

Pascal Weitmann

Das ›Messinstrument‹ aus dem Hanghaus 2 in Ephesos – der älteste erhaltene Pantograf?

Im Cubiculum SR 11 der Wohneinheit 1 des Hanghauses 2 in Ephesos haben sich Fragmente eines bronzenen Geräts gefunden, das nach Feststellung der letzten Bearbeiterin in das dritte Viertel des 3. Jahrhunderts n. Chr. zu datieren ist und von ihr anscheinend als Variante einer *groma* gedeutet wird, also eines Visierinstruments zur Landvermessung¹. Dieses bestand aus einem exzentrisch liegend aufgehängten, starr justierten Achsenkreuz, von dessen Enden vier mit Loten beschwerte Fäden zur Visierung herabfielen².

Das vorliegende Instrument weist damit jedoch keinerlei Ähnlichkeit auf – schon deshalb, weil es kein starres Achsenkreuz besitzt. Seine Konstruktion besteht vielmehr aus vier Armen, die durch Gelenke, von denen drei noch erhalten sind, beweglich miteinander verbunden sind, derart, dass auch ein vollständiges Zusammenklappen möglich gewesen sein muss.

Wie die Bearbeiterin richtig erkannte, ist von den beiden dickeren Armen der lange als Träger (Abb. 1 – Arm A) oder Befestigungsmöglichkeit des ganzen Geräts zu betrachten, der kurze dagegen (Abb. 1 – Arm C), jedenfalls in seiner überstehenden Hälfte, als ein Handgriff zur Bedienung. Wichtig ist auch ihre Beobachtung, dass in aufgeklapptem Zustand der nur im Fragment erhaltene dünne vierte Arm (Abb. 1 – Arm D) auf den Mittelpunkt des von ihr als Zahnrad charakterisierten Gebildes ausgerichtet werden konnte³. Es ist hinzuzufügen, dass – jedenfalls zum Handgriff hin – die Arme B und D als Vierkante ausgearbeitet sind.

Das ›Zahnrad‹ ist allerdings kein Zahnrad, denn seine ›Zähne‹ sind für jegliches Ineinandergreifen in einem Getriebe völlig ungeeignet; es dürfte sich dabei entweder um bloßen Dekor handeln oder allenfalls die plastische Ausgestaltung einer ehemals darauf angebrachten Skala.

Wir möchten davon ausgehen, dass der fragmentarische Arm D einst mit einem vierten, heute verlorenen Gelenk in dem mittleren Loch dieses halbkreisförmigen Gebildes befestigt war. Dieses Gelenk dürfen wir uns, ähnlich der Ausgestaltung an Arm B, als Gabel um das halbkreisförmige Gebilde rekonstruieren, die mit dessen mittlerem Loch durch einen Bolzen beweglich verbunden war. Wir nehmen dabei weiter an, dass die einstige Länge der Arme B und D identisch war. Dadurch ergibt sich ein Parallelogramm. Der Winkel der Seiten zueinander war dann mittels des Handgriffes kontinuierlich veränderbar.

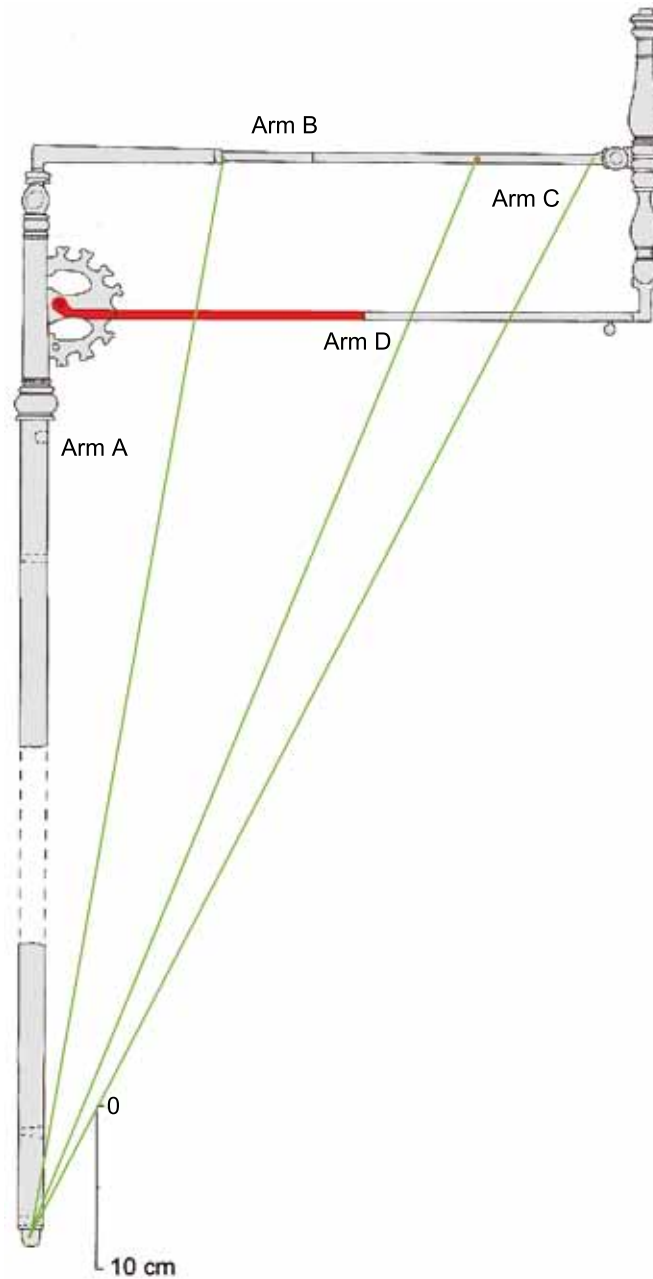
Auf Arm D ist dicht am Handgriff außen noch eine angelötete Kugel vorhanden. Dicke dieser Kugel plus Dicke des Armes D darüber sind so gewählt, dass sie dem Abstand an Arm B zwischen dessen Befestigung an Arm A und Arm A zugewandter Oberfläche des Armes B entsprechen – sodass die völlige Zusammenklappbarkeit gewahrt blieb⁴. Gegen besagte Kugel um 90° versetzt, könnte eine Lötstelle auf Arm B auf eine einst weitere solche Kugel hindeuten. Sie

¹ I. Kowallek, 8 Messinstrument, in: F. Krinzinger (Hrsg.), Hanghaus 2 in Ephesos. Die Wohneinheiten 1 und 2. Baubefund, Ausstattung, Funde, FiE 8, 8 (Wien 2010) 324. 328 f. Kat. A-B 35 mit Taf. 137. 147. 460–462.

² Vgl. die Rekonstruktionen bei K. D. White, Greek and Roman Technology ²(London 1986) 171 Abb. 176 und A. Ciarallo – E. De Carolis (Hrsg.), Homo faber. Natura, scienza e tecnica nell'antica Pompei. Ausstellungskatalog Neapel (Mailand 1999) 247 Kat. 312.

³ Vgl. Kowallek (Anm. 1) Taf. 147.

⁴ Ich danke Frau Direktorin PD Mag. Dr. S. Ladstätter für Übermittlung folgender Maßangaben: Mitte des Armes B bis Mittelpunkt des ›Zahnrades‹: 11,97 cm; bei U-förmiger Anordnung der Arme Querschnittmitte des Armes D bis



1 Das Messinstrument aus dem Hanghaus 2 in Ephesos

hätte um 90° versetzt werden müssen, weil sie andernfalls das völlige Zusammenklappen nicht mehr erlaubt hätte. Diese Versetzung ist ein weiterer Beweis dafür, dass es sich hier nicht um Befestigungspunkte für Lotfäden im Sinne einer *groma* gehandelt haben kann. Es wäre allerdings denkbar, dass an Arm B statt einer Kugel ein anderes Objekt befestigt war. Wir möchten davon ausgehen, dass diese Kugel(n) als Anschlagpunkte fungiert hat/haben. Bei Arm B ergab sich ein weiterer möglicher Anschlagpunkt automatisch durch die Verdickung dieses Armes vor seiner Gabelöffnung bzw. am anderen Ende dieses Armes durch das Gelenk zum Handgriff; für Arm D ist das zu rekonstruierende Gabelgelenk als Anschlag zu vermuten, jedenfalls hat spä-

Querschnittmitte des Armes B: 9,85 cm; an Arm D Gesamtdurchmesser von Kugel plus Arm: 1,44 cm. Im vollständig zusammengeklappten Zustand verblieben also noch einige Millimeter Abstand zwischen Arm A und Arm D.

testens die Öse von Arm A einen Anschlagpunkt markiert; am anderen Ende war der Anschlag durch die Kugel gegeben.

Auf den verbliebenen Strecken der Arme B und D können Objekte mit Schellen befestigt gewesen sein. Der Vorteil von Vierkanten ist, dass sie eine Absicherung gegen Verdrehen erlauben, und dies war unseres Erachtens hier gewünscht.

Ist die Rekonstruktion aber so weit durchgeführt, dann sticht bereits von der Form her unmittelbar ins Auge, dass es sich bei der Apparatur um einen Pantografen, einen Storchschnabel, gehandelt haben dürfte, bei dem man gegenüber der heute gebräuchlichen Standardform lediglich konzedieren müsste, dass das zwischen Referenz- und Arbeitspunkt erzielbare Maßstabsverhältnis geringer war als bei neuzeitlichen Geräten, bei denen durch größeren Abstand der Arme B und D oder Positionierung eines der Stifte in einer Verlängerung von Arm C oder durch Verkürzung von Arm A eine größere Maßstabsdifferenz und zugleich eine stärkere räumliche Trennung von Vorlage und Kopie ermöglicht ist⁵.

Für die Verwendung wären auf den Vierkantstrecken der Arme B und D je ein Stift oder Nadel oder Ähnliches mit Schellen angeschraubt zu rekonstruieren. Diese Stifte (oder Ähnliches) wären damit jeweils auf der gesamten Strecke zwischen der Anschlagkugel und dem Gelenk frei variabel justierbar gewesen. Falls aber die oben genannte Alternative zuträfe, dass die Lötstelle des oberen Armes einst keine Anschlagkugel hielt, könnte auch angenommen werden, dass an dieser Stelle unmittelbar und somit unverrückbar der – je nach Vergrößerungs- oder Verkleinerungsfunktion – Referenz- oder Arbeitspunkt des Gerätes vorgegeben gewesen wäre. Dazu würde die Anordnung senkrecht zur Geräteebene, also auch senkrecht zur Arbeitsfläche, passen. Es wäre aber ebenso möglich, dass an dieser Stelle, zur Arbeitsfläche hin, lediglich eine zur Abstützung dienende Kugel angelötet war, mit der das Gerät auf der Arbeitsfläche aufsetzte.

Die Spitze des Trägerarmes A musste in ein das gesamte Gerät haltendes Gelenk eingezapft gewesen sein, das entweder durch Eigengewicht oder Verschraubung fest auf der Arbeitsfläche saß.

Die Löcher innerhalb des Trägerarmes A mögen – wie man dies von neuzeitlichen Pantografen kennt⁶ (Abb. 2) – mindestens teilweise zur Befestigung von Verspannseilen oder -drähten gedient haben, um den Pantografen über der Arbeitsfläche zu fixieren und ein wenig gegen Eigenschwingungen zu stabilisieren.

Das dem Pantografen zugrunde liegende mathematische Prinzip des Verhältnisses einer Referenzstrecke zu einer ›Zielstrecke‹ kann als sicher bekannt vorausgesetzt werden, wie bereits der Fund eines Reduktionszirkels in Pompeji⁷ sowie die einem Pantografen entsprechende, auf zwei Zahnrädern verschiedenen Durchmessers aufbauende Konstruktion bei Heron von Alexandria, *Mechanik* 1, 15 beweisen. Der Pantograf stellt gegenüber dem Reduktionszirkel allerdings eine entscheidende Verbesserung hinsichtlich der Möglichkeit einer kontinuierlichen Formübertragung dar.

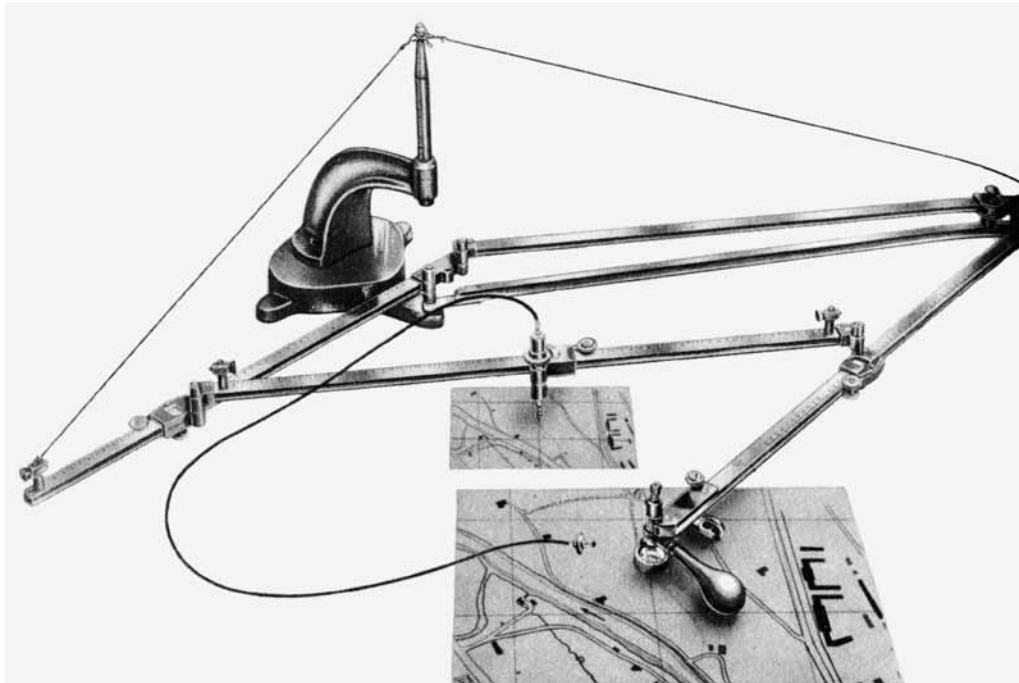
Pantografen dienen dem mechanischen Kopieren. Je nach Positionierung des Referenz- und des Arbeitspunktes auf dem Gerät sind dabei Verkleinerungen, Vergrößerungen oder, bei dafür geeigneter Anordnung der Arme, auch 1:1-Kopien möglich.

Je weiter die Arme B und D auseinanderliegen, desto größer wird die Maßstabsdifferenz. Bei dem ephesischen Gerät war dieser Abstand nicht variabel, der Maßstab somit festgelegt. Sein Wert lässt sich aber nicht mehr ermitteln, weil dazu die einstige Gesamtlänge des Armes A bekannt sein müsste.

⁵ Bis zur Drucklegung dieses Artikels sollte überprüft werden, ob u. U. am Ende des Griffes von Arm C eine Bruchstelle festzustellen ist; in diesem Falle dürfte auch an dem ephesischen Gerät hier eine solche Verlängerung abgegangen sein. Leider war der Zugang zu den entsprechenden Depots wegen Umbaumaßnahmen nicht möglich.

⁶ Pantograf System Conradi; vgl. W. Gellert u. a. (Hrsg.), *Handbuch der Mathematik* (Leipzig o. J. [1970er]) Taf. 4 o.

⁷ Neapel, Mus. Arch. Naz. Inv. 286791 (Bronze, 14,3 cm l; 1. Jh.; A. Ciarallo – E. De Carolis [Hrsg.], *Homo faber. Natura, scienza e tecnica nell'antica Pompei*. Ausstellungskatalog Neapel [Mailand 1999] 309 Kat. 390).



2 Neuzzeitlicher Pantograf



3 Einsatz eines Pantografen
in der Berliner Bild-
gießerei Noack um 1912

Drehpunkt des Geräts und die Stifte auf den Armen B und D müssen außerdem exakt auf einer Linie zu liegen kommen, weil andernfalls die Formen verzerrt vergrößert oder verkleinert werden. Dies kann durch eine Schnur kontrolliert werden, die zwischen dem Drehpunkt des Pantografen und dem Stift auf Arm B aufgespannt wird und dann die entsprechende korrekte Position des Stiftes auf Arm D anzeigt⁸.

In der Neuzeit sind verschiedenste Werkzeuge an Pantografen befestigt worden – einfache Zeichenstifte ebenso wie umfangreiche Fräsen⁹. Entsprechend sind auch für die Antike verschiedene Ansatzgeräte denkbar, soweit sie die Tragfähigkeit und Verwindungsfestigkeit des jeweiligen Pantografengerüsts nicht überstiegen. Das ephesische Gerät freilich konnte sicher keine schweren Objekte halten.

Falls unsere Deutung zutreffend ist, wäre dies in mehrerer Hinsicht von Bedeutung:

Erstens wurde die Erfindung des Pantografen bislang erst Christoph Scheiner für das Jahr 1603 zugeschrieben¹⁰. Sie wäre also durch den Fund aus Ephesos um etwa eineinhalb Jahrtausende vorzuverlegen.

Zweitens könnte ein solches Gerät durch seine maßstabsverändernden Möglichkeiten besser erklären helfen, wie in der Antike etwa die Herstellung von Gemmenbildern oder Münzstempelbildern bewerkstelligt worden sein könnte: Sofern ein solcher Pantograf mit einem Gravierinstrument ausgerüstet und in der Verkleinerungsfunktion verwendet worden wäre, hätte er dazu dienen können, direkt eine größere gezeichnete Vorlage auf einen kleinen Stein oder Stempel¹¹ zu gravieren, und es könnte damit die uralte Streitfrage, ob die Stein- und Stempelschneider mit Lupen gearbeitet hätten¹², umgangen werden.

Drittens sind Pantografen natürlich auch bei sonstigen Aufgaben des mechanischen Kopierens nützlich, bei geeigneter Konstruktion sogar von dreidimensionalen Vorlagen¹³ (Abb. 3). Sie könnten also als rationelles Instrument neben der Punktiermaschine¹⁴ auch bei der Kopie von Skulpturen zum Einsatz gekommen sein.

Vieles muss Hypothese bleiben, solange das ephesische *instrumentum* ein fragmentarisches Einzelstück bleibt.

PD Dr. Pascal Weitmann

Andrézeile 33, D-14165 Berlin

E-Mail: p.weitmann@klassarch.uni-kiel.de

⁸ In Abb. 1 sind die entsprechenden virtuellen Geraden für die beiden äußersten Möglichkeiten einer variablen Positionierung des Stifts sowie für die Annahme der Lötstelle auf Arm B als fixe Position des Stifts grün eingezeichnet.

⁹ Vgl. die Demonstration in der Gebrauchsanweisung bei <<http://www.youtube.com/watch?v=i7Rsb4-60Bo>> (30. 9. 2013).

¹⁰ Vgl. F. M. Feldhaus, Die Technik. Der Vorzeit, der Geschichtlichen Zeit und der Naturvölker. Ein Lexikon ²(Wiesbaden 1970) Sp. 766.

¹¹ So offenbar auch heute noch, vgl. <<http://www.fleur-de-coin.com/articles/moderncoinminting.asp>> (30. 9. 2013).

¹² Vgl. pars pro toto H. Blümner, Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern III (Leipzig 1884) 298–300 (tendenziell für die Annahme einer Existenz von Lupen); A. Krug, Nero's Augenglas. Realia zu einer Anekdote, in: Archéologie et médecine. VII^{èmes} Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, 23–25 Octobre 1986 (Juan-les-Pins 1987) 459–475 (gegen die Existenz von Lupen). Ich danke Frau Dr. Krug für die Übermittlung einer Kopie dieses entlegenen publizierten Textes.

¹³ Vgl. den Einsatz bei der Kopie von Skulpturen <http://www.keropiansculpture.com/enlarging_machine.html> (30. 9. 2013), heute und schon in der Berliner Bildgießerei Noack um 1912 (Abb. 3).

¹⁴ Vgl. G. M. A. Richter, The portraits of the Greeks I (London 1965) 24 f. mit Abb.

Abbildungsnachweis: Abb. 1: Umgearbeitet vom Verf. nach Vorlage aus F. Krinzinger (Hrsg.), Hanghaus 2 in Ephesos. Die Wohneinheiten 1 und 2, FiE 8, 8 (Wien 2010) Taf. 147; Abb. 2: aus W. Gellert u. a. (Hrsg.), Handbuch der Mathematik (Leipzig o. J. [1970er]) Taf. 4 o.; Abb. 3: aus Ethos und Pathos. Die Berliner Bildhauerschule 1786–1914. Beiträge. Ausstellungskatalog Berlin (Berlin 1990) 339.

Abstract**Pascal Weitmann, The ›Measuring Instrument‹ from Terrace House 2 in Ephesos – the Oldest Preserved Pantograph?**

Within Terrace House 2 at Ephesos, fragments of a bronze tool have been found, till now of unknown purpose. This article proposes an identification as a pantograph. It would be the first known to us before 1603, with consequences regarding methods of e.g. manufacture of stamps for coining or methods of copying in general.

Keywords

Ephesos – Pantograph – Measuring Tool – Copying Apparatus