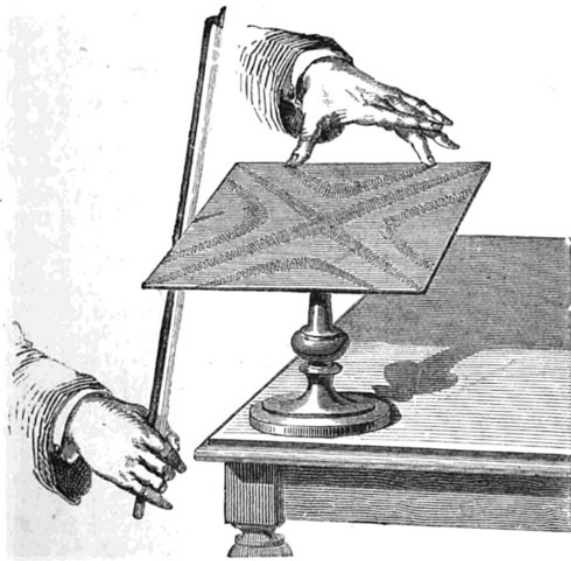




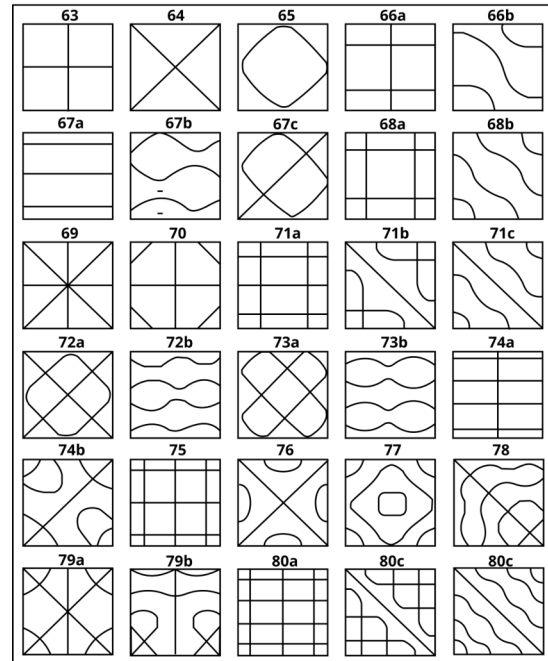
Ernst Florens Friedrich Chladni

(* [30. November 1756](#) in [Wittenberg](#); † [3. April 1827](#) in [Breslau](#))
war ein deutscher [Physiker](#) und [Astronom](#).

Er beschrieb 1787 die nach ihm benannten [Klangfiguren](#).

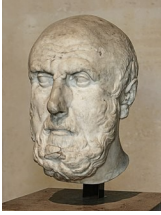


Chladni's Akustik



1797 führten weitere Forschungen zur Bestimmung der [Schallgeschwindigkeit](#) in festen Körpern und Gasen.

Bis in die Gegenwart werden seine Erkenntnisse beim Geigen- und Gitarrenbau, bei der Hochfrequenztechnik und der Konzertsaalarchitektur verwendet.



Chrysippos von Soloi

(* 281/276 v. Chr. in [Soloi](#) in [Kilikien](#); † 208/204 v. Chr. wahrscheinlich in [Athen](#))

Die berühmtesten Schüler von Chrysippos waren [Diogenes von Babylon](#) und [Zenon von Tarsos](#)

Logik

Als kleines Kernstück seiner Logik schuf er den Prototyp der zweiwertigen axiomatischen Aussagenlogik. Er definierte Aussagen als wahr oder falsch und grenzte sie von Fragen, Befehlen, Wünschen und anderen Nicht-Aussagen ab. Wesentliche logische Bausteine sind die Konjunktion *Und*, die Negation *Nicht*, das Konditional *Wenn* und die Alternation *Entweder ... Oder*.

Konjunktion

\wedge	0	1
0	0	0
1	0	1

Negation

	\neg
0	1
1	0

Konditional

\Rightarrow	0	1
0	1	1
1	0	1

Alternation

+	0	1
0	0	1
1	1	0

(In der Senkrechten die Werte für A, in der Waagrechten die Werte für B, mit $A \Rightarrow B$)

Dieses zweiwertige Modell bestimmt noch heute die klassische [Aussagenlogik](#). Mit ihm konnte Chrysipp durch Einsetzen der Wahrheitswerte die Gültigkeit seiner Axiome ermitteln, nämlich der *fünf Unbeweisbaren*, die er mit griechischen Ordinalzahlvariablen folgendermaßen formulierte:

Unbeweisbare Syllogismen Chrysipps ^[3]
Wenn das α' , das β' . Ferner das α' . Also das β' .
Wenn das α' , das β' . Ferner nicht das β' . Also nicht das α' .
Nicht zugleich das α' und das β' . Ferner das α' . Also nicht das β' .
Entweder das α' oder das β' . Ferner das α' . Also nicht das β' .
Entweder das α' oder das β' . Ferner nicht das α' . Also das β' .



Leonhard Euler

(* [15. April 1707](#) in [Basel](#); † 7. / [18. September 1783^{greg.}](#) in [Sankt Petersburg](#))

war ein [Schweizer Mathematiker](#), [Physiker](#), [Astronom](#), [Geograph](#), [Logiker](#) und [Ingenieur](#).

Er machte wichtige und weitreichende Entdeckungen in vielen Bereichen der Mathematik, beispielsweise der [Infinitesimalrechnung](#) und der [Graphentheorie](#). Gleichzeitig leistete Euler fundamentale Beiträge auf anderen Gebieten wie der [Topologie](#) und der [analytischen Zahlentheorie](#).

Schwingungs-Gleichungen

Mathematisches Modell [[Bearbeiten](#) | [Quelltext bearbeiten](#)]

Schwingende Platten lassen sich nach der [Kirchhoffschen Plattentheorie](#) mit einer [biharmonischen Schwingungsgleichung](#) beschreiben. Hierbei wird im Gegensatz zum [d'Alembert-Operator](#) der [Laplace-Operator](#) doppelt angewendet. Durch Zeitreduktion lassen sich die Eigenschwingungen oder Moden der Platte berechnen.

Im Folgenden ist die [partielle Differentialgleichung](#) der [freien Schwingung](#), also ohne Anregung, dargestellt:

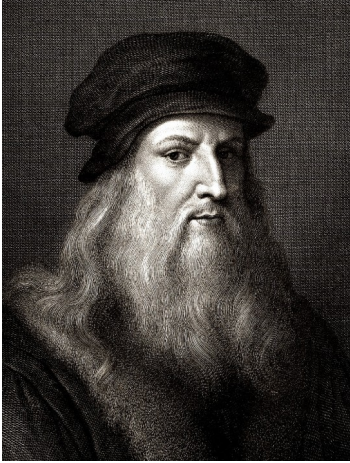
$$\Delta^2 u + \frac{\rho d}{D} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 0 \quad \rightarrow \quad \Delta^2 U - \frac{\rho d \omega^2}{D} U = 0$$

Hierbei ist

- ρ die [Materialdichte](#),
- ω die [Frequenz](#),
- d die [Dicke](#) der Platte,
- und D die [Biegefestigkeit](#) der Platte.

Da diese Differentialgleichung in Bezug auf eine physikalische Lösung noch nicht genügt, müssen die [Randbedingungen](#) richtig gewählt werden.

Eine Gleichung dieser Form hatte auch [Sophie Germain](#) vorgelegt, jedoch scheiterte sie daran, die richtigen [Randbedingungen](#) festzulegen.



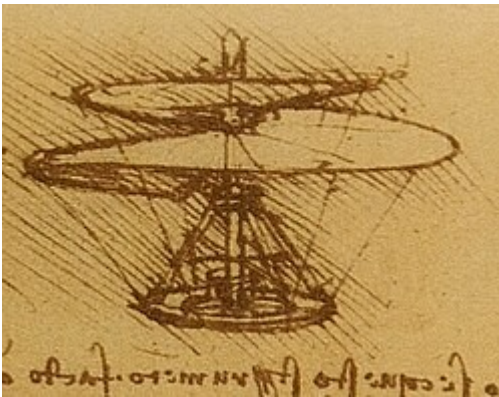
Leonardo da Vinci
(1452-1519)

war ein Pionier in der Erforschung von Schallwellen und führte einige der frühesten bekannten wissenschaftlichen Untersuchungen auf diesem Gebiet durch.

Seine Forschungen waren Teil seiner breiteren Bemühungen, Naturphänomene durch Beobachtung und Physik zu verstehen.

Beobachtung von Wellen: Er verglich die Ausbreitung von Schall mit der Ausbreitung von Wasserwellen, die durch einen Steinwurf entstehen, und erkannte die **wellenartige Natur des Schalls**.

Interdisziplinärer Ansatz: Wie bei seinen Studien zu Luftströmungen und Vögeln, setzte er bei der Akustik auf genaues Beobachten und experimentelle Physik.



Es lässt sich sagen, dass Leonardo da Vinci den Schall nicht nur intuitiv als Künstler verstand, sondern ihn als Naturphänomen betrachtete, das sich mathematisch beschreiben und beobachten lässt.



Isaac Newtons

* 25. Dezember 1642, † 20. März 1726

Newton ist der Verfasser des bekanntesten Physikbuches der Neuzeit, der Philosophiae Naturalis Principia Mathematica.

Hierin beschreibt er das nach ihm benannte Gravitationsgesetz und ergründet die Gravitation als wesentliche Eigenschaft aller Körper.

In Isaac Newtons

„Principia“ von 1687 wird die **Schallgeschwindigkeit in Luft mit 298 m/s** angegeben. Dieser Wert ist um etwa 15 % zu niedrig, was in erster Linie auf die fehlende Berücksichtigung der damals noch unbekanntenen Auswirkung der durch die Schalldruckschwankungen hervorgerufenen Temperaturschwankungen des Mediums zurückzuführen ist. Nach aktuellem Verständnis ist die Kompression und Ausdehnung der Schallwellen in der Luft ein adiabatischer Prozess und nicht isotherm. Dieser Fehler wurde durch Pierre-Simon Laplace korrigiert


Die von Isaac Newton entwickelte Formel zur Berechnung der Schallgeschwindigkeit basiert auf der Annahme, dass sich Schall isotherm (bei konstanter Temperatur) ausbreitet.

Newtons Formel lautet:

$$v = \sqrt{\frac{P}{\rho}}$$

v: Schallgeschwindigkeit (Velocity)

P: Druck des Mediums (Pressure)

ρ: Dichte des Mediums (Density) 

Abweichung: Diese Formel lieferte damals einen um etwa 15-16% zu niedrigen Wert für die Schallgeschwindigkeit in Luft (ca. 290 m/s statt der korrekten ~343 m/s).

Korrektur: Erst **Pierre-Simon Laplace korrigierte dies** später, indem er erkannte, dass die Ausbreitung adiabatisch (schnelle Kompression ohne Wärmeaustausch) erfolgt. Die korrigierte Formel lautet

$$v = \sqrt{k \frac{P}{\rho}}$$

wobei:

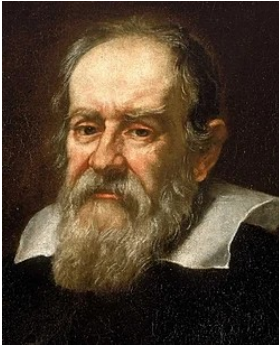
c Schallgeschwindigkeit

k Adiatatenexponent ist (für Luft ca. 1,4).

P Druck des Gases

p Dichte des Gases

ist.



Galileo Galilei

(* [15. Februar 1564](#) in [Pisa](#); † 8. Januar 1642 in [Arcetri](#) bei [Florenz](#))

war ein [italienischer Universalgelehrter](#), [Physiker](#), [Astrophysiker](#), [Mathematiker](#), [Ingenieur](#), [Astronom](#), Philosoph und [Kosmologe](#). Berühmt wurde er auch dadurch, dass die [katholische Kirche](#) ihn verurteilte, weil einige seiner Theorien ihrer damaligen Auslegung der [Bibel](#) widersprachen; **1992 [rehabilitierte sie ihn](#)**.

Galilei gilt als wesentlicher Begründer der modernen [Naturwissenschaften](#).

Galileis Verdienst im historischen Zusammenhang ist die Verbreitung und Anwendung dieser grundlegenden Methode aller Naturwissenschaften. Sie umfasst (mindestens) die folgenden Merkmale:]

Skepsis: die Verwerfung aller Argumente, die ausschließlich auf Tradition und Autorität beruhen; man müsse <die Wahrheit in der Natur suchen, nicht in Texten

Mathematisierung: uneingeschränkte Anwendung aller mathematischen Methoden beim Aufstellen und Belegen von Hypothesen

Abstraktion: bewusstes Einschränken oder Entfernen der quantitativen Abhängigkeiten, [Idealisieren](#) zu Modellen der Wirklichkeit; dadurch minimale qualitative und metaphysische Ursachenforschung

Zitat: "Die Neugier steht immer an erster Stelle eines Problems, das gelöst werden will."

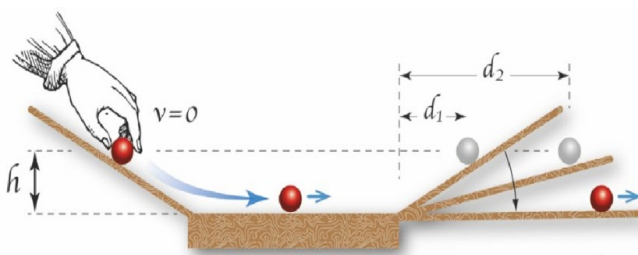
Und sie bewegt sich doch! (nach der Verhandlung bei der Inquisition (leise))

Galileis Vater [Vincenzo](#) war vorübergehend nach der Heirat mit Giulia Ammannati (Pisa, 1562) Tuchhändler, ansonsten aber Musiker, Komponist und Musiktheoretiker und hatte mathematische Kenntnisse und Interessen; er lebte ab den 1570er Jahren ständig in Florenz. Dort untersuchte er unter anderem den

Klang einer schwingenden [Saite](#) und entdeckte den quadratischen [Zusammenhang zwischen den Veränderungen von Spannung bzw. Länge der Saite](#), wenn die [Tonhöhe](#) sich um ein bestimmtes [Intervall](#) ändern soll.



Galileo Galilei auf der italienischen 2000-[Lire-Banknote](#)



[Experiment devised by Galileo to refute the thesis of the bodies'...](#)