

Elisabeth Rinner – Bernhard Fritsch – Gerd Graßhoff

Die unvollendete Sonnenuhr von der Agora der  
Italiker auf Delos

Communicated by Jürgen Renn

Received February 07, 2013

Revised July 24, 2013

Accepted July 29, 2013

Published August 14, 2013

Edited by Gerd Graßhoff and Michael Meyer,  
Excellence Cluster Topoi, Berlin

eTopoi ISSN 2192-2608

<http://journal.topoi.org>



Except where otherwise noted,  
content is licensed under a Creative Commons  
Attribution 3.0 License:

<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>



Elisabeth Rinner – Bernhard Fritsch – Gerd Graßhoff

# Die unvollendete Sonnenuhr von der Agora der Italiker auf Delos

Communicated by Jürgen Renn

Die Literatur kennt nur einen Fall einer antiken Sonnenuhr, deren Herstellung abgebrochen wurde und die dadurch unfertig hinterlassen wurde. Diese Sonnenuhr wurde auf Delos gefunden und 1938 kurz publiziert. Danach war sie verschollen. Auf unserer Kampagne im Oktober 2012 haben wir diese Uhr wiedergefunden. Mittels neuer Techniken wurde ein 3D-Modell erstellt, mit dem Fragen nach Konstruktionsprinzipien und Herstellungsprozessen neu beantwortet werden können. Eine erste Auswertung des Objekts zeigt, dass ursprünglich der Bau einer konischen nach der geographischen Breite geschnittenen Sonnenuhr geplant gewesen ist. Ihre Auffindung in der Nähe einer Werkstatt macht es plausibel, dass die Sonnenuhr wegen der Zerstörung der Stadt unfertig am Ort hinterlassen wurde.

Antike Sonnenuhr; Sonnenuhr; Delos; Fertigungsprozess; 3D-Modell.

Only one case of an unfinished ancient sundial can be found in the scientific literature. Found on the Greek island of Delos, it was first reported in 1938, although the sundial was then later considered lost. In our campaign of October 2012, we rediscovered the sundial. Using new and elaborate techniques, we created a 3D model of the sundial, which has enabled us to answer questions concerning its construction principles and the manufacturing processes used. Our first evaluation has revealed that, initially, its creators had intended to construct a cut conical sundial. Its discovery next to a workshop suggests that the sundial was left there in its unfinished state on the destruction of the island's main town.

Ancient sundial; sundial; Delos; manufacturing; 3D model.

## 1 Einleitung

Unvollendete Sonnenuhren stellen eine einzigartige Quelle dar, um Einblick in Fertigungsweisen und Konstruktionsprinzipien dieser Art von Objekten zu bekommen: einzelne Zwischenschritte, die bei weiteren Bearbeitungsschritten wieder unsichtbar werden, können zugänglich sein, unterschiedliche Stadien der Fertigung können Aufschluss über die Abfolge der Arbeitsschritte geben, und mögliche Hilfslinien können Hinweise auf die Konstruktion der Objekte geben. Allerdings sind Funde von unvollendeten Sonnenuhren selten. Sharon L. Gibbs führt in ihrem Katalog der antiken griechischen und

Dieser Beitrag wurde im Zusammenhang mit dem Projekt „Ancient Sundials/Antike Sonnenuhren“ des Excellence Clusters Topoi und dem Fellowship Liba Taubs der Einstein Stiftung Berlin durchgeführt. Zu danken haben wir dem Archäologischen Museum Delos für die Bereitstellung der Objekte und die Unterstützung vor Ort. Ein ganz besonderer Dank kommt Karlheinz Schaldach für seine wertvollen Informationen und Hinweise zu, die eine erfolgreiche Durchführung der Delos-Exkursion wesentlich erleichtert haben. Die Teilnehmer des Workshops zu antiken Sonnenuhren im Dezember 2012 haben durch rege Diskussionen zum vertiefenden Verständnis vieler Fragen verholfen.



Abb. 1 | Photographie der unvollendeten Sonnenuhr in der Erstpublikation des Objekts von W. Deonna. Deonna 1938, Tafel 543.

römischen Sonnenuhren als einziges Objekt, das in einem frühen Stadium der Fertigung verblieben ist, eine unvollendete Sonnenuhr von der Agora der Italiker auf Delos auf (vgl. Abb. 1).<sup>1</sup> Der damalige Aufbewahrungsort der Sonnenuhr war zum Publikationszeitpunkt unbekannt, und so musste eine Auswertung ausbleiben, nicht zuletzt auch, weil die Gibbs vorliegenden Angaben zum Objekt sehr spärlich waren.

Im Oktober 2012 fand eine Exkursion des Topoi-Forschungsprojekts „Antike Sonnenuhren“ innerhalb der Forschungsgruppe „D-5 From Technology to Science: Knowledge Transfer in Antiquity“ mit dem Einstein-Fellowship von Liba Taub nach Delos zur Digitalisierung antiker Sonnenuhren statt. Bei dieser Gelegenheit konnte die unvollendete Sonnenuhr von der Agora der Italiker wieder aufgefunden werden (vgl. Abb. 2). Schon die erste Auswertung dieses einzigartigen Fundes lässt deutlich mehr Details erkennen, als in früheren Publikationen beschrieben wurde. Diese neue Grundlage bildet den Ausgangspunkt der neuen Untersuchung von Aspekten der Fertigung des Objekts. Im Zentrum stehen dabei folgende Fragestellungen:

- Welche Merkmale können am Objekt identifiziert werden? Als was können die einzelnen Merkmale des Objekts interpretiert werden?
- Welcher Sonnenuhrtyp sollte mit diesem Objekt umgesetzt werden?
- Handelt es sich bei diesem Objekt überhaupt um eine geeignete Rohfassung einer Sonnenuhr? Warum wurde der Bau der Sonnenuhr abgebrochen?

1 Gibbs 1976, 179. Im Sonnenuhren-Katalog von Gibbs trägt das Objekt die Nummer 1064.



Abb. 2 | Die unvollendete Sonnenuhr auf der Agora der Italiker zur Zeit der Sichtung im Oktober 2012.  
Foto: G. Graßhoff.

## 2 Neue Evidenzen zum Objekt

Die erste und gleichzeitig vorerst letzte Erwähnung der unvollendeten Sonnenuhr von Delos stammt aus Waldemar Deonnas Publikation der Funde von Delos aus dem Jahr 1938.<sup>2</sup> Dort wird die Sonnenuhr wie folgt beschrieben:

Sur la fouille, Agora des Italiens, côte Sud. Marbre blanc. Cadran solaire à pieds schématisés, laissé à l'état d'ébauche. L'emplacement de la concavité hémisphérique est indiqué par un demi-cercle coupé par une bande verticale en son milieu. Les deux segments de l'hémisphère ne sont que piquetés, alors que le reste de l'instrument est déjà poli. Haut. 0<sup>m</sup>,33 ; larg. 0<sup>m</sup>,47.<sup>3</sup>

Die Form des herausgeschlagenen Bereichs, den Deonna als Markierung der Öffnungslinie der Schattenfläche interpretiert, lässt sich anhand der ebenfalls publizierten Photographie des Objekts nachvollziehen (vgl. Abb. 1). Unerwähnt bleiben die Tiefe des Objekts und eine mögliche Neigung des oberen, vermutlich ebenen Abschnitts der Vorderseite gegenüber den anderen Seiten. Warum es sich bei der nicht umgesetzten Schattenfläche ausgerechnet um einen Teil einer Kugel handeln soll – bei der Sonnenuhr würde es sich also um eine vom Typ der sphärischen nach der geographischen Breite geschnittenen Sonnenuhren handeln – wird aus den Angaben ebenfalls nicht ersichtlich. Aussagen zur Gestalt des Objekts und zur Fertigung von Sonnenuhren sind allein auf dieser Basis nur bedingt möglich.

2 Deonna 1938.

3 Deonna 1938, 191.

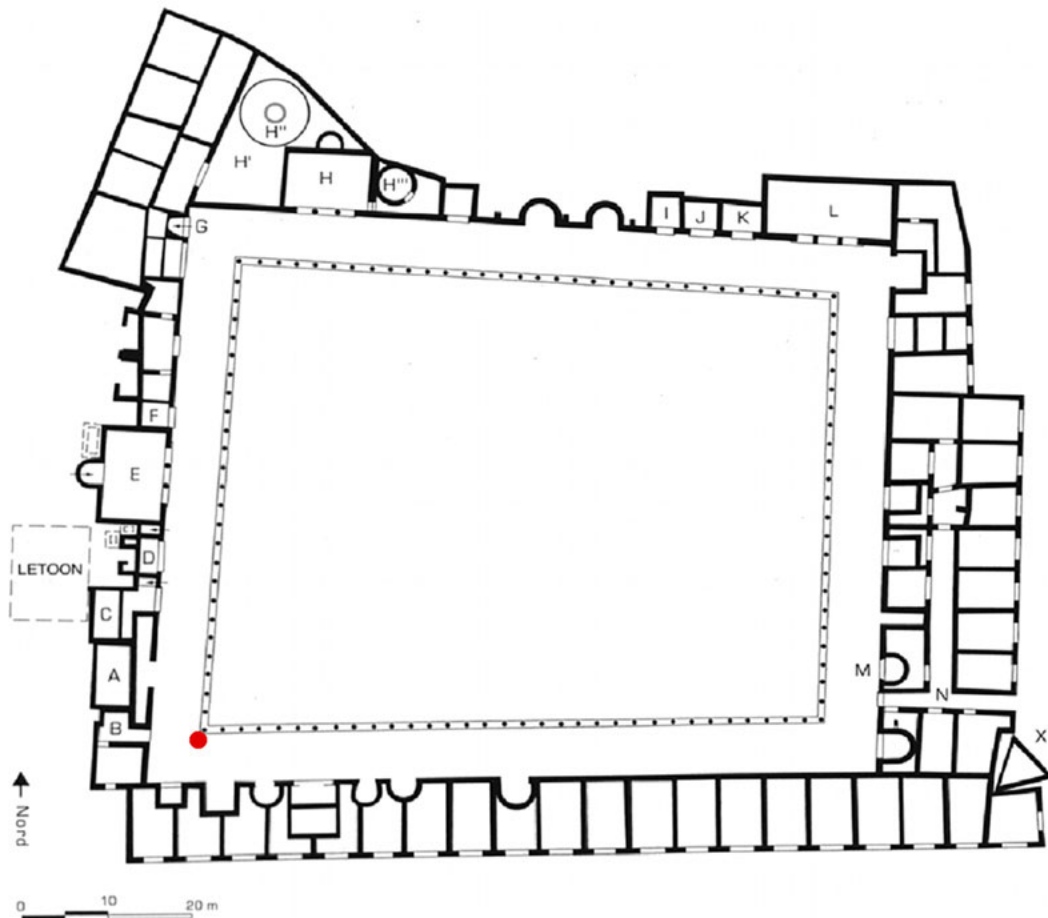


Abb. 3 | Agora der Italiker. Der rote Punkt markiert den ungefähren Aufbewahrungsort der unvollendeten Sonnenuhr zur Zeit der Sichtung im Oktober 2012. Abbildung nach Bruneau und Ducat 2005 S. 221, Fig. 59.

Bei der Wiederauffindung befand sich das Objekt frei zugänglich im Grabungsfeld in der südwestlichen Ecke der Agora der Italiker (vgl. Abb. 3). In dieser Ecke und weiter entlang der südlichen Seite der Agora befinden sich einige Architekturfragmente aus diesem Bereich, vor allem Säulen und Kapitelle, die dort sortiert nach ihrem Typ aufgereiht sind.

Da das Objekt am Fundort bleiben musste, war es nicht möglich, die unvollendete Sonnenuhr mit einem 3D-Scanner zu digitalisieren. Allerdings konnten vom Objekt hochauflösende Photographien aufgenommen werden. Auf der Basis dieser Aufnahmen wurde mit dem Webservice 123D Catch<sup>4</sup> ein 3D-Modell generiert (vgl. Abb. 4).<sup>5</sup> Die Software bestimmt unter Verwendung von *structure from motion*-Methoden aus digitalen 2D-Aufnahmen räumliche Daten des dargestellten Bereichs und berechnet ein vermaschtes Netz der abgebildeten Objekte. Das Netz kann in gängige 3D-Datenformate exportiert und so unter Verwendung von 3D-Software ausgewertet werden. Sowohl die Photographien als auch das 3D-Modell wurden im digitalen Repository des Topoi-Projekts publiziert.<sup>6</sup> Auf diese Weise steht das Objekt nun nach über 70 Jahren wieder einem breiten Nutzerkreis für Auswertungen zur Verfügung.

4 <http://www.123dapp.com/catch>.

5 Die Techniken der Datenerfassung werden in einem gesonderten Artikel publiziert.

6 Vgl. BSDP0010 und BSDP0047. Das Repository kann unter <http://repository.topoi.org/BDSP> aufgerufen werden. Die Photographien sind unter der Signatur BSDP0010 abgelegt, das 3D-Modell unter BSDP0047.

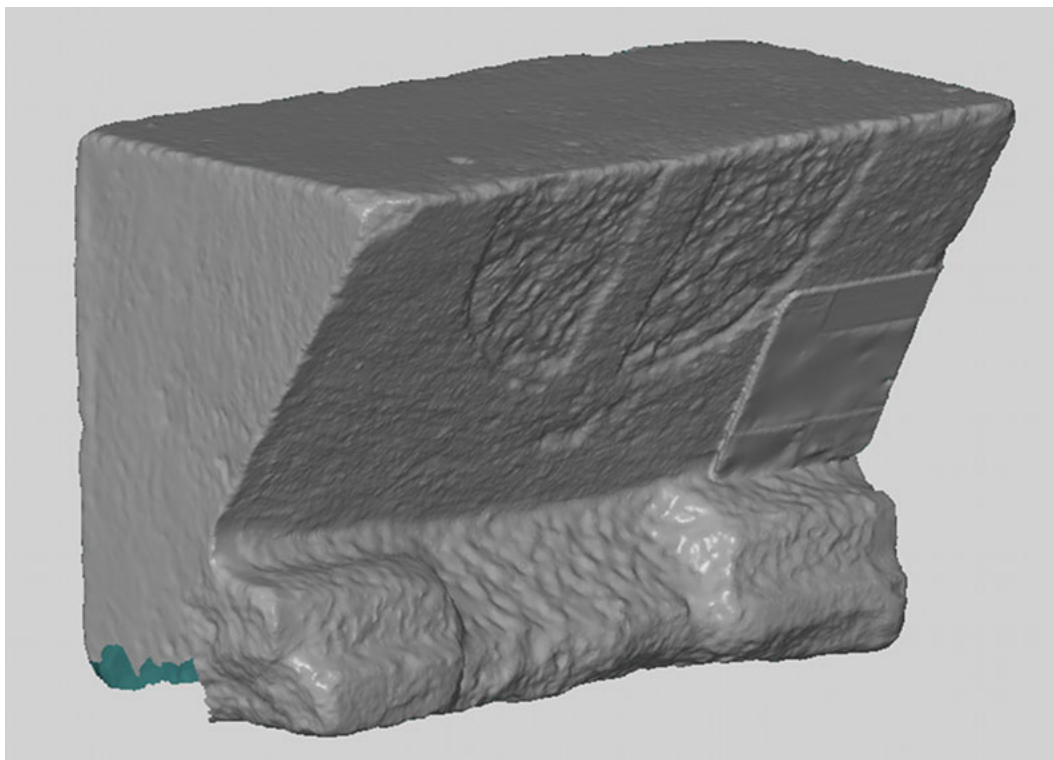


Abb. 4 | Ansicht des 3D-Modells der Sonnenuhr. Im mittleren Bereich der rechten Seite verdeckt eine Graukarte die Oberfläche der Sonnenuhr.

### 3 Das Objekt

Bei dem Objekt von der Agora der Italiker handelt es sich um einen Block aus weißem Marmor mit einer Höhe von ca. 33 cm, einer Länge von ca. 48 cm und einer Tiefe von etwa 29 cm. Fünf der sechs Seitenflächen sind als ebene Flächen ausgearbeitet. Die Winkel zwischen benachbarten Flächen betragen jeweils etwa 90°. Die sechste Seite an der Vorderseite des Objekts untergliedert sich in zwei Bereiche: der obere Abschnitt besteht aus einer rechteckigen ebenen Fläche, die schräg gegenüber der Oberseite geneigt ist und senkrecht zu den beiden äußeren Seiten steht; am unteren Basisbereich sind an dessen äußeren Seiten schematisierte Füße ausgearbeitet, zwischen denen sich wiederum eine Fläche befindet, die nach vorne hin abfällt. Der obere Abschnitt der Vorderseite geht mit einer Rundung in den unteren über. Die kurzen Seitenflächen des Blocks haben somit das in Abb. 5 rechts dargestellte Profil. Der Schnitt durch den mittleren Bereich des Objekts lässt die Neigung der Fläche in der Mitte des Basisbereichs erkennen (vgl. Abb. 5 links).

Die Oberflächen sind unterschiedlich gestaltet: Die Unterseite ergibt zwar eine ebene Standfläche, die Fläche ist aber nur grob behauen. Alle anderen Bereiche der Oberfläche sind hingegen weitgehend eben. An großen Teilen der Oberfläche lassen sich die feinen Spuren der Bearbeitung mit einem Zahnmeißel erkennen. An einigen Kanten sind in einer Breite von bis zu 2 cm die Spuren eines flachen Meißels sichtbar. Die Fläche ist in diesen Bereichen deutlich glatter (vgl. Abb. 6).

Das Objekt weist an den Ecken zwischen Rückseiten, Oberseite und rechter Seite sowie zwischen linker Seite, Unterseite und Fuß größere Beschädigungen auf. Die Kanten und sonstige Ecken sind nur leicht bestoßen. Im aufgefundenen Zustand bedecken an einigen Stellen Flechten das Objekt.

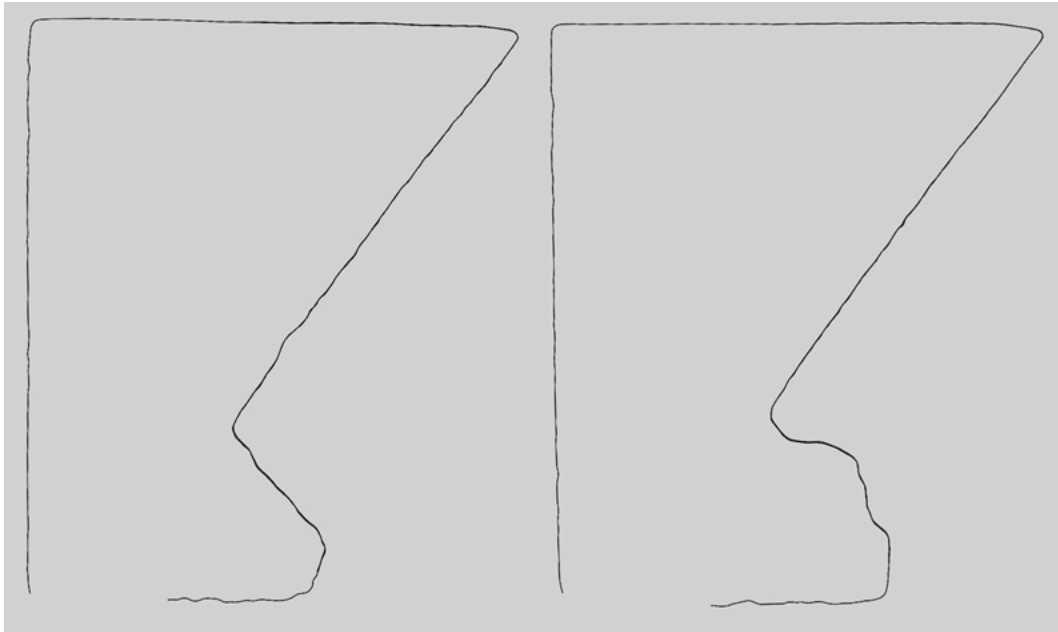


Abb. 5 | Schnitte durch das 3D-Modell des Objekts parallel zur mittleren Ebene in der Mitte des Objekts (links) und im Bereich des linken Fußes (rechts).



Abb. 6 | Bearbeitung der Oberfläche des Objekts auf der Vorderseite. Während an den Außenkanten in bis zu 2 cm breiten Streifen die Oberfläche glatt ist, zeigen sich in der Mitte der Flächen die Spuren der Zähne eines Meißels. BSDP0010, Ausschnitte aus Abbildungen DelosDSC\_0551-655.jpg und DelosDSC\_0536-640.jpg

Deonna klassifiziert das Objekt als eine sphärische nach der Breite geschnittene Sonnenuhr, die nicht vollendet wurde.<sup>7</sup> Für sphärische Sonnenuhren ist ebenso wie beim Typ der konischen und der zylindrischen nach der geographischen Breite geschnittenen Sonnenuhren eine Vorderseite mit einer schräg gegenüber der horizontalen Oberseite geneigten Fläche charakteristisch, in der sich die vordere Öffnung der Schattenfläche – je nach Typ Teil einer Kugel, eines Kegels oder eines Zylinders – befindet (vgl. Abb. 7). Die Neigung der Vorderseite gegenüber der horizontalen Oberseite beträgt dabei  $90^\circ - \phi$ , mit der geographischen Breite  $\phi$  der Sonnenuhr. Bei allen drei Sonnenuhrtypen schneiden außerdem die Schattenflächen die ebene Oberseite, in der sich in der Regel auch ein Loch zur Befestigung des Gnomons der Sonnenuhr befindet. Stilisierte Füße sind ein weiteres Gestaltungselement, das sich an einem Großteil der Objekte dieser drei Sonnenuhrentypen

<sup>7</sup> Vgl. Deonna 1938, 191.



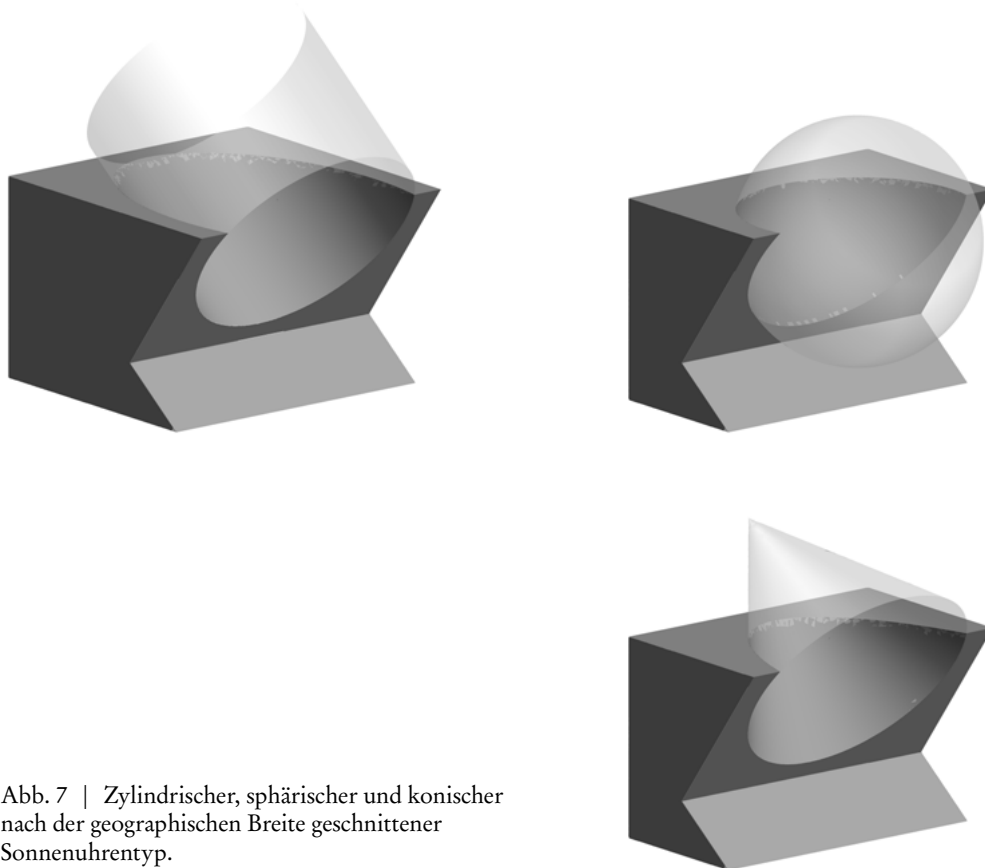


Abb. 7 | Zylindrischer, sphärischer und konischer nach der geographischen Breite geschnittener Sonnenuhrentyp.

findet. Alternativ treten in diesem Bereich Löwenfüße oder mit Ornamenten geschmückte ebene Flächen auf.

Mit der geneigten Vorderfläche und den stilisierten Füßen stimmt das Objekt von der Agora der Italiker in der Gestaltung des Grundkörpers mit Sonnenuhren dieser drei Typen überein. Im Gegensatz zu fertiggestellten Sonnenuhren ist die Schattenfläche des Objekts nicht ausgearbeitet. Wieso es sich bei dem Objekt aber um eine unvollendete Sonnenuhr des sphärischen und nicht des konischen oder zylindrischen Typs handeln soll, bleibt in der Publikation von Deonna unbegründet.

An Stelle der Schattenfläche ist an der Oberseite die ebene Fläche weitergeführt. Die Oberfläche ist auf der gesamten Oberseite einheitlich. Ein Loch für einen Gnomon findet sich nicht.

Im geneigten oberen Abschnitt der Vorderseite ist die Fläche ebenfalls in gleicher Art fortgesetzt. Hier sind außerdem zwei etwa viertelkreisförmige Bereiche grob herausgeschlagen, die mit jeweils einer der geraden Begrenzungen links und rechts an einen etwa 3,5–4,0 cm breiten vertikalen Streifen in der Mitte des Objekts angrenzen und mit der jeweils anderen an die Kante zwischen Oberseite und Vorderfläche (vgl. Abb. 8 und Abb. 9).<sup>8</sup> Die beiden Bereiche weisen eine maximale Tiefe von 0,5 cm gegenüber der ebenen geneigten Vorderfläche auf und sind sowohl in ihrer Tiefe als auch in ihrer Struktur unregelmäßig.

Unterhalb der beiden Viertelkreise befindet sich im Bereich der Verlängerung des zwischen den beiden herausgeschlagenen Bereichen stehengebliebenen Streifens eine längliche

8 Vgl. Deonna 1938, 191.

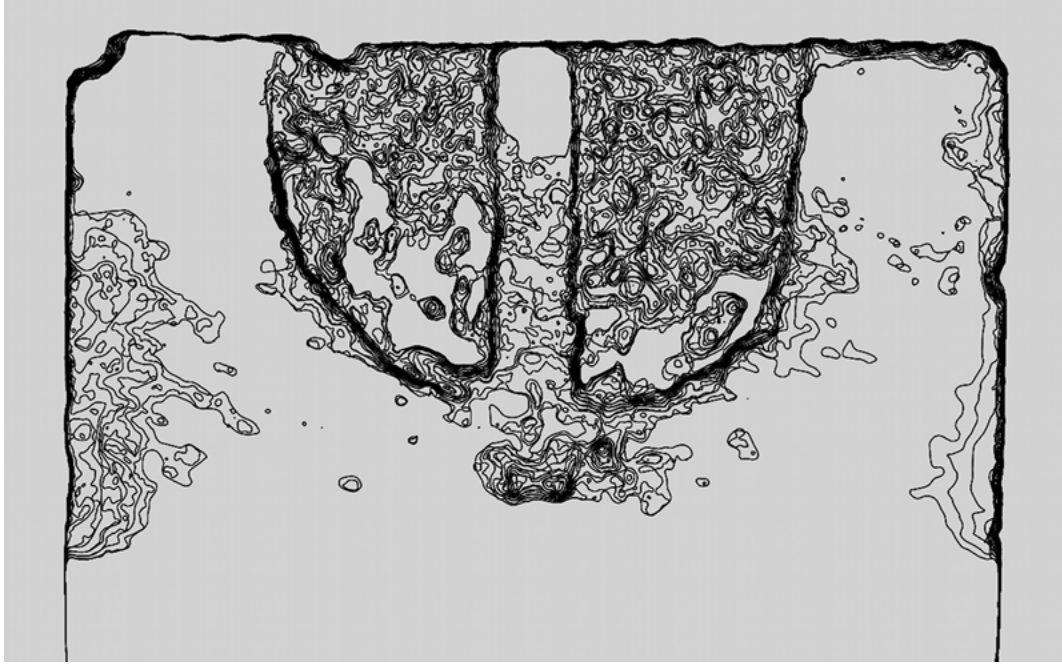


Abb. 8 | Höhenprofil des herausgeschlagenen Bereichs relativ zur ebenen geneigten Vorderfläche auf der Basis von Schnitten durch das 3D-Modell. Die Höhenlinien differieren um jeweils 0,5 mm.



Abb. 9 | Vorderseite mit herausgeschlagenem Bereich. BSDP0010, Abbildung DelosDSC\_0564-668.jpg.

Vertiefung, bei der es sich wegen der symmetrischen Ausarbeitung und der Positionierung um eine intendierte Bearbeitung der ebenen Fläche handeln dürfte.

Die Richtungen der feinen Spuren der Bearbeitung der ebenen Oberfläche sind unabhängig von den Umrissen der drei herausgeschlagenen Bereiche. Deshalb ist davon auszugehen, dass die Oberflächenbearbeitung vorher durchgeführt wurde.

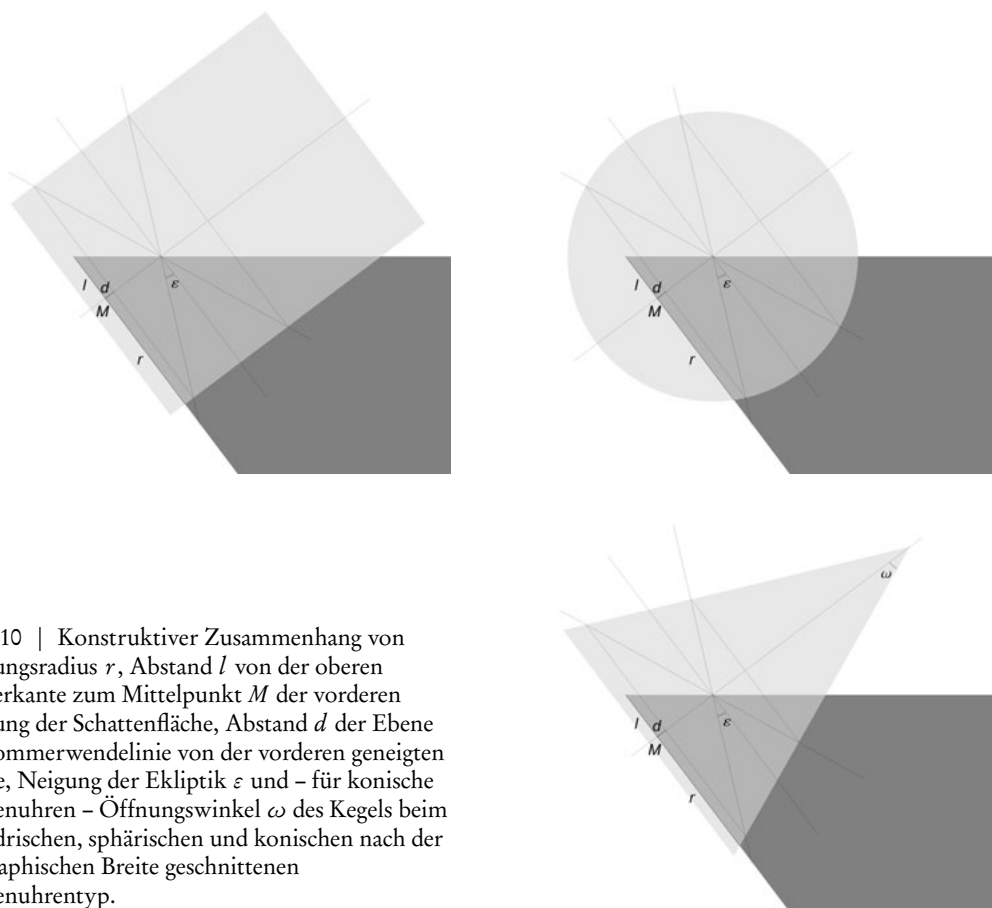


Abb. 10 | Konstruktiver Zusammenhang von Öffnungsradius  $r$ , Abstand  $l$  von der oberen Vorderkante zum Mittelpunkt  $M$  der vorderen Öffnung der Schattenfläche, Abstand  $d$  der Ebene der Sommerwendelinie von der vorderen geneigten Ebene, Neigung der Ekliptik  $\varepsilon$  und – für konische Sonnenuhren – Öffnungswinkel  $\omega$  des Kegels beim zylindrischen, sphärischen und konischen nach der geographischen Breite geschnittenen Sonnenuhrentyp.

Deonna sieht in den herausgeschlagenen Viertelkreisen eine Kennzeichnung des für die Schattenfläche zu entfernenden Bereichs.<sup>9</sup> Eine korrekt ausgeführte Markierungslinie des Verlaufs der Kante zwischen Schattenfläche und Vorderseite müsste bei allen drei möglichen intendierten Sonnenuhrentypen kreisförmig um einen Mittelpunkt  $M$  verlaufen, der bei einer symmetrischen Gestaltung des Objekts in der vertikalen Mittellinie der oberen Vorderseite um eine Länge  $l$  von der Oberkante des Objekts entfernt liegt. Diese Länge  $l$  hängt vom Radius  $r$  der Öffnung, der verwendeten Schiefe der Ekliptik  $\varepsilon$ , vom Abstand  $d$  der Ebene der Sommerlinie von der Ebene durch die Schnittkante zwischen Schattenfläche und Vorderfläche und bei konischen Sonnenuhren vom realisierten Öffnungswinkel  $\omega$  des Kegels ab (vgl. Abb. 10).<sup>10</sup> Wegen dieses Abstands des Mittelpunkts müsste es sich um einen Ausschnitt aus einem Kreis handeln, der deutlich größer als ein Halbkreis ist – die Öffnung sollte an ihrer obersten Stelle somit enger sein als auf Höhe des Mittelpunktes des Kreises (vgl. Abb. 11).

Der Verlauf der äußeren Begrenzung des Bereichs weicht an manchen Stellen allerdings deutlich von einer Kreisform ab. Wegen der fehlenden Verkleinerung der Weite nach oben hin wäre außerdem eine mögliche Position des Mittelpunkts des Kreises deutlich zu nah an der Oberkante des Objekts zu finden. Die zusätzliche Vertiefung im vertikalen Streifen in der Mitte der oberen Vorderseite würde nach der Ausarbeitung einer Schattenfläche bis zur Umgrenzung oder einer Linie in der Nähe erhalten bleiben. Aus diesem Grund dürften die äußeren Begrenzungslinien der herausgeschlagenen Bereiche

<sup>9</sup> Vgl. Deonna 1938, 191.

<sup>10</sup> Die genannten Größen sind nicht als Faktoren zur Festlegung von Sonnenuhren zu verstehen, sondern dienen allein zur Beschreibung der Abhängigkeiten der Größen.

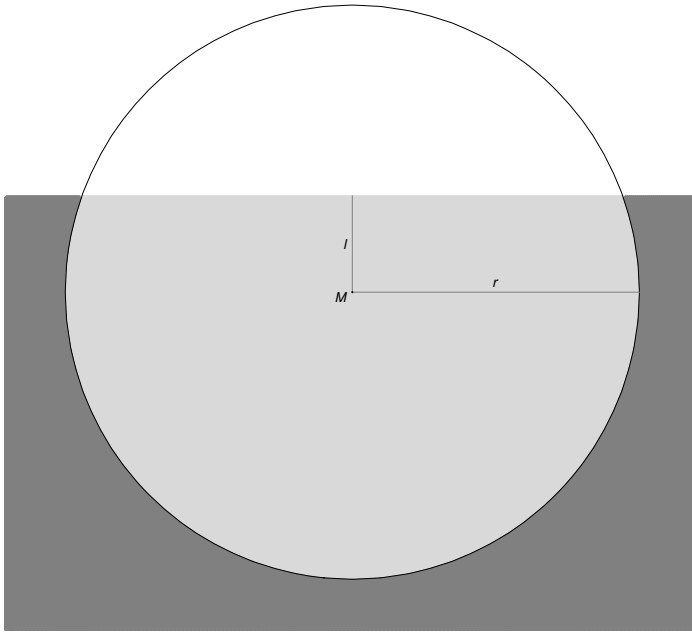


Abb. 11 | Größen an der geneigten Vorderseite beim konischen, sphärischen und zylindrischen Sonnenuhrentyp. Der Mittelpunkt  $M$  der Öffnung der Schattenfläche liegt von der vorderen Oberkante der Sonnenuhr nach unten versetzt.

oder eine nahe Kreislinie kaum als Markierung des genauen Verlaufs der Kante zwischen Schattenfläche und oberer Vorderfläche zu verstehen sein. Sehr wohl können die beiden Bereiche allerdings zur Kennzeichnung der Position der Schattenfläche gedient haben.

Das Objekt weist im oberen Bereich der Vorderfläche eine feine kreisförmige Ritzlinie auf, die von Deonna nicht erwähnt wird (vgl. Abb. 12). Die Ritzlinie lässt sich über weite Strecken am Objekt um den herausgeschlagenen Bereich herum verfolgen. Das aus den Photographien rekonstruierte 3D-Modell zeigt ebenfalls den Verlauf der Linie. Ein in die erkennbaren Abschnitte der Linie gefitteter Kreis weicht tatsächlich nur gering von der Ritzlinie ab (vgl. Abb. 13). Eine Markierung des Kreismittelpunkts am Objekt konnte nicht erkannt werden. Die Ritzlinie durchschneidet die Spuren der Zähne des Meißels bei der Oberflächenbearbeitung, sodass davon auszugehen ist, dass die kreisförmige Ritzung nach der letzten Bearbeitung der Oberfläche durchgeführt wurde.

Fasst man die Ritzlinie als Markierung der Schnittkante zwischen Vorderfläche und Schattenfläche einer nach der Breite geschnittenen Sonnenuhr auf, lässt sich in allen Fällen unter der Voraussetzung einer Übereinstimmung der Sommerwendelinie mit der Kante und einer sauber ausgeführten Umsetzung der Sonnenuhrentypen der maximale Wert für die verwendete Neigung der Ekliptik als  $24,24^\circ$  bestimmen. Geringere Werte für die Neigung der Ekliptik sind genau dann möglich, wenn die Sommerwendelinie von der Schnittkante am Objekt weg nach innen versetzt positioniert wird (vgl. Abb. 14).

Für die Neigung der Ekliptik finden sich in antiken griechischen und römischen Quellen unterschiedliche Angaben. Klaudios Ptolemaios benutzt in seinem astronomischen Werk *Mathematike syntaxis* einen Wert, der einem Winkel von  $23;51,20^\circ$  entspricht,<sup>11</sup> in seiner *Geographike hyphegesis* findet man hingegen  $23;50^\circ$ .<sup>12</sup> Andere Quellen, darunter auch Vitruv in seinen Ausführungen zum Bau von Sonnenuhren im Buch 9 seiner *De Architectura*, verwenden eine Entsprechung von  $24^\circ$ .<sup>13</sup> Die Abstände der Sommerwendelinie

11 Vgl. Ptolemaios, *Mathematike syntaxis*, 1,12. Diesem Beitrag liegt die Übersetzung Toomer 1984 zugrunde.

12 Vgl. Ptolemaios, *Geographike hyphegesis*, 1,23,7. Es wurde die Edition Stückelberger und Graßhoff 2006 verwendet.

13 Vgl. Vitruv, *De Architectura*, 9,7,4 (verwendete Textedition: Fensterbusch 1976). Denselben Wert gibt Strabo auch für Eratosthenes an (Strabo, *Geographika*, 2,5,7, ediert in Radt 2002–2009).



Abb. 12 | Spuren der kreisförmigen Ritzlinie im oberen Bereich der Vorderseite. BSDP0010, Ausschnitt aus den Abbildungen DelosDSC\_0539-643.jpg und DelosDSC\_0540-644.jpg.

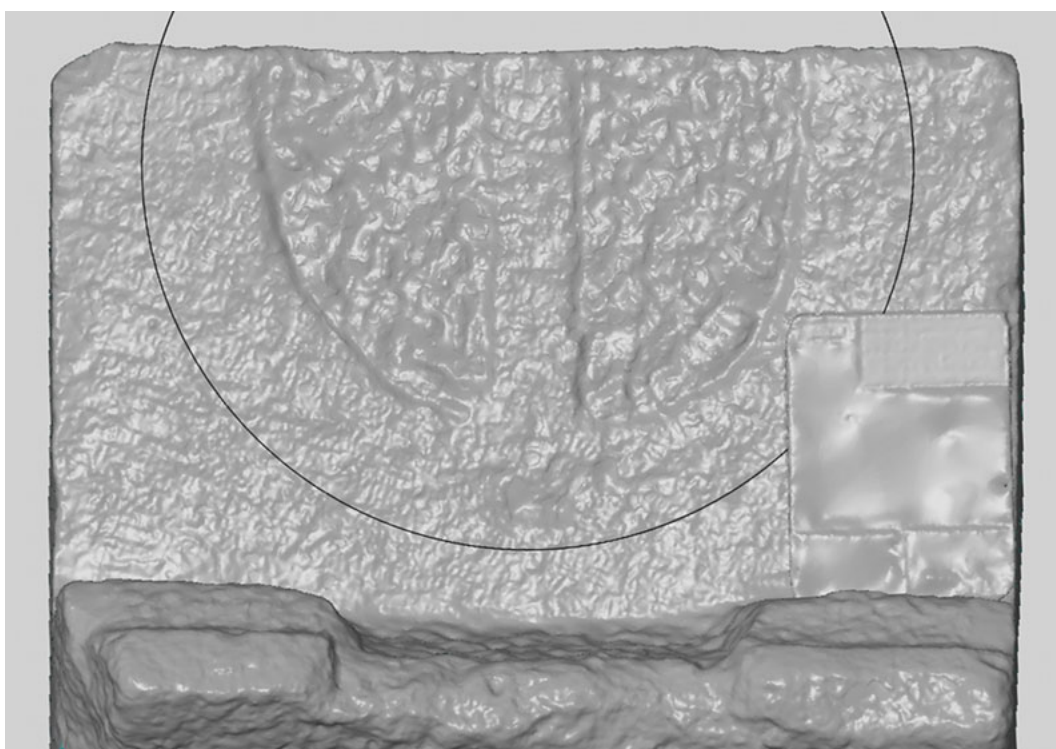


Abb. 13 | Ansicht des durch die Spuren der Ritzlinie gefitteten Kreises auf der geneigten Vorderseite des 3D-Modell des Objekts.

von der Vorderfläche der Sonnenuhr würde bei diesen Werten somit bei allen drei in Frage kommenden Sonnenuhrentypen weniger als 2,5 mm betragen. Für Abstände der Sommerwendelinie in dieser Größenordnung finden sich bei den erhaltenen Sonnenuhren Vergleichsobjekte. Größe und Position der Ritzlinie lassen sich somit für alle drei nach der Breite geschnittenen Sonnenuhrentypen als korrekte Markierung der Schnittkante der Schattenfläche mit dem oberen Abschnitt der Vorderfläche für eine geeignete Neigung der Ekliptik und eine geeignete Wahl des Abstands der Sommerwendelinie von der Vorderfläche interpretieren.

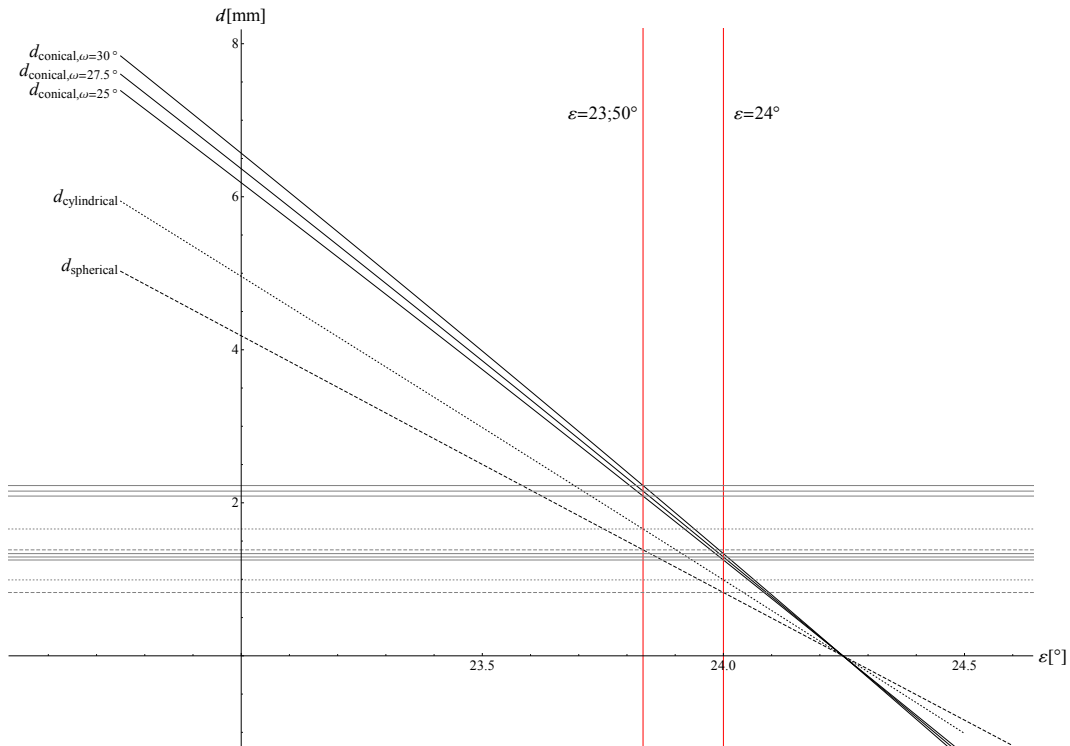


Abb. 14 | Zusammenhang zwischen der Neigung der Ekliptik  $\varepsilon$  und dem Abstand  $d$  der Sommersonnenwendlinie von der geneigten Vorderseite für konische, sphärische und zylindrische nach der Breite geschnittene Sonnenuhren. Öffnungsradius, Mittelpunkt und Abstand des Mittelpunktes von der oberen Vorderkante werden entsprechend ihren Größen am Objekt verwendet. Für den Öffnungswinkel des Konus sind Werte von  $25^\circ$ ,  $27,5^\circ$  und  $30^\circ$  gewählt.

Eine Interpretation dieser Linie als Markierung des Verlaufs der Kante der Schattenfläche bietet gegenüber dem gebogenen Rand der beiden Viertelkreise zudem den Vorteil, dass die zusätzliche Vertiefung unterhalb der herausgeschlagenen Bereiche in der Mitte des Objekts am fertigen Objekt nicht erhalten bleiben würde. Außerdem ist eine Schattenfläche, die einen größeren Bereich des oberen Abschnitts der Vorderseite durchdringt, nicht untypisch für Sonnenuhren der nach der geographischen Breite geschnittenen Typen. Der herausgeschlagene Bereich könnte aber als grobe Kennzeichnung der zu entfernenden Bereiche gedient haben.

Eine Ritzlinie lässt sich auch auf der Oberseite des Objekts erkennen (vgl. Abb. 15): In der Mitte führt eine feine Linie von der Vorderkante der Fläche etwa senkrecht wenige Zentimeter weit in Richtung der Kante mit der Rückseite des Objekts. Sie fällt somit in den Bereich des Objekts, der bei der Ausarbeitung einer Schattenfläche entfernt würde. Der gute Erhaltungszustand der feinen Zahnspuren der Oberflächenbehandlung legt nahe, dass die Linie nach diesem heute noch sichtbaren Abschnitt tatsächlich endet. Die Ritzlinie entspricht der kreisförmigen Ritzlinie auf der Vorderseite des Objekts und dürfte ebenfalls erst nach der letzten Oberflächenbehandlung am Objekt ausgeführt worden sein.

Wegen ihrer Position bietet sich eine Interpretation der Ritzlinie als Markierung der Mitte des Objekts an.

## 4 Der intendierte Typ der Sonnenuhr

Im Kontext der Frage nach der Fertigung von Sonnenuhren interessiert angesichts der Vielzahl unterschiedlicher Sonnenuhrentypen und den entsprechend zu erwartenden

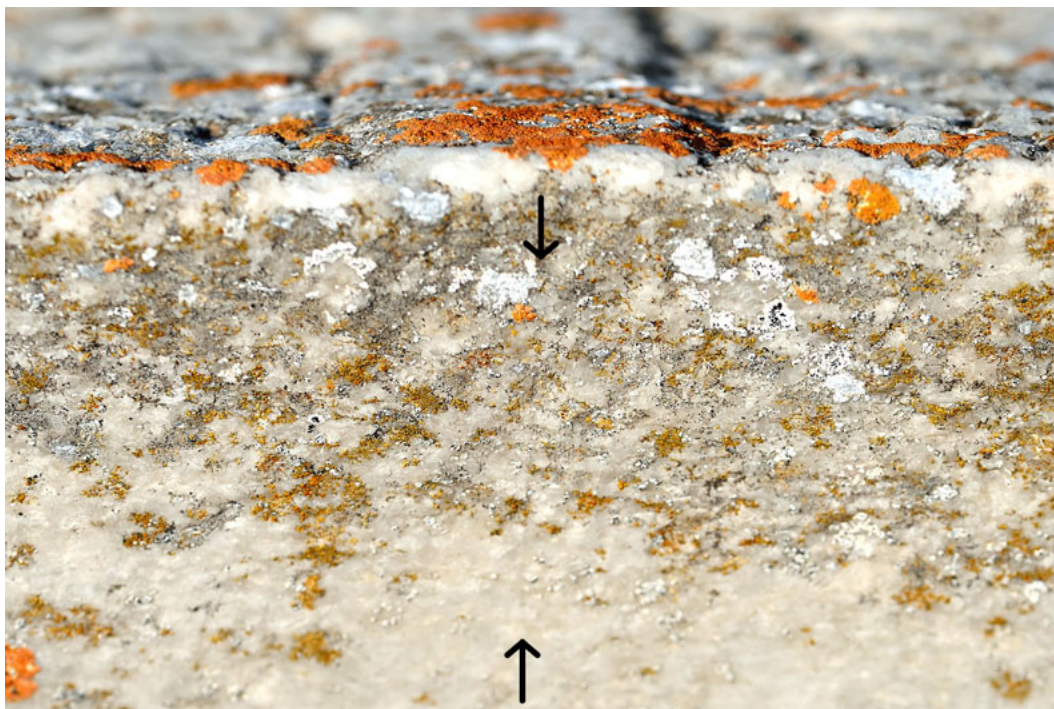


Abb. 15 | Ritzlinie auf der Oberseite des Objekts. BSDP0010, Ausschnitt aus Abbildung DelosDSC\_0567-671.jpg.

Unterschieden in den Herstellungsprozessen, welcher Typ von Sonnenuhr beim Objekt von der Agora der Italiker intendiert wurde.

Aus der Reihe der gängigen Sonnenuhrentypen<sup>14</sup> kommt aufgrund der ausgearbeiteten Gestaltungselemente nur der sphärische, konische und zylindrische nach der geographischen Breite geschnittene Sonnenuhrentyp in Frage. Diese Typen unterscheiden sich durch die Gestalt ihrer Schattenflächen: im Fall der sphärischen Sonnenuhren hat sie die Form eines Ausschnitts einer Kugel, deren Mittelpunkt im Schnittpunkt der Oberseite der Sonnenuhr mit der Senkrechten zum oberen Abschnitt der Vorderfläche im Mittelpunkt des Öffnungskreises liegt. Bei einer zylindrischen Sonnenuhr ist die Schattenfläche Teil eines geraden Zylinders, der senkrecht auf dem oberen Abschnitt der Vorderseite steht, wobei der Öffnungskreis mit der Grundfläche des Zylinders übereinstimmt. Bei Sonnenuhren des konischen Typs ist die Schattenfläche Teil eines geraden Kegels, der senkrecht zum oberen Abschnitt der Vorderseite steht und dessen Spitze oberhalb der Oberseite der Sonnenuhr liegt. Die Grundfläche des Kegels entspricht ebenfalls dem Öffnungskreis.

Während im Fall einer sphärischen oder zylindrischen Sonnenuhr allein durch eine Ausarbeitung der Oberseite und des oberen Abschnitts der Vorderseite sowie einer Kennzeichnung des Verlaufs der kreisförmigen Kante zwischen Schattenfläche und Vorderseite die Form der Schattenfläche vollständig bestimmt ist, bleibt für eine konische Sonnenuhr ein freier Parameter bestehen, der zum Beispiel durch die Wahl des Öffnungswinkels des Kegels festgelegt werden könnte.

Das Objekt von der Agora der Italiker ist somit soweit ausgeführt, dass für eine sphärische oder zylindrische nach der geographischen Breite geschnittene Sonnenuhr die Form der Schattenfläche schon vorgegeben ist. Diese lässt sich im 3D-Modell des Objekts konstruieren. Das Ergebnis zeigt, dass in beiden Fällen die Schattenflächen die Rückseite

14 Vgl. dazu Gibbs 1976, 13–58.

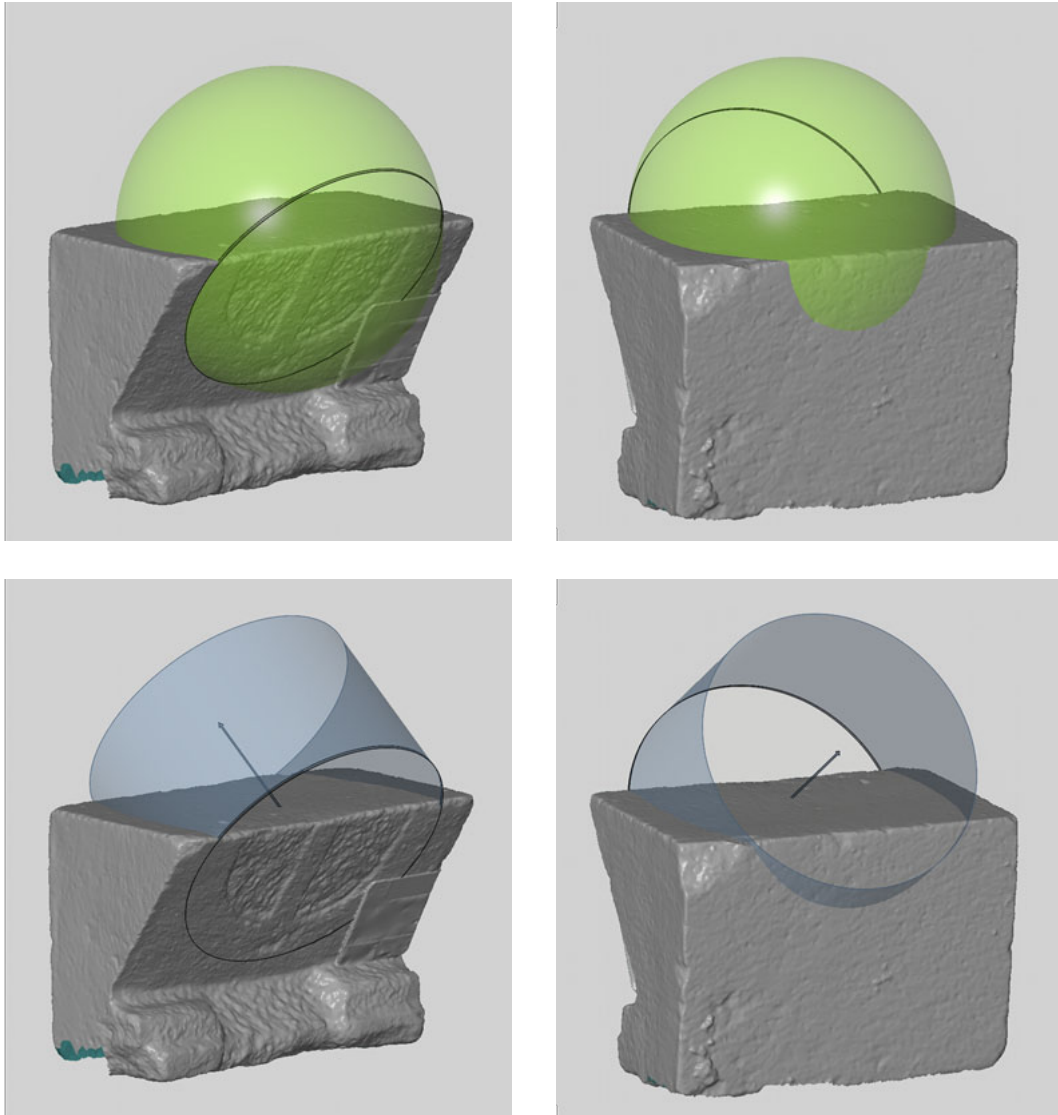


Abb. 16 | Schattenflächen bei einer Ausführung der Sonnenuhr als sphärische und zylindrische nach der geographischen Breite geschnittenen Sonnenuhr. Die Schattenflächen wurden jeweils so gewählt, dass sie durch die Ritzlinie auf der Vorderseite des Objekts verlaufen.

des Objekts schneiden (vgl. Abb. 16). Eine solche Gestaltung von Sonnenuhren ist jedoch bislang nicht bekannt.

Durch eine geeignete Wahl eines Öffnungswinkels des Kegels ist es hingegen möglich, für das Objekt eine kegelförmige Schattenfläche festzulegen, die die Rückseite des Objekts nicht schneidet (vgl. Abb. 17). Das unvollendete Objekt kann somit als Sonnenuhr des konischen nach der geographischen Breite geschnittenen Typs zu Ende geführt werden. Für solche Sonnenuhren gibt es zahlreiche überlieferte Vergleichsobjekte.

Angesichts der Alternative, das Objekt als singulären und zudem unvollendeten Repräsentanten eines neuen Sonnenuhrentyps zu verstehen, ist bei der aktuellen Kenntnis der Sonnenuhrtypen und der sie definierenden Eigenschaften diese Interpretation klar zu favorisieren. Das Objekt von der Agora der Italiker lässt sich somit also als eine unvollendete Sonnenuhr beschreiben, bei der die Umsetzung einer konischen nach der geographischen Breite geschnittenen Sonnenuhr geplant war.



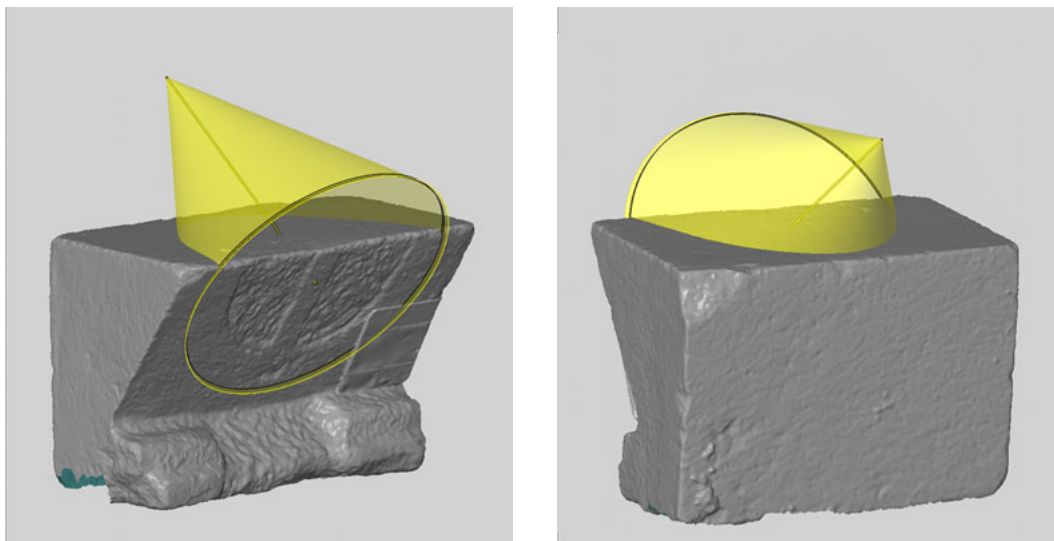


Abb. 17 | Schattenfläche bei einer Ausführung der Sonnenuhr als konische nach der geographischen Breite geschnittene Sonnenuhr mit einem Öffnungswinkel von  $27^\circ$ .

## 5 Die Herstellung der Sonnenuhr

Geht man davon aus, dass die feine Ritzlinie am Objekt von der Agora der Italiker den Verlauf der Kante der Schattenfläche mit dem oberen Bereich der Vorderseite markieren soll und dass das Objekt als konische Sonnenuhr geplant war, ist soweit kein in der Ausführung des Objekts liegender Grund für einen Abbruch des Baus der Sonnenuhr ersichtlich. Das Objekt lässt sich deshalb in Hinblick auf eine Rekonstruktion der Fertigungsabläufe von Sonnenuhren als eine Zwischenstufe eines von eventuell mehreren möglichen Fertigungswegen für konische nach der geographischen Breite geschnittenen Sonnenuhren auswerten.

Die kurze Ritzlinie auf der Oberseite sowie die kreisförmige Ritzlinie im oberen Bereich der Vorderseite belegen die Verwendung von Hilfslinien, die direkt in den Stein geritzt wurden. Außerdem finden sich am Objekt Kennzeichnungen von zu entfernenden Bereichen. Ob die Ausformungen dieser Kennzeichnungen für die Ausführung des Baus der Sonnenuhr von weiterer Bedeutung sind, bleibt unklar.

Alle diese Hilfslinien und Markierungen sind so angelegt, dass sie durch weitere Bau-schritte bis zur Fertigstellung verschwinden. Die Oberflächengestaltung und die Anbringung der Hilfslinien und Markierungen geben Aufschluss über die Reihenfolge verschiedener Arbeitsschritte. Daraus ergeben sich also folgende Fertigungsschritte:

1. Fertigung des Grundkörpers der Sonnenuhr mit schräger oberer Vorderfläche und Ausarbeitung des unteren Abschnitts der Vorderseite bis hin zu einer ersten groben Glättung der Oberflächen des Steins
2. Antragen von Ritzlinien zur Markierung der vorderen Konusöffnung und Kennzeichnung des zu entfernenden Bereichs
3. Ausführung des Konus, Eintragung der Schattenlinien und Anbringung des Gnomons.

Wie die Ausführung des Konus dabei im Detail aussieht, bleibt unbekannt.

Ob sich diese Beobachtungen zur Reihenfolge der Fertigungsschritte auf andere konische Sonnenuhren übertragen lässt und ob dieselbe Vorgehensweise sogar für nach der geographischen Breite geschnittene sphärische und zylindrische Sonnenuhren Gültigkeit besitzt, kann nur eine Auswertung von anderen Objekten zeigen.

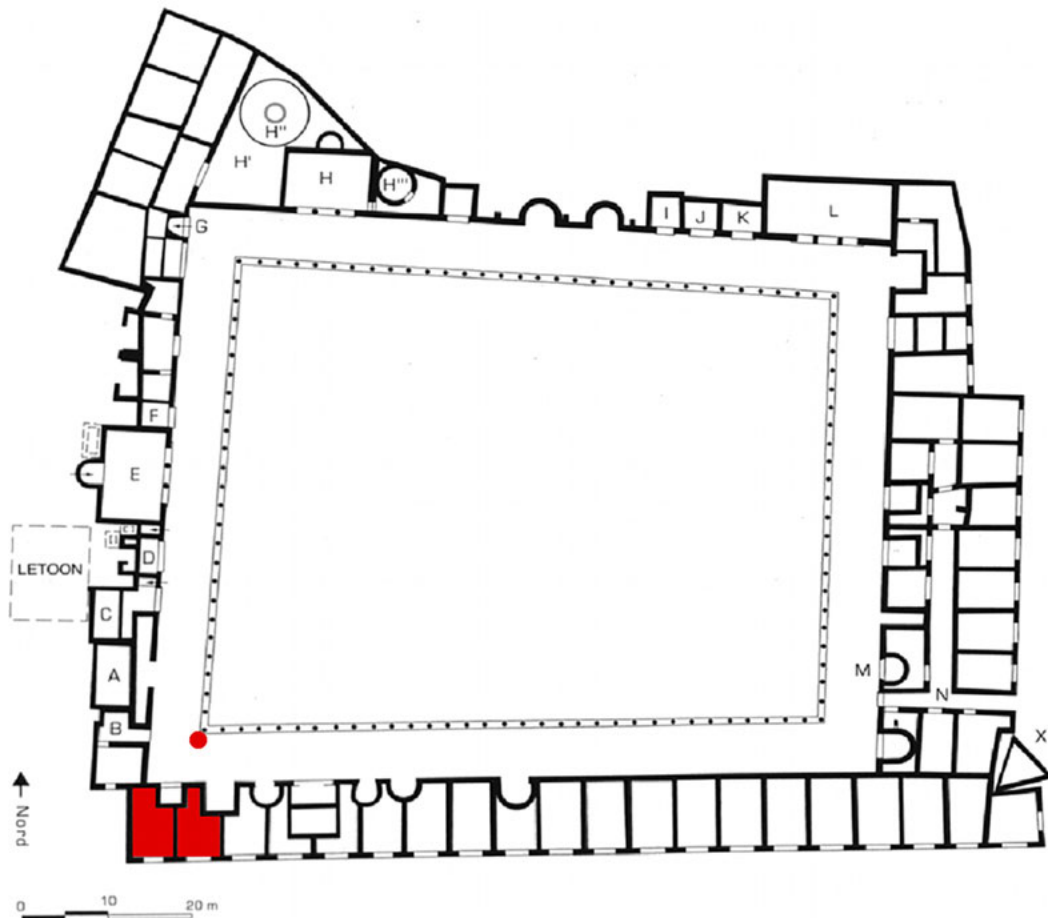


Abb. 18 | Lage der Räume der Steinmetzwerkstätte im Gebäude an der Südseite der Agora der Italiker in Delos. Der rote Punkt markiert den ungefähren Aufbewahrungsort der unvollendeten Sonnenuhr zur Zeit der Sichtung im Oktober 2012. Abbildung nach Bruneau und Ducat 2005, 221, Fig. 59.

## 6 Unvollendet oder auch verworfen?

Neben dem Herstellungsprozess an sich interessiert auch die Frage, warum die Anfertigung der Sonnenuhr von der Agora der Italiker abgebrochen wurde. Auch wenn das Objekt nicht *in situ* gefunden wurde, kann sein ursprünglicher Fundort Aufschluss über eine mögliche Ursache für die Aufgabe der Arbeiten geben: Dieser liegt wie ihr Aufbewahrungsort bei der Wiederauffindung in der südwestlichen Ecke der Agora der Italiker. In unmittelbarer Nähe zu dieser Stelle wurden im Gebäudeflügel an der Südseite der Agora zwei Räume als Steinmetzwerkstätten identifiziert (vgl. Abb. 18).<sup>15</sup> In diesen und in ihrer Umgebung wurden bei Ausgrabungen Steinsplitter und Werkzeuge gefunden, die typisch für Steinmetzarbeiten sind, sowie etwa 30 unvollendete Skulpturen und begonnenes Mobiliar.<sup>16</sup> Philippe Jockey hat in seinen Arbeiten zu den delischen Steinmetzwerkstätten anhand der bei den Objekten angewendeten Techniken rekonstruiert, dass es sich bei den Arbeiten aus den beiden Räumen im Gebäude an der Südseite der Agora um kleinere Kunstgegenstände und Kopien – in einigen Fällen sogar um Verkleinerungen bekannter Werke – oder um alltägliche Gebrauchsgegenstände handelt.<sup>17</sup>

15 Vgl. Bruneau und Ducat 2005, 222, Jockey 1995, 89 und Jockey 1998, 179.

16 Vgl. dazu Jockey 1995, 89 und Jockey 1998, 179.

17 Vgl. dazu Jockey 1995, 90 und Jockey 1998, 179.

Nicht nur die räumliche Nähe des Fundorts der unvollendeten Sonnenuhr zu denjenigen der anderen unfertigen Arbeiten, sondern auch ihre thematische Ähnlichkeit mit Gebrauchsgegenständen und kunsthandwerklichen Arbeiten sprechen dafür, dass sie ebenfalls aus den Beständen dieser Werkstatt stammt.<sup>18</sup> Wie bei den übrigen Funden der Werkstatt lässt sich somit ihre Entstehung datieren: Zum einen kann sie nicht vor dem Ende des 2. Jh. v. Chr. entstanden sein, denn die Entstehung des Gebäudes fällt in diesen Zeitraum. Vielmehr ist sogar ein Zusammenhang zwischen der Aufgabe der Werkstatt und der Zerstörung von Delos zu sehen, die im Jahr 88 v. Chr. stattfand.<sup>19</sup>

Vor dem Hintergrund der Fundsituation des Objekts ist somit davon auszugehen, dass allein die äußeren Umstände der Zerstörung der Stadt und damit der Werkstatt dazu geführt haben, das Objekt nicht zu Ende zu bringen. Die Sonnenuhr wäre demnach zu Beginn des 1. Jh. v. Chr. entstanden.

18 Es bleibt unklar, ob Ph. Jockey die unvollendete Sonnenuhr mit zu den von ihm betrachteten Objekten rechnet.

19 Zur Datierung der Steinmetzwerkstätten von der Agora der Italiker vgl. Jockey 1995, 90 und Jockey 1998, 179.

## Literaturverzeichnis

Bruneau und Ducat 2005

Ph. Bruneau und J. Ducat, Hrsg. *Guide de Délos*. Athen: École française d'Athènes, 2005.

Deonna 1938

W. Deonna. *Le mobilier délien: Exploration archeologique de Délos*. Paris: Boccard, 1938.

Fensterbusch 1976

C. Fensterbusch, Übers. *Vitruvius. Zehn Bücher über Architektur*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1976.

Gibbs 1976

Sh.L. Gibbs. *Greek and Roman Sundials*. New Haven und London: Yale University Press, 1976.

Jockey 1995

Ph. Jockey. „Unfinished sculpture and its workshops on Delos in the Hellenistic period“. In *The Study of Marble and other Stones Used in Antiquity*. Hrsg. von Y. Maniatis, N. Herz und Y. Basiakos. Asmosia 3. London: Archetype Publications, 1995, 87–93.

Jockey 1998

Ph. Jockey. „Neither School nor Koine: The Local Workshops of Delos and their Unfinished Sculpture“. In *Regional Schools in Hellenistic Sculpture*. Hrsg. von O. Palagia und W. Coulson. Oxbow Monograph 90. Oxford: Oxbow book, 1998, 177–184.

Radt 2002–2009

S. Radt. *Strabons Geographika*. 8 Bde. Göttingen, 2002–2009.

Stückelberger und Graßhoff 2006

A. Stückelberger und G. Graßhoff. *Klaudios Ptolemaios. Handbuch der Geographie*. 2 Bde. Basel, 2006.

Toomer 1984

G.J. Toomer. *Ptolemy's Almagest*. London, 1984.

## Digitale Ressourcen

BSDP0010

The Sundials Project. „Photographies of the Sundial Gibbs 1064, Delos“. In *Digital Resources on Ancient Sundials*. Hrsg. von G. Graßhoff und E. Rinner. Berlin 2012. <http://repository.topoi.org/BDSP/BDSP0010>.

BSDP0047

The Sundials Project. „3D model of the Sundial Gibbs 1064, Delos“. In *Digital Resources on Ancient Sundials*. Hrsg. von G. Graßhoff und E. Rinner. Berlin 2012. <http://repository.topoi.org/BDSP/BDSP0047>.

**Elisabeth Rinner**

Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Wissenschaftsgeschichte der Antike an der Humboldt-Universität zu Berlin. Studium der Mathematik und Wissenschaftsgeschichte in Regensburg und Bern. Aktuelle Forschungsschwerpunkte liegen bei der Geschichte der antiken griechischen und römischen Kartographie und Geographie, Instrumenten, Sonnenuhren sowie Fragen von Wissenstransfer und Innovation.

Research assistant at the Department of Ancient History of Science at the Humboldt University Berlin. She studied mathematics and history of science at Regensburg and Bern. Research interests include history of ancient greek and roman cartography and geography, instruments, sundials as well as knowledge transfer and innovation.

Elisabeth Rinner  
Humboldt-Universität zu Berlin  
Institut für Philosophie, Philosophischen Fakultät I  
Hannoversche Str. 6  
D-10099 Berlin, Deutschland  
elisabeth.rinner@topoi.org

**Bernhard Fritsch**

Wissenschaftlicher Mitarbeiter Einstein Fellowship Berlin/Exzellenzcluster Topoi Berlin. Studium der Klassischen Archäologie und Ur- und Frühgeschichte in Berlin und Rom. Seine aktuellen Forschungsinteressen gelten besonders dem Einsatz digitaler Möglichkeiten (Akquise, Modellierung und Archivierung) in der Archäologie, Kunstgeschichte und Wissenschaftsgeschichte.

Research assistant at Einstein Fellowship Berlin/Exzellenzcluster Topoi Berlin. He studied classical archaeology and pre- and early history in Berlin and Rome. His current research interests include especially the use of digital possibilities (acquisition, modeling and archiving) in archaeology, history of art and history of science.

Einstein-Stiftung Berlin/Exzellenzcluster 264 Topoi  
Humboldt-Universität zu Berlin  
Hannoversche Str. 6  
D-10099 Berlin, Deutschland  
bernhard.fritsch@topoi.org

**Gerd Graßhoff**

Gerd Graßhoff war bis September 2010 Professor für Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsgeschichte an der Universität Bern/Schweiz. Zum Oktober 2010 wurde er auf den Stuhl für Wissenschaftsgeschichte der Antike an der Humboldt-Universität zu Berlin berufen. Zu seinen Forschungsschwerpunkten gehören Wissenschaftsgeschichte (seine Themen umfassen sowohl die Babylonische Astronomie als auch die Neuzeit), Methoden wissenschaftlicher Forschung und philosophische Modelle kausalen Schließens.

Professor of History and Philosophy of Science, formerly at Bern University, now Professor for History of Ancient Science at the Humboldt University Berlin. His research fields cover the history of ancient science from Babylonian astronomy to Modern Times, methods of scientific discovery and philosophical models of causal reasoning.

Gerd Graßhoff  
Humboldt-Universität zu Berlin  
Institut für Philosophie, Philosophischen Fakultät I  
Unter den Linden 6  
10099 Berlin, Deutschland  
[gerd.grasshoff@topoi.org](mailto:gerd.grasshoff@topoi.org)