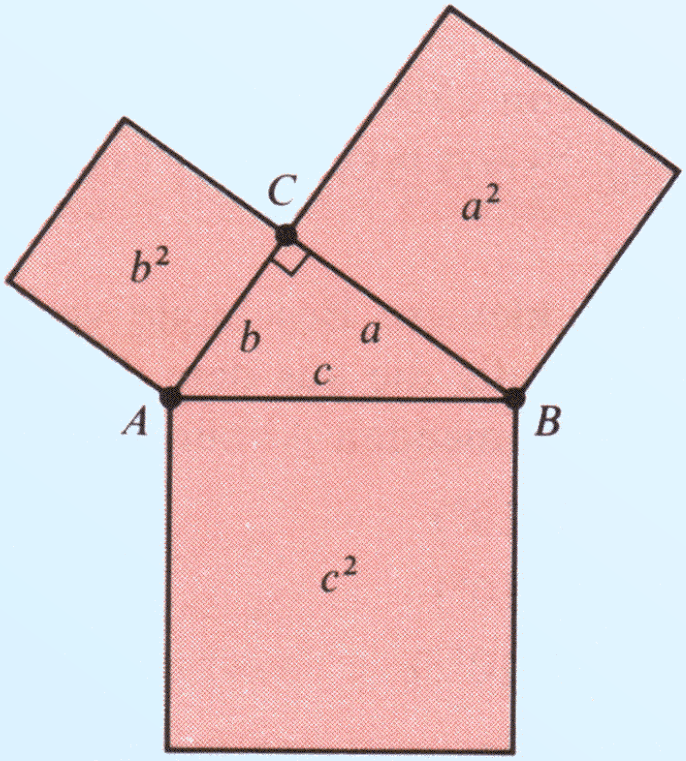
Satz des Pythagoras

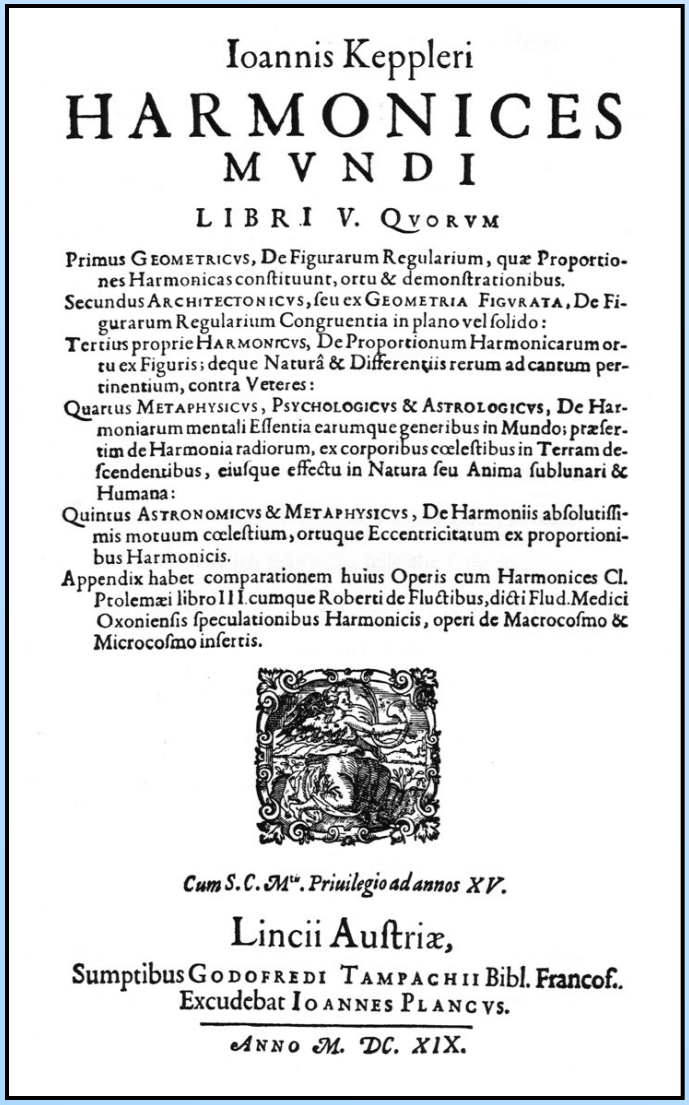


aus: Duden. Rechnen und Mathematik, H. Engerer et al. (Hgg.), Mannheim 1994, 512.

Pythagoras mit Monochord

Königsportal der Kathedrale von Chartres (12. Jh.)
aus: B. Münxelhaus, Pythagoras musicus, Bonn-Bad Godesberg 1976, Abb. 3.

Johannes Kepler



Ioannis Keppleri

HARMONICES MVNDI

LIBRI V. QVORVM

Primus GEOMETRICVS, De Figurarum Regularium, quæ Proportiones Harmonicas conſtituunt, ortu & demonſtrationibus.

Secundus ARCHITECTONICVS, ſeu ex GEOMETRIA FIGVRATA, De Figurarum Regularium Congruentia in plano vel ſolido:

Tertius proprie HARMONICVS, De Proportionum Harmonicarum ortu ex Figuris; deque Naturâ & Differentiis rerum ad cantum pertinentium, contra Veteres:

Quartus METAPHYSICVS, PSYCHOLOGICVS & ASTROLOGICVS, De Harmoniarum mentali Eſſentia earumque generibus in Mundo; præſertim de Harmonia radiorum, ex corporibus cœleſtibus in Terram deſcendentibus, eiuſque effectu in Natura ſeu Anima ſublunari & Humana:

Quintus ASTRONOMICVS & METAPHYSICVS, De Harmoniis abſolutiſſimis motuum cœleſtium, ortuque Eccentricitatum ex proportionibus Harmonicis.

Appendix habet comparationem huius Operis cum Harmonices Cl. Ptolemæi libro III. cumque Roberti de Fluctibus, dicti Flud. Medici Oxonienſis ſpeculationibus Harmonicis, operi de Macrocoſmo & Microcoſmo inſertis.

Cum S. C. M^tis. Priuilegio ad annos XV.

Lincii Auſtriæ,

Sumptibus GODOFREDI TAMPACHII Bibl. Francof.

Excudebat IOANNES PLANCVS.

ANNO M. DC. XIX.

Titelblatt von Harmonices mundi libri V, Linz 1619

aus: Johannes Kepler, Weltharmonik, M. Caspar (Hg.), München-Wien 1982

Sphärenharmonie

Sterne machen kosmische Musik

Der nächste von blossem Auge sichtbare Stern läutet wie eine riesige Glocke, so wie unsere Sonne. Das entdeckten Schweizer Astronomen.

Von **Barbara Vonarburg**

Während fünf Nächten richteten die Genfer Astronomen François Bouchy und Fabien Carrier ihr Teleskop von Chile aus immer auf das gleiche Objekt. Alpha Centauri ist mit gut vier Lichtjahren Entfernung der nächste von blossem Auge sichtbare Stern. Er steht im Sternbild Zentaur in der Milchstrasse am Südhimmel. Schon die alten Ägypter verehrten den leuchtenden Stern. Sein erstes Erscheinen in der Morgendämmerung zur Zeit der Tag-und-Nacht-Gleiche im Herbst war Orientierungspunkt am Horizont. Einige ägyptische Tempel aus dem 4. Jahrtausend vor Christus sind wahrscheinlich danach ausgerichtet worden.

Bereits ein kleines Teleskop zeigt, dass es sich bei Alpha Centauri um ein Doppelsternsystem mit den Komponenten A und B handelt. Bouchy und Carrier interessierten sich für Alpha Centauri A, einen Stern wie die Sonne, nur mit einem etwas grösseren Radius. Die Schweizer Astronomen waren für ihre Beobachtungen nach La Silla, dem Sitz der europäischen Südsternwarte Eso in den chilenischen Anden gereist. Hier hat das Genfer Observatorium ein eigenes Teleskop errichtet.

Bouchy und Carrier entdeckten, dass die Oberfläche des Sterns Alpha Centauri A periodisch schwingt. Sie bewegt sich in verschiedenen Rhythmen, wobei die stärkste Schwingung eine Periode von rund sieben Minuten hat. Das gleiche Phänomen wurde vor 40 Jahren bei der Sonne entdeckt. Die Sonne schwingt vorwiegend in einem Fünf-Minuten-Rhythmus. Erzeugt werden diese Pulse durch Schallwellen im Innern der Sonne. Die Sonnenmelodie bringt die Oberfläche zum Pochen. Forscher hatten schon lange vermutet, dass andere Sterne gleich wie die Sonne klingen, doch bisher war es niemandem gelungen, die Sternenmusik nachzuweisen.

Wie wenn Wasser kocht

Die Erklärung für das Phänomen: Im Innern der Sterne produzieren Kernreaktionen ungeheure Energiemengen, die in Form von Wärme nach aussen transportiert werden. In der so genannten Konvektionszone steigen Blasen des Sonnengases auf, und heftige Turbulenzen verursachen einen Krach, ähnlich wie kochendes Wasser zischt. Die Schallwellen werden an der Oberfläche des Sterns zurück ins Innere reflektiert. «Einige Wellen schwächen sich ab und verschwinden, andere geraten in Resonanz und verstärken sich», erklärt François Bouchy. Treffen diese Schallwellen auf die Oberfläche, bringen sie diese zum Vibrieren. «Die Sternoberfläche verformt sich periodisch, gleich wie die Haut eines Tamburins, sagt Bouchy. Der ganze Stern läutet wie eine riesige Glocke.

Allerdings können wir die Sternenmusik nicht direkt hören. Denn im leeren interstellaren Raum breiten sich keine Schallwellen aus. Aber auch vor Ort läge die Frequenz mit einigen Millihertz ausserhalb des hörbaren Bereichs von 40 bis 4000 Hertz. Dennoch liefern die beobachteten Schwingungen den Forschern wichtige Informationen. Die Schallwellen geben Auskunft über das Innere des Sterns, ähnlich wie man mit Hilfe von Erdbebenwellen Aufschluss über das Erdinnere gewinnen kann. Die Astronomen nennen die neue Methode Asteroseismologie. «Weil die Sterne die wesentlichen Bestandteile der Galaxien und des Universums sind, trägt die Asteroseismologie entscheidend zum Wissen über das Universum bei», sagt Bouchy.

Der Erfolg der Genfer Forscher überraschte die Fachwelt. «Niemand glaubte, dass derartige Beobachtungen vom Erdboden aus durchgeführt werden können», sagt Bouchy. Die Geschwindigkeit der beobachteten Schwingungen beträgt nur bis zu 35 Zentimeter pro Sekunde. Das heisst, dass sich die Sternenoberfläche nur rund 40 Meter auf und ab bewegt, dies bei einem Sternradius von 875 000 Kilometern. «Das ist wirklich eine sehr kleine Änderung und mit den heutigen astronomischen Instrumenten keineswegs leicht zu beobachten», sagt Richard West von der Europäischen Südsternwarte.

Konkurrenzkampf

Umso erstaunlicher ist, dass der Nachweis der Sternenmelodie mit einem kleinen Teleskop mit einem Spiegeldurchmesser von nur 1,2 Metern gelang. Doch Genfer Astronomen hatten mit diesem Instrument schon früher Furore gemacht, als sie zahlreiche bisher unbekannte Planeten ausserhalb unseres Sonnensystems entdeckten. Erfolgsgeheimnis des Genfer Teams ist ein leistungsstarker Spektrograf, der das Sternenlicht in seine Wellenlängen zerlegt. Damit können die Astronomen selbst kleinste Geschwindigkeitsänderungen auf der Sternoberfläche feststellen. Speziell entwickelte Computerprogramme analysieren die Daten automatisch und führen so rasch zu Resultaten.

Schon wenige Tage nach der letzten Beobachtungsnacht im Mai konnten Bouchy und Carrier die Arbeit mit ihren neuesten Ergebnissen bei der Fachzeitschrift «Astronomy & Astrophysics» einreichen. Sie beeilten sich, um der Konkurrenz zuvorzukommen. Denn die Genfer hatten erfahren, dass ein anderes Team den gleichen Stern beobachten wollte, und zwar mit dem neu gebauten europäischen 8-Meter-Riesenteleskop. «Wir wollten zeigen, dass es möglich ist, asteroseismische Resultate mit einem 1,2-Meter-Teleskop zu erhalten», sagt Bouchy, denn in diesem Gebiet sei es wichtig, die Leistungsfähigkeit eines Teleskops und eines Teams zu beweisen: «Deshalb haben wir Tag und Nacht gearbeitet.»

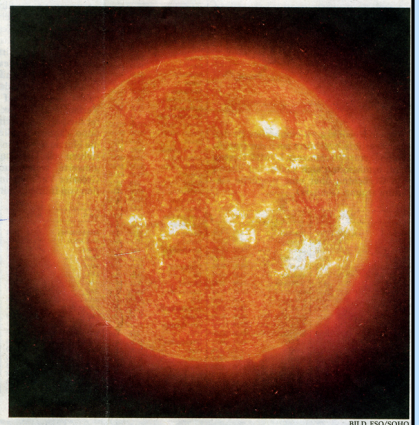


BILD ESO/SOHO

Turbulente Sonne: Brodelndes Gas erzeugt Schall in Sonne und Sternen.

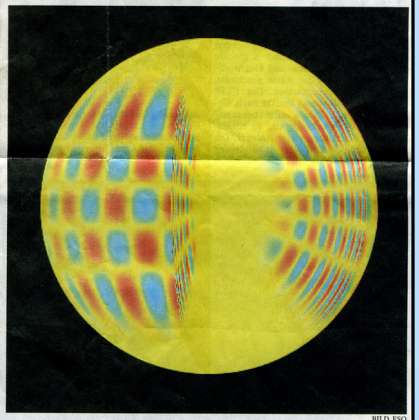


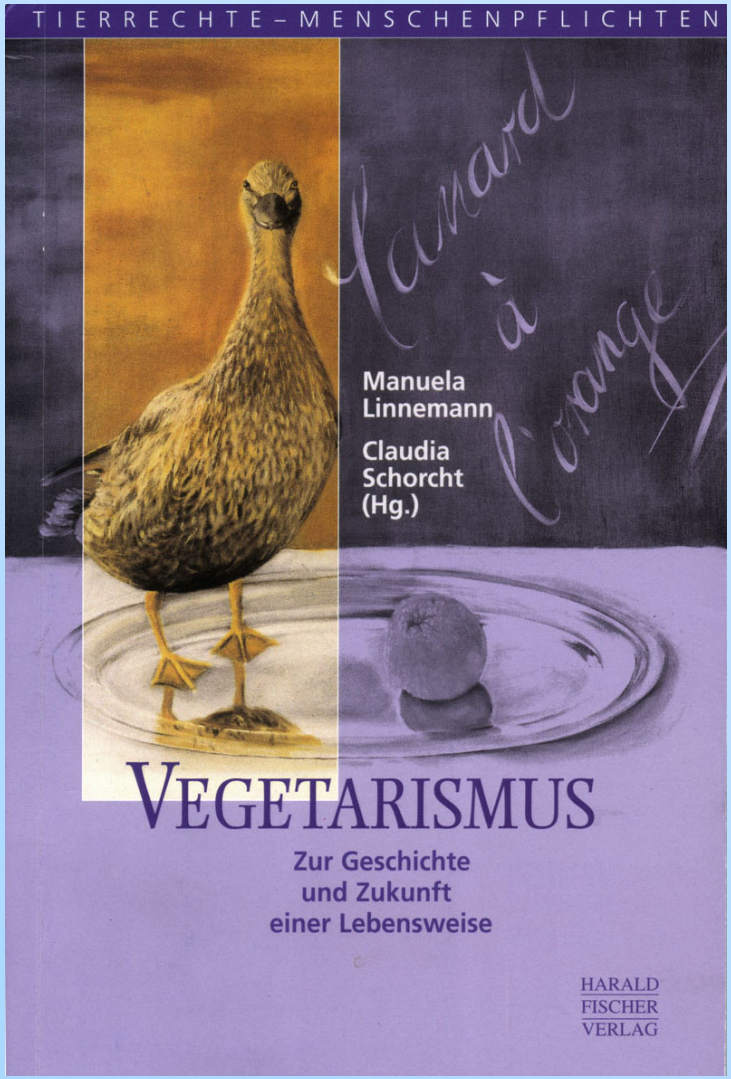
BILD ESO

Puls der Sterne: Schallwellen aus dem Innern bringen die Sternoberfläche zum Pochen. Blaue Stellen bewegen sich auf uns zu, rote von uns weg.

Artikel in:

Tages-Anzeiger vom Donnerstag, 5. Juli 2004, S. 38

Vegetarismus



Umschlag von:

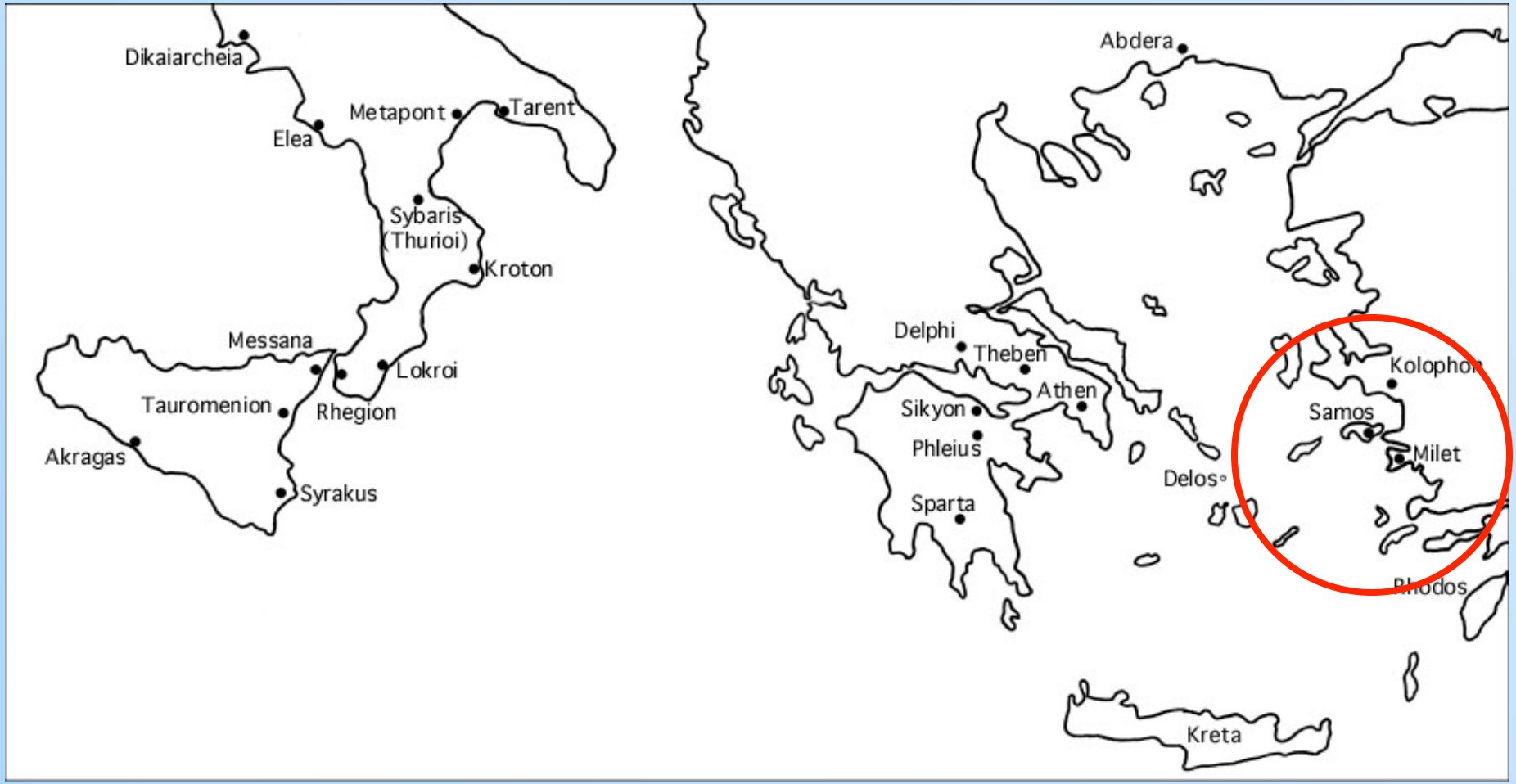
M. Linnemann / C. Schorcht (Hg.), Vegetarismus. Zur Geschichte und Zukunft einer Lebensweise, Erlangen 2001

Leben des Pythagoras

- ~ 570: Geburt des Pythagoras in Samos
- Reisen des Pythagoras, u.a. nach Ägypten
- ~ 530: Ankunft des Pythagoras in Kroton
- ~ 500: Auswanderung nach Metapont
- ~ 480: Tod des Pythagoras

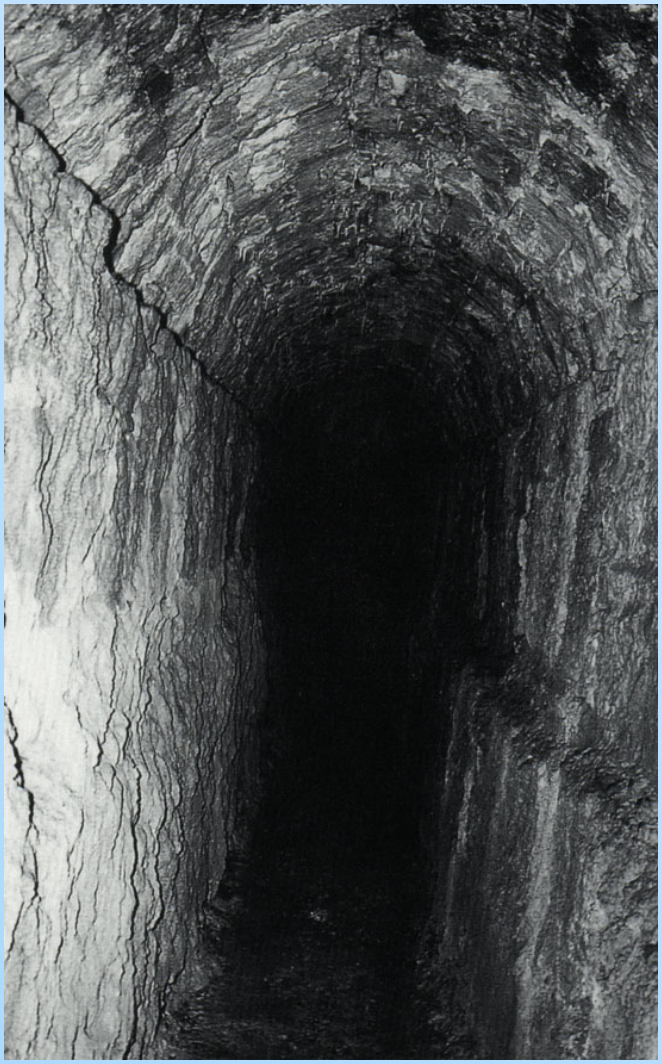
- 6. Jh.: Milesische Naturphilosophen: Thales, Anaximander, Anaximenes
- ~ 580-475: Xenophanes von Kolophon
- ~ 550: Bau des Eupalinos-Tunnels in Samos
- Empedokles von Akragas (~ 494-434)

Der Mittelmeerraum im 6. Jh.



Kleinasien

Tunnel des Eupalinos



aus: H.J. Kienast, Die Wasserleitung des Eupalinos auf Samos (Samos 19), Bonn 1995, Tafel 32.3.

Olympiasieger

Vasenbruchstück mit Wagenlenker aus dem Museum in Kroton (2. Hälfte 6. Jh. v. Chr.)

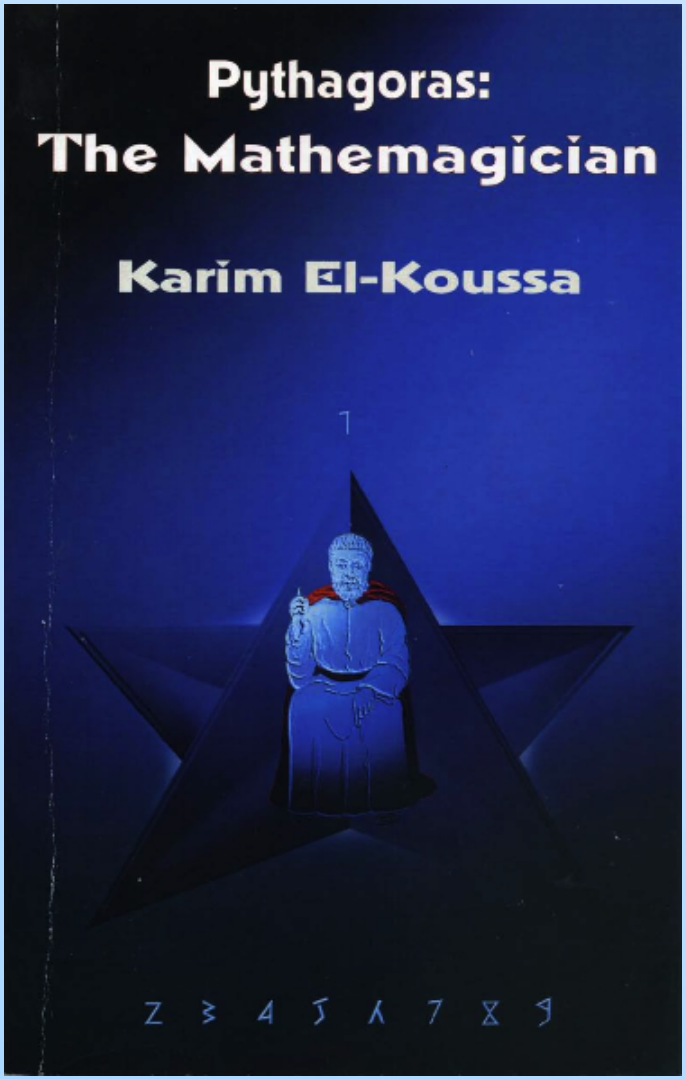
Capo Colonna (Kroton)

Leben des Pythagoras

- ~ 570: Geburt des Pythagoras in Samos
- Reisen des Pythagoras, u.a. nach Ägypten
- ~ 530: Ankunft des Pythagoras in Kroton
- ~ 500: Auswanderung nach Metapont
- ~ 480: Tod des Pythagoras

- 6. Jh.: Milesische Naturphilosophen: Thales, Anaximander, Anaximenes
- ~ 580-475: Xenophanes von Kolophon
- ~ 550: Bau des Eupalinos-Tunnels in Samos
- Empedokles von Akragas (~ 494-434)

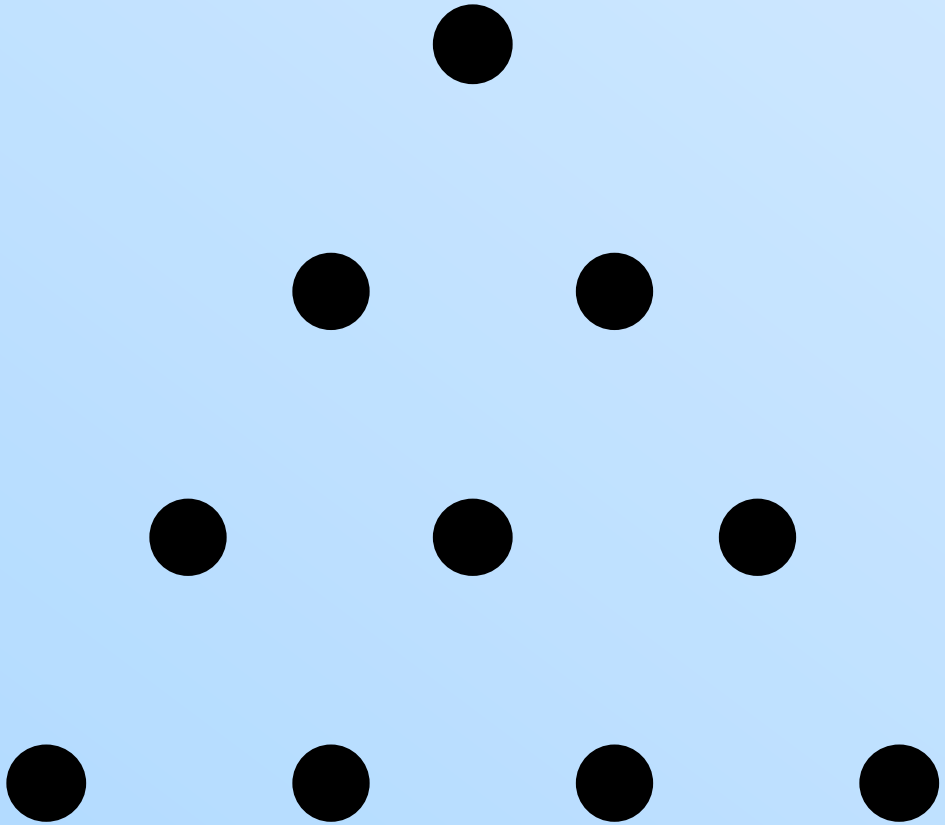
‘Mathe-magie’



Umschlag von:

K. El-Koussa, Pythagoras:
The Mathemagician, Cassville, NJ
2005

“Vollkommenes Dreieck”



Sirene

Vasenbruchstück mit Sirene aus dem Museum in Kroton (2. Hälfte 6. Jh. v. Chr.)

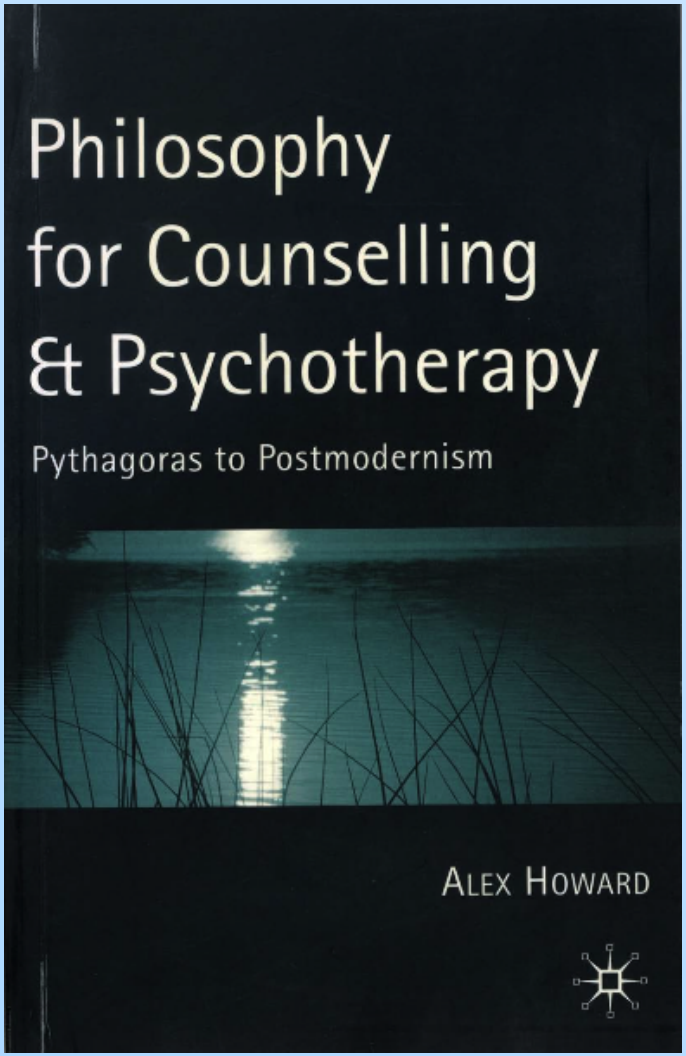
Heratempel in Metapont

Mitte 6. Jh. v. Chr.

Münze mit Kopf des Pythagoras

Kopf des Pythagoras auf der Silbermünze von Abdera (430/25 v. Chr.) (Sammlung Gulbenkian, Lissabon)

Consulting & Therapie



Umschlag von:

A. Howard, Philosophy for Counselling & Psychotherapy. Pythagoras to Postmodernism, Basingstoke / New York 2000

Informatisierte & digitalisierte Welt

Giochi e intelligenza

DAL POKER ALLA VITA
Dalla formula matematica per calcolare gli outs (le carte che possono migliorare la mano) e vincere al poker a quella per il corteggiamento perfetto, passando per il quoziente di intelligenza e il corpo perfetto. Tutto è sottoposto al calcolo

La tecnologia

IL SUCCESSO DI GOOGLE
Dal bancomat al navigatore satellitare, tutte le applicazioni pratiche sono codificate attraverso numeri binari. Ma la formula perfetta è quella di Google, la società che è riuscita a costruire l'algoritmo di ricerca migliore sul web, superando i competitori

L'analisi

Benvenuti nell'universo che Pitagora sognò per noi

Non bisogna temere una "disumanizzazione" della società ridotta a puro calcolo La matematica, piuttosto, ci aiuta a conoscere la complessità delle cose

PIERGIORGIO ODIFREDDI

Un famoso articolo del 1960 del premio Nobel per la fisica Eugene Wigner si intitolava *L'irragionevole efficacia della matematica nelle scienze naturali*: un'espressione che è poi diventata proverbiale, per descrivere il ruolo della matematizzazione delle scienze. Oggi si potrebbe aggiornarla aggiungendo alla matematica classica, di cui parlava appunto Wigner, anche l'informatica. Che altro non studia, se non la teoria e le applicazioni della matematica computazionale, o algoritmica: due aggettivi che stanno anch'essi diventando proverbiali, per descrivere il ruolo della digitalizzazione delle scienze, e di riflesso anche della nostra vita.

Dai dati del Bancomat alle conversazioni col cellulare, dalla musica dei compact disk ai film dei Dvd, dal navigatore satellitare alle macchine fotografiche digitali, oggi tutta l'informazione è codificata attraverso numeri binari, ed elaborata attraverso algoritmi. E il cerchio aperto dai Pitagorici si è finalmente chiuso: sarebbe difficile, infatti, trovare una realizzazione più efficace e sostanziosa del loro motto «tutto è numero», di quanto non sia la nostra società informatizzata e digitalizzata.

Questo cambiamento è stato repentino. Benché sembrino secoli da quando usavamo ancora telefoni a filo, dischi di vinile, nastri magnetici o pellicole di celluloide, non sono passati che un paio di decenni, e molti di noi sono cresciuti con quelle anticaglie. E' proprio la rapidità del cambiamento a produrre una sensazione di disagio: sarà veramente possibile ridurre tutto a numeri e algoritmi? O non faremo invece la fine dei Pitagorici, appunto, che un giorno si svegliarono e dovettero far fronte alla scandalosa scoperta dell'irrazionale? Uno scandalo che è ancor oggi testimoniato dal significato metaforico che questa parola ha assunto, ben oltre il suo significato tecnico di «quantità non esprimibile mediante un rapporto fra numeri interi».

Chi si preoccupa, avanza in genere due tipi di obiezioni. Primo, che la complessità del reale non si può comprimere all'interno di una formula o di un algoritmo. Secondo, che se anche si potesse, le descrizioni tecniche toglierebbero la poesia al creato. Benché entrambe le obiezioni si applichino alle problematiche sollevate dall'informatica, esse riguardano in realtà l'intera impresa scientifica, e codificano sostanzialmente i sentimenti dei filosofi e dei letterati

Per quanto riguarda la seconda obiezione, la sollevò già William Blake nella poesia *Jerusalem*, prendendosela con Newton perché la sua scienza «nega all'uomo una consapevolezza e la Comunione dei Santi e degli Angeli, disprezza la visione e la fruizione divina, adorando il Deus dei pagani, il Dio di questo mondo e la dea Natura, il mistero, Babilonia la grande, il Dragone druido e la nascosta Prostituta». Che dire? Certo, a chi scrive e pensa così confusamente, la precisione delle formule matematiche suonerà come una sinfonia alle orecchie di un sordo.

Un altro premio Nobel per la fisica, Richard Feynman, rispose comunque all'obiezione poetica, dicendo che semmai la descrizione scientifica *aggiunge* consapevolezza alla descrizione letteraria, ma non le *toglie* nulla: a meno che si pensi che la letteratura sia incompatibile con la conoscenza, essendo soltanto invenzione e illusione. In fondo, non si vede perché dovremmo apprezzare meno un fiore o una persona, solo perché li conosciamo meglio!

La prima obiezione è più interessante, ma anacronistica. A priori è infatti difficile sapere se sia più proficuo, per la conoscenza, procedere dal basso, per accrescimento e mediante piccole formule precise, come fa la scienza. O pretendere di arrivare subito in alto, elaborando in un colpo solo un grande sistema, come ha fatto la filosofia. A posteriori, però, i fatti hanno dimostrato che la scienza va in una direzione precisa, per approssimazioni successive, mentre i sistemi filosofici si sono limitati a scalzarsi l'uno con l'altro, ironicamente, anch'essi in successione.

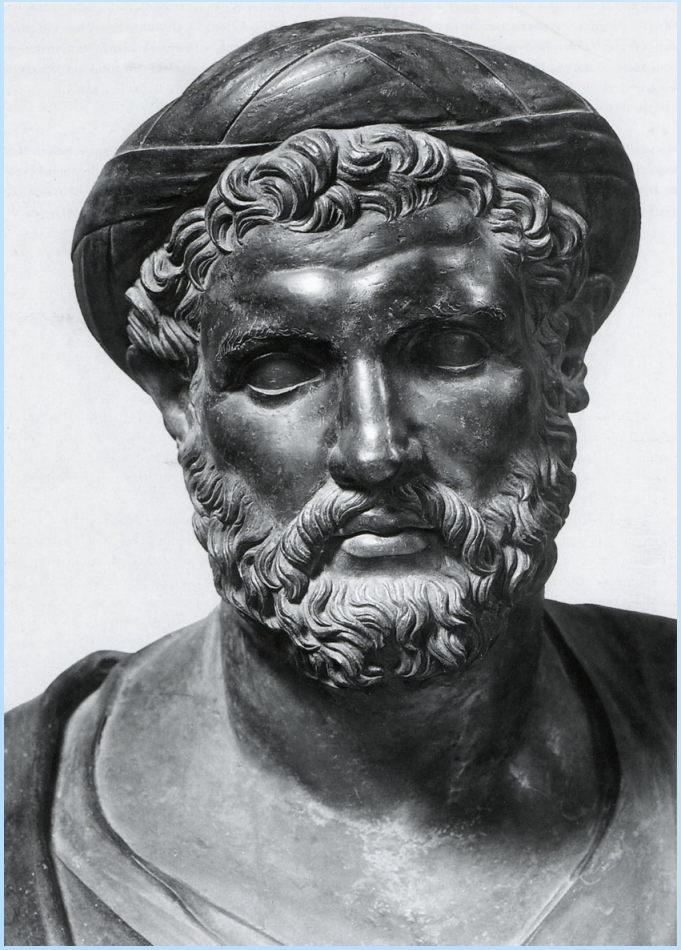
E' ovvio che le leggi di Newton erano solo un primo passo, ma a quelli se ne sono aggiunti molti. E oggi, una formula dietro l'altra, siamo passati dal calcolo delle orbite dei pianeti alle simulazioni del tempo atmosferico, una volta dominio esclusivo dei poeti. E domani, si può facilmente prevedere, passeremo dai modelli della teoria dei giochi alla descrizione matematica del comportamento umano. E potremo finalmente realizzare il sogno di Leibniz: porti di fronte a una situazione della vita, non rivolgerci al prete o allo psicanalista per un consiglio (non) gratuito, ma semplicemente *calcolare*!

© RIPRODUZIONE RISERVATA

Artikel in:

Repubblica vom Samstag, 27. März 2010, S. 43

Bronzebüste des Pythagoras (?)



Neapel, Nationalmuseum; aus der Villa dei Papiri in Herculaneum (Bronzeabguss nach einer Statue um 360–350 v. Chr.); aus: K. Schefold, Die Bildnisse der antiken Dichter, Redner und Denker, Basel 1997, 153.