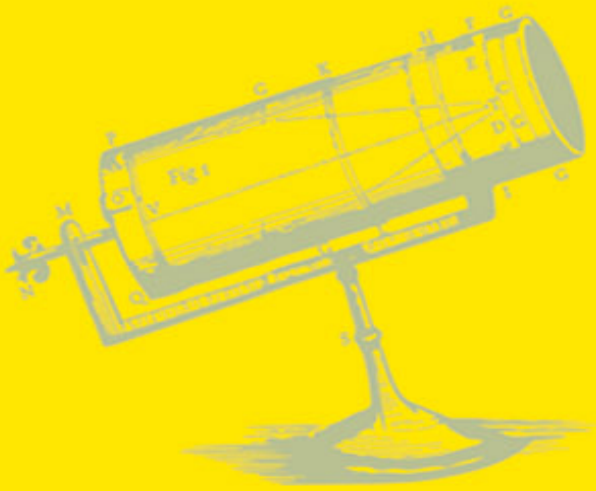
SCIENCE BUSTERS

Florian Freistetter

NEWTON

WIE EIN ARSCHLOCH DAS UNIVERSUM NEU ERFAND



HANSER

Über das Buch

Science Buster Florian Freistetter wirft einen völlig neuen Blick auf das Leben Isaac Newtons. In unterhaltsamen Anekdoten zeigt er, wie leidenschaftlich der Erfinder des Gravitationsgesetzes Zeitgenossen wie Hooke und Leibniz hasste – und dass Newton nicht nur genial, sondern auch intigrant, egoistisch und nachtragend war. Am Ende seiner schonungslosen Charakterstudie kommt er zu einem überraschenden Schluß: Newton hätte unser Bild vom Universum niemals auf den Kopf gestellt, wäre er nicht so ein Arschloch gewesen.



Hanser E-Book

Florian Freistetter

Newton – Wie ein Arschloch das Universum neu erfand

Carl Hanser Verlag

Inhalt

Einleitung

1 Um jeden Preis – Newton, der Kompromisslose
Sprechende Hunde und kotzende Salamander
Forschung ohne Rücksicht auf Verluste
Der Warden und der Fälscher
Bis aufs Blut
Lob der moderaten Rücksichtslosigkeit

2 Principia über alles – Newton, der Egoist
Looking for Längengrad
Newton pfeift auf die Himmelsuhr und den Anstand
Newton macht Druck
Schlimmer als Stromberg
Der schmale Grat zwischen Hartnäckigkeit und Hybris

3 Falsch bescheiden, leicht verletzt – Newton, die Mimose
Auf der Suche nach der Unendlichkeit
Newton baut ein Teleskop
Vorhang auf für Newtons Lieblingsfeind
Wie im Kindergarten
Gut kritisiert ist halb gewonnen

4 Gravitation ganz ohne Apfel – Newton, der Streitbare
Unsicheres Wissen über das Universum
Und er fiel doch
Der Komet Seiner Majestät
Hooke vs. Newton: again
Das gebrochene Schweigen
Eine kleine Theorie für ein großes Universum
Sucht den Disput!

5 Der stille Revolutionär – Newton, der Geheimniskrämer
Auf den Schultern von …
Die Erfindung einer neuen Sprache
Eine universale Kraft
Der Mann, der nicht verstanden werden wollte

Das wilde Leben der Gezeiten
Better transparent than sorry

6 Auf der Suche nach dem Stein der Weisen – Newton, der Esoteriker
Der letzte Magier
Weltuntergangsprophet und Alchemist
Dem Stein der Weisen auf der Spur
Naturwissenschaft ohne Gott

7 Rivalität über den Tod hinaus – Newton, der Intrigant
Wie beschreibt man Bewegung?
Newtons Differential- und Integralrechnung
Leibniz, der Plagiator?
Newton fährt schwere Geschütze auf
Die Krux, der Erste sein zu müssen

Schluss

Danksagung

Bücher und Quellen

Wichtige Daten aus Isaac Newtons Leben

Anmerkungen

Stichwortverzeichnis

Newton war in der Lage, erstaunliche mentale Fähigkeiten mit einer Leichtgläubigkeit und einem Wahn zu kombinieren, die selbst für einen Hasen eine Schande darstellen würden.

George Bernard Shaw

Einleitung

Isaac Newton kam am ersten Weihnachtstag des Jahres 1642 zur Welt. Beziehungsweise am 4. Januar des Jahres 1643. Je nachdem, welchen Kalender man verwendet, und dass es damals zwei verschiedene Kalender gab, zeigt schon deutlich, in welch wirre Zeiten der spätere Neuerfinder des Universums hineingeboren wurde.[1] Es war höchste Zeit, dass ein Genie auftauchte und die Welt erklärte: Isaac Newton war dieses Genie. Und ein Arschloch.

Normalerweise kennt man Newton als denjenigen, der fast im Alleingang die moderne Naturwissenschaft begründete. Als den Forscher, auf dessen Arbeit auch heute noch so gut wie alle naturwissenschaftlichen Disziplinen zurückgreifen. Als den, der uns einen völlig neuen Blick auf das Universum geschenkt hat. Und das ist auch alles völlig korrekt. Und dennoch war Isaac Newton auch: ein Egoist und streitbarer Fiesling. Und das schreibe ich jetzt nicht, weil ich etwas gegen den Herrn hätte. Ganz im Gegenteil. Meine eigene Arbeit als Astronom wird von Newtons Arbeit dominiert. Ohne Newton wäre nichts von dem möglich gewesen, was ich im Zuge meiner astronomischen Forschungsarbeiten herausgefunden habe. Ich bewundere Newton wie fast keinen anderen Wissenschaftler der Vergangenheit. Obwohl er solch ein Ekelpaket war.

Und ein kleines bisschen bewundere ich ihn auch, *weil* er so gemein war. Klingt seltsam in Ihren Ohren? Und widersprüchlich? Zu tun hat es damit, dass es heute in der modernen Wissenschaftswelt primär darauf ankommt, den sozialen Regeln des forschungspolitischen Apparats zu folgen, sich opportun zu verhalten. Sonst macht man keine Karriere. Ein Newton scheint heute schlicht nicht mehr möglich. Jemand, der sich sein Leben lang mit Begeisterung Feinde macht – und dabei dennoch die Welt der Wissenschaft revolutioniert. Oder vielleicht doch? Kann ein Genie und Arschloch auch in der Gegenwart ein Vorbild für eine erfolgreiche Forscherkarriere sein?

Isaac Newton war der Typ mit der Gravitation und dem Apfel; so viel werden die meisten wahrscheinlich noch wissen. Aber seine Arbeit ging weit darüber hinaus. Es gab fast kein Thema, mit dem er sich nicht auseinandersetzte. Es lohnt sich also, sich mit Newtons Arbeit zu beschäftigen. Aber eben auch mit seinem faszinierenden Charakter: Er war seltsam, unfreundlich, kompromisslos, extrem von sich überzeugt, nachtragend, streitlustig, geheimnistuerisch, rücksichtslos, hinterhältig und ein religiöser Fanatiker, der den Weltuntergang vorhersagte. Und, das ist der spannendste Punkt: Wenn er all das nicht gewesen wäre, wäre er vermutlich auch nicht in der Lage gewesen, die Welt auf die Weise zu verändern, wie er es getan hat.

Newton ist ein Mensch aus einer anderen Zeit. Sein wissenschaftliches Werk aber hat bis in die Gegenwart überdauert und wird auch noch in der Zukunft Bestand haben. Die Welt der Natur lässt sich immer noch mit den Gesetzen beschreiben, die er damals aufgestellt hat. In diesem Buch, das keine umfassende Biografie sein will – um Newtons Leben und Werk so komplett zu verstehen, wie es uns knapp 300 Jahre nach seinem Tod möglich ist, müsste man ganze Bibliotheken schreiben, was fähige Menschen in der Vergangenheit auch getan haben (siehe dazu unter anderem die Literaturempfehlungen am Ende dieses Buches)[2] –, werfe ich einen Blick auf die Art und Weise, wie Newton mit sich selbst und seinen Mitmenschen umgegangen ist. Mit all den Streitigkeiten, absurden Entscheidungen und absonderlichen Vorfällen, die in den üblichen Lehrbüchern der Physik keine Erwähnung finden.

Ein seltsamer und unangenehmer Zeitgenosse war Newton von Anfang an: »Was soll aus mir werden? Ich werde dem ein Ende machen. Ich kann nur weinen. Ich weiß nicht, was ich tun soll.« Diese deprimierenden Sätze schrieb er als Jugendlicher in sein Notizbuch. Nach einer nicht sonderlich glücklichen Kindheit sah er ein kaum glücklicheres Leben als Erwachsener vor sich. Sein Vater starb noch vor seiner Geburt, seine Mutter heiratete erneut, als Isaac drei Jahre alt war. Das Kind schien das junge Paar nur zu stören, und Isaac wurde zu seiner Großmutter abgeschoben. In der Schule war er deutlich klüger als seine Klassenkameraden, was seine Isolation noch verstärkte.

Eine Liste mit all seinen »Sünden«, die Newton später, als er 19 Jahre alt war, in sein Notizbuch schrieb, demonstriert sein Verhältnis zu seiner Familie und seinen Mitmenschen. Wenn Newton dort vermerkt, dass er »übellaunig gegenüber Mutter« war, haben wir noch Verständnis. Einträge wie »Kirschen von Eduard Storer gestohlen« oder »Dorothy Rose beschimpft« klingen ebenfalls nach Dingen, die Kinder eben tun; genauso wie vermutlich jeder Jugendliche irgendwann »Unreine Gedanken und Träume« hatte. »Am Sonntagabend Kuchen gebacken« oder »Eine Mausefalle am Sonntag gebaut« sind aus heutiger Sicht keine Verfehlungen mehr,[3] wogen für Newton damals aber offensichtlich schwer. Aber manche Einträge lassen tiefer blicken: »Einigen den Tod gewünscht«. Oder: »Viele geschlagen«. Und spätestens bei »Meinem Stiefvater und meiner Mutter angedroht, sie und das Haus über ihnen zu verbrennen« wird klar, dass im Kopf von Isaac Newton Dinge abgelaufen sind, die in einer normalen Kindheit und Jugend nichts verloren haben.

Lieber als mit anderen Menschen beschäftigte sich Newton daher mit der ihn umgebenden dinglichen Welt. Er war fasziniert von Maschinen; baute Wassermühlen, beobachtete, wie das Licht durch kleine Löcher in der Wand seiner Dachkammer fiel und wie sich an den Lichtstrahlen der Lauf der Sonne ablesen ließ. Er konstruierte Sonnenuhren, die so genau waren, dass die Familie, bei der er während seiner Schulzeit wohnte, sie zur Zeitmessung benutzte. Als er 16 Jahre alt war, rief seine Mutter – mittlerweile erneut Witwe – Isaac wieder zurück nach Hause. Er sollte den landwirtschaftlichen Betrieb der Familie übernehmen. Etwas, das Isaacs Interessen komplett zuwiderlief.

Newton war ein schlechter Landwirt. Vielleicht wäre er besser gewesen, wenn er Interesse an dieser Arbeit gehabt hätte. Er war schon damals vor allem trotzig, egoistisch, kindisch – jemand, der keine Lust auf körperliche Ertüchtigung hatte, die ihn nicht interessierte und die er deswegen absichtlich schlecht machte. Aber zu seinem Glück und dem Glück der Wissenschaft konnten sein Onkel und Newtons ehemaliger Lehrer Isaacs Mutter davon überzeugen, ihn die Universität von Cambridge besuchen zu lassen.

Im Juni 1661 verließ Newton sein heimatliches Dorf Woolsthorpe in der Grafschaft Lincolshire und machte sich auf den Weg zur Universität. Dort begann er mit der Arbeit, die die damalige Welt erschüttern sollte und deren Auswirkungen heute immer noch spürbar sind. Dort begann aber ebenfalls die weitere Ausformung seines Charakters, sodass man im Rückblick nur sagen kann: Was für ein genialer Wissenschaftler. Und was für ein Arschloch.

KAPITEL I

UM JEDEN PREIS – NEWTON, DER KOMPROMISSLOSE



Wissenschaftler gelten ja auch heute noch oft als eher seltsame Menschen. Sozial isoliert, schlecht angezogen, unfähig, über etwas anderes zu sprechen als ihre Arbeit, und allein auf die Forschung konzentriert. Sie haben kein Privatleben und sitzen nur im Labor. Und wenn das alles auch maßlos übertrieben ist: Auf Isaac Newton würde die Charakterisierung zutreffen. Er war nicht nur ein Nerd, er war *der* Nerd. Das ist ja eigentlich sympathisch – und die Nerdiness des 17. Jahrhunderts wird Ihnen auch in diesem Kapitel zunächst noch fast niedlich erscheinen. Doch dabei war Newton eben auch kompromisslos bis zum Äußersten. Wenn es darum ging, etwas über die Welt zu erfahren, kannte er keine Rücksicht auf seine eigene Befindlichkeit oder die anderer Menschen, keine sozialen Konventionen. Aus Wissensdurst resultierte eine Radikalität, bei der die Grenze zur Arschlochhaftigkeit nicht selten überschritten wurde.

Humphrey Newton, sein Assistent in Cambridge (und nicht verwandt), beschreibt Newtons Verhalten so: »Er hat sich keinerlei Erholung oder Freizeit gegönnt und war der Meinung, dass jede Zeit verschwendet war, die er nicht mit seinen Studien verbringen konnte. Er war so eifrig und so ernsthaft mit seinen Studien beschäftigt, dass er kaum aß und manchmal sogar völlig vergaß zu essen. Wenn ich ihn daran erinnerte, aß er ein oder zwei Bissen im Stehen, und ich habe ihn dazu nie am Tisch sitzen gesehen. Er ging selten vor 2 oder 3 Uhr ins Bett; manchmal erst um 5 oder 6 und schlief nur 4 bis 5 Stunden. Man sah ihn kaum bei den gemeinsamen Abendessen, außer bei offiziellen Anlässen, und auch da war er nachlässig gekleidet, mit abgenutzten Schuhen, unordentlichen Strümpfen und kaum gekämmten Haaren.«[4]

Und selbst wenn sich Newton mal die Zeit für einen kurzen Spaziergang nahm, konnte es passieren, dass er, von einem spontanen Gedanken überkommen, zurück in sein Studienzimmer raste, um dort an seinem Schreibtisch weiterarbeiten zu können. Im Stehen, wie Humphrey Newton erklärt – Isaac wollte sich offensichtlich nicht einmal die Zeit nehmen, sich hinzusetzen.

Es gibt leider keinerlei Aufzeichnungen oder Berichte von Studenten, die seine Vorlesungen besucht haben. Das liegt vielleicht auch daran, dass deren Zahl extrem überschaubar war. »Wenige kamen und noch weniger verstanden ihn«, schreibt Humphrey Newton. Newton schien das nicht zu stören, und wenn die Studenten seinen Vorlesungen fernblieben, dann sprach er eben zu den leeren Wänden des Hörsaals.

Sieht man von der Welt in seinem Kopf ab, schien Isaac Newton während seiner Zeit an der Universität Cambridge einzig an seinem Gemüsegarten interessiert gewesen zu sein. Dort ging er spazieren und jätete regelmäßig das Unkraut, welches er, wie Humphrey Newton berichtet, absolut nicht leiden konnte.

Wenig Schlaf, Essen im Stehen, Vorlesungen in leeren Räumen und eine Abneigung gegen Unkraut: Isaac Newton erfüllte schon früh alle Kriterien eines verwirrten Professors. Er war allerdings keine harmlose Witzfigur – denn wenn es darum ging, die Welt zu verstehen, kannte er kein Pardon.

»Frische Luft, fasten und wenig Wein« lautete sein Rezept für eine erfolgreiche Forscherkarriere das er in einem seiner Notizbücher aufschrieb. Aber auch: »Wer zu viel studiert, wird verrückt.« Vielleicht hätte er sich ein wenig besser an diesen Ratschlag halten sollen, denn wenn man sich seine Arbeitsweise ansieht, scheint es so, als hätte er die Grenze zur Verrücktheit weit überschritten.

Zum Beispiel, als er sich als junger Mann eine Nadel ins Auge rammte, um mehr über die Natur des Lichts herauszufinden. Eine komplett durchgeknallte Aktion, aber er wollte eben um jeden Preis Wissen erlangen. Wie gesagt: Newton kannte kein Pardon. Und er war definitiv kein Warmduscher.

Sprechende Hunde und kotzende Salamander

Man darf auch nicht vergessen, in welcher Zeit Newton lebte. Im ausklingenden 17. Jahrhundert gab es eine »Naturwissenschaft« im heutigen Sinn nicht. Und so gut wie jeder Bereich der Natur war voller Rätsel und Fragen ohne Antwort. Nicht nur Newton war seltsam; der gesamte Wissenschaftsbetrieb erscheint uns von heute aus absurd. Dazu reicht ein Blick in die damalige Fachliteratur. Im März 1665 erschien die erste Ausgabe der »Philosophical Transactions of the Royal Society«, in der die Gelehrten der damaligen Zeit sich über ihre Forschung austauschten. Zusammen mit der drei Monate früher gegründeten französischen Zeitschrift »Journal des sçavans« sind die »Philosophical Transactions« die älteste wissenschaftliche Zeitschrift der Welt.

Auch wenn man fast ein wenig daran zweifeln könnte, wenn man die Artikel betrachtet, die dort publiziert wurden. Ein »Mr. Colepresse« berichtet zum Beispiel gleich in der ersten Ausgabe über »Einen seltsamen Vorfall bei zwei älteren Menschen«: Joseph Shute, 81 Jahre alt, und Maria Stert, 75 und neunfache Mutter, wuchsen trotz ihres hohen Alters noch einmal neue Zähne. Und dieser Vorfall wurde offensichtlich als ausreichend bemerkenswert erachtet, um in der neuen wissenschaftlichen Fachzeitschrift publiziert zu werden.

Das ist aber noch gar nichts im Vergleich zum »Auszug aus einem Brief, der vor nicht allzu langer Zeit in Rom geschrieben wurde, in dem Aussagen über Salamander, die im Feuer leben, korrigiert werden«.[5] Ein nicht näher genannter »Gentleman« hatte einen Salamander aus Übersee ins Feuer geworfen, um zu sehen, was passiert. Das Tier begann, die Flammen auszukotzen, und setzte die Löscharbeiten mit dem eigenen Erbrochenen so lange fort, bis es zwei Stunden später wieder aus dem Feuer entfernt wurde; um »ihm weiteren Stress zu ersparen«, wie es im Bericht heißt. Der Wahrheitsgehalt dieser Geschichte darf bezweifelt werden; so wie viele andere der »Forschungsarbeiten« der damaligen Zeit. Man hielt einfach alles für berichtenswert, was auch nur irgendwie außergewöhnlich war. Ein Stein, der im Kopf einer Schlange gefunden wurde. Die Geburt eines Kalbes mit zwei Köpfen. Ein englischer Kaufmann, der in Syrien von einer Schlange gebissen wurde. Ein mysteriöser Fischregen, der über England niederging (aufgezeichnet von einem »ehrenwerten Gentleman«, der die seltsamen Fische vom Himmel eingesammelt und konserviert, aber leider dann verlegt hatte und deswegen nicht vorzeigen konnte).

Die ziellose und ungezügelte Neugier der damaligen Forscher erkennt man vielleicht am besten an einem Artikel, der in der vierten Ausgabe der »Philosophical Transactions« erschien. Dessen schöner Titel lautet »Ein Auszug aus einem Brief von M. De la Quintiny, verfasst vor einiger Zeit in Französisch an den Herausgeber und betreffend seine Art, Melonen anzuordnen; nun auf Englisch übermittelt zur Befriedigung der Neugier einiger Melonenzüchter in England«.[6] Auf erstaunlichen vier Seiten wird hier darüber berichtet, wie man Melonen im Beet anordnet, ihre Blätter schneidet und wie sie zu behandeln und ernten sind; komplett mit entsprechenden Diagrammen.

Die Welt war also ein einziges großes Geheimnis, und die Menschen machten sich daran, es zu entschlüsseln. »Wissenschaftler« nannten sich diese damals nicht. Diejenigen, die sich wie Isaac Newton daranmachten, die Welt mit wissenschaftlichen Methoden zu verstehen, waren »Naturphilosophen«. Das, was sie taten, wies zwar tatsächlich Spuren von dem auf, was wir heute unter »Philosophie« verstehen, war am Ende aber doch das, was im Laufe der Zeit zur echten Naturwissenschaft wurde. Dazu musste man aber endlich beginnen, der Welt auf neue Weise auf den Grund zu gehen. Und dabei waren monströse Baby-Kühe, Melonen oder ins Feuer kotzende Salamander ebenso interessant wie das, was wir heutzutage als »echte Forschung« bezeichnen

würden. Bedeutende Forscher wie Robert Hooke oder Robert Boyle berichten in den »Philosophical Transactions« auch über ihre Arbeit mit Vakuumpumpen, über astronomische Beobachtungen oder über neue optische Gerätschaften. Robert Boyle zum Beispiel legte damals die Grundlagen für die moderne Chemie und entwickelte das heute noch auf jeder Universität gelehrte »Boyle'sche Gesetz« (bzw. eigentlich das »Boyle-Mariotte-Gesetz«) über die Eigenschaften eines idealen Gases.[7] Er fand aber auch nichts Seltsames darin, einen Artikel wie »Untersuchungen an einem monströsen Kopf« zu veröffentlichen, in dem er sich im Detail mit dem missgebildeten Schädel eines neugeborenen Fohlens beschäftigte. Gottfried Wilhelm Leibniz, einer der größten Gelehrten der damaligen Zeit (und einer von Newtons Erzfeinden, siehe Kapitel 7), ist heute noch zu Recht als genialer Mathematiker, bedeutender Philosoph und Computerpionier bekannt und wird als »letzter Universalgelehrter« bezeichnet. Aber er schrieb auch Artikel für das »Journal des sçavans« mit Berichten über »eine Ziege, die eine extrem ungewöhnliche Frisur hat«. Anscheinend lebte dieses Tier in Zwickau bei einem Herrn Winckel und hatte sich zunächst völlig normal, dann aber eine komische Frisur entwickelt, nachdem es einen Passanten getreten hatte und deswegen eingesperrt worden war. Leibniz, ganz kurioser Naturforscher, machte sich Gedanken, warum das so war, und spekulierte, dass womöglich die Trauer der Ziege über die Freiheitsberaubung für die Veränderung von Fell und Haaren verantwortlich gewesen war.

Einige Jahre später berichtete Leibniz von einem sprechenden Hund in der sachsen-anhaltinischen Stadt Zeitz. Ein Kind habe dem Hund ein paar Wörter beigebracht, zum Beispiel *»Thé«, »Caffé«* oder *»Chocolat«*.[8] Leibniz' Ansehen litt durch diese Berichte keineswegs, nach den Maßstäben des 17. Jahrhunderts war das alles vollkommen normal. Wenn man noch so gut wie gar nichts über die Welt weiß, stellen angeblich sprechende Hunde fast genauso gute Informationsquellen dar wie astronomische Beobachtungen. Und selbst die aus moderner Sicht »ernsthafte« Wissenschaft lief nicht so ab, wie wir es heute gewohnt sind. Als Robert Hooke (ein weiterer bedeutender Wissenschaftler, der später zu Newtons Feinden zählen würde, siehe Kapitel 3 und 4) begreifen wollte, wie das Atmungssystem funktionierte, schnappte er sich einen Hund, schnitt ihn bei lebendigem Leib auf und blies ihm mit einem Blasebalg Luft durch die Lungen. Das Tier überlebte (wenn auch leider nur kurz), und Hooke machte sich Gedanken, ob man vielleicht mehr herausfinden könnte, wenn man auch das Blut aus den Adern umleiten und mit frischer Luft in Kontakt bringen würde.

Forschung ohne Rücksicht auf Verluste

In dieser seltsamen Welt brennender Salamander war es schon eine Leistung, *noch* seltsamer und *noch* neugieriger zu sein. Isaac Newton gelang dies spielerisch. Denn es genügte ihm nicht, sich einfach auf das zu verlassen, was irgendwelche »ehrenwerten Gentlemen« berichteten. Er hatte kein Interesse an den scholastischen Traditionen der Universitäten, wo man immer noch die Texte der alten Griechen interpretierte. Er wollte keine Hypothesen, er wollte verlässliches und aus Experimenten gewonnenes Wissen. Er wollte die Dinge selbst und von Grund auf herausfinden. Das war ein echter Paradigmenwechsel, der auf Unverständnis stieß.

Als Schüler bereits füllte Newton sein Notizbuch mit Informationen und Fragen aller Art. Er kopierte Texte aus anderen Büchern, zum Beispiel Anleitungen zum Zeichnen von Landschaftsbildern, zum Schmelzen von Metall oder zum Einfangen von Vögeln (offensichtlich

klappt es am besten, wenn man sie mit Wein betrunken macht). Licht und Farben fand er schon faszinierend, bevor er seine revolutionäre Forschung dazu durchführte, und er katalogisierte die verschiedenen Farbtöne, die ihm bekannt waren. Die Prioritäten waren dabei ein wenig seltsam verteilt. Während »Farben für Nacktbilder« und »Farben für tote Körper« extra erwähnt werden, findet man im Rest der Liste eher unmotivierte Aufzählungen wie »Grün, ein anderes Grün, ein helles Grün«. Aber gut, Isaac war noch ein Teenager – da waren Nackte und Leichen einfach interessanter.

In seinem Notizbuch findet sich auch eine Liste von »Dingen, die schmerzhaft für das Auge sind«. Staub, Feuer und »zu viele Tränen« sind noch nachvollziehbar; genauso wie »Knoblauch«, »Lauch« und »Zwiebeln«. Wieso Newton aber auch »warmen Wein« als schädlich für die Augen empfand, wird wohl ein Geheimnis bleiben. Vielleicht gab es damals in England nur grauenhaften Fusel zu trinken. »Sich mit einer Nadel ins Auge stechen« fehlt auf der Liste, aber genau das tat Newton ein paar Jahre später.

Nicht einfach nur aus Spaß an der Freude; so verrückt war Newton dann auch wieder nicht. Es ging ihm bei diesem Experiment um eine wichtige Frage: Wie funktionieren unsere Sinnesorgane? Auch darüber wusste man damals kaum etwas. Im antiken Griechenland waren Philosophen wie Euklid oder Ptolemäus der Ansicht, das Auge würde mysteriöse Strahlen aussenden, die die Dinge sichtbar machen. Aristoteles und seine Schüler dagegen waren der Meinung, die Dinge selbst würden Strahlen in unsere Augen schicken, um so gesehen werden zu können. Im 17. Jahrhundert war man noch nicht wesentlich klüger, und das störte Newton, der sich fragte: Wenn wir nicht wissen, wie unsere Sinnesorgane funktionieren, und es aber diese Sinnesorgane sind, die uns die Welt wahrnehmen lassen: Wie sollen wir dann verdammt noch mal die Welt verstehen?

Eine berechtigte Frage und vielleicht auch ein berechtigter Grund, um mit einer dicken Nadel im eigenen Auge herumzuwerken. Newton steckte sich das Ding zwischen Augapfel und Augenhöhle, sodass er mit der Spitze der Nadel von hinten auf das Auge drücken konnte. Dadurch konnte er die Form des Augapfels verändern und beobachten, wie sich das auf seine visuelle Wahrnehmung auswirkte. Er sah verschieden große und verschiedenfarbige Ringe, die sich veränderten, wenn er die Nadel bewegte – die aber wieder verschwanden, wenn er sie stillhielt, ganz so, als wäre Licht etwas, das durch Druck entsteht. Eine interessante Beobachtung, denn was genau Licht eigentlich ist, wusste man damals ebenso wenig, wie man die Funktionsweise des Auges kannte.

Die Nadel im Auge reichte Newton aber noch nicht. Wenn heutzutage eine Sonnenfinsternis stattfindet, kann man sich als Astronom dazu kaum mehr äußern, ohne mehrmals zu erwähnen, dass man auf keinen Fall mit ungeschützten Augen direkt in die Sonne blicken soll, weil das enorm gefährlich ist (was verlässlich dazu führt, dass alle Leute kurzfristig Sonnenfinsternisbrillen kaufen wollen, keine mehr bekommen – und dann erst recht irgendwelche potenziell gefährlichen anderen Methoden nutzen).[9] Und was hat Newton gemacht? Natürlich genau das: einfach mal so lange mit freiem Auge in die Sonne gestarrt, wie er konnte; nur um zu sehen, was dabei passiert. Er überstand all diese Selbstversuche, ohne sein Augenlicht zu verlieren – aber war auch höchst fasziniert von den Effekten, die dabei entstanden. Wenn er nur lange genug die Sonne anstarrte, konnte er auch später noch Nachbilder und seltsame Farben sehen, die offensichtlich nicht real waren. Das waren interessante Forschungsergebnisse, aber ein klein wenig beunruhigt war Newton trotzdem: Er sperrte sich selbst in einen völlig dunklen Raum, blieb dort drei Tage lang und kam erst wieder heraus, als seine Augen wieder normal funktionierten.

Genauso wenig, wie er bei seinem Drang nach Wissen auf sich selbst und seine eigene Gesundheit Rücksicht nahm, kümmerte sich Newton um die Befindlichkeit anderer. Wenn andere anzuzweifeln wagten, was er selbst mühsam herausgefunden hatte, kannte er keine Gnade oder gar Verständnis. Das mussten viele seiner Zeitgenossen erfahren (ganz besonders sein Kollege Robert Hooke, siehe Kapitel 3 und 4).

Es ist ja auch irgendwie nachvollziehbar: Wenn man sich schon so viel Mühe gibt, ist man ein wenig empfindlich, wenn andere das nicht wertschätzen. Wer sich eine Nadel ins Auge steckt, kann sich schon ein wenig verarscht vorkommen, wenn man dafür nachträglich auch noch kritisiert wird. Besonders dann, wenn die Kritiker keine Ahnung haben, wovon sie reden. Und dass seine Kritiker keine Ahnung hatten, davon war Newton fest überzeugt. Ein wenig Verständnis vonseiten Newtons wäre aber trotzdem angebracht gewesen. Newtons Art, Wissenschaft zu betreiben, war für die meisten seiner Zeitgenossen außergewöhnlich. Ja, Newton ging die Sache anders an als die Gelehrten vor ihm. Aber er war nicht völlig aus der Zeit gefallen; er kannte die Welt der Universitäten und die Gepflogenheiten. Ihm muss bewusst gewesen sein, dass das akademische Streitgespräch über philosophische Ideen einen wichtigen Stellenwert hatte und dass seine Weigerung, sich daran zu beteiligen, auf Unverständnis stoßen musste.

Aber so verständnisvoll war Newton nicht. Er sah keinen Sinn darin, auf die Ansichten seiner Umgebung Rücksicht zu nehmen. Er konzentrierte sich auf seine Sicht der Welt und war beleidigt, dass niemand seinen neuen Zugang zu deren Erforschung verstehen wollte. Newton machte Experimente, um Hypothesen zu testen. Er tat also genau das, was die Naturwissenschaft aus heutiger Sicht immer und ganz selbstverständlich tut. Im 17. Jahrhundert mussten sich viele Forscher damit aber erst anfreunden.

Newtons Kompromisslosigkeit bei der Verfolgung seiner Ziele zeigt sich aber nicht nur zu Beginn seiner Karriere, sondern gerade am Ende. Er wurde immerhin 84 Jahre alt; nicht wenig für die damalige Zeit. Seine großen wissenschaftlichen Erkenntnisse machte er aber fast ausschließlich in den ersten dreißig Jahren seines Lebens. Während der letzten dreißig Jahre beschäftigte er sich mit einem ganz anderen Thema – und war dabei so tough wie nie zuvor.

Der Warden und der Fälscher

Springen wir also vom jungen zum alten Newton. Viel hat sich geändert (und was Newton in der Zwischenzeit alles erlebt hat, ist Teil der folgenden Kapitel); viel aber auch nicht. Anstatt als unbekannter Wissenschaftler und einfaches Mitglied der Royal Society mit seinen Kollegen zu streiten, stritt sich Newton nun als berühmter Forscher und Präsident der Royal Society mit seinen Kollegen. Und er war immer noch kompromisslos wie in seinen jungen Jahren. Sogar kompromissloser. Denn im Alter lebte Newton gewissermaßen den heimlichen Traum eines jeden Nerds: Er verließ die Universität und begann, Verbrechen zu bekämpfen. Allerdings nicht als frühneuzeitlicher Superheld mit Umhang und übernatürlichen Kräften.[10] Dafür aber mit einem beeindruckenden Titel: Warden of the Royal Mint.

Den Job als »Wächter der königlichen Münzprägeanstalt« hatte Newton seit 1696 inne. Bis dahin war er kaum aus seiner gewohnten Umgebung herausgekommen. Sein Leben hatte sich zwischen dem heimatlichen Kaff Woolsthorpe und der beschaulichen akademischen Ruhe des kaum 100 Kilometer entfernten Cambridge abgespielt. London besuchte er das erste Mal im Jahr 1668 und

danach nur selten. Erst später sollte er regelmäßig in der Hauptstadt zu Besuch sein, vor allem in den Jahren 1689 und 1690, als er im Englischen Parlament saß. Über diese Anfänge von Newtons politischer Karriere ist wenig bekannt. Er hat keine mitreißenden Reden gehalten oder sich sonstwie hervorgetan. Die einzige überlieferte Aktivität war eine Beschwerde wegen kalter Zugluft …

Anscheinend hat es ihm in der großen Stadt aber doch gut gefallen. In den Jahren nach seiner Zeit im Parlament wurde das abgeschiedene Leben in Cambridge wohl zu langweilig, und er sah sich nach neuen Aufgaben in London um.[11] Dort benötigte er aber einen passenden Job, um seinen Lebensunterhalt zu bestreiten. Zum Glück hatte Newton die passende Verwandtschaft. Seine Nichte, Catherine Barton, war damals mit Charles Montagu, dem Earl of Halifax und Schatzkanzler der Königin, liiert. Diese Beziehung nutzte Newton offenbar aus, um einen gut bezahlten Posten bei der königlichen Münzprägeanstalt zu bekommen.[12]

Wo andere sich nach Erlangen solch eines Verwaltungspostens vielleicht gemütlich zurückgelehnt hätten, um ihren Lebensabend auf Staatskosten in Ruhe und Wohlstand zu verbringen, zeigte Newton die gleiche brutale Starrköpfigkeit, die ihn auch schon während seiner wissenschaftlichen Karriere ausgezeichnet hatte. Das war auch nötig, denn auf ihn wartete nicht nur ein marodes Finanzsystem, sondern auch ein Gegner von einem ganz anderen Kaliber als die Gelehrten, mit denen er es bisher zu tun hatte.

Newton war während seiner Zeit als Verbrechensbekämpfer kein Superheld, sein Gegenspieler dafür aber auch weit davon entfernt, ein klassischer Superschurke zu sein. Hätte sich William Chaloner damals nicht gerade Isaac Newton als Gegner ausgesucht, würde sein Name heute vermutlich komplett vergessen sein. Sein genaues Geburtsdatum ist unbekannt, seine Herkunft nicht weiter bemerkenswert. In Birmingham wurde Chaloner als Schmied ausgebildet, und das noch nicht einmal richtig. Er erlernte dort nur das spezialisierte Handwerk des Nagelmachers; ein Beruf, der damals schon am Aussterben war. Ende des 17. Jahrhunderts wurden die ersten Maschinen bei der Produktion von Nägeln verwendet, und Nagelmacher wie Chaloner waren nur noch dürftig bezahlte Hilfsarbeiter. Kein Wunder, dass sich damals viele schlecht entlohnte Metallarbeiter von den Nägeln ab- und dem Falschgeld zuwandten. Wenn man schon den ganzen Tag mit kleinen Metallstückchen zu tun hat, kann man auch gleich Münzen machen, dachten sich die Birminghamer Schmiede und taten das mit solcher Begeisterung, dass die gefälschten Groschenstücke als »Birmingham Groats«[13] bekannt wurden und zeitweise zahlreicher auf dem Markt verfügbar waren als die offiziellen Münzen.

Ob Chaloner damals schon sein erstes Falschgeld produzierte, ist nicht belegt, auf jeden Fall hatte er die handwerklichen Fähigkeiten dazu. Als er Birmingham verließ und sein Glück in London versuchte, setzte er sein Talent aber zuerst anderweitig ein. Die zeitgenössischen Quellen sind ein wenig vage, wenn es darum geht, das Produkt zu beschreiben, das Chaloner vertrieb: »The first part of his Ingenuity showed it self in making Tin Watches, with D-does &c in ‚em«. Was Chaloners Biograf Guzman Redivivus[14] hier etwas verschämt »D-does &c« nennt, dürfte nichts anderes als ein Sexspielzeug gewesen sein. Chaloner stellte wohl eine Art Scherztaschenuhr mit eingebauten Dildos her. Very sophisticated.

Und auch sonst war seine frühe kriminelle Karriere illuster: Er schwatzte den Leuten pseudomedizinische Tinkturen auf und betätigte sich als Wahrsager. Besonders gut war er darin, den Menschen vorherzusagen, wo sie verlorene und gestohlene Dinge wiederfinden konnten. Das konnte er vermutlich deswegen so gut, weil er es war, der die Sachen überhaupt erst geklaut hatte. Nebenbei ließ er sich auch noch das Handwerk des Lackierers und Vergolders beibringen, was ihm bei seiner

späteren Tätigkeit als Münzfälscher helfen sollte. Und Gelegenheit, mit dem Finanzwesen Unfug zu treiben, gab es gegen Ende des 17. Jahrhunderts in Großbritannien genug.

Die britische Währung war in einem ziemlich miesen Zustand. Die alten Silbermünzen waren schon längst nicht mehr das wert, was sie eigentlich wert sein sollten. Es war leicht, am Rand ein klein wenig abzuschaben und das so erhaltene Silber zu sammeln. Diese Praxis, die »clipping« genannt wurde, verringerte Gewicht und Wert der Münzen, und den »Clippern« blieb ein schöner Profit. Die Münzprägeanstalt versuchte das mit der Ausgabe neuer Münzen zu unterbinden, die auch am Rand geprägt waren, sodass der Missbrauch auffallen würde. Ein Problem blieb allerdings: Der Wert des reinen Silbers war auf dem europäischen Kontinent größer als der Nominalwert der Münzen in Großbritannien. Geschäftsleute horteten also die englischen Münzen, verschifften sie nach Paris oder Amsterdam, wo sie zu Silberbarren eingeschmolzen und mit Profit verkauft werden konnten.

England sah seine Währung verschwinden. Die verbliebenen Münzen verloren durch das Clipping immer weiter an Wert – oder waren überhaupt komplett gefälscht. Schätzungen gehen davon aus, dass damals 10 Prozent aller Münzen nicht von der königlichen Prägeanstalt produziert wurden, sondern von Falschmünzern wie William Chaloner.

Isaac Newton verschwendete in seinem neuen Job keine Zeit. Sein erster Vorschlag sah eine komplette Neuprägung der britischen Währung vor. Alle alten Münzen sollten vom Markt genommen und durch neue und sicherere Geldstücke ersetzt werden. Um das so schnell wie möglich zu bewerkstelligen, musste er seine Fähigkeiten nun auf ganz neue Art und Weise einsetzen. Er studierte die Produktionsmethoden, untersuchte die Maschinen und beobachtete die Arbeiter. Er analysierte alle Abläufe, maß die Zeiten, die jeweils benötigt wurden, und optimierte die Prozesse. Newton berechnete die idealen Frequenzen, mit denen Hämmer zu hämmern, Pressen zu pressen und Arbeiter zu arbeiten hatten. Wie nicht anders zu erwarten, war er damit höchst erfolgreich. Konnte die Münzprägeanstalt davor gerade einmal 15.000 Pfund neuer Münzen pro Woche herstellen, waren es nach Newtons Verbesserungen ganze 50.000 Pfund pro Woche (mit Höchstwerten von bis zu 100.000 Pfund/Woche).

Nach überraschend kurzer Zeit war der Austausch der Währung abgeschlossen. Die Probleme mit den Falschmünzern aber blieben. Chaloner und seine vielen Kollegen waren weiterhin höchst aktiv. Aber während die meisten Kriminellen sich mit der Produktion von Falschgeld zufrieden gaben, wollte Chaloner mehr. Nämlich dorthin, wo der meiste Profit zu holen war: in die Münzprägeanstalt selbst.

Dazu präsentierte er sich in der Öffentlichkeit als Experte für die Probleme des Finanzwesens. Er verfasste Pamphlete mit Titeln wie »Ein bescheiden vorgetragener Vorschlag zum Beschluss eines Gesetzes, um das Fälschen und Beschneiden von Münzen zu verhindern« und schaffte es damit tatsächlich, die Aufmerksamkeit einiger einflussreicher Menschen zu gewinnen. Ihnen machte er Vorschläge für neue Maschinen und Prozesse, mit denen sich angeblich fälschungssichere Münzen herstellen lassen würden. Man müsse ihm nur Zugang zur Münzeprägeanstalt gewähren, damit er dort seine Experimente durchführen könne. Gleichzeitig bemühte er sich, das bestehende Personal der Anstalt nach Möglichkeit zu diskreditieren, und beschuldigte es, selbst kriminellen Tätigkeiten nachzugehen.

Kurz gesagt: Chaloner behauptete nicht nur, er wüsste besser, wie man die königliche Münzprägeanstalt führen müsse, als Newton selbst, sondern beschuldigte den Wissenschaftler auch noch, in dubiose Machenschaften verwickelt zu sein. Um einen so leicht gekränkten Menschen wie Isaac Newton gegen sich aufzubringen, hätte Chaloner solch schwere Geschütze gar nicht erst

auffahren müssen. Aber so hatte er es mit wehenden Fahnen geschafft, sich den Wissenschaftler zum Feind zu machen.

Bis aufs Blut

Nachdem Newton den Austausch der Währung abgeschlossen hatte, widmete er sich mit voller Kraft einer seiner weiteren Aufgaben als Warden: dem Verfolgen von Falschmünzern. Das tat er mit der gleichen Beharrlichkeit und Ernsthaftigkeit wie alles andere in seinem Leben, wie Auszüge aus seinen Spesenabrechnungen demonstrieren. Er schuf sich ein Netz aus Informanten überall in London, die er mit passender Kleidung ausstattete, damit sie im Milieu der Kleinkriminellen nicht auffielen. Und er trieb sich selbst in Tavernen und Gefängnissen herum, um Verdächtige und schon Verhaftete zu befragen. Viele ließ er auch direkt inhaftieren, um sie in den Zellen der Münzprägeanstalt in Ruhe verhören zu können. Wie er dabei vorging, ist nicht überliefert, aber freundlich wird er nicht gewesen sein. Die Protokolle der Vernehmungen sind zum Großteil verschwunden; viele davon hat Newton selbst verbrannt bzw. ihre Entsorgung in Auftrag gegeben. Ob er einfach nur ein wenig Altpapier loswerden wollte oder Verhörmethoden anwandte, von denen die Nachwelt nicht erfahren sollte, ist unbekannt.

Bei all seinem Engagement für Recht und Ordnung bekam Newton einen jedoch nicht zu fassen: William Chaloner landete zwar immer wieder mal im Gefängnis, blieb dort aber nie lange. Oft spielte er das gleiche Spiel, das er früher als Wahrsager gespielt hatte: Er fälschte Geld (unter anderem auch die neu eingeführten Banknoten), und wenn die Sache aufflog, verriet er seine Kumpanen, erklärte den Banken, wie das Geld gefälscht worden war und was sie tun konnten, um das in Zukunft zu verhindern. Mit diesen Informationen kaufte er sich nicht nur aus dem Gefängnis frei, sondern erhielt oft noch eine Belohnung.

Sein großes Ziel blieb aber die Münzeprägeanstalt. 1697 wurde ihm tatsächlich erlaubt, dort seine Experimente mit neuen Maschinen durchzuführen. Newton höchstselbst sollte alles vorbereiten und ihm all die Dinge zeigen, die normalerweise kein Außenstehender zu Gesicht bekommen durfte. Newton weigerte sich jedoch einfach – und kam damit durch. Die Münzprägeanstalt blieb für Chaloner verschlossen; ein paar seiner Anschuldigungen blieben aber auch an Newton hängen, und dem blieb nichts anderes übrig, als diese Kritik zu ertragen (was ihm nicht leichtfiel, siehe Kapitel 3).

Vorerst zumindest, denn bald hatte er die Möglichkeit, seinen Feind endgültig zu erledigen. 1698 saß Chaloner wieder einmal im Gefängnis (diesmal wegen der Fälschung von Lotteriescheinen). Und nun setzte Newton alles daran, genug Beweise zusammenzutragen, um eine Verurteilung unumgänglich zu machen. Er bereitete die Verhandlung so gründlich vor wie eine wissenschaftliche Abhandlung. Er wollte für jede einzelne von Chaloners Verfehlungen einen Beleg finden. Und sollte er verurteilt werden, würde Chaloner am Galgen sterben, darauf arbeitete Newton hin.

Er vernahm Zeugen, einmal sogar zehn Tage hintereinander, und sammelte Aussage um Aussage. Währenddessen wurde Chaloner nervös, schrieb aus dem Gefängnis Briefe an Newton und versuchte sich irgendwie aus der Sache herauszureden.

Doch was früher immer so gut funktioniert hatte, scheiterte bei Newton. Der erste Brief Chaloners war noch recht selbstbewusst. »Ich habe kein Verbrechen begangen«, behauptete er dort. Newton gab keine Antwort. Danach wurde Chaloner dramatisch: »Ich habe mich während der letzten 6 Jahre keines Verbrechens schuldig gemacht. Sollte ich sterben, dann wurde ich ermordet.« Newton gab

keine Antwort. Das Urteil im Prozess gegen Chaloner erfolgte am 14. März 1699. Er wurde schuldig gesprochen. Er schrieb einen letzten Brief an Newton: »Niemand außer Euch kann mich retten. Oh Gott, Oh Gott, ich werde umgebracht werden, wenn Ihr mich nicht rettet. Oh, ich hoffe, Gott gibt Ihnen die Gnade und das Mitleid, um das für mich zu tun. Ihr fast ermordeter, bescheidener Diener.« Wieder keine Antwort von Isaac Newton. Am 1. April 1699 wurde William Chaloner gehängt.

Lob der moderaten Rücksichtslosigkeit

Isaac Newton war kompromisslos und starrköpfig; und zwar weit über das Klischee des verbohrten und verrückten Professors hinaus. Ohne diese Eigenschaften wäre er vermutlich kein so großer Wissenschaftler geworden. Wer heute in der Wissenschaft erfolgreich sein will, darf zwar ruhig weiterhin seltsam sein. Es ist aber – entgegen populärer Darstellungen in Fernsehserien wie »The Big Bang Theory« – keine Voraussetzung. Wissenschaftler sind längst nicht alle die weltfremden Nerds, als die wir sie uns gern vorstellen. Obwohl die Klischees natürlich auch nicht komplett aus der Luft gegriffen sind. Eine Ursache dafür ist die Arbeit selbst. In der modernen Wissenschaft beschäftigt man sich mit hoch speziellen Themen, die für den Rest der Menschheit kaum verständlich sind. Wenn daraus ein gewisses Maß an sozialer Isoliertheit entsteht, ist das kein Wunder. Universitäten und Forschungseinrichtungen bieten zudem eine Art »geschützter Umgebung« für Menschen, die ein wenig anders sind oder sein wollen. Im Gegensatz zu vielen anderen Berufen ist es dort beispielsweise (meist) komplett egal, wie man angezogen ist, solange man nur gute Arbeit leistet. Regelmäßige Arbeitszeiten müssen auch nicht zwingend eingehalten werden: Solange am Ende entsprechende brauchbare wissenschaftliche Resultate stehen, stört es selten, wenn man lieber die Nacht durchmacht und tagsüber im Bett liegt.

Ein Nerd wie Isaac Newton mit all seinen Schrullen, der voll und ganz auf seine Arbeit konzentriert ist, hätte also vermutlich kein Problem, in der heutigen Wissenschaftswelt einen Platz zu finden. Schwierigkeiten könnte er eher wegen seiner Rücksichtslosigkeit bekommen. Obwohl er gerade in dieser Hinsicht auch als Vorbild dienen könnte – zumindest dann, wenn man die Sache pragmatisch betrachtet: Rücksichtslosigkeit ist mit Sicherheit keine positive Eigenschaft, aber eine, die im Wissenschaftsbetrieb der Gegenwart leider immer noch viel zu oft nötig ist.

Die Naturwissenschaft war im 17. Jahrhundert weder ein Weg zu einem sicheren Job noch zu einer großen Karriere (was sie heute allerdings auch nicht unbedingt ist). Oft war sie ein Zeitvertreib wohlhabender Männer – die wegen ihres Wohlstands ohne Probleme so rücksichtslos mit ihren Mitmenschen umgehen konnten, wie Isaac Newton es tat. Heute ist das Leben der Naturwissenschaftler von Fördergeldern, Projektanträgen, Forschungsstipendien, Drittmitteleinwerbung[15] und Stellengesuchen dominiert. Wer sich oder seine Arbeit nicht verkaufen kann, hat schlechte Chancen. Die freien Stellen an den Universitäten sind rar, und wer sich zu viele Feinde macht, hat das Nachsehen. Wer Geld für die Forschung will, muss sich an Richtlinien halten und kann nicht einfach machen, wozu er gerade Lust hat. Eine gewisse Kompromissfähigkeit ist aber auch gegenüber den eigenen Kollegen nötig.

Als die Naturwissenschaft noch so neu war, dass man seitenlange Fachartikel über die Frisur von Ziegen oder die korrekte Anordnung von Melonen schreiben konnte, hatte man es als Einzelgänger leicht. Man wusste kaum etwas über die Welt, und es gab genug, was man erforschen konnte. Mittlerweile ist die Naturwissenschaft so sehr spezialisiert, dass man allein fast nicht mehr

vorwärtskommt. In so gut wie jeder Disziplin werden die wichtigen Durchbrüche nur noch im Rahmen großer, internationaler Kooperationen gemacht, an denen Hunderte oder Tausende Menschen beteiligt sind. Entdeckungen wie die des Higgs-Teilchens am Europäischen Kernforschungsinstitut CERN, der Nachweis von Gravitationswellen am LIGO-Observatorium oder die Messung der kosmischen Hintergrundstrahlung mit dem Planck-Satelliten hätten niemals von unkooperativen Einzelgängern wie Newton bewerkstelligt werden können.

Und trotzdem: Ein klein wenig Rücksichtlosigkeit (oder besser: Mut und Selbstvertrauen) könnte jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern heute nicht schaden. Auch in einem Team braucht es Leute, die bereit sind, sich gegen die Mehrheitsmeinung zu stellen, wenn es erforderlich ist. Naturwissenschaft ist nicht demokratisch, und die Mehrheit hat nicht immer recht. Wer sich nicht traut, seine eigene Sicht zu vertreten, verpasst vielleicht die Möglichkeit auf einen großen Durchbruch. Die Universitäten entwickeln sich außerdem immer mehr zu einem verschulten Ausbildungssystem, bei dem der schnelle Abschluss und nicht die Entwicklung des eigenständigen Denkens im Vordergrund steht. Selbst fertige Doktoranden sind heute oft nicht mehr als Auftragsempfänger ihrer Professoren anstatt selbständige Forscher, die sie eigentlich sein sollten. Wer nicht rechtzeitig lernt, sich durchzusetzen, hat nie die Chance, einen wissenschaftlichen Weg mit eigenen wissenschaftlichen Ergebnissen zu verfolgen.

Man darf und soll also ruhig ein wenig rücksichtslos sein, wenn man in der Wissenschaft vorwärtskommen möchte. Man muss es ja nicht gleich übertreiben. Wie Isaac Newton, der heutzutage vermutlich trotz seiner Genialität hauptsächlich als Querulant auffallen würde.

Bei den aktuellen Arbeitsbedingungen für junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ist es wohl am besten, wenn man sich den späteren Isaac Newton als Vorbild nimmt. Ein gut bezahlter Staatsposten in der Finanzverwaltung, bei dem man noch dazu sein eigenes Geld drucken kann: definitiv kein schlechter Karrieremove …



KAPITEL II

PRINCIPIA ÜBER ALLES – NEWTON, DER EGOIST

John Flamsteed wollte eigentlich nur den Himmel beobachten. Sein Ziel war es, einen Sternenkatalog zu produzieren, der umfassender und besser war als alles, was es bisher gab. Die Veröffentlichung seines Lebenswerks erlebte er allerdings nicht mehr, und schuld daran war unter anderem Isaac Newton.

»Newton machte es sich zur Aufgabe, meine Arbeit mit verschiedenen Tricks und Täuschungen zu behindern, und machte mir all den Ärger, den er mir nur verschaffen konnte«, schrieb Flamsteed im Oktober 1715 an einen Freund und fügte verzweifelt hinzu: »Wie unwürdig, nein – heimtückisch hat Isaac Newton mich behandelt!« Dabei hatte die Beziehung zwischen Newton und Flamsteed eigentlich einen guten Start. Newtons Ego machte am Ende einen Konflikt aber unausweichlich. Der große Wissenschaftler war zu sehr von sich und seinen Fähigkeiten überzeugt und konnte sich einfach nicht eingestehen, Fehler gemacht zu haben. Büßen musste einer, der eigentlich gar nichts dafür konnte und Newton – zumindest anfangs – nur helfen wollte.

Mit seinem monumentalen Werk »Philosophiae Naturalis Principia Mathematica« hat Isaac Newton die Grundlagen der modernen Naturwissenschaft geschaffen (siehe Kapitel 5). Das 1687 veröffentlichte Buch enthielt nicht nur eine mathematische Beschreibung der Gravitationskraft, sondern im Prinzip eine komplett neue Beschreibung der Welt. Vor allem zeigte Newton darin, dass hier bei uns auf der Erde die gleichen Gesetze herrschen wie am Himmel. Dass Bälle und Kanonenkugeln den gleichen Regeln folgen wie Planeten, Kometen und andere Himmelskörper. Um das aber auch demonstrieren zu können, brauchte Newton konkrete Daten und Beobachtungen. Die lieferte ihm John Flamsteed, der am Observatorium von Greenwich Nacht für Nacht den Himmel beobachtete. Aber auch wenn die Zusammenarbeit zwischen Astronom und Physiker anfangs noch vergleichsweise harmonisch funktionierte, sollte daraus später ein erbitterter Streit werden, der durch Newtons Rücksichtslosigkeit ausgelöst und angefacht wurde.

Im März 1675 wurde Flamsteed durch einen königlichen Erlass »The King's Astronomical Observator«. Er war der erste »Astronomer Royal«. Heutzutage ist der königliche Astronom ein ganz normaler Wissenschaftler und die royale Auszeichnung ein Ehrentitel ohne besondere Aufgabe. Flamsteed hatte hingegen ein klar definiertes Arbeitsprogramm. Er sollte die Sterne am Himmel beobachten, ihre Positionen so genau wie möglich vermessen, damit man einen Weg finden konnte, das Problem der Längengradbestimmung auf See zu lösen.

Aus heutiger Sicht erscheint es seltsam, für so ein spezielles Projekt einen eigenen Astronomen zu ernennen. Der englische König tat aber nicht nur das, er gründete auch extra noch eine Sternwarte.[16] Sehr viel Aufwand also für eine Aufgabe, die heute jedes Smartphone in ein paar Sekunden erledigen kann. Die GPS-Funktion informiert überall auf der Welt über den exakten Standpunkt und gibt Längen- und Breitengrad auf ein paar Meter genau an. Aber im 17. Jahrhundert gab es weder GPS noch Smartphones, dafür aber jede Menge Schiffe, die nicht in der Lage waren, ihre Position zu bestimmen. Deswegen gingen sie auf dem Ozean verloren, verhungerten die Mannschaften oder ertranken, wenn das Schiff auf Grund lief. Für eine Nation, die militärisch und wirtschaftlich so sehr auf eine sichere und effektive Seefahrt angewiesen war wie England, war dieser Zustand nicht tragbar.

Looking for Längengrad

Die Bestimmung des Breitengrades war schon damals kein großes Problem mehr. Der Breitengrad gibt an, wie weit nördlich oder südlich man sich vom Äquator befindet. Um das herauszufinden, reicht es schon, wenn man zum Beispiel die Sonne beobachtet. Sie geht im Osten auf, im Westen unter und erreicht im Süden jeden Tag ihren höchsten Punkt am Horizont. Das lernt man heute in der Grundschule, und auch damals war das kein großes Geheimnis. Man wusste auch, dass die Sonne im Verlauf eines Jahres nicht immer gleich hoch steht. Im Sommer sehen wir sie höher am Himmel als im Winter, und auch die Dauer, wie lange sie zu sehen ist, unterscheidet sich je nach Jahreszeit. An zwei Tagen im Jahr verbringt die Sonne aber genauso viel Zeit über dem Horizont wie darunter. Tag und Nacht sind gleich lang, deswegen nennt man diese Ereignisse auch Tagundnachtgleichen. Sie markieren den Beginn des Frühlings beziehungsweise des Herbsts, und aus astronomischer Sicht steht die Sonne dabei genau senkrecht über dem Äquator. Oder anders gesagt: Stünden wir zu einem solchen Zeitpunkt direkt am Äquator, würden wir die Sonne an ihrem höchsten Punkt direkt über unserem Kopf sehen.

Aber eben nur am Äquator! Befinden wir uns weiter nördlich oder südlich, verschiebt sich unser Blickwinkel, und die Sonne ist nicht mehr direkt über unserem Kopf. Sie erreicht ihren höchsten Punkt ein wenig tiefer am Himmel. Wo genau sie kulminiert (wie das Erreichen des höchsten Punkts in der Astronomie offiziell heißt), hängt direkt von der geografischen Breite ab. Man muss also einfach an einer Tagundnachtgleiche den Sonnenhöchststand beobachten und kann daraus den Abstand der eigenen Position vom Äquator berechnen. Wenn man nicht auf eine Tagundnachtgleiche warten will, geht es im Prinzip auch an einem beliebigen anderen Tag. Die Rechnung wird dann zwar ein wenig komplizierter, weil man Dinge wie die Neigung der Erdachse berücksichtigen muss. Aber mit ein wenig Ahnung von Mathematik und ein paar simplen Beobachtungsinstrumenten ist die Bestimmung der geografischen Breite kein Problem. Will man seine Position in der Nacht bestimmen, wenn keine Sonne zu sehen ist, funktioniert das Ganze mit Sternen genauso gut. Auch damals schon.[17]

Die Bestimmung der geografischen Länge schien dagegen fast unmöglich zu sein. Zwei Dinge machten die Sache enorm kompliziert: die Tatsache, dass es keinen natürlichen Bezugspunkt für die Länge gibt, und die Schwierigkeit, die Zeit zu bestimmen. Die geografische Breite gibt an, wie weit man sich nördlich oder südlich des Äquators befindet. Die geografische Länge dagegen sagt, wie weit östlich oder westlich man von – ja, wovon eigentlich entfernt ist. Das war das erste Problem: Worauf bezieht man die Längengradbestimmung? Es bleibt nichts anderes übrig, als eine mehr oder weniger willkürliche Linie von Nord nach Süd zu ziehen und sie als Referenz für die geografische Länge zu definieren. Heute wird dafür die Linie genutzt, die vom Nordpol exakt durch die Sternwarte in Greenwich und weiter bis zum Südpol läuft. Und es ist natürlich kein Zufall, dass dieser »Nullmeridian« genau durch den Arbeitsplatz von John Flamsteed verläuft. Denn will man die geografische Länge bestimmen, muss man sehr genau wissen, wie spät es ist. Und das wussten – zumindest damals – nur die Astronomen.

Uhren gab es zwar auch schon im 17. Jahrhundert. Aber es waren Sonnenuhren, wie sie auch der junge Isaac Newton in seiner Kindheit gebastelt hatte. Es gab Sanduhren und Wasseruhren und auch schon einfache mechanische Uhrwerke, die man in einigen Kirchen finden konnte. Was es nicht gab, waren genaue Uhren. Man konnte froh sein, wenn man die Zeit auf die Stunde genau messen konnte; eine Ausnahme stellten die etwas genaueren Pendeluhren dar, die in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts gerade erfunden wurden. Die konnte man aber nur schwer transportieren und schon gar nicht auf schwankenden Schiffen auf hoher See einsetzen.

Aber das ist nötig, wenn man die geografische Länge bestimmen will. Wieso man die Uhrzeit kennen muss, um über seine Position Bescheid zu wissen, lässt sich wieder am besten mit der Sonne verstehen. Stellen wir uns John Flamsteed vor, wie er nach einer langen Nacht voller astronomischer Beobachtungen vor die Tür seiner Sternwarte in Greenwich tritt. Die Uhr in der Sternwarte hat 6 Uhr angezeigt, und er sieht die Sonne gerade über dem Horizont aufgehen.

Natürlich bewegt sich die Sonne nicht wirklich; es erscheint uns nur so, weil die Erde sich um ihre Achse dreht. Das tut sie von Westen in Richtung Osten. Wenn Flamsteed also sieht, wie die Sonne am östlichen Horizont aufgeht, sieht er in Wahrheit, wie sich der Teil der Erde, auf dem sich die Sternwarte von Greenwich befindet, gerade aus dem Schatten in Richtung des Sonnenlichts dreht. Hinter ihm, im Westen, ist es noch dunkel. Der Kapitän eines Schiffes beispielsweise, das sich gerade auf der Überfahrt von Amerika nach England befindet und dabei den Nordatlantik kreuzt, sieht nur finstere Nacht. Die Erde muss sich noch ein Stückchen weiter drehen, bis auch dort die Sonne am Horizont zu sehen ist und der neue Tag für die Matrosen beginnt.

Etwa sechs Stunden später hat die Sonne in Greenwich gerade ihren höchsten Punkt am Himmel erreicht. Es ist dort jetzt 12 Uhr mittags, und John Flamsteed wird davon vermutlich nichts bemerken, weil er in seinem Bett liegt und schläft (wie das beobachtende Astronomen tagsüber oft tun). Der Kapitän im Nordatlantik kann sich den Mittagsschlaf wahrscheinlich nicht leisten, wird aber bei der Beobachtung der Sonne auch merken, dass es noch gar nicht Mittag ist, weil bei ihm die Sonne noch den Himmel hinaufwandert. An seiner Position, westlich von Greenwich, muss die Erde sich noch ein wenig drehen, bis auch dort die Sonne den höchsten Punkt erreicht hat.

Wir sind heute daran gewöhnt, dass es »Zeitzonen« gibt, die Uhrzeit also innerhalb eines Landes oder zumindest großer Bereiche eines Landes überall die gleiche ist. Aber das ist nur eine willkürliche Festlegung, die nichts mit der astronomischen Realität zu tun hat. Der sogenannte »wahre Mittag« ist nicht dann, wenn der Zeiger genau auf der 12 steht, sondern zu dem Zeitpunkt, an dem die Sonne ihren höchsten Stand erreicht hat. Das passiert an unterschiedlichen Orten zu unterschiedlichen Zeiten, und die lokale Zeit (oder »Sonnenzeit«, wie es in der Astronomie heißt) ist daher auch überall eine andere.

Wenn John Flamsteed und der Kapitän im Nordatlantik den Sonnenstand beobachten, dann kommen sie dabei zu unterschiedlichen Ergebnissen, weil sich der eine weiter westlich befindet als der andere und die Sonne für den einen höher am Himmel steht als für den anderen. Der wahre Mittag findet für beide zu unterschiedlichen Zeiten statt. Und wüsste der Kapitän, welche Zeit auf Flamsteeds Uhr angezeigt wird, könnte er daraus seine Position berechnen. Denn er sieht ja, wie hoch die Sonne am Himmel steht. Und ebenfalls, wie viel noch fehlt, bis sie an ihrem höchsten Punkt ist. Er weiß, wie lange das noch dauern wird, und er weiß, was die Uhr an Flamsteeds Position in Greenwich anzeigt, wo die Sonne schon den höchsten Punkt am Himmel erreicht hat. Aus dieser Differenz kann er bestimmen, wie weit genau er sich westlich von Greenwich befindet. Der Längenkreis, der vom Nordpol über Greenwich zum Südpol verläuft, wäre der Nullpunkt seiner Längenmessung, der sogenannte »Nullmeridian«. Um sein Ziel zu erreichen – herausfinden, wie weit östlich oder westlich er sich von dieser Referenzlinie befindet –, müsste der Kapitän nur noch ein wenig rechnen.

Diese Entfernung zum Nullmeridian wird in Grad angegeben, und ein kompletter Kreis um die Erde herum hat 360 Grad. Der Kapitän weiß außerdem, dass die Erde sich in 24 Stunden einmal um ihre Achse dreht.[18] Er wird hoffentlich auch in der Lage sein, 360 Grad durch 24 Stunden zu dividieren, und zu dem Schluss kommen, dass das Ergebnis 15 ist. Die Geschwindigkeit der

Erdrotation beträgt also 15 Grad pro Stunde, und wenn die Sonne in Greenwich genau eine Stunde früher ihren höchsten Punkt erreicht hat als im Nordatlantik, dann muss sich das Schiff auch genau 15 Grad westlich von Greenwich befinden.

Das alles könnte der Kapitän durch einen Blick auf eine Uhr erfahren, die ihm zeigt, wie spät es in Greenwich ist. Er kann es aber nicht, weil es diese Uhr nicht gibt. Man brauchte eine andere Methode, und Flamsteed wollte sie kreieren, indem er einen möglichst genauen Katalog mit Sternpositionen erstellte. Denn er hoffte, die Uhr, die es auf der Erde nicht gab, am Himmel zu finden.

Ideal für eine Himmelsuhr wäre ein Ereignis, das überall – oder zumindest fast überall auf der Welt – beobachtet werden kann und von dem man genau weiß, wann es stattfindet. Eine Sonnenfinsternis zum Beispiel. Mit ihrer Hilfe könnte man berechnen, an welchem Tag und zu welcher lokalen Zeit die Finsternis von Greenwich aus zu sehen ist, und das dem Kapitän vor der Abfahrt seines Schiffes mitteilen. Findet die Finsternis statt, notiert der Kapitän seine lokale Zeit, die er selbst aus der Beobachtung des Sonnenstands bestimmt hat. Jetzt muss er nur noch die Differenz zwischen dieser lokalen Zeit und dem für Greenwich vorherberechneten Zeitpunkt der Sonnenfinsternis bestimmen und kann aus dem Unterschied die Position berechnen. Diese Methode ist zwar durchführbar, aber nicht praktikabel. Man will die Position ja immer bestimmen können und nicht nur dann, wenn zufällig gerade eine Sonnenfinsternis sichtbar ist. Man braucht etwas, das man öfter sehen kann. Zum Beispiel den Mond.

Newton pfeift auf die Himmelsuhr und den Anstand

Und hier treffen John Flamsteed und Isaac Newton wieder aufeinander, mit all den unangenehmen Konsequenzen für Flamsteed. Seine Aufgabe war es, eine Methode zu entwickeln, bei der der Mond als von überall sichtbare, kosmische Uhr verwendet werden kann. In diesem Vergleich ist der Mond der Zeiger der Uhr und die Sterne sind die Ziffern, welche die Uhrzeit angeben. Jede Nacht bewegt sich der Mond über den Himmel und an den Sternen vorbei. Weiß man, wie der Mond sich bewegt, und kennt man die Positionen der Sterne, dann kann man auch berechnen, wann er sich in der Nähe bestimmter Sterne aufhalten muss. Der Kapitän würde dann ein dickes Buch mit auf seine Reise nehmen, in dem all diese Positionen aufgezeichnet sind. Er würde den Mond beobachten und messen, wie weit er von einem bestimmten Stern entfernt ist. In seinem Buch könnte er dann nachschlagen, für welchen Zeitpunkt der lokalen Zeit in Greenwich genau diese Konstellation vorherberechnet wurde, und das mit seiner lokalen Zeit vergleichen.

Der Astronom John Flamsteed vermisst die Position der Sterne, und der Physiker Isaac Newton berechnet mit seiner Theorie der Gravitation die Bahn des Mondes: Klingt eigentlich nach einer idealen Kooperation. Wenn Isaac Newton nicht so ein großer Egoist gewesen wäre.

Zwischen 1694 und 1696 arbeiteten die beiden noch recht harmonisch miteinander, aber Newton kam bei seiner Arbeit an der Mondtheorie zu keinem abschließenden Erfolg. Und nach seinem Wechsel an die königliche Münzprägeanstalt hatte er erst einmal andere Dinge im Kopf, ließ die Zusammenarbeit also ruhen. Als er dann aber im Jahr 1703 zum Präsidenten der Royal Society ernannt wurde, wandte er sich wieder dem Himmel zu.

Er plante eine Neuauflage der »Philosophiae Naturalis Principia Mathematica«, inklusive einer umfassenden mathematischen Theorie der Mondbewegung. Dafür brauchte er neue

Beobachtungsdaten, und die wollte er von Flamsteed haben. Im April 1704 trafen sich die beiden im Observatorium von Greenwich. Flamsteed war natürlich prinzipiell ebenfalls daran interessiert, die Methode der Monddistanzen praktisch umzusetzen. Immerhin war seine Sternwarte genau für diese Aufgabe gebaut worden. Newtons Vorgehensweise war ihm allerdings zuwider. Flamsteed plante eine mehrbändige Publikation, einen angemessenen Rahmen für seine jahrzehntelangen Beobachtungen; auf eine ausführliche Beschreibung der Instrumente und Methoden, die er verwendet hatte, sollte ein Katalog mit Tausenden Sternpositionen folgen; dazu die Daten seiner Beobachtungen des Mondes, der Planeten, einiger Kometen und so weiter. Außerdem noch eine Zusammenfassung der bisher existierenden Sternenkataloge, von der Antike bis zur Gegenwart. Dieses Buch, das er »Historia Coelestis Britannica« nennen wollte, sollte sein Lebenswerk werden.

Isaac Newton war das völlig egal. Er war ausschließlich an den Daten über den Mond und die Planeten interessiert. Alles andere konnte er für die Arbeit an seiner Neuauflage nicht brauchen. Und wenn er es nicht brauchen konnte, dann sollte auch niemand sonst seine Zeit damit verschwenden. Für die Vorstellungen und die Karriere Flamsteeds hatte er weder Interesse noch Verständnis. Er war ausschließlich daran interessiert, seine eigene Arbeit fertigzustellen, und erwartete von Flamsteed, sich ihm unterzuordnen. Er sollte genau das tun, was Newton wollte, nämlich die Daten liefern, die Newton brauchte, und ihn darauf nicht wegen irgendwelcher anderen wissenschaftlichen Vorhaben warten lassen.

Um seinen Willen durchzusetzen, probierte er es anfangs noch mit Schmeichelei. Wenn Flamsteed ihm mit seinen Daten bei der Realisierung der Methode der Monddistanzen helfen würde, könnten sie beide berühmt werden, schrieb er in einem Brief. Flamsteed ließ sich nicht überzeugen. Einem Bekannten schrieb er, dass Newton sich »voreilig, gekünstelt, unfreundlich und arrogant« verhalte. Die Arroganz bestätigte Newton in einem weiteren Brief an Flamsteed: »Ich halte diese Theorie für so komplex und die Theorie der Gravitation so notwendig für ihr Verständnis, dass ich davon überzeugt bin, dass sie niemals von jemandem perfektioniert wird, der die Theorie der Gravitation nicht so gut versteht wie ich, oder besser als ich.«

Newton war davon überzeugt, dass nur er und sonst keiner eine Theorie für die Bewegung des Mondes aufstellen könne und Flamsteed ihm darum seine Daten zur Verfügung stellen müsse. Der weigerte sich allerdings weiterhin. Vor einer Publikation wollte er seine mühsam gewonnenen Beobachtungen zuerst vernünftig auswerten und präsentieren. Außerdem hatte er früher schon schlechte Erfahrungen mit der Weitergabe von Informationen an Newton gemacht. Als sie das letzte Mal zusammengearbeitet hatten, hatte er Newton nur unter der Bedingung mit Beobachtungsdaten versorgt, dass er sie nicht an andere weitergeben durfte. Was tat Newton: Schickte die Daten munter an einen Kollegen, ohne auch nur zu erwähnen, dass Flamsteed der Urheber war. Dass dieser deswegen verärgert war, ist verständlich; auch heute hätte kaum ein Wissenschaftler Manschetten, Newton als das zu bezeichnen, was er war: ein Arschloch. Vor allem, da er selbst in der Vergangenheit immer äußerst aggressiv und beleidigt reagiert hatte, wenn er der Meinung war, jemand würde seine Arbeit ohne entsprechende Würdigung verwenden.

Newton macht Druck

Flamsteed jedenfalls wollte sich von Newton nicht vorschreiben lassen, wann und wie er seine Daten publizieren müsse. Newton wiederum wollte auf die Daten nicht verzichten. Wenn Flamsteed nicht

freiwillig kooperierte, musste er eben gezwungen werden: Ein weiteres Mal nutzte Newton den Einfluss, den er dank seiner Nichte Catherine Barton und ihrem Verhältnis mit Baron Halifax, dem Schatzkanzler der Königin, hatte, und es gelang ihm, eine Audienz bei Prinz Georg, dem Ehemann von Königin Anne, zu erhalten. Der ordnete an, dass Flamsteeds Daten schnellstmöglich publiziert werden sollten, und stellte sogar Geld dafür zur Verfügung.

Einem königlichen Erlass konnte sich Flamsteed schwer widersetzen. Den Plan für sein Lebenswerk gab er noch immer nicht auf. Um die Arbeit zu beschleunigen, wollte er zwei Assistenten engagieren, die ihm bei den mühsamen Berechnungen helfen sollten, die erforderlich waren, um aus den Beobachtungsdaten einen brauchbaren Katalog machen zu können. Bei Newton fragte er um das nötige Geld dafür an. Der willigte sogar ein, verlangte aber, dass die Assistenten sich ausschließlich mit den Daten für den Mond und die Planeten beschäftigten. An dem für Flamsteed so wichtigen Sternenkatalog war Newton schließlich nicht interessiert. Flamsteed ließ die Assistenten allerdings einfach trotzdem an den Sterndaten rechnen. Als Newton das herausfand, verweigerte er sofort die Zahlung.

Der Streit wirkt kindisch. In gewissem Sinne war er das auch. Wenn Newton Flamsteed einfach seine Arbeit hätte machen lassen, wäre er früher oder später sowieso an die nötigen Daten gekommen. Aber er wollte nicht warten. Newton war im Gegensatz zu John Flamsteed auch nicht unbedingt an der Lösung des Navigationsproblems interessiert, sondern wollte eben bloß eine verbesserte Version seiner »Principia« schreiben. Dafür musste er seine Theorie der Gravitation nutzen, um die Bewegung des Mondes beschreiben und vorhersagen zu können. Mit seinen Erkenntnissen über die Anziehungskräfte zwischen den Himmelskörpern sollte das eigentlich kein Problem sein. Dachte zumindest Newton damals; heute wissen wir, dass diese Aufgabe selbst für ein Genie wie ihn eine Nummer zu groß war. Es ist tatsächlich nicht allzu schwer, die gravitative Wechselwirkung zwischen zwei Himmelskörpern zu beschreiben. Das konnte Newton mit seiner Theorie. Der Mond wird aber nicht nur von der Anziehungskraft der Erde beeinflusst, sondern auch von der der Sonne. Wie stark der Einfluss der Erde auf den Mond ist, hängt von deren Abstand ab, der sich aber dauernd ändert, weil die Erde selbst wiederum von der Gravitation der Sonne beeinflusst wird. Newton fand für dieses komplexe Problem keine exakte Lösung, und heute wissen wir, dass er auch keine finden konnte. So ein »Dreikörperproblem« ist mathematisch nicht exakt lösbar; man kann die Bewegung der Himmelskörper nur mit entsprechend komplizierten Methoden näherungsweise vorhersagen. Diese Methoden kannte Newton damals allerdings noch nicht, und dementsprechend ungenau war seine Theorie der Mondbewegung.

Die Schuld dafür suchte er allerdings nicht bei sich selbst, sondern gab sie Flamsteed. Dessen Beobachtungsdaten seien zu ungenau, um damit vernünftig arbeiten zu können. Er war davon überzeugt, dass Flamsteed viel genauere Daten besaß, sie aber absichtlich vor ihm versteckte. Aggressiv versuchte er, die Herausgabe dieser Daten zu erzwingen. Flamsteed dagegen hielt gar nichts unter Verschluss, sondern wollte einfach nur zuerst seine Beobachtung des Himmels zu Ende bringen. Er wollte alle Sterne vermessen, die er vermessen konnte, alle Daten mathematisch aufbereiten und einen kompletten Katalog des Himmels vorlegen – um das Problem der Längengradbestimmung zu lösen und zukünftigen Astronomen ein verlässliches und verständliches Fundament für ihre Arbeit zur Verfügung zu stellen.

Newton aber machte weiter Druck und verlangte die Daten über den Mond. Ein Blick in den Briefwechsel der beiden zeigt die angespannte Lage zwischen Newton und Flamsteed besonders gut. Newton bedankt sich zuerst noch für ein paar Daten, die er von dem Astronomen erhalten hat,

beginnt aber schon gleich im zweiten Satz zu meckern: »Ich habe Ihre Tabellen zur Sonne erhalten und danke Ihnen dafür. Aber diese und fast alle Ihrer Unterlagen sind nutzlos für mich, jedenfalls solange Sie keinen praktikablen Weg vorschlagen, mich mit Beobachtungsdaten zu versorgen.« Mit einem Hinweis auf die angeschlagene Gesundheit von Flamsteed kommt er ohne Umschweife auf das zu sprechen, worum es ihm wirklich geht: »Ich schlage daher ein weiteres Mal vor, dass Sie mir Ihre unbearbeiteten Beobachtungsdaten [des Mondes] schicken und es mir überlassen, die Positionsdaten daraus zu berechnen.« Am Ende des Briefes wird Newton dann regelrecht trotzig: »Wenn Sie diesem Vorschlag zustimmen, dann bitte ich Sie, mir Ihre Beobachtungen für das Jahr 1692 zu schicken, und ich werde sie berechnen lassen und Ihnen eine Kopie der berechneten Positionen zuschicken. Aber wenn Sie dem Vorschlag nicht zustimmen, wünschte ich, Sie würden eine andere praktikable Methode vorschlagen, mich mit Beobachtungsdaten zu versorgen. Oder mich deutlich wissen lassen, dass ich mich damit abfinden muss, all die Zeit und die Mühe verloren zu haben, die ich bisher in die Mondtheorie gesteckt habe.«

Ein paar Tage später schreibt Newton erneut an Flamsteed und erinnert ihn daran, dass er ihm früher bei anderen Dingen geholfen habe. Bei der Berechnung der Bewegung von Jupiters Monden beispielsweise, und er weist extra noch darauf hin, dass ihn das »zwei Monate harte Arbeit gekostet hat«. Er hätte sich die Mühe nie gemacht, wenn ihn Flamsteed nicht so darum gebeten hätte, und auch nur, weil er im Gegenzug ebenfalls Hilfe erwarten würde.

Flamsteed wollte sich Newton allerdings nicht so einfach beugen und gab ihm nur ein paar ältere Beobachtungen und Einleitungstexte für sein geplantes Werk. Die könne Newton ja schon mal publizieren; inzwischen, so sein Gedanke, hätte er Zeit, um den Rest des Katalogs so fertigzustellen, wie er es wollte. Newton aber wollte alle Daten. Die beiden schlossen einen Kompromiss: Flamsteed gab Newton als Zeichen des Vertrauens einen versiegelten Umschlag mit all seinen Beobachtungen. Während der erste Teil des Katalogs gedruckt würde, könne er weiterarbeiten und die Daten vervollständigen. Sie würden dann gegen die unvollständigen Daten im versiegelten Umschlag ausgetauscht und Newton könne den kompletten Katalog publizieren.

Nach langem Streit begann nun also die Veröffentlichung von Flamsteeds Daten unter Newtons Aufsicht. Erfreut war der Astronom darüber nicht. Er stellte zum Beispiel fest, dass Newton dem Drucker erstaunlich viel Geld für die Publikation seines Katalogs bezahlte. Über ein Pfund pro Druckseite, während Flamsteed selbst keinerlei Entlohnung erhielt. Und das, wo er als königlicher Astronom sowieso nur 100 Pfund im Jahr verdiente (was nicht ausreichte, um seine Lebenshaltungskosten zu decken, weswegen er einen Zweitjob als Pfarrer einer kleinen englischen Landgemeinde ausüben musste); Newton dagegen brachte als Beamter der Münzprägeanstalt damals mindestens 1500 Pfund pro Jahr nach Hause. In einem Brief beschwerte sich Flamsteed heftig darüber: »Es ist sehr hart; es ist extrem ungerecht, dass man sich alle nur vorstellbare Mühe gibt, aus meinen Bemühungen einen Gewinn für den Buchverkäufer und seine Partner sicherzustellen, und keinerlei Mühe, mich für die großen Ausgaben der letzten 30 Jahre meiner Arbeit zu entschädigen.«

Kurzfristig schien sich die Lage für Flamsteed zu bessern. Als Prinz Georg im Jahr 1708 starb, hielt der Astronom den königlichen Erlass für erloschen und ignorierte von da an Newtons Forderungen. Der konnte vorerst nicht viel tun, sorgte aber zumindest dafür, dass Flamsteed aus der Royal Society ausgeschlossen wurde (mit der vorgeschobenen Begründung, dass er seine Mitgliedsbeiträge nicht rechtzeitig gezahlt habe).

Schlimmer als Stromberg

Zwei Jahre danach hat sich Newton dann aber von Königin Anne selbst einen Erlass besorgt und noch dazu durchgesetzt, dass er von ihr als eine Art Aufseher der Sternwarte in Greenwich eingesetzt wird. Isaac Newton war jetzt also der Chef von John Flamsteed – und verlor nun alle Hemmungen. In Briefen beschuldigte er den Astronomen mehr oder weniger des Landesverrats, wenn er die Daten nicht freigeben würde: »Es wird daher gewünscht, dass Sie entweder den Rest Ihres Kataloges an Dr. Arbuthnot schicken oder ihm zumindest die Beobachtungsdaten schicken, die nötig sind, ihn zu komplettieren, damit der Druckvorgang weitergehen kann. Und wenn Sie stattdessen irgendetwas anderes vorschlagen oder irgendwelche Entschuldigungen vorbringen oder unnötige Verzögerungen, dann wird das als indirekte Weigerung aufgefasst werden, den Befehlen Ihrer Majestät zu folgen. Ihre schnelle und direkte Antwort und Zustimmung wird erwartet.« Er öffnete außerdem den versiegelten Umschlag Flamsteeds und machte sich daran, die dort enthaltenen – unvollständigen – Daten zu publizieren. Flamsteed war geschockt, als er sah, wie sein Lebenswerk zerstückelt und lieblos der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wurde.[19]

Newton und dessen Kollegen hatten in seinem Katalog nach Belieben herumgewerkt, ohne mit ihm Rücksprache zu halten. Wie wütend er tatsächlich war, zeigt der Ausschnitt eines Briefes, den Flamsteed an John Arbuthnot schrieb. Arbuthnot war Naturforscher wie Newton, Arzt von Prinz Georg und maßgeblich daran beteiligt, dass Newton seinen königlichen Erlass zur Erzwingung der Publikation bekommen hatte. Flamsteed gegenüber merkte Arbuthnot an, dass er sich nicht beschweren solle, Newton und dessen Kollegen hätten die Arbeit des Astronomen ja nur verbessern wollen. In seiner Antwort nimmt Flamsteed kein Blatt vor den Mund: »Ich hab jetzt 35 Jahre an diesem Katalog gearbeitet. Während der nächtlichen Beobachtungen und täglichen Arbeit habe ich lange und schmerzhafte Unannehmlichkeiten ertragen. Ich habe eine große Menge an Geld aus meiner eigenen Tasche ausgegeben, um den Katalog zu komplettieren und meine astronomische Arbeit zu beenden. Veralbern Sie mich nicht und sagen Sie mir nicht, dass ich mich über die Modifikationen freuen soll, wenn Sie wissen müssten, dass für mich nichts verletzender und weniger erfreulich sein kann, als das gesagt zu bekommen.«

Flamsteed kündigt jede Kooperation mit Newton auf. Er gibt bekannt, dass er seine Daten selbst und auf eigene Kosten publizieren würde, und zwar besser, als Newton es tat. Newton lässt das wiederum nicht auf sich sitzen und zitiert Flamsteed zu sich, um ihn ein weiteres Mal nach angeblich zurückgehaltenen Daten über den Mond auszufragen. Die Besprechung endet mit Beleidigungen.[20] 1712 ist es dann schließlich so weit: Der Katalog, den Newton von Flamsteed gestohlen hat, wird ohne Beteiligung Flamsteeds unter dem Namen »Historia Coelestis« publiziert. Im Vorwort teilt Newton noch ein letztes Mal aus und wirft dem Astronomen vor, nur für sich selbst gearbeitet und noch dazu schlechte Daten geliefert zu haben, die erst mühsam hätten korrigiert werden müssen.

Nun konnte Newton auch die Neuauflage seiner »Principia« veröffentlichen, inklusive einer neuen Theorie zur Bewegung des Mondes. Vor der Publikation strich er aber noch sorgfältig alle in der ersten Ausgabe enthaltenen Hinweise auf die Beiträge, die Flamsteed mit seinen Beobachtungsdaten geleistet hatte. Geholfen hat es ihm dennoch nicht. Newtons Mondtheorie blieb ungenau. Zu ungenau jedenfalls, um für die Methode der Monddistanzen eingesetzt werden zu können. Erfolg hatten erst seine Nachfolger: 1753 schafften der deutsche Astronom Tobias Mayer und der Franzose Nicolas-Louis de Lacaille es, die Bewegung des Mondes so genau vorherzusagen, dass man damit tatsächlich auch auf hoher See die Position bestimmen konnte. Da war dies aber schon fast nicht mehr nötig,

denn nur wenig später konstruierte der Uhrmacher John Harrison Uhren, die kompakt, belastbar und genau genug waren, um auch auf hoher See eingesetzt werden zu können. Trotzdem war die Arbeit von Flamsteed und den anderen Astronomen nicht umsonst. Die neuen Uhren waren vorerst noch zu teuer für viele Seeleute. Außerdem war es immer gut, eine Alternative zu haben. Bis in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts nutzte man zur Navigation auf den Meeren daher immer noch die Methode der Monddistanzen.

Für Flamsteed selbst gab es auch noch so etwas Ähnliches wie ein Happy End. 1714 starb Königin Anne, und Newton verlor seinen Einfluss am Königshof. Nun wurde Flamsteed angehört, und er schaffte es wirklich, die nicht verkauften Exemplare von Newtons Katalog vom Markt nehmen zu lassen. Mit großer Befriedigung verbrannte Flamsteed sie im Garten der Sternwarte und arbeitete weiter an der Publikation seines Lebenswerkes. Er starb allerdings schon fünf Jahre später, bevor er den letzten Band vollenden konnte. Das blieb seiner Witwe und zwei seiner Assistenten vorbehalten, die den Katalog auf eigene Kosten fertigstellten. 1725 wurde die »Historia Coelestis Britannica« schließlich veröffentlicht und war genau das, was Flamsteed sich immer gewünscht hatte und wovon ihn selbst Newton nicht abhalten konnte: der beste Sternenkatalog, den es bis dahin gab, und ein Werk, durch das sein Name und seine Leistung bis heute nicht vergessen wurden.

So viele Astronomen bezogen sich in den kommenden Jahrhunderten auf Flamsteeds Katalog, dass die Sternwarte in Greenwich und der dort verlaufende Meridian im Jahr 1884 offiziell als Nullmeridian für eine international einheitliche Zeit- und Positionsbestimmung festgelegt wurden. Der ursprüngliche Teil der heutigen Sternwarten von Greenwich heißt mittlerweile »Flamsteed House« und enthält ein Museum, in dem das Leben und die Arbeit des Astronomen angemessen gewürdigt werden.

Der schmale Grat zwischen Hartnäckigkeit und Hybris

Im Streit mit John Flamsteed zeigt sich Isaac Newton von seiner unangenehmsten Seite. Nachtragend, kleingeistig, rachsüchtig, egoistisch und so sehr von sich selbst überzeugt, dass er die Ursache für jegliche Probleme bei anderen suchte anstatt bei sich selbst. Es scheint, als könne Newton hier ganz klar nur als schlechtes Beispiel und keinesfalls als Vorbild für eine heutige Wissenschaftskarriere dienen.

Gar so eindeutig ist die Sache dann aber doch nicht. Natürlich, der enorme Egoismus würde heute ebenso viele Probleme erzeugen wie damals. Vermutlich sogar noch mehr. Kritik an der Arbeit anderer zu üben ist aber ein fundamentaler Bestandteil der modernen wissenschaftlichen Methode. Das Ergebnis einer Forschungsarbeit wird erst dann allgemein ernst genommen, wenn sie einen Begutachtungsprozess durchlaufen hat, bei dem Kolleginnen und Kollegen so genau wie nur möglich die Methoden und Resultate überprüfen. Wer sich darauf nicht einlassen will, kann am modernen Wissenschaftsbetrieb kaum noch teilnehmen (siehe Kapitel 3). Idealerweise steht vor der Kritik durch andere aber die Selbstkritik. Bevor man mit einer wissenschaftlichen Arbeit an die Öffentlichkeit geht, sollte man selbst alle Möglichkeiten überdenken, bei denen man Fehler gemacht haben könnte. Sich so wie Newton bei Problemen einfach auf die schlechte Arbeit von Kollegen herauszureden reicht bei Weitem nicht.

Newton war nicht in der Lage, eine zufriedenstellende Theorie der Mondbewegung zu entwickeln. Er kam allerdings nicht auf den Gedanken, den Grund dafür in seinen eigenen Methoden zu suchen.

Newtons Selbstbewusstsein überschritt hier die Grenze zur Selbstüberschätzung und brachte ihn dazu, die Schuld in den angeblich schlechten Daten von John Flamsteed zu suchen. Hätte er sich intensiver und vor allem kritischer mit seiner eigenen Arbeit auseinandergesetzt, hätte er die öffentliche Kritik und den Disput mit seinen Kollegen gesucht, wäre es ihm vielleicht doch noch gelungen, die nötigen neuen mathematischen Methoden für eine brauchbare Theorie der Mondbewegung zu entwickeln.

Aus heutiger Sicht besser nachvollziehbar ist dagegen Newtons Wunsch, die astronomischen Beobachtungsdaten von John Flamsteed unbedingt veröffentlicht zu sehen. Wenn man von den eher niederen Motiven absieht, die ihn zu seinem extremen und rücksichtslosen Vorgehen bewogen haben, war Flamsteed der königliche Astronom und kein Privatforscher (auch wenn er so gut wie alle seine Instrumente aus eigener Tasche finanziert hatte). Newton konnte daher mit einer gewissen Berechtigung behaupten, dass die Daten nicht Flamsteed selbst gehörten, und ihre Publikation fordern. In der heutigen Forschungswelt stellt sich diese Problematik noch drängender: Grundlagenforschung wie die Astronomie wird fast ausschließlich über öffentliche Gelder finanziert. Daten, die aus dieser Forschung gewonnen werden, sollten der Öffentlichkeit daher auch zur Verfügung stehen. Das wissen die Wissenschaftler, aber so wie Flamsteed damals sind sie darüber nicht immer glücklich.

Ein gutes Beispiel dafür ist die Kontroverse, die sich im Jahr 2014 rund um die Rosetta-Mission zum Kometen 67P/Tschurjomow-Gerassimenko entwickelte. Rosetta war ein Projekt der Europäischen Weltraumagentur ESA, die sich aus den Staatshaushalten ihrer Mitgliedsländer finanziert. Es sind also Steuergelder, mit denen die Mission durchgeführt wurde. Die Öffentlichkeit war auch durchaus interessiert an dem Projekt; immerhin war es der erste derartige Flug zu einem Kometen und die erste Landung auf der Oberfläche. Man erwartete sich großartige Bilder und Forschungsergebnisse. Trotzdem wurden Aufnahmen des Kometen und seiner Oberfläche nur spärlich veröffentlicht und erst nach langer Wartezeit. Die meisten Bilder und Daten wurden zurückgehalten oder konnten nur von den beteiligten Wissenschaftlern genutzt werden.

Die Situation ähnelte dem Konflikt zwischen Newton und Flamsteed. So wie Newton eine sofortige Freigabe der Beobachtungsdaten forderte, forderten Raumfahrt-Fans die Publikation der Aufnahmen von Rosetta. Und so wie Flamsteed sich weigerte, weil er die Daten zuerst selbst vernünftig aufarbeiten wollte, beharrten auch die ESA bzw. die beteiligten Forschungsinstitute darauf, die Beobachtungen zuerst selbst auszuwerten. Beide Seiten hatten nachvollziehbare Argumente: Die an der Rosetta-Mission beteiligten Wissenschaftler hatten immerhin jahrzehntelang an der Raumsonde und den Instrumenten gearbeitet. Als sich diese Arbeit endlich auszahlte und man damit neue wissenschaftliche Erkenntnisse gewinnen konnte, wollten die Forscherinnen und Forscher natürlich zuerst selbst damit arbeiten. Dabei stand nicht einmal unbedingt zu erwartender »Ruhm« im Vordergrund, wie er vielleicht noch für Newton und Flamsteed eine Rolle gespielt haben mag. Die Währung der modernen Forschung sind Fachpublikationen. Je mehr Aufsätze man in wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht, desto bessere Chancen hat man auf eine gute Karriere. Um diese Chancen hätten sich die Wissenschaftler der Rosetta-Mission durch eine verfrühte Veröffentlichung ihrer Daten ebenso betrogen gesehen wie Flamsteed um sein Lebenswerk.

Aber auch die andere Seite hat gute Argumente: Es ist eben ein öffentliches Projekt; es sind öffentliche Gelder, und gerade die Grundlagenforschung braucht die Öffentlichkeit als Lobby. Die Daten gehören allen, und alle sollen damit arbeiten können. Wissen darf nicht versteckt werden; je mehr Menschen Zugang dazu haben, desto größer ist die Chance, dass große Entdeckungen gemacht

werden. Newton war überzeugt, dass er viel besser geeignet war, um mit Flamsteeds Daten zu arbeiten, als Flamsteed selbst. Und auch wenn das in diesem Fall nicht unbedingt korrekt war, ist es allgemein betrachtet nicht falsch: Wer sagt denn, dass gerade die Rosetta-Wissenschaftler aus den Daten die besten Ergebnisse herausholen?

Am Ende kam es zumindest in diesem Fall zu einem Kompromiss. Die ESA hatte ohnehin von Anfang an nicht vorgehabt, die Daten komplett unter Verschluss zu halten. Die eigenen Wissenschaftler sollten – so wie international üblich – nur eine gewisse Zeit lang vorrangig Zugang haben. Man entschied sich aber trotzdem dazu, zumindest einen Teil der aktuellen Bilder zusätzlich direkt zu publizieren, damit auch die Öffentlichkeit ohne Wartezeit an den Ergebnissen der Mission teilhaben kann.

Newtons Egoismus und Selbstüberschätzung sollten den Wissenschaftlern von heute zwar nicht als Leitbild dienen. Was die freie Verfügbarkeit von Forschungsdaten angeht, darf man sich seine Hartnäckigkeit aber gern ein wenig zum Vorbild nehmen.[21] Obwohl Newton selbst vermutlich höchst überrascht wäre, als Befürworter einer »Open Data«-Initiative herhalten zu müssen, wie die nächsten Kapitel zeigen werden …


KAPITEL III
FALSCH BESCHEIDEN, LEICHT VERLETZT– NEWTON, DIE MIMOSE

Wahrheit ist das Resultat von Stille und Nachsinnen. Das hat Newton einmal gesagt, und er klingt in diesem Zitat wie ein fernöstlicher Zen-Meister, der ganz in sich ruht und den nichts aufregen kann. Newton hat mit Sicherheit viel nachgedacht. Er mag auch tatsächlich jede Menge Wahrheiten über das Universum herausgefunden haben. Aber ruhig und ausgeglichen und dann auch noch still? Nein, das war er nicht. Ganz besonders dann nicht, wenn er kritisiert wurde, dann war er überempfindlich und keilte zurück. Im Laufe seiner Karriere hat er sich unzählige Male ausgiebig und heftig mit seinen Kollegen gestritten.

Als Newton noch am Beginn seiner wissenschaftlichen Laufbahn stand, suchte er sich der Kritik durch Anonymität zu entziehen. Mit Auswirkungen, die sein Leben noch Jahrzehnte später bestimmen sollten. Hätte er nicht so große Angst vor der Kritik der anderen gehabt, wären viele seiner Feindschaften vielleicht gar nicht erst entstanden. Alles begann mit Mathematik.

Den Anstoß dazu gab aber, ein wenig überraschend, die Astrologie. 1664 hatte Isaac Newton sein Grundstudium an der Universität Cambridge abgeschlossen. Zu dieser Zeit begann er auch intensiv, sich mit der Mathematik zu beschäftigen. Er hatte zuvor ein Buch über Astrologie in die Hände bekommen und eines der Diagramme darin nicht verstanden.[22] Mathematik war kein Schwerpunkt der damaligen Universitätsausbildung, der lag eher bei der Theologie und der Lektüre antiker Texte. Also brachte Newton sich einfach selbst die nötige Mathematik bei, und wenn er einmal mit etwas angefangen hatte, dann hörte er erst auf, wenn er die Sache wirklich bis zum Ende durchdacht hatte. Aus dem Selbststudium wurde Forschung am Rande des damals bekannten mathematischen Wissens.

Auf der Suche nach der Unendlichkeit

In seinem Notizbuch findet man jede Menge Rechnungen. Unendliche Reihen beispielsweise, also die Summe von unendlich vielen Zahlen. Solche Summen müssen nicht immer selbst unendlich groß sein; wenn die Zahlen immer kleiner und kleiner werden, können sie auf einen endlichen Wert zulaufen.[23] In seinem Notizbuch findet man eine Rechnung, bei der er den Wert einer solchen unendlichen Summe bis auf 55 Stellen hinter dem Komma berechnet hatte. »Ich schäme mich fast zu erzählen, wie weit ich diese Berechnung getrieben habe«, schrieb er an einen Bekannten: »Ich hatte viel zu viel Freude an diesen Entdeckungen.« Die Entdeckungen, von denen er spricht, waren neue Methoden, um mit der Unendlichkeit umgehen zu können. Das Unendliche war zwar damals schon Forschungsgegenstand der Mathematik, aber immer noch ein wenig unheimlich und unverständlich. Der Franzose René Descartes, dessen Werke über Mathematik Newton intensiv studiert hatte, schrieb in seinen »Prinzipien der Philosophie«:

»Wir werden uns deshalb nicht mit der Antwort auf die Frage mühen, ob die Hälfte einer unendlichen Linie ebenfalls unendlich sei, oder ob die unendliche Zahl gleich oder ungleich sei und Aehnliches; denn nur der, welcher seinen Geist für unendlich hält, kann meinen, hierüber nachdenken zu müssen.«

Nun, Newton meinte definitiv, darüber nachdenken zu müssen. Und er tat das sehr erfolgreich. Seine Gedanken über die Unendlichkeit mündeten in eine komplett neue mathematische Disziplin (siehe dazu Kapitel 7), welche die Welt mindestens ebenso stark verändert hat wie seine Erkenntnisse über die Natur. Vorerst aber arbeitete Newton allein und unter Ausschluss der Öffentlichkeit. Nur Isaac Barrow, der an der Universität Cambridge seit 1664 den Lehrstuhl für Mathematik innehatte, wusste, was Newton da trieb, und erkannte die Bedeutung seiner Arbeit. Barrow war es auch, der

Newton später dazu überreden konnte, zumindest einen Teil seiner Ergebnisse mit dem Rest der Welt zu teilen.

1668 brachte Barrow ein Buch mit an die Universität. Es stammte von dem deutschen Mathematiker Nicholas Mercator, der sich ebenfalls mit der Berechnung von unendlichen Reihen beschäftigt hatte. Newton war vermutlich überrascht und erschrocken zugleich, als er Mercators Buch sah. Denn dort stand genau das, was er selbst Jahre zuvor ausgearbeitet hatte. Seine eigene Arbeit war aber viel umfassender als die von Mercator, und auf Barrows Drängen schrieb Newton nun doch ein wenig davon auf.

Barrow schickte das Ganze an den Mathematiker John Collins, der im 17. Jahrhundert das war, was heute die großen Internetforen oder E-Mail-Verteiler sind. Collins stand mit den wichtigsten Mathematikern der damaligen Zeit in Kontakt und sorgte dafür, dass sich Informationen und neue Publikationen schnell überallhin verbreiteten. Der Autor Isaac Newton trat allerdings weiter nicht in Erscheinung, denn Newton hatte der Veröffentlichung seiner Arbeit nur zugestimmt, wenn Barrow seinen Namen nicht nennen würde.

Newton scheute die Öffentlichkeit. Bis jetzt hatte er immer allein geforscht – und dabei seine neue Mathematik entdeckt, die Natur des Lichts erforscht und die Gravitation verstanden. Aber was die wissenschaftlichen Kollegen davon hielten, wusste er nicht und wollte es wahrscheinlich auch nicht so genau wissen. Mit Anerkennung hätte er als Egomane sicher keine Probleme gehabt, aber noch schwerer schien seine Unlust zu wiegen, sich Kritik auszusetzen und für seine Arbeit rechtfertigen zu müssen.

Erst als John Collins in seiner Antwort nicht nur keine Kritik übte, sondern die Arbeit auch noch enthusiastisch lobte, war Newton doch einverstanden, seinen Namen publik zu machen. Es war das erste Mal, dass man außerhalb von Cambridge von seiner wissenschaftlichen Arbeit hörte. Collins verteilte Newtons Artikel über die Berechnung unendlicher Größen in ganz Europa und begann einen ausführlichen Briefwechsel mit Newton – der sich als zunehmend frustrierend herausstellen sollte.

Newton baut ein Teleskop

Es war ein seltsamer Tanz, der zwischen Collins und Newton stattfand. Collins wollte so viel wie möglich über Newtons Arbeit wissen und seine Erkenntnisse so schnell wie möglich publiziert sehen. Newton aber zierte sich. Er schickte Collins mal eine Gleichung, mal eine Lösung, deutete weitere Ausführungen an, die er dann doch nie schickte. Und er stichelte in seinen Briefen gern ein wenig: Collins war an einer Tabelle mit Lösungen interessiert, Newton antwortete, das wäre doch »ziemlich einfach und offensichtlich«. Aber er könne sich gerade »nicht zu der für ihre Erstellung notwendigen Plackerei durchringen«. Und immer wieder beharrte Newton, zumindest zunächst, darauf, dass Collins bei der Veröffentlichung seiner Antworten keinesfalls seinen Namen nennen solle: »Ich kann nicht erkennen, was an öffentlicher Wertschätzung so erstrebenswert ist. Es würde die Zahl meiner Bekanntschaften erhöhen, was ich nach Möglichkeit zu vermeiden suche.« Newton kommentierte zum Beispiel auch – auf Drängen von Barrow und Collins – ein Buch eines niederländischen Mathematikers und bestand kurz vor dessen Veröffentlichung darauf, dass es nur mit dem Zusatz »erweitert von einem anderen Autor« und nicht mit »erweitert von Isaac Newton« erschien.

Newton hätte mit seiner neuen Mathematik schon damals und zu Recht weltberühmt sein können. Aber er wollte die Meinung der Öffentlichkeit, der Gemeinde der Wissenschaftler, nicht hören. Hätte er sich damals nicht so geziert, wäre die Entwicklung der Naturwissenschaft vielleicht anders verlaufen. Auf jeden Fall aber hätte er sich den größten und längsten Streit seiner Karriere erspart (siehe Kapitel 7).

Bevor es dazu kam, legte er sich aber aus ganz anderen Gründen mit seinen Kollegen an. Zur gleichen Zeit, als Newton im Bereich der abstrakten Mathematik völlig neue Welten entdeckte, machte er auch eine ganz praktische Erfindung, die jedoch nicht minder revolutionär war. Sie war das handwerkliche Gegenstück zu seinen physikalischen Durchbrüchen. Theoretische Physik und Astronomie kommen heute nicht ohne Newtons Erkenntnisse über Gravitation und Mathematik aus; die praktische Astronomie nicht ohne das, was er zur gleichen Zeit baute: ein Teleskop.

Teleskope gab es natürlich schon länger; sie existierten seit knapp sechzig Jahren und hatten in den Händen des großen Galileo Galilei zu Beginn des 17. Jahrhunderts bewiesen, dass in ihnen das Potenzial steckt, ganze Weltsysteme zu stürzen. Vermutlich im Jahr 1608 kam der holländische Optiker Hans Lipperhey auf die Idee, ein paar spezielle Linsen aus Glas zu kombinieren, und baute das erste Fernrohr. Vielleicht wurde das erste Teleskop auch kurz zuvor von Zacharias Janssen erfunden, ebenfalls ein Optiker aus den Niederlanden. Oder es war Adriaan Metius, ein Astronom und Mathematiker. Alle drei erhoben im Laufe der Zeit den Anspruch, der Erste gewesen zu sein. Aber wer es auch war: Er hatte die Idee, zwei Glasstücke zu kombinieren. Natürlich nicht einfach irgendwelche Glasscherben, sondern speziell zugeschliffene optische Linsen. Die erste war eine sogenannte Sammellinse. Trifft ein Bündel paralleler Lichtstrahlen auf eine Sammellinse, laufen sie dahinter alle auf einem einzigen Punkt zusammen und dann wieder auseinander. Die zweite Linse war eine Zerstreuungslinse, und die macht genau das Gegenteil. Ein auseinanderlaufendes Strahlenbündel wird von ihr zu parallel laufenden Lichtstrahlen umgeleitet. Licht, das auf die Sammellinse trifft, kann fokussiert und durch die Zerstreuungslinse wieder zu einem betrachtbaren Bild auseinandergezogen werden. Die Sammellinse ist dabei aber viel größer als die nur wenige Millimeter durchmessende Pupille in unserem Auge. Sie kann also viel mehr Licht einfangen, und dank der Zerstreuungslinse können wir dieses Licht dann auch wieder in ein Bild umwandeln, das unser kleines Auge anschauen kann.

Ein Teleskop ist also nichts anderes als ein künstliches, aber viel größeres Auge. Je größer die Linse, desto mehr Licht kann es einsammeln und desto lichtschwächere Himmelsobjekte können wir beobachten. Die damaligen Linsenteleskope funktionierten aber nicht immer optimal. Die Bilder waren oft verschwommen, und die Farben erschienen im Teleskop anders als in der Natur. Das wusste auch Newton, aber im Gegensatz zu seinen Kollegen hatte er eine Ahnung, warum das so war.

Mit Augen und dem Licht kannte er sich aus. Immerhin hatte er schon ohne Rücksicht auf Verluste an sich selbst herumexperimentiert. Seine optische Forschung beschränkte sich aber nicht darauf, sich Nadeln in die Augen zu stecken. Als Newton zwischen 1664 und 1666 die Grundlagen für die größte wissenschaftliche Revolution der frühen Neuzeit legte, beschäftigte er sich nicht nur mit Mathematik und der Gravitation. Er erforschte auch die Optik und die Eigenschaften des Lichts.

1665 musste er die Universität Cambridge verlassen. Die Pest war ausgebrochen, und die Universität wurde geschlossen. Er war gezwungen, zurück nach Woolsthorpe zu gehen, dem kleinen Kaff, in dem er geboren war. Dort war nicht viel los, es gab keine berühmten Institutionen, Forschungseinrichtungen oder Sehenswürdigkeiten. Heute kann man dort natürlich das Geburtshaus

von Newton besichtigen, aber 1665 wollte das keine Sau sehen. Nicht einmal Newton selbst, aber er hatte keine Wahl. Zumindest konnte er dort in Ruhe und ohne Ablenkung von außen forschen und experimentieren.

Newton tat in Woolsthorpe das, was er schon als kleines Kind in seiner Dachkammer getan hatte: Er beobachtete das Licht. Diesmal aber auf eine neue Art. Er führte ein Experiment durch, das zu den wichtigsten in der Geschichte der Wissenschaft zählt. Eines, das ihm und dem Rest der Menschheit eine völlig neue Welt eröffnete, das einfacher kaum hätte sein können und am Ende trotzdem ein ganzes Universum sichtbar machte.

Newton machte ein Loch in die Wand eines Raumes, der ansonsten völlig abgedunkelt war. Durch dieses Loch fiel ein dünner Strahl Sonnenlicht, der auf ein Prisma traf. Und am anderen Ende erschienen Farben. So weit, so unspektakulär. Seit es Glas auf der Welt gab, gab es auch Menschen, die bemerkten, dass in diesem Glas Farben auftauchten, wenn das Licht auf die richtige Weise darauf fiel. Man wusste auch, dass man dieses Phänomen besonders gut beobachten konnte, wenn man ein spezielles, dreieckig geformtes Stück Glas – ein Prisma – verwendete. Man wusste allerdings nicht, warum. Beziehungsweise schien es offensichtlich zu sein: Die Farben wurden im Prisma erzeugt. Das war die vorherrschende Meinung, und kaum jemand stellte sie infrage.

Aber das reichte Newton nicht. Vor allem, weil ihm eine Methode einfiel, wie man diese Behauptung überprüfen konnte. Dazu brauchte er nicht mehr als ein zweites Prisma. In den bunten Regenbogen, der hinter dem ersten Prisma entstand, stellte er eine Trennwand mit einem kleinen Loch, das so ausgerichtet war, dass nur Licht einer ganz bestimmten Farbe hindurchfallen konnte. Er hatte nun also einen Lichtstrahl, der nur aus einer einzigen Farbe bestand. Und *diesen* Strahl ließ er nun auf das zweite Prisma treffen. Wenn die Farben wirklich im Glas selbst entstanden, dann sollte dahinter ein zweiter Regenbogen sichtbar werden. Das war aber nicht der Fall. Ein blauer Lichtstrahl blieb auch hinter dem zweiten Prisma ein blauer Lichtstrahl. Ein roter Lichtstrahl blieb rot.[24]

Das Prisma erzeugt die Farben also nicht, es trennt sie, befand Newton. Weißes Licht ist eine Mischung von Farben, und zwar aller Farben. Auch das zeigte Newton einwandfrei, indem er den kompletten Regenbogen beim Durchgang durch ein weiteres Prisma wieder zu weißem Licht zusammenführte. Und Newton entdeckte noch mehr: Das Licht änderte beim Durchgang durch das Glas seine Richtung, und zwar nicht einheitlich: blaues Licht stärker als rotes.

Damit war Newton auch klar, warum die Linsenteleskope nicht so gut funktionierten: Jede Farbe im weißen Licht wurde durch die Linsen im Fernrohr unterschiedlich stark abgelenkt. So entstand am Ende kein einheitliches Bild, sondern viele leicht gegeneinander verschobene und einander überlagernde Bilder in den jeweiligen Farben. Diese »chromatische Aberration« konnte vermieden werden, wenn man statt der Glaslinsen Spiegel verwendete. Dass man Lichtstrahlen auch durch Spiegel ablenken konnte, war zwar ebenfalls schon bekannt. Bis dahin hatte es allerdings noch niemand geschafft, aus Spiegeln[25] auch tatsächlich ein funktionierendes und brauchbares Teleskop zu bauen. Aber dann kam Newton. Und baute eines.

Als nach 1666 die Pest verschwand und die Universität Cambridge wieder den Betrieb aufnahm, wiederholte Newton dort seine optischen Experimente und führte sie weiter aus. 1668 war er dann so weit und konnte ein Teleskop bauen, das statt Linsen Spiegel verwendete. Er war richtig stolz auf seine handwerkliche Leistung. Er habe wirklich alles selbst gemacht, erklärte er später dem Ehemann seiner Nichte. Sogar die Werkzeuge dazu, denn »wenn ich auf andere Leute warten würde, damit sie mir meine Werkzeuge machen, hätte ich nie irgendwas fertiggebracht«.

Newtons Teleskop war ein Meisterwerk. Das Spiegelteleskop war nicht seine Erfindung. Aber er war der Erste, der verstanden hatte, warum es so funktionierte, wie es funktionierte. Er hatte die wissenschaftlichen Grundlagen der Optik erforscht und sie in die Praxis umgesetzt. Sein Teleskop war klein, nur etwa 30 Zentimeter lang. Die damals üblichen Linsenteleskope waren viel länger. Das mussten sie auch sein, denn je größer die Sammellinse am vorderen Ende war, desto weiter hinten lag der Punkt, an dem das Licht fokussiert wurde. Wollte man mehr sehen, brauchte man größere Linsen und erhielt längere – und unhandlichere – Teleskope. Aber auch wenn Newtons Teleskop kleiner war, war es doch deutlich besser. Sein Gerät erreichte eine etwa 35-fache Vergrößerung, fast drei Mal so viel wie die besten damaligen Linsenteleskope.[26]

Den Spiegel fertigte Newton selbst, aus einer Mischung aus Kupfer und Zinn, einem Metall, das später als »Spiegelmetall« bekannt geworden ist. Neben diesem Hauptspiegel baute Newton aber auch noch einen zweiten, kleineren Spiegel ein. Aus der Öffnung des Teleskops fiel das Licht zuerst auf den etwa 33 Zentimeter großen Hauptspiegel, wurde dort reflektiert und vom Sekundärspiegel durch eine weitere Öffnung nach außen gelenkt, wo der Beobachter das Bild betrachten konnte. Durch diese Konstruktion erreichte Newton eine maximale Lichtausbeute, und man konnte den Himmel beobachten, ohne selbst dem Licht im Weg zu stehen.

Vorhang auf für Newtons Lieblingsfeind

Es waren wieder Collins und Barrow, die als Erste von Newtons Erfindung erfuhren. Barrow brachte sie dann 1671 nach London, um sie den Kollegen von der Royal Society zu zeigen. Dort war man zu Recht begeistert. Der Sekretär der Gesellschaft, Henry Oldenburg, schrieb sofort an Newton und bat ihn, einen Bericht über das neue Gerät zu veröffentlichen. Newton solle öffentlich seine Urheberschaft bekannt geben, um zu vermeiden, dass andere Forscher aus dem Ausland das Teleskop nachbauten und als ihr eigenes Werk ausgaben. Außerdem bot man Newton an, Mitglied in der Royal Society zu werden.

Aber Newton zierte sich ein weiteres Mal und antwortete: »Ich bin überrascht zu sehen, dass man sich so bemüht, mir das Recht an einer Erfindung zu sichern, der ich bisher so wenig Bedeutung zugemessen habe.« Hätte man ihn nicht so oft danach gefragt, schrieb er, hätte er das Teleskop seine private Angelegenheit sein lassen. Schließlich schickte er die entsprechenden Informationen doch zur Publikation an die Royal Society, die wieder anonym erfolgen sollte – immerhin fühlte er sich vom Lob der Royal Society aber so geschmeichelt, dass er der Aufnahme in die Gesellschaft zustimmte. Und er freue sich, in Zukunft seine »armseligen und einsamen Anstrengungen« zu teilen (was allerdings eher bezweifelt werden und als Ausdruck von aufgesetzter Bescheidenheit angesehen werden darf).

Im nächsten Brief hatte sich Newton anscheinend dazu durchgerungen, nun endlich zu seiner Arbeit zu stehen. Er wolle nicht nur sein Teleskop vorstellen, sondern auch die Forschungsarbeit, die zu seiner Konstruktion geführt hatte: »Meiner Ansicht nach handelt es sich dabei um die seltsamste, wenn nicht die wichtigste Entdeckung, die bis jetzt zum Verständnis der Natur gemacht wurde.« Da war es wieder vorbei mit der Newton’schen Bescheidenheit.

Im Februar 1672 schickte Newton schließlich seinen Artikel an Henry Oldenburg. Der Titel war alles andere als zurückhaltend: »New Theory about Light and Colours«. Diese »Neue Theorie über Licht und Farben« wurde zwei Tage später vor den Mitgliedern der Royal Society öffentlich

verlesen. Und dann geschah genau das, was Newton immer befürchtet hatte. Er bekam Feedback. Die Mitglieder der Royal Society setzten ein Komitee ein, um die Arbeit über Licht und Farben genau zu untersuchen und zu bewerten. Den endgültigen Bericht sollte Robert Hooke verfassen. Was er auch tat – und sich damit eine lebenslange Feindschaft mit Isaac Newton einhandelte.

Hooke war sieben Jahre älter als Newton, aber im Gegensatz zu ihm schon ein bekannter Wissenschaftler. Hooke wurde bereits 1663 in die Royal Society aufgenommen. Er war ihr erster Kurator und zuständig für alle Experimente. Zudem wurde ihm aufgetragen, jede Woche zu den Versammlungen Zeichnungen von den Dingen mitzubringen, die er mit seinem Mikroskop beobachtet hatte. So wie das Teleskop wurde dieses Gerät erst zu Beginn des 17. Jahrhunderts erfunden. Und so wie beim Teleskop streitet man sich ebenfalls darüber, wer es als Erster gebaut hat. Robert Hooke jedenfalls war der Erste, der es intensiv dazu nutzte, die Welt der kleinen Dingen besser zu verstehen. Seine Zeichnungen von vergrößerten Insekten, Nadelspitzen, Rasierklingen oder Schimmelpilzen[27] waren so beeindruckend, dass die Royal Society ein ganzes Buch davon in Auftrag gab. Die »Micrographia« erschien 1665 und wurde zu einem der ersten wissenschaftlichen Bestseller. Die Auflage betrug zwar nur 1200 Stück – aber immerhin war sie nach wenigen Tagen komplett ausverkauft.

Neben den Bildern veröffentlichte Hooke in der »Micrographia« aber auch eine Theorie über die Natur des Lichts und der Farben: Licht entstehe durch Bewegung, und alles, was leuchtet, schwinge irgendwie. Es gebe zudem nur zwei fundamentale Farben, nämlich Rot und Blau. Wenn die Lichtpulse auf das Auge träfen, würden diese beiden Farbeindrücke erzeugt, und wo sie sich überlagerten, entstünden »alle Arten von Grün«.[28]

Für eine komplette Theorie war das ein wenig dürftig. Hooke selbst schrieb in seinem Buch: »Es würde ein wenig zu lang werden, das alles ausführlich zu erklären und zu beweisen, welche Art der Bewegung verantwortlich ist.« Und: »Es würde zu lang werden, hier einzufügen, wie ich die Eigenschaften des Lichts herausgefunden habe.« Was ihn aber nicht davon abhielt zu behaupten, er hätte nun alle Farbphänomene erklärt, »die es auf der Welt gibt«.

Kein Wunder, dass Newton da ein wenig unfreundlich wurde. Von jemandem, der sagt, er wisse alles, sage aber nicht, was und wie er zu dem Wissen gelangt ist, konnte jemand wie Newton, der sich immerhin Nadeln in die Augen gesteckt hatte, um zu verstehen, wie Licht funktioniert, nur genervt sein. Ganz besonders, weil Newton in seinem Exil auf dem Land ja selbst Experimente angestellt hatte, die seiner Meinung nach deutlich zeigten, dass Hookes Theorie der Farben nicht stimmen konnte.

Hooke dagegen behauptete nun, er hätte die Experimente, die Newton in seiner Arbeit beschrieb, selbst schon durchgeführt und noch dazu viel früher. Newton würde die Ergebnisse zudem falsch interpretieren. Newton war wütend. Die »wichtigste Entdeckung«, die er in seinem Brief angekündigt hatte, war für ihn nicht einfach nur eine simple Beobachtung. Es war eine mathematische Gewissheit, mit der er hier vor seine Kollegen trat. Es war keine Hypothese, keine Vermutung, sondern der Beginn eines neuen, mathematischen Verständnisses der Optik; er hatte einen Teil der Natur endgültig enträtselt, und das »ohne jeden Verdacht eines Zweifels«, wie er dem Sekretär Oldenburg schrieb. Er hatte eine Vermutung aufgestellt, und er hatte ein Experiment entwickelt, das seine Aussage über die Natur des Lichts und der Farben bestätigte. Hookes Theorie sei hingegen »nicht nur ungenügend, sondern in mancher Hinsicht auch unverständlich«.

Newton schien sich nicht in die Situation seiner Kollegen hineinversetzen zu können. Ja, seine Beschreibung des Lichts und der Farben war tatsächlich (weitestgehend) korrekt. Aber Newton hatte

sie schon vor Jahren entwickelt. Er hatte genug Zeit gehabt, darüber nachzudenken und sie zu verbessern. Er hatte in der gleichen Zeit seine neue Mathematik und Physik entwickelt und war es gewohnt, komplett neue, innovative Gedanken zu haben, die weit über das hinausgingen, was dem Rest der Welt bekannt war. Diesem Rest der Welt schleuderte er daher nun ohne Vorwarnung seine revolutionären Ansichten entgegen. Er hätte sich eigentlich nicht wundern dürfen, dass es ein wenig dauerte, bis man sie wertzuschätzen wusste. Er hätte damit rechnen müssen, erst einmal auf Kritik zu stoßen. Das hat er aber nicht. Sein erster Auftritt in der wissenschaftlichen Öffentlichkeit muss aus seiner Sicht ein ziemliches Desaster gewesen sein.

Wie im Kindergarten

In den nächsten Jahren entwickelte sich ein reger Schriftverkehr zwischen Newton und den Mitgliedern der Gesellschaft. Zehn kritische Artikel erschienen in den »Philosophical Transactions«, und elfmal antwortete Newton erbost auf jeden Vorwurf. Besonders verärgert war er darüber, dass seine Entdeckungen über das Licht immer wieder als »Hypothesen« bezeichnet wurden. Und extrem genervt war er, wenn Hooke der Urheber war. Für ihn war seine Optik Mathematik und keine verdammte Hypothese! Das ließ er sich von niemandem sagen. Schon gar nicht von jemandem wie Hooke, der gar nicht verstanden hatte, was Licht wirklich war. Newton war nicht gewillt, irgendeine Kritik an seiner Arbeit zuzulassen, selbst wenn sie ausnahmsweise zulässig gewesen wäre. Der niederländische Gelehrte Christiaan Huygens merkte beispielsweise an, dass man weißes Licht nicht nur dann bekommt, wenn man alle Farben mischt, sondern dass zwei Farben ausreichen, wenn es nur die richtigen sind, etwa Blau und Gelb.[29]

Damit hatte Huygens recht. Was nichts an Newtons Zorn gegenüber dem Niederländer änderte. Er vertrug die Kritik so schlecht wie ein kleines Kind, und genauso trotzig verhielt er sich auch. Er kündigte sogar an, die Royal Society zu verlassen, um »solche Dinge in Zukunft zu vermeiden«, wie er schrieb.

Das tat er dann aber natürlich doch nicht. Sondern verfasste eine weitere Arbeit über die Optik, in der er seine Gedanken über die wahre Natur des Lichts aufschrieb. Immer noch trotzig betitelte er sie nun erst recht als »Hypothese«, und zwar eine zur »Erklärung der Eigenschaften des Lichts, die ich in meinen verschiedenen Artikeln diskutiert habe«. Aber egal ob mathematische Gewissheit oder Hypothese: Kritik rief bei Newton weiterhin nur Widerspruch hervor. Sein Streit mit Robert Hooke ging in die nächste Runde: Hooke war der Meinung, Licht bestünde aus Wellen, Newton hielt es für einen Strom aus Teilchen. Hooke meinte, er hätte ein Experiment durchgeführt, das die Wellennatur des Lichts zeigt. Newton erklärte, dass dieses Experiment schon viel früher von anderen Forschern durchgeführt worden sei und er es gefälligst nicht als »seine« Entdeckung bezeichnen solle. Hooke beschuldigte Newton, seine Hypothesen aus der »Micrographia« abgeschrieben zu haben, ohne auf die Quelle zu verweisen. Kurz gesagt: Es lief ab wie im Kindergarten.

Die Frage, ob Licht nun eine Welle ist oder aus Teilchen besteht, sollte weder von Newton noch von Hooke endgültig beantwortet werden, sondern erst ein paar Hundert Jahre später durch eine neue Revolution in der Wissenschaft – die Entwicklung der Quantenmechanik. Newton und Hooke hörten auf zu streiten – aber nicht für lange, und die nächste Runde sollte noch heftiger werden (siehe Kapitel 4). Newton hörte aber fürs Erste auch auf, seine Arbeiten zu publizieren. Seine mathematischen Schriften, deren Veröffentlichung eigentlich nach den Werken über die Optik

geplant war, blieben den meisten seiner Kollegen weiterhin unbekannt. Seine Arbeit über die Gravitation behielt er für sich. Der erste Kontakt mit einer kritischen Kollegenschaft schien Newton so abgeschreckt zu haben, dass er lieber gar nichts mehr sagte, anstatt noch einmal einer öffentlichen Beurteilung ausgesetzt zu sein. Newtons Arbeit war zwar genial und revolutionär. Aber davon bekam kaum jemand etwas mit, weil er keine Lust hatte, sich kritisieren zu lassen. Weil er eine Mimose war.

Gut kritisiert ist halb gewonnen

Im heutigen Wissenschaftsbetrieb wäre Isaac Newtons Einstellung fatal. Ständige Kritik ist das Fundament, auf dem die moderne Forschung steht. Natürlich ist es nicht immer angenehm, sich kritisieren zu lassen. Aber es ist dennoch unerlässlich. Das, was die Royal Society mit Newtons Arbeit über die Theorie von Licht und Farbe gemacht hat, ist mittlerweile ein Standardprozess und nennt sich »Peer-Review«.

Die eigentliche Forschungsarbeit ist zwar immer noch Grundlage jeder Erkenntnis. Aber damit sie auch ernst genommen wird, muss sie publiziert werden. Und vor der Publikation steht die Kritik. Wer wissenschaftliche Ergebnisse veröffentlichen will, muss sie zur Veröffentlichung bei einer Fachzeitschrift einreichen. Dort entscheidet zuerst ein Redakteur darüber, ob es sich um halbwegs vernünftige Forschung handelt oder kompletten Unsinn. Diese erste Überprüfung erfolgt aber eher anhand formaler Kriterien: Passt das Thema zur Ausrichtung der Fachzeitschrift? Ist der Text einigermaßen lesbar geschrieben? Haben die Autoren sich an die übliche Struktur gehalten, ihre Methoden und Ergebnisse brauchbar vorgestellt und entsprechende Quellenangaben für ihre Behauptungen gemacht? Und so weiter. Hat ein Fachartikel diese erste Prüfung überstanden, folgt erst der eigentliche »Review«.

Der Redakteur bestimmt einen oder mehrere Gutachter. Das sind ganz normale Wissenschaftler, die auf dem gleichen Gebiet arbeiten wie die Autoren des Artikels. Sie sind Experten für die vorgestellte Forschung (oder sollten das zumindest sein), und ihre Aufgabe ist es, den Inhalt im Detail zu prüfen. Die Gutachter sehen sich die Arbeit nun sehr genau an. Sie probieren, die Ergebnisse nachzuvollziehen. Sie suchen nach Fehlern und weisen darauf hin, wenn ihrer Meinung nach Fragen offen geblieben sind, Mängel bei den Methoden existieren oder Probleme mit den Schlussfolgerungen. Je nachdem, raten sie dem Redakteur dann, die Arbeit zu akzeptieren oder die Publikation abzulehnen. Typischerweise erhalten die Autoren aber eine detaillierte Liste mit Fragen und Verbesserungsvorschlägen, die zu beantworten und umzusetzen sind. Haben sie das zur Zufriedenheit der Gutachter und des Redakteurs getan, kann die Arbeit publiziert werden.

Dieser Peer-Review-Prozess soll sicherstellen, dass nicht allzu viele falsche Forschungsergebnisse veröffentlicht werden. Natürlich funktioniert er nicht immer perfekt. Auch die besten Gutachter übersehen Fehler. Oder nehmen sich nicht ausreichend Zeit für ihre Prüfung.[30] Oft sind die Themen so speziell, dass es kaum Leute gibt, die sich ausreichend damit auskennen, und die, die das tun, sind dann meist entweder Kollegen oder direkte Konkurrenten, jedenfalls nicht objektiv. Trotz aller Mängel ist der Peer-Review-Prozess aber unerlässlich in der modernen Wissenschaft. Wer sich dieser Kritik nicht aussetzt, kann seine Arbeit nicht publizieren. Und wer seine Arbeit nicht publiziert, zählt nicht: »Publish or perish« bzw. »Publizieren oder verlieren«.

Wissenschaftliche Karrieren werden anhand der Publikationslisten beurteilt. Je mehr man veröffentlicht hat, desto besser sind die Chancen, einen guten Job oder mehr Fördergelder zu

bekommen. Das ist natürlich nicht optimal; es gäbe noch jede Menge andere Kriterien, die man berücksichtigen sollte. Engagement in der Lehre beispielsweise oder der Einsatz für die Öffentlichkeitsarbeit. Aber solange immer noch die Publikation das Maß aller Dinge ist, muss man die Kritik der Kollegen nicht nur ertragen können, man muss sie aktiv suchen.

Neben der Veröffentlichung in Fachzeitschriften gehört auch der Besuch von Fachkonferenzen zum Alltag eines Naturwissenschaftlers. Dort stellt man seine Arbeit den Kollegen vor, meist im Rahmen eines Vortrags. Und am Ende folgt unweigerlich der Teil, in dem das Publikum Fragen stellt oder Kritik übt. Der Peer-Review-Prozess ist meist distanziert und anonym; die Autoren kennen im Allgemeinen die Namen ihrer Kritiker nicht. Die Fragerunde im Anschluss an einen Vortrag ist dagegen sehr persönlich und öffentlich. Viele junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler fürchten ihren ersten Auftritt bei einer großen Konferenz, und das nicht immer zu Unrecht. Rivalitäten und erbitterte Feindschaften gab es nicht nur zur Zeit von Isaac Newton; auch heute kann man auf Konferenzen durchaus heftige Streitereien erleben. Manche Kollegen sind so nett und teilen einem ihre Kritik im Gespräch unter vier Augen mit. Andere haben aber keinerlei Hemmungen, vor dem gesamten Publikum einen Streit vom Zaun zu brechen.

Nicht immer ist die Kritik gerechtfertigt, aber in den meisten Fällen tut man gut daran, zumindest darüber nachzudenken. Der eigentliche Zweck des Peer-Review ist es ja nicht, direkten Betrug oder absichtlich manipulierte Ergebnisse aufzudecken. Es geht um die Fehler, die alle Menschen zwangsläufig machen. Wissenschaft sollte idealerweise komplett objektiv sein, aber es fällt uns enorm schwer, auch so zu denken. Wir sind nun mal subjektiv, und manche Fehler will man vielleicht auch gar nicht sehen, weil die Ergebnisse so gut zu unseren Vorstellungen zu passen scheinen.

Vor Jahren habe ich mich zum Beispiel mit der Untersuchung des Planetensystems des Sterns Beta Pictoris beschäftigt. Beziehungsweise mit der Frage, ob es dort überhaupt Planeten geben kann. Aus bestimmten Auffälligkeiten in den vorhandenen Beobachtungsdaten wollte ich die Existenz und Eigenschaften von etwaigen Planeten ableiten. Dazu habe ich umfassende Computersimulationen durchgeführt und war am Ende enorm glücklich, dass ich tatsächlich alle Auffälligkeiten durch die Anwesenheit eines einzigen Planeten erklären konnte. Es war eine elegante Lösung für dieses Problem, und ich freute mich, jetzt endlich alles aufschreiben und im Rahmen eines Fachartikels veröffentlichen zu können. Zuvor hatte ich das Ganze aber noch einem Kollegen geschickt und ihn um seine Meinung gebeten. Die Antwort kam ein paar Tage später per E-Mail. »Das kann irgendwie nicht sein, die Ergebnisse sehen zu perfekt aus. Es würde mich wundern, wenn das wirklich stimmt.« Meine erste Reaktion darauf war ähnlich wie die von Isaac Newton. Ich war genervt und ärgerte mich, ihm die Arbeit überhaupt gezeigt zu haben: Was soll das heißen: »zu perfekt«? Natürlich passt das so; wenn sich hier jemand irrt, dann er und nicht ich! Aber ich bin der Sache dann doch nachgegangen. Und musste feststellen, dass ich tatsächlich einen kleinen und eigentlich unwichtigen Fehler in meinem Computerprogramm übersehen hatte. Ein Fehler, der normalerweise nie eine Rolle gespielt hätte, aber hier zufällig genau das Resultat produziert hatte, das ich mir gewünscht hatte. Genau dafür braucht man den Peer-Review-Prozess. Die wissenschaftliche Methode soll uns – so gut das eben möglich ist – vor uns selber schützen. Das geht aber nur durch ständige Kritik, die man suchen, akzeptieren und am Ende auch annehmen muss.[31]

Manchmal ist es aber wirklich schwierig, die Kritik zu ertragen. Selbst die besten Wissenschaftler können damit Probleme haben. Albert Einstein war eigentlich sehr umgänglich. Aber zumindest einmal war er genauso trotzig wie Newton, als es um Kritik an seiner Arbeit ging. Im Jahr 1936

wollte er gemeinsam mit Nathan Rosen eine Arbeit über die Existenz von Gravitationswellen veröffentlichen. Schon zwanzig Jahre zuvor hatte er in einer Publikation vorhergesagt, dass beschleunigte Massen Energie in Form von Gravitationswellen abgeben. In der neuen Arbeit kam er nun aber zu dem Schluss, dass Gravitationswellen doch nicht existieren. Er reichte den Artikel bei der Fachzeitschrift »Physical Review« ein und der Redakteur schickte den Text an einen Gutachter. Der kam zu dem Schluss, dass Einstein und Rosen einen mathematischen Fehler begangen hatten. Einstein schrieb daraufhin dem Redakteur: »Wir haben Ihnen das Manuskript zur Publikation geschickt und Sie nicht autorisiert, es anderen Experten zu zeigen, bevor es gedruckt wird. Ich sehe keinen Grund, auf die – sowieso falschen – Kommentare Ihres anonymen Experten einzugehen. Aufgrund dieses Zwischenfalls werde ich den Artikel anderswo publizieren.«

Einstein war über die Kritik so verärgert, dass er beschloss, nie wieder in »Physical Review« zu veröffentlichen. Daran hielt er sich auch bis zum Ende seines Lebens. Der Artikel über Gravitationswellen erschien ein Jahr später in einer anderen Zeitschrift. Allerdings in einer korrigierten Fassung und mit dem Fazit, dass Gravitationswellen doch existieren können. Einstein hatte sich die Kritik zu Herzen genommen und den für ihn uncharakteristischen Trotz abgelegt.[32]

Wer heute in der Wissenschaft arbeiten möchte, muss damit leben, ständig von den Kollegen bewertet zu werden. Wer mit Kritik nicht umgehen kann, ist falsch in diesem Beruf. Wer erfolgreich sein möchte, muss die Beurteilung anderer nicht nur suchen, sondern auch akzeptieren. So genial zu sein wie Isaac Newton mag dabei zwar helfen. Vor Kritik schützt es aber nicht; ganz im Gegenteil. Das musste dann auch Newton merken, als er sich das nächste Mal auf eine Diskussion mit Robert Hooke einließ.



KAPITEL IV

GRAVITATION GANZ OHNE APFEL – NEWTON, DER STREITBARE

Isaac Newton hat die Theorie der Gravitation in dem Moment ersonnen, als ihm ein Apfel auf den Kopf fiel. Dieser Vorfall gehört zu den großen Anekdoten der Wissenschaftsgeschichte. So wie Galileo Galilei Dinge vom schiefen Turm von Pisa warf oder Archimedes nackt und »Heureka!« rufend durch die Stadt lief, nachdem er in der Badewanne das nach ihm benannte Prinzip[33] entdeckte hatte. Heute wissen wir, dass Galileo Galilei seine Experimente nicht auf einem Turm durchgeführt und Archimedes wahrscheinlich nicht in der Badewanne geforscht hat. Und auch die Sache mit dem Apfel war anders. Vor allem aber wurde die Entwicklung von Newtons Theorie der Gravitation von jeder Menge Streit mit seinem Erzfeind Robert Hooke begleitet.

Unsicheres Wissen über das Universum

Mit der Gravitation war es zu Newtons Zeit ein wenig so wie mit dem Licht. Niemand wusste so recht, was man sich darunter vorstellen sollte. Natürlich war den Menschen klar, dass Dinge von oben nach unten fallen und dass es einen Grund dafür geben musste. Aber was war es, das Objekte fallen lässt? Was brachte den Mond dazu, sich immer um die Erde herum zu bewegen, und die Erde um die Sonne? Und was war Bewegung überhaupt?

Es ist schwer, sich vorzustellen, wie sich die damaligen Wissenschaftler gefühlt haben müssen. Angesichts der riesigen Menge an offenen Fragen war es schwer, überhaupt irgendetwas mit Sicherheit feststellen zu können. Es fehlte nicht nur an all dem Wissen über das Universum, das für uns heute ganz selbstverständlich ist, sondern auch an einer Sprache. Wenn heute jemand das Wort »Gravitation« verwendet, ist ziemlich klar, was man darunter versteht. Die konkrete wissenschaftliche Bedeutung ist vielleicht nicht allen verständlich, aber zumindest wissen die meisten, dass es sich um eine Kraft handelt, die zwischen allen Objekten mit einer Masse wirkt.

Das Wort »Gravitation«, bzw. »gravity« in Newtons Muttersprache, existierte zwar schon, aber seine Bedeutung unterschied sich von dem, was wir heute darunter verstehen. So wie beim Licht hatte auch damals noch niemand wirklich eine Ahnung davon, was »Gravitation« sein sollte. In seinem Notizbuch stellte der junge Newton sich die Gravitation noch als etwas Stoffliches vor; etwas, das aller Materie innewohnt und für eine gewisse »Schwere« sorgt. Eine Art »Gravitationsflüssigkeit«, die überall enthalten war und die Dinge schwer macht. Manche hielten die Gravitation für eine Art Strahlung; andere Zeitgenossen Newtons eher für einen Ort, also einen besonderen Platz im Universum, zu dem alle Körper gelangen wollen. Der Materie sollte eine Tendenz innewohnen, sich auf diesen Ort zuzubewegen, und da alles immer nach unten auf den Erdboden fällt, konnte dieser besondere Platz nur im Mittelpunkt der Erde liegen, die damit selbst den Mittelpunkt des Universums markieren musste. Das aber schuf Probleme, denn was war mit den ganzen anderen Himmelskörpern? Musste ein Stein, den man auf der Oberfläche des Mondes fallen ließ, sich dann nicht ebenfalls auf den Weg Richtung Erde machen? Es konnte doch nicht zwei *besondere* Plätze im Universum geben? Und wenn Gravitation wirklich eine Art Flüssigkeit war, was passierte dann mit ihr? Sie konnte sich logischerweise immer nur nach unten bewegen und müsste sich, wie Newton in sein Notizbuch schrieb, in riesigen Hohlräumen im Inneren der Erde ansammeln. Es herrschte, kurz gesagt, ein großes Durcheinander an Ideen und Vorstellungen.

Die Frage nach der »Gravitation« ist eng mit der Frage nach der allgemeinen Natur der Bewegung verbunden. Dinge fallen nach unten, so viel war Newton klar. Aber nicht immer: Eine Kanonenkugel fliegt zuerst in einem weiten Bogen nach oben, bevor sie sich wieder dem Erdboden nähert. Das

Wasser in den Ozeanen steigt und fällt im regelmäßigen Zyklus der Gezeiten. Für all diese Bewegungen mussten Erklärungen existieren und eine Sprache, in der sie sich beschreiben lassen.

Während seiner Studien las Newton immer wieder über die Experimente und Theorien seiner Vorgänger. Zum Beispiel Galileo Galileis Berichte über die Geschwindigkeit, mit der Objekte zu Boden fallen, wozu Newton Folgendes notierte: »Nach Galileo fällt ein Eisenball von 100 florentinischen Pfund (das sind 78 Pfund nach dem Londoner Avoirdupois-System) die Strecke von 100 florentinischen Cubits (oder 49,01 Ellen, vielleicht 66 Yard) in 5 Sekunden einer Stunde.« Florentinische Pfund, Londoner Avoirdupois, Ellen und Yard: Die einzige uns heute vertraute Einheit in dieser Auflistung ist die »Sekunde«:[34] Der Eintrag aus Newtons Notizbuch zeigt ein weiteres Mal, wie sehr sich die Situation der damaligen Wissenschaftler von der heutigen unterscheidet. Es gab keine klaren allgemein anerkannten Definitionen für Wörter wie »Bewegung«, Raum« oder »Gravitation«. Es gab keine einheitlichen Messungen und meist nicht einmal brauchbare Messgeräte. Aber es gab Isaac Newton, seinen Willen, das alles endlich zu verstehen, und den berühmten Apfel.

Und er fiel doch

Glaubt man dem, was William Stukeley schrieb, ein Freund von Newton und Autor einer Biografie, die schon im Jahr 1752 veröffentlicht wurde, dann gab es den Apfel tatsächlich. Er fiel allerdings nicht auf Newtons Kopf. Sondern, ganz ohne Sinn für eine gute Geschichte, einfach nur auf den Boden – wie das Äpfel eben manchmal so tun. Im Gegensatz zu all den anderen, die in den Jahrhunderten zuvor von Apfelbäumen überall auf der Welt gefallen waren, saß nun aber ein Genie daneben, das gerade nichts Besseres zu tun hatte, als über die Welt nachzudenken, weil die Universität, auf der er eigentlich arbeiten sollte, wegen des Ausbruchs der Pest geschlossen war. Als Newton zwischen 1665 und 1666 im heimatlichen Woolsthorpe seinen Zwangsurlaub absolvierte, beschäftigte er sich nicht nur mit Nadeln und der Natur des Lichts (siehe Kapitel 1) sowie mit Mathematik (siehe Kapitel 3 und 7). Auch so gut wie alle seiner anderen revolutionären Gedanken entstanden damals, und keiner davon war so revolutionär wie der über die Gravitation.

Newton saß also unter, neben oder zumindest in Sichtweite eines Apfelbaums und sah einen Apfel fallen (oder behauptete zumindest später, es gesehen zu haben). Was auch immer damals geschah: Newton dachte intensiv über fallende und sich bewegende Objekte nach. Nicht nur über alltägliche Äpfel, sondern auch über Himmelskörper wie den Mond. Der Apfel bewegt sich auf die Erde zu, dachte Newton. Und der Mond bewegt sich um die Erde herum. Was, wenn es eine einzige Ursache gäbe, die für beide Phänomene verantwortlich ist? Wenn von der Erde ein Einfluss ausginge, der sowohl den Apfel als auch den Mond beeinflusst? Was für ein Einfluss müsste das sein? Der Mond ist viel größer als ein Apfel. Der Apfel ist der Erde aber auch deutlich näher als der Mond. Der Mond »hängt« über der Erde; der Apfel hängt am Apfelbaum. Der Mond bewegt sich um die Erde herum, der Apfel hängt bzw. fällt in einer geraden Linie nach unten. Irgendwie schien das alles miteinander zusammenzuhängen, aber worin bestand der Zusammenhang?

Ein Apfel, aus einer Entfernung von wenigen Metern betrachtet, kann uns genauso groß erscheinen wie der Mond. Das ist logisch, denn je näher etwas unseren Augen ist, desto größer ist das Bild, das wir uns machen können. Was für den Apfel gilt, muss auch für den Mond gelten. Wäre der Mond also doppelt so nahe, erschiene er dann auch doppelt so groß? Nein, wusste Newton, die Fläche des Mondes würde dann gleich viermal größer aussehen. Und wäre er viermal so nahe, würde

er sechzehnmal größer aussehen: Die Erscheinung der Fläche wird also nicht im gleichen Maße größer, wie der Abstand kleiner wird, sondern viel schneller: Mathematisch wird das als eine Veränderung mit dem »Quadrat des Abstands« bezeichnet.

Der winzige Apfel und der riesige Mond erscheinen uns also gleich groß, aber nur, weil der Apfel viel näher ist und sich das Erscheinungsbild nicht einfach direkt, sondern mit dem Quadrat des Abstands ändert. Vielleicht ist das auch bei dem Einfluss so, den Newton suchte? Mit den wenigen Daten, die er zum damaligen Zeitpunkt über Abstand und Größe des Mondes besaß, stellte er eine kleine, abschätzende Rechnung an. Und tatsächlich: Ein Einfluss, der sich mit dem Quadrat des Abstands ändert, passte, um sowohl auf den Apfel als auch auf den Mond wirken zu können.

Heute stellen wir uns die Entstehung der Theorie der Gravitation gern als typischen Geistesblitz vor, als eine spontane und instantane Inspiration, die durch den Fall des Apfels ausgelöst wurde. In Wahrheit lief alles viel komplizierter ab und dauerte länger. Die Gedanken, die Newton sich im Woolsthorpe'schen Obstgarten machte, waren nur die Grundlage für seine späteren wissenschaftlichen Werke. Bis dahin lag aber noch ein weiter Weg vor Newton – und jede Menge Ärger.

Zuerst einmal ging er wieder zurück nach Cambridge. Er studierte Mathematik, baute sein Teleskop, veröffentlichte seine ersten Ergebnisse über die Natur von Licht und Farbe und lieferte sich seinen ersten Streit mit den Mitgliedern der Royal Society. Nach diesen Erlebnissen widmete er sich völlig anderen Themen (siehe Kapitel 6). Zur Gravitation kehrte er erst in den 1680er-Jahren zurück, und der Auslöser dafür war ein Komet.

Der Komet Seiner Majestät

Kometen waren – wie könnte es anders sein – im 17. Jahrhundert noch kaum verstanden. Man wusste nicht, woraus sie bestanden. Man wusste nicht, warum sie so hell leuchteten. Man wusste nicht, warum sie immer wieder plötzlich am Himmel auftauchten und dann ebenso plötzlich wieder verschwanden. Das Einzige, was man zu wissen glaubte, war Unsinn.

Als Ende 1680 ein Komet am Himmel auftauchte, war die Aufregung groß. »Ein Rach-Schwerdt und Zorn-Ruthe des Allerhöchsten GOTTES«: So wurde der Komet in einem Flugblatt aus Nürnberg beschrieben. Es handle sich um »eine erschröckliche Fakkel, Ruthe und Schwerdt zu einer gütigen Warnung für den annoch bevorstehnden Unglükk«. Der Komet sei eine Warnung Gottes, um »Entsetzung und Veränderung in den Sünd-verstockten Gemüthern« herbeizuführen. Aber nicht nur in Nürnberg war man davon überzeugt, dass Kometen Boten des Unheils darstellten. Diese Ansicht war weltweit und schon seit langer Zeit verbreitet. Im Gegensatz zu Sternen und Planeten war ihre Bewegung unregelmäßig und nicht vorhersagbar und ihr Aussehen ungewöhnlich. Sie waren keine hell und ruhig leuchtenden Lichtpunkte, sondern trübe Wolken, ohne gleichmäßige Form und mit Schweifen, die sich über den ganzen Himmel erstrecken konnten. Dass das Erscheinen eines Kometen ein drohendes Unheil bedeutet, erklärte schon der römische Historiker Plinius der Ältere in seiner »Naturgeschichte« aus dem Jahr 77. Und bis zu Newtons Zeit hatte sich an dieser Ansicht nicht viel geändert.

Hunderte Schriften, Flugblätter, religiöse Pamphlete und andere Texte wurden über den Kometen des Jahres 1680 verfasst, und alle überboten sich gegenseitig darin, ein möglichst schreckliches Bild

der Zukunft zu zeichnen. Ein Gedicht[35] aus dem Jahr 1681 ist besonders ausführlich, was das kommende Unheil angeht:

> *Es zeugen uns alle Cometen zwar*
> *Sehr viel Unglücks, Trübsal und Gefahr,*
> *Und hat niemals eines Cometen Schein*
> *Pflegen ohne böse Bedeutung zu sein.*
> *Achterley Unglück insgemein entsteht,*
> *Wann in der Luft brennt ein Comet:*
> *1) Viel Fieber, Krankheit, Pestilentz und Todt,*
> *2) Schwere Zeit, Mangel und große Hungersnoth,*
> *3) Große Hitze, dürre Zeit und Unfruchtbarkeit,*
> *4) Krieg, Raub, Brand, Mord, Aufruhr, Neid, Haß und Streit,*
> *5) Frost, Kälte, Sturmwind, böse Wetter, Wassersnoth,*
> *6) Viel hoher Leute Untergang und Todt,*
> *7) Feuersnoth und Erdbeben an manchem End,*
> *8) Große Veränderung der Regiment.*
> *So wir aber Buße thun von Hertzen,*
> *So wendet Gott auch alles Unglück und Schmertzen.*

Auch Isaac Newton beobachtete den Kometen fast jede Nacht und verfolgte seine Bahn über den Himmel. Genauso wie die anderen Naturforscher der Royal Society: Der damals erst 25-jährige Edmond Halley[36] ebenso wie Robert Hooke und ganz besonders der königliche Astronom John Flamsteed. Als der Komet im November des Jahres 1680 das erste Mal am Himmel auftauchte, verpasste Flamsteed allerdings die Beobachtung. Der Komet war damals nur kurz vor der Morgendämmerung zu sehen und verschwand bald komplett vom Himmel. Flamsteed vermutete, dass sich die Kometen vielleicht doch nicht so unvorhersagbar verhalten, wie man bisher dachte, und sagte dessen baldige Rückkehr an den Himmel voraus. Und genau so war es: Mitte Dezember war der Komet wieder hell in der Nacht zu sehen. Obwohl nicht alle davon überzeugt waren, dass es auch wirklich der gleiche Himmelskörper war wie ein paar Wochen zuvor.

Flamsteed schrieb einen Brief an einen Freund von der Universität Cambridge, in der Hoffnung, dass dieser ihn an Isaac Newton weiterleiten würde. Der große Streit der beiden (siehe Kapitel 2) lag noch in der Zukunft, und Flamsteed war an der mathematischen Expertise Newtons interessiert. Er hatte eine (ziemlich vage) Theorie über die Bewegung der Kometen entwickelt und wollte Newtons Meinung dazu hören. Was wäre, dachte Flamsteed, wenn die Sonne den Kometen auf irgendeine – vielleicht magnetische? – Weise anziehen würde? Der Himmelskörper würde sich in einer geraden Linie auf die Sonne zubewegen und in ihrer Nähe wieder abgestoßen werden, so wie auch der Magnetismus mal anziehend und mal abstoßend sein kann.

Newton antwortete und erklärte Flamsteed sogleich, dass diese Hypothese Unsinn sei. Die Sonne sei ein heißer Körper, und es sei allgemein bekannt, dass Objekte ihre magnetischen Eigenschaften verlieren, wenn man sie erhitzt. Außerdem war Newton selbst sich nicht ganz sicher, ob es sich nicht vielleicht doch um zwei verschiedene Objekte handelte. Newtons eigene Aufzeichnungen zeigten, dass sich der (oder die) Himmelskörper nicht gleichmäßig bewegten, sondern mal schneller und mal langsamer. Aber, schrieb Newton an Flamsteed, auch wenn sich der Komet wohl nicht in einer geraden Linie auf die Sonne zu- und dann wieder von ihr wegbewegte, wäre es möglich, dass er einer

Bahn *um die Sonne herum* gefolgt war. Das könnte auch von einer ausschließlich »anziehenden Kraft in der Sonne« verursacht worden sein. »Kraft« war ein weiteres Wort, dessen wissenschaftliche Bedeutung damals nicht klar definiert war. Aber Newtons Beschäftigung mit der Bewegung der Himmelskörper sollte das ein für alle Mal ändern. Er machte sich nun intensive Gedanken über Kräfte, die von der Sonne ausgehen, von der Erde, vom Mond und anderen Objekten im Kosmos. Er dachte darüber nach, wie man diese Kräfte mathematisch beschreiben konnte und wie sie miteinander in Wechselwirkung standen. So kam er zu dem Schluss, dass die Bewegung des Kometen eine simple Überlagerung zweier Kräfte sein konnte: einmal seine Tendenz, sich entlang einer geraden Linie zu bewegen, und die Ablenkung von dieser geraden Linie durch eine von der Sonne ausgehende Anziehungskraft.

Hooke vs. Newton: again

Der Komet hatte Newton zu einer ersten deutlichen und vor allem öffentlichen Äußerung über die Frage nach der Art und Ursache der Bewegung von Himmelskörpern gebracht. Und er war der Ausgangspunkt für einen weiteren heftigen Streit mit Robert Hooke. Denn Newton war nicht der Einzige, der sich Gedanken über die Bewegung von Planeten und Kometen machte. Hooke hatte ähnliche Vorstellungen und Newton schon 1679 davon berichtet. Er wollte den Streit über die Optik beilegen und fragte Newton nach dessen Meinung zu seiner Theorie. Auch Hooke hatte die Idee, die Bewegung von Planeten durch eine Anziehungskraft zu beschreiben, deren Stärke sich mit der Entfernung verändert. Dass Newton genau diese Gedanken schon 1666 und lange vor Hooke gehabt hatte, wusste er nicht (wie denn auch, denn Newton hatte wie üblich niemandem davon erzählt). In seiner Antwort tat Newton so, als kenne er eine solche Theorie nicht. Aber er ließ sich auf einen Austausch zu einem Gedankenexperiment ein.

Die Frage klingt eigentlich ganz simpel: Was passiert, wenn man einen Ball von einem hohen Turm fallen lässt? Natürlich fällt er nach unten, das war klar und nicht einmal für so ein kontroverses Paar wie Isaac Newton und Robert Hooke ein Anlass, sich zu entzweien. Aber wohin fällt der Ball? Die Erde dreht sich ja um ihre Achse; einmal am Tag, von Westen in Richtung Osten. Wenn sich die Erde also unter dem Ball ostwärts wegdreht, sollte er ein wenig westlich des Turms landen. Könnte man denken, aber Newton war anderer Meinung. Die Spitze des Turms rotiert mit der Erde mit, und zwar umso schneller, je weiter sie vom Erdboden entfernt ist.[37] Also startet auch der Ball mit einer größeren Anfangsgeschwindigkeit Richtung Osten als Objekte am Erdboden. Er muss östlich des Turms landen, meinte Newton. Und nicht nur das: In einem Diagramm zeichnete Newton das auf, was mit dem Ball passieren würde, wenn er ungehindert bis in Richtung Erdmittelpunkt fallen könnte: Wenn die Bewegung des Balles immer nur nach unten bzw. in Richtung des Mittelpunkts der Erde gerichtet ist, dann sorgt die Drehung des Planeten dafür, dass er sich dem Zentrum auf einer spiralförmigen Bahn nähert.

Unsinn, sagte Hooke – und hatte damit völlig recht. Sein eigener Vorschlag sah vor, dass sich der durch die Erde fallende Ball wie ein Planet verhalten würde, der sich um den Erdmittelpunkt herumbewegt. Vermutlich, so Hooke, auf einer elliptischen Bahn. Newton vorzuwerfen, er habe einen Fehler gemacht, konnte diesen bereits auf die Palme bringen. Dass dieser Vorwurf von Robert Hooke kam, machte die Sache nicht besser. Am meisten ärgerte sich Newton aber wohl darüber, dass Hooke seine Kritik vor den Mitgliedern der Royal Society übte. Denn eigentlich hatten sich die

beiden geeinigt, ihre Konversation privat zu halten, dieses Versprechen brach Hooke mit einer öffentlichen Verlesung von Newtons Briefen.

Der alte Streit zwischen den beiden Naturforschern war wieder in vollem Gange. Newton entwarf ein neues Diagramm und erklärte darin genau, wie die elliptische Bahn des Balles aussehen würde, denn auch Hookes Vorschlag war nicht ganz korrekt und vor allem mathematisch eher vage. Sie stritten noch eine Zeit lang darüber, wie der Zusammenhang zwischen der Bahn eines Körpers und der Anziehungskraft eines anderen aussehen könnte. Am Ende stand eine letzte Vermutung Hookes: Die Stärke der Anziehungskraft ändert sich mit dem Quadrat des Abstands. Und er bat Newton um eine Antwort auf folgende Frage: Welcher Bahn müsste ein Himmelskörper folgen, auf den genau so eine Kraft wirkt? Hooke wusste um Newtons mathematische Fähigkeiten und forderte ihn regelrecht heraus. Aber Newton zog es vor, zu schweigen.

Es dauerte ein paar Jahre, bis zum nächsten wichtigen Schritt hin zur wissenschaftlichen Revolution des Isaac Newton. 1684 trafen sich Edmond Halley, Robert Hooke und Christopher Wren[38] in einem Kaffeehaus und diskutierten – wieder einmal – über die Frage der Bewegung von Objekten. Alle drei waren der Meinung, dass die Kraft, welche die Himmelskörper um die Sonne laufen lässt, sich mit dem Quadrat des Abstands ändern sollte. Aber es waren eben nur Vermutungen; es fehlte eine rigorose mathematische Beschreibung. Robert Hooke behauptete beim gemeinsamen Kaffee jedoch, er habe doch schon längst demonstriert, wie sich die Bewegung aller Himmelskörper durch eine sich mit dem Quadrat des Abstands ändernde Kraft beschreiben lasse. Er wolle seine Ergebnisse bloß noch geheim halten und erst dann damit an die Öffentlichkeit gehen, wenn man sie so richtig wertschätzen würde.

Halley war sich allerdings nicht so sicher, ob Hooke nicht nur bluffte, und wandte sich lieber ein weiteres Mal an Newton, besuchte ihn im August 1684 an der Universität Cambridge und stelle erneut die Frage: Welcher Bahn folgt ein Himmelskörper, auf den eine Anziehungskraft wirkt, die sich mit dem Quadrat des Abstands verändert? Newtons prompte Antwort: einer elliptischen Bahn! Das habe er schon vor langer Zeit mathematisch einwandfrei ausgerechnet. Leider habe er die Berechnungen dazu verlegt – aber er würde sie noch einmal wiederholen und an Halley schicken.

Das gebrochene Schweigen

Und überraschenderweise tat Newton dieses Mal genau das. Im Gegensatz zu früher lieferte Newton, was er versprochen hatte. Zuerst erhielt Halley einen kurzen Aufsatz mit dem Titel »Über die Bewegung von Himmelskörpern im Orbit«. Aber Newton hatte gerade erst angefangen. Er schrieb weiter, widmete sich den Kometen, den Planeten und dem Mond. Er sammelte Daten, er fragte beim Astronomen Flamsteed (ihr großer Streit sollte ja erst noch stattfinden) nach Beobachtungen, die er für seine Berechnungen verwenden konnte. Er entwickelte eine neue Sprache und definierte Wörter wie »Raum« und »Zeit«. Er nutzte die von ihm Jahre zuvor entwickelte neue Mathematik (von der immer noch kaum jemand außer ihm selbst wusste), um nicht nur die Bewegung von Planeten zu beschreiben, sondern viele andere Phänomene im Himmel und auf der Erde. Er schuf aus dem Stand einen völlig neuen Zugang zur Naturwissenschaft bzw. eine »Naturphilosophie«, wie es damals ja noch hieß. Er entwickelte vor allem mathematische Prinzipien, die dieser neuen Naturphilosophie zugrunde lagen. Es waren die »Mathematischen Prinzipien der Naturphilosophie«, und das war der Titel, den er seinem Werk gab: »Philosophiae Naturalis Principia Mathematica«.

Schon die erste kurze Abhandlung überzeugte die Mitglieder der Royal Society, dass hier etwas wirklich Bedeutendes und Neues zu erwarten war. Sie erklärten sich bereit, Newtons Buch zu drucken und zu veröffentlichen, wenn es fertiggestellt wäre, und beauftragten Edmond Halley, sich um die Sache zu kümmern. Und ihm ist es auch zu verdanken, dass das Buch 1686 tatsächlich erscheinen konnte. Denn das wäre wegen ein paar Fischen fast verhindert worden. Genauer, an einem Œuvre des heute völlig vergessenen Naturforschers Francis Willughby. Er schrieb Bücher über Vögel, Insekten und Fische (und überraschenderweise auch Fußball).[39] Gestorben ist er schon 1672, seine Werke aber wurden erst nach seinem Tod veröffentlicht. 1686 entschied sich die Royal Society, Willughbys »Geschichte der Fische«[40] zu publizieren. Das Buch enthielt jede Menge Zeichnungen von Fischen, was den Druckprozess sehr teuer machte – aber den Verkauf anscheinend trotzdem nicht ankurbelte. Die Geschichte der Fische war ein Ladenhüter, und die Royal Society wollte kein Geld für den Druck eines weiteren Buches ausgeben.[41] Somit stand die Publikation von Newtons Werk wegen eines Fischfans wieder auf der Kippe. Doch Edmond Halley bestritt die Kosten für den Druck kurzerhand hauptsächlich aus seiner eigenen Tasche. Die Nachwelt und die gesamte Wissenschaft sind ihm dafür heute zutiefst dankbar. Seine Zeitgenossen revanchierten sich dagegen auf eher seltsame Art und Weise. Seinen vereinbarten Lohn in der Höhe von 50 Pfund für diverse Arbeiten im Auftrag der Royal Society enthielt ihm die Royal Society vor. Stattdessen wurden ihm 50 Exemplare der »Geschichte der Fische« angeboten.[42]

Eine kleine Theorie für ein großes Universum

Neben all diesen Schwierigkeiten musste Halley sich aber auch noch um den Streit zwischen Hooke und Newton kümmern, der kurz vor der endgültigen Publikation erneut ausgebrochen war. Im Auftrag der Royal Society schrieb Halley im April 1686 einen Brief an Newton, um sich für die Arbeit an der »Philosophiae Naturalis Principia Mathematica« zu bedanken. In ihm erwähnte er aber auch, dass Robert Hooke ein kleines Problem mit dem Manuskript für den ersten Band des Werkes hatte. Hooke war der Meinung, die Idee, dass eine Kraft zwischen den Himmelskörpern wirke, deren Stärke sich mit dem Quadrat des Abstands verändert, stamme von ihm und Newton müsse das in seinem Buch erwähnen.

Mittlerweile dürfte klar sein, wie Newton auf solche Anschuldigungen reagierte. In seiner wütenden Antwort wurde er deutlich: »Nun, ist das nicht wunderbar. Mathematiker, die alles herausfinden, erklären und die ganze Arbeit machen, sollen sich damit begnügen, nichts anderes als Rechenknechte und Arbeitstiere zu sein, während andere, die nichts tun als irgendwelche Behauptungen aufzustellen, den Ruhm für die Entdeckung davontragen.« Newton griff Hooke in einem Brief an Halley nun direkt an: »Mr. Hooke hat sich bei der Entdeckung geirrt, und sein Fehler ist der Grund für all die Aufregung, die er verursacht.« Hooke habe ihm von seinen Gedanken über die Gravitation erzählt, das war Newton bereit zuzugeben. Aber er habe nicht danach gefragt und fühle sich deswegen auch zu nichts verpflichtet. Hooke habe ihm den Gedankenaustausch aufgezwungen, seine Fehler in der Darstellung der Gravitation waren erst die Ursache für Newtons eigene Arbeit und Erkenntnisse zu diesem Thema, und es sei absurd, wenn er nun behaupten würde, all das sei ursprünglich seine eigene Leistung gewesen. Hooke sei ein »Mann mit einem seltsamen unsozialen Gemüt«, befand Newton. Und machte sich daran, jede Erwähnung von Hooke aus seinem Manuskript zu streichen.

Newton war wie so oft viel zu schnell viel zu aggressiv. Aber in diesem Fall nicht ganz zu Unrecht. Natürlich gab es damals andere Forscher, die sich ebenfalls Gedanken über eine Anziehungskraft machten, deren Stärke sich mit dem Quadrat des Abstands verändert. Aber es waren eben nur Ideen und Vermutungen. Niemand hatte eine mathematische Grundlage entwickelt, niemand ein großes und vereinheitlichtes Weltbild, aus dem das Gravitationsgesetz ganz zwangsläufig folgen musste. Niemand, außer Isaac Newton.

Denn das ist das eigentlich Revolutionäre an seiner Arbeit. Nicht die Entdeckung, dass man die Bewegung der Himmelskörper beschreiben kann, wenn man von einer Anziehungskraft ausgeht, die sich mit dem Quadrat des Abstands verändert. Das war ja auch bei Weitem nicht die einzige Erkenntnis der dreibändigen »Philosophiae Naturalis Principia Mathematica« (siehe dazu Kapitel 5). Newton schuf ein völliges neues Bild der Welt, und nicht umsonst trägt der abschließende dritte Band den Titel »De mundi systemate« (»Über das System der Welt«).

Newton hatte erkannt, dass die Kraft, die für die Bewegung der Himmelskörper verantwortlich ist, nicht auf den Himmel beschränkt, sondern eine Kraft ist, die fundamental ist und überall im Kosmos wirkt. Auf Apfelbäume genauso wie auf ganze Sterne. Man kann sich kaum vorstellen, welche kreative Leistung Newton vollbringen musste, um sich so eine universale Gravitation vorstellen zu können – und es dann nicht dabei zu belassen, sondern sie auch noch mathematisch zu beschreiben.

Es geht nicht darum, dass Newton die Gravitation »erfunden« oder »entdeckt« hat. Er hat gezeigt, dass man sie verstehen kann. Und dass sie universal ist. Er hat eine Formel geschaffen; eine einzige Theorie, mit der sich ein ganzes Universum[43] beschreiben lässt. Das, was Newton damals tat, war der Grundstein für die moderne Wissenschaft. Er hat gezeigt, dass die Welt verstanden und beschrieben werden kann. Dass es *Naturgesetze* gibt, die überall wirksam sind. Er hat den ersten Schritt zur Vereinheitlichung der Naturwissenschaft getan und einen Prozess gestartet, der heute immer noch im Gange ist. Wenn moderne Teilchenphysiker auf der Suche nach einer »Weltformel« oder einer »Theorie von Allem« sind, wenn sie versuchen, die Quantenmechanik mit der Relativitätstheorie zu vereinheitlichen, dann tun sie das, weil Isaac Newton damals damit begonnen hat.

Newton demonstrierte eindrucksvoll, dass die Gravitation eine universale Kraft ist. Dass sie im Alltag genauso wirkt wie auf der großen kosmischen Bühne der Sterne und Planeten. Er hat den Naturforschern demonstriert, dass man die Welt nicht nur Stück für Stück verstehen kann, sondern dass es Zusammenhänge zwischen den verschiedenen, scheinbar isolierten Phänomenen gibt und dass man diese Zusammenhänge in mathematische Formeln fassen und sie verstehen kann.

Sucht den Disput!

Aber ist all diese Streiterei wirklich notwendig gewesen? Hätte Newton die Konflikte mit seinen Kollegen nicht auch ein wenig friedlicher beilegen können? Klar ist: Ohne Streit geht es nicht in der Wissenschaft. Das liegt daran, dass Wissenschaftler ganz normale Menschen sind mit menschlichen Eigenschaften. Und selbst wenn der typische Forscher und die typische Forscherin nicht so viele unangenehme Eigenschaften in sich vereinen wie Newton: Für ein bisschen Streit ab und zu reicht es allemal. Streit ist aber auch absolut notwendig, damit Wissenschaft funktionieren kann. Das liegt in der Natur der Sache. Wissenschaft muss zwei komplett gegensätzliche Konzepte in Einklang bringen.

Zum einen will man natürlich immer neue Dinge über die Welt herausfinden. Das ist ja gerade der Grund, warum man Wissenschaft betreibt. Es gibt enorm viel, was wir nicht wissen, und genau darüber wollen wir mehr erfahren. Und weil unser Wissen unvollständig ist, sind das auch unsere Modelle, mit denen wir die Welt beschreiben. Jedes neue Modell korrigiert also zwangsläufig einige Annahmen der alten oder wirft sie – zumindest ab und zu – komplett über den Haufen.

Zum anderen gibt es in der Forschung aber auch die Tendenz, an dem festzuhalten, was man schon weiß. Damit etwas Teil der anerkannten Wissenschaft werden kann, muss es *funktionieren*. Newtons Modell der Gravitation zum Beispiel tut dies. Mit seinen Gleichungen lassen sich die Bewegungen der Himmelskörper vorhersagen. Wir können damit Raumsonden so genau durch das Sonnensystem steuern, dass sie punktgenau auf Planeten landen, die sich zum Zeitpunkt des Starts noch an einem völlig anderen Ort befunden haben. Newtons Gravitation funktioniert, und das, obwohl wir heute wissen, dass sie »falsch« ist. 1915 entwarf Albert Einstein ein komplett neues Modell der Gravitation. Mit Einsteins Gleichungen können wir all das berechnen, was wir auch mit Newtons Mathematik berechnen können. Wir können es aber genauer und auch in Fällen tun, in denen wir es vorher nicht konnten. Einstein funktioniert sozusagen besser als Newton – was aber nichts daran ändert, dass Newton immer noch funktioniert. Zumindest innerhalb gewisser Grenzen, und dank Albert Einstein kennen wir diese Grenzen nun sehr genau. Die höhere Genauigkeit in der Allgemeinen Relativitätstheorie erkauft man sich durch eine höhere Komplexität; es ist viel aufwendiger, mit den neuen Gleichungen zu rechnen, als mit den alten. Und weil die alten in ihren Grenzen immer noch gut genug sind, benutzt man sie auch heute noch.

Es ist aber auch generell eine gewisse Vorsicht angebracht, wenn es um neue Theorien in der Wissenschaft geht. Sehr viel von dem, was an der Grenze der aktuellen Erkenntnis stattfindet, ist notgedrungen zweifelhaft. Man spekuliert, man vermutet, und man hat nicht immer die Möglichkeit, diese Spekulationen auch sofort durch konkrete Experimente zu überprüfen. Würden die Wissenschaftler jedes Mal sofort den Status quo über den Haufen werfen, wenn irgendwer eine neue Idee hat, dann käme man zu nichts anderem mehr. Eine akzeptierte wissenschaftliche Theorie wurde in zahllosen Experimenten getestet und mit zahllosen Beobachtungen überprüft. So etwas wird nicht leichtfertig aufgegeben, und dieses gewisse Maß an konservativer Einstellung ist notwendig für die Wissenschaft. Sie muss aber gleichzeitig offen für Neues und bereit sein, Gedanken zu denken, die noch nie zuvor jemand gehabt hat.

Es ist logisch, dass aus diesem Spannungsfeld Konflikte erwachsen. Wer eine neue Idee hat, ist davon auch meist überzeugt und hat in diesem Moment keinen Sinn für das schon bestehende Wissen. Das bleibt den Kolleginnen und Kollegen überlassen, die möglichst nüchtern auf den potenziellen Fortschritt blicken und beurteilen müssen, ob sich hier wirklich ein revolutionärer Gedanke zeigt oder doch nur Wunschdenken. Aus dieser Situation kann leicht Streit entstehen – Streit, der manchmal notwendig ist.

Wissenschaft ist nicht demokratisch. Es passiert nicht zwangsläufig das, was die Mehrheit will, und die Wahrheit liegt auch nicht immer in der Mitte. Auch wenn man sämtliche Kolleginnen und Kollegen gegen sich stehen hat: Es ist trotzdem möglich, dass man recht hat. Dann darf man sich von der Menge an Kritik nicht überwältigen lassen – und muss sich eventuell auf heftige Diskussionen und Streit einlassen. Aber man darf es auch wieder nicht übertreiben. Nur weil man kritisiert wird, folgt daraus nicht automatisch, dass man recht hat.[44] Vernünftige Kritik hat Gründe, und diese Gründe muss man ernst nehmen. Und man muss auch nicht jede heftige Diskussion in Streit eskalieren lassen. Aber wenn man als Wissenschaftler erfolgreich sein möchte, ist ein gewisses Maß

an Streitbarkeit nicht unbedingt von Nachteil. Man muss in der Lage sein, seine eigenen Ideen zu vertreten, und nicht gleich beim ersten Anzeichen von Kritik zurückstecken. Genauso muss man fähig sein, die Ideen anderer zu kritisieren, wenn es angebracht ist, und nicht alles akzeptieren, einfach nur weil irgendwer behauptet, dass es so ist. Wissenschaft braucht die Bereitschaft zu heftiger Diskussion zwischen allen Beteiligten, sonst kann sie nicht funktionieren. Man muss es ja nicht gleich so auf die Spitze treiben wie Newton.

Bei aller Bereitschaft zum Streit: In einer Hinsicht sollte man sich Isaac Newton definitiv nicht als Vorbild nehmen. Die etablierten Leistungen anderer muss man anerkennen, selbst wenn man die beteiligten Forscher auf den Tod nicht ausstehen kann. Hinweise auf deren Beiträge einfach zu ignorieren – so wie Newton das mit Hooke (oder auch Flamsteed oder Leibniz – siehe Kapitel 2 und 7) tat – ist fatal. Das hat nichts mehr mit Streit und Kritik zu tun. Das ist im besten Fall unnötig unhöflich und im schlimmsten Fall ein klares Plagiat, bei dem die Gedanken und Erkenntnisse anderer als die eigenen ausgegeben werden. Das gilt heute zu Recht als absolutes Fehlverhalten – selbst wenn man so genial sein sollte wie Isaac Newton.

KAPITEL V DER STILLE REVOLUTIONÄR – NEWTON, DER GEHEIMNISKRÄMER



Wenn Isaac Newton in seinem Leben nichts anderes getan hätte, als eine mathematische Beschreibung für die Gravitation zu finden, wäre das schon ausreichend, um ihn als einen der wichtigsten Wissenschaftler seiner Zeit in Erinnerung zu behalten. Die »Principia« – trotz aller Schwierigkeiten und einer sündhaft teuren historischen Abhandlung über Fische im Jahr 1687 endlich veröffentlicht – bestehen aber aus drei Bänden, und in denen findet sich weit mehr als ein paar Gedanken über Gravitation.

Auf den Schultern von …

Der Physik-Nobelpreisträger Steven Weinberg hat über Newtons Werk Folgendes gesagt: »Was in der Physik seit 1687 erreicht wurde, bleibt im Grunde nur eine Randbemerkung zu den ›Principia‹.« Das mag zwar ein klein wenig zu dick aufgetragen sein, aber nicht viel. Trotz dieser fundamentalen Bedeutung über alle Zeiten hinweg ist das Werk heute jedoch so schwer zu lesen wie damals. Dass die »Principia« eine so mühsame Lektüre ist, liegt aber nicht nur an ihrem (mathematischen) Inhalt, sondern auch an Newton selbst. Denn er hat absichtlich dafür gesorgt, dass seine Arbeit unverständlich ist.

Dennoch lohnt sich ein tieferer Blick in die »Principia«, der über das Gravitationsgesetz hinausgeht und etwa die folgende Frage behandelt: Gravitation ist eine anziehende Kraft, aber wenn tatsächlich jedes Objekt jedes andere Objekt im Universum anzieht, wieso landet dann nicht alles auf einem riesigen Haufen irgendwo im Kosmos? Wieso gibt es Planeten, Monde und Kometen die sich auf ihren Bahnen halbwegs geordnet um die Sonne herumbewegen? Um diese Fragen zu beantworten, brauchte Newton nicht nur eine mathematische Beschreibung der Gravitationskraft, sondern zuerst einmal ein vernünftiges Konzept von dem, was »Bewegung« eigentlich ist. Darüber hat sich Newton schon in seiner Jugend Gedanken gemacht, und er hat natürlich auch die Werke seiner Vorgänger studiert. In seinem Notizbuch findet sich der Ausspruch: »Amicus Plato amicus Aristoteles magis amica veritas«, was so viel bedeutet wie »Plato ist mein Freund, Aristoteles ist mein Freund, aber die Wahrheit ist ein größerer Freund«. Und Newton tat recht darin, die Wahrheit über das alte Wissen zu stellen. Die Auslegung der Erkenntnisse der antiken Philosophen machte zwar im 17. Jahrhundert immer noch einen großen Teil der akademischen Tradition aus. Aber Newton erkannte, dass er darüber hinausgehen und die Erkenntnisse der alten Gelehrten anzweifeln musste. Aristoteles war zum Beispiel davon überzeugt, dass eine Änderung in der Bewegung eines Objekts nur dann stattfinden kann, wenn dieses Objekt in direktem Kontakt mit einem anderen steht, das diese Änderung verursacht. Er glaubte außerdem an eine »natürliche Bewegung«: Manche Dinge seien immer bestrebt, sich nach oben Richtung Himmel zu bewegen (Luft, Feuer, Rauch, usw.); manche bewegten sich dagegen natürlich und ohne äußeren Antrieb nach unten. Auf der Erde fänden andere natürliche Bewegungen statt als am Himmel, und dort müsse die natürliche Bewegung immer der perfekten Kreisform folgen.

Spätestens seit der Arbeit von Kopernikus, Galileo Galilei und Johannes Kepler wussten die Menschen, dass die Sache mit der Bewegung der Himmelskörper nicht ganz so funktioniert, wie sich die alten Griechen das vorgestellt hatten. Aber was Bewegung eigentlich ist und wie man sie genau beschreiben soll, war zu Newtons Zeit immer noch unklar. 1644, ein Jahr nach Newtons Geburt, veröffentlichte der französische Mathematiker und Philosoph René Descartes sein großes Werk mit dem Titel »Principia Philosophiae«. In diesen »Prinzipien der Philosophie« machte er sich Gedanken

über alles Mögliche, auch über die Bewegung der Himmelskörper. Er entwickelte eine »Wirbeltheorie«, nach der der Kosmos mit einer Art flüssiger Himmelsmaterie, einem »Äther« angefüllt sei. In diesem Äther bewegten sich alle Objekte, und ihre Bewegung werde durch Wirbel vermittelt, die von der Sonne ausgehen. So wie Aristoteles war auch Descartes überzeugt, dass es einen mechanischen Kontakt zwischen Beweger und Bewegtem brauchte und ein Vakuum daher nicht existieren konnte. Es brauche den Äther zwischen den Planeten, den die Sonne mit ihren Strahlen wie ein Motor antreiben und so den ganzen Kosmos in Bewegung versetzen könne.

Aber Newton ging es eben nicht nur um die Bewegungen am Himmel. Er wollte mit seinen »Principia« zwei Fragen beantworten: Wie kann man Bewegung ganz allgemein verstehen und beschreiben? Und wie kann man diese Beschreibung benutzen, um sowohl die Bewegungen der Himmelskörper als auch die von Objekten auf der Erde zu verstehen? Im Vorwort der »Principia« macht Newton deutlich, dass er die natürlichen Phänomene anders als Descartes mit mathematischen Gesetzen fassen und beschreiben möchte. Die philosophische Herangehensweise des Franzosen hielt Newton für Unsinn, mit ihr könne man sich vielleicht »einen Namen machen (…), (sie sei) aber kaum besser als ein Märchen«.

Den Zweck seiner eigenen Arbeit beschrieb Newton auf eine erstaunlich moderne Art und Weise: »Durch die Phänomene der Bewegung die Kräfte der Natur zu untersuchen und diese Kräfte zu benutzen, um andere Phänomene zu beschreiben.« Ganz genau so funktioniert auch die moderne Naturwissenschaft. Man beobachtet bestimmte Phänomene in der Natur und versucht daraus, Prinzipien und Theorien abzuleiten, mit denen man viel allgemeinere Aussagen treffen und Vorhersagen über noch unbekannte Phänomene machen kann. Den Wunsch, nicht einfach nur zu erklären, warum der Mond sich um die Erde bewegt, sondern eine ganz allgemeine Erklärung zu finden, macht Newton auch an anderer Stelle in der Einleitung deutlich, wenn er beschreibt, was genau er untersuchen will: »Die Wissenschaft der Bewegungen, die von *welchen Kräften auch immer* herrühren.« Es geht ihm nicht nur um die Gravitation – sondern um alles, was irgendeinen Einfluss auf die Bewegung von Objekten nehmen kann.

Die Erfindung einer neuen Sprache

Um so ein allgemeines Verständnis der Natur zu erlangen, brauchte er aber erst einmal eine ganz neue Sprache. Wörter wie »Kraft«, »Masse«, »Impuls«, »Raum« oder »Zeit« haben heute in der Wissenschaft eine klare Bedeutung. Diese Bedeutung fehlte Newton, und dementsprechend hatte er zu kämpfen, wenn es darum ging, klare Beschreibungen zu finden. Was ist eine »Kraft« im physikalischen Sinn? Wie beschreibt man sie und wie misst man sie? In der offiziellen Standardeinheit »Newton« natürlich, wie heute schon alle Schüler im Physikunterricht lernen! Doch wie entstand diese?

In den Notizbüchern seiner Jugend war Newton sich noch nicht ganz klar darüber, welche Worte mit welcher Bedeutung er verwenden sollte: »power«, »efficacy«, »vigor«, »strength« und ähnliche Begriffe tauchten auf und wechselten einander ab. Sie haben alle miteinander verwandte Bedeutungen, aber für eine mathematische Naturphilosophie, wie Newton sie schaffen wollte, brauchte es kein Synonymlexikon, sondern eindeutige Definitionen.

Und mit genau so einer Liste von Definitionen beginnen Newtons »Principia«. Am Anfang steht die Masse: Die Masse eines Objekts definiert Newton als die Menge der Materie, die in ihm

enthalten ist, und erklärt auch gleich, dass er in seiner Definition keinen Bedarf für irgendeinen »Äther« oder etwas anderes hat, das sich zwischen den Teilen befindet, aus denen ein Objekt zusammengesetzt ist. Definition Nummer 2 in den »Principia« beschäftigt sich mit dem enorm wichtigen Begriff des Impulses. Newton nennt diesen »quantity of motion«, also die »Größe der Bewegung«, die in einem Körper steckt, und erklärt, dass sie durch die Geschwindigkeit und die Größe der Materie (also das Produkt von Masse und Geschwindigkeit) gemessen wird. Mindestens ebenso wichtig für Newtons Physik ist seine dritte Definition. Darin erklärt er, dass die »Trägheit« (oder »vis insita«, wie er es nennt) die Eigenschaft ist, mit der jeder Körper einer Veränderung seines aktuellen Zustands (in Ruhe oder Bewegung) entgegenwirkt. Und er nutzt diese Definition, um im nächsten Schritt festzulegen, was eine »Kraft« ist: eine Aktion nämlich, die auf einen Körper ausgeübt wird, um seinen Bewegungszustand zu verändern.

Wenn all das aus heutiger Sicht ein wenig trivial klingt, dann zeigt das nur ein weiteres Mal, wie sehr Newtons Arbeit uns allen in Mark und Bein übergegangen ist. Newton hatte nun also seine Sprache gefunden. Und was er damit zu sagen hatte, hat die Physik auch Jahrhunderte später nicht vergessen. Im nächsten Teil der »Principia« folgen die drei »Gesetze« oder »Axiome«, die heute Newtons Namen tragen und die man als den Grundstein ansehen kann, auf dem die moderne Physik aufgebaut wurde.

In ihrer präzisen und knappen Wortwahl vermitteln die drei Newton'schen Axiome eine Eleganz, der man sich kaum entziehen kann:

1) Ein Körper verharrt im Zustand der Ruhe oder der gleichförmig geradlinigen Bewegung, sofern er nicht durch einwirkende Kräfte zur Änderung seines Zustands gezwungen wird.

2) Die Änderung der Bewegung ist der Einwirkung der bewegenden Kraft proportional und geschieht nach der Richtung derjenigen geraden Linie, nach welcher jene Kraft wirkt.

3) Zu jeder Kraft gibt es immer eine gleich große, aber entgegengerichtete Kraft. Die aufeinanderwirkenden Kräfte zweier Körper sind immer gleich groß und wirken in entgegengesetzte Richtungen.

In seinem ersten Gesetz beschreibt Newton ein Universum, in dem sich entweder alles in Ruhe befindet oder aber gleichmäßig entlang gerader Linien bewegt. Einmal geschaffen, bleibt alles so, wie es ist, und nichts ändert sich. Da unser Universum aber offensichtlich nicht so beschaffen ist, erklärt Newton mit seinem zweiten Gesetz, was nötig ist, um den Bewegungszustand eines Objekts zu verändern. Jede Änderung wird durch die Einwirkung einer Kraft verursacht. Wie die Bewegung verändert wird, hängt dabei von der Richtung und der Stärke der Kraft ab.

Newton führt aus, dass die Kraft dabei der zeitlichen Veränderung des Impulses entspricht. Die moderne Formulierung des zweiten Gesetzes lernen heute alle als »Grundgleichung der Mechanik« in der Schule: Kraft ist Masse mal Beschleunigung.[45] Das dritte Gesetz mag zunächst ein wenig verwirrend klingen, ist aber nicht weniger wichtig als die ersten beiden. Nur damit ist es möglich zu beschreiben, wie sich mehrere Massen gegenseitig beeinflussen. Newton erklärt es anschaulich: »Wenn man mit dem Finger auf einen Stein drückt, dann wird der Finger selbst immer auch vom Stein gepresst.« Oder, etwas wissenschaftlicher formuliert: Wenn eine Kraft zwischen zwei Objekten wirkt, dann ändert sich der Impuls beider Objekte im gleichen Ausmaß. Weil der Impuls aber das

Produkt aus Masse und Geschwindigkeit ist, hängt die Änderung der Bewegungsgeschwindigkeit von der individuellen Masse der Objekte ab.

Aus diesen drei fundamentalen Aussagen[46] hat Newton alles andere abgeleitet, und auch seine Erklärung der Gravitation hat hier ihren Ursprung. Die ersten Ideen zur Beschreibung der Bewegung des Mondes, über die Newton und Hooke so erbittert gestritten hatten, basierten noch auf einer Balance von Kräften. Einer Kraft, die mit dem Quadrat des Abstands schwächer wird und vom Zentrum der Erde ausgeht, und einer Zentrifugalkraft, die nach außen wirkt und den Mond daran hindert, auf die Erde zu fallen.

Mit den Newton'schen Gesetzen ließ sich die Bewegung des Monds aber nun viel eleganter erklären. Das erste Gesetz besagt, dass der Mond sich eigentlich auf einer geraden Linie durch das Weltall bewegt. Die gerade Linie ist quasi der »natürliche« Zustand seiner Bewegung, und wenn er – wie er es ja tut – keiner geraden Linie folgt, dann muss etwas dafür verantwortlich sein. Dieses Etwas ist eine Kraft, und eben nur *eine* Kraft und nicht zwei, die sich die Waage halten müssen. Die Kraft, die den Mond von der geraden Linie weg auf seine gebogene Bahn um die Erde herum zwingt, muss ihren Ursprung in der Erde selbst haben; es ist eine sogenannte »Zentripetalkraft«, also eine Kraft, die immer auf einen bestimmten Punkt gerichtet ist (Newton hat so eine Kraft in Definition 5 der »Principia« beschrieben). Jeder Körper, der sich auf einer kreisförmigen Bahn bewegt, muss von einer Zentripetalkraft im Zentrum der Bahn kontrolliert werden.

Eine universale Kraft

Newton sagt uns also, dass der Mond nicht *auf* die Erde fällt, sondern *in Richtung* der Erde. Und zwar ständig. Er ist bestrebt, sich auf seiner geraden Linie zu bewegen, wird aber durch die von der Erde aus wirkende Zentripetalkraft in Richtung Erde beschleunigt. Nicht nur einmal, sondern in jedem einzelnen Moment: Er fällt *um die Erde herum*.[47] Von einer »Gravitationskraft« ist hier aber noch gar nicht die Rede. Newton zeigte vorerst nur, dass die Veränderung in der Bewegung des Mondes auf seiner Bahn von einer Kraft verursacht werden muss, die sich mit dem Quadrat des Abstands zur Erde verändert.

Erst danach berechnete Newton, wie stark die Kraft sein muss, die auf den Mond wirkt: 15 und 1/12 »Pariser Fuß«[48] müsse der Mond in jeder Minute in Richtung Erde fallen, um am Ende die Umlaufbahn einzunehmen, die man beobachtet. Wenn das die Stärke der Kraft in der Entfernung des Mondes ist und sie mit dem Quadrat des Abstands geringer wird, wie stark wirkt sie dann auf Objekte am Erdboden, zum Beispiel einen fallenden Apfel? Hier müsste die Kraft stärker sein und der Apfel schneller fallen als der Mond um die Erde. Newtons Ergebnis: Besagter Apfel würde 15 und 1/12 Fuß pro Sekunde fallen, also sechzig Mal schneller als der Mond, der für diese Strecke eine Minute braucht. Heute sind sich Wissenschaftshistoriker allerdings ziemlich sicher, dass Newton ein wenig an den Zahlen herumgespielt hat, um am Ende seiner Berechnungen eine perfekte Übereinstimmung zu erhalten. An der Gültigkeit und Genialität seiner Theorie ändert das nichts, es zeigt aber ein weiteres Mal, wie weit Newton zu gehen bereit, um etwaige Kritik an seiner Arbeit zu vermeiden.

Die Bewegung von Mond und Apfel lässt sich also durch eine einzige Kraft erklären. Die Kraft, die für den Fall des Apfels in Richtung Erdmittelpunkt sorgt, ist in größerer Entfernung so stark wie die von der Erde ausgehende Zentripetalkraft, die den Mond um sie herum fallen lässt. Newtons

Fazit: Die Zentripetalkraft *ist* die Gravitationskraft. Es gibt keinen Unterschied, und es macht daher auch keinen Sinn, sie unterschiedlich zu bezeichnen.

Was für die Erde und den Mond gilt, gilt auch für die Sonne und die Erde. Oder die Sonne und Kometen. Oder für Jupiter und seine Monde. Und so kommt Newton schließlich zum Höhepunkt seiner Erkenntnisse über die Bewegung der Himmelskörper und schreibt: »Die Kraft, welche die Himmelskörper in ihren Umlaufbahnen hält, wurde bisher Zentripetalkraft genannt. Da nun aber klargemacht wurde, dass es sich dabei um nichts anderes als die Gravitationskraft handeln kann, wollen wir sie ab jetzt ›Gravitation‹ nennen.«

Das ist es, worum es bei der Geschichte vom Apfel und dem Mond wirklich geht. Nicht um die »Entdeckung«, dass es die Gravitationskraft ist, die Dinge zu Boden fallen lässt, und auch nicht die Tatsache, dass man diesen Fall mathematisch mit einer Kraft beschreiben kann, die sich mit dem Quadrat des Abstands ändert. Das ist zwar wichtig, aber wichtiger ist, dass Newton einwandfrei demonstrieren konnte, dass die Gravitation universal ist. Dass es diese eine Kraft ist, die den Kosmos in Bewegung hält und dafür sorgt, dass sich Sterne, Planeten, Kometen und Monde umeinander bewegen.

»It remains that from the same principles I now demonstrate the frame of the System of the World«, schreibt er, und jedem anderen Wissenschaftler hätte man angesichts so einer Äußerung wohl Größenwahn unterstellt. Aber nicht Isaac Newton. Und mit den »Principia« hat er nichts Geringeres als genau das getan: das »System der Welt« erklärt.

Der Mann, der nicht verstanden werden wollte

Es ist nur ein klein wenig schade, dass er sich bei diesem revolutionären Werk so wenig Mühe gemacht hat, es auch verständlich abzufassen. Für alle Zeitgenossen überraschend (wenn auch nicht für Newton selbst), war er in der Lage gewesen, nichts weniger als den gesamten Kosmos zu erklären. Man sollte meinen, dass er möglichst viele Menschen daran teilhaben lassen wollte. Aber Newton war eben Newton und hatte ganz andere Vorstellungen.

Er hatte die »Principia« von Anfang an als mathematischen Text geplant. Das war er auch und nicht nur das: Es war ein Text, der auf einer ganz neuen Art der Mathematik basierte. Um die Bewegung der Himmelskörper und all die anderen dynamischen Phänomene zu beschreiben, brauchte Newton die Mathematik, die er Jahre zuvor entwickelt hatte (siehe Kapitel 3 und 7); die Mathematik, mit der er das unendlich Kleine und Große beschreiben und sich verändernde Größen erfassen konnte. Diese Mathematik, die wir heute als *Differential- und Integralrechnung* kennen, ist ein mächtiges Werkzeug, und ohne sie hätten die »Principia« nicht entstehen können. Aber beim Verfassen des Buches verzichtete Newton darauf, seine neuen Methoden mit der Welt zu teilen.

So wie zu Beginn seiner wissenschaftlichen Karriere, als er Hemmungen hatte, seine mathematischen Entdeckungen zu publizieren, war er auch jetzt nicht dazu bereit. Newton hätte seine neue analytische Sprache[49] verwenden können, um seine Aussagen über das Universum möglichst klar und einfach abzuleiten und zu beweisen. Stattdessen benutzte er die alte Sprache der Geometrie: Die »Principia« sind voll mit Kreisen, Schnittpunkten, Linien, Flächen und anderen komplizierten und schwer verständlichen Diagrammen.

Newton hat seine Gedankengänge mathematisch extrem komprimiert und viel zu oft darauf verzichtet, Zwischenschritte aufzuschreiben (besonders wenn sie mit seiner neuen mathematischen

Methode zu tun hatten). Das alles machte es für viele Zeitgenossen schwer oder gar unmöglich, seine Arbeit nachzuvollziehen. Der Philosoph John Locke machte sich beispielsweise gar nicht erst die Mühe. Er las nur den Teil der »Principia«, in dem die Ergebnisse beschrieben werden, und fragte für den Rest den niederländischen Wissenschaftler Christiaan Huygens, ob man den mathematischen Ableitungen Newtons trauen könne.

Genau das war auch der Plan von Newton: Er wollte nicht, dass jeder verstehen konnte, was er geschrieben hatte. Denn, das kennen wir schon vom mimosenhaften Isaac: Er hatte keine Lust, kritisiert zu werden. »Er machte die ›Principia‹ absichtlich verworren«, schrieb der Geistliche und Naturphilosoph William Derham in einem Brief aus dem Jahr 1733. Newton habe ihm erzählt, dass er es vermeiden wolle, »dass kleine mathematische Stümperer auf ihm herumhacken«, nur die echten Mathematiker sollten dem folgen können, was er geschaffen habe. Und in der Einleitung zum dritten Band der »Principia« schreibt Newton selbst, dass er eigentlich vorgehabt habe, auch eine allgemeinverständliche Version zu veröffentlichen. Davon habe er aber abgesehen, denn: »Denen, die sich nicht ausreichend mit den Grundlagen vertraut gemacht haben, fällt es schwer, die Stärke der Argumente zu verstehen oder die Vorurteile abzulegen, an die sie viele Jahre lang gewöhnt waren. Um daraus entstehende Debatten zu vermeiden, habe ich mich entschieden, den Inhalt des Buches auf die mathematischen Theoreme zu reduzieren, die von denen gelesen werden sollen, die sich schon ausreichend mit den Grundlagen beschäftigt haben, die in den vorangehenden Büchern vorgestellt wurden.« Newton war also nicht daran interessiert, dass die Öffentlichkeit seine Arbeit las. Sein Publikum sollte aus Experten bestehen. Diese Einstellung ist angesichts seiner Erfahrungen vielleicht nachvollziehbar, sonderlich sympathisch ist sie allerdings nicht.

Der Inhalt der »Principia« hätte durchaus ein größeres Publikum verdient. Planeten, Kometen, Zentripetalkräfte, Impuls und Trägheit mögen für die meisten Laien der damaligen Zeit ein wenig zu abstrakt gewesen sein. Aber gerade im dritten Teil seines Werks hat Newton gezeigt, was seine Theorie wirklich zu leisten imstande war. Nicht nur der Himmel, auch viele Phänomene auf der Erde selbst ließen sich mit ihr erklären. Am beeindruckendsten und der Alltagswelt der Menschen im damaligen Britannien am nächsten waren dabei sicherlich die Gezeiten.

Das wilde Leben der Gezeiten

Es ist eine Ironie der Geschichte, dass es gerade Isaac Newton war, jemand, der den Ozean in seinem Leben nie zu sehen bekam – Newton verbrachte sein Leben zwischen Woolsthorpe, Cambridge und London, abseits der langen Küste der britischen Inseln –, der am Ende eine brauchbare Erklärung für das Phänomen von Ebbe und Flut fand. Andererseits: Wer wenn nicht Newton hätte die Erklärung finden sollen? Auch wenn er das Meer nicht gesehen hat; die Welt der Mathematik in seinem Kopf hielt alles bereit, was man für eine Erklärung brauchte.

Und die war längst überfällig. Schon in der griechischen Antike versuchte man sich erfolglos daran. Einer der Ersten (zumindest einer der Ersten, von dem wir wissen), der nach den Ursachen von Ebbe und Flut suchte, war der griechische Geograf Pytheas im dritten Jahrhundert vor Christus. Er reiste vom Mittelmeer bis nach England und war danach davon überzeugt, dass der Mond eine Rolle bei der ganzen Sache spielen musste. Aber wie genau dieser Einfluss aussehen sollte, war ihm völlig unklar. Auch der Rest der griechischen Gelehrten konnte danach nicht viel zur Klärung beitragen. Im Mittelmeer sind Ebbe und Flut nicht besonders stark ausgeprägt,[50] und es war schwer,

an gute Beobachtungsdaten heranzukommen. Im Mittelalter und der frühen Neuzeit gab es daher eine Fülle von mehr oder weniger absurden Erklärungsansätzen. Der im 7. Jahrhundert geborene angelsächsische Benediktinermönch Beda Venerabilis hielt ebenfalls den Mond für verantwortlich und dachte, dass er auf das Meer »blasen« würde und so die Wassermassen verschiebe. Im 13. Jahrhundert vermutete der persische Gelehrte Al-Qazwīnī, dass Sonne und Mond das Wasser der Meere aufheizen würden, wodurch es sich regelmäßig ausdehnte. Die (Wieder-)Entdeckung Amerikas Ende des 15. Jahrhunderts inspirierte den italienischen Naturforscher Julius Caesar Scaliger zu der Vorstellung, das Wasser würde zwischen dem europäischen und dem amerikanischen Kontinent hin- und herschwappen. Johannes Kepler war im 17. Jahrhundert auf dem richtigen Weg und vermutete eine anziehende Kraft von Sonne und Mond, die auf das Wasser der Ozeane wirkt – dachte dabei aber eher an etwas Ähnliches wie den Magnetismus; sein Zeitgenosse Galileo Galilei dagegen hielt das für Unsinn und suchte die Ursache der Gezeiten in der Rotation der Erde. René Descartes führte wieder seine Wirbel ins Feld – aber keiner konnte wirklich und nachvollziehbar erklären, wie das alles im Detail funktionieren sollte.

Keiner, außer Isaac Newton. Er hatte das Werkzeug geschaffen, um genau berechnen zu können, wie stark die Gravitationskraft des Mondes auf die Erde einwirkt. Newton wusste aber auch, wie man den kombinierten Einfluss mehrerer Kräfte berechnet, und konnte zeigen, dass der Mond allein nicht reicht, um den beobachteten Wechsel von Ebbe und Flut zu erklären. Sowohl der Mond als auch die Sonne sind mit ihrer vereinten Gravitationskraft für die Gezeiten verantwortlich. Deren Ausmaß hängt von der relativen Position dieser beiden Himmelskörper ab. Mal verstärken sich die Effekte, mal heben sie sich gegenseitig teilweise auf – aber Newton konnte einwandfrei nachweisen, dass es die Gravitation ist, der wir die Gezeiten zu verdanken haben.[51]

Äußerst überraschend für viele Leser der »Principia« war Newtons Analyse der Präzession[52] der Erdachse. Das Phänomen selbst war seit der griechischen Antike bekannt: Die Richtung, in die die Rotationsachse der Erde zeigt, ist nicht immer gleich, sondern ändert sich im Laufe der Zeit. Heute zeigt sie mit ihrem nördlichen Ende ziemlich genau in Richtung des Polarsterns. Das war aber nicht immer so und wird auch in Zukunft nicht mehr so sein. Die Achse beschreibt einen kleinen Kreis am Himmel, für dessen Vollendung sie knapp 25.800 Jahre braucht.

Als Erster beschrieben hat dieses Phänomen der griechische Astronom Hipparch im zweiten Jahrhundert vor Christus. So wie bei den Gezeiten gab es auch hier eine Vielzahl an Erklärungsversuchen. Ptolemäus zum Beispiel, der fest davon überzeugt war, dass die Erde sich fixiert im Mittelpunkt des Universums befindet und sich deswegen gar nicht um ihre Achse drehen kann, sah in der Präzession eine langsame Drehung des Himmels selbst. Spätere Astronomen, die ein heliozentrisches Weltbild vertraten, erkannten korrekt, dass es mit der Rotation der Erde zu tun haben muss – aber niemand wusste, wie das genau ablief. Bis Isaac Newton kam und in seinen »Principia« einfach vorrechnete.

Schon ein paar Kapitel zuvor hatte er sich mit einer weiteren alten Frage beschäftigt: Welche Form hat die Erde? Dass sie keine Scheibe ist, war Newton – so wie allen anderen gebildeten Menschen davor und danach – bekannt.[53] Sie war eine Kugel: Aber nicht perfekt rund, wie Newton mit seiner Theorie über Kräfte und Bewegungen berechnen konnte. Die Rotation der Erde um ihre Achse und die dadurch entstehende Fliehkraft führen dazu, dass (sehr vereinfacht ausgedrückt) Material nach »außen« in Richtung des Äquators gedrückt wird. Misst man den Radius der Erde vom Mittelpunkt zu einem der Pole, ist die Distanz ein wenig geringer als bei einer Messung zum Äquator.[54] Die Erde ist am Äquator ein wenig ausgebeult, und diese Verdickung erzeugt die Präzession: Die

Gravitationskraft von Sonne und Mond hat dort also eine größere Angriffsfläche und bringt so die Erde bei ihrer Rotation zum Wackeln. Genau das konnte Newton berechnen, am Ende seiner Analyse kam er auf eine Geschwindigkeit der Präzession, die mehr oder weniger exakt mit dem beobachteten Wert übereinstimmte.[55]

Die Abschnitte über die Form der Erde, die Gezeiten und die Präzession der Erdachse sind vielleicht die überraschendsten in den ganzen »Principia«. Ausgangspunkt der Arbeit an diesem Buch war die Frage nach der Form der Umlaufbahnen von Kometen. Im Zuge seiner Antwort hat Newton dabei nicht nur eine komplett neue theoretische Grundlage zur Beschreibung von Kräften und Bewegungen geschaffen und gezeigt, dass die Kraft, welche die Himmelskörper auf ihren Bahnen hält, universal ist. Er konnte außerdem ganz konkret zeigen, dass Sonne und Mond mit der gleichen Gravitationskraft auch die Eigenschaften der Erde selbst bestimmen. Die universale Gravitation ist viel mehr als nur eine simple Formel zur Berechnung von Umlaufbahnen. Sie ist das, was dem Universum seine Form gibt und den gesamten Kosmos in jeder Hinsicht dominiert.

Die »Principia« sind eines der großen Meisterwerke der Menschheit; vergleichbar mit der Mona Lisa, Beethovens 9. Sinfonie oder den Pyramiden. Aber im Gegensatz zu Kunst und Kultur wird Newtons System der Welt und das, was seine Nachfolger darauf aufgebaut haben, immer noch von viel zu wenigen Menschen verstanden und gewürdigt.

Better transparent than sorry

Isaac Newton hat sich absolut nicht darum gekümmert, seine Forschung für seine Kollegen oder die Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Und es steht zu befürchten, dass er damit im Forschungsbetrieb der Gegenwart problemlos durchkommen würde. Damals wie heute spielt Öffentlichkeitsarbeit in der Wissenschaft eine viel zu geringe Rolle.

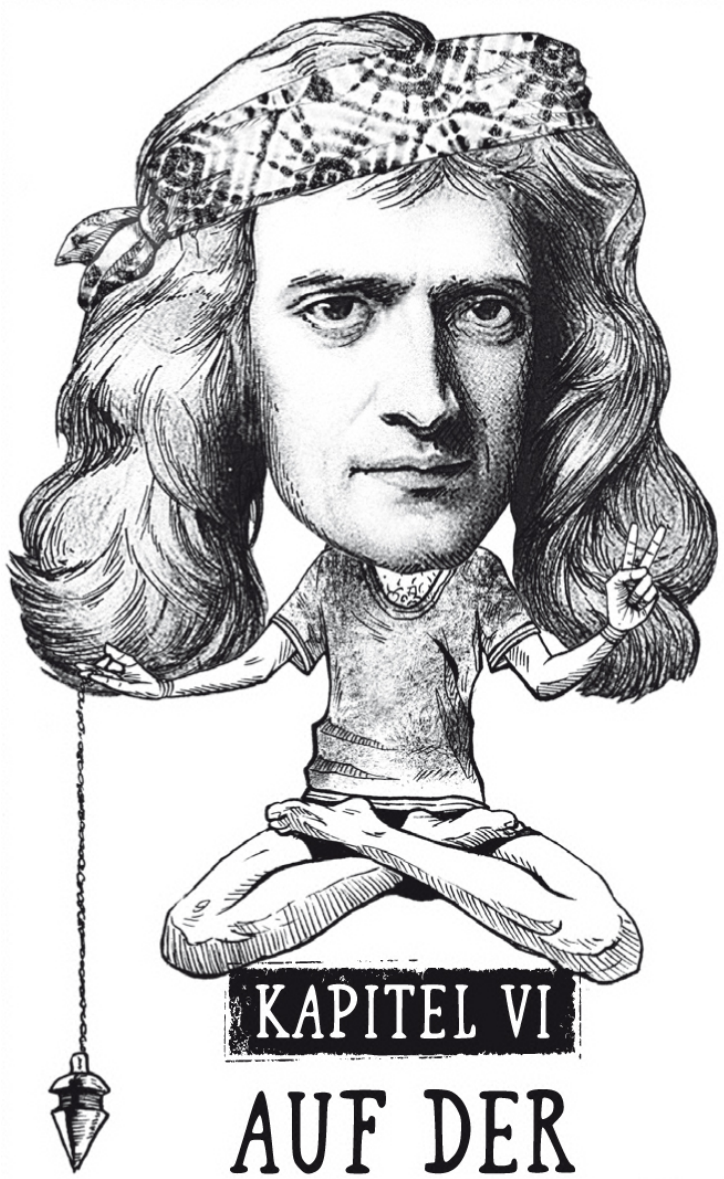
Und das ist erstaunlich: Denn natürlich kommt es in der Wissenschaft immer noch hauptsächlich auf die Forschung an. Aber im Gegensatz zum 17. Jahrhundert leben wir heute in einer Welt, die durch und durch von den Erkenntnissen und Ergebnissen der wissenschaftlichen Forschung geprägt ist. Das, was Newton und seine Kollegen herausgefunden haben, war revolutionär, hat aber im Allgemeinen für den Alltag der allermeisten Menschen keine Rolle gespielt. Heute ist das anders. Gentechnik, Stammzellenforschung, erneuerbare Energie, Pharmazie, Klimawandel, Nanotechnologie – all das wird nicht nur von der Wissenschaft erforscht, sondern beeinflusst uns auch im Alltagsleben. Politik und Gesellschaft müssen entsprechende Entscheidungen treffen und bestimmen, wo und in welcher Form die neuen Erkenntnisse eingesetzt werden können oder dürfen. Das kann aber seriöserweise nur geschehen, wenn die Gesellschaft auch über all diese Themen zumindest ein wenig Bescheid weiß. Wissenschaftliche Öffentlichkeitsarbeit ist also unerlässlich, und nicht nur, wenn es um die angewandte Forschung geht. Auch die Vermittlung der (scheinbar) abstrakten Grundlagenforschung ist wichtig, wenn wir nicht in einer Welt leben wollen, die für immer mehr Menschen immer unverständlicher wird. Der Computer, den wir täglich benutzen, basiert auf den Erkenntnissen der Quantenmechanik. Die Algorithmen, die uns im Internet die personalisierte Werbung anzeigen und unbemerkt von uns unsere persönlichen Daten auswerten, haben ihren Ursprung in abstrakter Mathematik, die auch von Isaac Newton selbst stammen könnte. Und so weiter: Wenn wir ein klein wenig Kontrolle über die Welt haben wollen, in der wir leben, müssen wir zumindest ein wenig über Wissenschaft wissen.

Es wäre auch im Interesse der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, sich für eine möglichst umfassende Öffentlichkeitsarbeit zu engagieren. Die meisten von ihnen arbeiten an staatlichen Universitäten oder Forschungseinrichtungen und werden durch öffentliche Gelder finanziert. Die Öffentlichkeit hat deswegen auch einen Anspruch darauf, über die Verwendung ihres Geldes informiert zu werden. Aber selbst wenn einem das egal sein sollte: Nicht egal dürfen einem diejenigen sein, die das Geld verteilen. Wenn die Politik sparen muss, dann wird sie das dort tun, wo am wenigsten Widerstand von der Bevölkerung zu erwarten ist. Je mehr und besser die Öffentlichkeit über Sinn und Notwendigkeit der Forschung informiert ist, desto einfacher haben es die Wissenschaftler, ihre Arbeit finanziert zu bekommen.

Zu Isaac Newtons Zeit war die Wissenschaft noch weitestgehend ein Privatvergnügen wohlhabender Männer. Sie konnten es sich leisten, die Öffentlichkeit zu ignorieren. Aber heute sollte es eigentlich selbstverständlich sein, die Ergebnisse der Wissenschaft möglichst vielen Menschen zu vermitteln. Trotzdem ist das Bild vom »Elfenbeinturm«, in dem die Forscher abgeschottet vom Rest der Welt ihrer Arbeit nachgehen, leider immer noch mehr als nur ein Klischee.

Wer in der Wissenschaft Karriere machen will, muss derzeit immer noch vor allem eines tun: wissenschaftliche Facharbeiten publizieren. Der Umfang und die Qualität der Publikationsliste sind das Beurteilungskriterium Nummer 1, wenn man einen Job oder ein Forschungsprojekt finanziert bekommen will. Wer zu viel Zeit für die Öffentlichkeitsarbeit verwendet, wird von denjenigen ausgestochen, die darauf verzichten und stattdessen lieber ein paar Fachartikel publizieren.

Jemand wie Isaac Newton, der sich ganz und gar auf die Forschung konzentrierte und kein Interesse an der Interaktion mit der Öffentlichkeit hatte, käme also im heutigen Wissenschaftsbetrieb immer noch sehr gut klar. Aber ich würde trotzdem nicht empfehlen, sich allzu sehr an Newton zu orientieren. Denn einerseits besteht die Hoffnung, dass sich die Lage irgendwann ändert. Langsam scheinen auch die wissenschaftlichen Förderorganisationen und großen Forschungseinrichtungen zu verstehen, dass es sich lohnt, die Öffentlichkeit direkt anzusprechen. In den USA ist es beispielsweise schon fast selbstverständlich, dass jede große Weltraummission der NASA eigene Social-Media-Auftritte hat, um die Menschen zu informieren. Auch in Deutschland wenden sich junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in YouTube-Videos, Internet-Blogs und Podcasts an die Öffentlichkeit oder treten bei Science-Slams vor Publikum auf, um ihre Forschung verständlich und amüsant zu präsentieren. Früher oder später wird der Wert der Wissenschaftskommunikation auch Eingang in die Strukturen der Universitäten finden, und dann wird es hoffentlich nicht mehr schädlich für die eigene Karriere sein, wenn man sich der Öffentlichkeitsarbeit widmet, sondern erwünscht.



KAPITEL VI

AUF DER SUCHE NACH DEM STEIN DER WEISEN – NEWTON, DER ESOTERIKER



Wenige Tage vor seinem Tod am 31. März 1727 arbeitete Isaac Newton noch an einem Manuskript, das er bald zu veröffentlichen hoffte. Der Text handelte allerdings nicht von Mathematik, Physik oder Astronomie. Er enthielt keine neue naturwissenschaftliche Entdeckung, keine weiteren revolutionären Gedanken, die Naturwissenschaftler bis in die Gegenwart beschäftigen sollten. Das Buch trug den Titel »The Chronology of Ancient Kingdoms« (»Die Chronologie der alten Königreiche«) und war Newtons Versuch, die Geschichte der Welt und vor allem die Geschichten der Bibel zu sortieren und zeitlich zu datieren. Newton beschäftigte sich darin zum Beispiel mit der Geometrie des im Alten Testament beschriebenen salomonischen Tempels. In den in der Bibel angegebenen Abmessungen dieses Bauwerks suchte Newton nach versteckten Botschaften und geheimen Weisheiten.

Die Suche nach geheimem Wissen in alten religiösen Texten scheint eher zu Pseudowissenschaftlern wie Erich von Däniken zu passen und so gar nicht zu dem Mann, den wir heute als Pionier der modernen Naturwissenschaft betrachten. Aber die »Chronologie der alten Königreiche« ist genau genommen viel typischer für Newtons Arbeit als seine wissenschaftlichen Texte. Newton besaß ganze 30 Bibeln – aber nur 33 Bücher über Astronomie. In seiner privaten Bibliothek fanden sich fast 500 Bücher über Theologie, aber nur 52 Bücher über Physik. Als die (meisten der) Papiere aus seinem Nachlass im Jahr 1936 versteigert wurden, umfasste der Katalog insgesamt Texte mit mehr als 3 Millionen von Newton geschriebenen Worten. Fast die Hälfte davon beschäftigte sich mit Theologie, Religion und der Auslegung der Bibel. Ungefähr 650.000 Worte widmete Newton der Alchemie.

Newton war ein großer Naturwissenschaftler. Aber ebenso wichtig oder vielleicht sogar noch viel wichtiger war für ihn die Arbeit zu Themen, die aus heutiger Sicht kaum weiter entfernt von Physik, Mathematik oder Astronomie sein könnten. Bibelauslegung, religiöse Chronologie, mystische Alchemie und Prophezeiungen: Diese esoterische Seite Newtons wurde lange Zeit ignoriert und er stattdessen wie auch bisher in diesem Buch als das große rationale Genie dargestellt, dessen überragender Intellekt die verborgenen Gesetze der Natur entschlüsselte, als kühler Denker, der den nachfolgenden Generationen mit seiner Mathematik und Physik den Weg zur wissenschaftlichen Eroberung der Welt geebnet hat, als Vorreiter eines mechanistischen Weltbildes, das bis heute als Grundlage der modernen Wissenschaft dient. Doch er war ebenfalls:

Der letzte Magier

Der britische Ökonom John Maynard Keynes, der auch ein begeisterter Sammler alter Bücher war, ersteigerte einen großen Teil von Newtons Nachlass. Von ihm stammt der Satz, der Newtons Einstellung wunderbar zusammenfasst: »Newton war nicht der Erste des Zeitalters der Vernunft. Er war der letzte Magier.«[56] Newton hat die moderne wissenschaftliche Ära begründet, aber er selbst war kein Teil davon. Die Beschäftigung mit der Religion war für ihn genauso wichtig wie die mit der Optik, der Mathematik oder der Bewegung der Himmelskörper. Und genau wie bei seiner naturwissenschaftlichen Forschung nahm er auch bei seinen theologischen Studien keine Rücksicht auf Konventionen und Autoritäten. Es war nicht nur die Beschäftigung mit der Religion selbst, die dafür sorgte, dass Newtons Texte über Gott und die Bibel so lange unveröffentlicht blieben. Es war vor allem auch ihr Inhalt, der gegen die Lehrmeinung der Kirche stand. Newton betrieb nicht nur einfach Theologie. Er war ein Häretiker.

Noch als er im März 1727 im Sterben lag, verweigerte er die Sterbekommunion. Und lange davor, im Jahr 1675, war er kurz davor, von seiner Position an der Universität Cambridge zurückzutreten. Wie damals üblich, sollte er als Universitätsmitarbeiter dem anglikanischen Klerus beitreten. Bevor Newton in Cambridge mit seinen Studien beginnen konnte, musste er schwören, zölibatär zu leben und das Glaubensbekenntnis der anglikanischen Kirche anzuerkennen und einzuhalten. Den nächsten Schritt, ein Mitglied des Klerus selbst zu werden, wollte Newton dann aber nicht mehr gehen.[57] Er glaubte zwar an Gott, aber nicht so, wie es die Kirche vorschrieb.

Newton war überzeugt, dass die religiösen Texte im Laufe der Zeit verfälscht worden waren. Das, was die Kirche heute lehre, sei nicht die ursprüngliche Botschaft. Die Menschen der Vergangenheit hätten das wahre Wort Gottes noch gekannt. Und nur durch eine genaue Analyse der alten Worte könne man die Reste der Wahrheit finden und rekonstruieren. Seine umfangreichen Studien unternahm er unter anderem, um das zu belegen. Und das, was Newton für die ursprüngliche Botschaft hielt, war gefährlich. Ein Gesetz des englischen Parlaments zur Blasphemie aus dem Jahr 1697 hielt ausdrücklich fest, dass es verboten war, die Dreieinigkeit Gottes zu leugnen. Die Bestrafung reichte vom Verlust öffentlicher Ämter bis hin zu einer mehrjährigen Gefängnisstrafe. Aber genau das war Newtons Meinung: Das Konzept der Trinität war in seinen Augen falsch. Es gab für ihn bloß einen Gott, nicht »den Vater, den Sohn und den heiligen Geist«. Jesus habe zwar gelebt, und er sei auch der Sohn Gottes gewesen. Aber eben nur der Sohn.

27 Jahre nach Newtons Tod wurde »Ein historischer Bericht über zwei bemerkenswerte Fälschungen der Schrift«[58] veröffentlicht, ein Buch mit Texten, die er schon 1690 geschrieben hatte. Darin analysiert er zwei Stellen aus der Bibel, welche die Dreifaltigkeit des christlichen Gottes beschreiben, und versucht durch den Vergleich verschiedensprachiger älterer Bibelausgaben zu belegen, dass diese Stellen im originalen griechischen Text des Neuen Testaments nicht vorkommen. Es geht Newton dabei um den Satz: »Drei sind es, die Zeugnis ablegen im Himmel: der Vater, das Wort und der Heilige Geist, und diese drei sind eins. Und drei sind es, die Zeugnis geben auf Erden: der Geist, das Wasser und das Blut, und diese drei sind eins« aus dem 1. Johannesbrief. Das sei, zumindest teilweise, ein späterer Zusatz und in den alten griechischen Handschriften nicht zu finden, meinte Newton, und die moderne religionswissenschaftliche Analyse gibt ihm recht. In den meisten aktuellen Bibelausgaben ist dieser heute als »Comma Johanneum« bekannte Teil nicht mehr oder nur noch als Fußnote zu finden.

Um zu belegen, dass die Trinitätslehre falsch war, analysierte er aber nicht nur alte religiöse Texte, er nutzte auch mathematische und geometrische Argumente. In der Astronomie berechnete er die Kräfte zwischen den Himmelskörpern, in der Theologie nutzte er ähnliche Diagramme, um zu beweisen, dass Jesus zwar Gottes Sohn sei, die göttliche Kraft aber nicht von ihm, sondern nur von Gott selbst ausgehen könne. Aus heutiger Sicht erscheinen diese Bemühungen natürlich naiv. Newton malte zum Beispiel ein Bild, das aus einem Rechteck mit drei Streifen (oder drei übereinandergestapelten Rechtecken) besteht. Das Bild sollte laut Newton drei »Körper« (»a«, »b« und »c«) repräsentieren, die aufeinanderliegen und -drücken. Der oberste (»a«) solle eine (Schwer-)Kraft ausüben; die beiden darunter nicht. Aber da der oberste eben auf die darunter drücke, würden auch die beiden anderen Körper eine Kraft spüren. Oder, wie Newton das unnötig kompliziert ausdrückt: »Dann gäbe es Kraft in a, Kraft in b und Kraft in c, und trotzdem sind da nicht drei Kräfte, sondern nur eine, die ihren Ursprung in a hat und durch Kommunikation/Abstieg in b und c.« Das sei nun der Beweis dafür, dass es nur einen Gott gebe mit einer göttlichen Kraft und

keine göttliche Dreifaltigkeit aus Gottvater, Jesus und heiligem Geist. Selbst Genies können anscheinend manchmal so richtig simpel sein …

Newtons theologische Beschäftigung ging aber weit über den Versuch, die Trinitätslehre zu widerlegen, hinaus. So wie er mit seinen »Principia« eine universale Erklärung für eine Vielzahl von Phänomenen geschaffen hatte, sah er auch die alten religiösen Texte als universale Informationsquelle an. Die Interpretation der Bibel war für ihn »keine unnütze Spekulation«, sondern eine Angelegenheit von größter Wichtigkeit. Newton war überzeugt, dass dort die wahren Worte Gottes zu finden seien und dass Gott, der nicht an Raum oder Zeit gebunden sei, dort die Zukunft der Menschheit dargelegt habe. Allerdings in einer codierten Sprache, die er zu entschlüsseln versuchte. Die prophetischen Texte der Bibel waren für Newton die »Geschichte der Dinge, die noch passieren werden«.

Newtons theologische und naturwissenschaftliche Arbeiten waren für ihn zwei Seiten derselben Medaille. So wie er Gottes Werk durch das Studium der Natur untersuchen konnte, konnte er dazu auch die religiösen Texte verwenden. Dazu musste er allerdings ihre ursprüngliche Bedeutung herausfinden und durfte sich nicht auf die seiner Meinung nach korrumpierten Lehren der Kirche verlassen. Wie tief er in die Welt der Bibel eintauchte, kann man in dem Werk »Observations Upon the Prophecies of Daniel and the Apocalypse of St. John« nachlesen, das ebenfalls erst nach Newtons Tod im Jahr 1733 veröffentlicht wurde. Die Überschriften der einzelnen Kapitel stehen in einem deutlichen Kontrast zu seinen Texten über Physik und Astronomie. Kapitel 8 heißt zum Beispiel »Of the power of the eleventh horn of *Daniel's* fourth Beast, to change times and laws« (»Von der Kraft des elften Horns von Daniels viertem Tier, die Zeit und Gesetze zu verändern«). Die Bibelstelle aus dem Buch Daniel, mit der Newton sich hier mehr als ausführlich beschäftigt, könnte kaum weiter von der Physik entfernt sein, mit der man Newton normalerweise in Verbindung bringt: »Nach diesem sah ich in diesem Gesicht in der Nacht, und siehe, das vierte Tier war greulich und schrecklich und sehr stark und hatte große eiserne Zähne, fraß um sich und zermalmte, und das übrige zertrat's mit seinen Füßen; es war auch viel anders denn die vorigen und hatte zehn Hörner. Da ich aber die Hörner schaute, siehe, da brach hervor zwischen ihnen ein anderes kleines Horn, vor welchen der vorigen Hörner drei ausgerissen wurden; und siehe, dasselbe Horn hatte Augen wie Menschenaugen und ein Maul, das redete große Ding« (Daniel 7,7–8).

Weltuntergangsprophet und Alchemist

Mit solchen mystisch-wirren Texten verbrachte Newton einen großen Teil seiner Zeit. Aber er war eben überzeugt davon, dass sich in der verwirrenden Welt der biblischen Propheten genauso viele wertvolle Geheimnisse über das Universum finden ließen wie in der (aus damaliger Sicht ebenso verwirrenden) Welt der Natur.

Einer breiten Öffentlichkeit bekannt wurde Newtons Beschäftigung mit der Bibel erst 2003. In diesem Jahr erschien ein Dokumentarfilm der BBC, der die theologische Forschung des großen Physikers ausführlich darstellte; ein Thema, für das sich bis dahin nur eine kleine Gruppe von Wissenschaftshistorikern interessiert hatte. Und wenn in der Fernsehdokumentation nicht behauptet worden wäre, dass Isaac Newton den Weltuntergang für das Jahr 2060 vorhergesagt hätte, wäre das vermutlich auch so geblieben.

Der große Wissenschaftler Isaac Newton ein Weltuntergangsprophet? Ja – und Nein. In seinen Texten findet man dieses Datum tatsächlich. Newton war durch das Studium der biblischen Schriften davon überzeugt, dass irgendwann das »Reich Gottes« auf Erden herrschen würde. Aber zuerst musste das Zeitalter der korrupten Kirche enden. Das begann für Newton natürlich mit der Einführung der Irrlehre der Dreieinigkeit Gottes, die Newton auf das symbolische Jahr 800 datierte, als seiner Meinung nach die Vormachtstellung der Päpste begann. Aus den verworrenen Texten der biblischen Propheten leitete er einen Zeitraum von 1260 Jahren ab, der vergehen müsse, bevor die falschen Lehren der korrumpierten Kirche wieder verschwinden würden. So gelangte er zum besagten Jahr 2060 – das für ihn aber keinen apokalyptischen Weltuntergang, sondern eher einen geistigen Neuanfang bedeutete. Er sprach sich sogar ganz explizit gegen die auch damals schon aktiven Untergangsprediger aus, die mit ihren Visionen eines nahenden Weltendes den Menschen Angst einjagten. Nachdem er das Jahr 2060 errechnet hatte, schrieb Newton: »Es kann auch später enden, aber ich sehe keinen Grund, warum es früher enden sollte. Das sage ich nicht, um die Zeit des Endes festzustellen, sondern um die vorschnellen Vermutungen der wirklichkeitsfremden Menschen aufzuhalten, die regelmäßig die Zeit des Endes vorhersagen und dadurch mit jeder fehlerhaften Vorhersage die heiligen Prophezeiungen diskreditieren.«[59]

Das alles passt so gar nicht zu der populären Vorstellung, die man sich von Isaac Newton macht. Aber wenn der tiefe Glaube und die Beschäftigung mit der Religion im Rahmen der Gesellschaft und der Umstände des 17. Jahrhunderts durchaus noch nachvollziehbar sind, fällt das bei einem weiteren von Newtons Interessensgebieten schwerer. Newton war nicht nur ein großer Wissenschaftler und häretischer Theologe – sondern auch ein überzeugter Alchemist auf der Suche nach dem Stein der Weisen.

»Der Stab des Merkur vereint die zwei Schlangen und lässt sie aneinanderhaften durch die Verbindung der Venus. (…) Diese rote Erde ist demnach Flamels männlicher Drache ohne Flügel, denn nachdem man es so aus seiner natürlichen Erde extrahiert hat, ist sie eine der drei Substanzen, aus denen das Bad von Sonne und Mond gemacht ist.« Solche Sätze kennt man vielleicht aus wirren Texten mittelalterlicher Möchtegernmagier. Doch sie stammen von Newton. Er schrieb über »feurige Drachen« und »das Blut des grünen Löwen« und den »Stein der Alten«. Isaac Newton war durch und durch Alchemist, vielleicht sogar noch mehr, als er Naturwissenschaftler war.

Zumal diese beiden Tätigkeiten sich aus seiner Sicht nicht widersprochen haben. Wie seine Beschäftigung mit religiösen Texten war auch die Alchemie nur ein Aspekt einer umfassenden Suche nach Erkenntnis. Die »erste Religion« enthielt die Wahrheit, die »Alten« hatten den Schlüssel zur Weisheit und dieses Wissen in verborgener Form in alten Texten versteckt. Religion, Alchemie und Natur standen für Newton in einer engen Verbindung. »Der wahre Gott ist ewig, unendlich, allmächtig und allwissend«, schrieb Newton. Er sei »überall präsent, nicht nur spirituell, sondern auch stofflich«. Newton war auf der Suche nach Gott und der Art und Weise, wie er die Welt beeinflusste. Es müsse eine Art »göttliche Materie« geben, vermutete er einmal; eine Grundsubstanz der Materie, aus der alles besteht und mit der sich alles wandeln lässt. Dieses göttliche Wirken in der Transformation von Materie wollte Newton im Experiment nachweisen.

Die Alchemie begleitete Isaac Newton fast sein gesamtes Leben. Schon als er während seiner Schulzeit beim Apotheker William Clarke in Grantham lebte, kam er mit der Welt der Chemie bzw. Alchemie in Kontakt. Seine ersten eigenen Experimente unternahm er 1668 während seiner Zeit an der Universität Cambridge. Er mischte dort auch seine eigene Medizin, um sich gegen alle

möglichen Krankheiten zu schützen: einen Trank aus Terpentin, Rosenwasser, Olivenöl, Bienenwachs und Likör.

Die eigentliche Alchemie ging er dann aber genauso sorgfältig an wie den Rest seiner Unterfangen. Er baute sich seine eigenen Brennöfen und Schornsteine. Er begann mit der Arbeit an einem umfassenden Lexikon alchemistischer Begriffe, dem »Index Chemicus«, der am Ende mehr als 900 Einträge enthalten sollte. Seine Experimente zeichnete er mit großer Präzision auf. Aus diesen Aufzeichnungen stammen auch die oben zitierten Sätze über Schlangen, Drachen und grüne Löwen. Haben giftige Dämpfe aus dem chemischen Laboratorium hier Newtons Geist vernebelt? Nein – die esoterisch klingenden Begriffe haben einen anderen Grund.

Die Alchemie hatte zu Newtons Zeit ihren Höhepunkt schon überschritten. Im Mittelalter war die Suche nach dem »Stein der Weisen«, der Eisen zu Gold machen konnte und ewiges Leben versprach, viel weiter verbreitet gewesen. Die Alchemisten selbst waren deswegen aber nicht unbedingt immer hoch angesehen. Zwischen diejenigen, die sich ernsthaft mit den Eigenschaften der chemischen Elemente beschäftigten, mischten sich immer wieder Scharlatane und Betrüger, die leichtgläubigen Adepten das Geld aus der Tasche ziehen wollten. Und die Machthaber waren auch nicht unbedingt daran interessiert, dass man nach Belieben Gold herstellen konnte (bzw. nur dann, wenn die Alchemisten in ihren eigenen Diensten standen). In England wurde daher schon 1404 von König Henry IV. das »Gesetz gegen die Vervielfältiger« erlassen, das es bei Strafe verbot, »Gold und Silber zu vervielfältigen«.

Newton hatte in diesem Fall also ausnahmsweise wirklich einen guten Grund, seine alchemistischen Experimente geheim zu halten. Aber nicht nur aus Angst vor Strafverfolgung und dem Verlust seiner Reputation als seriöser Forscher. Ethische und philosophische Gründe waren für ihn noch wichtiger: Alchemie war aus seiner Sicht ein spirituelles Unterfangen: die Suche nach Gott und den grundlegenden Geheimnissen der Schöpfung. Nicht die Beschäftigung mit Metallen oder die Produktion von Gold seien der Zweck der Alchemie, sondern »Gott in seinen wunderbaren Werken zu verherrlichen und den Menschen beizubringen, wie man richtig lebt«. Das könne nicht jeder machen, denn »die, die nach dem Stein der Weisen suchen, sind durch ihre eigenen Regeln zu einem strengen und religiösen Leben verpflichtet«, erklärte Newton, und die metaphysische Beschäftigung mit Brennofen und Schmelztiegel sei nichts, was man dem normalen Pöbel offenbaren könne.

Deswegen war Newton auch gar nicht erfreut, als im Februar 1675 sein Kollege Robert Boyle einen Artikel mit dem Titel »Of the Incalescence of Quicksilver with Gold« in den »Philosophical Transactions« der Royal Society veröffentlichte. Boyle, 15 Jahre älter als Newton, gehörte zu den Gründungsmitgliedern der Royal Society. Er beschäftigte sich unter anderem mit den Eigenschaften des Vakuums – und mit der Chemie. Sein berühmtestes Werk ist das 1661 veröffentlichte Buch »The Sceptical Chymist«, in dem Boyle sich bemüht, die wissenschaftliche Chemie von der nicht ganz so wissenschaftlichen Alchemie abzugrenzen. Und obwohl er heute als einer der Begründer der modernen, analytischen Chemie gilt, war sein Denken von alchemistischen Vorstellungen durchdrungen. Auch er glaubte an eine »Ursprungsmaterie«, einen »Stein der Weisen« und daran, dass chemische Elemente ineinander umgewandelt werden können, wenn man nur die richtigen Rezepte kennt.

Deswegen war es nur konsequent, dass sich Boyle für eine Aufhebung des Gesetzes gegen die Vervielfältiger einsetzte, was er 1689 auch erreichte. Trotzdem war Boyle überzeugt, dass auch eine wissenschaftliche Beschäftigung mit den Eigenschaften der Materie möglich und lohnend sei, und hatte keine Probleme, seine Forschungsergebnisse dazu zu publizieren. Newton dagegen war wütend,

dass sich ein alchemistischer Kollege hier nicht nur an die Öffentlichkeit wandte, sondern das auch noch in allgemeinverständlicher Sprache.

Denn die Geschichten von Schlangen und Drachen in den Aufzeichnungen von Newton waren kein mystischer Selbstzweck. Sie sollten die Experimente und Rezepte konfus und unverständlich erscheinen lassen, sodass nur die wahrhaft Eingeweihten wüssten, worum es ging. Wollte man zum Beispiel sagen, dass man zwei Stoffe unter Hitzezufuhr vermischen solle, forderte man, »die beiden Drachen Krieg führen zu lassen«. Es gab »männliche« und »weibliche« Elemente, und wenn zwei davon sich bei einer Reaktion verbinden, dann war das eine »Hochzeit«.

Dem Stein der Weisen auf der Spur

Wer nicht bereit war, sich diese komplizierte Sprache anzueignen, war es auch nicht wert, sich auf die Suche nach Gott und dem Stein der Weisen zu begeben. Die Alchemisten kommunizierten miteinander auch nicht unter ihren wahren Namen, sondern gaben sich Pseudonyme. Newton beispielsweise nannte sich – ganz unbescheiden – »Jehova Sanctus Unus«, also der »Eine heilige Gott«.[60]

Die Arbeit von Isaac Newton begründete das in den nächsten Jahrhunderten dominierende mechanistische Weltbild, Newton selbst glaubte aber an eine ganz andere Welt. Der gesamte Kosmos und die ganze Materie waren in dieser Sicht von einem göttlichen Geist durchdrungen, und den galt es zu erkennen und zu verstehen. Die Alchemie war daher auch kein Hobby oder – wie man immer wieder hören konnte – etwas, das er erst spät in seiner Karriere tat, als sein Verstand nicht mehr so scharf war wie früher. Wenn schon, dann wäre es eher angebracht, Newtons physikalische Forschung als »Hobby« zu bezeichnen, die er zwischen seine theologischen und alchemistischen Studien quetschte. Als Edmond Halley Newton auf die Frage nach der mathematischen Beschreibung von Kometenbahnen ansprach und ihn dadurch anregte, die »Principia« zu schreiben, steckte er gerade mitten in alchemistischen Experimenten. In den Jahren zuvor hatte er kaum an Physik geforscht, sondern war in seinem Labor fast nur damit beschäftigt, den Stein der Weisen zu finden. Und auch nach der Publikation der »Principia« widmete sich Newton wieder intensiv der Alchemie.

1692 starb Robert Boyle, und Newton diskutiert per Brief mit dem Philosophen John Locke über dessen Nachlass. Es geht um eine mysteriöse »rote Erde«, die Boyle bei seinen Experimenten produziert haben soll. Newton ist vorsichtig und will gegenüber Locke nicht so richtig zur Sache kommen, Locke muss ihm beweisen, dass er ein »Eingeweihter« ist, und erst als der zu erkennen gibt, dass er weiß, worum es sich bei der »roten Erde« handelt, und verspricht, die ganze Sache geheim zu halten, fühlt Newton sich sicher genug, mit ihm ausführlich zu korrespondieren. Er erklärt dass er sein alchemistisches Wissen testen wolle, um ein spezielles Quecksilber[61] zu finden, mit dem sich vielleicht doch Gold produzieren lässt.

Im Jahr 1693 schließlich hat Newton genug Drachen miteinander Krieg führen lassen; genug Schlangen vereint und grüne Löwen ausbluten lassen. Er fasst seine alchemistische Forschung in einem circa 5500 Wörter langen Text[62] zusammen und verkündet: »Verbinde den Stein mit dem Quecksilber von drei oder mehr Adlern und füge ihr Gewicht in Wasser hinzu, und wenn man es für Metalle macht, kann man jedes Mal drei Teile Gold mit einem Teil des Steins schmelzen. Jede Multiplikation wird seinen Wert verzehnfachen, und wenn man das Quecksilber ein zweites oder drittes Mal ohne den Geist benutzt, vielleicht vertausendfachen. So kann man bis zur Unendlichkeit

vervielfältigen.« Newton war sich sicher, einen »Stein« gefunden zu haben, mit dem sich Gold »bis zur Unendlichkeit« vervielfachen lässt. Nach seinen Durchbrüchen in Physik und Mathematik war nun auch der spirituelle und alchemistische Durchbruch gelungen: Er hatte den Stein der Weisen gefunden.

Aber sooft Newton auch recht hatte: Hier irrte er. Der Stein der Weisen blieb auch für ihn unerreichbar. Später kam er nie wieder auf seine angebliche Entdeckung zurück. Nach dem scheinbar triumphalen Ende seiner alchemistischen Forschung erlitt er einen Nervenzusammenbruch, dessen Ursachen auch heute noch unklar sind.

Im September 1693 schrieb Newton einen verwirrten Brief an Samuel Pepys, der zwischen 1684 und 1686 Präsident der Royal Society war, seit 1690 aber kein offizielles Amt mehr innehatte. Darin schrieb er von »Verwicklungen«, in die er involviert sei und die ihm große Schwierigkeiten bereiten würden. Er könne weder Pepys noch »den Rest meiner Freunde« je wiedersehen. Auch John Locke erhielt einen Brief. Locke, so Newton, habe sich bemüht, ihn mit Frauen in Kontakt zu bringen, was ihn zutiefst verstört hätte; so sehr, dass er im Gespräch mit jemand anderem Locke den Tod gewünscht habe, wofür er sich nun entschuldigen wolle. Irgendetwas stimmte nicht mit Newton. Er unterbrach seine Forschung, schrieb so gut wie keine Briefe mehr und verhielt sich mehr als seltsam. Auf Nachfragen erklärte er später, er habe unter massiver Schlaflosigkeit gelitten, die ihn bis zu fünf Nächte am Stück wachgehalten hätte. Außerdem sei da eine »Übellaunigkeit« gewesen, die ihm zu schaffen gemacht habe.

Was wirklich passiert war, lässt sich heute nicht mehr rekonstruieren. Vielleicht war es tatsächlich die Erkenntnis, dass sein großer Durchbruch bei der Suche nach dem göttlichen Funken der Materie gescheitert war, die ihn zusammenbrechen ließ. Vielleicht war es ein Brand in Newtons Labor, der viele seine Aufzeichnungen zerstörte.[63] Spekulativere Geister führen sogar Liebeskummer ins Feld, der mit dem Abbruch der (Brief-)Freundschaft mit dem Schweizer Mathematiker Nicolas Fatio de Duillier zu tun gehabt haben soll. Newtons Sexualität gehört bis heute zu den Themen, über die viele Vermutungen, aber wenig konkrete Informationen vorhanden sind. Newton war nie verheiratet, und auf seinem Totenbett soll er einem seiner Ärzte gestanden haben, dass er niemals Sex gehabt habe und als Jungfrau sterbe. Enge Beziehungen zu Frauen sind nicht bekannt; seine intensive Freundschaft zu Fatio de Duillier dagegen schon; und tatsächlich brach – aus ebenfalls ungeklärten Umständen – der Kontakt zwischen beiden gerade zu der Zeit ab, in der Newton seinen Zusammenbruch hatte. Ob Newton daher eventuell homosexuell und in Fatio verliebt und der Nervenzusammenbruch einfach nur Liebeskummer gewesen war: Wir wissen es nicht. Vielleicht waren es die Quecksilberdämpfe, die Newton bei seinen Experimenten beständig einatmete, durch die er sich eine Vergiftung zuzog. Vielleicht war es eine Depression, vielleicht ein Burn-out, vielleicht der Druck, der nach der Publikation seiner »Principia« auf ihm lastete. Was auch immer verantwortlich war: Die Krise war bald vorbei und Newton bereit für neue Aufgaben.

Die fand er kurz danach, wie in Kapitel 1 beschrieben, als Wächter der königlichen Münzprägeanstalt. Und natürlich in seiner Lieblingsbeschäftigung: dem Streit mit seinen Kollegen. Was das anging, waren die bisherigen Konflikte nicht mehr als eine Aufwärmübung gewesen. Der größte, längste und intensivste Streit in Newtons Karriere lag noch vor ihm.

Naturwissenschaft ohne Gott

Isaac Newtons religiöse und alchemistische Studien würden im Wissenschaftsbetrieb der Gegenwart wohl deutlich mehr als nur eine hochgezogene Augenbraue vonseiten der Kollegen hervorrufen. Eine Mischung aus ernster Wissenschaft, Weltuntergangsprophezeiung und esoterischer Suche nach dem Stein der Weisen ist für einen Forscher der Gegenwart kaum vorstellbar. Das liegt vor allem daran, dass wir mittlerweile deutlich mehr über die Welt wissen als zu Newtons Zeit. Im 17. Jahrhundert wusste niemand, wie die Materie wirklich aufgebaut ist. Es konnte auch niemand darüber Bescheid wissen, denn die dafür nötigen technischen Instrumente waren noch lange nicht erfunden. Damals blieb den Naturphilosophen nur die Spekulation. Und das chemische Wissen der frühen Neuzeit ließ es als durchaus plausible Hypothese erscheinen, dass man chemische Elemente ineinander umwandeln konnte, wenn man nur die richtige Mischung fand.

Auch die Religion hatte einen völlig anderen Stellenwert. Atheismus war keine Option. Und die Existenz Gottes oder eines »höheren Wesens« eine fast selbstverständliche Grundlage jeglicher Suche nach Erkenntnis. Dass Newton seine theologischen Forschungen geheim hielt, lag daran, dass der Glaube, den er damit zu belegen versuchte, den Lehren der Kirche widersprach, und nicht an der Angst, als gläubiger Physiker nicht seriös zu wirken.

Heute sieht die Sache anders aus. Dort, wo früher »Gott« als Begründung herangezogen wurde, haben wir mittlerweile bessere und wissenschaftlichere Erklärungen gefunden. Man muss sich als Atheist nicht mehr verstecken, und viele Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler glauben an keinen Gott. Viele tun das aber weiterhin – und das ist auch absolut kein Problem. Man kann heute genauso gläubig sein wie im 17. Jahrhundert, ohne irgendwelche negativen Auswirkungen auf die eigene Karriere befürchten zu müssen. Mit einer Einschränkung: Man sollte definitiv vermeiden, den persönlichen Glauben mit der Wissenschaft zu vermischen.

Für Newton gab es diese Trennung dagegen nicht. In seinen »Principia« wies er sogar extra darauf hin: »Dieses höchst wunderbare System aus der Sonne, den Planeten und den Kometen kann nur durch den Beistand und die Herrschaft eines intelligenten Wesens voranschreiten. Dieses Wesen steuert alle Dinge, nicht als Seele der Welt, aber als Herr über alles, und aufgrund seiner Herrschaft ist es angebracht, es ›Herrgott‹ (Lord God), παντοκρατωρ[64] [pantokratōr] oder Universaler Herrscher zu nennen.« Newton war überzeugt, dass die Bewegung der Himmelskörper zwar seinem Gesetz der universalen Gravitation folgt, aber trotzdem noch ein höheres Wesen nötig ist, um alles zu kontrollieren. Gott muss immer wieder mal nach dem Rechten sehen, damit das Weltgebäude sich weiter dreht.

Wissen und Glauben sind heute hingegen längst voneinander getrennt, und die Naturwissenschaft kann nicht mehr auf Phänomene bauen, an die man glauben muss und für die es keine nachweisbaren Belege gibt. Und macht man es doch, gibt es – wenig überraschend – Probleme.

Im Januar 2016 beispielsweise veröffentlichten chinesische Wissenschaftler einen Fachartikel über die Anatomie der menschlichen Hand[65] in der Zeitschrift »Public Library of Science (PLoS ONE)«. Darin schreiben die Autoren, dass die Hand eines Menschen ein »vom Schöpfer geeignetes Design« aufweise, um die alltäglichen Handlungen auf eine komfortable Art und Weise zu erledigen. Auch an anderen Stellen in ihrem Artikel verweisen sie auf einen »Schöpfer«, der für die Eigenschaften der menschlichen Hand verantwortlich ist. Der Artikel wurde, wie bei der Publikation von Fachartikeln üblich, von Gutachtern geprüft, und das vermutlich nicht sonderlich sorgfältig. Jedenfalls fielen ihnen die Verweise auf einen Schöpfer nicht weiter auf – sehr vielen anderen Wissenschaftlern aber sehr wohl. »PLoS ONE« wurde mit Kritik regelrecht überhäuft und die entsprechende Arbeit schnell wieder zurückgezogen. Und dabei hatten die chinesischen Autoren vermutlich nicht einmal

irgendwelche Hintergedanken; sie selbst sagten im Anschluss, dass der Vorfall ihren mangelnden Englischkenntnissen und einer schlechten Übersetzung zu verdanken sei. Mit »Schöpfer« hatten sie kein göttliches Wesen gemeint, sondern schlicht die Natur, in deren evolutionärem Rahmen sich die menschliche Hand entwickelt hat.

Aber egal, ob man das als Ausrede oder plausible Erklärung verstehen will: Diese Episode zeigt, dass Wissenschaft heute etwas ist, an das man nicht glauben sollen müsste. Entweder kann man eine Behauptung durch konkrete Messungen oder Beobachtungen belegen. Oder man kann es nicht – dann muss man das Ganze als Vermutung oder Hypothese einstufen und darf sich, egal woran man persönlich glauben mag, nicht dazu hinreißen lassen, den eigenen Glauben als allgemeinverbindliche Tatsache zu betrachten.

Isaac Newtons wissenschaftliche Erkenntnisse haben zum allergrößten Teil bis heute überdauert. Sie haben keine religiöse Argumentation nötig; die Beobachtung der Natur reicht aus, um uns ihre Gültigkeit zu demonstrieren. Die Lücken, zu deren Erklärung Newton Gott herangezogen hat, sind heute durch überprüfbares Wissen geschlossen. Nicht komplett, aber kein seriöser Wissenschaftler käme heute auf die Idee, sie mit religiösen Spekulationen zu füllen und das als Forschung auszugeben. Und das ist auch gut so. Isaac Newton hat uns gezeigt, dass die Welt für uns verstehbar ist; dass wir sie mathematisch und objektiv beschreiben und allgemeine Naturgesetze finden können. Er selbst wäre darüber wahrscheinlich zwar nicht erfreut, aber: Newton hat uns gezeigt, wie man Glaube von Wissen trennen kann.

69 Jahre nach Newtons Tod, kurz vor dem Ende des 17. Jahrhunderts, veröffentlichte der französische Mathematiker Pierre Simon Laplace sein berühmtes Werk »Exposition du système du monde« (Darstellung des Weltsystems). Laplace beschäftigte sich darin mit den gleichen Fragen wie Newton in seinem »System of the World«; insbesondere der Bewegung der Himmelskörper. Dank neuer mathematischer Methoden verstand Laplace deutlich besser als Newton, wie diese Bewegung funktioniert, und ein großer Teil der modernen Himmelsmechanik (die Wissenschaft von der Bewegung der Himmelskörper) basiert immer noch auf Laplace' Arbeit. Eine bekannte Anekdote beschreibt ein Gespräch zwischen Laplace und Napoleon Bonaparte, der die »Exposition du système du monde« gelesen hatte und den Autor fragte: »Newton sprach in seinem Buch von Gott. Ich habe das ihrige schon durchgesehen und dabei diesen Begriff kein einziges Mal gefunden.« Laplace' lapidare Antwort lautete: »Ich habe dieser Hypothese nicht bedurft.«

Höchstwahrscheinlich hat dieses Gespräch in dieser Form nie stattgefunden; zumindest gibt es keinen verlässlichen Beleg dafür. Aber die Anekdote war schon zu Beginn des 18. Jahrhunderts in Umlauf und zeigt, wie sich die Lage gewandelt hatte. Das, was früher nicht erklärbar war und deswegen Gottes Wirken zugesprochen wurde, war mittlerweile ohne Gott verstanden worden.

Mit der Alchemie lief es genauso, nur war die Entwicklung hier ein wenig klarer und deutlich weniger umstritten. Isaac Newton war zwar durch und durch Alchemist, der Höhepunkt der alchemistischen Forschung zu seiner Zeit aber eigentlich schon überschritten. Die immer neuen Erkenntnisse über die Natur führten rasch zu einer Trennung zwischen seriöser wissenschaftlicher Chemie und pseudowissenschaftlicher Alchemie. Der gleiche Prozess fand auch auf anderen Gebieten der Forschung statt. Astronomie trennte sich von Astrologie; ernsthafte Medizin von Quacksalberei und so weiter. Ein Chemiker, der Alchemie betreibt, oder eine Astronomin, die Horoskope erstellt, sind in der heutigen Welt der Wissenschaft nicht mehr vorstellbar, auch wenn das zu Newtons Zeit völlig normal war. Genau hier liegt aber das Problem, wenn man aus der damaligen Auffassung von Wissenschaft Lehren für die Gegenwart ziehen will: Mit dem Wissen von heute ist

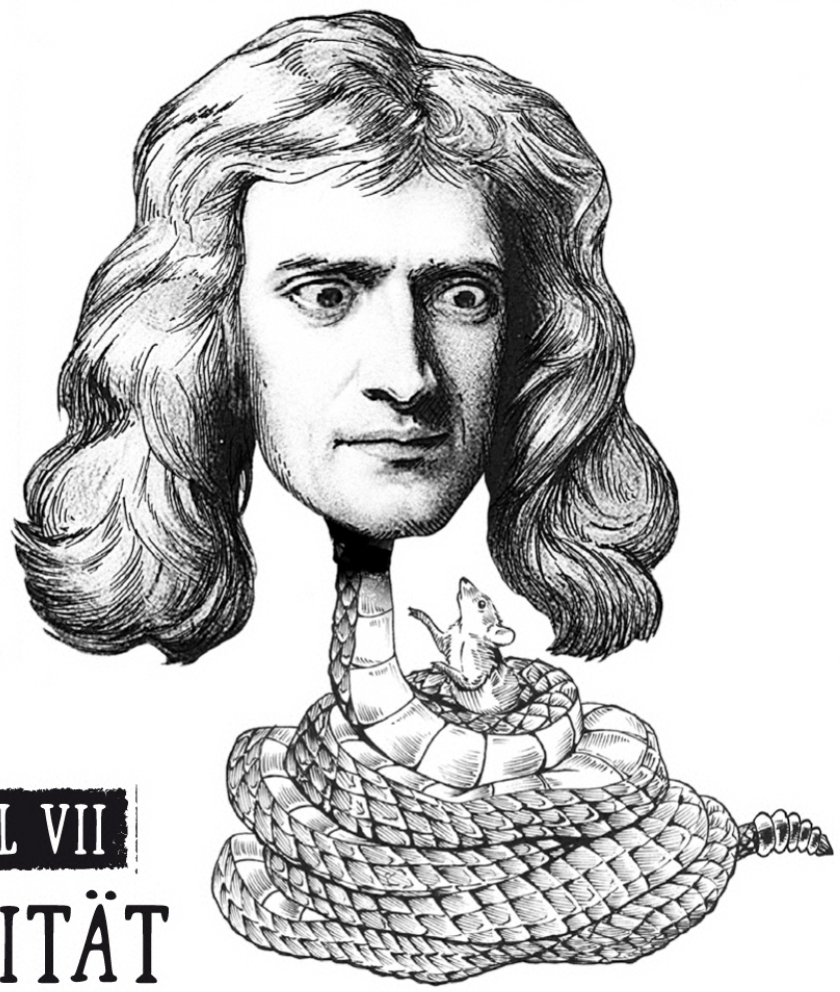
es leicht, Newton wegen seiner unwissenschaftlichen alchemistischen Forschung zu kritisieren (oder etwa Johannes Kepler für seine astrologische Arbeit). Aber das funktioniert eben nur in der Rückschau. Wer weiß, was die Menschen in ein paar Hundert Jahren von bestimmten Bereichen der gegenwärtigen Wissenschaft halten werden? Vielleicht wird manches von dem, was wir heute für seriöse Forschung halten, später als ebensolcher Unsinn erkannt wie Newtons Alchemie.

Was die religiösen, esoterischen und pseudowissenschaftlichen Aspekte seiner Arbeit angeht, ist Isaac Newton aus heutiger Sicht definitiv kein gutes Vorbild. Privat mag jeder denken und glauben, was er oder sie möchte, die wissenschaftliche Arbeit sollte davon aber strikt getrennt werden. Das bedeutet allerdings nicht, dass man sich nicht durch die ganz privaten und persönlichen Gedankenwelten inspirieren lassen kann! Der Wissenschaftshistoriker und Autor der immer noch maßgeblichen Newton-Biografie (»Never at rest«) Richard Westfall ist der Meinung, dass »das Newton'sche Konzept der Kräfte den nachhaltigen Einfluss der Alchemie auf sein wissenschaftliches Denken verkörpert« und dass Newton »das Konzept der Anziehungskraft aus der alchemistischen Tradition bezogen hat«.[66] Diese Ansicht ist nicht unumstritten, aber Newton selbst sah auf jeden Fall keine qualitative Trennung zwischen Physik und Alchemie. »Unsichtbare« und anziehende Kräfte sah er nicht nur am Himmel zwischen den Planeten, sondern auch im Schmelztiegel seiner alchemistischen Experimente. In einem Text über Säuren (»De natura Acidorum«) schreibt er von »Säureteilchen«, die mit einer »großen anziehenden Kraft ausgestattet« sind, und in den »Principia« spekuliert er über die Existenz vieler weiterer (anziehender) Kräfte, die zwischen den Teilchen der Materie wirken und noch entdeckt werden müssen.

Wissenschaft ist ein höchst kreatives Unterfangen, und man braucht jede Menge Vorstellungskraft und Fantasie, um den Geheimnissen der Natur auf die Spur zu kommen. Glaube, Mythen oder andere »unseriöse« Ideen sind als Quelle der Inspiration genauso gut wie alles andere. Beispiele findet man in der Geschichte der Wissenschaft viele. Der Chemiker August Kekulé erzählte 1890, er habe die Strukturformel des Benzols nur deswegen entdeckt, weil er in einem Wachtraum eine sich selbst in den Schwanz beißende Schlange (übrigens auch ein alchemistisches Symbol) gesehen habe, die er dann später als molekulare Bindung zwischen Atomen interpretierte. Der berühmte Mathematiker Srinivasa Ramanujan, der Anfang des 20. Jahrhunderts gemeinsam mit Godfrey Hardy an der Universität Cambridge arbeitete, ließ sich in seinem Träumen durch die hinduistische Göttin Namagiri anleiten.

Wie Isaac Newtons Physik und Mathematik ausgesehen hätte, wenn sie nicht durch Religion und Alchemie inspiriert worden wäre, lässt sich im Nachhinein nicht sagen. Fest steht aber auch, dass wir Newtons naturwissenschaftliche Erkenntnisse heute nur deswegen noch verwenden, weil sie unabhängig von ihren etwaigen theologischen oder esoterischen Ursprüngen wissenschaftlich seriös, nachvollziehbar und objektiv bestätigt worden sind. Und darauf kommt es heute umso mehr an.

Das ist auch der Grund, warum die moderne Naturwissenschaft so stark von der Mathematik dominiert wird. Sie ist die Sprache, in der wir rational über die Natur sprechen können, mit der sich klare und überprüfbare Vorhersagen treffen lassen und die es uns erlaubt, die auf den ersten Blick oft verwirrenden Phänomene in geordneter und objektiver Form zu beschreiben. Isaac Newton hat maßgeblich dazu beigetragen, diese Sprache zu formulieren. Und er wäre nicht Isaac Newton gewesen, wenn es darüber nicht zu einem langen, heftigen und ausufernden Streit gekommen wäre.



KAPITEL VII

RIVALITÄT ÜBER DEN TOD HINAUS – NEWTON, DER INTRIGANT

Isaac Newton beendete sein Leben als Beamter der königlichen Münzprägeanstalt. Der Kampf gegen die Falschmünzer und die Rettung des britischen Münzwesens ließen ihm kaum noch Muße für neue wissenschaftliche Forschung. Für einen ordentlichen Streit konnte er aber anscheinend immer Zeit erübrigen. Und im letzten Abschnitt seines Lebens fand Newton endlich einen absolut würdigen Gegner. Seine Auseinandersetzung mit dem deutschen Universalgelehrten Gottfried Wilhelm Leibniz ist legendär und hat die Wissenschaftshistoriker noch Jahrhunderte später beschäftigt. Es war ein Kampf der Giganten; Leibniz war nicht nur ein ebenso fanatischer Forscher wie Newton und von der gleichen umfassenden Wissbegier getrieben, sondern konnte auch genauso schonungslos bei der Durchsetzung seines Willens sein. Der Grund des Streits war dem Status der Kontrahenten angemessen: Es ging um die Erfindung einer völlig neuen Art von Mathematik, deren Bedeutung für die zukünftige Entwicklung der Wissenschaft unmöglich zu überschätzen ist.

Die Frage, die dieser Mathematik zugrunde liegt, ist allerdings erstaunlich simpel und auf den ersten Blick auch harmlos: Wie beschreibt man Veränderung? Es ist leicht zu sehen, wieso Newton an dieser Frage interessiert war. Bewegung ist ja nichts anderes als eine Veränderung des Ortes; Beschleunigung ist eine Veränderung der Geschwindigkeit, Kraft eine Änderung des Impulses: Mit all diesen Konzepten musste er sich intensiv auseinandersetzen, um seine »Principia« schreiben zu können.

Wie beschreibt man Bewegung?

Newton war allerdings nicht der Erste, der mit diesen Problemen zu kämpfen hatte. Die Frage nach der Natur der Veränderung wurde schon mehr als 1000 Jahre vor seiner Geburt im antiken Griechenland diskutiert. Im fünften Jahrhundert vor Christus erdachte der Philosoph Zenon von Elea seine Geschichte von Achilles und der Schildkröte. Er beschrieb ein Wettrennen zwischen dem berühmten Helden und dem berüchtigt langsamen Landwirbeltier. Die Schildkröte bekommt einen kleinen Vorsprung von 100 Metern, und dann startet das Rennen. Achilles sprintet los und hat schnell die ersten 100 Meter zurückgelegt. In dieser Zeit ist aber auch die Schildkröte ein kleines Stück vorangekommen, so dass Achilles noch nicht gleichauf ist. Das kleine Stück aufzuholen gelingt ihm natürlich leicht, aber auch dafür braucht er Zeit, und währenddessen legt die Schildkröte ein weiteres kleines Stück zurück. Ihr Vorsprung wird zwar immer kleiner, aber – so Zenon – Achilles kann sie trotzdem niemals einholen. In der Zeit, die er braucht, um die Distanz zur Schildkröte zurückzulegen, kommt sie jedes Mal ein kleines bisschen voran: Er kann das Rennen nicht gewinnen.

Zenon hatte ein Faible für solche Geschichten. In einem weiteren bekannten Argument erklärte er, dass sich ein von einem Bogen abgeschossener Pfeil in Wahrheit gar nicht bewegen kann. Betrachtet man den Pfeil während des Fluges zu einem ganz bestimmten Zeitpunkt, dann nimmt er auch einen ganz konkreten Ort im Raum ein. An diesem Ort müsse er sich in Ruhe befinden, denn sonst befände er sich ja nicht an einem Ort. Was für einen Zeitpunkt gilt, gilt aber für alle Zeitpunkte während des Fluges. Der Pfeil befindet sich immer in Ruhe, und Bewegung ist unmöglich. Oder, wie Zenon selbst es sehr schön ausgedrückt hat: »Das Bewegte bewegt sich weder in dem Raume, in dem es ist, noch in dem Raume, in dem es nicht ist.«[67]

Nun war Zenon kein Dummkopf, und ihm war sicherlich bewusst, dass mit seinen Argumenten irgendetwas nicht stimmte. Er hat sie nicht deswegen aufgestellt, um tatsächlich die Unmöglichkeit von Bewegung zu beweisen, und ihm war klar, dass sie der Erfahrung widersprechen. Vermutlich

ging es ihm darum, seinen Lehrer Parmenides zu verteidigen. Der vertrat die Ansicht, dass – vereinfacht gesagt – alles einfach existiert und es kein Werden oder Vergehen geben kann, da dann ja irgendwann »etwas« aus »nichts« hätte entstehen müssen. Diese Vorstellung lässt sich natürlich kritisieren – aber Zenon wollte demonstrieren, dass auch die Argumente der Gegner, die von der Realität der Veränderung ausgingen, zu Widersprüchen führen konnten. Die Widersprüche, die er selbst bei seiner Argumentation machte, konnte er damals noch nicht erkennen. Zenon dachte, dass eine unendliche Reihe von Additionen auch ein unendlich großes Ergebnis liefern müsste. Ebenso dachte er, dass aus der unendlich oft möglichen Teilung der Laufstrecke folgen würde, dass die zu durchlaufende Strecke unendlich groß sein müsste. Das war falsch, aber die Welt musste erst auf Isaac Newton und Gottfried Wilhelm Leibniz warten, um das auch mathematisch exakt verstehen zu können.[68]

Was auch immer man von diesen Streitereien unter den alten Griechen hält: Die Frage nach der Natur und vor allem einer mathematischen Beschreibung von Veränderung und Bewegung blieb also noch lange bestehen. Und es war eine fundamentale Frage, die dringend gelöst werden musste, wenn man vernünftige Aussagen über sich bewegende Objekte machen wollte.

Wenn ich beispielsweise zu meiner morgendlichen Joggingrunde durch den Paradiespark in Jena aufbreche und dabei 10 Kilometer in 50 Minuten zurücklege (vielen Dank für Ihre Bewunderung; nicht schlecht, ich weiß), dann ist es kein großes Problem zu berechnen, dass ich mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 12 Kilometern pro Stunde unterwegs war. Ich bin aber sicherlich nicht während der ganzen 50 Minuten konstant 12 km/h schnell gelaufen. Kurz nach dem ersten Drittel gibt es da zum Beispiel ein Stück, auf dem es ein wenig abwärts geht. Diesen Teil schaffe ich meist ein wenig schneller, vermutlich mit ungefähr 15 km/h. Auf dem letzten Stück der Strecke sind aber wieder jede Menge Ampeln und Kreuzungen, die mich bremsen, und dort war ich auf jeden Fall deutlich langsamer als 12 km/h.

Es ist nicht weiter schwer, entsprechende Durchschnittsgeschwindigkeiten für jeden einzelnen Kilometer meines Laufs zu berechnen. Oder für alle 100-Meter-Intervalle. Oder sogar für jeden einzelnen Meter, Zentimeter oder gar Millimeter. Aber es handelt sich dann trotzdem immer noch um Durchschnittswerte, die mir sagen, wie schnell ich eine ganz bestimmte Strecke zurückgelegt habe. Was aber, wenn ich wissen möchte, wie schnell ich in einem ganz konkreten Augenblick war? Dann landet man wieder bei Zenons paradoxer Geschichte vom fliegenden Pfeil. In einem einzigen Augenblick lege ich keine Distanz zurück; es gibt keine Strecke, entlang derer ich mich mit einer konkreten Geschwindigkeit bewegt habe.[69]

Aus mathematischer Sicht leitet dies über zur Frage nach der Unendlichkeit. Man kann die Strecke, für die man eine Durchschnittsgeschwindigkeit berechnen möchte, immer kleiner und kleiner machen und muss diese Distanz dann einfach durch die Zeit teilen, die man für die Bewältigung dieser Strecke benötigt hat. Solange die Länge der Strecke nicht gleich null ist, ist das eine einfache Aufgabe. Aber irgendwo zwischen »null« und »beliebig klein« trifft man auf die Unendlichkeit, und die war im 17. Jahrhundert mathematisch schwer zu fassen. Um die Geschwindigkeit zu bestimmen, die ein Objekt während eines ganz konkreten Augenblicks hat, muss man die Strecke unendlich klein werden lassen. Aber wie?

Es lohnt sich, das Problem auch noch kurz aus geometrischer Sicht zu betrachten. Sowohl Newton als auch Leibniz waren bei ihrer mathematischen Arbeit von René Descartes beeinflusst. Zu dessen großen Leistungen gehörte die Verknüpfung von Geometrie und Algebra. Also die Verbindung zwischen mathematischen Diagrammen und mathematischen Gleichungen. Descartes zeigte, dass

man geometrische Aufgaben auch als Gleichung formulieren kann – und umgekehrt. Und er leistete einen Beitrag zur Lösung des »Tangentenproblems«, das eine zentrale Stellung in der neuen Mathematik von Newton und Leibniz einnimmt.

Es ist einfach, ein Diagramm zu zeichnen, das eine Bewegung beschreibt. Im Beispiel meiner Joggingrunde würde man auf der x-Achse die Zeit auftragen und auf der y-Achse den Ort, an dem ich mich zum jeweiligen Zeitpunkt befinde. Zum Zeitpunkt 0 habe ich 0 Kilometer zurückgelegt: Der Startpunkt liegt also bei den Koordinaten 0 min/0 km. 5 Minuten später bin ich einen Kilometer weit gekommen, und der nächste Punkt im Diagramm liegt bei den Koordinaten 5 min/1 km. Danach bin ich vielleicht ein wenig schneller gelaufen, habe die 2-Kilometer-Marke schon nach 9 Minuten erreicht und trage einen weiteren Punkt bei den Koordinaten 9 min/2 km ein. Der nächste Punkt folgt dann vielleicht bei 14 min/3 km. Und so weiter: Ich kann beliebig viele Punkte mit Kilometer- und Minutenangaben einzeichnen und werde am Ende eine Kurve erhalten, die meine Bewegung während der Laufrunde beschreibt. Um jetzt die Geschwindigkeit zu berechnen, muss man einfach nur zwei ausgewählte Zeitpunkte vergleichen. Will ich beispielsweise meine Durchschnittsgeschwindigkeit für den zweiten Kilometer wissen, nehme ich den entsprechenden Punkt mit den Koordinaten 9/2 und subtrahiere den Punkt, der einen Kilometer zuvor aufgetragen ist; in dem Fall 5/1. Die Rechnung ist einfach: 9 – 5 = 4 Minuten und 2 – 1 ist 1 Kilometer. Ich hatte also während des zweiten Kilometers eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 4 Minuten pro Kilometer, was umgerechnet 15 km/h entspricht. Geometrisch lässt sich das Problem auch lösen, indem man einfach eine gerade Linie durch die Punkte 9/2 und 5/1 zeichnet. Je steiler diese Linie verläuft, desto schneller war ich unterwegs. Liegt sie waagerecht (also parallel zur x-Achse, auf der die Zeit aufgetragen ist) im Diagramm, war die Geschwindigkeit null. Die Zeitkoordinate hat sich zwar verändert, meine Ortskoordinate aber nicht: Ich habe mich nicht bewegt. Je größer der sogenannte »Anstieg« bzw. die »Steigung« dieser Linie, desto größer ist auch die Geschwindigkeit.

Geht man von der Durchschnittsgeschwindigkeit zu der tatsächlichen Geschwindigkeit über, die man zu einem ganz bestimmten Zeitpunkt hat, stößt man wieder auf das gleiche Problem wie zuvor. Die beiden Punkte, durch die man die Linie im Diagramm zieht, rücken immer näher, je kleiner die zurückgelegte Strecke wird, die man betrachtet. Irgendwann fallen die beiden Punkte zusammen, und dann ist nicht mehr sofort klar, wie und mit welchem Anstieg die Linie eingezeichnet werden soll. Diese Linie, die den Anstieg bzw. in diesem Beispiel die momentane Geschwindigkeit angibt, wird »Tangente« genannt, und Descartes fand einen Weg, wie man sie zeichnen kann. Das war bemerkenswert, aber seine Lösung war nur für spezielle Kurven brauchbar. Das allgemeine Problem der mathematischen Beschreibung von sich verändernden Größen konnte er nicht lösen.

Es gab im 17. Jahrhundert auch noch einige andere Mathematiker, die hie und da kleinere Fortschritte beim Umgang mit der Unendlichkeit oder dem Zeichnen von Tangenten an Kurven machten. Aber es waren isolierte Ergebnisse, die nur auf spezielle Probleme anwendbar waren. Was fehlte, war ein neuer Ansatz, der die Frage umfassend beantwortete und nicht nur die Berechnung von Geschwindigkeiten in den Blick nahm: Immer dann, wenn man untersuchen möchte, wie sich eine bestimmte Größe in Abhängigkeit der Veränderung einer anderen Größe wandelt, steht man vor dem gleichen Problem. Und solche Prozesse gibt es überall: Die Veränderung von Wohnungspreisen in Abhängigkeit des Bevölkerungswachstums. Die Veränderung der globalen Temperatur in Abhängigkeit des CO_2-Ausstoßes. Die Veränderung der Konzentration von chemischen Elementen während einer molekularen Reaktion. Die Veränderung der Rechenzeit eines Computerprogramms in Abhängigkeit der Prozessorleistung. Die Veränderung der Masse einer Rakete in Abhängigkeit der

Flughöhe. Und so weiter – all diese Phänomene lassen sich nur verstehen, wenn man die passenden mathematischen Instrumente zur Verfügung hat.

Newtons Differential- und Integralrechnung

Genau diese Instrumente hat Isaac Newton geschaffen. Genau diese Instrumente hat aber auch Gottfried Wilhelm Leibniz geschaffen. Und die Frage, wer von beiden der wahre Urheber der mächtigen neuen Mathematik war und ob der eine vom anderen oder der andere vom einen abgeschrieben hat, hat nicht nur Newton und Leibniz über Jahre hinweg beschäftigt, sondern die Wissenschaftshistoriker bis (fast) in die Gegenwart.

Newtons Weg zu einem mathematischen Verständnis von Veränderungen begann – wie so vieles andere in seinem Leben – in den Jahren 1665 und 1666. Vor der Pest aus Cambridge geflüchtet, machte er sich im heimatlichen Woolsthorpe nicht nur Gedanken über Optik und fallende Äpfel, sondern auch über die Unendlichkeit. Er kämpfte mit diesem Begriff, wie er damit gekämpft hatte, Begriffe für Phänomene wie »Kraft« und »Masse« zu finden. Es ging ihm dabei nicht nur um die reine Mathematik, sondern um die Grundlagen der Materie selbst: Wie weit kann man etwas teilen? Gibt es etwas Unteilbares? Können Punkte ohne räumliche Ausdehnung trotzdem irgendwie zu einer Linie zusammengesetzt werden? Was bedeutet »unendlich klein«? Nichts – oder doch noch etwas? Und wenn ja, was?

Newton musste sich durch ein Wirrwarr an unklaren Begriffen kämpfen: »unendlich«, »unbestimmt«, »ununterscheidbar«. Er verwendete in seinen Texten ein spezielles Symbol (ein kleines »o«), um dieses seltsame Ding zu bezeichnen, das gleichzeitig schon irgendwie nichts, aber dann doch noch irgendetwas ist. Er schrieb von Linien, die sich durch ein unendlich kleines bisschen unterscheiden, und Linien, die sich gar nicht unterscheiden, und war bemüht, den fast ununterscheidbaren Unterschied zwischen diesen Bezeichnungen nicht zu verwischen.

Der große Durchbruch kam, als Newton eine Kurve nicht mehr als starres geometrisches Bild sah, sondern als einen Punkt, der sich bewegt und die Linien gleichsam mit sich zieht und zeichnet. Er erfand neue Wörter, um diese fließenden und flexiblen Gebilde zu bezeichnen: Fluxionen und Fluenten. Die Fluxionen waren Newtons Weg, um doch noch eine Tangente berechnen zu können, auch wenn da nur noch ein einziger Punkt war, durch den sie gelegt werden könnte. Er stellte sich, vereinfacht gesagt, einfach einen weiteren Punkt vor, der ein unendlich kleines Stückchen vom eigentlichen Punkt entfernt liegt. Diese eigentlich nicht vorhandene Distanz wurde durch seine Fluxionen beschrieben, und aus ihnen konnte er dann den Anstieg der Tangente berechnen. Das, was Newton da geschaffen hatte, lernt heute jeder in Form der »Differentialrechnung« im Mathematikunterricht. Newton entwickelte auch noch das Gegenstück dazu: die (heute so genannte) Integralrechnung, bei der aus einer unendlichen Anzahl kleiner Flächen der Flächeninhalt berechnet werden kann, der unter einer Kurve liegt.

Newton hatte also sein Werkzeug gefunden. Er war in der Lage, Veränderungen mathematisch zu beschreiben und all die Probleme und Paradoxien zu umgehen, die den Menschen seit der griechischen Antike Kopfzerbrechen bereiteten. Auf einen Schlag konnte er eine Vielzahl mathematischer Aufgaben lösen, die vorher unlösbar gewesen waren, und Fragestellungen viel schneller bearbeiten, als es bisher möglich gewesen war. Newton setzte sein Werkzeug ein, um die Berechnungen anzustellen, welche die Grundlage der »Principia« darstellen sollten. Aber eines tat er

nicht: seine Methode öffentlich machen. Die Veröffentlichung dieser mathematischen Ergebnisse war zwar geplant, aber die Kritik von Hooke und den anderen, die auf seine ersten Publikationen gefolgt war, brachte ihn davon ab (siehe Kapitel 3). Er schrieb zwar 1671 alles in einer Arbeit mit dem Titel »Tractatus de Methodis Serierum et Fluxionum« auf, ließ es aber unveröffentlicht, genauso wie sein anderes mathematisches Buch »De Analysi per Aequationes Numero Terminorum Infinitas«. Das gehörte aber immerhin zu den Texten, die er seinem Kollegen John Collins zeigte, der davon so begeistert war, dass er – ohne Newtons Wissen – eine Kopie machte (was später noch zu Problemen führen sollte …). Newton selbst benutzte seine Methode der Fluxionen weiterhin, entfernte aber jeden Hinweis auf ihren Einsatz aus seiner Arbeit. Er hatte eine der wichtigsten Leistungen auf dem Gebiet der Mathematik erbracht – und schwieg darüber.

Leibniz, der Plagiator?

Während Newton in Woolsthorpe über die Unendlichkeit nachdachte, war Gottfried Wilhelm Leibniz gerade damit beschäftigt, seinen Doktortitel zu erhalten. Seine Dissertation war fertig, aber trotzdem hatte ihm die Universität Leipzig die Promotion verweigert: Mit seinen 20 Jahren sei er noch zu jung dafür. Das hieß allerdings nicht, dass er bis dahin nicht genug geleistet hätte. Schon als Kind war er mehr als nur wissbegierig und brachte sich mit den Büchern aus der Bibliothek seiner Eltern selbst Latein und Griechisch bei, als er erst 8 Jahre alt war. Sein Studium begann er 1661, im Alter von 14 Jahren, an der Universität Leipzig. So wie sein Vater wollte Leibniz Jurist werden, lernte aber auch Theologie und Philosophie. Und Mathematik: Im Jahr 1663 wechselte er für ein Semester an die Universität Jena, wo er auf den Professor Erhard Weigel traf. Der war nicht unbedingt als berühmter Mathematiker bekannt, aber als hervorragender Pädagoge. Weigel war Verfechter einer klaren und verständlichen Sprache und forderte seine Kollegen und Studenten auf, auf lateinische Argumente in Fachsprache zu verzichten und stattdessen simples Deutsch zu verwenden. Dieser Einfluss von Weigel sollte später noch eine wichtige Rolle beim erbitterten Streit mit Newton spielen.[70]

1666 wäre Leibniz so weit gewesen zu promovieren, aber das Kollegium in Leipzig war dagegen. Also ging er nach Nürnberg, an die (heute nicht mehr existente) Universität Altdorf und erhielt dort nach wenigen Monaten seinen Doktortitel.[71] »Unter großem Applaus«, wie Leibniz selbst berichtet und weiter ausführt: »Denn als ich öffentlich disputierte, sprach ich mit solcher Gewandtheit und setzte meine Gedanken mit so großer Klarheit auseinander, daß nicht nur die Zuhörer diesen besonders bei einem Rechtsgelehrten ungewohnten Scharfsinn bewunderten, sondern auch meine Opponenten öffentlich anerkannten, sie seien im höchsten Grade zufriedengestellt worden.«

Mangelnde Bescheidenheit kann man dem jungen Leibniz also nicht vorwerfen. Aber man dürfte tatsächlich begeistert von seiner Arbeit gewesen sein, denn unmittelbar nach der Promotion bot man ihm eine Professur in Altdorf an. Die lehnte Leibniz aber ab; er fühlte sich zu Höherem berufen. Er wollte mehr wissen, mehr lernen und mit möglichst vielen anderen gleichgesinnten Denkern Kontakt haben. Um das zu erreichen, trat er als Berater in den Dienst des Mainzer Erzbischofs Johann Philipp von Schönborn.[72] So gelangte er 1672 nach Paris, wo er als Diplomat den französischen König Ludwig XIV. (den »Sonnenkönig«) beraten und von seinem Kriegszug gegen Holland abbringen sollte. Leibniz' Alternativvorschlag war ein Feldzug gegen Ägypten – was der König aber nicht so toll fand und einfach ignorierte. In Paris fand Leibniz nun aber endlich die passende Gesellschaft. Er

begann, sich mit vielen verschiedenen Themen zu beschäftigen und ernsthaft über Mathematik nachzudenken.

Christiaan Huygens, der damals ebenfalls in Paris lebte, erkannte das Potenzial, das in Leibniz steckte. Bei einem gemeinsamen Treffen stellte er diesem eine Aufgabe. Er solle die Summe der sogenannten »reziproken Dreieckszahlen« berechnen.[73] Das gelang ihm, und Huygens zeigte Leibniz daraufhin, welche mathematischen Bücher er lesen und wie er sich weiterbilden sollte. 1673 reiste der junge Deutsche nach England, wo er viele Mitglieder der Royal Society traf. Ihnen stellte er auch eine weitere seiner Erfindungen vor: eine mechanische Rechenmaschine, die nicht nur addieren und subtrahieren konnte wie die bisher vorhandenen Modelle, sondern auch multiplizieren und dividieren. Dabei wurde Leibniz aber unfreiwillig auch gleich zum Erfinder des Vorführeffekts: Als er sein Gerät demonstrierte, funktionierte es nicht. Das kam bei der Royal Society nicht unbedingt gut an (und Robert Hooke behauptete natürlich sofort, er könne eine viel bessere Maschine bauen). Die Geschichte mit der Rechenmaschine sollte Leibniz später noch Schwierigkeiten bereiten, genau wie sein Besuch beim englischen Mathematiker John Pell. Leibniz wollte dort anscheinend ein wenig angeben und führte einen mathematischen Trick zur Berechnung von Wurzeln vor, den er selbst entwickelt hatte. Pell zeigte ihm dann aber ein Buch, in dem genau diese Methode schon längst publiziert war, ein Buch, das auch Leibniz hätte lesen können. Aber eines, das er nicht gelesen hat, wie er behauptet. Trotzdem blieb ein leiser Zweifel: Hatte Leibniz hier vielleicht die Arbeit eines anderen als seine eigene ausgegeben? Leibniz schrieb schnell eine Erklärung, in der er die Anschuldigung von sich wies, und hinterlegte sie bei der Royal Society. Das war zwar vielleicht gut gemeint, aber nun gab es ein schriftliches Dokument, das Leibniz in Verbindung mit einem Plagiat brachte, was er später noch bedauern sollte.

Vorerst machte er sich aber keine weiteren Gedanken über die Affäre, sondern nahm sie zum Anlass, sich vernünftig und umfassend über Mathematik zu informieren. Das führte in den nächsten Jahren zu seinem großen Durchbruch: Wie Newton fand er eine Möglichkeit, Veränderungen mathematisch zu beschreiben. Das, was der Engländer »Fluxionen« nannte, hieß bei Leibniz »Calculus« – funktionierte aber genauso, nur vielleicht ein wenig besser. Denn Leibniz, geprägt durch das Studium bei Erhard Weigel, machte sich von Anfang an Gedanken, wie man die neue Mathematik möglichst einfach beschreiben und verwenden konnte. Wo Newton damit zufrieden war, dass das Ganze schlicht funktionierte, dachte sich Leibniz eine neue und praktische Symbolsprache aus, um es den Mathematikern möglichst leicht zu machen.

1676 hatte Leibniz die Arbeit an seiner »Differentialrechnung« im Wesentlichen abgeschlossen (und kurz danach ebenfalls am Gegenstück der »Integralrechnung«). Er feilte noch ein wenig an den Details, bevor er, mittlerweile als Hofrat und Bibliothekar in Hannover tätig, seine Ergebnisse veröffentlichte. 1684 erschien der erste von zwei Artikeln, in denen er die Grundregeln seiner neuen Methode darlegte. Newton hatte die Differentialrechnung schon 1666 entwickelt. Die Royal Society erfuhr von dieser neuen Mathematik aber erst 1685, und zwar durch ein Buch des schottischen Mathematikers John Craig, der darin Leibniz' Ergebnisse beschrieb.

Das hieß allerdings nicht, dass Leibniz und Newton bis dahin nicht voneinander wussten. Sie hatten sich zwar tatsächlich noch nicht persönlich getroffen, aber standen zumindest in Briefkontakt. Die komplette Interaktion zwischen Leibniz und Newton inklusive all der Informationen, die ihnen von anderen zugespielt wurden oder zugespielt worden sein könnten, aufzudröseln und zu analysieren, würde den Rahmen dieses Buches bei Weitem sprengen (und Generationen an Wissenschaftshistorikern haben das auch schon in allen Einzelheiten erledigt; siehe die Bibliografie).

Zwei Briefe aber schrieb Newton im Jahr 1676 direkt an Leibniz, und darin äußerte er sich lobend und ausnehmend höflich über seinen Kollegen. Die beiden korrespondierten auch über Mathematik, allerdings ohne irgendetwas von ihren jeweiligen Entdeckungen zu verraten. Beiden war sicherlich klar, dass der jeweils andere eine ziemlich ähnliche mathematische Methode entwickelt hatte, beide gingen aber auch davon aus, dass es sich eben nur um eine ähnliche Methode handeln würde, aber nicht um die gleiche.

Zumindest dem äußeren Anschein nach waren beide nicht an einem Streit über die Urheberschaft interessiert. Leibniz sah sich als Erfinder der Differentialrechnung, und der Rest der mathematischen Welt schien das ebenso zu sehen. Newton wusste zwar, dass er viel früher die gleichen Gedanken hatte, äußerte sich aber öffentlich nicht dazu und publizierte auch weiterhin nichts. In der ersten Ausgabe der »Principia« wies er dagegen sogar extra darauf hin, dass er Leibniz' Methode kennen würde.

Newton fährt schwere Geschütze auf

Der heute berühmte Prioritätsstreit wurde von der zweiten Riege der Wissenschaftler angezettelt. Nicolas Fatio de Duillier, der frühere enge Freund Newtons, veröffentlichte 1699 einen Brief, in dem er Leibniz kaum verhüllt des Plagiats an Newton bezichtigte. Der habe während seines Aufenthalts in England von Newtons Arbeit erfahren und so erst die Idee zu seiner eigenen Methode entwickelt. Leibniz veröffentlichte sofort eine Antwort in der von ihm selbst gegründeten Zeitschrift »Acta Eruditorum« (das erste deutsche wissenschaftliche Journal), in der er die Anschuldigung heftig zurückwies. Er schrieb dann auch noch eine Art Rezension seiner eigenen Antwort, die er ebenfalls dort publizierte, diesmal allerdings anonym. Außerdem schickte er einen Beschwerdebrief an die Royal Society, bei der er mittlerweile ebenfalls Mitglied war. Newton hielt sich zunächst aus der ganzen Sache raus. Dieser erste Angriff auf Leibniz brachte daher keinen Erfolg, aber die Schlacht war noch lange nicht zu Ende.

1703 wurde Isaac Newton zum Präsidenten der Royal Society gewählt. Nun schien er sich sicherer zu fühlen und publizierte auch wieder. 1704 erschien »Opticks«, ein Werk, das sich hauptsächlich mit seiner optischen Forschung beschäftigt, am Ende aber auch einen Anhang enthält, in dem zum ersten Mal seine mathematische Methode der Fluxionen öffentlich vorgestellt wurde. Leibniz rezensierte diesen Anhang und veröffentlichte seine Meinung, allerdings wieder anonym. In diesem Text lobte er sich hauptsächlich selbst und deutete subtil an, dass Newton eventuell von ihm abgeschrieben habe.

Der Streit eskalierte im Jahr 1708. Da veröffentlichte der Physiker und Mathematiker John Keill einen Text, in dem er Leibniz direkt des Plagiats beschuldigte. Leibniz wusste nicht so recht, was er davon halten sollte. Keill war aus seiner Sicht kein ebenbürtiger Gegner, nur ein mittelmäßiger Mathematiker, und er wollte seine Zeit nicht verschwenden. Er machte daher das, was er auch schon bei Fatio getan hatte, und wandte sich an die Royal Society: Der »Emporkömmling« (wie Leibniz dem Sekretät der Society schrieb) Keill solle sich öffentlich für die Verleumdung entschuldigen. Diesmal hatte er die Lage aber falsch eingeschätzt. Denn nun war Newton Präsident. Und der wusste mittlerweile von Leibniz' anonymer Rezension seiner Arbeit mitsamt des Plagiatsvorwurfs. Die Zeit der Zurückhaltung war für Newton daher vorbei, aber noch überließ er es Keill, dabei sein Sprachrohr zu sein.

Keill wiederholte seine Anschuldigungen in der Folge, anstatt sich zu entschuldigen. 1712 schließlich setzte die Royal Society eine Kommission ein, welche die Sache klären sollte. Es war von Anfang an keine sonderlich faire Angelegenheit. Newton war immer noch Präsident der Royal Society, und Leibniz erhielt keine Möglichkeit, sich gegenüber der Kommission zu äußern. Die ganzen alten Geschichten wurden wieder hervorgeholt: Leibniz, der so großspurig mit seiner Rechenmaschine aufgetreten war, die dann doch nicht funktioniert hatte. Leibniz, der gegenüber John Pell mit mathematischen Tricks geprahlt hatte, die andere schon vor ihm entdeckt hatten. Leibniz, der bei seinem Besuch in England die Möglichkeit gehabt hatte, private Dokumente mit Newtons Arbeit zur Mathematik einzusehen. Wenig überraschend kam die Kommission schon nach kurzer Zeit zu dem Ergebnis, dass Newton die neue Mathematik erfunden habe, dass er der Erste gewesen sei. Im Abschlussbericht wurde ein weiteres Mal festgehalten, dass Keill nichts Falsches gesagt und für Leibniz durchaus die Möglichkeit bestanden habe, Newton zu plagiieren.

Jetzt war auch Leibniz nachhaltig wütend. Er und sein Freund, der Schweizer Mathematiker Johann Bernoulli, schimpften fortan in ihren Briefen über die Engländer, für sie »Männer voller Eitelkeit, die schon immer jede Gelegenheit genutzt haben, um deutsche Erkenntnisse als ihre eigenen auszugeben, und neidisch auf alle anderen Nationen« seien. 1713 schließlich veröffentlichte Leibniz – wieder anonym – ein Flugblatt (das unter dem Namen »Charta Volans« bekannt wurde). Darin lobte er sich selbst, sprach von seiner »ehrlichen Natur«, die er als Maßstab nehme, um andere zu beurteilen. Deswegen habe Leibniz, so schrieb der anonyme Verfasser (bzw. Leibniz selbst), niemals gedacht, dass Newton von ihm hätte abschreiben können. Der Grund für Keills Angriff sei eine »unnatürliche Fremdenfeindlichkeit der Engländer«, und Newton ließe sich von Schmeichlern beeinflussen, die keine Ahnung vom wahren Ablauf der Dinge hätten. Außerdem sei sein Wunsch nach Ruhm ein »Zeichen für einen Geist, der weder anständig noch ehrlich ist«. Als Beleg dafür erwähnte Leibniz die Streitigkeiten zwischen Newton, Hooke und Flamsteed[74].

Nun war wiederum Newton in Rage. Er schrieb nun selbst einen Kommentar zum Kommissionsbericht der Royal Society, ebenfalls anonym. Darin griff er Leibniz ein weiteres Mal an, diesmal aber nicht nur, um seine Priorität an der Differentialrechnung zu erklären, sondern auch, um Leibniz' spezielle Symbolsprache zu diskreditieren.

»Mr. Newton«, schrieb Newton[75] da über sich selbst in der dritten Person, »stellt seine Methode nicht in Form von Symbolen dar, noch beschränkt er sich auf eine bestimmte Art von Symbolen für seine Fluenten und Fluxionen.« Dann führte er genau aus, welches Bezeichnungswirrwarr seine Arbeit auszeichnete: »Wo er die Buchstaben x, y, z für die Fluenten einsetzt, bezeichnet er ihre Fluxionen mit anderen Buchstaben wie p, q, r; oder durch dieselben Buchstaben in anderen Formen wie X, Y, Z oder $x^{\cdot}$, $y^{\cdot}$, ż; oder durch Linien wie DE, FG, HI«, bevor er stolz feststellte: »Alle Symbole von Mr. Newton sind mit vielen Jahren Vorsprung die ältesten ihrer Art.« Seine Darstellung der Infinitesimalrechung sei »viel eleganter« als die von Leibniz, da sie viel »natürlicher und geometrischer« sei. Mit Letzterem mag Newton vielleicht sogar recht gehabt haben. Sein Hang zur Geometrie hatte sich ja schon in den »Principia« gezeigt, wo er die durch die Infinitesimalrechnung gewonnenen Ergebnisse nicht als solche darstellte, sondern in die alte mathematische Sprache der Geometrie zurückübersetzte. Der Rest war aber wohl nur seine ganz persönliche Meinung, und als nützlich hat sich seine (für ihn vielleicht klare, aber für den Rest der Welt eher wirre) Notation langfristig nicht erwiesen. Denn die neue Mathematik, die er und Leibniz entwickelten, mit alten Symbolen und Konventionen zu formulieren, machte die Sache kompliziert für all diejenigen, die keine Genies waren. Die neuen Symbole, die Leibniz erfand,[76] und die daraus formulierte klare

Sprache waren es daher auch, die der Infinitesimalrechnung zum Durchbruch und zur Anerkennung bei den anderen Mathematikern verhalfen.

Die Schlammschlacht ging in die nächste Runde: Leibniz schrieb einem Freund, er würde Keill am liebsten körperlich angreifen, anstatt nur mit Worten. Öffentlich verlegte er sich nun aber darauf, Newtons Physik zu kritisieren. Mit dessen universaler Gravitation konnte Leibniz nämlich gar nichts anfangen. Kräfte, die über große Distanzen durch einen leeren Raum wirken, hielt er für großen Unsinn und schrieb an Bernoulli: »Ich hab es geprüft und über die Idee gelacht. (…) Dieser Mann hat wenig Erfolg in der Metaphysik.« Leibniz hielt leeren Raum für unmöglich und war ein Anhänger von Descartes' Vortex-Theorie. Der Streit über die Physik und die Natur des Raumes war ein Versuch, den Konflikt mit Newton von der Mathematik auf die Philosophie zu verlagern. Dort sah Leibniz sich selbst – zu Recht – als Newton überlegen an und erhoffte sich Vorteile.[77] Am Ende schadete er sich mit dieser Taktik aber selbst.

Leibniz starb am 14. November 1716 in Hannover. Auch nach dem Tod seines Gegners machte Newton jedoch unbeirrt weiter. Er veröffentlichte neue Angriffe. In der zweiten und dritten Auflage der »Principia« strich er jede Erwähnung von Leibniz. Sein Ruhm wuchs immer mehr, er wurde noch zu Lebzeiten als eines der größten Genies aller Zeiten verehrt, dagegen kam der tote Leibniz nicht an. Seine Kritik an Newtons universaler Gravitation gehörte zu den wenigen Dingen, bei denen er wirklich komplett danebenlag. Und je erfolgreicher die neue Physik Newtons wurde, desto mehr setzte sich die Meinung durch, dass Leibniz auch bei der Mathematik danebenliegen könnte, wo er doch schon die Physik falsch verstanden hatte. Verschwörungstheorien entstanden: War nicht Henry Oldenburg zu der Zeit Sekretär der Royal Society gewesen, als Leibniz in London zu Besuch war? Und war Oldenburg nicht Deutscher, so wie Leibniz? Vielleicht hatte er für sein Heimatland spioniert und heimlich Newtons Ergebnisse weitergegeben?

Newton schien die Schlacht um die Differentialrechnung gewonnen zu haben. Aber im Laufe der Jahrhunderte entwickelte sich ein differenzierteres (wie passend!) Bild. Es hat lange gedauert, bis der Konflikt ein Ende fand. Nach Newtons Tod fanden sich in den darauffolgenden Generationen von Wissenschaftlern genügend andere, die sein Anliegen aufgriffen und weiter für seinen Ruhm und seine Anerkennung kämpften. Vor allem die britischen Gelehrten wollten nichts auf ihren »Nationalheiligen« kommen lassen, erst langsam rang man sich zu der Auffassung durch, dass Newton nicht das gottgleiche Genie gewesen war, als das er noch zu Lebzeiten und vor allem in den Jahrzehnten nach seinem Tod dargestellt wurde. Langsam, aber sicher legten die Historiker nicht nur den komplizierten und unangenehmen Charakter Newtons offen, sondern deckten auch die falschen Anschuldigungen und ungerechten Angriffe auf Leibniz auf: »Der große Mangel, oder besser das Unglück von Newtons Charakter war eines des Temperaments [… das] sich in Angst vor Widerspruch zeigte: Als er König der Welt der Wissenschaft wurde, wollte er ein absoluter Herrscher sein; und niemals fand ein Herrscher unterwürfigere Untertanen. Sein Umgang mit Leibniz [und] Flamsteed (…) ist auf jeden Fall ein Fleck auf seinem Andenken«, schreibt der englische Mathematiker Augustus De Morgan in einer Biografie Newtons aus dem Jahr 1846.

Heute ist der lange Konflikt nur noch eine interessante Episode in der Wissenschaftsgeschichte, und es gibt – bis auf wenige Details – keine Kontroverse mehr über den wahren Ablauf der Ereignisse. Die überwiegende Mehrheit der Wissenschaftshistoriker geht davon aus, dass Newton und Leibniz beide unabhängig voneinander ihre mathematischen Entdeckungen gemacht haben. Newton war dabei früher dran als Leibniz, aber der publizierte als Erster. Außerdem war seine

Symbolsprache der komplizierten Notation der Newton'schen Fluxionen überlegen, weswegen sie heute immer noch verwendet wird.

Stellen wir uns einen Moment lang eine Welt vor, in der zwei so große Geister wie Newton und Leibniz Freunde sind, die sich gegenseitig unterstützen und antreiben, anstatt einander zu bekämpfen und aufzuhalten: In dieser Welt hätte Newton seine Arbeit nicht vor der Welt verborgen, sondern gemeinsam mit Leibniz die Mathematik in ungeahnte Höhen treiben können. Stattdessen hatten zwei der größten Wissenschaftler aller Zeiten nichts Besseres zu tun, als sich gegenseitig mit Dreck zu bewerfen.

Die Krux, der Erste sein zu müssen

Diesmal ist die Sache ziemlich klar. So ziemlich alles, was Isaac Newton in dieser Episode getan hat, kann definitiv nicht als Vorbild für die Wissenschaft der Gegenwart dienen. Das Gleiche gilt für Leibniz. Die Probleme, mit denen die beiden zu kämpfen hatten, existieren aber noch. Der Streit zwischen Newton und Leibniz drehte sich vor allem um die Priorität. Das ist ein Thema, das heute vielleicht sogar wichtiger ist als damals. Ob jemand etwas zuerst entdeckt oder herausgefunden hat oder nicht, bestimmt über wissenschaftliche Karrieren und wichtige Preise und Ehrungen. Den Fehler, den Newton gemacht hat – jahre- oder gar jahrzehntelang auf seinen Forschungsergebnissen sitzen zu bleiben –, kann man sich heute kaum mehr leisten.

Die Welt der Wissenschaft ist deutlich vernetzter als im 17. Jahrhundert. An großen Projekten arbeiten so viele Menschen, dass sich kaum etwas geheim halten lässt und die Konkurrenz viel schneller etwas davon mitbekommen würde als zur Zeit Newtons. Als beispielsweise die Wissenschaftler des Gravitationswellenobservatoriums LIGO im Herbst 2015 nach jahrzehntelanger Suche endlich das erste Mal den direkten Nachweis von Gravitationswellen erbrachten, dauerte es nur ein paar Wochen, bis sich im Internet die ersten Gerüchte ausbreiteten. Und als die Entdeckung dann im Februar 2016 offiziell bekannt gegeben wurde, wussten eigentlich alle schon vorher, was verkündet werden würde. Bei LIGO war das nicht so schlimm, da technisch ohnehin niemand anderes in der Lage gewesen wäre, von den Daten zu profitieren, um LIGO zuvorzukommen.

Aber wenn es beispielsweise um die Suche nach Asteroiden oder Kometen geht, findet man heute oft die gleiche Heimlichtuerei wie früher: Im Dezember 2004 entdeckten Astronomen um den Amerikaner Mike Brown einen großen Asteroiden im äußeren Sonnensystem. Das Objekt hatte immerhin einen Durchmesser von fast 1000 Kilometern und wird heute unter dem Namen »Haumea« als Zwergplanet klassifiziert. Brown und sein Team machten die Entdeckung allerdings nicht gleich publik. Sie warteten bis zum Juli 2005 und veröffentlichten auch dann nur eine Ankündigung, in der auf eine zukünftige Publikation verwiesen wurde. In dieser »Vorschau« auf die Entdeckung nannten sie keine konkreten Daten zu Haumea, verwendeten aber einen selbst erfundenen Codenamen für den Asteroiden. Was Brown und seine Kollegen übersehen hatten: Suchte man im Internet nach diesem Codenamen, gelangte man auf die – eigentlich nur für den internen Gebrauch gedachten – Logbücher der teleskopischen Beobachtungen. Dort konnte man die genaue Position von Haumea am Himmel herausfinden. Kurz nach Browns Ankündigung gingen plötzlich spanische Astronomen unter der Leitung von José Luis Ortiz Moreno an die Öffentlichkeit und erklärten, sie hätten einen großen Himmelskörper im äußeren Sonnensystem entdeckt …

Die ganze Situation verlief ab da ein bisschen wie der Streit zwischen Newton und Leibniz: Brown schrieb an Ortiz und wollte wissen, ob er seine Daten geklaut habe. Ortiz antwortete nicht, und Brown rief die Internationale Astronomische Union (IAU) an, damit die die Sache untersuchte. Eine Auswertung der Zugriffe über das Internet zeigte, dass Browns Daten tatsächlich von einem Computer aus der Region der spanischen Sternwarte aufgerufen worden waren, und zwar am Tag vor der öffentlichen Bekanntgabe der Spanier. Die gaben dann zwar zu, die Logbücher aufgerufen zu haben, aber nur um ihre eigene Beobachtung zu verifizieren. Sie hätten den Asteroiden selbst schon vorher entdeckt und nur nachsehen wollen, was die Kollegen da gefunden hatten. Brown bezweifelte das. Was genau passiert ist, wurde bis heute nicht restlos aufgeklärt. Die IAU gibt als offizielles Datum der Entdeckung das Datum der Bekanntgabe der spanischen Arbeitsgruppe an. Das Recht, dem Himmelskörper einen Namen zu geben, gestand man aber Mike Brown zu, obwohl das normalerweise ausschließlich für die Entdecker reserviert ist.

Ähnliche Streitigkeiten über Prioritäten finden in der Wissenschaft ständig statt. Es kann dabei um große und revolutionäre Ergebnisse gehen[78] oder auch um Kleinigkeiten, die kein großes öffentliches Aufsehen verursachen. Im Gegensatz zu Isaac Newton sind sich heute allerdings alle darüber im Klaren, dass es gefährlich ist, seine Daten nicht öffentlich zu machen. Je länger man damit wartet, desto größer ist das Risiko, von anderen eingeholt zu werden.[79]

Der Wunsch, möglichst schnell Ergebnisse zu produzieren, führt im Extremfall zum Plagiat. Newton und Leibniz haben sich zwar beide absolut nicht vorbildhaft verhalten, konkrete Hinweise, dass einer der beiden tatsächlich vom anderen abgeschrieben hat, sind aber bis heute nicht aufgetaucht. Fremdes Wissen als das eigene auszugeben ist heute in der Welt der Wissenschaft (und nicht nur dort!) genauso verwerflich und unethisch wie im 17. Jahrhundert. Trotzdem werden immer wieder Plagiatoren überführt. Sehr oft dort, wo es den Leuten nicht so sehr um eine akademische Karriere, sondern rein um einen akademischen Abschluss geht. Als im Februar 2011 der deutsche Bundesverteidigungsminister Karl-Theodor zu Guttenberg seinen Doktorgrad abgeben musste, weil nachgewiesen wurde, dass große Teile seiner Doktorarbeit nicht von ihm selbst stammten, sondern ungekennzeichnet von anderen Autoren übernommen worden waren, löste das eine ganze Welle an Überprüfungen akademischer Arbeiten von Politikern in Deutschland aus. In der Folge verloren auch die EU-Parlamentarierin Silvana Koch-Mehrin und der EU-Parlamentarier Jorgo Chatzimarkakis ihren Doktortitel aufgrund nachgewiesener Plagiate, ebenso wie der CDU-Politiker Matthias Pröfrock und (ironischerweise) die Bundesministerin für Bildung und Forschung Annette Schavan. Sie werden mit Sicherheit nicht die einzigen Politiker gewesen sein, die bei ihrer Arbeit nicht so genau waren, wie sie hätten sein sollen, und mit Sicherheit finden sich Plagiate auch bei anderen Bevölkerungsgruppen. In diesen Fällen wäre es zumindest sehr einfach, zukünftige Plagiatsversuche zu verhindern: Man müsste einfach nur den Doktorgrad abschaffen.

Die oben genannten Politikerinnen und Politiker waren ja offensichtlich nicht an einer wissenschaftlichen Karriere interessiert, und es liegt nahe zu vermuten, dass sie die Dissertation vor allem wegen des mit dem Titel einhergehenden Prestiges verfasst haben. Für Wissenschaftler ist es dagegen ziemlich egal, ob vor ihrem Namen ein »Dr.« steht oder nicht. Bei ihnen kommt es auf die konkrete Arbeit an, auf die Ergebnisse, die sie erbringen. Wer die Fachartikel in den wissenschaftlichen Journalen aufmerksam liest, wird feststellen, dass die Autoren dort ausschließlich unter ihrem Namen auftreten, akademische Grade sucht man dort vergeblich. Ob eine wissenschaftliche Arbeit gut oder schlecht ist, entscheidet die Überprüfung an der Realität und nicht die (eingebildete) Autorität eines Doktorgrades. Es wäre daher absolut kein Problem für den

wissenschaftlichen Betrieb, den Doktorgrad einfach abzuschaffen. Als Nachweis der Ausbildung wird er nicht benötigt; man erhält während des Studiums ja ohnehin Zeugnisse und Bescheinigungen für alle besuchten Lehrveranstaltungen, und der wissenschaftliche Wert der Abschlussarbeit ändert sich nicht, wenn man sie nicht mehr »Doktorarbeit« nennt. Das Einzige, was durch die Abschaffung des Doktorgrades wegfiele, wäre die Motivation, sich seine angebliche Autorität durch Plagiate unrechtmäßig anzueignen.

Aber bis sich die doch eher konservative Welt der Universitäten zu solch radikalen Handlungen entschließt, wird noch viel Zeit vergehen. Bis dahin ist es umso wichtiger, nicht der Versuchung zu erliegen, fremdes Wissen als das eigene auszugeben. Und vielleicht können Newton und Leibniz hier doch noch als Vorbild dienen. Die beiden haben sich bei ihrem Streit um die Priorität der Differential- und Integralrechnung jeder Menge schmutziger Tricks bedient. Aber vermutlich wäre keiner von beiden auf die Idee gekommen, echte Forschung durch schnödes Abschreiben zu ersetzen. Dafür waren sowohl Isaac Newton als auch Gottfried Wilhelm Leibniz viel zu wissbegierig. Natürlich waren sie auch an Anerkennung und Ruhm interessiert. Selbstverständlich waren sie verärgert ob der Aussicht, ein anderer könne für Leistungen geehrt werden, die man selbst erbracht hatte. Und natürlich waren beide darauf bedacht, in den Augen der Nachwelt gut dazustehen. Newton und Leibniz waren zwar Genies, aber auch Menschen. Beide haben ihr ganzes Leben kaum etwas anderes getan, als konsequent und ohne Rücksicht auf persönliche (oder fremde) Verluste die Geheimnisse der Natur zu entschlüsseln und zu verstehen. Beide wollten um jeden Preis wissen, und zwar alles, was es zu wissen gibt. Sich um das Vergnügen zu bringen, etwas über die Welt herausgefunden zu haben, und stattdessen einfach irgendwo abzuschreiben – das wäre weder Isaac Newton noch Gottfried Wilhelm Leibniz eingefallen. Sie mögen zwar zuweilen Arschlöcher gewesen sein. Aber sie waren eben auch wahre Wissenschaftler.

Schluss

Es mag ein wenig übertrieben sein, wenn man behauptet, dass Isaac Newton im Alleingang die Grundlage für die moderne Physik gelegt hat. Aber nicht sehr. Sein Werk ist voll mit innovativen Gedanken, die für seine Zeitgenossen anfangs so unverständlich waren, wie sie für die Wissenschaftler der Gegenwart unverzichtbar sind. Zum Beispiel die Idee einer Kraft, die durch einen leeren Raum hindurch wirkt. Newton hatte die Gravitationskraft als genau so eine Kraft formuliert, und damit hatten seine Zeitgenossen große Probleme; sie konnten sich nicht vorstellen, dass eine Kraft »einfach so« wirken kann, ohne dass irgendein materieller Kontakt zwischen den Objekten besteht. Das wirkte wie Magie, und selbst Newton war sich nicht ganz sicher, ob da nicht vielleicht doch irgendeine göttliche Interaktion nötig sei, um die Gravitationskraft zu vermitteln.

Aber wie so oft hat sich auch diese Idee von Newton als fruchtbarer Ausgangspunkt für weitere Forschung erwiesen. Die moderne Physik hat dieses Problem der »einfach so« wirkenden Kräfte durch Kraftfelder gelöst. Ein Objekt kann um sich herum ein Feld erzeugen, das sich ausbreitet und so andere Objekte beeinflusst. So kann die Gravitationskraft vermittelt werden, aber auch andere Kräfte wie Elektrizität oder Magnetismus. Die Beherrschung und Manipulation elektrischer und magnetischer Felder bilden die Grundlage unserer modernen Technik. Aber auch die fundamentalen Eigenschaften der Materie selbst werden in der Physik heute durch Felder erklärt. Die »Quantenfeldtheorie« beschreibt Teilchen als Anregung von Feldern: Photonen, also Lichtteilchen, entstehen beispielsweise aus der Anregung des elektromagnetischen Feldes. Andere Teilchen werden aus ihren jeweils eigenen Teilchenfeldern erzeugt; das sogenannte Standardmodell der Teilchenphysik erklärt die Wechselwirkung zwischen all diesen Feldern.

Isaac Newton hat auch den ersten Schritt zu einem weiteren großen Projekt der modernen Wissenschaft gelegt: der Vereinheitlichung aller in der Natur wirkenden Kräfte. Mit seiner universalen Gravitation hat er gezeigt, dass man völlig unterschiedliche Erscheinungen am Himmel und auf der Erde durch eine einzige Kraft beschreiben kann. Wenn man die Welt nur auf die richtige Art und Weise betrachtet, dann verschwinden die Unterschiede, und alles sieht viel einfacher und eleganter aus, als es uns zuvor erschienen ist. Im 19. Jahrhundert demonstrierte der schottische Physiker James Clerk Maxwell, dass auch Elektrizität und Magnetismus keine voneinander isolierten Phänomene sind, sondern nur zwei verschiedene Arten, wie sich die vereinheitlichte Kraft des *Elektromagnetismus* auswirken kann. Albert Einstein verbrachte die letzten Jahrzehnte seiner wissenschaftlichen Laufbahn damit, einen Weg zu finden, wie man den Elektromagnetismus mit der Gravitation zusammenführen könnte. Auch hier folgte er in gewissen Sinne den Anweisungen von Newton. In seinem Buch »Opticks« fragte dieser sich: »Sind nicht rohe Körper und Licht ineinander umwandelbar und könnten Objekte nicht viel ihrer Energie von den Lichtteilchen erhalten, die in sie hineinstrahlen?« Das klingt fast schon ein wenig nach Einsteins berühmtester Formel ($E = mc^2$), die erklärt, wie Materie und Energie ineinander umgewandelt werden können. Eine komplette Vereinheitlichung der Kräfte der Masse und des Lichts gelang aber auch Einstein nicht, und auch die ihm folgenden Forscherinnen und Forscher haben es noch nicht geschafft, alle in der Natur bekannten Kräfte in einer einzigen Theorie zusammenzufassen. Isaac Newton machte vor Jahrhunderten den ersten Schritt hin zu einer universalen Vereinheitlichung in der Physik, und jede neue Generation geht den Weg ein kleines Stück weiter. Wie lang er sein wird, ist noch unbekannt;

die Suche nach dieser in den populären Medien oft auch »Theorie von Allem« genannten Beschreibung des Universums ist noch nicht zu Ende.

Isaac Newton hat der Welt im 17. Jahrhundert ein Forschungsprogramm mit auf den Weg gegeben, an dem die gesamte Wissenschaft heute immer noch so intensiv arbeitet, wie er es damals allein getan hat. Er war ein Esoteriker, ein Egoist, ein Querulant und ein Geheimniskrämer. Er vertrug keine Kritik, war kompromisslos, rachsüchtig und hinterhältig. Aber er war auch das größte Genie, das jemals gelebt hat. Kein einzelner Wissenschaftler hat einen so großen, umfassenden und nachhaltigen Einfluss auf die gesamte Welt gehabt wie er. Manchmal muss man eben beides sein, um die Welt zu verändern: Genie und Arschloch.

Danksagung

Ich weiß nicht, ob Isaac Newton sich bei mir dafür bedanken würde, dass ich ein Buch über ihn geschrieben habe, das einerseits zwar sein Leben und seine Arbeit prominent darstellt, aber ebenso prominent seine schlechten Charaktereigenschaften beleuchtet und ihn sogar »Arschloch« nennt. Vermutlich eher nicht – ich aber bedanke mich trotzdem herzlich gern bei Newton, der meiner Meinung nach eines der größten Genies aller Zeiten war und dessen Arbeit die Grundlage meiner eigenen Arbeit und Karriere als Astronom war. Ohne Newton hätte ich kein Astronom werden und auch dieses Buch nicht schreiben können. Also: Vielen Dank, Isaac Newton!

Ebenso sehr danken möchte ich auch meinem Lektor Christian Koth, der mir dabei geholfen hat, in der Unmenge an Material und der Vielzahl an Geschichten über Isaac Newton nicht den Überblick zu verlieren, und ohne den dieses Buch nicht so geworden wäre, wie es schlussendlich geworden ist.

Ich bin auch all meinen Kolleginnen und Kollegen bei den Science Busters dankbar, die mir in vielen Gesprächen und während vieler Auftritte dabei geholfen haben zu verstehen, wie man komplexe Sachverhalte möglichst unterhaltsam präsentieren kann.

Bei Thomas Posch von der Universitätssternwarte Wien bedanke ich mich für die wunderbare Führung durch das Museum, die Antworten auf meine Fragen zur Astronomiegeschichte und die Möglichkeit, Bücher durchblättern zu dürfen, die schon von Kepler durchgeblättert worden sind.

Und schließlich bedanke ich mich auch bei den Testleserinnen und Testlesern, die mir verlässlich gesagt haben, wann die Dinge noch nicht verständlich genug sind: Vielen Dank an Dagmar Fuchs, Nina Wallerstorfer, André Lampe, Florian Rodler, Matthias Kittel und Franziska Hufsky.

Danke!

Bücher und Quellen

Über kaum einen Wissenschaftler wurden so viele Bücher geschrieben wie über Isaac Newton. Auch über seine Zeitgenossen und die Entwicklung der Wissenschaft im 17. Jahrhundert gibt es eine Vielzahl an Werken. Ein kompletter Überblick über die Newton betreffende Literatur ist an dieser Stelle nicht möglich. Ein paar wichtige Werke, die ich auch selbst zur Recherche für mein Buch verwendet habe, möchte ich aber im Folgenden vorstellen.

Die immer noch maßgebliche Biografie trägt den Titel »Never at rest« und wurde von Richard Westfall geschrieben. Wem die knapp 900 Seiten des Werks zu viel sind, findet in der deutschen Ausgabe (als »Isaac Newton« im Spektrum-Verlag erschienen) eine gekürzte Version. Ich persönlich empfehle für einen ersten Einstieg in Newtons Leben das Buch »Isaac Newton« von James Gleick aus dem Jahr 2003, das unter dem Titel »Isaac Newton: Die Biografie« auch auf Deutsch erschienen ist. Gleick hat ein gut lesbares und kurzes Buch geschrieben, das trotzdem alle wesentlichen Aspekte aus Newtons Leben zusammenfasst und eine ausführliche Quellensammlung bietet. Ebenfalls kurz, aber mit etwas mathematisch-wissenschaftlicherer Sprache beschreibt »Newton's Gift: How Sir Isaac Newton Unlocked the System of the World« von David Berlinski seine zentralen Leistungen in der Wissenschaft (auf Deutsch unter dem Titel »Apfel der Erkenntnis« erschienen). Eine weitere Biografie, die vor allem Newtons alchemistische Arbeit ausführlich behandelt, ist »Isaac Newton: The Last Sorcerer« von Michael White. Ausschließlich mit der Alchemie Newtons und der Geschichte der Alchemie selbst beschäftigt sich das Buch »The Foundations of Newtons Alchemy« von Betty Jo Teeter Dobbs, das aber in seiner Komplexität nur wirklich am Thema interessierten Lesern empfohlen ist.

Wer sich so richtig in Newtons Wissenschaft vertiefen möchte, kann seine Veröffentlichungen und Briefe natürlich im Original nachlesen. Unter http://www.newtonproject.sussex.ac.uk werden Originale und Übersetzungen von Newtons Arbeit veröffentlicht. Das Hauptwerk von Isaac Newton – seine »Principia« – ist allerdings in Colin Pasks Buch »Magnificient Principia« wesentlich verständlicher dargestellt. Bei der Lektüre sollte man vor ein wenig Mathematik und entsprechenden Diagrammen und Formeln nicht zurückschrecken; dafür wird man mit einer allgemeinverständlichen Erklärung der wichtigsten Punkte von Newtons Arbeit belohnt.

Die spannende Geschichte von Newtons Nachlass beschreibt Sarah Dry in ihrem Buch »The Newton Papers: The Strange and True Odyssey of Isaac Newton's Manuscripts«. Der Streit zwischen Isaac Newton und John Flamsteed (der natürlich auch in allen oben aufgeführten Biografien beschrieben wird) wird in dem kurzen Band »Newton's Tyranny« von David und Stephen Clark äußerst anschaulich geschildert. Die dort ebenfalls erzählte Geschichte von einem angeblichen Streit zwischen Isaac Newton und dem Physiker Stephen Gray scheint allerdings eher der Fantasie der Autoren entsprungen zu sein und nicht den vorhandenen Quellen. Über Newtons Karriere im Finanzwesen und seine Verfolgung von Falschmünzern berichtet Thomas Levenson in seinem lesenswerten Buch »Newton and the Counterfeiter«, das auch eine ausführliche Biografie William Chaloners enthält. Eine kurze und sehr lesbare Darstellung des Streits zwischen Isaac Newton und Gottfried Wilhelm Leibniz kann man in »The Calculus Wars« von Jason Socrates Bardi nachlesen. Eine sehr ausführliche Zusammenfassung des Prioritätenstreits inklusive jeder Menge Originalzitate und Quellenmaterial findet man in »Die Geschichte des Prioritätenstreits zwischen Leibniz und

Newton« von Thomas Sonar. Das Leben von Newtons Widersacher Leibniz beschreibt Eike Christian Hirsch in seiner sehr lesbaren und lesenswerten Biografie »Der berühmte Herr Leibniz«. Über Robert Hookes Leben kann man sich sowohl in Stephen Inwoods »The Man Who Knew Too Much« als auch in Lisa Jardines »The curious life of Robert Hooke« ausführlich informieren.

Ein Überblick über die Geschichte der Royal Society findet sich in dem von Bill Bryson herausgegeben Sammelband »Seeing Further: The Story of Science, Discovery, and the Genius of the Royal Society«. Besonders empfehlen möchte ich das Buch »The Clockwork Universe: Isaac Newton, the Royal Society, and the Birth of the Modern World«, das einen sehr verständlichen, spannenden und informativen Überlick über die Entwicklung der Naturwissenschaft zu Newtons Zeit gibt. Auf Deutsch ist es leider nicht erhältlich, dafür aber das Buch »Leibniz, Newton und die Erfindung der Zeit« von Thomas de Padova, das ebenfalls einen guten allgemeinen Überblick über die frühe Naturwissenschaft gibt.

Wichtige Daten aus Isaac Newtons Leben

Sofern nicht anders angegeben, beziehen sich Daten auf den heute gültigen gregorianischen Kalender.

Dezember 1642: Geburt von Isaac Newton (nach dem damals verwendeten julianischen Kalender)

Januar 1643: Geburt von Isaac Newton (nach dem heute verwendeten gregorianischen Kalender)

Januar 1646: Newtons Mutter Hannah heiratet Barnabas Smith (Newtons biologischer Vater starb drei Monate vor der Geburt seines Sohnes)

1655: Newton besucht die Schule in Grantham und lebt beim örtlichen Apotheker

1659: Newton muss auf Wunsch seiner Mutter zurück nach Woolsthorpe

1661: Newton beginnt seine Studien am Trinity College in Cambridge

1665: Im Januar schließt Newton sein Studium ab, im August kehrt er aufgrund des Ausbruchs der Pest zurück nach Woolsthorpe und bleibt dort 18 Monate. Dort beschäftigt er sich mit Optik, der Mathematik und der Gravitation und legt die Grundlage für seine späteren revolutionären Werke.

1667: Newton wird zum »Fellow« des Trinity College gewählt

1668: Newton besucht zum ersten Mal London

Februar 1669: Newton beschreibt sein Spiegelteleskop in einem Brief an die Royal Society

Oktober 1669: Newton wird Professor für Mathematik in Cambridge

Januar 1672: Newton wird zum Mitglied der Royal Society gewählt

Februar 1672: Newton schickt seine Ergebnisse über die Natur des Lichts an die Royal Society. Der Streit mit Robert Hooke beginnt.

Februar 1675: Newton besucht das erste Mal ein Treffen der Royal Society

1679: Newton und Hooke beginnen einen Briefwechsel über die Bewegung von Himmelskörpern

1680: Newton beobachtet einen Kometen

1681: Newton beginnt einen Briefwechsel mit John Flamsteed über die Bewegung von Kometen

Januar 1684: Halley, Hooke und Wren treffen sich im Kaffeehaus und diskutieren über ein Gesetz zur Beschreibung der Bewegung von Himmelskörpern

August 1684: Edmond Halley besucht Newton in Cambridge und regt dessen Arbeit über Gravitation an. Newton beginnt mit der Arbeit an den »Principia«

April 1686: Newton präsentiert der Royal Society den ersten Band der »Principia«

Juli 1687: Die »Principia« werden veröffentlicht

Juli 1693: Newton erleidet einen Nervenzusammenbruch

September 1694: Newton besucht John Flamsteed in Greenwich. Der Streit um den Sternenkatalog beginnt.

1696: Newton wird ein Posten an der königlichen Münzprägeanstalt angeboten

Februar 1700: Newton wird »Master of the Mint«

November 1701: Newton wird in das Parlament gewählt

Dezember 1701: Newton tritt als Mathematikprofessor in Cambridge zurück

November 1703: Newton wird Präsident der Royal Society

1704: Newton publiziert »Opticks«, im Anhang erscheinen erstmals seine Arbeiten zur Infinitesimalrechnung

1705: Der Prioritätenstreit mit Leibniz beginnt

April 1705: Newton wird von Königin Anne zum Ritter geschlagen
März 1712: Die Royal Society setzt ein Komitee ein, um die Frage des Prioritätenstreits zwischen Newton und Leibniz zu klären
1713: Newton veröffentlicht die zweite Auflage der »Principia«
1726: Newton veröffentlicht die dritte Auflage der »Principia«
März 1727: Isaac Newton stirbt

Anmerkungen

1 Seit 1582 verwendete man in den meisten Ländern Europas den in diesem Jahr neu eingeführten gregorianischen Kalender (der auch heute noch benutzt wird). In England konnte man sich allerdings erst 1752 dazu durchringen, ihn zu benutzen. (Sofern nicht anders angegeben, beziehen sich die Daten in diesem Buch auf den heute gültigen gregorianischen Kalender, so auch das Geburtsdatum 4. Januar 1643.)

2 Ich habe daher auch absichtlich auf eine chronologische Darstellung von Newtons Leben verzichtet, sondern springe vorwärts und rückwärts in der Zeit, um die meiner Meinung nach interessanten Episoden seiner Biografie und seiner Arbeit unter dem speziellen Blickwinkel dieses Buches zu betrachten.

3 Zumindest dann, wenn man kein religiöser Fundamentalist ist.

4 Brief von Humphrey Newton an John Conduitt, 17. Januar 1727/28.

5 Das 17. Jahrhundert war definitiv noch nicht die Zeit der kurzen und knappen Titel. Heute würde so ein Text vermutlich eher so überschrieben werden: »Er warf den Salamander ins Feuer. Du wirst nicht glauben, was danach passiert ist!!«

6 »An Extract of M. Dela Quintiny's Letter, Written to the Publisher in French Sometime Agoe, Concerning His Way of Ordering Melons; Now Communicated in English for the Satisfaction of Several Curious Melonists in England«, »Philosophical Transactions«, Volume 4, 1669, S. 901.

7 Der Druck eines idealen Gases ist bei gleichbleibender Temperatur umgekehrt proportional zum Volumen.

8 Französische Wörter, die damals gerade Teil der deutschen Sprache wurden; der Hund war also nicht zweisprachig, sondern nur besonders gut informiert, was die aktuellen kulinarischen Entwicklungen angeht.

9 Aber ernsthaft: Schauen Sie bitte nicht direkt in die Sonne! Das ist tatsächlich gefährlich. Auch mit Sonnenbrillen, Rettungsdecken, rußgefärbten Glasscherben oder anderen angeblich sicheren Methoden. Besorgen Sie sich eine Sonnenfinsternisbrille, und zwar am besten JETZT und nicht erst einen Tag vor dem nächsten astronomischen Großereignis. Oder gehen Sie zur Beobachtung in eine Sternwarte; die Leute dort kennen sich aus und haben entsprechend sichere Beobachtungsmethoden vorbereitet. Direkt in die Sonne schauen sollte man nur, wenn man ansonsten schon alles gesehen und kein Bedürfnis mehr hat, irgendetwas anderes zu sehen. Oder wenn man Isaac Newton ist.

10 Obwohl es angesichts seiner ausgiebigen alchemistischen Versuche (siehe Kapitel 6) durchaus verlockend wäre, eine entsprechende fiktive Biografie zu erfinden, bei der ein gescheitertes Experiment aus dem puritanischen Wissenschaftler einen muskelbepackten Superhelden im Comic-Stil macht …

11 In dieser Zeit hatte Newton vermutlich auch gesundheitliche Probleme. Ob es eine ausgewachsene Depression war, Überarbeitung oder etwas anderes, lässt sich heute nicht mehr einwandfrei nachvollziehen. Aber ihm war auf jeden Fall an einem Wechsel seiner Lebensumstände gelegen.

12 Newtons Zeitgenosse, der französische Philosoph Voltaire, meinte dazu: »Der Ruhm von Differentialrechnung und Gravitation wäre ohne die hübsche Nichte komplett nutzlos gewesen.«

13 Ein »Groat« war eine kleine Silbermünze im Wert von 4 Pence.

14 »A short view of the life of Will. Chaloner, the notorious coyner, who was executed at Tyburn on Wednesday the 22d of March 1698/9«, »Guzman Redivivus« (1699).

15 So bezeichnet man die Suche nach externen Geldquellen, beispielsweise von Stiftungen, Forschungsförderorganisationen oder Unternehmen aus der Wirtschaft.

16 Eben das königliche Observatorium in Greenwich, das auch heute noch existiert, allerdings nicht mehr als wissenschaftliche Sternwarte genutzt wird.

17 Natürlich waren die Messungen trotzdem noch vergleichsweise ungenau. Will man wirklich exakt wissen, wo man sich befindet, muss man viele Faktoren berücksichtigen, von denen man damals noch viel zu wenig wusste. Zum Beispiel, dass die Erde keine exakte Kugel, sondern unregelmäßig geformt ist oder dass die Erdachse durch den Einfluss des Mondes ein wenig hin und her schwankt.

18 Obwohl das genau genommen davon abhängt, worauf man die Rotation bezieht. In Bezug auf den als unveränderlich angenommenen Sternenhimmel braucht die Erde nur 23 Stunden, 56 Minuten und 4,099 Sekunden für eine Drehung.

19 Und wurde ein weiteres Mal gedemütigt: Für die Bearbeitung seiner Daten erhielt Newtons Freund, der Astronom Edmond Halley, ein Honorar von 150 Pfund.

20 Flamsteed schreibt später extra auf, dass er von Newton als »Puppy« beschimpft worden sei. Was genau er damit bezweckt hat, den Astronomen als »Welpe« zu bezeichnen, ist unklar, aber wahrscheinlich sahen so in den damaligen Kreisen die wirklich harten Beleidigungen aus …

21 Diese Daten dann aber von ihren Urhebern zu stehlen, so wie Newton das tat – davon sollte man aber doch eher Abstand nehmen.

22 Astrologie war damals natürlich genau der gleiche Unsinn wie heute. Wer aber damals Astrologie betreiben wollte, musste alles auch selbst ausrechnen, die Computerprogramme, mit denen heute jeder selbst Horoskope erstellen kann, gab es nicht. Um die Astrologie zu verstehen, musste man also zur Zeit Newtons die Mathematik beherrschen.

23 Ein Beispiel dafür ist die sogenannte geometrische Reihe: 1 + ½ + ¼ + 1/8 + usw. Obwohl hier unendlich viele Zahlen aufsummiert werden, ist das Ergebnis der Addition einfach 2, da die Zahlen im Laufe der Zeit immer kleiner werden.

24 Und ein »anders grüner« Lichtstrahl vermutlich ebenso »anders grün« wie zuvor.

25 Solche Spiegel haben allerdings wenig mit den Glasspiegeln zu tun, die wir aus unseren Badezimmern kennen. Es handelte sich um Metall, das mit einer reflektierenden Schicht bedeckt wurde.

26 Die Vergrößerung ist – zumindest in der modernen Astronomie – allerdings kein wichtiger Parameter für ein Teleskop. Die Sterne und Galaxien sind viel zu weit weg; man sieht sie nicht größer, egal wie stark die Vergrößerung ist. Bei den Teleskopen der Astronomen geht es darum, mehr Licht sammeln zu können, als es das Auge kann, um so immer schwächer leuchtende Objekte detektieren zu können.

27 Hooke war es auch, der dem Wort »Zelle« seine biologische Bedeutung gab. Bei der Betrachtung von Pflanzenstücken stieß er auf die kleinen, abgetrennten Bereiche, die ihn an die

engen Räumlichkeiten der Mönche in ihren Klöstern erinnerten, und nannte sie »cells«.

28 Vermutlich »Grün«, »das andere Grün« und »helles Grün«.

29 Sogenannte »Komplementärfarben« in der modernen Farbenlehre.

30 Die Gutachter werden übrigens nicht für ihre Arbeit bezahlt. Auch die Autoren bekommen kein Geld für die Publikation ihrer Ergebnisse in einer Fachzeitschrift (oft müssen sie die Verlage dafür sogar noch bezahlen). Das ist ein klein wenig absurd und schafft wieder ganz eigene Probleme.

31 Dank der Kritik meines Kollegen musste ich meine Arbeit zwar noch massiv umschreiben und vieles neu machen. Am Ende ist dann aber ein viel besserer Artikel entstanden, den ich auch veröffentlichen konnte (»Planets of Beta Pictoris revisited«, »Astronomy & Astrophysics« 466, 2007 – falls es jemand genau wissen will).

32 Sowohl Einstein als auch der Gutachter (der amerikanische Mathematiker und Physiker Howard Robertson) bekamen im Februar 2016 recht, als die LIGO-Kooperation den ersten direkten Nachweis von Gravitationswellen verkündete.

33 Der statische Auftrieb eines Körpers in einem Medium ist genauso groß wie die Gewichtskraft des vom Körper verdrängten Mediums.

34 Für Newton war dagegen genau das ein ungewohnter Begriff. Messungen auf die Sekunde genau waren damals bemerkenswert, denn Uhren, die so genau messen konnten, gab es kaum. Galileo selbst nutzte ein Pendel für die Zeitmessung.

35 »Der von Abend gegen Morgen laufende Unglücks-Prophet oder nach gemeiner Art berühmte Comet v. 1680« (Johann Gottfried von Taust, Hall, 1681).

36 Der später selbst zum Namensgeber für einen Kometen werden sollte: den berühmten Halley’schen Kometen, der das nächste Mal 2061 am Nachthimmel der Erde zu sehen sein wird. Es sei denn, die Erde geht vorher unter – siehe Kapitel 6.

37 Sie muss ja in der gleichen Zeit eine größere Strecke zurücklegen. Ein Punkt auf der Erdoberfläche beschreibt während eines Tages einen Kreis, der genau der Strecke einmal rund um die Erde entspricht. Die Turmspitze ist höher, und der von ihr beschriebene Kreis hat einen größeren Durchmesser.

38 Ein Astronom und Gründungsmitglied der Royal Society, der vor allem als Architekt bekannt wurde. Sein berühmtestes Bauwerk ist die St. Paul’s Cathedral in London.

39 Ein damals unveröffentlichtes, aber heute noch erhaltenes Werk von Willughby beschäftigt sich mit den Spielen des 17. Jahrhunderts. Darin findet sich auch die erste Beschreibung des Fußballtores als »Goal«. Laut Willughby spielt man Fußball auf einem »Platz mit einem Gatter an jedem Ende«. Und: »Die Gatter werden Goal genannt.« Er machte sich auch über die Regeln Gedanken, denn die Spieler »verletzen einander oft an den Schienbeinen, wenn sich zwei von ihnen treffen und gleichzeitig gegen den Ball treten und deswegen muss es eine Regel geben, nach der nicht über die Höhe des Balls getreten werden darf«.

40 »De historia piscium libri quatuor« (1686).

41 Heute ist Willughbys Buch dagegen ein begehrtes Sammlerstück, das für mehrere Tausend Euro pro Exemplar verkauft wird.

42 Und danach noch einmal weitere 20 Exemplare, quasi als Bonus. Man kann sich gut vorstellen, wie Halleys Frau (mit der er damals seit vier Jahren verheiratet war) reagiert hat, als ihr

Ehemann anstatt Geld erneut einen Stapel Bücher über Fische mit nach Hause brachte …

43 Zumindest damals noch.

44 Das ist der logische Fehlschluss des sogenannten Galileo Gambits, der ungefähr so lautet: Galileo Galilei wurde von der ganzen Welt ausgelacht und kritisiert, weil er behauptet hat, dass sich die Erde um die Sonne dreht, obwohl er ein Genie war und damit absolut recht hatte. Ich werde von der ganzen Welt ausgelacht und kritisiert – also muss ich ebenfalls recht haben!

45 Obwohl das genau genommen nur eine verkürzte Variante ist. Newtons Formulierung ist allgemeiner: Kraft ist die zeitliche Änderung des Impulses. Der Impuls ist das Produkt von Masse und Geschwindigkeit, und man muss daher bei seiner zeitlichen Veränderung sowohl Geschwindigkeits- als auch Massenänderungen beachten. In den allermeisten Fällen ändert sich die Masse eines Objekts nicht, und dann bleibt tatsächlich nur die bekannte Formulierung »Kraft ist Masse mal Beschleunigung (d.h. Geschwindigkeitsänderung)« übrig. Aber manchmal – zum Beispiel bei startenden Raketen, die während kurzer Zeit große Mengen an Treibstoff verbrennen und damit auch an Masse verlieren – muss man Newtons allgemeinere Formulierung verwenden.

46 Als Zusatz zu diesen drei Axiomen hat Newton auch noch die heute »Superpositionsprinzip« genannte Regel abgeleitet, mit der erklärt wird, wie sich mehrere auf ein Objekt wirkende Kräfte zu einer einzigen Gesamtkraft addieren lassen.

47 Nicht umsonst spricht man von der »Schwerelosigkeit« im Weltall ja auch als »freiem Fall«: Ein Astronaut befindet sich nicht in Ruhe, sondern fällt – wie der Mond – ständig um die Erde herum.

48 Eine von Isaac Newton bevorzugt benutzte Längeneinheit, die etwa 32,48 Zentimeter entspricht. Ein einheitliches Einheitensystem gab es damals noch nicht.

49 In der Mathematik wird das von Newton entwickelte Teilgebiet der Mathematik auch als »Analysis« bezeichnet.

50 Dafür ist das Mittelmeer nicht groß genug, und auch die Form der Küsten erlaubt es anders als etwa bei der Nordsee dem Wasser nicht, sich bei Flut besonders stark aufzutürmen.

51 Eine exakte Erklärung der Gezeiten ist enorm kompliziert, und auch Newton war noch nicht in der Lage, alle Details zu beschreiben. Das schafften erst die Physiker und Mathematiker, die ihm nachfolgten. Heute haben wir die Gezeiten zwar verstanden, eine anschauliche Erklärung ist aber immer noch erstaunlich schwer zu geben. Sogar in vielen Lehrbüchern findet man Beschreibungen, die falsch oder aber so sehr vereinfacht sind, dass sie einen unzulänglichen Eindruck der Gegebenheiten erwecken.

52 Nicht zu verwechseln mit dem Wort »Präzision«, das etwas ganz anderes bedeutet. »Präzession« ist ein Fachbegriff, der vom lateinischen Wort für »Vorangehen« abgeleitet ist.

53 Entgegen weitverbreiteten Vorstellungen gab es nie eine nennenswerte Anzahl von Gelehrten, welche die Erde für eine Scheibe gehalten haben. Das ist ein Mythos, der sich erst vergleichsweise spät entwickelt hat. Selbst im (angeblich) »dunklen« Mittelalter wusste man um die Kugelform der Erde.

54 Die modernen Werte betragen 6378,137 km zum Äquator bzw. 6356,752 km zu den Polen.

55 Auch hier ist wieder davon auszugehen, dass Newton ein wenig an den Zahlen gedreht hat. Bei all den Vereinfachungen seiner Modelle und der Qualität der Beobachtungsdaten wäre es ein

enorm großer Zufall, wenn theoretische Berechnung und Beobachtung so exakt übereinstimmten.

56 Das Zitat aus einem Vortrag Keynes' im Jahr 1942 lautet komplett und im Original »Newton was not the first of the age of reason. He was the last of the magicians, the last of the Babylonians and Sumerians, the last great mind that looked out on the visible and intellectual world with the same eyes as those who began to build our intellectual inheritance rather less than 10.000 years ago.«

57 Newton musste dann aber doch nicht zurücktreten; der König erließ eine Ausnahmeregelung, die es ihm erlaubte, auch ohne Beitritt zum Klerus an der Universität zu bleiben.

58 »An Historical Account of Two Notable Corruptions of Scripture«.

59 »It may end later, but I see no reason for its ending sooner. This I mention not to assert when the time of the end shall be, but to put a stop to the rash conjectures of fancifull men who are frequently predicting the time of the end, & by doing so bring the sacred prophesies into discredit as often as their predictions fail« (Yahuda MS 7.3, Jewish National and University Library, Jerusalem).

60 Wobei das »Jehova Sanctus Unus« oder eigentlich »Ieoua Sanctus Unus« ein Anagramm der latinisierten Form von Newtons Namen ist: Isaacus Neuutonus.

61 »Quecksilber« war damals nicht nur der Name für das entsprechende chemische Element, sondern konnte ganz allgemein Substanzen mit speziellen Eigenschaften bezeichnen.

62 »Praxis«, Ms. 420, The Babson College Grace K. Babson Collection of the Works of Sir Isaac Newton, Huntington Library, San Marino, California, USA.

63 Die Geschichte, dass der Brand durch Newtons Hund »Diamond« verursacht wurde, der eine Kerze umgeworfen hat, ist allerdings definitiv eine spätere Erfindung. Newton hatte keinen Hund. Genauso wenig wie eine Katze, weswegen auch die weitverbreitete Geschichte, er sei der Erfinder der Katzenklappe, ebenfalls Unsinn ist (Newton soll in dieser Fiktion sogar so dumm gewesen sein, eine große Klappe für seine Katze und eine extra kleine Klappe für deren Babys konstruiert zu haben …).

64 »Pantokrator«, aus dem Griechischen für »Weltenherrscher«; wird in der Bibel oft als Synonym für »Gott« verwendet.

65 Liu M-J, Xiong C-H, Xiong L, Huang X-L (2016), »Biomechanical Characteristics of Hand Coordination in Grasping Activities of Daily Living«. »PLoS ONE« 11(1): e0146193. doi:10.1371/journal.pone.0146193.

66 aus »Newton and alchemy«, Richard Westfall in »Occult & Scientific Mentalities in the Renaissance« (Hrsg. Brian Vickers), Cambridge University Press 1984, Seite 316.

67 Diogenes Laertius (DL IX 72), zitiert nach Wolfgang Röd, »Geschichte der Philosophie Band I« (2. Auflage, München 1988), Seite 146.

68 Heute wissen wir, dass die Auflösung von Zenons Paradoxien genau in diesem neuen Verständnis der Unendlichkeit besteht. Erst als man dank Leibniz und Newton mathematisch korrekt mit unendlichen Additionen wie im Fall des Wettrennens zwischen Achilles und der Schildkröte umgehen konnte, verschwanden die Paradoxien. Eine unendliche Reihe muss eben nicht – wie Zenon noch dachte – auch zwangsläufig unendlich groß werden.

69 Aber bewegt habe ich mich definitiv – das belegt schon die verschwitzte Laufkleidung.

70 Erhard Weigel war nicht nur ein hervorragender Pädagoge an der Universität meiner Heimatstadt Jena, sondern auch Astronom. Er hat zwar nichts Bedeutsames entdeckt, sich aber beständig Gedanken darüber gemacht, wie man Wissen vernünftig und verständlich vermitteln kann. Als ich im Jahr 2008 auf der Suche nach einem Titel für das Internet-Blog war, das ich zu schreiben plante, orientierte ich mich daher an Weigel: Auch mein Ziel war es, Astronomie und Wissenschaft möglichst verständlich zu vermitteln. Zu den vielen Erfindungen Weigels gehört auch ein kleines Gerät, das die Orientierung am Himmel vereinfacht und mit dem man Menschen zeigen kann, wo sich welche Sterne befinden. Dieser »einfache Sternweiser« oder »Astrodicticum Simplex« wurde zum Namen meines Blogs, in dem ich heute immer noch versuche, dem Vorbild Weigels gerecht zu werden (http://scienceblogs.de/astrodicticum-simplex/).

71 Und heute ärgert man sich in Leipzig sicherlich furchtbar, dass man sich so einen prominenten Absolventen einfach hat entgehen lassen …

72 Zuvor suchte er in Nürnberg aber noch den Kontakt zu Alchemisten. Im Gegensatz zu Newton war er davon jedoch nicht sonderlich begeistert. Um Aufnahme zu finden, musste er sich als würdiger »Wissender« erweisen. Was Leibniz dadurch erreichte, dass er einfach einen langen Text voll mit ausgedachtem alchemistischem Quatsch verfasste, was aber niemand zu bemerken schien. Später schrieb er über seine Erfahrungen: »Mich hat Nürnberg zuerst in chemische Studien eingeweiht, und es reut mich nicht, in der Jugend gelernt zu haben, was mich als Mann vorsichtig machte (…) Ich habe gesehen, wie (…) mir sehr bekannte Leute Schiffbruch erlitten, während sie mit dem günstigen Wind ihrer Alchemistenträume zu segeln glaubten.«

73 Eine Dreieckszahl ist eine Zahl, die der Summe aller Zahlen von 1 bis zu einer Obergrenze entspricht. Die erste Dreieckszahl ist 1. Die zweite dann $1 + 2 = 3$, die nächste $1 + 2 + 3 = 6$. Es folgt $1 + 2 + 3 + 4 = 10$, und so weiter. Leibniz sollte also berechnen, was die Summe aus $1 + 1/3 + 1/6 + 1/10 + \ldots$ ergibt.

74 Flamsteed nutzte die Gelegenheit natürlich gleich und schickte eine lange Liste mit Newtons Fehlern und Verfehlungen an Leibniz.

75 »An Account of the Book Entitled *Commercium Epistolicum«, Philosophical Transactions* 29 (1714/15).

76 Zum Beispiel das Integralzeichen $\int$, das Leibniz das erste Mal in einer Arbeit vom 29. Oktober 1675 verwendete.

77 Leibniz war nicht nur Diplomat, Jurist und Mathematiker. Er war Historiker, beschäftigte sich mit Geologie, Logik, Linguistik, Philologie und Biologie. Er zeichnete Pläne für den Bau eines Unterseebootes, verbesserte die Technik im Bergbau, beschäftigte sich mit der Messung von Fieber und jeder Menge anderer Themen. Vor allem war er aber auch einer der bedeutendsten Philosophen der Neuzeit. Seine philosophischen Arbeiten vorzustellen würde den Rahmen dieses Buches bei Weitem sprengen. Aber auf diesem Gebiet war er Newton auf jeden Fall überlegen.

78 Ein dramatischer Fall wird in dem Buch »Plastic Fantastic« von Eugenie Reich beschrieben, das sich mit den gefälschten Forschungsergebnissen des deutschen Physikers Jan Hendrik Schön beschäftigt, der es immerhin geschafft hatte, gleich 13 Publikationen in hochrangigen Fachzeitschriften unterzubringen, bevor sein Tun auffiel.

79 Der Zwang zu immer schnelleren Publikationen bringt natürlich wieder ganz eigene Probleme mit sich, aber das ist eine andere Geschichte.

Stichwortverzeichnis

A

Aberration, chromatische
Achilles und die Schildkröte 1, 2, 3, 4, 5
Al-Qazwīnī
Alchemie 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46
Algebra
Analysis
Anne, Königin 1, 2, 3, 4
Apfel 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28
Arbuthnot, John 1, 2, 3, 4
Archimedes 1, 2
Aristoteles 1, 2, 3, 4, 5
Asteroiden 1, 2, 3, 4
Astrologie 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Astronomie 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24

B

Barrow, Isaac 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Barton, Catherine 1, 2
Beda Venerabilis
Beethoven, Ludwig van
Bernoulli, Johann 1, 2
Beschleunigung 1, 2, 3, 4
Beta Pictoris
Bibel 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18
Boyle, Robert 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
Breitengrade (Bestimmung) 1, 2, 3
Brown, Mike 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

C

Cambridge 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23
CERN
Chaloner, William 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22
ChartaVolans

Chatzimarkakis, Jorgo
Chemie 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Clarke, William
Collins, John 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
Comma Johanneum
Conduitt, John
Craig, John

D

De Morgan, Augustus
Derham, William
Descartes, René 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Differentialrechnung 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Dreieckszahlen 1, 2, 3
Dreikörperproblem
Däniken, Erich von

E

Einstein, Albert 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
Elektromagnetismus 1, 2, 3
ESA (Europäische Weltraumagentur) 1, 2, 3
Esoterik 1, 2, 3, 4, 5, 6
Euklid

F

Farben 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30
Fatio de Duillier, Nicolas 1, 2, 3, 4, 5
Flamsteed, John 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94
Fluenten 1, 2, 3
Fluxionen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

G

Galilei, Galileo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Geometrie 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
Georg, Prinz 1, 2, 3
Gesetze, Newton'sche 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
Gezeiten 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Gold 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Gravitation 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74
Greenwich (Sternwarte) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22
Guttenberg, Karl-Theodor zu
Guzman Redivivus

H

Halifax, Charles Montagu, Earl of 1, 2
Halley, Edmond 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
Hardy, Godfrey
Harrison, John
Haumea 1, 2, 3
Henry IV., König
Higgs-Teilchen
Hintergrundstrahlung, kosmische
HistoriaCoelestis
HistoriaCoelestisBritannica 1, 2
Hooke, Robert 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57
Huygens, Christiaan 1, 2, 3, 4, 5
Häresie 1, 2

I

Impuls 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
IndexChemicus
Infinitesimalrechnung 1, 2, 3, 4
Integralrechnung 1, 2, 3, 4

J

Janssen, Zacharias
Jupiter 1, 2

K

Keill, John 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Kekulé, August
Kepler, Johannes 1, 2, 3
Keynes, John Maynard 1, 2
Koch-Mehrin, Silvana
Kometen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35
Kopernikus, Nikolaus
Kraft 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84
Kraftfelder

L

Lacaille, Nicolas-Louis de
Laplace, Pierre Simon 1, 2, 3, 4, 5, 6
Leibniz, Gottfried Wilhelm 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94
Licht 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63
LIGO-Observatorium 1, 2, 3, 4
Lipperhey, Hans
Locke, John 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Ludwig XIV., König
Längengrade (Bestimmung) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

M

Magnetismus 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Masse 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18

Mathematik 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117
Maxwell, James Clerk
Mayer, Tobias
Mechanik 1, 2, 3, 4, 5
Mercator, Nicholas 1, 2, 3
Metius, Adriaan
Micrographia 1, 2, 3
Mond 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77
Münzprägeanstalt 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13

N

Napoleon Bonaparte
NASA
Naturgesetze 1, 2
Newton, Hannah 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Newton, Humphrey 1, 2, 3, 4, 5
Nullmeridian 1, 2, 3, 4

O

Oldenburg, Henry 1, 2, 3, 4, 5
Opticks 1, 2, 3
Optik 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
Ortiz Moreno, José Luis 1, 2, 3

P

Paradoxien 1, 2, 3, 4
Parmenides
Peer-Review 1, 2, 3, 4, 5, 6
Pell, John 1, 2, 3
Pepys, Samuel 1, 2
Physik 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28

Plagiate 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
Planck-Satellit
Planeten 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24
Plato 1, 2
Plinius der Ältere
Principia 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45
Prioritätsstreit 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Prismen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Präzession 1, 2, 3, 4, 5, 6
Pröfrock, Matthias
Ptolemäus 1, 2
Pytheas

Q

Quantenfeldtheorie
Quantenmechanik 1, 2, 3

R

Ramanujan, Srinivasa
Reich, Eugenie
Relativitätstheorie 1, 2
Religion 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22
Rose, Dorothy
Rosen, Nathan 1, 2
Rosetta-Mission 1, 2, 3, 4, 5, 6
Royal Society 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45

S

Scaliger, Julius Caesar
Schavan, Annette
Schwerelosigkeit
Schön, Jan Hendrik
Schönborn, Johann Philipp von
Smith, Barnabas 1, 2

Sonne 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64
Sonnenfinsternis 1, 2, 3, 4, 5, 6
Sonnensystem 1, 2, 3
Sonnenuhren 1, 2
Spiegelteleskop 1, 2
Stein der Weisen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Sterne 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
Sternenkatalog 1, 2, 3, 4, 5
Storer, Eduard
Stukeley, William
Superpositionsprinzip

T

Tangenten 1, 2, 3, 4, 5
Taust, Johann Gottfried von
Teleskope 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25
Theologie 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
Theorie von Allem 1, 2
Trinität 1, 2, 3
Trägheit 1, 2

U

Unendlichkeit 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36

V

Voltaire

W

Weigel, Erhard 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Weinberg, Steven
Wellennatur (des Lichts) 1, 2, 3
Weltuntergang 1, 2, 3, 4, 5

Westfall, Richard
Willughby, Francis 1, 2, 3, 4, 5
Woolsthorpe 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
Wren, Christopher 1, 2

Z

Zenon von Elea 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
Zentripetalkraft 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Über den Autor

Florian Freistetter, geboren 1977, hat an der Universität Wien Astronomie studiert. 2008 rief er das Astronomie-Blog *Astrodicticum simplex* ins Leben, das zu den meistgelesenen Wissenschaftsblogs in deutscher Sprache gehört. Bei Hanser erschienen *Der Komet im Cocktailglas* (2013), ausgezeichnet mit dem Preis »Wissenschaftsbuch des Jahres 2014«, und *Die Neuentdeckung des Himmels* (2014), »Wissensbuch des Jahres« in der Kategorie Publikumswahl, sowie *Asteroid Now* (2015). 2015 wurde er festes Mitglied der Wissenschaftskabarettgruppe Science Busters. Seit 2016 erscheint in *Spektrum der Wissenschaft* seine Kolumne *Freistetters Formelwelt*.

www.florian-freistetter.de
www.scienceblogs.de, auf Facebook und bei Twitter: @astrodicticum

ISBN 978-3-446-25620-0
© Carl Hanser Verlag München 2017
Umschlaggestaltung und Illustrationen: Büro Alba, München
Satz: Kösel Media GmbH, Krugzell
Datenkonvertierung E-Book: le-tex publishing services GmbH, Leipzig

Abhängig vom eingesetzten Lesegerät kann es zu unterschiedlichen Darstellungen des vom Verlag freigegebenen Textes kommen.
Deshalb empfehlen wir, die Verlagseinstellungen beizubehalten.
Diese E-Book ist urheberrechtlich geschützt.

http://www.hanser-literaturverlage.de/
http://www.twitter.com/hanserliteratur
http://www.facebook.com/HanserLiteraturverlage
http://www.facebook.com/ZsolnayDeuticke

Ihnen hat **Newton - Wie ein Arschloch das Universum neu erfand** gefallen? Dann möchten wir Ihnen empfehlen:

Oberhummer, Heinz
Das Universum ist eine Scheißgegend



Mehr zum Buch

Das Universum riecht komisch, klingt komisch und ist so gut wie leer. Fast überall wird man entweder verstrahlt, bekommt keine Luft oder verbrennt. Und das sind noch die schönsten Plätze. Mit anderen Worten: Das Universum ist eine Scheißgegend. Oder, um mit Gerhard Polt zu sprechen: "Dort fahren wir nicht mehr hin." In diesem Buch geben die Science Busters – die beiden Physiker Prof. Heinz Oberhummer und Werner Gruber sowie der preisgekrönte Satiriker Martin Puntigam – eine Reisewarnung und erklären, warum der Kosmos kein Streichelzoo ist, wo man gegen außerirdische Bakterien unterschreiben kann, was sich Sternschnuppen wünschen, wenn sie einen Menschen sehen, wie das Universum endet – und wer das dann alles zusammenräumen muss.