

Die drei Hauptfragmente des Mechanismus sind in der Athener Bronze-Sammlung des Nationalen Archäologischen Museums ausgestellt; die restlichen 79 kleineren Bruchstücke befinden sich im Museumsdepot derselben Sammlung.

um „den ersten Computer“ seit Menschengedenken.

astronomische und kalendrische Rechenmaschine handelt, haben ergeben, dass es sich hier um die bisher älteste bekannte mehr als hundert Jahren anhaltenden Untersuchungen verschiedener solcher Instrumente. Die nun seit bereits Navigationsgerät oder sogar als eine Kombination als Astrolabium oder als Planetarium – oder auch als ist er gedeutet worden als astronomisches Gerät – gelegentlich von Antikythera“ bezeichnet. Seit seiner Entdeckung Dieser besondere Gegenstand wird nun als der „Mechanismus aus der Zeit 150 – 100 v. Chr. stammen.

zahlreichen Zahnrädern, Skalen und Aufschriften, welche den herrlichen Funden befindet sich ein Gegenstand mit (Statuen, Münzen) bis vor das 2. Jh. v. Chr. reich; unter während der Ursprung eines Großteils des kostbaren Ladeguts Der Schiffsuntergang wird auf zirka 80 – 60 v. Chr. datiert, von bis dahin ungesehenen Ausmaß.

eine archäologische Unterwasser-Expedition

Unterstützung der griechischen königlichen Marine Staat unter Mitwirkung derselben Taucher und mit Schiffe. Wenige Monate danach verlassene der griechische kleinen Insel Antikythera das Wrack eines altrömischen Taucher bei der Suche nach Schwämmen nahe der Küste der Am Osterdienstag des Jahres 1900 entdeckten griechische

Was ist der Mechanismus von Antikythera?

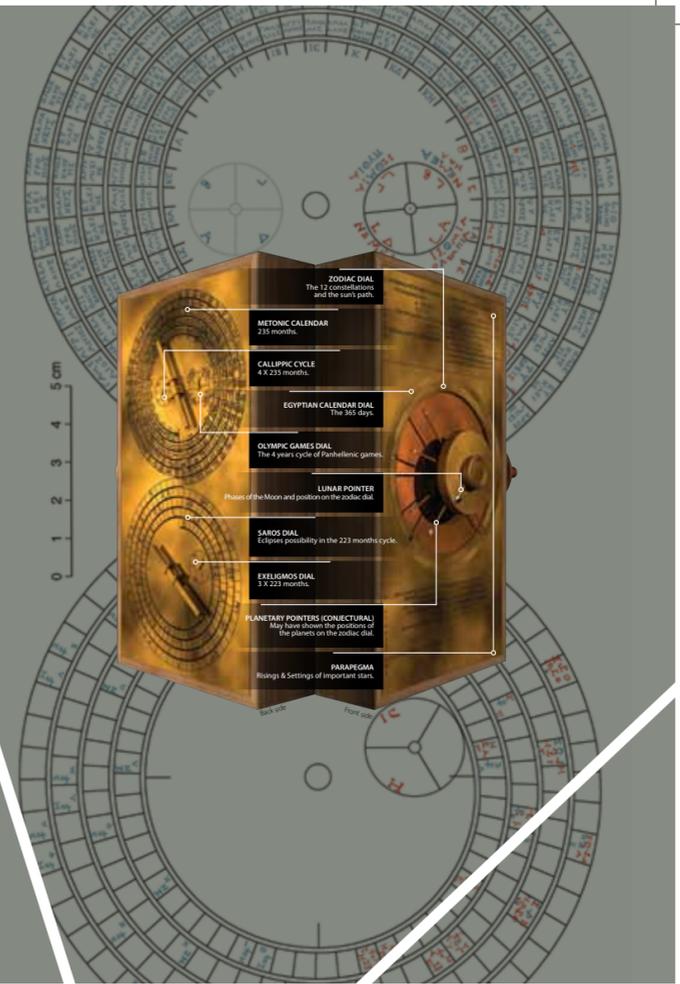


LO

Was ist ein „astronomischer und kalendarischer Computer“?

Die Position von Himmelskörpern vorherzusagen zu können war von jeher ein wichtiges Anliegen im gesellschaftlichen Zusammenleben des Menschen. Sind Datum und Ort vorgegeben, vermag ein moderner Computer die Position und Phasen des Mondes und der sichtbaren Gestirne, die Sonnen- und Mondfinsternisse zu berechnen. Ebenso leicht bewältigt er komplexe Umrechnungen zwischen den verschiedenen Kalenderarten, die seit der Antike zur Verwendung kamen.

Einige dieser Berechnungen können mit Hilfe von mechanischen Vorrichtungen (Getriebe, Achsen und Zeiger) durchgeführt werden, wenn auch nicht mit derselben Präzision oder Schnelligkeit. Beispiele hierfür sind das Astrolabium (um die Uhrzeit des Auf- und Untergangs von Sternen zu berechnen), die komplexe astronomische Uhr (welche neben dieser Zeitangabe auch weitere astronomische Erscheinungen anzeigt), das Tellurium (ein Modell, das Sonne, Erde und Mond zeigt), das Planetarium, usf.



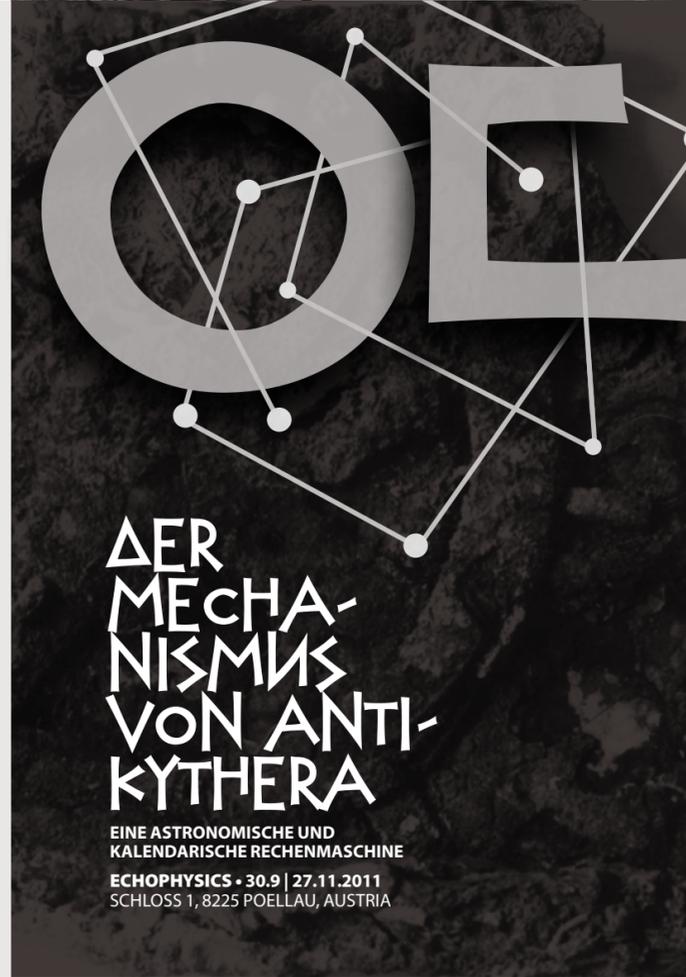
02

03

Warum der Mechanismus eine astronomische Rechenmaschine ist

Seit seiner Auffindung war aufgefallen, dass die mechanischen Bestandteile des Mechanismus mit Bruchstücken von Aufschriften vermischt waren, die astronomische Ausdrücke wie „von der Sonne“, „Strahl“, „Venus“ erkennen ließen. Die Ähnlichkeit dieser mechanischen Elemente mit Objekten aus wesentlich späteren Epochen war offensichtlich.

Durch eine verbesserte Säuberung der Bruchstücke wurden weitere Aufschriften freigelegt, darunter auch Zahlen, welche zu bekannten astronomischen Zyklen einen Bezug herstellten, z.B. Zahlzeichen in milesischer Zählweise wie „Iota Theta“ für die „19“ Jahre des metonischen Mondzyklus oder wie „Sigma Kappa Gamma“ für die Dauer der „223“ synodischen Monate einer Saros-Periode bis zu einer nächsten ähnlichen Mondfinsternis. Bei diesem Fund handelte es sich offenbar um ein großartiges, hoch entwickeltes astronomisches Gerät.



DER MECHANISMUS VON ANTIKYTHERA

EINE ASTRONOMISCHE UND KALENDARISCHE RECHENMASCHINE
ECHOPHYSICS · 30.9 | 27.11.2011
SCHLOSS 1, 8225 POELLAU, AUSTRIA



DER MECHANISMUS VON ANTIKYTHERA
EINE ASTRONOMISCHE UND KALENDARISCHE RECHENMASCHINE

Hephaestus
Hellenic Philosophy, History and Environmental Science Teaching Under Scrutiny



DESIGN

Wer erforschte den Mechanismus und weshalb erneute Untersuchungen erforderlich wurden

04

Bereits in der ersten Veröffentlichung aus Mai 1902 über die im Schiffswrack von Antikythera gemachten Entdeckungen wird die „seltsame bronzene Maschine“, die möglicherweise einer astronomischen Verwendung zugeordnet gewesen sei, angeführt. In nachfolgenden Veröffentlichungen wird der Fund als „Astrolabium“ erwähnt, während andere Meinungen eher für ein komplexeres Gerät, wie es etwa ein Planetarium ist, eintreten.

Die Debatte geht weiter bis in die 1970er Jahre und zu den ersten Untersuchungen mit Röntgenstrahlen, aus denen man übereinstimmend schließt, dass Natur und Zweck des Gegenstands erklärt werden kann als mechanisches Rechengerät, welches kalendrische Angaben liefert und die entsprechenden astronomischen Ereignisse anzeigt. Jedoch bleibt die Diskussion verschiedener Theorien zu der Funktionsweise aufrecht, und die entzifferten Beschriftungen sind spärlich und unvollständig.

In der Folge genehmigt das Nationale Archäologische Museum weitere Untersuchungen: ab 1990 mit linearer Tomographie, dann, ab 2005, mit Hilfe von weiterentwickelten analytischen Verfahren der Oberflächenabbildung und der Tomographie. Das letztere interdisziplinäre Forschungsprojekt dauert noch an.



05

Aus welchen Teilen der Mechanismus besteht, und was an diesem angezeigt wird

Il Meccanismo è costituito da scale, quadranti, assi, puntatori e iscrizioni su molti dei suoi piani, tra i quali il fronte e il retro. Come indovinato dagli epigrafisti dei primi anni del 20° secolo, queste iscrizioni sono qualcosa di simile a un "manuale di istruzioni".

L'inserire queste iscrizioni nel contesto dell'astronomia antica, in congiunzione con l'esame delle restanti parti meccaniche (ingranaggi, assi, scale, quadranti, ecc.), consente ai ricercatori di poter credere alle funzioni calendariali e astronomiche di gran parte del dispositivo che è sopravvissuto.

Ma una parte importante del Meccanismo non è stata ritrovata e quindi la ricerca su alcune delle sue funzioni si basa in larga misura sull'interpretazione delle iscrizioni.

Wie funktioniert der Mechanismus?

Das Drehen an einem Kurbelgriff bewegt alle Zeiger gleichzeitig durch die sie verbindenden Zahnräder und Achsen. Durch Auswählen eines Datums an der vorderen 365-Tage-Einstellscheibe (die Einstellung eines zusätzlichen Schalttages alle vier Jahre ist möglich) können die den Himmelskörpern entsprechenden Informationen jeweils an den anderen Anzeigen abgelesen werden. Umgekehrt kann man auch ein astronomisches Ereignis einstellen und dann das Datum ablesen, wann es stattfinden wird (oder bereits in der Vergangenheit stattgefunden hat).

So kann der Anwender unmittelbar überprüfen, wie Sonnen- und Mondkalender miteinander zusammenhängen, welche Position und Phase der Mond einnimmt, welche Finsternisse an welchen Tagen eines ausgewählten Monats stattfinden. Seine bemerkenswerteste Funktionsweise besteht jedoch darin, dass der Antikythera-Mechanismus die ungleichmäßige Mondbewegung anzeigt, was durch einen aussergewöhnlichen Planetenradsatz bewerkstelligt wird.

06

Ist dieser Mechanismus einzigartig (ohne Vorläufer- oder Nachfolgemodelle)?

07

Wiederholt ist man auf antike Textstellen gestoßen, welche auf ähnliche Mechanismen Bezug nehmen, aber keine dieser Vorrichtungen entspricht exakt unserem Wissensstand zu der speziellen vorliegenden Ausführung. Es kann mit nahezu Sicherheit gesagt werden, dass in der Antike viele ähnliche Mechanismen konstruiert worden waren, doch blieben keine davon erhalten, da deren Bestandteile für den Einbau in andere Objekte weiterverwendet wurden.

In Schriften von Cicero (Ende 2. Jh. bis Anfang 1. Jh. v. Chr.), Vitruv (1. Jh. v. Chr.) und Heron (1. Jh. v. Chr. bis 1. Jh. n. Chr.), also nachdem der Mechanismus bereits konstruiert war, wird ausführlich über Getriebevorrichtungen berichtet, aber auch über Planetarien. Auffallend ist, wie sehr die von Heron zur Beschreibung verwendeten Ausdrücke mit einigen aus der „Betriebsanleitung“ des Mechanismus übereinstimmen.

Zum geschätzten Entstehungszeitpunkt des Mechanismus, der zweiten Hälfte des 2. Jh. v. Chr., zählten das Schneiden von Zahnrädern und deren Einsatz für die variable Vorgabe von Umlaufverhältnissen bereits seit mindestens einem Jahrhundert zu den damals bekannten Techniken. Nach dem Antikythera Mechanismus dauerte es bis zum 14. Jh., bis ein nächstes astronomisches Gerät mit ähnlich komplexen Übersetzungsgetrieben geschaffen wurde: ein Planetarium, das berühmte „Astrarium“, erbaut von Giovanni de Dondi (1318 – 1389). In der Folge wurden im westlichen Europa laufend Planetarien von zunehmender Präzision konstruiert, die der astronomischen Anwendung dienten, aber auch das Ansehen ihrer Besitzer stärkten. Obwohl ein Beweis hierfür aussteht, kann angenommen werden, dass diese Tradition, wie aus vergleichbaren Fällen bekannt, durch ungenannt gebliebene Handwerker überliefert wurde,

Wann, wo und von wem wurde der Mechanismus erbaut?

Es wird angenommen, dass der Mechanismus im Rahmen der Tradition der „sphairopoia“ – die Fertigkeit, sphärische Konstruktionen für die Darstellung der Planetenbewegungen herzustellen, die sich möglicherweise auf Anstoss von Archimedes (287 – 212 v. Chr.) entwickelt hatte – während der zweiten Hälfte des 2. Jh. v. Chr. produziert wurde. Beginnend mit Apollonius von Perga (3. – 2. Jh. v. Chr.), Hipparchos von Nicäa (2. Jh. v. Chr.) und deren Zeitgenossen, war die Theorie der Astronomie damals bereits so weit entwickelt, dass es durchaus möglich war, einen Mechanismus zu entwerfen, der sowohl den Bahnen der „Wandelsterne“ (der Planeten) als auch des Mondes ungleichmäßigem Durchlaufen seiner Bahn (die „Große Ungleichheit“ oder „erste Anomalie“) Rechnung tragen würde.

Poseidonios von Rhodos (135 – 51 v. Chr.) wurde als möglicher Entwickler des Mechanismus in Betracht gezogen. Sowohl Hipparchos als auch Poseidonios waren auf Rhodos tätig, was diese Insel als möglichen Entstehungsort gelten lässt. Ein beträchtlicher Anteil der Schiffsladung von Antikythera deutet auf die gleiche Region hin. Jedoch weisen der Meton-Zyklus und die Monatsbezeichnungen auf einen Ursprung im achaischen Korinth selbst oder in einer seiner Ansiedlungen hin, wie es das von den Sikulern gegründete Tauromenium (heute: Taormina) war. Könnte es sein, dass uns hier eine Tradition, die mit Archimedes ihren Anfang nahm, erhalten blieb – nämlich, sphärische Konstruktionen zu fertigen, die, versehen mit den Angaben zu Epizykel oder punctum aequans (sog. „Ausgleichspunkt“), die wechselnden scheinbaren Geschwindigkeiten der Himmelskörper zu erklären vermochten?

08

Ingranaggi e rapporti di rotazione

Se una ruota dentata da 100 denti ingrana con una da 50 denti, la seconda ruoterà con la metà del periodo, cioè due volte più velocemente: quando l'ingranaggio più grande ha girato una volta, il piccolo ha girato due volte in senso opposto. Con la combinazione appropriata di ingranaggi, i rapporti possono essere moltiplicati e divisi per calcolare i periodi astronomici. Il numero dei denti degli ingranaggi del Meccanismo è il risultato di calcoli derivanti dal ciclo metonico (19 anni, 235 mesi lunari) e da quello di Saros (18,03 anni, 223 mesi lunari), nonché dalla teoria per il moto apparente variabile della Luna.

Il moto della Luna

La ruota dentata che dà l'input a due ingranaggi epicicloidali è dotata di un perno che scorre in una fessura sul dispositivo di uscita. I due ingranaggi ruotano su assi leggermente diversi, separati da una distanza di circa 1 mm. Il risultato è una variazione da più lenta a più veloce (e viceversa), della velocità di rotazione dell'ingranaggio di uscita, mentre l'ingranaggio di entrata ruota a velocità costante. Questo meccanismo è esattamente ciò che è necessario per mostrare la variazione osservabile del moto della Luna, secondo la teoria attribuita a Ipparco.

Il ciclo metonico, i cicli di Saros e di Exeligmos

Il ciclo metonico

Il ciclo della Luna da una Luna nuova alla successiva si chiama mese lunare. Il problema per i calendari è che un anno non è un numero intero di mesi lunari. Il ciclo metonico – dal nome dell'astronomo ateniese Metone di Atene – affronta questo problema utilizzando la coincidenza tra 235 mesi lunari e 19 anni. Metone introdusse un calendario basato su questo ciclo, che partiva dall'equinozio di primavera del 432 BCE. Le prove raccolte tramite tomografia computerizzata mostrano che il quadrante superiore posteriore è suddiviso in 235 sezioni, ciascuna corrispondente a un mese lunare. Questo è il periodo metonico. All'interno di questo quadrante c'è un quadrante secondario, con l'unico ciclo del dispositivo che non ha alcun significato astronomico: il ciclo di Olimpia, un calendario di quattro anni con un grande significato sociale. Il numero 76 sulle iscrizioni indica inoltre che ci dovrebbe essere anche un quadrante Callippico, che è tentativamente messo qui nella parte sinistra del quadrante metonico.

Il Saros e cicli di Exeligmos

I Babilonesi osservarono che ogni 223 mesi lunari (6.585 giorni e 1/3, poco più di 18 anni) le eclissi di sole e di luna si ripetono con caratteristiche simili – un ciclo chiamato il ciclo di Saros. Il periodo di Saros non è un numero intero di giorni e questo significa che la ripetizione dell'eclisse è spostata di circa 8 ore di tempo e di 120 gradi di longitudine. Gli astronomi antichi hanno individuato un triplo ciclo di Saros di 669 mesi lunari, che è un numero intero di giorni chiamato "il ciclo di Exeligmos". Il quadrante inferiore della parte posteriore del Meccanismo è diviso in 223 sezioni, ciascuna delle quali corrisponde a un mese lunare. E' stato chiamato quadrante di Saros e alcune delle sue sezioni mensili includono iscrizioni con previsioni di eclissi che descrivono se l'eclisse è lunare o solare, diurna o notturna e l'ora in cui si verifica. Un quadrante ausiliario, diviso in tre sezioni, corrisponde al ciclo di Exeligmos. La funzione di questo quadrante è quella di spostare l'orario dell'eclisse, previsto nelle iscrizioni sul quadrante di Saros, di otto ore per ogni successivo ciclo di Saros.