# Januar 2008

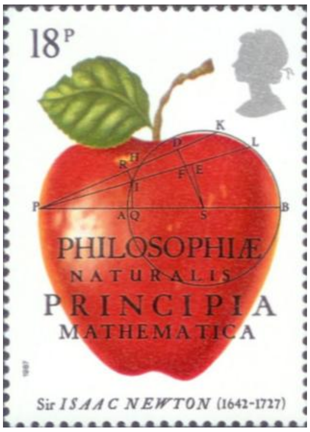
Vor 365 Jahren geboren **ISAAC NEWTON** (04.01.1643 – 31.03.1727)

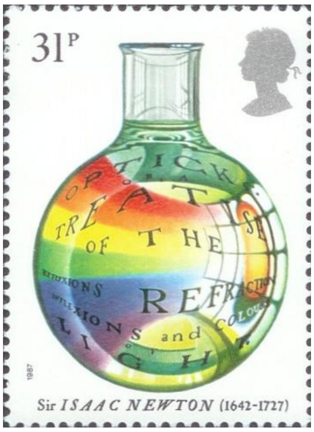

ISAAC NEWTON wird am ersten Weihnachtstag des Jahres 1642 in Woolsthorpe, Lincolnshire, geboren – wenn man dem zu diesem Zeitpunkt in England noch geltenden JULIANischen Kalender folgt. Sein Vater, ein Landwirt, stirbt drei Monate vor der Geburt des Sohnes. Als die Mutter 1645 wieder heiratet, wird er der Großmutter zur Pflege übergeben, bis die erneut verwitwete Mutter 1653 mit drei weiteren Kindern zurückkehrt. Für ihn als ältesten Sohn der mittlerweile nicht unvermögenden Witwe ist eigentlich vorgesehen, dass er einmal die Verwaltung des Landbesitzes übernehmen soll, aber ISAAC zeigt keinerlei Begabung oder Interesse an diesen Dingen.

Ein Onkel bewirkt, dass er die *Free Grammar School* in einem Nachbarort besuchen und 1661 - nach einer Unterbrechung des Schulbesuchs (er wird in einem Zeugnis als träge und unaufmerksam bezeichnet) – sogar an das *Trinity College* in Cambridge wechseln darf. Neben der Philosophie des ARISTOTELES, die im Zentrum des Studiums steht, lernt NEWTON auch die philosophischen Schriften von RENÉ DESCARTES (1596–1650) sowie physikalische Abhandlungen von JOHANNES KEPLER (1571–1630) und GALILEO GALILEI (1564–1642) kennen. Im Herbst 1663 bemerkt er, dass ihm tiefer gehende geometrische Kenntnisse zum Verständnis von astrologischen Schriften fehlen, und er beschließt, sich mit den *Elementen* des EUKLID zu beschäftigen. Danach folgt das Selbststudium von DESCARTES' *La Géométrie*, der VAN SCHOOTENsche Ausgabe der *Neuen Algebra* von FRANÇOIS VIÈTE (VIETA, 1540–1603) aus dem Jahr 1646 und der algebraischen Schriften von JOHN WALLIS (1616–1703), in denen dieser die Flächenbestimmung an Parabeln und Hyperbeln mithilfe von Indivisiblen, das sind unendlich dünne Gebilde *„kleiner als jeder beliebig angebbare positive Wert"*, beschreibt.

Auf seinem Exemplar der WALLISschen Schrift vermerkt NEWTON: „So macht WALLIS es, aber ich mache es so ..."

| MO | DI | MI | DO | FR | SA | SO |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 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 | | | |






Den größten Einfluss auf den Studenten ISAAC NEWTON hat jedoch ISAAC BARROW (1630–1677), der 1663 eine neu eingerichtete Professur am Trinity College in Cambridge übernimmt. Dessen *Lectiones mathematicae* und *Lectiones geometricae* verbinden die Grundlagen der Mathematik der Wissenschaftler der Antike mit den aktuellen Erkenntnissen über die Bestimmung des Inhalts krummlinig begrenzter Flächen und über das Tangentenproblem. Im Frühsommer 1665 – NEWTON ist gerade zum Bachelor ernannt worden – wird der gesamte Lehrbetrieb der Universität wegen einer nahenden Pestepidemie eingestellt und NEWTON kehrt in die Einsamkeit von Woolsthorpe zurück. In den folgenden beiden Jahren konzipiert er die Grundideen der großen Theorien, die man auch heute noch mit seinem Namen verbindet: Differential- und Integralrechnung, Gravitationstheorie und Optik.

Nach Ende der Pestgefahr kehrt er nach Cambridge zurück, wird schnell zum *Fellow* und zum Master ernannt und 1669, als BARROW zum Hofprediger des englischen Königs ernannt wird, zu dessen Nachfolger auf dem Lehrstuhl berufen. BARROW macht seinen Einfluss geltend, dass die wissenschaftliche Welt von NEWTONs neuen Theorien Kenntnis erhält, aber dieser zieht das Manuskript der Schrift *De Analysi per aequationes numero terminorum infinitas* (Über die Rechenkunst mittels der - der Zahl der Glieder nach - unendlichen Gleichungen) schnell wieder zurück.

In dieser Schrift stellt NEWTON unter anderem dar, wie man die Koeffizienten in binomischen Formeln direkt berechnen kann (also nicht nur zeilenweise nach dem Schema, das wir *PASCALsches Dreieck* nennen). Die allgemeine Binomialreihe lässt sich (in der heutigen Schreibweise) wie folgt notieren:

$$(1+x)^n = 1 + n\cdot x + \frac{n\cdot(n-1)}{2}\cdot x^2 + \frac{n\cdot(n-1)\cdot(n-2)}{3\cdot 2}\cdot x^3 + \frac{n\cdot(n-1)\cdot(n-2)\cdot(n-3)}{4\cdot 3\cdot 2}\cdot x^4 + \ldots$$

z. B. ist $(1+x)^3 = 1 + 3x + \frac{3\cdot 2}{2}\cdot x^2 + \frac{3\cdot 2\cdot 1}{3\cdot 2}\cdot x^3 + \frac{3\cdot 2\cdot 1\cdot 0}{4\cdot 3\cdot 2}\cdot x^4 + \ldots = 1 + 3x + 3x^2 + x^3$

Diese Reihenentwicklung ist auch für negative und gebrochene Exponenten möglich:

$$(1+x)^{-3} = 1 - 3x + \frac{(-3)\cdot(-4)}{2}\cdot x^2 + \frac{(-3)\cdot(-4)\cdot(-5)}{3\cdot 2}\cdot x^3 + \frac{(-3)\cdot(-4)\cdot(-5)\cdot(-6)}{4\cdot 3\cdot 2}\cdot x^4 + \ldots$$

also $(1+x)^{-3} = 1 - 3x + 6x^2 - 10x^3 + 15x^4 - \ldots$

NEWTONs „Beweis“ für die Richtigkeit erfolgt durch Ausmultiplizieren: Im Produkt $(1+x)^3\cdot(1-3x+6x^2-10x^3+15x^4-\ldots)$ heben sich alle Potenzen gegenseitig auf und es bleibt nur noch eine Eins stehen. Analog geht er bei Wurzelfunktionen vor:

$$(1-x)^{\frac{1}{2}} = 1 + \tfrac{1}{2}\cdot(-x) + \frac{\frac{1}{2}\cdot(-\frac{1}{2})}{2}\cdot(-x)^2 + \frac{\frac{1}{2}\cdot(-\frac{1}{2})\cdot(-\frac{3}{2})}{3\cdot 2}\cdot(-x)^3 + \ldots = 1 - \tfrac{1}{2}x - \tfrac{1}{8}x^2 - \tfrac{1}{16}x^3 - \tfrac{5}{128}x^4 - \tfrac{7}{256}x^5 - \ldots$$

Hier erfolgt sein Nachweis für die Richtigkeit der Reihenentwicklung durch Quadrieren des unendlichen Terms.
Das Wurzelziehen wird nach dieser Methode erheblich vereinfacht. Um beispielsweise einen Näherungswert für $\sqrt{3}$ zu berechnen, kann man wie folgt vorgehen:

$$\sqrt{3} = \sqrt{4 \cdot \tfrac{3}{4}} = 2 \cdot \sqrt{1 - \tfrac{1}{4}} \approx 2 \cdot (1 - \tfrac{1}{2} \cdot \tfrac{1}{4} - \tfrac{1}{8} \cdot \tfrac{1}{16}) \approx 1{,}734$$

NEWTON verwendet diese von ihm entwickelte neue Technik der Reihenentwicklung auch, um Flächen unter Kurven zu bestimmen. In seiner Schrift findet sich die Regel: „If $a \cdot x^{\frac{m}{n}} = y$ it shall be $\frac{a \cdot n}{m+n} \cdot x^{\frac{m+n}{n}} = area$". Mit deren Hilfe berechnet er unter anderem auch den Flächeninhalt eines Kreissegments und bestimmt so die Kreiszahl $\pi$ mit 15-stelliger Genauigkeit.
Die bereits von NEWTON entwickelte Infinitesimalrechnung („*method of fluxions*" und „*inverse method of fluxions*") orientiert sich sehr stark an physikalischen Vorstellungen: Kurven fasst er als kontinuierliche Bewegung eines Punktes auf; die zeitabhängigen Variablen bezeichnet er als *Fluenten* (fließende Größen), die Änderungsgeschwindigkeit einer Größe $y$ als deren Fluxion $\dot{y}$. Für das unendlich kleine Zeitintervall verwendet er den Buchstaben $o$, die unendlich kleine Zunahme der Fluente $x$ in dem unendlich kleinen Zeitintervall $o$ (also die momentane Geschwindigkeit in einer unendlich kleinen Zeit) notiert er als $\dot{x}o$. Um die Steigung einer Tangente an eine Kurve zu berechnen, muss nur das Verhältnis $\dot{y}/\dot{x}$ bestimmt werden; hierbei wird eine Kürzungsregel „Ersetze $x + \dot{x}o$ durch $x$" angewandt.
Er erkennt allgemein, dass die Fluxion der unter einer Kurve eingeschlossenen Fläche gleich der Kurve selbst ist –und das ist nichts anderes als der Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung, von NEWTON entdeckt im Jahr 1665, aber erst veröffentlicht im Jahr 1704.
Seine ersten Vorlesungen als Professor in Cambridge widmet NEWTON jedoch nicht der Analysis, sondern der Optik: Abweichend von der Lehre des ARISTOTELES vertritt er die Ansicht, dass sich das weiße Licht aus verschiedenen Farben zusammensetzt. Die Tatsache der unterschiedlichen Lichtbrechungen am Prisma veranlasst ihn zur Annahme, dass Teleskope wegen der chromatischen Aberration grundsätzlich fehlerhafte Bilder liefern, und er konstruiert ein Reflektor-Teleskop. Diese geniale Erfindung führt zu seiner Aufnahme als „Fellow" in die *Royal Society*, jedoch erfährt er durch ROBERT HOOKE (1635–1701) und CHRISTIAAN HUYGENS (1629–1695) heftigen Widerspruch wegen der von ihm vertretenen Korpuskular-Theorie.
NEWTON reagiert auf Kritik in irrationaler Weise – er zieht sich zurück und will nichts mehr veröffentlichen. Seine „*Opticks*" beispielsweise erscheinen erst ein Jahr nach HOOKEs Tod.


Erst EDMOND HALLEY (1656–1742) schafft es, NEWTON aus seiner Lethargie herauszuholen, und drängt ihn, das neue physikalische Weltbild endlich in Buchform darzulegen. Die *Philosophia naturalis principia mathematica* erscheinen 1687. Die „Principia" enthalten das Gravitationsgesetz: *„All matter attracts all other matter with a force proportional to the product of their masses and inversely proportional to the square of the distance between them"*.


Es gelingt ihm zu zeigen, dass aus dem Gravitationsgesetz die Keplerschen Gesetze folgen und umgekehrt. Mit den drei grundlegenden Prinzipien der klassischen Mechanik, die heute als Newtonsche Axiome bezeichnet werden, schafft er ein einheitliches physikalisches Weltbild, das erst im 20. Jahrhundert durch die Einsteinsche Relativitätstheorie ergänzt werden muss:

Jeder Körper verharrt im Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen geradlinigen Bewegung, wenn er nicht durch eine Kraft gezwungen wird, diesen Zustand zu ändern (*Trägheitsprinzip*). Die auf einen Körper wirkende Kraft ist gleich dem Produkt aus seiner Masse und seiner Beschleunigung (*Aktionsprinzip*). Zu jeder Kraft gehört eine gleich große, entgegen gerichtete Kraft (*Wechselwirkungsprinzip*).

Das Erscheinungsjahr der *Principia* (1687) fällt in das Ende einer unruhigen Phase der Geschichte Englands: Bürgerkrieg und Hinrichtung des Königs Karl I (1649), Diktatur unter Oliver Cromwell, Rückkehr zur Monarchie (1658). Jakob II, Sohn des hingerichteten Königs, wird neuer Herrscher, stärkt jedoch die Machtpositionen der katholischen Kirche und erregt damit den Widerstand der protestantischen Gruppen, die schließlich Wilhelm von Oranien, dem Erbstatthalter der Niederlande, den englischen Königsthron anbieten. Nach der *Glorious Revolution* im Jahr 1688 wird die Position des Parlaments gestärkt (*Bill of Rights*). Der überzeugte Protestant Newton wird als Vertreter der Universität Cambridge in das neue Parlament gewählt. Nach einem Zusammenbruch zieht sich der immer wieder unter Depressionen leidende Newton aus der Forschung zurück, nimmt das Amt des Leiters der königlichen Münze in London an und kümmert sich um die Reform des englischen Münzwesens.



1703 wird er zum Präsident der *Royal Society* gewählt und in den Adelsstand erhoben; bis zu seinem Tod erfolgt in jedem Jahr seine Wiederwahl. Mit einem Staatsbegräbnis wird er in der *Westminster Abbey* beigesetzt.

Seine letzten Jahre werden durch den Streit um die Frage, wer der „Erfinder" der Infinitesimalrechnung ist, überschattet. Dank der geschickt gewählten Schreibweise und der früheren Veröffentlichung im Jahr 1675 erfährt die von Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716) gefundene Methode die größere Anerkennung unter den Mathematikern des Kontinents. Der Prioritätenstreit entwickelt sich so zu einem Problem der nationalen Ehre, den eine parteiisch besetzte Kommission der *Royal Society* unter Leitung von Halley zugunsten von Newton „entscheidet". Heute weiß man, dass beide ihre Theorien unabhängig voneinander entwickelt haben.