichte, darunter James Hinton und sein Sohn Charles Howard, Wilfrid Voynich, Carmelita Hinton und Sid Engst.

Einige ideengeschichtliche Anteile des Buchs kreisen um Beiträge der Familienmitglieder zur Entwicklung des Wissens in Mathematik, Logik, Physik, Botanik, Zoologie und Computerwissenschaft. Die Erkenntnisse George Booles werden im ersten Kapitel ausführlicher in wissenschaftshistorische Zusammenhänge eingeordnet, als das bei anderen geschieht. Das ist notwendig, um deutlich werden zu lassen, warum gerade er auch bei den aktuellen theoretischen und technischen Entwicklungen um den Computer herum immer präsent geblieben ist.

Bei anderen Mitgliedern der Familie geht es um die Ideologien sozialer Bewegungen wie den Marxismus-Leninismus oder um die »dunklen« Seiten der Vernunft, die von okkulten Strömungen und der Parapsychologie repräsentiert werden. Bei vielen Booles und Hintonen koexistieren die radikale Anstrengung des Verstandes und die radikale Abweichung von den anerkannten Pfaden der Vernunft, und vielleicht bedingen sie einander sogar. Logik und Aberglaube, wissenschaftliche Systematik und Abenteuerertum, Algorithmen und Apokalypse – die Beiträge der Boole-Familie auf ihren jeweiligen Gebieten haben ihre hellen und dunklen Seiten.

Meine Beschäftigung mit der Familiensaga der Booles begann mit der Lektüre eines Romans von Mircea Cărtărescu, *Solenoid*, dessen deutsche Übersetzung 2019 bei Zsolnay erschien. Dort geht es um die phantastische Konstruktion einer im Untergrund von Bukarest arbeitenden Maschine, die den Protagonisten physische Erfahrungen in der vierten Dimension ermöglicht. Der Autor bezieht sich dabei auf den »logisch-mathematischen Clan« der Booles, aus dem Anstöße zur Erforschung der vierten Dimension hervorgegangen seien. Ein weiterer Querverweis von Cărtărescu machte mich unerwartet auf andere, mir eigentlich schon bekannte Familienmitglieder aufmerksam. Er berichtet nämlich über seine Leseerfahrung mit dem Roman *The Gadget* von Ethel Lilian Voynich und von der mysteriösen Geschichte des »Voynich-Manuskripts«, das bis heute von niemandem, auch von keiner KI, entziffert werden konnte. Die Autorin des Romans *The*

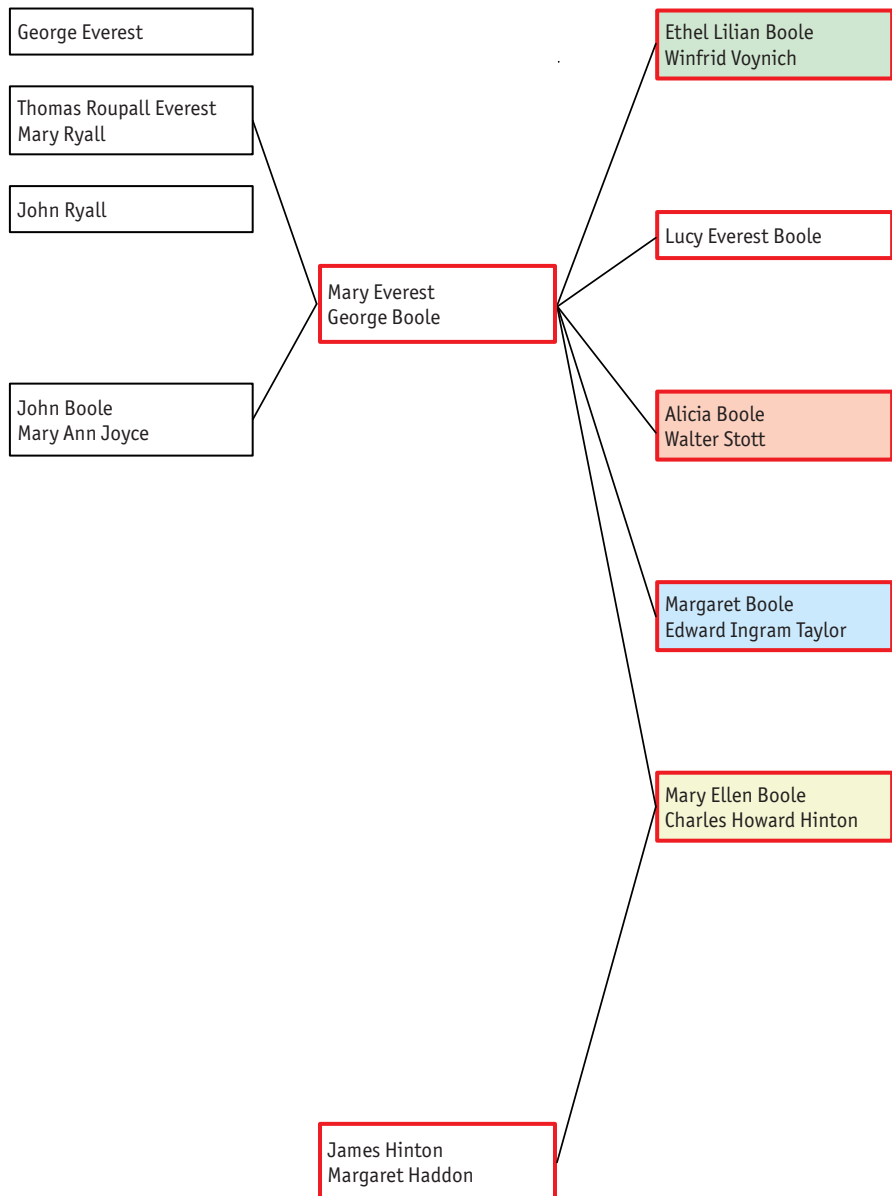
Gadfly ist die jüngste Tochter der Booles. Das Buch kannte ich bereits. Auch der Name Hinton war mir schon vertraut, allerdings nicht im Zusammenhang mit Spekulationen über die vierte Dimension oder mit romantischen Abenteuern, sondern mit der Agrarrevolution im maoistischen China.

George Boole, der ernsthaften Computernutzern als Namensgeber der »Booleschen Operatoren« (AND, OR, NOT, XOR) vertraut ist, interessierte mich dann als Person. Die Beschäftigung mit seinem philosophischen und theologischen Werk und mit seiner Lebensgeschichte erhöhte meine biographische und ideengeschichtliche Neugier, die sich schnell auf weitere Generationen ausweitete. Ich fand mehr als fünfzig Individuen in fünf Generationen, die in direkter Linie von George Boole und seiner Ehefrau Mary Everest Boole abstammen. Der hier abgedruckte Stammbaum gibt einen Überblick. Annähernd die Hälfte der darin erfassten Personen hat in den letzten 175 Jahren prominente Beiträge auf wissenschaftlichen Feldern, in der Literatur und in sozialen Bewegungen geleistet. Die Unterschiede der behandelten Personen, ihres Wirkens und ihrer Lebensweise sowie auch des jeweils verfügbaren literarische und archivalische Materials schlagen sich im Aufbau und auch in den Darstellungsweisen der einzelnen Kapitel nieder. Rote Fäden existieren dennoch und werden an vielen Stellen auch sichtbar.

Vorhandene Literatur

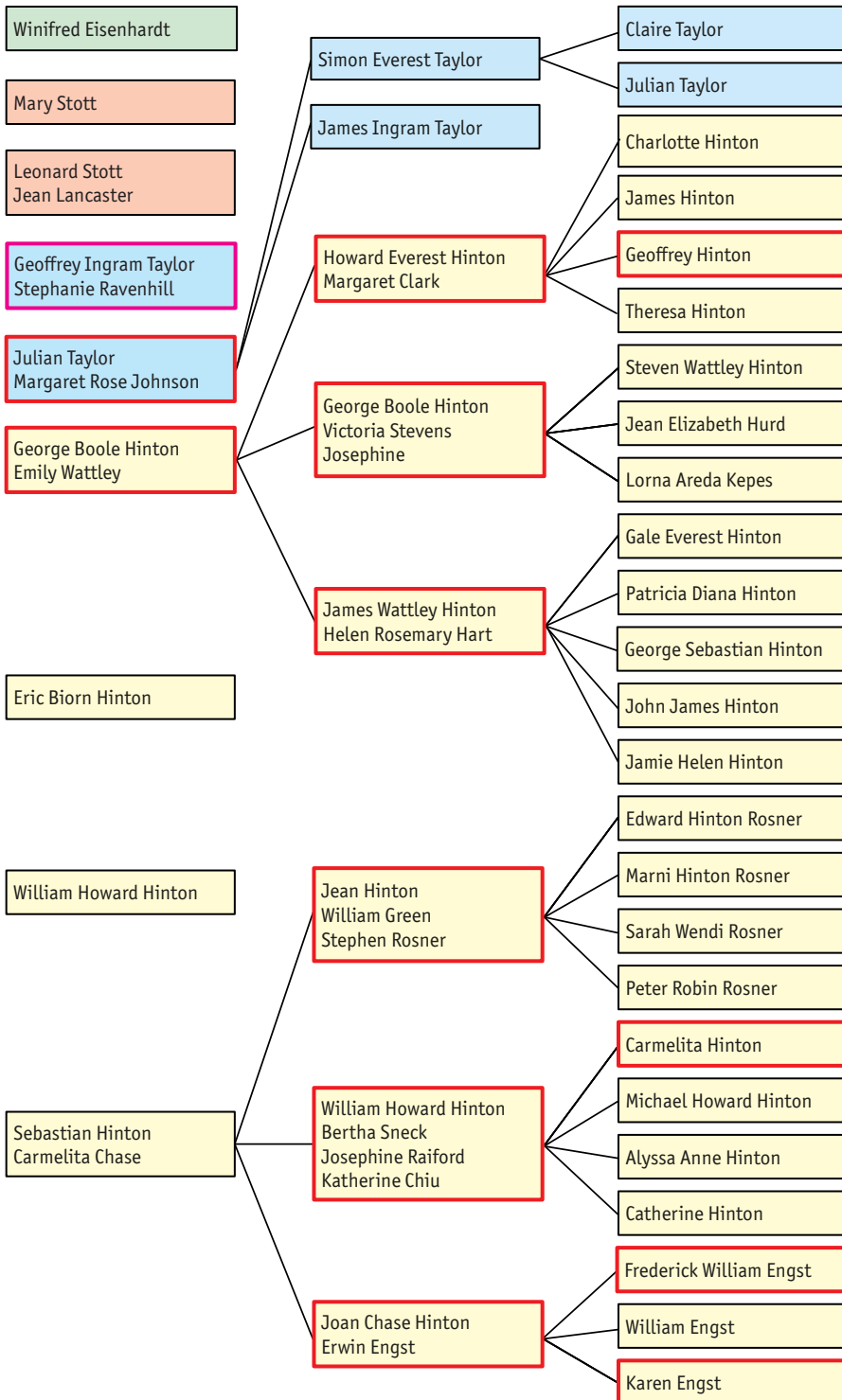
Die englischsprachigen Schriften von George Boole und seinen Nachkommen sind problemlos zugänglich. Deutsche Übersetzungen gibt es allerdings nur von ganz wenigen Texten George Booles (aus viktorianischer Zeit), aber nicht von seinem Hauptwerk *An Investigation of the Laws of Thought* (1854). Der Roman *The Gadfly* der Tochter Ethel Lilian Voynich und einige phantastische Erzählungen des Schwiegersohns Charles Howard Hinton (herausgegeben von Jorge Luis Borges) sind ebenfalls übersetzt. Zu einzelnen Personen und zur gesamten Familie der Booles, Taylors und Hintons gibt es eine Handvoll englischsprachiger biographischer Studien. Größere deutschsprachige Arbeiten fehlen jedoch vollständig.

Stammbaum der Booles, Taylors und Hintons



Rot umrahmt

sind Personen mit eigenen Kapiteln oder Unterkapiteln



Quellen und Nachweise

Das Buch basiert auf dem Studium vieler und sehr verschiedenartiger Quellen. Um den Text lesbar zu halten und nicht mit Fußnoten oder anderen Nachweisen zu unterbrechen, habe ich die Quellen kapitelweise im Anhang gesammelt. Die Herkunft direkter Zitate dürfte sich auf diese Weise problemlos erschließen. Bis auf ganz wenige Ausnahmen stammen Zitate aus englischsprachigen Veröffentlichungen und wurden von mir selbst übersetzt. In keiner Arbeitsphase wurde bei der Arbeit an diesem Buch eine KI-Software benutzt. Etwaige Fehler und Irrtümer sind also immer meinen eigenen Konfabulationen zuzuschreiben und nicht den »Halluzinationen« eines Chatbots.

George Boole

Die letzten Wochen

Es war kühl und es regnete in Strömen, wie meist in Cork im Spätherbst. Der Professor hatte fünf Viertelstunden zu Fuß zu bewältigen, um sein College zu erreichen. Eine Bahnfahrt hätte den Fußweg auf zehn Minuten reduzieren können, aber der Fahrplan harmonisierte nicht mit seinem universitären Stundenplan. Er wäre eine Viertelstunde zu spät gekommen. Eine Eingabe an die Universität, mit der er in seinem eigenen und im Interesse vieler Studenten erreichen wollte, dass die Uhr der Fakultät eine Viertelstunde vorgestellt würde, war abgelehnt worden. An der Normalisierung der irischen Zeit durch den Eisenbahnfahrplan und an den Stundenplänen der Universität war erst recht nicht zu rütteln. George Boole blieb nichts anderes übrig, als zu Fuß zu gehen, um pünktlich in seine Vorlesungen zu kommen. Er war nun 49 Jahre alt und seit fünfzehn Jahren in Cork Professor für Mathematik. Er war äußerst pflichtbewusst und hielt an diesem 24. November 1864 seine Vorlesungen ab, ohne seine nasse Kleidung wechseln zu können. Als er am Abend wieder bei seiner Familie eintraf, litt er unter hohem Fieber.

Von einem längeren Aufenthalt in England hatte er bereits im Spätsommer eine Infektion der Atemwege mit nach Hause gebracht. In einem Brief an einen Jugendfreund klagte er, er fühle sich um zehn Jahre gealtert – und kündigte an, bei Anhalten seiner Symptome die türkischen Bäder in Blarney (gälisch: An Bhlarna) aufsuchen zu wollen. Der Ort liegt einige Kilometer nordwestlich von Cork. Die Bäder waren von Dr. Richard Barter 1843 gebaut und eingerichtet worden und boten auch therapeutische Kaltwasserbehandlungen an: feuchte und trockene Wickel sowie kräftige kalte Güsse. Das Etablissement entwickelte sich zu einer der größten hydropathischen Einrichtungen der Welt und existierte bis 1952. Dr. Barter war

zwar sogar in Teilen der Familie Boole als Quacksalber verschrien, nicht aber bei Mary und George Boole. Die Familie Mary Everests war seit Jahrzehnten dem Mesmerismus und der Homöopathie zugetan und immun gegen Kritik an dieser therapeutischen Glaubensrichtung. George Booles Schwester Mary Anne hingegen hatte den Eindruck: »Die Everests scheinen tatsächlich eine Familie von Spinnern und Anhängern von Spinnern gewesen zu sein.« Einige Biographen machen die Entscheidungen von Mary Boole für den weiteren Krankheitsverlauf verantwortlich. Der Bericht einer Nachbarin aus Cork, Annie Gibson, fasst die Situation im Hause Boole so zusammen:

22.11.1864. G. B. wirkte müde und hatte einen üblen Husten. Sprach über ein Meeting der Anteilseigner der örtlichen Gas-Gesellschaft. Las mehrere Gedichte vor. Einige Tage später war er offenbar nicht zuhause, aber seine Frau Mary sprach von Erkältung und Husten. Zwei Tage danach war er bettlägerig, und nach Auskunft einer Hausangestellten erwartete er Dr. Barter. Mary am Tag danach: Dr. Barter habe die Krankheit bestätigt. Wieder drei Tage später, G. B. bedurfte großer Aufmerksamkeit, und Gibson sollte sich ein wenig um Mary kümmern. Mary Ann war jeden Tag viele Stunden bei George. Dr. Barter war auch da. Nach seiner Auskunft war der Zustand nicht bedrohlich, obwohl George einen bedenkenerregenden Husten hatte. Ein hinzugezogener Arzt erklärte den Zustand des Kranken dann doch für ernst. Eine Krankenschwester wurde hinzugezogen. George hatte kein Delirium, aber verlor das Zeitgefühl, hatte Schmerzen an der Seite. Mary rief wieder Dr. Barter und auf Wunsch von George auch Dr. Bullen, den anderen Arzt. Der verordnete Senfpflaster und Hühnerbrühe. Dr. Barter kam auch und erklärte seinen Rückzug: Zwei Ärzte, die nicht miteinander reden, seien nicht gut, außerdem sei keine Behandlung mehr nötig (keine Erklärung). Dr. Bullen kam öfter. George wollte sein Baby Ethel sehen, freute sich über Blumen. Zwei Krankenschwestern arbeiteten im Schichtbetrieb. Der Arzt machte Güsse auf die Brust, Pflaster – alles nutzlos.

George Boole starb am 8. Dezember 1864 und hinterließ seiner Frau und seinen fünf Töchtern, die zwischen sechs Monaten und acht Jahren alt waren, buchstäblich nichts außer seinen Büchern. Unter den Ehrungen, die ihm posthum zuteil wurden, sind ein Kirchenfenster in seinem Geburtsort Lincoln, ein Fenster der Aula Maxima in der Universität Cork und ein nach ihm benannter Mondkrater von 63 km Durchmesser (63,7° N, 87,4° W). Darüber hinaus gibt es keinen Programmierer, der nicht den Datentyp »Boolean« kennt, bei dem es nur zwei Werte gibt: »true« und »false«. Alle Nutzer von Suchmaschinen oder einer Datenbank-Anwendung profitieren täglich von den »Booleschen Operatoren« AND, OR und NOT, wenn sie meh-

rere Suchbegriffe kombinieren oder eine Suche verfeinern wollen. Das ist jedoch nur die Oberfläche des bleibenden Einflusses von George Boole. Boole stieß durch seine mathematischen Arbeiten eine Entwicklung der Logik an, deren Anwendungen letztlich für das Funktionieren aller heutigen digitalen Geräte unverzichtbar sind.

Herkunft und Familie

George Boole wurde am 2. November 1815 in Lincoln, England, geboren. Sein Vater John Boole stammte aus einer angesehenen Familie freier Bauern und Handwerker in Broxholme, das nicht weit von Lincoln entfernt ist. Auch seine Vorfahren konnten lesen und schreiben und besaßen etliche Bücher. John Boole ging bei einem Schuhmacher in die Lehre und zog 1800 mit 23 Jahren nach London, weil er sich nicht nur in seinem Handwerk weiterbilden wollte. Er war wissensdurstig, lernte Buchhaltung und beschäftigte sich mit angewandter Mathematik. Französisch brachte er sich autodidaktisch bei. Zu Beginn des 19. Jahrhunderts hofften viele Handwerker, durch Bildung eine Selbstverbesserung und vor allem den sozialen Aufstieg zu erreichen. Führende Gestalten der beginnenden industriellen Revolution entstammten Handwerkerfamilien: der Maler und Dichter William Blake, der politische Autor und Gründungsvater der USA Thomas Paine, der Frühsozialist und Begründer des Genossenschaftswesens Robert Owen, der radikale Sozialreformer Thomas Spence und viele andere. Neben der sozialen Herkunft waren für diese aus der Handwerkerschicht aufgestiegenen Intellektuellen nicht-konformistische religiöse Bindungen kennzeichnend. Speziell war unter ihnen die Zuwendung zu methodistischen Strömungen verbreitet, die zwar die strenge Befolgung von Regeln, Abstinenz und den Besuch der Sonntagsschule verlangten, aber gleichzeitig Alphabetisierung und Lektüre förderten. Allerdings waren Werke, die sich mit Philosophie, Politik, Poesie oder Bibelkritik beschäftigten, verpönt. Manche Methodisten neigten sogar zu sektiererischem Psychoterror gegen Andersdenkende in ihrem Umfeld. Es gab bei ihnen eine Art Besessenheit mit den Themen Schuld, Sünde und Seelenheil, und überall lauerte Satan, als äußerer und innerer Feind. Typische Vertreter der frühen viktorianischen Kultur waren Pastoren, eine Hand auf der Bibel (vorzugsweise das Alte Testament) und das Auge über dem Okular des Mikroskops oder Teleskops.

John Boole blieb sieben Jahre in London und lernte in vielerlei Hinsicht dazu. Er begegnete im Hause eines jungen Mannes, den er in Mathematik unterrichtete, der Kammerzofe Mary Ann Joyce und fand in ihr die Frau für sein Leben. Die Heirat fand 1806 in der Kirche St. Martin in the Fields am Trafalgar Square statt, die heute vor allem durch das nach ihr benannte Kammerorchester bekannt ist. Unmittelbar nach der Trauung, noch auf den Kirchenstufen, gingen sie wieder auseinander. Er musste zurück an seine Arbeitsstätte in der Watley Street, sie zu ihrer Dienstherrin, einer Pfarrersfrau.

Über ein halbes Jahr lebte das junge Paar bei Zimmerwirten, weil es sich in London keine eigene Wohnung leisten konnte. Das gemeinsame Leben begann schließlich in Lincoln, das zu jener Zeit kaum mehr als 10.000 Einwohner und über vierzig Schuhmacher hatte. John Boole war durch einen Verwandten zur Gründung seiner Werkstatt ermutigt worden, und Empfehlungen verhalfen ihm auch zu einem gelungenen Anfang.

Lincoln ist eine Stadt in Mittelengland mit langer Geschichte. Gegründet als Siedlung schon in der Eisenzeit war sie römische Bezirkshauptstadt (Lindum) und seit 1072 ein Bischofssitz, an dem beispielsweise Robert Grosseteste (1175–1253) wirkte. Er wurde durch seine Aristoteles-Übersetzungen (ins Lateinische) in ganz Europa bekannt und ist heute vor allem wegen der von ihm erfundenen und erarbeiteten Sachregister auch eine Figur der Buch- und Mediengeschichte. Nach einer Blütephase im späten Mittelalter stagnierte die Stadt ökonomisch und leistete keinen bedeutenden Beitrag zur Entwicklung des Manufakturwesens oder des Handels. Zur Zeit der Booles hatte die Industrialisierung Lincoln noch nicht erreicht; das geschah erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts.

Die von John Boole eröffnete Schuhmacherwerkstatt war durchaus erfolgreich, seine fachliche Kompetenz und das weit über sein Handwerk hinausgreifende Wissen wurden von seinen Mitbürgern geschätzt. In seiner Werkstatt entstanden im Laufe der Jahre nicht nur Schuhe, sondern auch optische Geräte, vor allem Teleskope. Für ihn war, wie für die meisten seiner britischen Zeitgenossen, der bestirnte Himmel ein Ehrfurcht gebietendes Werk Gottes. Er führte später seine Kinder des Öfteren in sternklaren Nächten ins Freie und zeigte ihnen die Sterne und Sternbilder. In seiner Werkstatt lag immer ein Buch in einer Schublade bereit, meist ging es darin um Mathematik oder Physik. Seinen Beruf betrachtete er nur als Pflichtaufgabe. An seinem Laden prangte eines Tages ein Schild:

Jeder, der die Werke Gottes im Geiste der Ehrfurcht beobachten möchte, ist eingeladen, durch mein Teleskop zu schauen.

Mary Ann Joyce war 1780 in Berkshire als uneheliche Tochter eines Geistlichen und seiner Haushälterin zur Welt gekommen. Sie wurde von ihren Großeltern großgezogen, ihre Mutter suchte sich nach ihrer Geburt eine Arbeit in London. Der Großvater war Küster und Organist in einer kleinen Kirchengemeinde. Gönnerhafte Hilfsangebote des leiblichen Vaters wies die Familie Joyce zurück. Trotz der Erfahrungen ihrer Mutter ließ sich Mary Ann von ihren Großeltern nach London in einen Pfarrerrhaushalt vermitteln. Dort arbeitete sie als Hausmädchen für die Pfarrersfrau, bis sie mit John Boole nach Lincoln zog. Ihre uneheliche Herkunft machte ihr zeitlebens zu schaffen, und sie weihte zumindest ihre Tochter Mary Anne, die jüngere Schwester von George Boole, in das sonst sorgsam gehütete Geheimnis ein.

Als sie schon 35 Jahre alt und neun Jahre mit ihrem Mann John verheiratet war, brachte Mary Ann Boole ihren ersten Sohn zur Welt, George Boole. Bis dahin war ihr Leben noch relativ sorglos verlaufen. Allerdings musste sie bemerken, dass ihr Mann sich mehr für seine Theorien und Geräte interessierte als für seinen Beruf. Er überließ viele Arbeiten seinem Lehrling, ohne ihn ausreichend anzuleiten und zu beaufsichtigen. Die Kunden wurden unzufrieden und wechselten zu seiner Konkurrenz über. Das Geld war daher im Hause Boole immer sehr knapp. Die Geburt von George brachte Mary Ann zudem in Lebensgefahr, weil der stolze Vater ihr im Wochenbett keine Ruhe gönnte, sondern bereits unmittelbar nach der Geburt Besucher in ihr Schlafzimmer drängte, um sie das gelungene Menschenkind bewundern zu lassen. Sie brauchte lange, um sich davon zu erholen. George wurde 1815 geboren, und es folgten drei weitere Kinder – Mary Anne 1816, William 1819 und Charles 1821. Die Mutter war allen ihren Kindern sehr zugewandt. Sie war der Ansicht, dass sich ein guter Charakter am besten durch Musik und gemeinsame Aktivitäten bildet. Im Hinblick auf die Aktivität in der Familie war sie ein Gegenpol zu ihrem Mann, mit dem sie dennoch nie größere Konflikte hatte.

John Boole entwickelte allerdings ein besonders enges Verhältnis zu seinem Sohn George. Auch wenn er seine beruflichen Aufgaben vernachlässigte, nie ließ er davon ab, seinen Sohn zu umsorgen und unterrichten. Um seine anderen Kinder kümmerte er sich nur gelegentlich. Von 1815 bis 1830 wohnte die Familie in einem kleinen Haus in der Silver Street Nr. 49

in Lincoln. John Boole geriet um 1820 in eine große finanzielle Klemme, konnte Schulden nicht zurückzahlen und wurde deshalb zu einer Gefängnisstrafe verurteilt. Mary Ann vermietete daraufhin mehrere Zimmer ihres Hauses, um die Schuld allmählich zu begleichen. Auch danach, mit vier kleinen Kindern, konnten sich die Booles kein standesgemäßes Hauspersonal leisten, sodass alle Lasten an der Mutter Mary Ann hängen blieben. Die Gefängnis-Episode war natürlich in der ganzen kleinen Stadt bekannt, und auch die Kinder wurden von Spielgefährten damit gehänselt. Diese Erfahrung trug sicher dazu bei, dass George sein Leben lang äußerst korrekt und sparsam mit seinen finanziellen Mitteln umging und nie Schulden machte.

Über seinen Vater sagte George Boole später mit großem Verständnis: »Eine fleißige Person mag ihren Beruf zugunsten von Büchern vernachlässigen; aber wenn sie das tut, kann man das nicht den Büchern vorwerfen, sondern es zeugt von ihrem Hang zu Prinzipien oder ihrer Beharrlichkeit.« Seine spätere Frau Mary Everest hingegen schrieb kritisch über ihren Schwiegervater: »Er scheint fähig gewesen zu sein, alle Dinge richtig gut zu tun, außer sein eigenes Geschäft zu führen.«

Die mittelständische Gesellschaft von Lincoln ließ John Boole aber keineswegs fallen. Sie trug ihm trotz seiner notorischen finanziellen Misere die Arbeit als Rechnungsprüfer der örtlichen Sparkasse an, der Lincoln Savings Bank, wobei er seine in London erworbenen Kenntnisse in der Buchführung einsetzen konnte. Es handelte sich dabei um keine Vollzeitarbeit, er blieb weiterhin noch als Schuster tätig. Sogar in ein Aufsichtsgremium des Geldinstituts wurde er noch berufen und behielt diese Funktion bis zu seinem Lebensende 1848.

Der junge George wurde von ihm vor allem im korrekten Gebrauch der englischen Sprache sowie in Mathematik und Geometrie unterrichtet. Mit fünf Jahren sorgte er auf dem Markt von Lincoln für eine kleine Sensation. Er konnte sämtliche Wörter, die ihm zugerufen wurden, richtig buchstabieren und sammelte dafür Geld ein. Er war intellektuell frühreif, ein immer neugieriges und universell interessiertes Kind. Für seine Bildung sorgten zeitweilig auch privat bezahlte Lehrerinnen, und mit sieben Jahren ging er in eine Commercial School in Lincoln. Solche Schulen vermittelten über das traditionelle Curriculum hinaus praktische Qualifikationen, die in mittelständischen Berufen gebraucht wurden. Nach drei Jahren wechselte er auf eine andere Schule, an der er unter allen Mitschülern hervorstach und ihm der Lehrer nichts Neues beibringen konnte.

Ein Nachbar der Booles, der Buchhändler William Brooke, gab George Lateinunterricht. Im Altgriechischen unterrichtete ihn ein Geistlicher, der zeitweilig ein Zimmer im Hause Boole gemietet hatte. Trotz seines Lerneifers und seiner etwas schüchternen und zurückhaltenden Art pflegte George durchaus Freundschaften und beteiligte sich auch an den sportlichen Übungen der Gleichaltrigen. Als er zehn Jahre alt war, reichten die Kenntnisse seines Vaters in den klassischen Sprachen nicht mehr zu einen Austausch mit ihm aus. Er setzte das Fremdsprachenstudium autodidaktisch fort, wie sein Vater es früher auch getan hatte. Lateinische Klassiker übersetzte er ins Englische, und der Buchhändler Brooke belieferte ihn ständig mit weiterer Literatur. Booles Schuhmacherei war in der High Street Nr. 295, Brookes Buchhandlung, die sich später um einen kleinen Verlag erweiterte, in der Nr. 290. Im *Lincoln Herald* entspann sich im Sommer 1830 um die Übersetzung eines Gedichts des im 2. Jahrhundert v. u. Z. geborenen griechischen Poeten Maleagros von Gadara ein öffentlicher Disput. Der vierzehnjährige George Boole hatte sie zu seinem eigenen Vergnügen angefertigt, und sein stolzer bildungsbeflissener Vater hatte sie der Zeitung übermittelt, die sie mit der Altersangabe des Übersetzers abdruckte. In einem aggressiven Leserbrief bezweifelte dann ein Kritiker, ein Schuldirektor aus der Region, dass ein Schuljunge diese Übersetzung habe anfertigen können, es müsse ein Plagiat sein. George Boole antwortete selbst souverän auf den Zweifler, und es ging noch einige Male in den Leserbriefspalten hin und her.

John Boole entwickelte Ende der 1820er Jahre eine verbesserte Version eines Schaufelrades für den Antrieb von Dampfschiffen, mit dem das Wasser weniger heftig gepeitscht wurde als bei den verbreiteten Typen. Er sandte ein Modell aus Mahagoni und Kupfer mit einer Beschreibung an die *Royal Society*. Die schickte es kommentarlos zurück. Zu seiner Nichtberücksichtigung wird beigetragen haben, dass er ein völlig unbekannter kleiner Schuster war. Seine Enttäuschung über die Ablehnung war groß. Als kurz darauf ein anderer Erfinder die gleiche Verbesserung des Schaufelrads patentieren ließ, war das für John Boole ein weiterer Schock, der lange nachwirkte. Vielleicht trug das negative Erlebnis mit der *Royal Society* dazu bei, dass er seinen Beruf völlig vernachlässigte. Das ging nicht lange gut, im Jahr 1831 rutschte er in den Bankrott.

Die Lehrerkarriere

George Boole, gerade sechzehn Jahre alt geworden, musste nun als Geldverdiener für die Familie einspringen. Er hatte Französisch, Deutsch und Italienisch gelernt, dazu Lateinisch, Griechisch und auch Ansätze von Hebräisch. Für die alten Sprachen hatte er sich bislang hauptsächlich aus religiösen Motiven interessiert. Bisher hatte er die feste Absicht, in den geistlichen Stand zu treten. Die Lektüre religiöser Werke auch anderer Glaubensrichtungen ließ ihn allerdings immer mehr an der anglikanischen Staatskirche zweifeln. Die Auseinandersetzung mit Glaubensfragen blieb ein Dauerthema für ihn. Die anglikanische Staatskirche hatte in England im 19. Jahrhundert einen großen Einfluss auf das Alltagsleben, der mit dem Fortschritt der Industrialisierung allerdings schwächer wurde. Es bildeten sich protestantische Strömungen heraus, die zum Teil auch sozialreformerische Ziele verfolgten. Viele Institutionen des Bildungsbereichs blieben jedoch noch lange unter strenger Kontrolle der offiziellen Kirche. George Boole entwickelte als Jugendlicher eine Nähe zu den Unitariern, die das anglikanische und katholische Konzept der Dreieinigkeit nicht akzeptieren. Christus ist für sie ein Prophet, die Bibel wollen sie nicht allzu wörtlich nehmen, speziell die Erbsünde. Die ewige Verdammnis und die Prädestination halten sie für Mythen. Vernunftbegabte Menschen mit freiem Willen sollten durch die Kombination von Glauben und Wissenschaft eine bessere Gesellschaft schaffen. Diesem Grundgedanken stimmte George Boole sein Leben lang zu, er hegte allerdings auch für die jüdische Religion Sympathien.

Als das Geschäft seines Vaters zusammenbrach, war er sofort bereit, seine bisherigen Pläne und Hoffnungen aufzugeben. Es gelang ihm, in South Parade, Doncaster, als Hilfslehrer eingestellt zu werden. Die Schule stand unter dem Einfluss von Wesleyanern. John Wesley (1703–1791) hatte mit seinem Bruder Charles die methodistische Richtung in der anglikanischen Kirche gegründet, die sich durch einen strengen Lebensstil auszeichnete. Er unterstützte 1791 William Wilberforce bei der Abschaffung der Sklaverei in England. An eine Umgebung, die vom strengen Gebot der Pflichterfüllung geprägt war, musste sich George erst einmal gewöhnen. Es sprach sich dann bei den Eltern der Schüler schnell herum, dass George Boole nicht Methodist, sondern Unitarier war. Ein ehemaliger Schüler Booles schrieb:

In der Zeit seines Aufenthalts an der Schule war Mr. Boole hochangesehen für seine Leistungen und seine umsichtige Pflichterfüllung. Als jedoch die Tatsache bekannt wurde, dass er ein Unitarier war, auch am Sonntag mathematische Schriften las und sogar in der Kirche mathematische Aufgaben löste, ruinierte das sein Glück und seine Verwendbarkeit. Selbstgerechte Moralapostel beklagten sich über ihn, von denen allerdings einige (in einem Fall fast eine ganze Familie) den Methodisten selbst in späteren Jahren den Rücken kehrten, um sich wieder der Kirche anzuschließen. Die Jungen beteten in ihren Gebetsstunden für seine Bekehrung. Das war schließlich der Grund, weshalb der Schulleiter Heigham ihm mitteilte, es sei wünschenswert, dass sein erster Assistent ein Wesleyaner wäre.

Neben seiner Lehrtätigkeit in Doncaster widmete sich George weiter dem Studium der Mathematik, allerdings recht unsystematisch, weil es schwer für ihn war, an die gewünschte Literatur heranzukommen. Der Autodidakt klagte später darüber, dass er aufgrund seiner planlosen Studien viel Zeit vergeudet habe. Für seine logischen Untersuchungen las er nicht nur Bücher über Logik, sondern auch über Psychologie, weil er unbedingt verstehen wollte, wie der menschliche Verstand funktioniert.

Nach zwei Jahren musste Boole die Schule verlassen. Er war ständig so sehr in seine Studien vertieft und »abwesend«, dass seinen Schülern bei Aufgaben die Schummerei leichtfiel. Wenn ihm jemand eine schriftliche Lösung präsentierte und er sie nach flüchtigem Hinsehen durchwinkte, wurde das Blatt heimlich weitergereicht und ihm von einem anderen Schüler wieder vorgelegt, ohne dass ihm das auffiel. Er war der beste Lehrer für Schüler, die seine Fähigkeiten schätzten und ihm das zeigten. Von denen gab es immer ein oder zwei. Mit einigen von ihnen hielt er den Kontakt auch nach der Schule aufrecht. Aber für die große Mehrheit der Jungen, die keine Neigung zum Lernen zeigten und denen er immer wieder die gleichen Regeln einpauken musste, war er der schlechteste Lehrer der Welt – so beschrieb es einer seiner früheren Schüler. Statt ruhig und gelassen etwas zu erklären, verlor er schnell die Geduld und schickte einen Schüler vor die Tür, worüber dieser dann eher glücklich war. Die Ungeduld war eine seiner größten Schwächen. Unter ihr musste auch sein Bruder William leiden. George wurde sofort wütend, wenn dieser eine Erklärung nicht gleich verstand. Jedenfalls lag hier, neben der religiösen Inkompatibilität, der zweite Grund für seine Entlassung.

Das Mechanics' Institute Lincoln

Die Aufgabe der Schuhmacherei bot John Boole die Chance, sich nun ausschließlich seinen Vorlieben zuzuwenden. Er befasste sich nicht nur mit angewandter Mathematik, es drängte ihn auch zur Weitergabe seines Wissens. Er war 1833 Mitgründer, Hausverwalter und Bibliothekar des *Mechanics' Institute* in Lincoln, einer Weiterbildungseinrichtung für junge Berufstätige, vergleichbar mit einer Volkshochschule, die Räume in der Krypta eines Franziskanerklosters bezog. Es gab dort Unterrichtsräume, einen Lese-raum und eine Art Museum, und es fand sich dort auch Wohnraum für die ganze Familie Boole. Solche Institute waren in ganz Großbritannien verbreitet, in den 1850er Jahren gab es etwa 1.200 davon. Die Initiative zur Gründung in Lincoln ging von der dortigen *Literary Society* aus und wurde vom Earl of Yarborough finanziell unterstützt. Sir Edward Ffrench Bromhead wurde der erste Präsident des Instituts. Er war zu Beginn des Jahrhunderts in Cambridge ein Mitgründer der *Analytical Society* gewesen, in der die Mathematiker Charles Babbage, John Herschel und George Peacock den Anschluss der britischen Mathematik an kontinentale Entwicklungen ankurbelten. John Boole übernahm die Verwaltung der Einrichtung und des Museums, organisierte den Unterricht in verschiedenen Grundfächern und hielt auch selbst Vorträge. Meist ging es um physikalische Themen – und seine Darstellungen waren oft mit Experimenten und Demonstrationen verbunden. Zudem warb er bei den örtlichen Geschäftsleuten für frühere Ladenschlusszeiten, um Angestellten und Hilfskräften die Teilnahme an abendlichen Weiterbildungsveranstaltungen zu ermöglichen. Die Gründung des Instituts fiel in eine Zeit, die von politischen Reformbewegungen und ersten kämpferischen Ansätzen der Arbeiterbewegung geprägt war. Konservative Kräfte in Lincoln setzten daher durch, dass politische und religiöse Themen aus dem Programm des *Mechanics' Institute* in Lincoln fernbleiben sollten. Sie beargwöhnten auch die Ansichten, die in den an der Bibliothek abonnierten Zeitschriften vertreten wurden. Der Earl of Yarborough und Sir Bromhead spotteten über die gewerkschaftlichen Initiativen, die zu dieser Zeit aufkamen und von der Idee getragen waren, dass Bildung den Lehrlingen und Arbeitern einen Weg zu einem gerechten Lohn für ihre Arbeit ebnen könnte. Im Leitungskomitee waren allerdings durchaus verschiedene politische Positionen vertreten. Dennoch fühlte sich John Boole von der Leitung des Instituts in seiner Aktivität gehemmt

und unangemessen behandelt und trat nach etlichen Konflikten 1835 von seinen Ämtern zurück.

Zehn Jahre später schrieb ein örtlicher Pfarrer an den *Lincolnshire Chronicle*, dass sich das *Mechanics' Institute* in ein radikales Vereinshaus verwandelt habe und dass revolutionäre Lehren – zu denen er auch schon die Freihandelsdoktrin zählte – dort verkündet würden. Damit werde die gesunde Regel verletzt, die dort politische Aktivitäten und religiöse Kontroversen untersagte. Die Erregung des Pfarrers entstand nach seiner Lektüre des Erzählungsbandes *Wise Saws and Modern Instances* von Thomas Cooper, der eine Zeitlang Komiteemitglied des Instituts gewesen und nun ein führender Chartist war. In dem Buch setzen sich die Protagonisten für unbedingte Gleichheit ein und stellen die traditionellen Werte und Vorurteile der tonangebenden britischen Gesellschaftsschichten infrage. Mit der Familie Boole war Cooper eng verbunden, er heiratete nämlich Susannah Chaloner, die Tochter von John Booles Schwester Susannah und somit die Cousine von George und seinen Geschwistern. Cooper hatte eine ähnliche Sozialisation wie George erfahren und führte ein bewegtes und von vielen Positionswechseln bestimmtes Leben. Er stammte aus armen Verhältnissen, machte eine Schuhmacherlehre, lernte als Autodidakt Latein, Griechisch und Hebräisch, wurde 1827 Schullehrer und wirkte ab 1829 als methodistischer Prediger. Einige Jahre später wurde er Journalist und arbeitete für einige Zeitungen, bis er aufgrund seines Einsatzes für den Chartismus entlassen wurde. Die People's Charter forderte 1838 freie, gleiche und geheime Wahlen für alle Männer, auch für besitzlose, die Entlohnung der Parlamentsabgeordneten, Wahlkreise gleicher Größe und jährliche Parlamentswahlen. Cooper gab mehrere chartistische Wochenzeitungen heraus und wurde wegen des Aufrufs zu einem Generalstreik 1843 zu zwei Jahren Gefängnis verurteilt, wo er das Buch *The Purgatory of Suicides* schrieb. George Boole und der zehn Jahre ältere Thomas Cooper hatten kein sonderlich enges Verhältnis. Boole schrieb über ihn 1847 in einem Brief an einen befreundeten Pfarrer in Lincolnshire:

Ich befürchte, dass ich Cooper in meinem Bericht [...] kaum gerecht wurde. Es ist wahr, dass er eitel und vielleicht pedantisch ist, aber schließlich vertritt er eine gute Sache, was die Eitelkeit rechtfertigen könnte, wenn sie überhaupt Kreaturen wie uns erlaubt ist. Ferner ist er ehrlich und aufrichtig und offen, und seine Eitelkeit ist vielleicht nicht größer als die vieler anderer, bei denen diese Eigenschaft als völlig unbedeutend erachtet wird, aber er setzt sich mehr den Blicken aus.

Cooper hielt später in seinen Erinnerungen fest, dass er George Boole gern besser kennengelernt hätte. Im Gefängnis hatte er ein weiteres Buch begonnen, den historischen Roman *Captain Cobbler: His Romance*, den er George Boole ohne dessen Wissen widmete. Boole war darüber nicht erfreut und sagte, Cooper hätte nie gelernt, die Gefühle anderer zu respektieren. Cooper rechtfertigte die Widmung damit, dass er das Buch größtenteils in Lincoln geschrieben habe, und das sei eben auch Booles Ort. Das Thema von Coopers Roman ist der Aufstand der Bauern von Lincolnshire im Jahre 1536 gegen die religiösen Reformen Heinrichs VIII., der von einem Schuhmacher angeführt wurde, dem Cooper den Namen Captain Cobbler gibt. In den Jahren nach seiner Haft wurde Cooper wieder religiös, bekämpfte den Darwinismus und wirkte als baptistischer Prediger, schrieb christliche Traktate, drei Romane und poetische Werke. Zu George Booles Tod äußerte Cooper: »Sein Vater war ein Unitarier – aber George lehnte den Unglauben seines Vaters ab und wandte sich dem wirklichen Christentum zu – Gott sei Dank.«

Mit dieser Charakterisierung lag er allerdings falsch. George Boole stand den Unitariern zeitlebens nahe und hatte immer große Sympathien für religiöse Freidenker. Zum Beispiel kannte er Francis W. Newman, den Bruder eines Kardinals, der der Ketzerei bezichtigt wurde, weil er gegen die Lehre des ewigen Strafgerichts argumentierte. Er war erst in Manchester, dann in London Professor für Latein. George Boole mochte sein 1858 erschienenes Buch über Atheismus. Newman interessierte sich für Mathematik, verstand aber Booles Arbeiten nicht. Im Hinblick auf politische Bestrebungen schloss sich George Boole in den 1830er Jahren den Chartisten Coopers nicht aktiv an, war jedoch in mehreren örtlichen Organisationen in Lincoln aktiv, die sich für soziale Reformen einsetzten. Sein Vater war stärker engagiert als er und nahm regelmäßig an einem radikalen Zirkel teil, der sich in einem Pub traf.

Die eigene Schule

Nach seiner Entlassung in Doncaster arbeitete George Boole kurzfristig an mehreren anderen Schulen, und als sein Vater nicht mehr im *Mechanics' Institute* arbeiten konnte, kam er nach Lincoln zurück und gründete mit Zwanzig die erste eigene Schule. Es war eine Tagesschule – die Einrichtung

eines Internats wagte er noch nicht. Sein Vater half ihm beim Aufbau und der Verwaltung seines Schulunternehmens. Es wurde ein Haus in der Free School Lane gefunden, in das auch die Familie einzog. Das britische Schulsystem wurde zu jener Zeit von Kirchen, Gemeindeverwaltungen und privaten Initiativen getragen, und in jedem Fall musste Schulgeld gezahlt werden, das manchmal von Sponsoren und wohlthätigen Einrichtungen übernommen wurde. Erst 1880 wurde die Schulpflicht eingeführt und allmählich von vier auf mehr Schuljahre ausgeweitet.

George Boole hatte sich einige didaktische Methoden zu eigen gemacht, zum Beispiel stand in der Mathematik die Diskussion und Lösung eines praktischen Beispiels immer vor der Verkündung einer Regel. Die Kinder sollten die Notwendigkeit und Richtigkeit einer Regel nachvollziehen können. Er sagte, wer eine wissenschaftliche Entdeckung mache, könne sich nie sicher sein, auf welche Frage sie als Antwort dient. Vielfach entstünden zwischen einer Frage und einer Antwort mehrere neue Fragen, deren Lösung die Voraussetzung für die Antwort auf die ursprüngliche Frage ist. In einem »Essay on Education« führte George Boole diese Überlegung aus und übertrug sie später auch auf seine akademische Lehre.

Die Tagesschule in Lincoln war einigermaßen erfolgreich, und Boole erhielt dafür öffentlich von vielen Seiten Anerkennung. Zudem ergab sich eine Freundschaft mit dem Geistlichen George Stevens Dickson, der bei ihm Mathematikunterricht nahm. Stevens spielte gut Klavier, und Boole dilettierte ein wenig auf der Flöte und der Violine. Er liebte das Klavierspiel, nahm sich aber nie genug Zeit, es zu erlernen. Erst später erwarb er einmal ein Instrument. Seine Maxime dabei war: Falls er erblinden sollte (er sah auf einem Auge ziemlich schlecht), wäre die Musik seine Leuchte in der Finsternis. Seine Schwester Mary Anne schrieb später, die Jahre nach der Schulgründung in Lincoln seien die glücklichsten ihres Bruders gewesen.

George Boole schrieb auch Gedichte, zum Beispiel ein »Sonnet on Music«, das eine Art Gebet ist und die Zeilen enthält:

Ob ich dich nun in der Dämmerstunde höre wie du von geliebten Lippen strömt,
oder in entrückter Stimmung im Gang des Münsters stehe, wenn Bögen und
Turm vom anschwellenden Brausen der Orgel zu zittern scheinen wie preise ich
dich da, erhabene Macht!

Er las und schätzte in dieser Zeit die romantische Dichterin Felicia Hemans, Lord Byrons *Childe Harold* und später die Gedichtbände von William

Wordsworth. Er wollte kein »bloßer Mathematiker« sein und erwog auch die Veröffentlichung eines Gedichtbandes.

Es ist verständlich, dass John Boole von den Fähigkeiten seines Sohns George beeindruckt war. Er erinnerte häufig daran, dass George im Alter von elf Jahren ein komplettes Geometrie-Lehrbuch von John Leslie an einem einzigen Tag bewältigt und verstanden hatte. Die Anerkennung seiner Talente ging über den Familienkreis hinaus: Es gab des Öfteren Zeitungsberichte aus Lincolnshire, die während seiner Lebenszeit seine Fähigkeiten und Errungenschaften herausstellten, und noch viel mehr nach seinem Tod. George Boole war bereits vor seiner Professur an der Universität von Cork ein Held der Grafschaft Lincolnshire.

Seinen ersten öffentlichen Vortrag hielt er 1835 am *Mechanics' Institute* in Lincoln, als sein Vater dort noch Kurator war. Er war dem Leben und den Entdeckungen Newtons gewidmet. Sir Edward Bromhead, der Präsident des Instituts, lobte ihn überschwänglich und drückte die Hoffnung aus, dass Mr. Boole den eingeschlagenen Weg weiter gehen möge und England eines Tages Ehre machen werde. Eine Zeitung aus der Region, der *Stamford Mercury*, beschrieb den Vortrag als »sehr gekonnte Vorlesung« und George als interessanten Mann mit einer profunden Kenntnis der Mathematik. Unter anderem war auch Thomas Cooper Zuhörer des Vortrags. Der neunzehnjährige Autodidakt George Boole bewies hier, wie tief er in die Mathematikgeschichte vorgedrungen war. Außerdem scheint er durch die Lektüre von Lagranges *Mécanique Analytique* auch schon sein Lebens thema entdeckt zu haben, die Verwandlung von physikalischen Problemen in symbolische Ausdrücke:

Durch die Arbeiten von Lagrange werden die Bewegungen eines abgelenkten Planeten mit all ihrer Kompliziertheit und Vielfalt auf eine rein mathematische Frage reduziert. Es hört dann auf, ein physikalisches Problem zu sein; der abgelenkte und der ablenkende Planet sind gleichermaßen verschwunden; die Ideen von Zeit und Kraft sind am Ende; die eigentlichen Elemente der Umlaufbahn sind verschwunden oder existieren nur als willkürliche Zeichen in einer mathematischen Formel.

Diese Entdeckung – so erzählte er es vielen seiner Zeitgenossen –, sei einer Epiphanie bei einem Spaziergang in der Umgebung von Doncaster entsprungen. Plötzlich sei ihm klar geworden, dass der menschliche Geist einen angeborenen Sinn für die »Einheit« habe und ständig versuche, sein Verständnis der Welt zu synthetisieren. In seiner Phantasie entstand eine

Methode, logische Beziehungen in symbolischer oder algebraischer Form auszudrücken, um auf diese Weise sowohl die Logik des menschlichen Denkens zu erklären als auch analytisch in die spirituellen Aspekte der menschlichen Natur einzutauchen.

Zwei Jahre später starb der Schulleiter in Waddington, wo George früher unterrichtet hatte, und ihm wurde die Schulleitung der Internatsschule angetragen. Er nahm an und zog mit seiner gesamten Familie im Dezember 1837 dorthin. Finanziell war die Übernahme mit Risiken verbunden, er musste jährlich eine hohe Pacht für die Familie des Gründers und vorherigen Betreibers erwirtschaften. Seine Schwester und der ältere seiner Brüder, William, arbeiteten als Lehrkräfte mit. Die Gründerfamilie hatte vertraglich zugesichert, an der Einwerbung von Internatsschülern mitzuwirken, blieb jedoch in dieser Hinsicht erfolglos oder sogar untätig. Den Booles drohte daher wieder einmal der Ruin. Es war sehr schwierig, aus dem noch 29 Jahre geltenden Vertrag herauszukommen. Nach langen Verhandlungen, bei denen es auch um die Versäumnisse der Vertragspartner ging, wurde George gegen Festsetzung einer beträchtlichen Geldsumme von seinen Verpflichtungen entbunden. Waddington war für die Familie Boole allerdings ohnehin nicht nur wegen des Schul-Desasters ein Ort, den sie gern wieder hinter sich ließ. Er liegt nur einige Meilen südlich von Lincoln, aber es herrschte dort ein sumpfiges und ungesundes Mikroklima. In drei Jahren gab es dort zwei Typhus-Ausbrüche, die sich auch an der Schule auswirkten.

Aber schon 1840 erhielt George Boole die Möglichkeit, in Lincoln ein Anwesen zu erwerben, auf dem er erneut eine eigene Schule gründen und zu einer Internatsschule ausbauen konnte. Zunächst betrieb er sie als Tagesschule. Das Vorbild und gewissermaßen ein Antrieb zur Gründung war sein Onkel William Boole, der in Lincoln eine Classical Commercial and Mathematical Academy – eine Art Handelsschule – leitete. Es gab zudem eine neue kirchliche Schule in Lincoln, die von einem großen Teil der Geistlichkeit aktiv unterstützt wurde. Eine weitere private Neugründung hatte es also unter diesen Umständen nicht leicht, sich zu behaupten. Die ersten Jahre dieses zweiten Versuchs in Lincoln waren von finanziellen Sorgen bestimmt, zumal ja Schulden aus Waddington abzuarbeiten waren. Es gelang George dennoch, bekannt zu werden und sich durchzusetzen. Sein Engagement galt zunächst und umfassend seinen Schülern. Er erwarb sich auch aufgrund seiner Methodik einen guten Ruf als Pädagoge und wurde 1846 zum Gutachter für das Schulwesen in Lincolnshire gewählt.

In der Zeit, die er sich dafür freihalten und erobern konnte, setzte er seine mathematischen Studien fort. Er schrieb einen Artikel, der 1841 im hochangesehenen *Cambridge Mathematical Journal* veröffentlicht wurde und ihm sozusagen das Entree in der Heimstatt der anerkanntesten Mathematiker Englands verschaffte. Er trägt den Titel »Researches on the Theory of Analytical Transformations«. Insgesamt erschienen in dieser Zeitschrift 24 Artikel von ihm. Der Herausgeber, Duncan Gregory, der nur wenig älter war als er, beriet ihn brieflich bei dieser und weiteren Veröffentlichungen. Er und andere Bekannte Booles drängten ihn, ein Universitätsstudium aufzunehmen, um eine akademische Karriere einschlagen zu können. Er zögerte jedoch und unternahm dann nichts. Mit Gregory diskutierte er die Gründe: Das Studium in Cambridge war teuer und würde angesichts der familiären Verpflichtungen seine finanziellen Verhältnisse überschreiten. Es war zudem auf das mathematische Standard-Curriculum beschränkt und würde ihn wissenschaftlich nicht voranbringen. Gregory warnte ihn regelrecht vor Ambitionen in Richtung Cambridge: Dort sei ungeheure mentale Disziplin erforderlich, die für einen Mann, der für sich selbst denkt, nicht »agreeable« ist. In Cambridge hätte sich Boole gefühlt wie ein Fisch auf dem Trockenen. Hinzu kam eine soziokulturelle Kluft: Boole konnte seine Herkunft nicht verleugnen, er fiel durch seinen Lincolnshire-Akzent auf, wirkte schüchtern und leistete sich dennoch manchmal Taktlosigkeiten.

Seine mathematischen Interessen erstreckten sich wie bei seinem Vater auch auf Anwendungsfelder wie Physik, Optik und Astronomie. In der Bibliothek des *Mechanics' Institute* las er mathematische Zeitschriften, Isaac Newtons *Principia*, den *Traité de mécanique* (Die Mechanik des Himmels) von Pierre-Simon Laplace und *Mécanique analytique* (Analytische Mechanik) von Joseph-Louis Lagrange, um dann nach eigenen Lösungen auf dem Gebiet der Algebra zu suchen.

In der von seinem Vater bis 1835 verwalteten Bibliothek gab es auch das *Philosophical Magazine* und die *Transactions* der *Royal Society*. Der Sohn forderte Neuanschaffungen mathematischer Werke, aber auch solche aus der Philosophie und Ethik. Die Regel, dass Schriften über Parteipolitik und kontroverse theologische Themen nichts in der Bibliothek zu suchen hätten, war natürlich nicht vollständig einzuhalten, Abgrenzungen ließen sich nicht klar definieren. Große Werke der Philosophie und Literatur haben immer Kontroversen erzeugt. Das betonte auch George Boole in ei-

nem Vortrag »A Plea for Freedom«, den er im Institut hielt. Er kritisierte scharf, dass die edelsten Geister aus der Bibliothek verbannt würden und somit die wichtigsten Fragen ausgeschlossen blieben. Er engagierte sich für soziale Anliegen, zum Beispiel für die Verbesserung der Zustände im örtlichen Frauengefängnis. Dessen Funktion lässt sich am ehesten als ein Büsserinnenhaus für Prostituierte beschreiben. Die Fensterscheiben des Hauses waren von außen angestrichen, so dass keine Sichtverbindung zur Außenwelt bestand, strenge Kleidung war vorgeschrieben. Die Bewachung allerdings war nicht sonderlich effektiv, viele Frauen liefen einfach fort. Boole warb in einem anderen Vortrag mit dem Titel »The right use of leisure« wie schon sein Vater auch für die Ziele der *Lincoln Early Closing Association*, die sich für mehr Freizeit der Beschäftigten in Handel und Gewerbe einsetzte, um ihnen die Möglichkeit zur Weiterbildung zu eröffnen. Verbunden damit war die Forderung nach einem Zehn-Stunden-Tag. Mitstreiter dabei waren der Buchhändler Brooke und der Vikar Larken. Edmund Larken war Pfarrer in der Nähe von Lincoln und ein radikaler »Christian Socialist« – mit acht Kindern und sechs Hausangestellten. Einige Jahre später, 1847, kam er in den Vorstand einer genossenschaftlich organisierten Bausparkasse (*Building Society*), deren Geschäftsführer George Boole war. Larken and Boole – der dann schon nicht mehr in Lincoln lebte – arbeiteten in den 1850er Jahren auch gemeinsam an einem Plan zur Eindämmung der Prostitution in Lincoln. Eine Sympathie mit den Positionen radikaler Reformer, wie den Aktivisten der Anti-Corn-Law-League und des Chartistismus und ihrer Leitfigur Thomas Cooper, ist in Booles Reden durchaus zu spüren. Im Jahr 1839 wurde Großbritannien von einem großen Chartisten-Aufstand erschüttert. In Newport (Wales) wurden 22 Demonstranten erschossen, Queen Victoria zog sich vorsichtshalber auf die Isle of Wight zurück, aber George Boole beteiligte sich an diesen Bewegungen nie aktiv. Er vertrat einen undogmatischen egalitären Utopismus und scheute gewaltsame Auseinandersetzungen absolut. In seinem Gedicht »The Fellowship of the Dead« heißt es:

Die freie, ungebundene Seele / Beugt sich keiner erzwungenen Kontrolle und teilt
/ Erfolge und Wagnisse ... / Alle, die die heilige Flamme spürten / Erheben sich
im Namen der Unterdrückung / Alle, die sich für gleiches Recht einsetzten / Alle,
die die gerechte Sache liebten, [...] / Waren mit jedem Menschenbruder verbun-
den / Die Liebe zur Wahrheit [...] / die Inbrunst ihrer Jugend / Holte die Weisheit
von den Sternen / Zu dem Bauern und dem Totengräber ... / Bis der Morgen end-
lich kommt / Und ein Eden wieder blüht

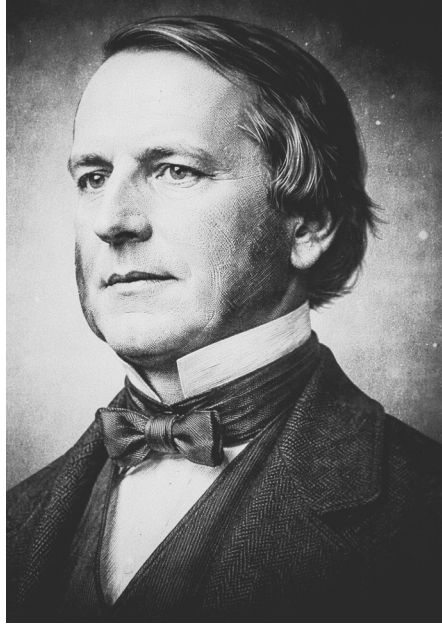
Im Laufe weniger Jahre war Bildung das Handwerk der Familie Boole geworden. George selbst, seine Schwester Mary Anne und sein Bruder William waren an der von George geleiteten Schule tätig, der Vater John Boole hielt Vorträge über Optik am *Mechanics' Institute*, und dessen Bruder William betrieb seine eigene Schule in der High Street.

Zu seiner Schwester Mary Anne hatte George ein besonders enges Verhältnis. Sie unterstützte ihn bei der Leitung der Schule in Waddington und auch bei der Gründung seiner eigenen Internatsschule in Lincoln. Sie übernahm den Unterricht in einigen Klassen und begann so eine Karriere als Lehrerin. Als George dann 1849 nach Irland übersiedelte und in Cork eine Professorenstelle annahm, blieb Mary Anne bei ihren Eltern in Lincoln. Nach dem Tod ihrer Mutter wurde sie durch die Vermittlung ihres Bruders Gouvernante der Kinder von William Fitzgerald, des anglikanischen Bischofs von Cork. Eins der Kinder war George Francis Fitzgerald, dessen Arbeit als Physiker später einen bedeutenden Einfluss auf Einstein und seine Relativitätstheorie hatte. Mary Anne Boole starb 1887 im Alter von 70 Jahren.

William John Boole folgte im Prinzip dem Bildungs- und Entwicklungsweg seiner Schwester, hatte es aber schwerer als sie, weil sein vier Jahre älterer Bruder extrem ungeduldig war und von ihm schnellere Lernerfolge erwartete. Dennoch begann auch er mit 21 Jahren an der Schule seines Bruders in Lincoln zu unterrichten und schlug eine Berufslaufbahn als Lehrer ein. Er war dreimal verheiratet. Mit seiner ersten Frau Eliza Pearson hatte er einen Sohn, Walter John George Boole (1850–1899), der wiederum mit seiner Frau Mary Coats (1852–1932) fünf Kinder hatte.

Charles Boole, der 1821 geborene jüngste Bruder von George, entschied sich früh, das ländliche Lincoln zu verlassen und in einer Stadt sein Glück zu versuchen. Er arbeitete bei einem Kaufmann in Liverpool und heiratete mit 23 Jahren eine Frau, die zwei Jahre später starb. Verstört kehrte er in seine Heimat zurück, wo er einige Jahre später seine zweite Ehefrau fand, die Tochter eines Weinhändlers, Millicent Nickolls. Mit ihr hatte er neun Kinder, von denen allerdings zwei bei der Geburt und eins mit sieben Jahren starben. Beruflich machte er Karriere und übernahm 1865 als Geschäftsführer ein großes Kohlebergwerk bei Rainsford in Lancashire. Im Privatleben erwies er sich allerdings als Tyrann. Seine Nichte Ethel, die jüngste Tochter von George Boole, die nach dem Tod ihres Vaters, als sie acht Jahre alt war, eine Zeitlang bei ihm lebte, berichtete, dass er

Das einzige überlieferte Portrait
George Booles, mit KI bearbeitet



sehr ungeduldig war, seine Kinder schlug und zur Strafe oft einsperrte. Sein Sohn George studierte am King's College in London, wurde Bergbauingenieur und folgte seinem Vater in der Leitung des Bergwerks in Rainsford nach. Charles und seine Frau Millicent zogen 1880 nach London und später nach Crydon, wo ihre Tochter Ellen erfolgreich eine Schule leitete, während ihre andere Tochter Millicent in London als Graphikerin und Illustratorin arbeitete. Charles Boole starb 1904 mit 82 Jahren.

George Boole lernte mit autodidaktischem Eifer fremde Sprachen und war auch deshalb den zeitgenössischen britischen Mathematikern ein wenig voraus, weil er Laplace und Lagrange im Original gelesen und verarbeitet hatte, bevor sie sich in der britischen mathematischen Community durchgesetzt hatten. Er betonte die Vorteile des methodischen Denkens, das die Mathematik erfordert, interessierte sich allerdings auch für Fragen außerhalb der Mathematik. Dabei gab er zu, dass strikt methodisches Denken die Imagination und das Vergnügen an schöner Literatur einschränken und den Blick auf alles andere außer dem schlichten Streben nach absoluten Wahrheiten verstellen kann. Jedenfalls zeigte er Interesse an Psychologie, Soziologie und Ethik, ohne auf diesen Gebieten eigene Arbeiten zu verfassen. Das Studium philosophischer Texte zur Ethik gab er nach einer Weile auf, weil er das

Gefühl hatte, auf mathematischem Gebiet mehr erreichen zu können. Da er noch nicht in akademischen Zusammenhängen tätig war, widmete er sich vor allem schuldidaktischen Fragen, aber publizierte auch dazu nichts. Seine Frau Mary Boole schrieb dann drei Jahrzehnte später die Arbeiten zum Mathematikunterricht, um diese Lücke in seinem Vermächtnis auszufüllen.

Gegen Philologen wendete er ein, dass sie Wörter untersuchten, nur um ihre Neugier zu befriedigen, ohne jedoch ein sinnvolles Ziel zu verfolgen. Er beschäftigte sich auch mit Biographien und deutete an, dass er sich nicht mit der Darstellung der Grundzüge einer Persönlichkeit, mit ihrer moralischen und intellektuellen Entwicklung zufrieden geben konnte. Die Sitten und Gewohnheiten einer Epoche, der allgemeine Zustand der Gesellschaft und der öffentlichen Meinung sollten einbezogen werden. Außerdem sollten nicht nur die Schriften und öffentlichen Verlautbarungen einer Person herangezogen werden, sondern auch ihre privaten Verhältnisse und Rückzugszonen. Beispiele waren für ihn die Misanthropie von Jonathan Swift und das häusliche Tyrannentum von Lawrence Sterne. In all diesen Punkten wich er von den tonangebenden Positionen der viktorianischen Gesellschaft ab.

Musik hörte George Boole gern, aber er lernte nie zu tanzen, so sehr er auch die geometrischen Figuren der Quadrille bewunderte. Statt an profanen Tanzvergnügungen teilzunehmen, machte er lieber Exkursionen mit seinen Schülern, unterrichtete sie im Gehen, bei Gewitter, auch auf nächtlichen Ausflügen. Über seine Jahre in Lincoln informieren Briefe, die Joseph Hickson Hill, mit dem er in der Kindheit befreundet war, aufbewahrte. Nach dem Tode von George sandte Hill seiner Schwester Mary Ellen ein vierzigseitiges Manuskript mit biographischen Erinnerungen an seinen Freund.

Mathematische Studien

Um die Leistungen des jungen George Boole auf dem Gebiet der Mathematik zu verstehen, ist eine kurze Rückschau auf die Geschichte dieser Disziplin notwendig.

Isaac Newton entwickelte in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts drei richtungweisende Konzepte, die nachhaltig Geltung erlangten, aber auch Kontroversen auslösten. Seine Gravitationstheorie wurde zur Grund-

lage der klassischen Mechanik, die erst im 20. Jahrhundert eine Ergänzung durch die Quantenmechanik fand. Seine Theorie des Lichts, die sich als Strahlentheorie oder Korpuskeltheorie bezeichnen lässt, gilt heute nur noch als zutreffende Erklärung einiger Eigenschaften des Lichts, wie der geradlinigen und allseitigen Ausbreitung. Im 19. Jahrhundert wurde sie durch die elektromagnetische Wellentheorie und später wiederum durch quantenphysikalische Theorien ergänzt. Ein nicht allzu überzeugend formulierter Teil seiner Erklärungen, gegen den Johann Wolfgang von Goethe lange heftig polemisierte, galt den Farben. Ein wesentlicher Beitrag zur Entwicklung der Mathematik war sein Konzept der Infinitesimalrechnung, heute meist Analysis genannt. Sie umfasst die Differenzial- und die Integralrechnung und hilft bei der Berechnung von Flächen, die von krummen Linien begrenzt werden, oder von Rauminhalten wie denen von Weinfässern. Der Begriff des Infinitesimalen (Unendlichen) bezieht sich darauf, dass unregelmäßig geformte Körper zum Beispiel von Johannes Kepler in immer kleinere regelmäßig geformte und auf diese Weise leicht berechenbare Körper zerlegt wurden. Ungelöst war bis zu Newton auch das Tangentenproblem – also die Berechnung der Steigung an einem beliebigen Punkt einer Kurve. Die Ausarbeitungen seiner zwischen 1665 und 1672 entstandenen Lösungen schickte er an die *Royal Society*, sie wurden jedoch erst 1711 veröffentlicht.

Newtons Ausführungen zur Infinitesimalrechnung lernte Gottfried Wilhelm Leibniz 1676 bei einem Aufenthalt in London kennen, als ihm ein Mitarbeiter der *Royal Society* Einblick in einen Brief von Newton gab. Leibniz hatte eine eigene Methode der Differenzial- und Integralrechnung im Herbst 1675 entwickelt, also zehn Jahre nach Newton, ohne jedoch von dessen Arbeit zu wissen. Die Ausarbeitung von Leibniz erschien 1684 im Druck. Seine Methode und die von ihm erfundene Notation waren weitaus eleganter und handhabbarer als die Newtons.

Schritt für Schritt eskalierte nun ein über vierzig Jahre bis zum Tod von Leibniz ausgetragener Prioritätsstreit mit langwierigen Folgen. Eine von der *Royal Society* eingesetzte Kommission sprach Leibniz 1712 ausdrücklich die Unabhängigkeit seiner Erfindung ab. Nach seinem Tod 1716 verbreitete sich in Großbritannien die Ansicht, Newton habe den Prioritätsstreit gewonnen und eine Anknüpfung an die Leibnizschen Ideen sei nicht der Mühe wert. Ganz anders dachten oder zumindest handelten die Mathematiker auf dem Kontinent, vor allem in Frankreich. Noch mehr als

hundert Jahre später ignorierten britische Wissenschaftler gezielt neuere mathematische Erkenntnisse aus Frankreich und anderen europäischen Ländern, weil sie der Nachfolge des deutschen Plagiators zugerechnet wurden. Aus diesem Grund fiel die britische Mathematik hinter die Weiterentwicklungen der kontinentalen Fachkollegen zurück. Es gab jedoch durchaus originelle Entdeckungen jenseits eingefahrener Diskurse. Anfang des 19. Jahrhunderts bildete sich in Cambridge eine *Analytical Society*, die eine Art abstrakter Mathematik entwarf, die einige Jahre später dann auch von Augustus De Morgan und seinem Freund George Boole aufgegriffen wurde. Zu dieser Gruppe gehörten neben dem vor allem als Astronom bekannten John Herschel und dem Mathematiker, Ökonomen und Rechenmaschinen-Entwickler Charles Babbage der Theologe und Mathematiker George Peacock. Sie studierten die bislang ignorierten kontinentalen Methoden und übersetzten 1816 gemeinsam das Analysis-Lehrbuch von Sylvestre Lacroix.

Peacock beschrieb 1830 in seinem *Treatise on Algebra* die Grundzüge einer neuen Auffassung von Algebra, die nicht mehr als umfassende symbolische Abstraktion der Arithmetik verstanden werden sollte. Er bestand beispielsweise darauf, dass die Symbole $+$ und $-$ auf Mengen der gleichen Art zu beschränken seien (man könne also nicht 2 Eier und 1 Dutzend Eier addieren oder Zeiten und Geschwindigkeiten). Daher müssten die Symbole zunächst von jeglicher arithmetischen Bedeutung befreit werden, um Inkonsistenzen zu vermeiden. Wer das unternehme, müsse gleichzeitig die Beobachtung machen, dass die Verbindung von Algebra und Arithmetik rein konventionell sei und keiner mathematischen oder logischen Notwendigkeit folge. Es sei also zwingend, die Regeln für die Kombination von Symbolen vollständig von ihrer Interpretation und Anwendung zu trennen. Auf diese Weise kann sich Algebra die Arithmetik unterordnen, aber auch die Geometrie (als Vektor-Algebra), Mechanik und Dynamik und letztlich jedes andere Gebiet, in dem präzise Untersuchungen auf invariablen Prinzipien oder Operationsregeln basieren. Probleme entstehen immer bei der Vermischung der Bedeutung einzelner Elemente mit den Operationsregeln. Wurzeln negativer Zahlen beispielsweise sind in der Arithmetik nicht zugelassen, aber eine algebraisch durchaus mögliche Form – zu der im 19. Jahrhundert besonders in der Geometrie Überlegungen angestellt wurden. Peacock verlangte allerdings, dass gleiche Symbole in Algebra und Arithmetik zu den gleichen Ergebnissen führen müssten. Das gelte