

## Inhalt der Vorlesung

# Geschichte der analytischen Mechanik

von Harald Iro

### Die Antike

#### Aus dem Dunkel der Überlieferung (Hauptsächlich Mathematik)

Thales v. Milet (ca 600 v.u.Z.): Geometrie

Pythagoras (†497 v.u.Z.): Arithmetik, Geometrie, Musik,

Zenon (ca 490 - 430 v.u.Z.): Paradoxa, Bewegung ist nur Illusion

Platon (429-348 v.u.Z.): Platonische Körper, Kapillarität,

Aristoteles (384-322 v.u.Z.): Physike (Bewegung d. Himmelskörper)

#### Euklid (um 365 bis ca. 300 v.u.Z.)

*Elemente*: meist Geometrie aber auch Zahlen, Exhaustionsmethode

Aufbau: Definitionen, Postulate und Axiome → Sätze; Parallelenaxiom

#### Archimedes (ca 287-212 v.u.Z.)

Werke: *Spiralen, Kugel und Zylinder, Quadratur der Parabel* (Exhaustionsmethode), *Gleichgewicht ebener Flächen* (Hebelgesetze), *Konoide und Sphäroide, Schwimmende Körper, Sandzahl, Kreismessung* ( $\pi$ ); der Palimpsest

#### Apollonius (ca 262 bis 190 v.u.Z.)

*Konika* (Die Kegelschnitte); Würfelverdopplung (Delisches Problem)

#### Heron (um 60 n.u.Z.)

Mechanik, Technik, Pneumatik, Hydraulik, Mathematik (Geometrie)

Heronball, Verkaufsautomat, pneumat. Tor

Werke: *Pneumatika, Automata, Metrika, Dioptra, Katoptrik, Mechanik* (die 5 einfachen Maschinen)

#### Plinius d. Ältere (secundus) (23-70)

*Naturalis Historia* (Verringerung der Oberflächenspannung)

#### Ptolemäus (ca 85-165)

*Almagest*: Epizyklen, vorherrschendes Weltsystem bis zum 16. Jh

#### Plutarch (45-125)

*Mondgesicht*: Zentrifugalkraft bei Mondbewegung

#### Pappus (um 300 n.u.Z.)

*Synagoge*: math. Sammlung; Erwähnung der antiken Mathematiker, 'Guldinsche' Regel (Newtons Fluente?)

### Anhang: Das Astrolabium

### Die Zeit des Überganges

#### Der politische Umbruch

Die Teilungen des römischen Reiches, ab 800 drei Machtbereiche (Franken, Byzanz, islamische Kalifate u. Emirate; Beginn des Mittelalters)

#### Der kulturelle Umbruch

Aufkommen des Christentums und des Islams

#### Im weströmischen Reich

Der Islam in Spanien

Die Kirchenlehrer, Scholastik

Isidor v. Sevilla (560-636): *Etymologie*

Beda (672-735): *De natura rerum*

#### Im oströmischen Reich (Byzanz)

Bibliotheken von Konstantinopel u. Alexandria

### **Der islamische Machtbereich**

Mathematik, Astronomie

Averroës (1126-1198): der ‚große Kommentator‘ (des Aristoteles)

### **Die mittelalterlichen Universitäten**

Das Studium

Artistenfakultät: Grundstudium (Trivium, Quadrivium)

Medizinische, juristische u. theologische Fakultät

Europäische Universitäten bis ca 1500 (u.a.: Bologna (1088), Wien (1365))

### **Astronomie in Wien**

Johannes von Gmunden (1380/84 – 1442): Planetentafeln, Kalender

Georg von Peurbach (1423-1461): Instrumente, *Theoricae novae Planetarum*

Regiomontanus (1436-1476): *Epytoma in almagestum Ptolomei*

### **Anhang: Buchdruck, Bibliotheken, Latein, Zeitmessung**

### **Am Beginn der Neuzeit: Es geht los!**

Renaissance, Humanismus

Aufzeigen der Entwicklung anhand von:

**Leonardo da Vinci** (1452-1519): das Unviersalgenie (Maler, Bildhauer, Architekt, Ingenieur), genauer Beobachter (Naturvorgänge, Anatomie)

**Nikolaus Kopernikus** (1473-1543): Geistlicher, Mediziner; Wiederentdecker des heliozentrischen Weltbildes, Beseitigung der Schleifenbildung der Planetenbahnen → *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (1543): 6 Bücher, erstes: allg. Theorie

**Nicolo Tartaglia** (1500-1557): venetianischer Mathematiker; *La Nova Scientia* (Ballistik)  
Geschoßbahn ist eine Kurve (z.U. Aristoteles)

**William Gilbert** (1544-1603): *De Magnete* (1600), Magnetismus, Erde als Magnet

**Tycho Brahe** (1546-1601): dänischer Astronom; genaueste Messungen in der Astronomie, Tychonisches Weltsystem

**Simon Stevin** (1548-1620): holl. Mathematiker, Naturwissenschaftler u. Ingenieur; Kräfte, Dezimalbruchrechnung

**Pierre Gassendi** (1592-1655): frz. Theologe, Philosoph u. Naturwissenschaftler; Atomismus, Trägheit, Energieerhaltung; *Institutio Astronomica juxta hypotheseis tam veterum, quam Copernici et Tychonis* (1647)

**Marcus Marci** (1595-1667): böhm. Arzt, Philosoph u. Naturwissenschaftler; Optik, Stoß (*De proportione motus* (1639))

**Otto von Guericke** (1602-1686): deutscher Jurist, Naturwissenschaftler u. Erfinder; Versuche im und mit Vakuum (*Experimenta nova Magdeburgica de vacuo spatio* (1672), 7 Bücher, auch über das Weltsystem )

### **Die Wegbereiter (Auf den Schultern von Giganten)**

**Galileo Galilei** (1564-1642): florentinischer Mathematiker, Naturwissenschaftler (zunächst in aristotelischer Tradition); Thermometer (Heron), Fernrohr (Jupitermonde, Venusphasen, Sonnenflecken, Saturnringe); Schwerpunkt, Körper im Wasser (Archimedes)

**Werke** (Auswahl):

*Siderius nuntius* (1610): Nachricht über seine Beobachtungen mittels Fernrohr

*Il Saggiatore* (Der Goldwäger, 1623): über die Richtigkeit des kopernikanischen Systems; „das Buch der Natur ist in Mathematik geschrieben“

*Dialogo di Galileo Galilei sopra i due massimi sistemi del mondo tolemaico, e copernicano*, Florenz 1632: 4 Tage eines Dialogs über die Weltsysteme und die Phänomene darin; G.s falsche Gezeitentheorie

*Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze attenenti alla meccanica i movimenti locali* (Leiden 1638), 6 Tage eines Dialogs; Statik (Kohäsion, Bruchfestigkeit) und Bewegung (freier Fall, Wurf); Stosskraft

**Johannes Kepler** (1571-1630): deutscher Astronom (Kopernikaner), Mathematiker (erstellte auch Kalender

u. Horoskope); Tübingen (Studium), Graz, Prag, Linz

**Werke** (Auswahl): *De Stella nova* (1604, Beobachtung einer Supernova), *Tertius interveniens* (Frankfurt 1610, Astrologie: närrisches Töchterlein der Astronomie), *Dioptrice* (1611, erste neuzeitliche Grundlagen der Optik), *Sterometria doliorum* (Linz 1615, über den Fassinhalt),

*Mysterium Cosmographicum* (Tübingen 1596): Zentrales Thema ist Modell für die damals bekannten sechs Planeten: Die Kugelschalen der Bahnen umschreiben der Reihen nach die fünf platonischen Körper: Oktaeder, Ikosaeder, Dodekaeder, Tetraeder, Würfel. Grund: göttliche Ordnung

*Tabulae Rudolphinae* (Ulm 1627): Tafeln für Planeten, Mond, Finsternisse (Mond, Sonne), Aspekte der Planeten; übertreffen ihre Vorgänger um ein Vielfaches an Genauigkeit

*Astronomia nova* (Neue Astronomie, Prag 1609): Ableitung der **beiden ersten Gesetze** aus der Marsbewegung, Kepler-Gleichung

*Harmonice mundi* (Weltharmonik, Linz 1619): Harmonie in der Geometrie, in der Musik, im Weltsystem und Auswirkungen auf Natur und Seele; **3. Gesetz**

*Epitome Astronomiae Copernicanae* (1618-21): Lehrbuch der kopernikanischen Astronomie, meist in Form von Frage und Antwort

**Rene Descartes** (1596-1650): frz. Naturphilosoph, Mathematiker

**Werke** (Auswahl): *Meditationes de prima philosophia* (1641, Rationalismus); *De homine* 1662 posthum, Abhandlung über den Menschen)

*Discours de la methode* (Leiden 1637): Hauptteil enthält 4 Regeln zur Erlangung von Erkenntnissen; 3 Anhänge: *La dioptrique* (Optik), *Les meteores* (Erscheinung auf der Erdoberfläche und in der Atmosphäre), *La geometrie*: Algebraisierung der Geometrie, Kartes. Koordinatensystem

*Principia philosophiae* (Amsterdam 1644): Descartes Philosophie über die Welt und en Menschen; Descartes Thesen über den Aufbau der Materie, Wirbelhypothese, **3 Bewegungsgesetze, Bewegungsgröße**, Stossgesetze (tw. falsch), Magnete

**Christian Huygens** (1629-1695): holländischer Mathematiker und Naturwissenschaftler

**Werke** (Auswahl): *De ratiociniis in ludo aleae* (1657, über das Würfelspiel (Begründung der Wahrscheinlichkeitstheorie) ), *Traité de la lumière* (1690, Wellentheorie des Lichtes), *Cosmotheoros* (Weltbeschauer, 1698, Mutmaßungen über die Bewohnung der Planeten)

*Horologium oscillatorium* (Die Pendeluhr, 1673): Pendel (Schwingungsmittelpunkt, **Trägheitsmoment**), Fall (frei, entlang von Zykloide), Sätze über die Fliehkraft (ohne Beweise)

*Discours de la cause de la Pesanteur* (1690, Anhang des *Traité de la lumière*): Variante der Descartesschen Wirbelhypothese, Berechnung der Abplattung der Erde aufgrund ihrer Rotationsbewegung)

*Tractatus de vi centrifuga* (1703, posthum): Bestimmung der Zentrifugalkraft

*Tractatus de motu corporum ex percussione* (1703, posthum): Ableitung der Stoßgesetze aus 5 Axiomen, darunter: Trägheitsaxiom, Relativitätsprinzip; Bewegungsgröße

## **Newton, Isaac**

Lebensdaten: 25. Dez. 1642 (jul.) / 4.1.1643 (greg.) in Woolsthorpe, † 31. März 1727 (greg.)

**Principia**: Inhalt (Aufbau)

Definitionen;

Buch I: Gesetze, Lemmata über verschwindend kleine Größen, Bewegung (Bahnen) bei verschiedenen Kraftgesetzen

Buch II: Bewegung im widerstrebenden Medium, Bewegung von Flüssigkeiten (Wellen- und Wirbelbewegung (Descartes!))

Buch III: Gravitation, das Weltsystem → Newtons Aufgaben

Synthetische, geometrische Argumentation

**Opticks**: Experimente zur Beugung und zur Brechung (Newtonsche Ringe), Lichtstrahlen! (keine Teilchen!),

Anhang: Fluxionen

**Leibniz, G.W.** (1646-1716)

Differentiale

Fluxionen vs. Differentiale (Newton vs. Leibniz) (dots vs d's): Der Streit

Newton' Würdigung:

**Voltaire** (1694-1778): *The Elements of Sir Isaac Newton's Philosophy* (1738)

**Maclaurin, C.** (1698 - 1746): *An Account of Sir Isaac Newton's Philosophical Discoveries* (1748)

**Kant, I.** (1724-1804): *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels* (1755)

### **Ausgaben u. Übersetzungen der Principia**

- 1739-1742 Th. Le Seur und F. Jacquier, kommentierte und ergänzte, lateinische Ausgabe
- 1759 E. du Châtelet, französische Übersetzung mit Ergänzungen und Kommentaren
- 1871 J. Ph. Wolfers, kommentierte und anders gegliederte deutsche Übersetzung; in Kommentaren werden tw. analytische Versionen der Newtonschen Beweise angegeben.
- 1916 A. Krylow, kommentierte russische Übersetzung (zweite, überarbeitete Ausgabe 1936)

Newtons Aufgaben (Präsentation):

Die Gestalt der Erde

Die Gezeiten

Das System Sonne-Erde-Mond

### **Die analytische Form der Mechanik**

Die Basler (der Bernoulli-Clan), J. Hermann (1678-1733)

**Varignon, P.** (1654-1722)

Varignons Mitteilungen an die Pariser Akademie 1696-1722: erste analytische Darstellungen von Themen aus Newtons Principia

**Euler, L.** (1707-1783)

**Die 'erste' Mechanik**, *Mechanica sive Motus Scientia Analytice exposita* (1736;

Mechanik oder analytische Darstellung der Wissenschaft von der Bewegung):  
Punktmechanik nach Newton aber in analytischer Form

**Die `zweite` Mechanik**, *Theoria motus corporum solidorum seu rigidorum* (1765; Die Bewegung starrer Körper): Die Theorie der Bewegung eines starren Körpers, Eulers Kreiselgleichungen

**Beiträge zum Zweizentrenproblem** (Opera omnia II, 6):

*De motu corporis ad duo centra virium fixa attracti*, 1766

*De motu corporis ad duo centra virium fixa attracti*, 1767

*Problème. Un corps étant attiré en raison réciproque quarrée des distances vers deux points fixes donnés trouver les cas où la courbe décrite par ce corps sera algébrique, résolu par M. Euler*, 1767

**Mondtheorien**

*Theoria motus lunae exhibens omnes ejus inaequalitates* (1753) und

*Theoria motuum lunae, nova methodo pertractata una cum tabulis*

*astronomicis*,..., (1772), störungstheoretische Behandlung des

Dreikörperproblems

**Lagrange, J.-L.** (1736-1813)

*Mécanique analytique* (Analytische Mechanik; 1788): 2Teile: Statik (Prinzip der virtuellen Geschwindigkeiten), Dynamik (geschlossenste Darstellung der analytischen Mechanik, keine einzige Figur, Lagrange-Funktion)

**Ausblick: Die Vollendung der analytischen Mechanik**

**Hamilton W.R.** (1805-1865)

*On a general method in dynamics*. (1834)*Second Essay On a General Method in*

*Dynamics*. (1835): kanonische Form, Betonung des Phasenraums

**Jacobi C.G.** (1804-1851)

*Vorlesungen über analytische Mechanik. Gehalten an der Universität Berlin im*

*Wintersemester 1847/48*: Invarianten, Integrabilität H-J-Theorie

viel, viel später (1954-1964): **Kolmogorov, Arnold, Moser**: Hamiltonsche Systeme beschrieben durch nichtlineare DGLn, Stabilität, chaotisches Verhalten (eigentlich: Ende der analytischen Mechanik)

## Literatur

### Verwendete Werke

Archimedes, Werke, Wiss. Buchgesellschaft, Übers. v. A. Czwalina, Darmstadt 1983;

Archimedes von Syrakus vorhandene Werke; Übers. v. E. Nizze, Stralsund 1824

Clairaut A. C., *Théorie de la Figure de la Terre*, Paris 1743; deutsche Übersetzung: Ostwalds Klassiker Bd. 189, Leipzig 1913

Clairaut A. C., *Théorie de la Lune*, Paris 1752, zweite Auflage 1765

D'Alembert J., *Traite de dynamique*, Paris 1743; deutsche Übersetzung: Ostwalds Klassiker Bd. 106, Leipzig 1899 (Nachdruck 1997)

Descartes R., *Discours de la méthode plus la Dioptrique, les Météores et la Géométrie*, Fayard, Paris 1986

Descartes R., *Principia philosophiae* (1644), F. Meiner Verlag, zweisprachige Ausgabe, Hamburg 2005

Euklid, *Die Elemente*, Wiss. Buchgesellschaft, Darmstadt 1980

Euler L., *Mechanica sive Motus Scientia Analytice exposita* (1736), deutsche Übersetzung

- 'Mechanik oder analytische Darstellung der Wissenschaft von der Bewegung' 1. u. 2. Teil, mit Kommentar von J.Ph. Wolfers, 2 Bde, C.A. Koch, Greifswald 1848 und 1850
- Euler L., *Theoria motus corporum solidorum seu rigidorum* (1765), deutsche Übersetzung 'Mechanik oder analytische Darstellung ...' 3. Teil: 'Theorie der Bewegung fester oder starrer Körper', mit Kommentar von J.Ph. Wolfers, C.A. Koch, Greifswald 1853
- Euler L., *Opera omnia II, 5, Commentationes mechanicae - principia mechanica*, ed. J.O. Fleckenstein, Zürich 1957
- Opera omnia II, 6-7, Commentationes mechanicae ad theoriam punctorum pertinentes*, ed. C. Blanc, Zürich 1957 und 1958
- Opera omnia II, 8-9, Commentationes mechanicae ad theoriam corporum rigidorum pertinentes*, ed. C. Blanc, Zürich 1965 und 1968
- Opera omnia II, 10-11/1, Comentationes mechanicae ad theoriam corporum flexibilium et elasticorum pertinentes*, ed. F. Stüssi und H. Favre bzw. F. Stüssi und E. Trost, Zürich 1947 und 1957
- Opera omnia II, 11/2, The rational mechanics of flexible or elastic bodies 1638-1788*, A.C. Truesdell, Zürich 1960
- Opera omnia II, 12-13, Commentationes mechanicae ad theoriam corporum fluidorum pertinentes*, ed. A.C. Truesdell, Zürich 1954 und 1955
- Galilei G., *Unterredungen und mathematische Demonstrationen über zwei neue Wissenszweige, die Mechanik und die Fallgesetze betreffend* (*Discorsi ...*, 1638), Übers. v. von Öttingen, Wiss. Buchgesellschaft, Darmstadt 1964
- Galilei G., *Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme das ptolemäische und das kopernikanische* (*Dialogo ...*, 16yy), Wiss. Buchgesellschaft, Übers. v. xxx, Darmstadt 1982
- Guericke O. v., *Neue Magdeburger Versuche über den leeren Raum* (1672), Deutsche Übersetzung von H. Schimank, neu Hg. von F. Krafft, VDI Verlag, Düsseldorf 1996
- Hermann J., *Phoronomia*, Wetstenios, Amsterdam 1716
- Huygens Ch., *Die Pendeluhr* (*Horologium oscillatorium*), Ostwalds Klassiker Nr. 192, Engelmann, Leipzig 1913
- Huygens Ch., *Œuvres completes*, Vols 16-21(1929-1944)
- Isidor von Sevilla, *Die Enzyklopädie des Isidor von Sevilla* (*Etymologiae*), Übers. von L. Möller, Marix-Verlag, Wiesbaden 2008
- Kant I., *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels* (1755), Wilhelm Engelmann, Leipzig 1898
- Kepler J., *Mysterium Cosmographicum* (1597) – *The Secret of the Universe*, zweisprachig, Übersetzung von A.M. Duncan, Abaris Books, Norwalk 1999
- Kepler J., *Neue Astronomie* (*Astronomia nova*, 1609), übersetzt von M. Caspar, Oldenburg Verlag, München 1990
- Kepler J., *Weltharmonik* (*Harmonices mundi*, 1619), übersetzt von M. Caspar, Verlag Oldenburg, München 1939
- Kepler J., *Epitome Astronomiae Copernicanae* (1618-1621), Hg. M. Caspar, Beck'sche Buchhandlung, München 1991
- Kopernikus N., *Über die Kreisbewegungen der Weltkörper* (*De revolutionibus orbium caelestium* (1543), Übers. von C.L. Menzzer 1879, druckfehlerreicher Nachdruck: Akad. Verlagsgesellschaft, Leipzig 1939
- Kopernikus N., *Das neue Weltbild, drei Texte*, übers. u. hrsg. v. H.G. Zekl, Meiner, Hamburg 2006
- Lagrange J.-L., *Analytische Mechanik* (1788), Deutsche Übersetzung von H. Servus, Springer, Berlin 1887
- Laplace P.-S., *Celestial Mechanics* (1829-1839), N. Bowditchs englische Übersetzung und Kommentar der Bde 1-4 des fünfbändigen '*Traité de mécanique céleste*' (1799 - 1825),

- Nachdruck, Chelsea, Bronx (N.Y.) 1966
- Laplace P.-S., Exposition du système du monde (1796), Nachdruck der Ausgabe von 1835, Fayard, Tours 1984
- Maclaurin C., An Account of Sir Isaac Newton's Philosophical Discoveries, London 1748, Faksimile, Georg Olms, Hildesheim 1971
- Newton I., Über die Gravitation..., Übersetzung eines Newton-Manuskripts von G. Böhme, Klostermann, Frankfurt 1988
- Newton I., Philosophiae naturalis principia mathematica (1686)  
 Motte A., The Principia, englische Übersetzung der 3. Auflage, The Principia, London 1726; Nachdruck: New York 1995  
 LeSeur T. und Jacquier F., kommentierte Ausgabe der 3. Auflage der Principia, Genf 1739-42  
 Du Châtelet E., Principia, Principes mathématiques de la philosophie naturelle, französische Übersetzung der 3. Auflage mit Kommentaren und Zusätzen, Paris 1759; Neuauflage: Paris 2005  
 Wolfers J.Ph., Mathematische Prinzipien der Naturlehre, deutsche Übersetzung mit Kommentaren, Nachdruck der Auflage von 1872, Wiss. Buchgesellschaft, Darmstadt 1963
- Newton I., Opticks, Nachdruck, Dover, New York 1979
- Ostwalds Klassiker Band 162: G.W. Leibniz, Über die Analysis des Unendlichen, I. Newton, Abhandlung über die Quadratur der Kurven, Harri Deutsch, Thun 2001
- Plinius (d.Ä.), Die Naturgeschichte des Caius Plinius Secundus (Naturalis Historia), Übers. von M. Vogel, Marix-Verlag, Wiesbaden xxx
- Stevin S., De Thiende (1585; Dezimalbruchrechnung), Ostwalds Klassiker, Akad. Verlagsgesellschaft, Frankfurt a. M. 1965
- Voltaire, The elements of Sir Isaac Newton's philosophy, Übersetzung aus dem Französischen von J. Hanna, 1738; Nachdruck: London 1967

## **Geschichte**

- Baden Powell, History of Natural Philosophy, London 1834
- Bossut C., Versuch einer allgemeinen Geschichte der Mathematik, übers. aus dem Franz. von N.Th. Reimer, Hoffmann, Hamburg 1804
- Cajori F., A History of Mathematics, Macmillan, New York 1929
- Cardini F., Beonio-Brocchieri F., Universitäten im Mittelalter, Südwest, München 1991
- Dijksterhuis E.J., Die Mechanisierung des Weltbildes, Springer, Berlin 2002 (1983 bzw. 1950)
- Gericke H., Mathematik in Antike, Orient und Abendland, Marix Verlag, Wiesbaden 2005
- Guicciardini N., The development of Newtonian calculus in Britain 1700-1800, Cambridge University Press, Cambridge 1989
- Heath T., A History of Greek Mathematics, Dover, New York 1981 (1921)
- Hoppe E., Geschichte der Physik, Vieweg, Braunschweig 1926
- Hund F., Geschichte der physikalischen Begriffe, 2 Bde, B.I. Wissenschaftsverlag, Mannheim 1978
- Jammer M., Das Problem des Raumes, Wiss. Buchgesellschaft, Darmstadt 1960
- Jammer M., Der Begriff der Masse in der Physik, Wiss. Buchgesellschaft, Darmstadt 1964
- Jammer M., Concepts of Force, Dover Publications, Mineola (NY) 1999
- Kowalewski G., Große Mathematiker, Lehmanns Verlag, München 1939
- Lindberg D. C., The Beginnings of Western Science, Univ. of Chicago Press, Chicago 2007
- North J., Viewegs Geschichte der Astronomie und Kosmologie, Vieweg, Braunschweig 1997

Russell B., History of Western Philosophy, Routledge, 2008  
Russo L., The Forgotten Revolution, Springer, Berlin 2004  
Simony K., Kulturgeschichte der Physik, Harri Deutsch, Thun 1995  
Szabó I., Geschichte der mechanischen Prinzipien, Birkhäuser, Basel 1987  
Zeuthen H.G., Geschichte der Mathematik im 16. und 17. Jahrhundert, Teubner, Stuttgart 1966

### **Sekundärliteratur**

Blay M., La naissance de la mécanique analytique, Presses Universitaires de France, Vendôme 1992  
Chandrasekhar S., Newton's *Principia* for the Common Reader, Clarendon Press, Oxford 1995  
Costabel P., Pierre Varignon et la diffusion en France du calcul différentiel et intégral, Université de Paris 1965  
Fleckenstein J.O., Pierre Varignon und die mathematischen Wissenschaften im Zeitalter des Cartesianismus, Archives Internationales d'Histoire des Sciences, 5,76(1948)  
Guicciardini N., Reading the Principia, Cambridge University Press, Cambridge 1999  
Heath T.L., Apollonius of Perga Treatise on Conic Sections, Cambridge Univ. Press, Cambridge 1896; Nachdruck: Martino Publishing, Mansfield Centre 2009  
Heidelberger M. Und Sigrun Thiessen, Natur und Erfahrung, Rowohlt, Reinbeck bei Hamburg 1981  
Klein S., Da Vincis Vermächtnis, S. Fischer, Frankfurt/M. 2008  
Teichmann J., Wandel des Weltbildes, Rowohlt, Reinbeck bei Hamburg 1985  
Thiel R., Und es ward Licht, Rowohlt, Hamburg 1956  
Zeuthen H.G., Die Lehre von den Kegelschnitten im Altertum, Höst&Sohn, Kopenhagen 1886; Nachdruck Univ. of Michigan, Historical Reprint Series, Breinigsville 2009  
Wolfschmidt G. (Hrsg.), Nicolaus Copernikus Revolutionär wider Willen, Verlag für Geschichte der Naturwiss. u. der Technik, Stuttgart 1994

### **Biographien (Auswahl)**

Hermann A., Lexikon Geschichte der Physik, Aulis Verlag, Köln 1987  
Krafft F. Lexikon großer Naturwissenschaftler, fourierverlag, Wiesbaden 2003  
Fischer E.P., Leonardo, Heisenberg & Co., Piper, München 2000

R. Descartes: Sorell T., Descartes, Herder, Freiburg (ohne Jahreszahl)  
L. Euler: Thiele R., Leonhard Euler, Teubner, Leipzig 1982  
G. Galilei:  
    Drake S. Galileo at Work, University of Chicago Press, Chicago 1978  
    Müller A., Galileo Galilei und das kopernikanische Weltsystem, Herder, Freiburg 1909  
    Müller A., Der Galilei-Prozeß, Herder, Freiburg 1909

J. Kepler:  
    Bialas V., Johannes Kepler, Beck, München 2004  
    Müller A., Johann Kepler, der Gesetzgeber der neueren Astronomie, Herder, Freiburg 1903

N. Kopernikus:  
    Kesten H., Copernicus und seine Welt, Desch, München 1953  
    Lichtenberg G.C., Nikolaus Kopernikus, Gräfe und Unzer, Königsberg 1943

I. Newton:  
    H. Heuser, Der Physiker Gottes, Herder, Freiburg 2005



Wawilow S.I., Isaac Newton, Akademie Verlag, Berlin 1951

R. Westfall, *Never at Rest: A Biography of Isaac Newton*, Cambridge University Press  
1998

S. Stevin: J.T. Devreese & G. Vanden Berghe, 'Magic is No Magic' *The Wonderful World of  
Simon Stevin*, WITPRESS, Southampton 2008