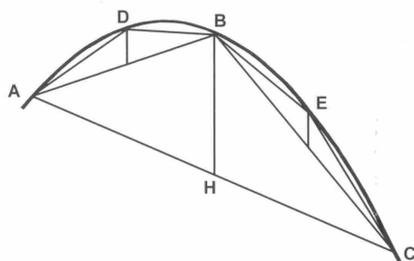
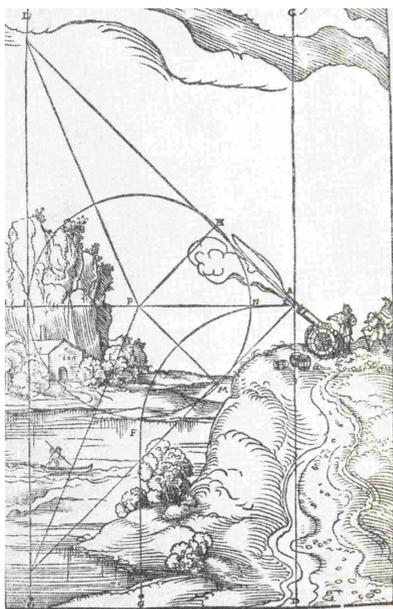


Analysis ist ein Gebiet, in dem mit Grenzwerten und veränderlichen Größen gearbeitet wird. Eine wesentliche historische Wurzel liegt in der Übernahme der antiken Lehre der Kegelschnitte (z. B. Ellipsen) und deren Einordnung in neue physikalische Zusammenhänge (Keplersche Gesetze der Planetenbewegung, heliozentrisches Weltsystem von Copernikus). Sie führte zur Infinitesimalmathematik durch Leibniz und Newton.



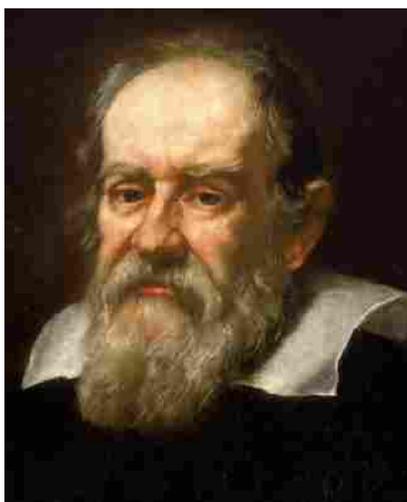
Ein frühes Beispiel der Berechnung der Fläche mit nicht gerader Begrenzung ist die **Parabelquadratur von Archimedes** (3. Jh. v. Chr.). [Wußing 2008] Quadratur ist die Verwandlung einer Fläche in ein flächengleiches Quadrat mit Zirkel und Lineal. Archimedes löste dies durch mechanische Erwägungen (gedankliche Wägung eines mit Masse behafteten Parabelsegments) und Methoden der reinen Geometrie. Dies führte letztlich zur Verwendung einer unendlichen geometrischen Reihe und lieferte einen korrekten Konvergenzbeweis - Quadratur als Vorstufe der Integralrechnung.



**Vorstellung der Flugbahn eines Geschosses**

[Wußing 2008]: Bahn zusammengesetzt aus Kreisbogenstücken und Geraden, nach Niccolo Tartaglia (1506 - 1559)

**Sir Isaac Newtons** (1642 - 1727) "Fluxionsrechnung" war geprägt von physikalischen Vorstellungen: Fluente = von der Zeit abhängige Variable, z. B. der Ort  $z$  eines Körpers; Fluxionen oder Wachstumsgeschwindigkeiten = Ableitung der Fluente  $\dot{z}$  nach der Zeit.



**Galileo Galilei** (1564 - 1642) fand das richtige Fallgesetz und erkannte, dass die Flugbahn beim schiefen Wurf eine Parabel ist.



Die Herausbildung infinitesimaler Methoden setzte genaueste Kenntnis der antiken Mathematik und der von Johannes Kepler (1571 - 1630), Bonaventura Cavalieri (1598 - 1647), Franciscus Vieta (1540 - 1603), René Descartes [Cartesius] (1596 - 1650) u.a. stammenden geometrischen und algebraischen Ansätze voraus. Kepler verwendete den Begriff des Unendlich-Kleinen in der Geometrie (Infinitesimalgeometrie, z. B. Keplersche Fassregel). Cavalieri, Schüler von Galilei, gelangte mit einer Methode der Volumenberechnung (Methode der Indivisiblen) zu Ergebnissen, die heute bekannten Integrationen von Potenzfunktionen entsprechen. Weitere wichtige Schritte zur Infinitesimalmathematik waren auch Arbeiten von Pierre de Fermat (1607 - 1665) und Blaise Pascal (1623 - 1662) zum Tangentenproblem.

Mit der Erfindung der Fluxionsrechnung durch Newton und der Entwicklung des Calculus durch Leibniz erreichte die Entwicklung infinitesimaler Methoden schließlich einen Höhepunkt.



**Gottfried Wilhelm Leibniz** (1646 - 1716) führt im "Calculus" Integralzeichen  $\int$  und Differentialzeichen  $d$  ein. [Wußing 2008]

Die Familie der Bernoullis hat in drei Generationen exzellente Mathematiker hervorgebracht: Durchbildung der infinitesimalen Methoden von Leibniz, Differentialgleichungen, Beginn der Variationsrechnung, Wahrscheinlichkeitsrechnung.



Jakob Bernoulli (1655 - 1705)



Johann Bernoulli (1667 - 1748)



Daniel Bernoulli (1700 - 1782)

**Leonhard Euler** (1707 - 1783), einer der produktivsten Mathematiker aller Zeiten, verfasste u.a. Lehrbücher der Differentialrechnung, der Variationsrechnung und der Integralrechnung. Damit wird die Infinitesimalmathematik zum Handwerkszeug der Mathematiker, Physiker, Astronomen und Ingenieure.

