

Newton, Isaak

Sir Isaac Newton (* 25. Dezember 1642; † 20. März 1726) war ein englischer Naturforscher. Er ist der Verfasser der *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, in denen er mit seinem Gravitationsgesetz die universelle Gravitation und die Bewegungsgesetze beschrieb und damit den Grundstein für die klassische Mechanik legte.

[volker-schopf.de/index.php?attachment/203/Sir Isaac Newton](http://volker-schopf.de/index.php?attachment/203/Sir%20Isaac%20Newton) (* 25. Dezember 1642jul./ 4. Januar 1643greg. in [Woolsthorpe-by-Colsterworth](#) in [Lincolnshire](#); † 20. März 1726jul./ 31. März 1727greg. in [Kensington](#))^[1] war ein englischer Naturforscher und Verwaltungsbeamter. In der Sprache seiner Zeit, die zwischen [natürlicher Theologie](#), [Naturwissenschaften](#) und [Philosophie](#) noch nicht scharf trennte, wurde Newton als [Philosoph](#) bezeichnet.

Isaac Newton ist der Verfasser der *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, in denen er mit seinem [Gravitationsgesetz](#) die universelle [Gravitation](#) beschrieb und die [Bewegungsgesetze](#) formulierte, womit er den Grundstein für die [klassische Mechanik](#) legte. Fast gleichzeitig mit [Gottfried Wilhelm Leibniz](#) entwickelte Newton die [Infinitesimalrechnung](#). Er verallgemeinerte das [binomische Theorem](#) mittels [unendlicher Reihen](#) auf beliebige reelle Exponenten. Bekannt ist er auch für seine Leistungen auf dem Gebiet der [Optik](#): Die von ihm verfochtene [Teilchentheorie des Lichtes](#) und die Erklärung des [Lichtspektrums](#).

Aufgrund seiner Leistungen, vor allem auf den Gebieten der [Physik](#) und [Mathematik](#) (siehe [Geschichte der Physik](#), [Geschichte der Mathematik](#)), gilt Sir Isaac Newton als einer der bedeutendsten Wissenschaftler aller Zeiten. Die *Principia Mathematica* werden als eines der wichtigsten wissenschaftlichen Werke eingestuft.

Leben und Werk

Newtons Vater, ein erfolgreicher Schafzüchter und Inhaber des Titels *Lord of the Manor*, starb vor der Geburt seines Sohnes. 1646 heiratete seine Mutter zum zweiten Mal und Isaac blieb bei seiner Großmutter in Woolsthorpe, um den Titel zu erhalten.^[2] Nach dem Tod seines Stiefvaters kehrte seine Mutter nach Woolsthorpe zurück. Die neunjährige Trennung von der Mutter wird als Grund für seine schwierige Psyche genannt. Er besuchte die *Kings School* in [Grantham](#) und mit 18 Jahren das [Trinity College](#) in [Cambridge](#), das kurz nach dem Abschluss seines Studiums 1665 wegen der [Großen Pest](#) geschlossen werden musste. Deshalb kehrte er abermals zurück in sein Elternhaus, wo er in den folgenden beiden Jahren an Problemen der Optik, der Algebra und der Mechanik arbeitete.

Damals war in Cambridge die spätscholastische Schule der [Cambridger Platoniker](#) tonangebend, das bedeutet qualitative Naturphilosophie anstelle quantitativer Untersuchungen im Sinne von [Galilei](#). Newtons Notizen aus der Studienzeit, die er *Quaestiones quaedam philosophicae* (Verschiedene philosophische Fragen) betitelte^[3], zeigen den Einfluss von [Descartes](#)’ mechanistisch-dualistischem Denken, [Gassendis](#) atomistischen Vorstellungen und [Henry Mores](#) platonisch-hermetischen Ansichten. Obwohl sie radikal unterschiedlich sind, beeinflussten die Anschauungen der Mechanisten bzw. [Hermetiker](#) fortan Newtons Denken und bildeten – in ihrer Spannung – das Grundthema seiner Laufbahn als Naturphilosoph.

Nach seinem eigenen Bezeugen in den *Quaestiones* hatte er in den Jahren 1665/1666 seine ersten weitreichenden Ahnungen oder wegweisenden Zusammenhangserlebnisse, die ihn auf die Spur seiner drei großen Theorien führten: die [Infinitesimalrechnung](#), die Theorie des [Lichts](#) und die [Gravitationstheorie](#). Wie weit er mit seinen theoretischen Ansätzen in dieser frühen Zeit schon war, ist unklar.^[4]

Nach Aufhebung der [Quarantäne](#) im Jahr 1667 wurde Newton [Fellow](#) des [Trinity College \(Cambridge\)](#); dies bedeutete nicht nur Zustimmung zu den 39 Artikeln der [Church of England](#), sondern auch das

[Zölibatsgelübde](#). Außerdem musste er innerhalb von sieben Jahren die geistlichen Weihen empfangen. 1669 wurde er dort Inhaber des [Lucasischen Lehrstuhls für Mathematik](#). Sein Vorgänger [Isaac Barrow](#) (1630-1677), der sich zurückzog, hatte ihn selbst empfohlen.

Im selben Jahr erschien *De Analysis per Aequationes Numeri Terminorum Infinitas*, Vorläufer der Infinitesimalrechnung als Manuskript. Das war der erste Schritt zu Newtons Ruhm; wenn auch nur wenige Eingeweihte von seinen Leistungen wussten, so war er doch der führende Mathematiker seiner Zeit geworden. Von 1670 bis 1672 lehrte er Optik, wobei er besonders die [Lichtbrechung](#) untersuchte.

Außerdem konnte er Optiken anfertigen. 1672 baute er ein – später nach ihm benanntes – [Spiegelteleskop](#), das er der [Royal Society](#) in London vorführte. Im selben Jahr veröffentlichte er seine Schrift *New Theory about Light and Colours* in den *Philosophical Transactions* der Royal Society. Dieses Papier rief große Diskussionen hervor. Besonders zwischen ihm und [Robert Hooke](#), einer führenden Persönlichkeit der Royal Society, herrschte ein angespanntes Verhältnis, da beide angesehene Wissenschaftler waren, doch grundverschiedene Meinungen hatten und jeder auf sein „Recht“ pochte.

Kritik an seinen Veröffentlichungen konnte Newton schwer ertragen, daher zog er sich mehr und mehr aus der wissenschaftlichen Gemeinde zurück und konzentrierte sich auf seine alchemistischen Versuche. Um 1673 begann er, die Texte der Heiligen Schrift und der Kirchenväter intensiv zu studieren – eine Tätigkeit, die ihn bis zu seinem Tod in Anspruch nehmen sollte. Seine Studien führten ihn zu der Überzeugung, dass die [Dreifaltigkeitslehre](#) eine [Häresie](#) sei, die den Christen im 4. Jahrhundert eingeredet wurde. 1675 erwirkte er einen [Dispens](#) von der Verpflichtung, die Weihen zu empfangen – wohl weil dies seinen unorthodoxen Ansichten widersprochen hätte.

volker-schopf.de/index.php?attachment/205/ Isaac Newton 1689; Gemälde von [Godfrey Kneller](#)

Ein weiterer Streit – mit englischen Jesuiten in Lüttich – brachte 1678 'das Fass zum Überlaufen': Newton erlitt einen Nervenzusammenbruch; im folgenden Jahr starb seine Mutter. Sechs Jahre lang, bis 1684, befand sich Newton in einer Phase der Isolation und der Selbstzweifel. 1679 kehrte er zu seinen früheren Überlegungen zur Mechanik zurück; seine Schrift *De Motu Corporum* von 1684 enthielt die Grundzüge dessen, was er drei Jahre später in den *Principia* darlegen sollte. In diesem Werk vereinte er die Forschungen [Galileo Galileis](#) zur [Beschleunigung](#), [Johannes Keplers](#) zu den [Planetenbewegungen](#) und [Descartes](#) zum Trägheitsproblem zu einer dynamischen Theorie der [Gravitation](#) und legte die Grundsteine der [klassischen Mechanik](#), indem er die drei [Grundgesetze der Bewegung](#) formulierte. Newton wurde nun international anerkannt; junge Wissenschaftler, die seine unorthodoxen naturwissenschaftlichen (und auch theologischen) Ansichten teilten, scharten sich um ihn. Wieder folgte ein Streit mit Hooke – dieses Mal über das Gravitationsgesetz. (Hooke behauptete, Newton habe ihm die Idee, dass die Schwerkraft mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt, gestohlen – s. u. „Mechanik“.)

1687 hatte er auch eine wesentliche Rolle in der Protestbewegung, die König [James II.](#) hindern wollte, die Universität Cambridge in eine katholische Einrichtung umzuwandeln. Um 1689 begann Newton einen theologischen Briefwechsel mit dem englischen Philosophen [John Locke](#) (1632-1704) sowie eine sehr intensive Freundschaft mit dem Schweizer Mathematiker [Nicolas Fatio de Duillier](#). Er wurde als Abgesandter seiner Universität für ein Jahr Mitglied des [englischen Parlamentes](#). Als im Jahr 1693 die Freundschaft mit Fatio zerbrach, erlitt er einen weiteren Nervenzusammenbruch; seine Freunde Locke und [Samuel Pepys](#) waren alarmiert und kümmerten sich um ihn.

volker-schopf.de/index.php?attachment/206/

Grabmonument Isaac Newtons an der [Chorschranke](#) in [Westminster Abbey](#) London[5]

1696 wurde er durch Vermittlung seines Freundes, des späteren [Earl of Halifax](#), [Wardein](#) der [Royal Mint](#) in London; 1699 wurde er zu ihrem „Master“ ernannt. Damit war seine Karriere als schöpferischer Wissenschaftler faktisch beendet. Das Amt des Wardein wurde allgemein als lukrative [Pfründe](#) angesehen, Newton aber nahm seine Aufgabe ernst. Sein hartes Vorgehen gegen Falschmünzer war berüchtigt. Drei Jahre später (1699) wurde er an der Pariser Akademie zu einem von acht auswärtigen Mitgliedern berufen. 1701 trat er von seinen Pflichten als Professor in Cambridge zurück; im selben Jahr veröffentlichte er (anonym) sein Gesetz über die [Abkühlung](#) fester Körper an der Luft. 1703 wurde er Präsident der [Royal Society](#), eine Position die er bis zu seinem Tod innehatte. Ein Jahr danach starb Hooke, und er konnte endlich seine *Opticks* veröffentlichen. 1705 wurde er von [Königin Anne](#) – nicht wegen seiner Verdienste um die Wissenschaft, sondern für seine politische Betätigung – zum Ritter geschlagen. Im selben Jahr begannen auch die Prioritätsschwierigkeiten mit [Gottfried Wilhelm Leibniz](#) über die Erfindung der [Infinitesimalrechnung](#).

Bereits seit 1696 lebte Newton in London. Er bezog ein herrschaftliches Haus, das ein kleines [Observatorium](#) beherbergte, und studierte Alte Geschichte, Theologie und Mystik. Ab 1697 (1707?) wurde Newtons Haus von seiner Halbnichte [Catherine Barton](#) geführt; Newton war nicht verheiratet (er soll im Alter von 19 Jahren verlobt gewesen sein) und hatte fast durchgängig in häuslicher Gemeinschaft mit anderen Männern gelebt. 1720 verlor er bei der [Südsee-Spekulation](#) 20.000 Pfund, für damalige Verhältnisse ein Vermögen, blieb jedoch bis zu seinem Tod ein wohlhabender Mann. In den folgenden Jahren machten ihm [Blasensteine](#) zunehmend zu schaffen. Acht Tage nach seinem Tod wurde Newton unter großen Feierlichkeiten in der [Westminster Abbey](#) beigesetzt.

Newton galt als recht zerstreut und bescheiden, reagierte jedoch häufig mit großer Schärfe auf Kritik. Bekannt ist sein von boshafter Rivalität gekennzeichnetes Verhältnis zu anderen Wissenschaftlern wie [Robert Hooke](#), [Christiaan Huygens](#), [John Flamsteed](#) oder auch [Gottfried Wilhelm Leibniz](#), dem er im Streit um die Urheberschaft der [Infinitesimalrechnung](#) „das Herz gebrochen“ zu haben sich rühmte. Nachdem Flamsteed ein Verfahren wegen geistigen Diebstahls gewonnen hatte, tilgte Newton in der Ausgabe der *Principia* von 1713 jeden Hinweis auf Flamsteed (obwohl er gerade dessen präzisen Beobachtungen viel verdankte).

Drei Jahre nach seinem Tod erdachte [Alexander Pope](#) folgende Inschrift für Newtons Grab, die dort aber nicht ausgeführt wurde:

“Nature and Nature's Laws lay hid in Night:

God said, *Let Newton be!* and all was Light.”

„Natur und der Natur Gesetz waren in Nacht gehüllt;

Gott sprach: *Es werde Newton!* Und das All ward lichterfüllt.“

– Alexander Pope[6]

Forschung in Naturwissenschaft und Philosophie Optik

volker-schopf.de/index.php?attachment/207/

<https://www.volker-schopf.de/lexicon/index.php?entry/13-newton-isaak/>

Titelblatt der vierten Auflage: *Opticks or a treatise of the reflections, refractions, inflections and colours of light*, 1730

Newton hatte seine Antrittsvorlesungen über seine Theorie der Farben gehalten. Als die Royal Society von seinem Spiegelteleskop erfuhr, konnte er es dort vorführen und stieß auf lebhaftes Interesse. In einem Brief an die Royal Society erwähnte er im Zusammenhang mit dem Bau des neuartigen Teleskops gegenüber dem damaligen Sekretär Henry Oldenburg eine neue Theorie des Lichtes. Das Ergebnis war die Veröffentlichung seiner Theorie über das Licht und die Farben[7], die 1704 die Grundlage für das Hauptwerk *Opticks or a treatise of the reflections, refractions, inflections and colours of light* bildeten („Optik oder eine Abhandlung über die Reflexion, Brechung, Krümmung und die Farben des Lichtes“).

Seit Johannes Keplers Schrift *Paralipomena* war die Optik ein zentraler Bestandteil der wissenschaftlichen Revolution des 17. Jahrhunderts. Ähnlich wie die Untersuchungen Galileo Galileis auf dem Gebiet der Mechanik hatte René Descartes’ Entdeckung des Gesetzes der Lichtbrechung die Ansicht untermauert, dass der Kosmos insgesamt nach mathematischen Grundsätzen angelegt sei. Abweichend von der antiken Vorstellung, farbige Erscheinungen beruhten auf einer Veränderung des Lichtes (das von Natur aus weiß sei), kam Newton durch Experimente mit Lichtspalt und Prisma zu dem Ergebnis, dass weißes Licht zusammengesetzt ist und durch das Glas in seine Farben zerlegt wird. (Vorläufer hatten behauptet, das Prisma füge die Farben hinzu.) Auf diese Weise konnte er mühelos die Entstehung des Regenbogens erklären.

Als Robert Hooke einige seiner Ideen kritisierte, war Newton so empört, dass er sich aus der öffentlichen Diskussion zurückzog. Die beiden blieben bis zu Hookes Tod erbitterte Kontrahenten.

volker-schopf.de/index.php?attachment/208/

Newtons Spiegelteleskopmodell von 1672 für die Royal Society (Nachbildung).

Aus seiner Arbeit schloss Newton, dass jedes mit Linsen aufgebaute Fernrohr unter der Dispersion des Lichtes leiden müsse und schlug ein Spiegelteleskop vor, um die Probleme zu umgehen. 1672 baute er ein erstes Exemplar (siehe Abb.). Der von ihm vorgeschlagene (und später nach ihm benannte) Typ sollte für viele Generationen das Standardgerät für Astronomen werden. Allerdings war Newtons Prototyp den damals gebräuchlichen Linsenteleskopen nicht überlegen, da sein Hauptspiegel nicht parabolisiert war und daher unter sphärischer Aberration litt. Später wurden achromatische Linsenkombinationen aus Gläsern verschiedener Brechungseigenschaften entwickelt.

Seine Feststellung, dass einzelne Lichtstrahlen unveränderliche Eigenschaften haben, führte ihn zu der Überzeugung, Licht bestehe aus (unveränderlichen und atomähnlichen) Lichtteilchen. Damit wich er grundlegend von Descartes ab, der Licht als *Bewegung* in Materie beschrieben hatte und weißes Licht als ursprünglich (und sich damit nicht so weit von Aristoteles entfernt hatte). Nach Newton entsteht der Eindruck der Farben durch Korpuskeln unterschiedlicher Größe.

In der Schrift *Hypothesis of Light* von 1675 führte Newton das Ätherkonzept ein:[8] Lichtpartikel bewegen sich durch ein materielles Medium – dies war reiner Materialismus. Unter dem Einfluss seines Kollegen Henry More ersetzte er den Lichtäther jedoch bald durch – aus dem hermetischen Gedankengut stammende – okkulte Kräfte, die die Lichtpartikeln anziehen bzw. abstoßen.

Mit der Teilchentheorie des Lichtes waren allerdings [Phänomene](#) wie die – von Newton selbst beschriebene und genutzte – [Interferenz](#) oder die [Doppelbrechung](#) (auf Grund von [Polarisation](#), und von [Erasmus Bartholin](#) bereits im Jahr 1669 beschrieben) nicht erklärbar.

In der *New Theory about Light and Colours* vertrat Newton neben seiner Farb- auch seine Korpuskeltheorie. Dies führte zu einem wiederum erbittert ausgetragenen Disput mit [Christiaan Huygens](#) und dessen [Wellentheorie](#) des Lichtes, welchen er 1715 durch Desaguliers vor der Royal Society für sich entscheiden ließ. Nachdem [Thomas Young](#) im Jahre 1800, lange nach beider Tod, weitere Experimente zur Bestätigung der [Wellentheorie](#) durchführte, wurde diese zu herrschenden Lehre. Heute sind beide Theoriekonzepte in der [Quantenmechanik](#) mathematisch vereint – wobei allerdings das moderne [Photonenkonzept](#) mit Newtons Korpuskeln kaum etwas gemeinsam hat.

Mechanik

volker-schopf.de/index.php?attachment/209/

Isaac Newton, [Titelblatt](#) der [Erstausgabe](#) seiner Schrift [Philosophiae Naturalis Principia Mathematica](#) aus dem Jahr 1687.

Auch die Grundsteine der [klassischen Mechanik](#), die drei [Grundgesetze der Bewegung](#) und die Konzepte von [absoluter Zeit](#), [absolutem Raum](#) und der [Fernwirkung](#) (und so auch indirekt das Konzept des [Determinismus](#)) wurden von ihm gelegt. Zusammen waren dies die wesentlichen Grundprinzipien der Physik seiner Zeit. Newton lehrte eine [dualistische Naturphilosophie](#) – beruhend auf der Wechselwirkung von aktiven immateriellen „Naturkräften“ mit der absolut passiven Materie –, welche zur Basis des naturwissenschaftlichen [Weltbildes](#) vieler Generationen wurde. Erst die [Relativitätstheorie](#) [Albert Einsteins](#) machte deutlich, dass Newtons Mechanik einen Spezialfall behandelt.

Vom Jahr 1678 an beschäftigte er sich, in Zusammenarbeit mit [Hooke](#) und [Flamsteed](#), wieder intensiv mit Mechanik, insbesondere mit den von [Kepler](#) formulierten Gesetzen. Seine vorläufigen Ergebnisse veröffentlichte er 1684 unter dem Titel *De Motu Corporum*. In diesem Werk ist allerdings noch nicht die Rede von der universellen Wirkung der Schwerkraft; auch seine drei Gesetze der Bewegung werden hier noch nicht dargelegt. Drei Jahre später erschien, dieses Mal mit Unterstützung von [Edmond Halley](#), die Zusammenfassung [Philosophiae Naturalis Principia Mathematica](#) (Mathematische Grundlagen der Naturphilosophie). Mit diesem Werk wollte er insbesondere die Naturphilosophie von [Descartes](#) ablösen (*Principia philosophiae*, 1644), obwohl er von diesem das Konzept der [Trägheit](#) übernehmen musste, das ein Zentralpunkt der newtonschen Mechanik werden sollte.

Newton war der Erste, der Bewegungsgesetze formulierte, die sowohl auf der Erde wie auch am Himmel gültig waren – ein entscheidender Bruch mit den Ansichten der traditionellen Lehre von [Aristoteles](#) – und späterer [Peripatetiker](#) –, wonach die Verhältnisse im Himmel grundlegend andere seien als auf der Erde. Darüber hinaus lieferte er die geometrische Argumentation für Keplers drei [Gesetze](#), führte sie auf einheitliche Ursachen (Fernwirkung der [Gravitation](#) und Trägheit) zurück und erweiterte sie dahingehend, dass nicht nur [Ellipsen](#), sondern sämtliche [Kegelschnitte](#) möglich seien ([Georg Samuel Dörffel](#) hatte allerdings bereits 1681 gezeigt, dass [Kometen](#) sich auf hyperbolischen Bahnen bewegen). Mit seinen drei Bewegungsgesetzen und der Einführung der allgemein wirkenden Schwerkraft (auch das Wort *Gravitation* geht auf ihn zurück) hatte Newton die Arbeiten von [Kopernikus](#), [Kepler](#) und [Galilei](#) überzeugend bestätigt.

Seine Mechanik galt Generationen von Wissenschaftlern und Historikern als fundamentaler Beitrag im Sinne rationaler Begründung von [Naturgesetzen](#) (*hypotheses non fingo* bedeutet sinngemäß: „In der Experimentalphilosophie gibt es keine Unterstellungen“). Dabei wird gerne übersehen, dass Newtons

Überlegungen auf einem Konzept beruhten, das durchaus nicht als objektiv wissenschaftlich gilt: der [hermetischen](#) Tradition, mit der er sich während der Quarantänezeit 1665–1666 eingehend beschäftigt hatte. Die traditionelle Naturphilosophie erklärte Naturerscheinungen mit der Bewegung materieller Teilchen (so etwa [statische Elektrizität](#)) durch ein [ätherartiges](#) Medium (so noch Newtons *Hypothesis of Light* von 1675). Eine Fernwirkung (durch „Kräfte“) erschien ihr ebenso unmöglich wie das [Vakuum](#). So findet sich sowohl bei Descartes wie bei Leibniz (1693) die Vorstellung, dass Wirbel in einem „[Fluidum](#)“ die Planeten auf ihren Bahnen hielten. Von 1679 an jedoch schrieb Newton gewisse Vorgänge ([exotherme Reaktion](#) oder [Oberflächenspannung](#)) der Wirkung anziehender bzw. abstoßender Kräfte zu – dies war eine direkte Umsetzung der okkulten „Sympathien“ bzw. „Antipathien“ der hermetischen Naturphilosophie. Wesentlich neu war jedoch, dass Newton diese Kräfte als [Quantitäten](#) behandelte, die sich sowohl experimentell als auch mathematisch-geometrisch fassen lassen.

1679 suchte Hooke den Kontakt mit Newton zu erneuern und erwähnte in einem Brief seine Theorie der Planetenbewegung. Darin war die Rede von einer Anziehungskraft, die mit der Entfernung abnimmt; Newtons Antwort ging von konstanter Schwerkraft aus. Dieser Briefwechsel (der sich mit einem Experiment auf der Erde befasste) war Ausgangspunkt des späteren [Plagiatsvorwurfs](#) von Hooke an Newton. Newton musste zugeben, dass Hooke ihn auf den richtigen Weg geführt habe: 1. eine Bahnellipse rührt von einer (mit dem Quadrat der Entfernung von einem Brennpunkt) abnehmenden Anziehungskraft her und 2. erklärt dieses Konzept außerirdische, also planetarische Bewegung. Jedoch beruhte Hookes Vorschlag abnehmender Schwerkraft auf [Intuition](#), nicht – wie bei Newton – auf Beobachtung und logischer Ableitung. Außerdem hatte Newton selbst das Konzept quadratisch abnehmender Schwerkraft bereits 1665/66 entwickelt. Andererseits kam Newton auf den Gedanken der universellen (also auch außerirdischen) Wirkung der Schwerkraft erst deutlich nach 1680.

Es wird auch die Geschichte erzählt, dass Isaac Newton durch die Betrachtung eines Apfels am Apfelbaum, evtl. auch des Falls des Apfels vom Baum, im Garten von [Woolsthorpe Manor](#) auf die Idee kam, die Himmelsmechanik beruhe auf derselben Gravitation wie der Fall von Äpfeln auf die Erde. Dies geht auf die *Memoires of Sir Isaac Newton's Life* von [William Stukeley](#) zurück; mit ähnlichen Worten schilderte [Voltaire](#) die legendäre Entdeckung. Ob es sich wirklich so zugetragen hat, bleibt fraglich. Fachleute halten es für möglich, dass Newton selbst in späteren Jahren die Geschichte erfunden hat, um darzulegen, wie er Einsichten aus Alltags-Beobachtungen gewonnen habe.

Die geometrisch orientierten Darlegungen Newtons in den *Principia* waren nur Fachleuten verständlich. Daran änderten auch zwei spätere Ausgaben (1713 mit wesentlichen Erweiterungen und 1726) nichts. Der Durchbruch auf dem Kontinent ist [Émilie du Châtelet](#) zu verdanken, die von 1745 an das Werk in Französische übersetzte, die geometrische Ausdrucksweise Newtons in die von Leibniz entwickelte Notation der Infinitesimalrechnung übertrug und seinen Text mit zahlreichen eigenen Kommentaren ergänzte.

Der newtonsche Zeit- und Raumbegriff

Newton befasste sich über 30 Jahre lang mit den Vorstellungen von [Raum](#) und [Zeit](#). Einerseits war sein Hauptwerk *Principia* ein Gegenentwurf zu der Naturphilosophie Descartes' mit ihren an Aristoteles orientierten Ansichten zu Raum, Zeit und Bewegung. Andererseits kam Newton durch das in seiner Theorie enthaltene [Relativitätsprinzip](#), es schien einen absoluten Raum und eine absolute Zeit nicht zu geben, gegenüber der christlichen Dogmatik in Argumentationsnöte. Als tiefreligiöser Mensch entwickelte er seine Auffassung aus seinen [unitarischen](#) Gottesvorstellungen heraus. In seinem Hauptwerk *Principia* führte er aus: „...er [Gott] währt stets fort und ist überall gegenwärtig, er existiert stets und überall, er macht den Raum und die Dauer aus.“^[9] Und in seinem Werk *Opticks* spricht er noch deutlicher von seinem unitarischen Gott: „... der, da an allen Orten ist, mit seinem Willen die Körper besser bewegen kann ... in seinem grenzenlosen, gleichförmigen Sensorium und dadurch die Teile des Universums zu gestalten und umzugestalten vermag wie wir durch unseren Willen die Teile unseres Körpers zu bewegen vermögen.“^[10] Das *Sensorium Gottes*, durch das er zu allen Zeiten und an allen Orten zugleich anwesend ist: Die absolute Zeit, die unbeeinflussbar und gleichmäßig fortschreite, und der absolute Raum, der unveränderlich feststehe, seien für den Menschen nicht sinnlich wahrnehmbar, da sie direkte Prädikate Gottes darstellten. Dadurch aber seien erst die relativen Maße der Zeit und des Raumes möglich, mit denen sich der Mensch zur Beschreibung seiner Welt

zufriedengeben müsse.

Mit dieser Argumentation konnte Newton auch Problemen mit der Bibel-Interpretation aus dem Weg gehen: Wenn in der Heiligen Schrift von einer stillstehenden Erde die Rede sei, so sei dies Stillstand nicht im absoluten, sondern relativen (alltäglichen) Sinn.

Außerdem sei die Zeit als die Folge allen Geschehens so feststehend, dass sie von Anbeginn an geplant gewesen sein müsse, also auf einen [Schöpfer](#) hinweise. Die Zukunft, die Gegenwart und die Vergangenheit stünden also schon im vornherein fest, was im deterministischen Weltbild Newtons mündete. Dieses erscheint jedoch als nicht konfliktfrei mit dem christlichen Konzept des [freien Willens](#) und zudem ein Teilaspekt des [Theodizeeproblems](#).

Newtons Auffassung von absolutem Raum und absoluter Zeit dominierte über 200 Jahre lang Philosophie und Naturwissenschaft bis zu [Albert Einsteins Relativitätstheorie](#) und der [heisenbergschen Unschärferelation](#).

Mathematik

Zusätzlich zu seinen fundamentalen Leistungen zur Physik war Newton neben [Gottfried Wilhelm Leibniz](#) einer der Begründer der [Infinitesimalrechnung](#) und erbrachte wichtige Beiträge zur [Algebra](#).

Zu seinen frühesten Leistungen zählt eine verallgemeinerte Formulierung des Binomischen Theorems mit Hilfe von unendlichen [Reihen](#). Er bewies, dass es für sämtliche reellen Zahlen (also auch negative und Brüche) gültig ist.

Anfang des 17. Jahrhunderts hatten [Bonaventura Cavalieri](#) und [Evangelista Torricelli](#) den Einsatz infinitesimaler Rechengrößen erweitert. Gleichzeitig nutzten [René Descartes](#) und [Pierre de Fermat](#) die Algebra, um Flächeninhalte und Steigungen von Kurven zu berechnen. Bereits 1660 verallgemeinerte Newton diese Methoden. Fermat und Newtons Lehrer [Isaac Barrow](#) hatten erkannt, dass diese beiden Verfahren eng miteinander verknüpft sind: sie sind zueinander invers. Newton gelang es, sie in der „Fluxionsmethode“ tatsächlich zu verbinden; 1666 entwickelte er die Infinitesimalrechnung. Er veröffentlichte seine Ergebnisse allerdings erst in einem Anhang zu *Opticks* im Jahr 1704.

Leibniz erarbeitete von 1670 an das gleiche Verfahren; er nannte es „Differentialrechnung“. Während Newton vom physikalischen Prinzip der [Momentangeschwindigkeit](#) ausging, versuchte Leibniz eine mathematische Beschreibung des geometrischen [Tangentenproblems](#) zu finden. Bis 1699 galt Leibniz als Erfinder; dann veröffentlichte Newtons ehemaliger Freund Fatio eine Schrift, in der er dessen Priorität behauptete und unterstellte, Leibniz habe 1676 bei einem Besuch in London Newtons Idee gestohlen. Das Ergebnis war ein Prioritätsstreit, der bis zum Tod Newtons anhielt. Heute gilt als erwiesen, dass die beiden Wissenschaftler ihre Ergebnisse unabhängig voneinander entwickelten.

Ohne die Infinitesimalrechnung hätte Newton seine bahnbrechenden Einsichten in der klassischen Mechanik kaum gewinnen bzw. belegen können.

Unter dem Titel *The Mathematical Papers of Isaac Newton* brachte der Mathematikhistoriker und Newton-Experte [Derek Thomas Whiteside](#) an der [University of Cambridge](#) zwischen 1967 und 1981 zahlreiche mathematische Manuskripte Newtons in acht Bänden heraus.

Astronomie

Neben der Anfertigung des ersten funktionierenden Spiegelteleskops und der Entdeckung der Schwerkraft als Ursache der Planetenbewegungen ist eine frühe Theorie zur Entstehung der [Fixsterne](#) zu erwähnen. 1712 versuchte er in seiner Eigenschaft als Präsident der Royal Society gemeinsam mit [Halley](#), auf der Basis von [Flamsteeds](#) Beobachtungen – und gegen dessen Willen – einen Sternkatalog mit Sternkarte (*Historia coelestis Britannica*) herauszubringen. Dies führte zu einem weiteren heftigen Streit über Urheberrechte. Ein Gericht entschied zu Gunsten Flamsteeds.