

Zeitschrift: Zeitschrift für schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte =
Revue suisse d'art et d'archéologie = Rivista svizzera d'arte e
d'archeologia = Journal of Swiss archeology and art history

Herausgeber: Schweizerisches Nationalmuseum

Band: 76 (2019)

Heft: 1-2

Artikel: Die Zeit in der Tasche : die älteste in Europa erhaltene hölzerne
Klappsonnenuhr aus dem Kloster Münstair, Schweiz

Autor: Schewe, Roland / Goll, Jürg

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-842379>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 08.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die Zeit in der Tasche –

Die älteste in Europa erhaltene hölzerne Klappsonnenuhr aus dem Kloster Münstair, Schweiz

VON ROLAND SCHEWE UND JÜRG GOLL

Einleitung

Restaurierungen im Kloster St. Johann, Münstair, im Schweizer Kanton Graubünden werden seit Jahrzehnten von der Bau- und Bodenforschung systematisch begleitet. Aktuell werden die Funde und Befunde nach und nach aufgearbeitet sowie hinsichtlich ihrer kulturhistorischen Bedeutung erforscht und kontextualisiert. Aufgrund seiner herausragenden überregionalen Bedeutung wurde das mittelalterliche Kloster der Karolingerzeit mit seiner 1200-jährigen Baugeschichte 1983 in die Liste der UNESCO-Welterbestätten aufgenommen. Das heute noch von Benediktinerinnen bewohnte Kloster ist im Laufe seiner Geschichte nie völlig zerstört, sondern immer nur partiell umgebaut worden. Das Kloster St. Johann mit seinen bedeutenden karolingischen Fresken wurde um 775 gegründet¹ und bildet heute ein Konglomerat von Gebäuden verschiedenster Stile und Epochen. Jürg Goll,

langjähriger Forscher im Kloster Münstair, hat unlängst Fragmente einer hölzernen Klappsonnenuhr aus einer Altgrabung «wiederentdeckt» und sie Roland Schewe vom Germanischen Nationalmuseum in Nürnberg zur Untersuchung und historischen Einordnung vorgelegt. Diese Fragmente verdienen besondere Beachtung, weil sie der bislang ältesten nicht datierten Klappsonnenuhr aus Holz aus einem archäologischen Fundkomplex zugehören. Zudem sind Sonnenuhren aus archäologischen Befunden eher eine Ausnahme.² (JG/RS)

Konstruktionsprinzip und Funktionsweise der Taschensonnenuhr

Die vorliegende Sonnenuhr zählt zum Typus der Klappsonnenuhren und misst die Zeit bauartbedingt nach der horizontalen und vertikalen Lage der Zifferblätter mit je einer Horizontal- und Vertikalsonnenuhr über die Rich-



Abb. 1 Münstair, Kloster St. Johann. Klappsonnenuhr, überlieferte Deck- und Bodenplatte zusammengesetzt (Fotomontage).



Abb. 2 Münstair, Kloster St. Johann. Klappsonnenuhr, bestehend aus Deckplatte (Ib oben links + Ia oben rechts) und Bodenplatte (IIa unten links + IIb unten rechts).

tung der Sonne (Abb. 1). Sie benötigt zur Zeitmessung einen Kompass für die Nord-Süd-Ausrichtung und zeigt die wahre Ortszeit an.³ Es handelt sich um eine kleine Sonnenuhr im Format 55 × 48 × 13 mm, bei der die zwei separaten Platten aus Buchsbaumholz ursprünglich über drei Scharniere verbunden waren. Die obere dünnere Deckplatte ist leicht verworfen und zeigt auf der Aussen- seite eine 3 mm tiefe, im Durchmesser 33 mm grosse runde Eintiefung mit fehlender Indikationsscheibe und auf der Innenseite das Zifferblatt einer Vertikaluhr. Die mehrfach gebrochene Grundplatte wurde 2016 vom Archäologischen Dienst Graubünden aus drei Teilen zusammengesetzt und geklebt.⁴ Für einen zirka 40 × 7 mm grossen Ausbruch fanden sich keine Anschlussstücke. Die Berechnung der Zifferblätter hat mit eingerechneten Toleranzen als «best possible match» Stundenlinien für 47° Grad nördlicher Breite ergeben. Die Rekonstruktion der in Frage kommenden Ortsbreite liess sich nicht genauer vornehmen, da zum einen die Klebung der Fragmente nach der Fundbergung nicht passgenau gefügt werden konnten und sich die Stundenlinien dabei im Winkel

etwas verzerrt zeigten; zum anderen, weil die Stunden- linien an sich nicht genau berechnet und/oder winkelge- treu ins Holz geschnitten wurden. Der Kompass in der runden Eintiefung ist nicht überliefert. Der erstaunlich gute Erhaltungszustand ist wohl dem trockenen Milieu des Fehlbodens zu verdanken, in dem die Sonnenuhr gefunden wurde. Die Liniaturen, Ziffern, Kreislinien und Sternpunzen zeigen in den Vertiefungen Farbreste eines grünen und roten harz-/wachshaltigen Kolorits. Die nachfolgende Beschreibung der Klappsonnenuhr orien- tiert sich an den eingeführten Bezeichnungen der Aussen- und Innenseiten mit Ziffern und Buchstaben: Die Deck- platte ist die Nummer I, ihre Aussenseite Ia, die Innenseite Ib; die Bodenplatte ist die Nummer II, die Innenseite IIa, die Aussenseite respektive Unterseite IIb.

Deckplatte innen, Seite Ib (Abb. 2, oben links)

Die Innenseite zeigt eine Vertikaluhr mit rundem Ziffer- blatt und Stundenfolge 6-12-6 mit ursprünglich rot aus- gelegten arabischen Ziffern. Das Löchlein für den Schat- tenfaden befindet sich im Schnittpunkt der 6/12-Uhr-

Linie. Die geraden Stundenlinien sowie die zwei- und dreifachen Zierkreise wurden mit grünem Kolorit gestaltet. Ansonsten sind keine weiteren Zierelemente vorhanden.

Bodenplatte innen, Seite IIa (Abb. 2, unten links)

Auf der Oberseite der Grundplatte ist eine zentrale runde, 6 mm tiefe und im Durchmesser 20 mm grosse Eintiefung für den verlorenen Kompass mit Nadel und Glasabdeckung herausgedreht. Ein zirka 37 × 10,5 mm langer Ausbruch zieht sich von der hinteren Kante zur Mitte. Um den Kompass herum ist das geschnittene runde Zifferblatt einer Horizontaluhr mit Stundenfolge 1–8 und 8–12 mit rot ausgelegten gepunzten arabischen Ziffern zu sehen. Die geraden Stundenlinien sowie die zwei- und dreifachen Zierkreise sind analog zu Ib in Grün koloriert. Auch die umlaufenden zweifachen Rahmenlinien sowie die Zwickelverzierungen sind gleich wie Ia ausgeführt. Stirnseitig sind vorne zwei Verschlusshaken aus Messingdraht für die Verschlussösen der Deckplatte angebracht. Zwei Drahtösen aus Messing an der hinteren Stirnseite ermöglichen das Arretieren der Deckplatte in der Senkrechten. Die losen Enden der drei Messingdrahtscharniere befinden sich an der rückwärtigen Plattenkante.

Deckplatte aussen, Seite Ia (Abb. 2, oben rechts)

Zentral in der 4,3 mm dicken Deckplatte befindet sich auf der Aussenseite eine 2,95 mm tiefe, im Durchmesser 33 mm grosse Eintiefung, die möglicherweise eine heute verlorene runde Volvelle – eine drehbare Scheibe enthielt. Eine mitunter übliche Lunar-Volvelle scheidet aus, da sich keinerlei Hinweise auf ein rundes Zifferblatt mit den Zahlen für den Mondumlauf finden. Denkbar ist jedoch eine Volvelle mit Aspektenschema, die ohne weitere Zifferblätter auskommt.⁵ Um die Eintiefung herum sind drei

konzentrische, ehemals grüne Zierlinien geschnitten. An drei Seiten ist eine zweifache dünne, ehemals grüne Rahmenlinie geschnitten. Zwischen den Rahmenlinien befinden sich sechsstrahlige Kreispunzen mit roten Koloritresten, die möglicherweise als Zierelemente kleine Sonnen oder Sterne darstellen. Die Zwickel zierte ein stilisierter Dreipass mit Resten von erhaltenem rotem Kolorit, darin wiederum je eine 12-strahlige Kreispunze mit ehemals grünem Kolorit, umgeben von einer um 45° Grad versetzten Linienschraffur mit grünen Farbresten. An der vorderen Stirnseite sind zwei runde Verschlussösen aus Messingdraht angebracht, am hinteren Plattenteil drei Scharnierlöcher sowie ein erhaltener Feststellhaken aus Messingdraht, der andere Feststellhaken fehlt.

Bodenplatte aussen, Seite IIb (Abb. 2, unten rechts)

Die schmucklose glatte Unterseite zeigt bis auf die umgebogenen Enden der drei Drahtscharniere lediglich eine fragmentarisch sichtbare vielstrahlige Sonnenpunze mit stilisiertem Gesicht. Ob es sich dabei um eine frühe Herstellermarke oder um ein dekoratives Motiv handelt, bleibt unklar. Als Zierelemente sind Punzierungen mit Sonnen-/Mondgesichtern jedenfalls in vielen Varianten und Grössen überliefert. (RS)

Fundsituation der Klappsonnenuhr

Das karolingische Kloster bestand aus einer planmässig errichteten, rechteckigen Anlage mit der Klosterkirche an der Nordost- und der Heiligkreuzkapelle an der Südostecke (Abb. 3). Zwei heftige Brände im 10. und im 11. Jahrhundert haben den Bestand der Klostergebäude stark dezimiert. Ein Neuanfang drängte sich auf. Betrieblich

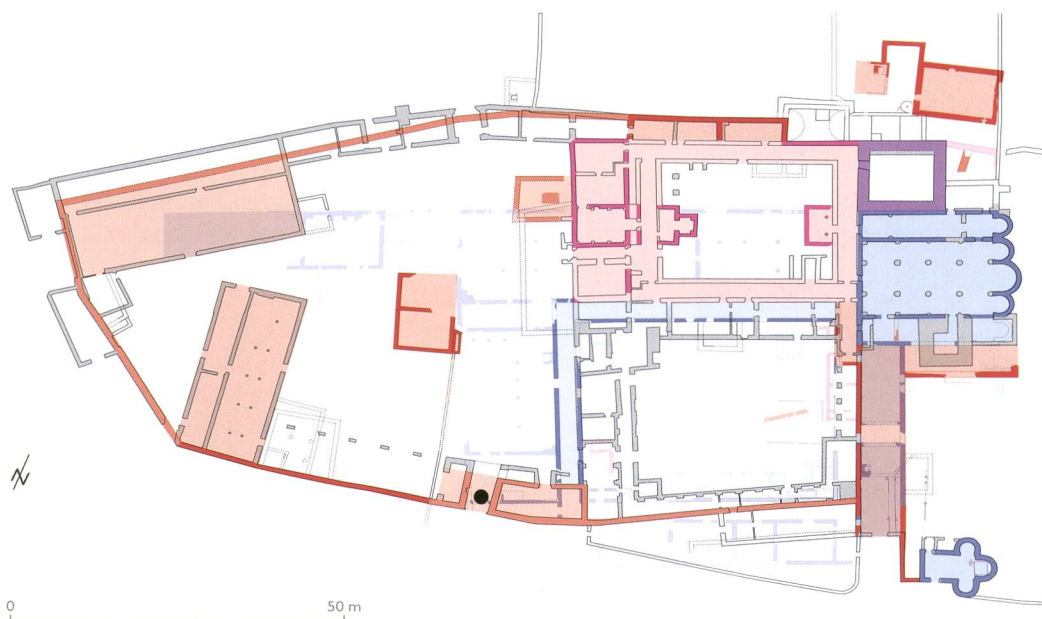


Abb. 3 Müstair, Kloster St. Johann. Grundrissplan mit den wichtigsten Bauetappen:
 grau = aktueller Bestand,
 blau = karolingisches Gründungskloster ab 775,
 violett = Plantaturm ab 958,
 rosa = frühromanische Bischofsresidenz ab 1035,
 rot = romanisch, zweite Hälfte 12. Jahrhundert,
 orange = spätrömisch, 13. Jahrhundert,
 schwarzer Punkt = Fundort.

fand dieser seinen Niederschlag in der Ansiedlung eines Nonnenkonvents anstelle des bisherigen Männerklosters und baulich in neuen Wohn- und Wirtschaftsgebäuden sowie in einer schützenden Klostermauer. Gleichzeitig mit der südlichen Klostermauer wurde im 13. Jahrhundert das zweigeschossige Torhaus errichtet, dessen Tor im ausgehenden 15. Jahrhundert von der Äbtissin Angelina Planta (reg. 1478 bis 1509) mit einem mächtigen Torturm überhöht wurde (Abb. 4). Dieser enthält im Erdgeschoss die Durchfahrt mit Stichbogentonne und einen Nebenraum, darüber ein Wohngeschoss mit Vorraum, Stube und Schlafkammer, im zweiten Obergeschoss weitere Wohnräume sowie ein ungenutztes Dachgeschoss unter dem zum Innenhof hin abfallenden Pultdach. Die Mauern waren mit Schwalbenschwanzzinnen bekrönt, die Anfang des 20. Jahrhunderts zu einfachen Rechtecken zurechtgestutzt wurden. Die Neu- und Umbauten der Äbtissin Planta gliederten sich in zwei Etappen, weil die Tiroler Besatzungstruppen am 11. Februar 1499 das Kloster eingäschert hatten und der dabei angesengte Torturm anschliessend repariert werden musste. 1676 liess die Äbtissin Dorothea de Albertis (reg. 1666 bis 1686) die Räume über der Durchfahrt mit einer kostbaren Tafelung zu einer repräsentativen Abtei auskleiden.

Im Unterbau dieser Abteistube kam die beschädigte Taschensonnenuhr anlässlich einer Bauuntersuchung im Jahre 1981 zum Vorschein,⁶ deren Befunde im Rahmen einer Monografie über den Westhof und seiner umgebenen Bauten 2017 neu aufgearbeitet worden sind.⁷ Die Fragmente lagen im Bauschutt, mit dem die Gewölbezwickel der Tordurchfahrt für den Boden im ersten Obergeschoss ausgeebnet worden waren. Sie befanden sich in Gesellschaft mit Freskenfragmenten aus der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts. Die Schuttfüllung gehört

sicher zu den Baumassnahmen vor 1499. Allerdings wurde der Holzboden im ersten Obergeschoss nach dem Brand von 1499 ersetzt. Dabei wurde eine geringe Niveauabsenkung vorgenommen, bei der die Uhr letztmöglich in den Schutt gelangt sein könnte. Danach wurde eine ausgleichende Mörtelschicht über die reduzierte Mauerkrone ausgebreitet und ein dicker Mörtelstrich darüber gegossen. Dieser versiegelnde Mörtelüberzug verunmöglichte den Zugang zum Bauschutt. Somit lässt sich die Fundlage der Taschensonnenuhr eingrenzen in die Bauzeit des Turms am Ende des 15. oder in die Reparaturphase am Anfang des 16. Jahrhunderts.

Dem wissenschaftlichen Zweifel bleibt freilich eine minime Restunsicherheit geschuldet, weil es für den Mörtelstrich und seine Unterlage keinen älteren *terminus ante quem* gibt als den Einbau des Täfers von 1676. Eine Spätdatierung ist jedoch unwahrscheinlich, denn für das höhere Alter des Estrichs, der anscheinend immer nur Schutzüberzug unter einer Täferstube war, sprechen die bereits 1676 bestehenden Risse und Setzungen, deren tiefste Dellen grob mit Mörtel ausgeebnet wurden. Am überzeugendsten bleibt die zeitliche Einordnung des Verlusts der Klappsonnenuhr Ende des 15./Anfang des 16. Jahrhunderts. (JG)

Die Zeit in der Tasche

Über die formale Beschreibung der Klappsonnenuhraus Müstair hinaus konkretisieren sich in dem Einzelobjekt auch vielfältige epochen- und kontextspezifische Aspekte. Um die geschichtliche Dimension des Fundes mit Sinn- beziehungsweise Funktionszusammenhängen zu erschliessen, folgen deshalb überblicksartig in Makroperspektive einige Eckdaten zur Entwicklung der Sonnenuhren.

Bei Sonnenuhren handelt es sich um Instrumente respektive um Vorrichtungen, die es erlauben, mit geeigneten Körpern («Schattenzeigern») durch den über die Höhe und/oder die Richtung der Sonne geworfenen Schatten auf einem Zifferblatt die Tageszeit abzulesen. Grundsätzlich sind in diesem Zusammenhang immobile, an Gebäudewänden angebrachte Sonnenuhren von mobilen, tragbaren zu unterscheiden. Mobil sind Sonnenuhren, wenn sie nicht fest aufgestellt und montiert sind oder wenn sie so miniaturisiert sind, dass sie in der Tasche oder im Beutel getragen werden können. Diese tragbaren Sonnenuhren werden allgemein und typenunabhängig als Taschensonnenuhren oder auch als Reisesonnenuhren bezeichnet. Kulturgeschichtlich ermöglichen tragbare Sonnenuhren ein individuelles, privates Zeitmanagement im Unterschied zum kommunalen Zeitmanagement der ortsfesten Sonnenuhren in den Städten und Klöstern. Mobile Sonnenuhren wurden je nach Konstruktionsprinzip und Messmethoden in mannigfachen Varianten und Designs hergestellt. Sonnenuhren können ohne Kompass



Abb. 4 Müstair, Kloster St. Johann. Ansicht des Klosters gegen Norden mit der Südfassade des Torhauses (links der Mitte) und des Südtorturms (ganz links).

verwendet werden, dann ist aber das korrekte Datum für eine Zeitmessung unerlässlich. Datumsunabhängige Sonnenuhren erfordern zur Nord-Süd-Orientierung einen Kompass sowie den korrekten geografischen Breitengrad vom spezifischen Ort der Zeitmessung. Sonnenuhren werden zusätzlich zum gemessenen Winkel und der Messmethode noch nach Form und Lage des Zifferblattes differenziert.⁸ Die waagerechte Lage des Zifferblattes ist namensgebend für die Horizontalsonnenuhr mit erdachsenparallelem Schattenwerfer, die im Gegensatz zum senkrechten Zifferblatt der Vertikalsonnenuhren auch die frühen Morgen- und späten Abendstunden anzeigen kann. Äquatorialsonnenuhren besitzen ein äquatorparalleles Zifferblatt mit konstanter 15°-Skalierung und erdachsenparallelem Schattenwerfer. Die Ablesegenauigkeit einer Sonnenuhr steht und fällt mit ihrer richtigen Lage in Bezug auf die gedachte Erdachse und Horizontebene sowie der Berechnung der Zifferblätter und der magnetischen Missweisung. Auch bilden die kleinen Zifferblätter der Taschensonnenuhren vorrangig nur Stundenlinien für die vollen Stunden ab, mitunter noch ergänzt durch Teilungspunkte für die halben Stunden, weshalb die erzielten Messgenauigkeiten unter Berücksichtigung aller Fehlerquellen deutlich geringer waren als heutzutage. Bei optimalen Bedingungen und Berechnungen betrug die Genauigkeit bei Taschensonnenuhren wohl etwa 15 Minuten. Dies bedeutet aber keinesfalls, dass eine Viertelstunde eine zu vernachlässigende Grösse in der Zeiteinteilung ist. Bereits gegen Ende des 15. Jahrhunderts wurde die Stunde in Zürich in Viertelstunden unterteilt, die durch Trompetenklänge kundgetan wurden.⁹

Zeitmessung mit der Sonne über dem Horizont

In der langen Entwicklungsgeschichte der Zeitmessung wurden je nach kulturellem Umfeld verschiedene Arten von Sonnenuhren erdacht. Für die Verwendung einfacher Sonnenuhren zeugen bereits archäologische Funde aus der Mitte des 2. Jahrtausends v. Chr. aus dem Alten Ägypten. Im Jahre 2013, wurde eine etwa 3000 Jahre alte Kalksteinplatte mit Stundenlinien einer Sonnenuhr im Tal der Könige ausgegraben. Es handelt sich dabei vermutlich um eine mobile Vertikalsonnenuhr, welche dazu bestimmt war, die Arbeitszeiten der Arbeiter an den Königsgräbern einzuteilen.¹⁰ Die Anfänge der Wissenschaft der Sonnenuhren, der Gnomonik¹¹, reichen bis in die Antike zurück. Grundlegende Arbeiten zu Sonnenuhren wurden gegen Ende des 1. Jahrhunderts v. Chr. vom römischen Architekten und Ingenieur Vitruv geschrieben. Im neunten seiner *Zehn Bücher über Architektur* berichtet dieser über alle ihm bekannten Sonnenuhren der Antike, auch über tragbare Sonnenuhren.¹² Nach dem Untergang des Römischen Reiches und der Völkerwanderung war in Europa das Wissen der Antike weitgehend verloren gegangen,

und über Sonnenuhren war wenig zu berichten. Islamische Gelehrte und Wissenschaftler waren es, die das antike wissenschaftliche Erbe der Griechen wiederentdeckten, bewahrten, weiterentwickelten und übersetzten. Etwa vom 9. bis zum 13. Jahrhundert, einer Blütezeit der islamischen Wissenschaften, setzten islamische Gelehrte und Wissenschaftler Massstäbe im Wissenschaftsbetrieb und gehörten zur Weltspitze.¹³

Die religiösen Regeln zur Einhaltung der rituellen Pflichtgebete führten in der arabisch-islamische Gnomonik zu präzisen Sonnenbeobachtungen und einer hoch entwickelten Zeitbestimmung.¹⁴ Mithilfe von Sonnenuhren konnte der Zeitpunkt für die fünf Pflichtgebete definiert werden, der je nach geografischer Ortsbreite variiert. Zwei dieser Pflichtgebete, Zhor und 'Asr, beruhen auf astronomischen Berechnungen. Zhor, das Mittagsgebet, ist dann zu verrichten, wenn der Mittelpunkt der Sonne den Meridian überquert hat. 'Asr beginnt als Nachmittagsgebet, wenn der Schatten eines senkrechten Körpers entweder die gleiche Länge hat wie der Körper selbst oder die doppelte Länge zuzüglich seiner Schattenlänge zur Mittagszeit.¹⁵ Für die Entwicklung der islamischen Astronomie und Gnomonik sind die Arbeiten des syrischen Mathematikers und Astronomen Thābit Ibn-Qurra (826–901) und des ägyptischen Astronomen und Mathematikers Ibn Yūnus (ca. 950–1009) von besonderer Bedeutung.¹⁶ Der arabische Astronom, Mathematiker und Astrologe Al-Battānī [Albategnius] (etwa 858–929) beschreibt im 56. Kapitel seines wichtigen Buches zur Astronomie *Kitāb al-Zīj* den Bau einer horizontalen Sonnenuhr, bei der die Dauer des längsten und des kürzesten Tages ablesbar ist, sowie im letzten Kapitel 57 den Bau einer Reihe weiterer astronomischer Instrumente.¹⁷ Noch Jahrhunderte später zitieren grosse europäische Astronomen wie Nicolaus Copernicus, Tycho Brahe und Johannes Kepler aus dem astronomischen Hauptwerk von Al-Battānī.

Im dynamischen Prozess der Missionierung und Christianisierung Europas, der sich in einzelnen Regionen auf ganz unterschiedliche Weise vollzog, spielten Sonnenuhren an den Wänden der Kirchen und Klöster zur Regelung des religiösen Lebens wieder eine wichtige Rolle. Überhaupt kamen entscheidende Impulse für die Gnomonik aus dem monastischen Umfeld. Die älteste Vertikalsonnenuhr dieser Art findet sich auf einem angelsächsischen Kreuz aus dem 7. oder frühen 8. Jahrhundert angebracht, welches in Nordengland auf dem Friedhof von St. Cuthbert's in Bewcastle steht.¹⁸ Möglicherweise gelangte das Wissen um diese Sonnenuhren über Syrien oder Ägypten zu den britischen Inseln.¹⁹ Von dort aus verbreitete es sich über die Benediktiner-Missionare, unter denen im Nordosten Englands auch ihr bedeutender Gelehrter Beda Venerabilis lebte, auf das europäische Festland. Die älteste Vertikalsonnenuhr dieser Art entstand in Deutschland an der zwischen 820 und 822 erbauten karolingischen Michaelskirche in Fulda. Die in Stein

gemeisselten Zifferblätter der weithin sichtbaren und öffentlichen Sonnenuhren zeigten dabei mit ihren Zeitlinien die kanonischen Gebetsstunden an, weshalb sie auch als Kanoniale Sonnenuhren bezeichnet werden. Mithilfe solcher Sonnenuhren wurde der Gläubige an die täglich zu verrichtenden Gebetszeiten erinnert.²⁰ Die Zifferblätter dieses Typus markieren jedoch mit ihren Zeitlinien noch keine genauen Stundenlinien im eigentlichen Sinn. Erst die spätere Einteilung des meist halbkreisförmigen Zifferblattes der Kanonialen Sonnenuhr in 12 gleich grosse Sektoren ermöglichte die Stundenzählung des «lichten Tages» mit 12 Stunden zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang, wie er bereits in der Antike gebräuchlich war.²¹ Lediglich in Abschriften des oben genannten Kirchenvaters Beda Venerabilis (672/673–735) erscheinen manchmal Zeichnungen von Sonnenuhren mit 12-Stunden-Einteilung.²²

Im Hochmittelalter wiederum wurden die Kenntnisse aus den arabisch-islamischen Wissenschaften vor allem von jüdischen Gelehrten über Spanien verbreitet. Griechische sowie arabische Texte und Manuskripte wurden ins Lateinische übertragen. Ptolemäus' *Almagest* zum Beispiel wurde in den 1160er Jahren zweimal aus dem Griechischen und Arabischen übersetzt. Innovationen wie das Astrolabium zur Winkelmessung am Himmel, der Abakus als Rechenhilfsmittel und die Rudimente des arabischen Zahlensystems sind nur einige Beispiele für einen gelungenen Wissenstransfer. In dieser Zeit entstehen neben den aufstrebenden Städten auch die ersten mittelalterlichen Universitäten, die genauso wie die Klöster als Zentren der Gelehrsamkeit von den übersetzten Texten profitieren, was wiederum zu einer neuen Infrastruktur für die wissenschaftliche Gemeinschaft führt. Eine der ältesten lateinischen Quellen zur Zeitmessung aus der Mitte des 11. Jahrhunderts stammt vom deutschen Universalgelehrten Hermann dem Lahmen (1013–1054) von der Benediktinerabtei Reichenau am Bodensee. In seinem zweiten Buch *De utilitatibus astrolabii* beschreibt er die Konstruktion einer tragbaren Säulchensonnenuhr.²³ Bei diesem Konstruktionsprinzip wird der Höhenwinkel der Sonne gemessen. Nun hat Hermann den Typus der Höhen-sonnenuhr nicht erfunden, sondern beschreibt ihn lediglich. Drei überlieferte Sonnenuhren aus Grabungsfunden dokumentieren, dass die zugrundeliegenden Konstruktionsprinzipien noch älter sind. Aus dem Frühmittelalter ist eine kleine, tragbare, silberne und hochrechteckige Taschensonnenuhr aus dem 10. Jahrhundert überliefert, die 1939 im Erdreich des Klostersgartens in der Kathedrale von Canterbury in Kent gefunden wurde.²⁴ Die Uhr ist mit den Monatsnamen beschriftet und zeigt auf den Seiten die Inschrift «[SA]LVS FACTORI [PA]X POSSESSOR[I]» (= Gesundheit für meinen Schöpfer, Frieden für meinen Besitzer) sowie die Gebetsstunden für Terz, Sext und None. Aus römischer Zeit ist eine kleine, tragbare, beinerne Zylindersonnenuhr aus dem späten ersten Jahrhundert n. Chr. überliefert, die bereits 1884 in einem

römischen Grab in Este in der Provinz Padua, im Norden Italiens, gefunden, jedoch ein Jahrhundert später erst als Sonnenuhr identifiziert wurde.²⁵ Eine weitere Sonnenuhr ist zu erwähnen, die 2006 in einem Gräberfeld im Aussenbezirk von Amiens (lat. *Samarobriva*), Frankreich, entdeckt wurde, eine etwa sechs Zentimeter hohe Zylindersonnenuhr aus Bein aus dem 3. Jahrhundert n. Chr. oder um die Jahrhundertwende.²⁶ Diese Uhr zeigt auf der zylindrischen Aussenfläche ein Zifferblatt mit Stunden- und Monatsanzeige sowie Äquinoktial- und Sonnenwendelinien. In der Tradition der Zylindersonnenuhren aus römischer Zeit steht als spätmittelalterliches Beispiel auch die vor 1455 in Nürnberg hergestellte Säulchensonnenuhr aus dem Germanischen Nationalmuseum (Abb. 5), der daselbe Konstruktionsprinzip zugrunde liegt.²⁷

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das Prinzip der Zeitmessung über die Sonnenhöhe bereits in der Antike bekannt war und tragbare Sonnenuhren mit diesem Konstruktionsprinzip aus römischer Zeit überliefert sind. Die im Kloster St. Johann gefundene Taschensonnenuhr mit Vertikal- und Horizontaluhr ist jedoch für ein neues, davon abweichendes Konstruktionsprinzip ausge-



Abb. 5 Säulchensonnenuhr, vor 1455. Germanisches Nationalmuseum Nürnberg, Inv.-Nr. WI 2104.

legt, welches erst im ausgehenden Mittelalter erfunden wurde. Sie misst die Zeit mit der Richtung der Sonne, wozu ein Kompass erforderlich ist, der den oben besprochenen Sonnenuhren fehlt.

Zeitmessung mit der Sonnenrichtung und dem Kompass

Wurden im vorausgegangenen Abschnitt Sonnenuhren aufgeführt, die den Höhenwinkel der Sonne messen, liegt der Fokus nun auf dem Konstruktionsprinzip der transportablen Horizontalsonnenuhren. Wie eingangs erwähnt, ist die waagerechte Lage des Zifferblattes namensgebend für die Horizontaluhr. Die Stundenlinien der Horizontalsonnenuhr mit erdachsenparallelem Schattenwerfer haben keinen konstanten Abstand untereinander, wie es bei der konstanten 15° Skalierung des äquatorparallelen Zifferblattes der Äquatorialsonnenuhr mit erdachsenparallelem Schattenwerfer der Fall ist. Die älteste existierende Sonnenuhr mit horizontalem Zifferblatt und polar orientiertem Gnomon, konstruiert vom Astronomen und obersten «Muwaqqit»²⁸ Ibn al-Shatir,

befindet sich in Damaskus und wird auf das Jahr 1371/1372 datiert.²⁹ Wie und wann sich die Kenntnisse der Horizontalsonnenuhr genau nach Westeuropa ausbreiteten, ist noch immer eine Forschungslücke. Um 1400 scheint sie noch unbekannt zu sein, während sie in der Mitte des 15. Jahrhunderts in unterschiedlichen mobilen Formen, etwa in illuminierten Manuskripten wie der französischen Übersetzung von Heinrich Seuses (ca. 1295–1366) *Horologium Sapientiae* (ca. 1331/1334), aus der Zeit um 1450 auftreten.³⁰

Die Miniatur in Seuses Handschrift (Abb. 6) zeigt eine Reihe von Instrumenten, darunter eine mechanische Räderuhr mit 24-Stunden-Zifferblatt sowie als separates Element ein Glockenspiel. Auf dem Tisch auf der rechten Bildseite befinden sich eine mechanische Tischuhr mit Schnecke, ein Quadrant für ungleiche Stunden, eine Zylindersonnenuhr für italienische und babylonische Stunden sowie eine tragbare Äquatorialsonnenuhr mit polarorientiertem Gnomon und eine Horizontalsonnenuhr. Alle technischen Merkmale der abgebildeten Instrumente aus der Brüsseler Handschrift entsprechen dem neuesten Stand der Wissenschaften. Beschreibungen



Abb. 6 Instrumente der Zeitmessung, unter anderem Horizontalsonnenuhr, Zylindersonnenuhr und Äquatorialsonnenuhr. Miniatur (Detail folio 13v) aus: Heinrich Seuse, *Horologium Sapientiae*, um 1450.

des Konstruktionsprinzips der letztgenannten Sonnenuhren ohne Abbildungen sind jedoch bereits ab 1431 greifbar.³¹

Dass die Gnomonik an Universitäten gelehrt wurde, belegt etwa ein datiertes Manuskript aus dem Jahr 1441, das aus dem Goldenen Zeitalter der Astronomie an der Universität Erfurt stammt und heute in der Universitätsbibliothek Erlangen-Nürnberg aufbewahrt ist. Das Manuskript enthält Abhandlungen zur Astronomie und zur Fertigung astronomischer Instrumente sowie die Anleitung zur Herstellung einer «modernen» Sonnenuhr.³² Die theoretischen Grundlagen wurden relativ früh gelehrt, vor allem aber für die ortsfesten Sonnenuhren. Der Astronom und Astronomiehistoriker Ernst Zinner fand für den Zeitraum zwischen dem 11. und 15. Jahrhundert über 50 Handschriften, in denen die Konstruktion von stationären Sonnenuhren beschrieben wird.³³ Zeichnungen sind hingegen selten und überwiegend in Kompendien über die Zeitrechnung überliefert.³⁴

Voraussetzung für die Herstellung mobiler Sonnenuhrsysteme, soweit die Uhren datumsunabhängige Anzeigen aufweisen, ist eine korrekte Nord-Süd-Orientierung. Das Ermitteln der Himmelsrichtung erfolgt am einfachsten mittels eines Kompasses. Im mediterranen Raum taucht der Kompass im 12. Jahrhundert als Navigationsinstrument auf, während er sich allgemein erst im 15. Jahrhundert durchsetzt. Die vor der Mitte des 15. Jahrhunderts bekannten Kompasszeiger zeigten die Himmelsrichtung jedoch ungenau an, weil sie die Abweichung zwischen den geografischen und den magnetischen Polen nicht berücksichtigten. Diese Abweichung wird magnetische Deklination oder auch Missweisung genannt und blieb in Gelehrtenkreisen in Europa ab Anfang des 15. Jahrhunderts nicht unbemerkt.³⁵ 10° bis 11° Missweisung entsprechen dabei etwa einer Abweichung von ungefähr einer Dreiviertelstunde in der Zeitanzeige. Eine genaue Zeitanzeige wäre demnach mit den bisher bekannten Kompassen nicht möglich gewesen. Ebenso wichtig wie die Himmelsrichtung ist die Kenntnis der geografischen Ortsbreite. Dabei gilt es zu beachten, dass die aktuelle Zeit je nach Jahreszeit und Breitengrad variiert. Eine gewöhnliche tragbare Sonnenuhr zeigt die Zeit nur an einem Ort richtig, an anderer Stelle mit Abweichung an: ein Zifferblatt, welches für eine Sonnenuhr in Nürnberg konstruiert wurde, funktioniert in Zürich also nicht mehr so exakt.

In der Österreichischen Nationalbibliothek in Wien ist im Codex 5203 eine philosophische Handschriftensammlung aus der Zeit um 1454 überliefert. Darin befindet sich die Kopie eines Werkes mit der Bauanleitung einer «Sonnenuhr für alle Breiten», das dem berühmten österreichischen Astronomen Georg von Peuerbach (1423–1461) zugeschrieben wird.³⁶ Damit Sonnenuhren klein und mobil an verschiedenen Orten und Ortsbreiten eingesetzt werden können, sind einige Voraussetzungen erforderlich. Unterschiedliche Stundenzifferblätter müssen mit einem Schattenwerfer korrespondieren, der entsprechend

der jeweiligen aktuellen Ortsbreite winkelgenau eingestellt werden kann. Peuerbach erkannte auch, dass ein Schattenwerfer besonders geschützt werden muss, wenn die Sonnenuhr etwa in der Tasche transportiert werden soll. Ein flexibler Schattenfaden als Schattenwerfer, fixiert zwischen Deckel- und Bodenplatte, der sich beim Öffnen der Platten selbstständig polwärts gerichtet spannt, schien dafür eine gute Lösung und ein neuer Ansatz zu sein. Ob Peuerbach das Schattendreieck der Horizontalsonnenuhr aus Seuses Handschrift (Abb. 6) oder die kleinen klappbaren Schattendreiecke als Gnomon kannte, welche die drei kürzlich entdeckten Wachstafeln mit Horizontalsonnenuhr (Abb. 7) aus der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts aufweisen, ist nicht überliefert.³⁷ Vorausgesetzt, diese Sonnenuhren werden nur an dem Ort verwendet, für dessen Ortsbreite sie konstruiert wurden, wäre auch das klappbare Schattendreieck eine einfache Lösung für die begrenzte Mobilität der Uhr gewesen.³⁸

Die älteste von Peuerbach erhaltene Sonnenuhr mit Missweisung im Kompass ist eine schildförmige Klappsonnenuhr aus Messing aus dem Jahre 1451, sie ist als Geschenk für den römisch-deutschen Kaiser Friedrich III. von Habsburg (1415–1493) gekennzeichnet (Abb. 12). Gemäss Ernst Zinner war es die erste Klappsonnenuhr ihrer Art.³⁹ Sie befindet sich heute im Museum Ferdinandeum in Innsbruck, Österreich.⁴⁰ Das Zifferblatt der Uhr ist für die lokale Ortsbreite von 48,5° Grad konstruiert, was etwa den geografischen Koordinaten Wiens entspricht.⁴¹ Im Gegensatz zu einer Sonnenuhr für mehrere Breitengrade war diese Uhr also nur für Gebiete geeignet, die nicht allzu weit von Wien entfernt lagen. Die neuen

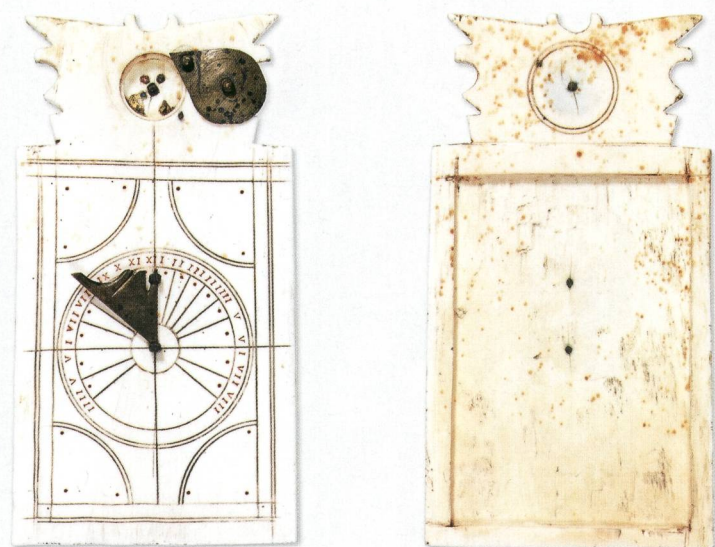


Abb. 7 Wachstafel-Sonnenuhr, Vorderseite mit Schattendreieck, Zifferblatt und Kompass, Rückseite mit Aussparung für Wachsbeschichtung, erste Hälfte 15. Jahrhundert. Germanisches Nationalmuseum Nürnberg, Inv.-Nr. WI 355.

Sonnenuhren mit Missweisung im Kompass gingen nun etwa eine halbe Stunde genauer als Sonnenuhren ohne korrigierten Kompass.⁴² Dass die präziseren Sonnenuhren mit Missweisung schnell interessierte Käufer fanden, bezeugt ein erhaltener Briefwechsel zwischen Peurbach und Johann Nihil Bohemus, dem Hofastronomen Kaiser Friedrichs III. Daraus geht hervor, dass Nihil um 1454 «ein oder zwei oder drei Reisesonnenuhren» (*«horologia localia»*) mit «Index» bei Peurbach bestellte, wie dieser sie zuvor schon produziert hatte: *«Si tantum temporis vobis pateret, optarem unum vel duo aut tria habere horologia que localia forent et indices haberent.»*⁴³ Die erwähnten «indices» sind die eingeritzten Linien der magnetischen Missweisung, die Peurbach an seinen Klappsonnenuhren eingeführt hatte und die in der Folge von anderen Kompassmachern übernommen wurden. Etwa zehn Jahre später fertigte Peurbachs Student Johannes Müller, genannt Regiomontanus (1436–1476), eine ganz ähnliche schildförmige Klappsonnenuhr (Abb. 8, 13). Diese zeigt das Porträt des 1464 gewählten Papstes Paul II. (1417–1471) und ist kalibriert für einen Breitengrad von 45°. Es ist höchst wahrscheinlich, dass Regiomontanus, der zwischen 1471 und 1475 in der Reichsstadt Nürnberg gearbeitet hatte, das Wissen um die magnetische Missweisung und um die Konstruktion von Klappsonnenuhren auch in Nürnberg für den Bau seiner Instrumente genutzt hat, sofern die magnetische Deklination nicht ohnehin schon von den Nürnberger Instrumentenmachern berücksichtigt wurde.⁴⁵ Auf jeden Fall erweisen sich die Einführung eines flexiblen Schattenfadens als Gnomon, die Berücksichtigung der magnetischen Missweisung und die beiden



Abb. 8 Klappsonnenuhr, von Regiomontanus, 1464/1467. Germanisches Nationalmuseum Nürnberg, Inv.-Nr. WI 7.

die Zifferblätter schützenden klappbaren Deckel als intelligente Lösung, um Sonnenuhren transportabel zu machen. Zusammen mit dem Polhöhenverzeichnis für verschiedene Städte waren dies die Voraussetzungen für die bekannten Reise-Klappsonnenuhren aus Nürnberg.

Gegen Ende des 15. Jahrhunderts avancierte die Freie Reichsstadt Nürnberg mit ihren zirka 50 000 Einwohnerinnen und Einwohnern zu einem Herstellungszentrum tragbarer Sonnenuhren, insbesondere Klappsonnenuhren. Hier wurden einfache, praktische Gebrauchsinstrumente aus Holz und kunstvoll verzierte Repräsentationsobjekte aus Elfenbein mit umfangreichen Indikationen angefertigt. Die Berufsgruppe der «Compastenmacher», die Kompassmacher, treten 1484 und 1485 erstmals schriftlich in Erscheinung.⁴⁶ Bereits seit 1500 bemühten sich diese als Hersteller von Sonnenuhren und mathematisch-wissenschaftlichen Instrumenten um eine eigene Handwerksordnung, die schliesslich 1535 vom Magistrat der Stadt Nürnberg als «Compastenmacher»-Ordnung erlassen wurde.⁴⁷ Mit nur geringen Änderungen blieb die Ordnung bis ins 19. Jahrhundert hinein in Kraft. Als einzige Stadt im Reich besaßen die Nürnberger Kompassmacher eine eigene Handwerksordnung, die in 25 Statuten Ausbildung, Materialien, Meisterstempel, Meisterstücke und vieles mehr regelte.⁴⁸ Als Besonderheit ist hervorzuheben, dass das Handwerk der Kompassmacher «geschlossen» war – die Gesellen durften also nicht auf Wanderschaft gehen und ausserhalb der Stadt arbeiten, um so die Betriebsgeheimnisse dieses Handwerks in der Stadt zu halten, was gewiss dank des durchgehend hohen Qualitätsstandards lange Zeit einen Wettbewerbsvorteil darstellte.

Der hohe Wissensstand von Astronomie und Mathematik in Nürnberg ermöglichte aber schon im 14. Jahrhundert und in der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts die Herstellung wissenschaftlicher Instrumente durch fähige Handwerker.⁴⁹ Bereits 1431 wird die Fertigung tragbarer Kompasssonnenuhren erwähnt.⁵⁰ Dabei dürfte höchstwahrscheinlich der Typus einer äquatorialen Sonnenuhr gemeint gewesen sein, wie er in der oben erwähnten Handschrift von Heinrich Seuse (Abb. 6) gezeigt wird. Ob es eine parallele Entwicklung zwischen den äquatorialen Sonnenuhren aus der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts und den typischen Nürnberger Klappsonnenuhren aus den letzten Dekaden des 15. Jahrhunderts gab, ist noch nicht vollständig geklärt. Die früheste datierte, mit einem Herstellungsdatum versehene Klappsonnenuhr mit erdachsenparallelem Schattenfaden und magnetischer Missweisung (Abb. 9) stammt aus dem Jahr 1511 und wird dem Nürnberger Astronomen, Kartografen und Kompassmacher Erhard Etzlaub (um 1480–1531) zugeschrieben.⁵¹ Eine weitere Klappsonnenuhr von Etzlaub im Adler-Planetarium in Chicago wurde 1513 gefertigt.⁵² Beide sind aus Buchsbaumholz und zeigen anstelle des üblichen Ortshöhenverzeichnisses eine aussergewöhnli-



Abb. 9 Älteste datierte Klappsonnenuhr aus Holz, Erhard Etzlaub zugeschrieben, 1511. Germanisches Nationalmuseum Nürnberg, Inv.-Nr. WI 28.

che Karte Europas und Nordafrikas. Mithilfe der Karten sollte Pilgern der Weg nach Rom, Jerusalem und zum Berg Sinai veranschaulicht werden.⁵³ Ein frühes Beispiel einer ungewöhnlich grossen (15,3 × 15,3 cm) und datierten Klappsonnenuhr aus Elfenbein stammt aus dem Jahr 1518 und ist im National Museum of American History in Washington überliefert.⁵⁴ In Augsburg wurde 2015 bei einer archäologischen Stadtgrabung ein poliertes Knochenfragment mit den Massen 31 × 34 mm und einer Höhe von 3,3 mm entdeckt, das auf das Jahr 1527 datiert ist, in Publikationen aber fälschlicherweise als älteste Klappsonnenuhr Europas aufgeführt wurde.⁵⁵

Nebst diesen frühen datierten Klappsonnenuhren ist noch ein kleiner Korpus an undatierten, teils fragmentarisch erhaltenen Klappsonnenuhren aus Elfenbein greifbar, die einige Jahrzehnte früher gefertigt wurden.⁵⁶ Einige dieser Sonnenuhren zeigen auf dem oberen Deckel Elfenbeinschnitzereien mit weltlichen und religiösen Themen, die sicherlich in enger Verbindung zu anderen Elfenbein schnitzenden Kunsthandwerkern stehen. So etwa eine elfenbeinerne Klappsonnenuhr mit der Reliefgravur Johannes des Täufers im British Museum, die auf die Jahre 1485 bis 1495 datiert wird.⁵⁷ Ebenfalls aus dem späten 15. Jahrhundert ist die obere Deckplatte einer Klappsonnenuhr mit Vertikaluhr und einer gravierten Kinderspielszene im Metropolitan Museum überliefert.⁵⁸

Die gravierte Darstellung der Geisselung Jesu ist auf einer unsignierten Klappsonnenuhr im Adler Planetarium erhalten, deren Entstehungszeit zwischen 1475 und 1499 angesetzt wird.⁵⁹

Zweifelsfrei ins 15. Jahrhundert datierte hölzerne Klappsonnenuhren sind bislang nicht publiziert und überliefert. Dies mag an dem preiswerteren und schneller verfügbaren Werkstoff der Uhren liegen. Bei einem Schaden oder Bruch der Holzplatten wurden diese nicht repariert. Das defekte Instrument fand seinen Weg in die Sicker- und Abfallgruben oder ins Feuer. Verzierte Elfenbeinplatten mit unterschiedlichen Indikationen erfuhren hingegen ohnehin grössere Wertschätzung und wurden zudem zweitverwendet, wie an einigen überlieferten Klappsonnenuhren deutlich wird. Dies mag aber auch daran liegen, dass die einfachen hölzernen Klappsonnenuhren alltägliche Gebrauchsgegenstände waren, die vielleicht achtlos weggeworfen wurden, sobald sie ihre Funktion einbüssten. Die vorliegende hölzerne Klappsonnenuhr aus Müstair stellt quasi ein «missing link» zu den frühen elfenbeinernen Klappsonnenuhren aus dem späten 15. Jahrhundert dar und belegt die Produktion hölzerner Klappsonnenuhren unmittelbar nach Erfindung der Klappsonnenuhr.

Würdigung der Klappsonnenuhr aus Müstair

Anhand der oben ausgeführten Aufzählung ist deutlich geworden, dass bislang keine datierten Klappsonnenuhren vor 1511 überliefert sind. Die wenigen älteren Klappsonnenuhren aus dem letzten Drittel des 15. Jahrhunderts sind ausnahmslos alle undatiert und aus Elfenbein hergestellt. Der *terminus ante quem* für die Datierung der Müstair-Klappsonnenuhr kann auf das beginnende 16. Jahrhundert eingegrenzt werden, als der durch die Tiroler Besatzungstruppen 1499 zerstörte Torturm, in dem die Sonnenuhr lag, repariert wurde. Ein Vergleich der verwendeten Ziffern auf den Zifferblättern der Müstair-Klappsonnenuhr erlaubt jedoch noch eine genauere Datierung. Die folgende Kontextualisierung der Klappsonnenuhr orientiert sich vor dem Hintergrund der gewonnenen Erkenntnisse am Weg der grösseren Wahrscheinlichkeit. Ein gemeinsames Merkmal der oben erwähnten frühen elfenbeinernen Klappsonnenuhren des 15. Jahrhunderts scheint die Priorisierung römischer statt arabischer Ziffern für die Stundenlinien zu sein. Sicherlich wird auch der modische Geschmack bei der Bezifferung der Sonnenuhren eine Rolle gespielt haben, genauso wie die Bereitschaft von Teilen der Gesellschaft, sich einem neuen Ziffernsystem zu öffnen. Die Verbreitung der indo-arabischen Ziffern in Europa erfolgte jedenfalls in mehreren Wellen ab dem 10. Jahrhundert allmählich über Spanien. Im frühen 13. Jahrhundert machte der 1202 geschriebene Traktat *Liber Abaci* (Buch der Rechenkunst) des Leonardo von Pisa, genannt Fibonacci (ca. 1170 bis

nach 1240), das arabische Zahlensystem in westeuropäischen Wissenschaftskreisen populär.⁶⁰ Die sukzessive Ablösung der römischen Zahlen ermöglichte durch die einfachere Schreibweise die Weiterentwicklung der Naturwissenschaften und der Mathematik, insbesondere bei schnellen Rechnungen und Divisionen. Nebst der astronomischen verwendete auch die mathematische Fachliteratur, die mit ihren kaufmännischen respektive «betriebswirtschaftlichen» Rechnungen immer bedeutsamer wurde, in der Folge die arabischen Ziffern. Diese wiederum übten grossen Einfluss auf die florierenden Rechenschulen und die Rechenbücher aus. Bei der Betrachtung der arabischen Ziffern auf der Klappsonnenuhr aus Müstair stehen insbesondere die Schlingenform der Ziffer 4 (8), die dem griechischen Lambda ähnliche Ziffer 7 (Λ) sowie besonders die linksgewendete Ziffer 5 (5) hervor. Die Mitte des 15. Jahrhunderts aufkommenden Klappsonnenuhren dokumentieren diese spezielle Ziffernform ebenfalls, wie die oben erwähnte vom Astronomen Georg Peuerbach für den Habsburger Kaiser Friedrich III. 1451 konstruierte Klappsonnenuhr (Abb. 12) mit identischer Ziffernform belegt.⁶¹ Exakt dieselben Ziffernformen weist auch die von seinem Schüler Regiomontanus bereits oben erwähnte Klappsonnenuhr von 1464/1467 (Abb. 8, 13) auf. Auch die wohl kurz nach 1450 konstruierte Äquatorialuhr aus der spätmittelalterlichen Burg Grafendorf in Stockerau, Österreich, zeigt denselben Zifferntypus (Abb. 14).⁶² Ob sich auf den nicht erhaltenen Nürnberger Kompasssonnenuhren, die spätestens seit etwa 1430 nach Portugal gelangten,⁶³ auch dieser arabische Zifferntyp befand, lässt sich leider nicht nachwei-

sen. Nebst den genannten Beispielen aus Metall findet sich dieser Zifferntyp ebenfalls auf der vor 1455 hergestellten, bereits oben angegebenen Säulchensonnenuhr aus Buchsbaumholz, bei der viele Indikationen und Bezifferungen auf kleinstem Raum untergebracht sind (Abb. 5). Überhaupt scheinen astronomische Instrumente epigrafisch bereits im 14. Jahrhundert diese Ziffernform bevorzugt zu haben, wie in nicht geringer Belegdichte etwa überlieferte Astrolabien bezeugen.⁶⁴ In der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts verliert sich dagegen die linksgewendete 5 (5) und überdauert nur noch vereinzelt in konservativen Varianten. Ein auf die Jahre 1471 bis 1482? datiertes *Bamberger Rechenbuch* aus der Staatsbibliothek Bamberg (Abb. 10) zeigt für diesen Zeitraum noch den Zifferntypus der Müstair-Klappsonnenuhr (Abb. 11).⁶⁵ Ein datiertes Astrolabium, welches aus dem Besitz von Regiomontanus stammen soll, verwendet dagegen schon 1468 nicht mehr die linksgewendete 5 (5), sondern die uns heute geläufige Schreibweise.⁶⁶

Weshalb bei elfenbeinernen Klappsonnenuhren aus dem späten 15. Jahrhundert römische Ziffern priorisiert wurden, bei metallenen Klappsonnenuhren sowie bei der Äquatorialsonnenuhr aus Burg Grafendorf hingegen arabische Ziffern, ist noch ein Forschungsdesiderat. Benötigt man für ein 24-Stunden-Zifferblatt mit römischen Ziffern lediglich ein kleines Set von drei Punzen zum Einschlagen der Ziffern, erfordert die gleiche arabische Bezifferung zehn Punzen. Graviert man die Ziffern hingegen mit dem Stichel, werden Punzen obsolet. Die Klappsonnenuhr aus Müstair steht jedenfalls aus epigrafischer Perspektive in enger Verwandtschaft zu den oben genannten

1 mol	1	1st 1	3	6	18
2	2	4	3	1	21
2	3	6	3	8	24
2	4	8	3	9	27
2	4	10	3	10	30
2	6	12	4 mol 4 1st 6		
2	1	14	4	4	20
2	8	16	4	6	24
2	9	18	4	1	28
2	10	20	4	8	32
3 mol 3 1st 9			4	9	36
3	4	12	4	10	40
3	4	14			

4 mol	4	1st 4	1 mol 1 1st 1	1	1	1
4	6	30	1	8	48	
4	1	34	1	9	63	
4	8	40	1	10	100	
4	9	44	8 mol 8 1st 64			
4	10	40	8	9	12	
6 mol 6 1st 36			8	10	80	
6	1	42	9 mol 9 1st 81			
6	8	48	9	10	90	
6	9	54	10	10	100	
6	10	60				

Abb. 10 Ziffern im sogenannten Bamberger Rechenbuch, von Ulrich Wagner, Süddeutschland (Franken?), 1472–1482 (?).



Abb. 11 Ziffern auf der Klappsonnenuhr von Müstair, Kloster St. Johann.

Vergleichsbeispielen. Sie ist damit zugleich ein erster früher Beleg für die Verwendung arabischer Ziffern auf hölzernen Klappsonnenuhren. Eine vorsichtige, massgeblich epigrafisch gestützte Verortung in die 1470er Jahre ist ein erster Datierungsansatz. Wird berücksichtigt, dass Klappsonnenuhren, wie die oben erwähnte von Peuerbach mit Missweisung, gemeinhin erst ab 1451 bekannt wurden, ist dies der *terminus post quem* für die früheste Verwendung von Klappsonnenuhren. Mit Anfang des 16. Jahrhunderts als *terminus ante quem* für die Einbringung der Klappsonnenuhr in den Fehlboden ergibt sich ein ziemlich sicheres Zeitfenster von rund 50 Jahren, in dem die Uhr entstanden sein kann. Der Kompass respektive eine eventuell vorhandene Missweisung kann leider nicht als weitere Datierungshilfe zu Rate gezogen werden. Der entscheidende Teil des Kompasses, der Kompassboden, ist bei der Müstair-Klappsonnenuhr herausgebrochen. Eine Datierung über eine eventuell vorhandene Missweisung hätte bei entsprechenden Referenzdaten des Magnetfeldes der Erde den Entstehungszeitraum weiter eingrenzen können. Für die 1470er Jahre spräche auch das Wirken von Regiomontanus in Nürnberg, der das in Wien erworbene Wissen über die Konstruktion von Klappsonnenuhren sicher in der Reichsstadt bekannt gemacht haben dürfte. Es sollte dabei aber auch nicht ausgeschlossen werden, dass neue technische Innovationen und Entdeckungen wie die Klappsonnenuhr unabhängig voneinander an verschiede-

nen Orten und mehr oder weniger gleichzeitig von mehreren Wissenschaftlern oder Erfindern gemacht werden können, wenn das sozioökonomische Umfeld stimmt. Das Konzept der «multiple discovery», der Mehrfacherfindung, steht dabei im Gegensatz zur traditionellen Sichtweise der «heroic theory», des einzelnen Künstleringenieurs – beispielsweise Peuerbach – als Genius und Erfinder.⁶⁷ Rein hypothetisch ist es dennoch denkbar, dass das Wissen um die Konstruktion von Klappsonnenuhren bereits vor Regiomontanus' Aufenthalt in Nürnberg bekannt war. Letzterer begründet seinen Wohnortwechsel nach Nürnberg in einem 1471 verfassten Brief selbst damit, dass hier die besten Instrumente hergestellt würden und die Stadt als «quasi centrum Europae» den schnellen Gedankenaustausch auch mit anderswo lebenden Gelehrten ermögliche.⁶⁸ Wenn eine Eildepesche von Venedig nach Nürnberg nur vier Tage brauchte,⁶⁹ weshalb sollten dann nicht Kenntnisse der von Peuerbach in Wien konstruierten Klappsonnenuhr via Fernkommunikation vor Regiomontanus nach Nürnberg gelangt sein?⁷⁰ Durch das effiziente Nachrichtenübermittlungssystem erreichten Nürnberg alle Neuigkeiten über technische Erfindungen und Verbesserungen, die stets auch darauf geprüft wurden, ob sie der Stadt wirtschaftlichen Nutzen brachten.⁷¹ Das «Trendscouting» der Reichsstadt des Heiligen Römischen Reiches war mit neuen oder technisch modifizierten Instrumenten, Produktdifferenzierungen und der



Abb. 12 Ziffern auf der Klappsonnenuhr von Georg von Peuerbach, 1451. Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum Innsbruck, Inv.-Nr. U5.



Abb. 13 Ziffern auf der Klappsonnenuhr von Regiomontanus, 1464/1467. Germanisches Nationalmuseum Nürnberg, Inv.-Nr. WI 7.



Abb. 14 Ziffern auf der Sonnenuhr aus der Burg Grafendorf in Stockerau, um 1450.

Variantenvielfalt sowie mit dem Gewinnen neuer Zielgruppen und Kunden demnach eine mächtige Triebfeder bezüglich des Erfindungsreichtums und der Erschliessung neuer Absatzmärkte. Für Nürnberg als Entstehungsort der Müstair-Klappsonnenuhr spricht jedenfalls die weit zurückreichende Tradition der Herstellung wissenschaftlicher Instrumente. Kunstfertige Handwerker, die es durch eine vom Rat der Stadt geförderte Klientelpolitik, wie etwa der städtischen Bestellung von Rohstoffen oder der begünstigten Spezialisierung einzelner Gewerbezweige, zu hoher Professionalisierung gebracht hatten, trafen auf fähige Mathematiker und Astronomen, von denen bereits seit 1387 Zeugnisse überliefert sind.⁷² Dies ermöglichte in Nürnberg einerseits die Herstellung von komplizierten und kunstvollen Präzisionsinstrumenten, die als Einzelanfertigungen häufig direkt an den Auftraggeber gingen; andererseits konnten einfachere wissenschaftliche Instrumente systematisch als Massenartikel über ein Verlagssystem für den Export und Fernhandel hergestellt werden.⁷³ Das Angebot umfasste nachweislich Greifzirkel, Erd- und Himmelsgloben, Jakobsstäbe, Proportionalzirkel, Astrolabien, nautische Geräte, Quadranten, Armillarsphären mit Planetenbewegungen, Türkengeräte, Land- und Seekarten, astronomische Kunstuhren, Sanduhren, Kompass und Reisesonnenuhren mit Kompass. Das Wareninventar des Hans IX. Tucher von der Tucherschen Handelsgesellschaft in Nürnberg verzeichnet etwa für das Jahr 1484 nicht weniger als 255 Dutzend (= 3060 Stück!) Taschensonnenuhren, die in einer Genfer Filiale nachgewiesen sind.⁷⁴ Etwas geringer fällt der Einkauf von 48 Dutzend (= 576 Stück) *«conpast von zwei sorten»* aus, der im Handelsbuch des Nürnberger Patriziers Georg Kress von Kressenstein für das Jahr 1508 gelistet ist.⁷⁵ Bei

den im Handelsbuch nebeneinander verwendeten Begriffen *«conpast»* und *«welsch vhr»* dürfte es sich höchstwahrscheinlich um einfache hölzerne Klappsonnenuhren gehandelt haben. Keine andere europäische Stadt hatte vom ausgehenden 14. Jahrhundert bis wenigstens zur zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts hinsichtlich kontinuierlicher und weiterentwickelter Qualität und Quantität ein vergleichbares Know-how bei der Fertigung von und beim Handel mit wissenschaftlichen Instrumenten.⁷⁶ Seit 1431 werden Nürnberger Kompasssonnenuhren in den Quellen erwähnt und gehandelt, und noch im 19. Jahrhundert produzierten Kompassmacher aus Nürnberg und Fürth Klappsonnenuhren, welche potenzielle Käufer auch in der Neuen Welt Amerika verwenden konnten.⁷⁷

Wie dargelegt, spricht vieles dafür, dass die Klappsonnenuhr aus Müstair in Nürnberg hergestellt und in den Handel gebracht wurde. Sie kann demzufolge als typischer Exportartikel Nürnberger Kompassmacher betrachtet werden, weil sie nicht für den Breitengrad von Nürnberg, sondern für weiter südlich gelegene Städte gefertigt wurde. Rein hypothetisch wäre sogar der Handelsweg der Sonnenuhr von Nürnberg in die oben erwähnte Genfer Filiale der Tucherschen Handelsgesellschaft denkbar, von wo die Uhr dann weiterverkauft wurde. Die rekonstruierte Polhöhe der Uhr hat als *«best match»* 47° Grad nördlicher Breite ergeben. Wird berücksichtigt, dass der Abstand zwischen zwei Breitengraden rund 111 km beträgt, befindet sich das Kloster St. Johann in Müstair im geografischen Korridor, wo die Uhr problemlos zu verwenden war (Abb. 15).⁷⁸ In dieser Zone liegen mit Chur und Zürich, aber auch mit Innsbruck in Tirol die wichtigsten Bezugspunkte des Klosters nördlich der Alpen. Minutengenaue Zeitanzeigen dürften ohnehin nicht erwartet worden sein, da auf den kleinen Zifferblättern nur Stundenlinien ohne Halbstundenteilung ausgeführt sind.

Ist der Weg der Klappsonnenuhr zum Kloster St. Johann zumindest hypothetisch rekonstruiert, so bleibt die Frage nach dem ursprünglichen Sachkontext noch offen. Als mobiles und privates Instrument der individuellen Zeitmessung zeigt die Uhr die wahre Ortszeit an und macht ihren Besitzer unabhängig von kommunalen und kanonialen Sonnenuhren oder mechanischen Räderuhren. Trotzdem erschliesst sich die Verwendung der Uhr in dem seit dem 12. Jahrhundert von Benediktinerinnen geführten Kloster nicht unmittelbar. Im Konvent der Ordensschwestern ist das Leben vor Gott und der Dienst an ihm, ist der tägliche Zeitablauf von Gebet und Arbeit, Meditation und Lesung durch die in der Klosteranlage existierenden Uhren, Glocken und Sonnenuhren sowie den sozialen Mustern ausreichend vorgegeben. Vermutlich ist dies auch der Grund, weshalb Taschensonnenuhren in kirchlichen/klösterlichen Fundstätten nur vereinzelt nachgewiesen werden konnten. Lediglich zwei Taschensonnenuhren aus der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts sind überhaupt aus kirchlichen Fundlagen als Grabbeigabe überliefert.⁷⁹ Die Klappsonnenuhr aus dem Kloster Müstair muss nicht einer Ordensschwester,

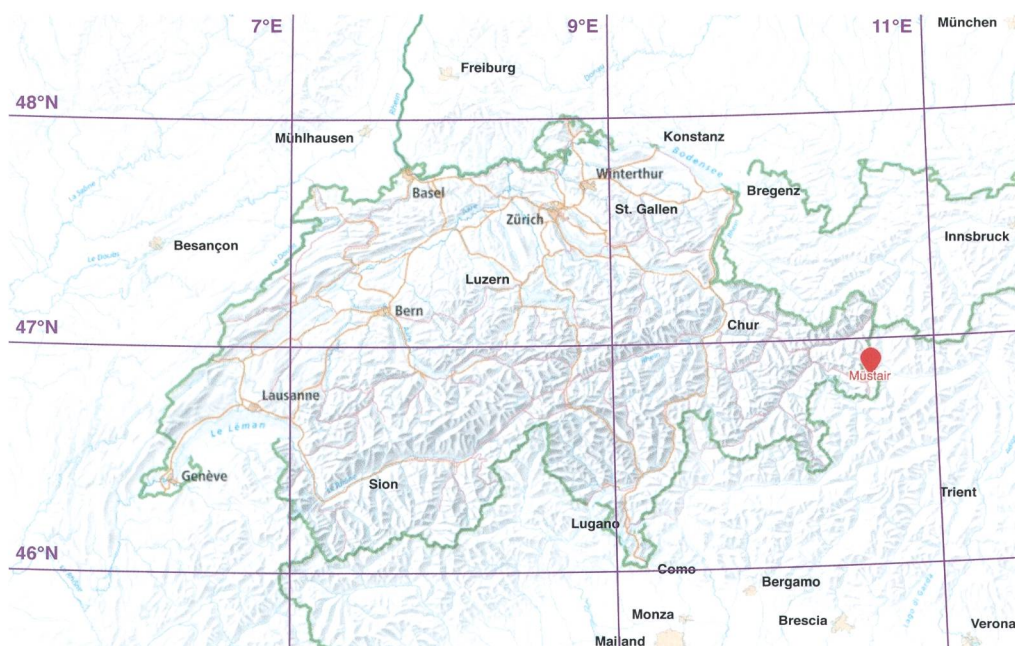


Abb. 15 Karte der Schweiz mit Längen- und Breitengraden und der Lage des Kloster Münstair.

sondern kann aufgrund der Fundlage im Besucher- und Verwaltungsgebäude genauso gut einer weltlichen Person oder einem Kirchenoberen gehört haben. Ein «augenzwinkerndes» Beispiel für die Nutzung einer Taschensonnenuhr in einem klerikalen Umfeld gibt uns der englische Dichter und Schriftsteller Geoffrey Chaucer in seinen *Canterbury Tales* genannten Erzählungen aus dem 14. Jahrhundert. Im «Shipman's Tale» konsultiert ein edler Mönch seine Zylindersonnenuhr, bevor er die Frau seines Gastgebers zu einem Stelldichein zum Essen einlädt:⁸⁰

«And with that word he caught her by the flanks,
And her embraced hard, and kissed her oft.
«Go now your way», quoth he, «all still and soft,
And let us dine as soon as that ye may,
For by my cylinder 'tis prime of day;
Go now, and be as true as I shall be.»

Um die amouröse Verabredung mit der Frau seines Wirtes zu terminieren, verwendet der Mönch eine portable Sonnenuhr vom Typ Höhensonnuhr, die als Zylindersonnenuhr gefertigt wurde. Es ist der Typ Sonnenuhr, der bereits oben (S. 7 und Abb. 5) durch den Benediktiner Hermann der Lahme um 1050 beschrieben wird und schon aus römischer Zeit überliefert ist.

Auch wenn dieses sinngebende Beispiel konstruiert erscheinen mag, so ermöglichten die kleinen mobilen Taschensonnenuhren doch eine neue, vor allem auch individuelle und dynamische Zeitwahrnehmung. Das «Downsizing» der Sonnenuhr zum mobilen Zeitmessinstrument, noch vor der Erfindung der transportablen mechanischen Räderuhr und der Säkularisierung der Zeit, führte zu neuen Möglichkeiten des Umgangs mit der Zeit im Handel, auf Reisen, im Kriegswesen, im Pro-

duktionswesen bis hin zum Aufschreiben, Dokumentieren und Strukturieren von Zeit oder Zeitabläufen. Als gegenständliche Quellengattung besitzen die Taschensonnenuhren ebenso wie mechanische Uhren neben ihrer physischen Präsenz auch eine kulturelle Sinnggebung. Während Letztgenannte oft Gegenstand der Forschung waren, ist es ein erstrebenswertes Desiderat zu untersuchen, welche Verwendungszusammenhänge, sozialen Deutungen und Wandlungsprozesse Taschensonnenuhren transferieren.

Archäologische Funde von Taschensonnenuhren in Mittel- und Osteuropa

Dass die Klappsonnenuhr aus dem Kloster Münstair eine besondere Stellung im schmalen Korpus der archäologischen Grabungsfunde an Taschensonnenuhren einnimmt, macht eine Auswertung der Grabungsberichte und der publizierten Literatur deutlich.⁸¹ Im Folgenden interessieren vor allem die kleinen portablen Sonnenuhren, die in Mittel- und Osteuropa ab etwa Ende der 1970er Jahre ausgegraben wurden. Die publizierten Bezeichnungen der Sonnenuhren sind dabei keinesfalls einheitlich und variieren von einem übergeordneten Gattungsbegriff bis hin zu speziellen Typenbezeichnungen: Sonnenuhr, Reise-sonnenuhr, Taschensonnenuhr, Klappsonnenuhr, Ring-sonnenuhr, mitunter aber auch irreleitende Begriffe. Die Fundstätten umfassen Schloss-/Burganlagen, Klöster, Kirchen und städtische Ausgrabungen in Deutschland, Tschechien, der Slowakei, Polen, Lettland, Ungarn, Österreich, und aktuell in der Schweiz. Bezüglich Formgebung dominieren rechteckige Taschensonnenuhren. Ovale, achteckige und runde Taschensonnenuhren kommen etwa in

gleich geringer Anzahl vor. Die grösste Taschensonnenuhr ist 7,5 cm lang, die kleinste nur etwa briefmarkengross. Nur wenige überlieferte Taschensonnenuhren sind explizit datiert oder tragen den Namen des Herstellers. Häufig wird die Datierung durch die Archäologen weniger anhand der Taschensonnenuhr selbst als über aussagefähigere und geläufigere Beifunde vorgenommen. Die älteste Taschensonnenuhr ist um 1450 aus Messing angefertigt worden. Die jüngsten Taschensonnenuhren sind aus dem 18. Jahrhundert überliefert. Die Bestimmung der Polhöhe scheint häufig mit Schwierigkeiten verbunden gewesen zu sein und ist nur in seltenen Fällen in der Literatur angegeben. Wenn überhaupt, wurde lediglich der Winkel des Schattenfadens oder Poldreiecks für die Polhöhe bestimmt. Die Stundenzifferblätter hingegen wurden nicht berücksichtigt und rekalkuliert, um die Polhöhe zu errechnen. «Kompass» wird in der archäologischen Literatur häufig als Allgemeinbegriff verwendet, der weniger den voll-

ständig erhaltenen Kompass mit Pinne, Nadel, Abdeckglas und Sicherungsring meint. Mit dem Begriff wird mehrheitlich nur die Bussole (Büchse, Eintiefung) für den Kompass umschrieben. Sonnenuhren aus Bein sind keine Seltenheit; 21 der recherchierten 52 Taschensonnenuhren sind aus besagtem Material gefertigt. Aus Elfenbein sind acht Exemplare überliefert. Als Kompositmaterial findet sich dreimal die Werkstoffkombination Elfenbein (Bein) – Holz – Elfenbein (Bein). Bei dieser Technik wurde eine Holzplatte auf beiden Seiten quasi mit Elfenbein oder Bein furniert, um höherwertiges Material zu sparen. Aus Metall (Bronze/Messing) sind fünf Taschensonnenuhren bekannt. Aus Holz jedoch sind lediglich mit der wiederentdeckten Klappsonnenuhr aus Müstair zwei Exemplare aus archäologischen Fundstätten überliefert.

Auf Grundlage der ausgewerteten Literatur zu archäologischen Taschensonnenuhren ergeben sich die Diagramme in Abbildung 16–19. (RS)

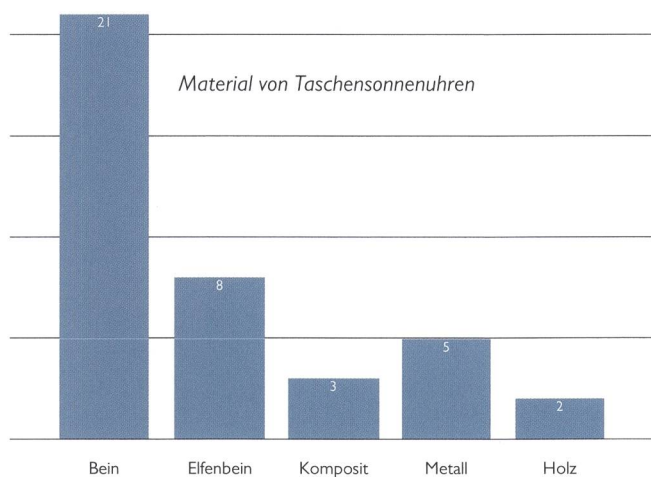


Abb. 16 Dominanz von Bein/Knochen als Material für Taschensonnenuhren.

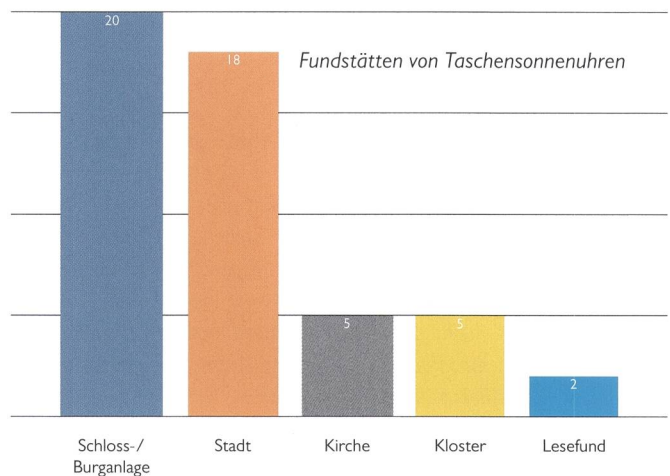


Abb. 18 Verteilung der Fundsituation von Taschensonnenuhren.

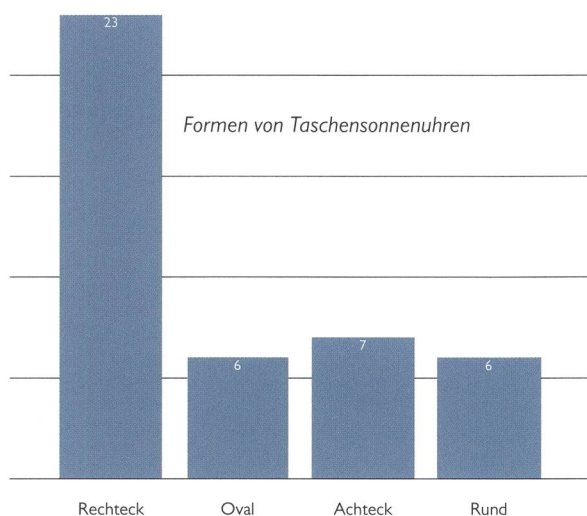


Abb. 17 Geometrie von Taschensonnenuhren.

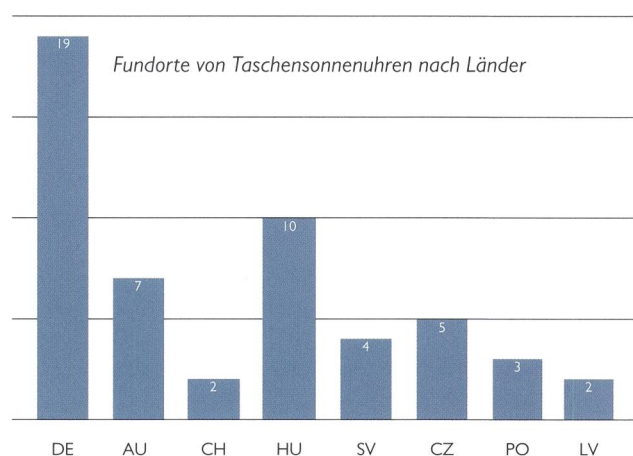


Abb. 19 Verteilung der Taschensonnenuhren nach Länder.

Hinweise zur Kalenderberechnung

Den *computus*, die Kalenderberechnung und vor allem die Festlegung der beweglichen Festtage wie Ostern, sollte im Prinzip jeder Kleriker beherrschen.⁸² Auch in Müstair wird es Ostertafeln⁸³ gegeben haben und Mönche, welche die Astronomie und die Komputistik als deren Teildisziplin beherrschten. In Müstair sind dafür allerdings keine Belege überliefert, ausser dass die Kirche nach dem Sonnenaufgang am Tag des Klosterpatrons Johannes des Täufers, am 24. Juni, ausgerichtet ist, was ziemlich genau dem längsten Tag des Jahres entspricht.⁸⁴ Einfacher war die Ausrichtung nach Kalenderbergen, an denen man die Zählung der Jahrestage eichen konnte. Im Klosterareal geht zum Beispiel die Sonne am Aequinoktium (Tagundnachtgleiche) genau über dem Piz Chavalatsch auf. Dadurch ist zweimal jährlich, sofern der Himmel nicht bedeckt ist, das Datum eindeutig bestimmbar, und auch der Ostertermin am ersten Sonntag nach dem Frühlingsvollmond lässt sich auf einfache Weise daraus ableiten.

Glocken

Der heilige Benedikt von Nursia legte in seiner Ordensregel (*Regula Benedicti* = RB) die Gebetszeiten fest: «Es gelte, was der Prophet sagt: *«Siebenmal am Tag singe ich dein Lob»* (Ps 119.164). Diese geheiligte Siebenzahl wird von uns dann erfüllt, wenn wir unseren schuldigen Dienst leisten zur Zeit von Laudes, Prim, Terz, Sext, Non, Vesper und Komplet» (RB, cap. 16). «Die Zeit zum Gottesdienst am Tage und in der Nacht anzukündigen sei Sorge des Abtes. Er gebe selbst das Zeichen oder übertrage die Sorge dafür einem gewissenhaften Bruder, damit alles zur rechten Zeit geschieht» (RB, cap. 47). Dieser Auftrag setzt eine verlässliche Zeitmessung voraus. Aus dem Kloster Müstair ist die Art der Zeitmessung für das Frühmittelalter nicht überliefert. Hingegen fand sich eine Schlagglocke aus der ersten Hälfte des 12. Jahrhunderts, mit der das oben genannte Zeichen zum Stundengebet angeschlagen wurde (Abb. 20).⁸⁵ *Cymbalum* oder Zimbel hat man solche tragbaren Schlagglocken genannt, die keinen Klöppel besaßen, sondern von aussen angeschlagen wurden. Die Glocke mit dem Durchmesser von 17,6 cm und einer Gesamthöhe von 12,8 cm trägt eine Umschrift in leonidischem Hexameter: «+ DVLCEM [· DAT · S]ONUM · VENIAT · PIA · TVRBA · SORORVM ·», zu Deutsch: «Gibt sie einen lieblichen Klang, eile die fromme Schar der Schwestern herbei.» In den ruhigen Längen des ersten Versteils klingen Glockentöne an, aus den kurzen Hebungen hört man das lebhaftes Trippeln der Klosterfrauen heraus. Der Text selbst weist auf die junge Klostergemeinschaft hin, die in der ersten Hälfte des 12. Jahrhunderts, also zur Zeit, als die Glocke gegossen wurde, das Kloster Müstair in Besitz genommen hat. Die Datierung in die erste Hälfte des 12. Jahrhunderts stützt sich vor allem auf die Ornamentik und die Epigrafik,



Abb. 20 Müstair, Kloster St. Johann. Handglocke aus der ersten Hälfte des 12. Jahrhunderts. Grabungsfund aus spätmittelalterlichen Schichten. Müstair, Archäologische Sammlung, FNr. M94/15'810.

denn in Grösse und Proportion vergleichbare Glocken aus dem Mittelalter sind nicht bekannt. Die Ranken- und Zickzackmuster finden fast identische Entsprechungen in der Bronzetür von San Zeno in Verona aus der Zeit kurz vor 1138. In die gleiche Epoche weisen die Schriftmerkmale.

Glocken muss es bereits auf der karolingischen Kirche gegeben haben, denn beim Klosterbrand vor dem Bau des Plantaturms 958 schmolz eine Glocke und verteilte sich in Form von kleinen Kügelchen aus Glockenbronze über die Nordseite der Kirche.⁸⁶

Im Kloster befinden sich heute folgende Glocken:⁸⁷

- 1518 von Unbekannt, im Glockenjoch der Heiligkreuzkapelle, Totenglocke der Gemeinde: f, ø 52 cm.
- 1715 von Georg Grasmair aus Brixen, Stundenglocke und Totenglocke der Nonnen auf der Rosenkranzkapelle (Winterkapelle): f, ø 39 cm.
- 1745 von Joachim Reis aus Bozen, ehemaliges Matutینگlöcklein, einst über den Nonnenzellen im Westtrakt, heute im Dachboden magaziniert: f, ø 39 cm, Inv.-Nr. 1100.
- Um 1900 von J. Grasmair in Wilten-Innsbruck, sog. Novizinnenglöcklein im oberen Kreuzgang (Raum 78) an der Kirchenwand: b, ø 16 cm, Inv.-Nr. 520.
- Ohne Jahr und Hersteller, Stundenglocke über dem oberen Kreuzgang (Raum 78) an der Westfassade der Kirche: b, 23 cm.

Der Glockenstuhl von 1644 im Kirchturm von 1530ff. umfasst vier Glocken mit der ungewöhnlichen Tonfolge d'-e'-cis''-f''.⁸⁸

- 1504 von Unbekannt, wohl vor Ort gegossen: cis''+2, ø 85 cm.
- 1504 von Unbekannt, wohl vor Ort gegossen: f''±0, ø 61 cm.
- 1558 von den Gebrüdern Caspar und Petrus de Sermund aus Bormio, grosse Glocke: d'+4, ø 137 cm.
- 1665 von Jerg Schelener aus Bozen, im Glockenstuhl des Kirchturms: e'-7, ø 113 cm.

Sonnenuhren

In Müstair treten ab dem fortgeschrittenen Mittelalter die vertikalen Sonnenuhren an Gebäudefassaden auf. Es sind fünf ortsfeste Sonnenuhren bekannt.

1. Die älteste befindet sich an der Südfassade des Torhauses (Abb. 21, siehe auch Abb. 4). Sie ist auf die Landstrasse gerichtet und diente mehr der Öffentlichkeit als den Klosterinsassen. Auf die damals noch unverputzte Fassadefläche wurde eine runde Mörtelscheibe mit auslaufenden Verputzrändern aufgetragen, und darin wurden mit Zirkel zwei konzentrische Kreise eingeritzt. Radiallinien und Ziffern sind nicht mehr zu erkennen. Im Zentrum war ein dreieckiger Holzdübel durch die ganze Mauertiefe hindurch geführt, in dem offenbar der Schattenstab verankert war. Relativchronologisch und mit Mörtelvergleichen lässt sich das Zifferblatt in Beziehung setzen zu Einbauten gotischer Fensterwagen aus dem ersten Viertel des 14. Jahrhunderts.

2. In der Nachfolge der ersten Sonnenuhr an der Torhausfassade wurde knapp unterhalb eine zweite auf einen zugehörigen Verputzauftrag gemalt (Abb. 21). Als Ritzungen im Verputz haben sich eine zentrale Sonne mit

geflamten Strahlen, davon ausgehende Radiallinien und aussen zwei konzentrische Doppellinien erhalten. In der Mitte der Sonne befindet sich ein schiefrechteckiges Dübelloch des Schattenstabs. Der Trägerverputz der Sonnenuhr ist älter als der spätgotische Deckputz aus der Zeit um 1500. Die Sonnenuhr wurde 1979 wiederhergestellt.⁸⁹

3. An der Westfassade des östlichen, doppelgeschossigen Kreuzgangflügels blieb eine kleine Sonnenuhr erhalten, die vom klausurierten Nordhof aus ablesbar war (Abb. 22). Sie liegt auf einem Mauerwerk, das im ersten Jahrzehnt des 16. Jahrhunderts errichtet wurde und könnte ebenfalls aus besagter Zeit stammen.⁹⁰ Die Malerei ist freskal auf einen frei umrissenen Glattputz aufgemalt, der sich vom Rauputz der Bauzeit abhebt. Sie ist heute noch lesbar, aber die Halterungen des Schattenstabes sind wegen eines Balkonvorbaus aus dem 19. Jahrhundert auf die Wandfläche heruntergebogen. Aufgrund der Westausrichtung werden nur die Nachmittagsstunden angezeigt.

4. Im öffentlich zugänglichen Wirtschaftshof befand sich an der Südfassade des um 1646 erbauten Gesindehauses eine Sonnenuhr. Sie richtete sich wohl an das weltliche Personal des Klosters und ist auf Fotos von 1904 erkennbar (Abb. 23). Heute sind nur noch ihr verkrümmter Schattenstab und ganz schwache Spuren der Radiallinien zu sehen; das offenbar *al secco* aufgemalte Zifferblatt scheint beim Fensterumbau 1961 weitgehend getilgt worden zu sein.

5. Die grösste Sonnenuhr befindet sich im Friedhof, an der Südfassade des Glockenturms (Abb. 24, 25).⁹¹ Sie ist inschriftlich auf 1737 datiert und damit 12 Jahre jünger als das darüberliegende Zifferblatt der mechanischen Kirchturmuhre. Ihre Funktion ist denn auch mehr ein



Abb. 21 Müstair, Kloster St. Johann. Gotische und spätgotische Sonnenuhr auf der Südfassade des Torhauses.

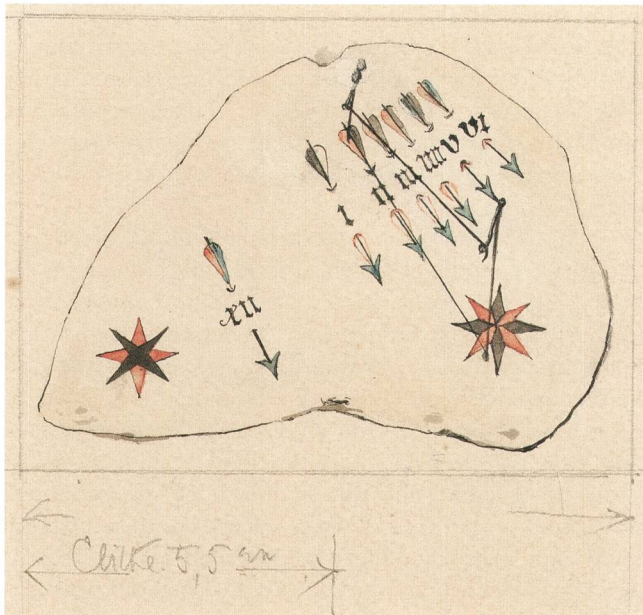


Abb. 22 Münstair, Kloster St. Johann. Sonnenuhr im Nordhof am Ostflügel des Kreuzgangs. Aquarellierte Zeichnung von Josef Zemp, Ende 19. Jahrhundert.

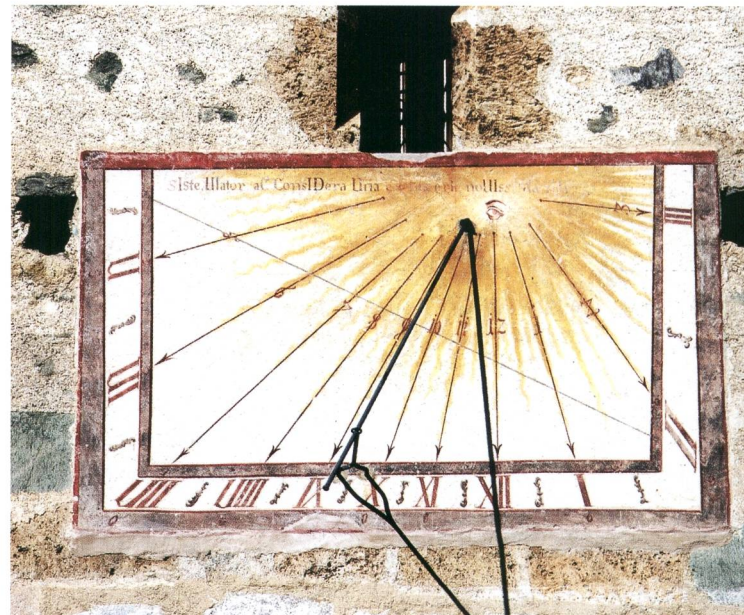


Abb. 24 Münstair, Kloster St. Johann. Glockenturm der Klosterkirche St. Johann, Blick gegen Norden.



Abb. 23 Münstair, Kloster St. Johann. Sonnenuhr im Wirtschaftshof an der Südfassade des Gesindehauses von 1646. Foto von Josef Zemp, 1904.

memento mori als ein alternativer Zeitmesser, wie die Inschrift verrät: «sIste, UIator aC ConsIDera / Una eX hIs erIt noUIssIMa tUa», das heisst: «Halt ein, Wanderer, und bedenke, eine von ihnen (von den Stunden) wird deine letzte sein.» Die vergrösserten Buchstaben bilden ein Chronogramm und ergeben zusammengezählt die Jahreszahl 1737. Die Sonnenuhr besteht aus einem freskal auf einen rechteckig beschnittenen Verputzträger aufgemalten Zifferblatt und einem abgestützten Schattenstab. Das Bildfeld zeigt eine gelbe Sonne mit geflammten Strahlen und dem Auge Gottes im Zentrum. Davon gehen Pfeile aus zu den römischen Ziffern auf dem eckigen Rahmen. Die Pfeile sind mit arabischen Zahlen markiert. Das Fresko wurde 1967 restauriert.

Uhren

In der Neuzeit kommen auch die mechanischen Uhren nach Münstair. Die erste wurde 1549 von Kloster und Gemeinde je hälftig angeschafft. Dazu sind Verträge über Kauf und Unterhalt überliefert.⁹² Der Wortlaut wirft allerdings die Frage auf, ob nicht bereits vorher eine Uhr vorhanden war, denn man hat «beschlossen, dass man die Uhr, an ir gewöhnlichen Statt aufrichten soll mit ainem Zaiger, und Hamber [...]». Der zwischen 1528 und 1532 errichtete Glockenturm war damals bis unterhalb des Glockenjochs vollendet.⁹³ Die Uhrenstube und die nicht überlieferten Zifferblätter wären also nutzbar gewesen. In der Regierungszeit der gleichen Äbtissin Ursula à Porta (1548 bis 1562) wurde auch die grosse Glocke gegossen.

1725/1728 wurde beim Uhrenmacher Paul Unsinn von Schleis für 128 Gulden eine neue Kirchturmuhre in

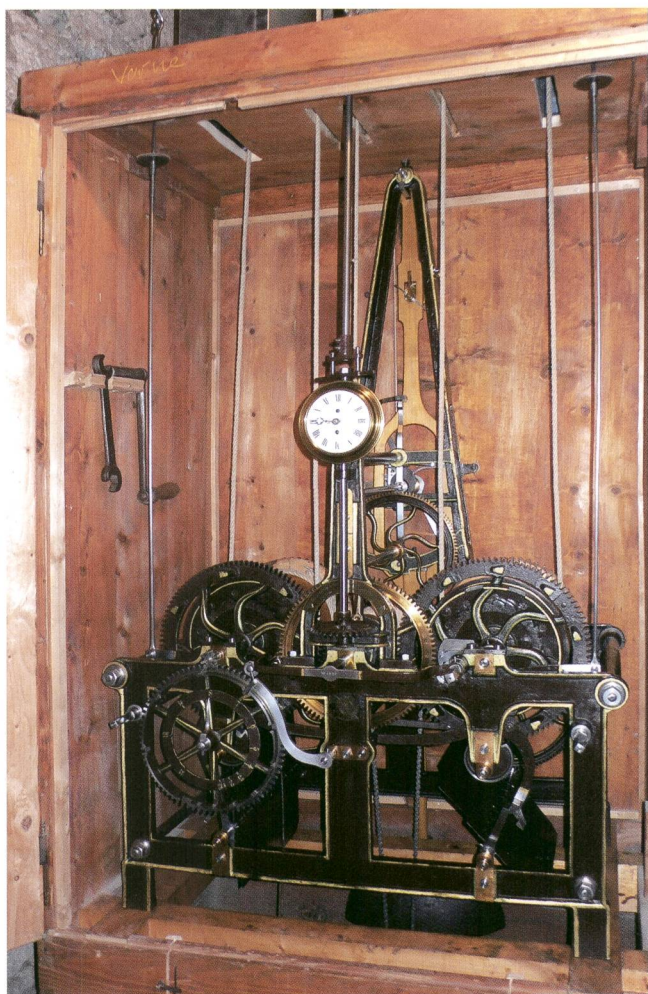


Abb. 25 Müstair, Kloster St. Johann. Kirchturmuhrenwerk, von Johann Mannhardt, München, 1895. Zustand 2006 nach dem Wiedereinbau.

Auftrag gegeben.⁹⁴ Neue Zifferblätter wurden auf die Süd- und Ostseite, Richtung Landstrasse, und auf die Westseite, Richtung Kloster, gemalt. Das südliche und das östliche Zifferblatt sind inschriftlich auf 1725 datiert. Das westliche weist zusätzlich zum Ring mit den Stundenziffern einen inneren Ring mit der Viertelstundenteilung auf. Diese «Viertel-Uhr» ging zulasten des Klosters.

Das heutige Uhrwerk stammt aus dem Jahre 1895 und wurde von Johann Mannhardt in München hergestellt (Abb. 26).⁹⁵ Über eine Transmission aus Metallstangen trieb sie auch die Uhr im Gewölbe über der Nonnenempore an.⁹⁶ Die Ostseite erhielt 1967 zusätzlich einen Minutenzeiger, während die Südseite schon seit Längerem mit einem solchen nachgerüstet wurde. Die Kosten übernahmen wiederum Kloster und Gemeinde je zur Hälfte.

Um 1967 wurde die Mannhardt-Uhr durch eine elektrische ersetzt. Sie verblieb jedoch bis 1998 an Ort, bis die Kirchgemeinde sie als Schenkung übernahm. Auf Druck

der Denkmalpflege wurde der Schenkungsvertrag rückgängig gemacht und die Uhr 2006 nach einer gründlichen Restaurierung und einer Mechanisierung des Gewichtsaufzugs wieder eingebaut. Sie ist jetzt Eigentum des Klosters. Der Unterhalt der Uhr und der Glocken geht gemäss Vertrag von 2001 zulasten der Gemeinde.⁹⁷ (JG)

ABKÜRZUNGEN

BAM	Bauarchiv Müstair
KAM	Klosterarchiv Müstair
EAD	Eidgenössisches Archiv für Denkmalpflege (Schweizerische Nationalbibliothek)

ADRESSEN DER AUTOREN

Roland Schewe M.A., Historiker/Kunsthistoriker und Kunsttechnologe, Institut für Kunsttechnik und Konservierung (IKK), Germanisches Nationalmuseum Nürnberg, Kartäusergasse 1, D-90402 Nürnberg, r.schewe@gnm.de

Jürg Goll, Prof. h.c. Dr. phil, Kunsthistoriker und Mittelalterarchäologe, UNESCO-Welterbe Kloster St. Johann Müstair, Kloster, CH-7537 Müstair, goll@muestair.ch

Abb. 26 Müstair, Kloster
St. Johann. Sonnenuhr von 1737
im Friedhof am Glockenturm.



ANMERKUNGEN

- ¹ Jüngste Architekturbeschreibung mit bibliografischen Angaben: JÜRGE GOLL, *Müstair, Architektur im Dienst von Glaube und Herrschaft*, in: Die Zeit Karls des Grossen in der Schweiz, hrsg. von MARKUS RIEK / JÜRGE GOLL / GEORGES DESCOEUDRES, Sulgen 2014, S. 57–65.
- ² Eine ebenfalls im Jahr 2015 «wiederentdeckte» Klappsonnenuhr aus einer frühneuzeitlichen Grube in Augsburg, die bereits zwischen 1998 und 2001 ausgegraben worden war, stellt den bislang letzten Grabungsfund einer Sonnenuhr in Deutschland dar. Der Artikel dazu in der Augsburger Allgemeinen vom 22. September 2015: EVA-MARIA KNAB, *Kein Zeitmesser für Dummköpfe*, S. 34, Online-Ausgabe unter dem Titel: *Archäologen entdecken die bislang älteste Klapp-Sonnenuhr Europas*. – MICHAELA HERMANN, *Mobile Zeitmessung im Jahr 1527. Eine Klappsonnenuhr, gefunden in Augsburg*, in: Denkmalpflege Informationen, Bd. 161, Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, 2015, S. 20–23. Die publizierte Sonnenuhr ist jedoch nicht, wie angegeben, die älteste Klappsonnenuhr Europas.
- ³ Die wahre Ortszeit (WOZ) orientiert sich am tatsächlichen Stand der Sonne und ist für alle Orte desselben Längengrades gleich. Orte, die auf unterschiedlichen Längengraden liegen, haben nicht identische Ortszeiten, da die Sonne zu verschiedenen Zeiten kulminiert, d. h. ihren Höchststand hat. Für jedes Grad ändert sich die Zeit um 4 Minuten (O+, W-, 360° in 24 h). Da die Mitteleuropäische Zeit (MEZ) auf den 15. Längengrad Ost definiert ist, ergibt sich etwa für Nürnberg auf dem 11° 04' Längengrad eine Differenz von fast 16 Minuten zwischen WOZ und MEZ, für Müstair auf dem 10° 27' Längengrad von etwa 18 Minuten.
- ⁴ JOHANNA WOLFRAM-HILBE, [unveröffentlichter] Restaurierungsbericht vom 10. Oktober 2016, Ereignis-Nr. 2131, Archäologischer Dienst Graubünden, Chur.
- ⁵ In der Astronomie und Astrologie bezeichnen Aspekte besonders ausgezeichnete Konstellationen der Planeten, der Sonne und des Mondes zueinander, etwa Opposition, Konjunktion, Quadratur, Trigon.
- ⁶ Schutt im Boden der Stube 129 über der Segmentbogentonne der Tordurchfahrt 65. Archäologische Tagebücher TB 39, S. 107, und TB 40, S. 109–115, Grundrisspläne 827, (960), 965 sowie Dia 1027/5, 6.
- ⁷ JÜRGE GOLL / ERICH TSCHOLL, *Der Wirtschaftshof im Kloster St. Johann in Müstair. Der Baubestand des Westhofs bis heute* (= Müstair-Studien, Bd. 2), Regensburg 2019.
- ⁸ Eine Einteilung der Sonnenuhren nach dem gemessenen Winkel und der damit verbundenen Messmethode beinhaltet Stundenwinkel, Deklinationswinkel, Höhenwinkel und den Azimut.
- ⁹ PASCALE SUTTER, *Von der kirchlichen zur städtischen Zeit? Zeitbewusstsein und Zeitwahrnehmung im spätmittelalterlichen Zürich*, in: Schweizerische Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialgeschichte = Société suisse d'histoire économique et sociale, Bd. 17, 2001, S. 171–187, hier S. 173.
- ¹⁰ Ein Forschungsteam der Universität Basel ist 2013 unter der Leitung von Prof. Susanne Bickel im Tal der Könige in Oberägypten auf eine der ältesten altägyptischen Sonnenuhren gestossen: eine etwa 3000 Jahre alte Kalksteinplatte mit halbkreisförmigem Zifferblatt und zwölf Stundenlinien zu etwa 15 Grad: SUSANNE BICKEL / RITA GAUTSCHY, *Eine Ramessidische Sonnenuhr im Tal der Könige*, in: Zeitschrift für ägyptische Sprache und Altertumskunde 141 (1), 2014, S. 1–12.
- ¹¹ Gnomonik ist die Lehre von den Sonnenuhren und, damit verbunden, der durch Schatten hervorgerufenen Zeitbestimmung, aus dem Griechischen γνῶμων (Gnomon) = Schattenstab, Schattenzeiger. Heute gehört auch die Erforschung der Geschichte der Sonnenuhren zur Gnomonik.
- ¹² MARKUS VITRUVIUS POLLIO, *Vitruvii De architectura libri decem. Zehn Bücher über Architektur*. Übersetzt und mit Anmerkungen versehen von CURT FENSTERBUSCH, 5. Aufl., Darmstadt 1996. – MARKUS VITRUVIUS POLLIO / MORRIS HICKY MORGAN / HERBERT LANGFORD WARREN, *The Ten books on architecture*, Cambridge 1914.
- ¹³ Siehe weiterführend zur Rolle der islamischen Wissenschaften FUAT SEZGIN, *Wissenschaft und Technik im Islam* (= Veröffentlichungen des Institutes für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften), 5 Bde., Frankfurt am Main 2003. – EBERHARD SERAUKY, *Im Glanze Allahs. Die arabische Kulturwelt und Europa*, Berlin 2004.
- ¹⁴ Siehe vertiefend dazu: KARL SCHOY, *Arabische Gnomonik*, Naturwiss.-mathemat. Diss., Universität Heidelberg, Hamburg 1913. – KARL SCHOY, *Die Geschichte der Zeitmessung und der Uhren, Teil 1, Lieferung F: Gnomonik der Araber*, Berlin/Leipzig 1923. Aus der religiösen Gebetsvorschrift ergaben sich zwei Probleme, die mittels der Gnomonik und Astronomie gelöst werden konnten: die Bestimmung der Gebetsrichtung und der Zeit. Die Verrichtung der Pflichtgebete ist nicht auf einen genauen Zeitpunkt festgelegt, sondern soll innerhalb eines gegebenen Zeitrahmens zu bestimmten Tageszeiten ausgeführt werden. Das Abendgebet (*Maghrib*) wird zwischen Sonnenuntergang und dem Ende der Dämmerung verrichtet; das Nachtgebet (*'Ischā'*) nach dem Ende der Abenddämmerung bis vor Beginn der Morgendämmerung; das Morgengebet (*Fadschr*) zwischen dem Beginn der Morgendämmerung und Sonnenaufgang; das Mittagsgebet (*Zhor*) nach dem Höchststand der Sonne und dem Nachmittagsgebet; das Nachmittagsgebet (*'Asr*) zwischen Mittag und Abend.
- ¹⁵ ILIAS M. FERNINI, *Astronomy at the service of the Islamic society*, in: The role of astronomy in society and culture. Proceedings of the 260th symposium of the International Astronomical Union, held at the UNESCO headquarters, Paris, France (IAU symposium proceedings series, Nr. 260), hrsg. von DAVID VALLS-GABAUD / ALEC BOKSENBERG, Cambridge, S. 514–521, hier S. 516.
- ¹⁶ Anregend und vertiefend zur orientalischen Astronomie: SHAIKH MOHAMMAD RAZAULLAH ANSARI, *History of oriental astronomy* (= Astrophysics and space science library, Bd. 275), Dordrecht/London 2011. – YASUKATSU MAEYAMA, *Astronomy in Orient and Occident*. Selected papers on its cultural and scientific history (= Collectanea, Bd. 44), Hildesheim 2003. – AHMAD B. MUHAMMAD IBN CHALLIKĀN / MAC GUCKIN DE SLANE, *Ibn Khallikan's Biographical dictionary*, Paris/London 1842–1871, Nachdruck Beirut 1970. – KARL GARBERS, *Ein Werk Tābit B. Qurra's über ebene Sonnenuhren*, Diss. 1936, Berlin 1936. – EILHARD WIEDEMANN / JOSEF FRANK, *Über die Konstruktion der Schattenlinien auf horizontalen Sonnenuhren von Tābit Ben Qurra*, Kopenhagen 1922. – CARL SCHOY, *Die Bestimmung der Geographischen Breite eines Ortes durch Beobachtung der Meridianhöhe der Sonne oder mittels der Kenntnis zweier anderer Sonnenhöhen und den zugehörigen Azimuten nach dem Arabischen Text der hākimitischen Tafeln des Ibn Yūnus*, in: Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie 50, hrsg. v. d. Deutschen Seewarte in Hamburg, Berlin 1922, S. 3–20.
- ¹⁷ Al-Battānī's Hauptwerk *Kitab al-Zij* (= Astronomische Abhandlungen) wurde 1116 unter dem Titel *De motu stellarum* (= Über die Bewegung der Sterne) vom 12. Jahrhundert in Barcelona lebenden italienischen Mathematiker, Astronomen und Übersetzer Plato von Tivoli ins Lateinische übersetzt. Im 13. Jahrhundert wurde der *Kitab al-Zij* ins Spanische übersetzt. Unter dem Titel *De Scientia Stellarum* wurde Plato von Tivolis Übersetzung erstmals mit Anmerkungen des Astronomen, Astrologen und Mathematikers Regiomontanus 1537 in Nürnberg gedruckt: 1645 in Bologna sowie 1676 in Wittenberg. Siehe weiterführend auch MOHAMMAD SALAH ALDIN ABDULLATIF, *Al-Battini Contributions in Astronomy and Mathematics*, in: Contributions of early muslim scientists to engineering sciences and related studies,

hrsg. von ABDI OMAR SHURIYE / WALEED FEKRY FARIS, Kuala Lumpur 2011, S. 45–48.

- ¹⁸ British Sundial Society reference number 390. Zu dieser Zeit war es in England üblich, den Tag von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang in vier Abschnitte einzuteilen. Entsprechend dieser Einteilung weist das Zifferblatt der Bewcastle-Uhr vier Stundenlinien auf – eine horizontale Linie für Sonnenaufgang und Sonnenuntergang, eine vertikale Linie für die Mittagszeit und zwei Zwischenlinien bei 45 Grad.
- ¹⁹ ANTONY JOHN TURNER, *Sundials: History and Classification*, in: *History of Science* 27, 1989, S. 303–318. Manche Forschende vertreten die These, dass auch ein byzantinischer oder armenischer Einfluss nicht ausgeschlossen werden könne. Siehe dazu auch HERBERT RAU / KARLHEINZ SCHALDACH, *Vertikalsonnenuhren des 6.–14. Jahrhunderts*, in: *Ad radices. Festband zum fünfzigjährigen Bestehen des Instituts für Geschichte der Naturwissenschaften der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main*, hrsg. von ANTON VON GOTSTEDTER, Stuttgart 1994, S. 273–290, hier S. 275.
- ²⁰ Die Laudes (*laudes matutinae*) als Morgengebet zu Tagesanbruch, die Vesper (*hora vespertina*) als Abendgebet nach Sonnenuntergang sowie die Prim (*hora prima*) bei Sonnenaufgang waren noch ohne Sonnenuhr zu bestimmen. Für die kleinen Horen hingegen waren Sonnenuhren hilfreich: die Terz (*hora tertia*) nach Ablauf des halben Vormittags, die Sext (*hora sexta*) zur Mittagsstunde, die Non (*hora nona*) in der Mitte des Nachmittags. Die Komplet (*completorium*) als Nachtgebet beendet den Tag. Vergleiche dazu auch die bereits oben erwähnte Stundenzählung im islamischen Kulturkreis.
- ²¹ Diese Stundenzählung wechselt jedoch im Verlauf der verschiedenen Jahreszeiten und bringt Stunden unterschiedlicher Dauer (temporale Stunden) hervor: Im Sommer sind die Tagesstunden wesentlich länger als die Nachtstunden. Im Winter ist das Verhältnis umgekehrt. Lediglich zum Zeitpunkt der Tagundnachtgleichen sind die Tag- und Nachtstunden überall auf der Erde annähernd gleich lang.
- ²² JUTTA SCHAMP, *Repräsentation von Zeit bei Shakespeare. Richard II., Henry IV., Macbeth*, Diss., Universität Marburg 1996, Tübingen 1997, S. 69. In seiner auf ausdrücklichen Wunsch der Mönche geschriebenen ausführlichen Abhandlung über die Zeitrechnung *De temporum ratione* behandelt Beda nebst der Kalenderberechnung auch die jahreszeitliche Bewegung von Sonne und Mond, die Tagundnachtgleichen, die ungleiche Länge der Tage und ihre Ursache. Je nach überlieferten Abschriften erhöhen beigegebene Tabellen und Zeichnungen mit ihrer visuellen Bezugnahme die Rezeptionsfähigkeit des Lesepublikums bei Aspekten der Zeitrechnung: BEDA VENERABILIS, *De temporum ratione, Corpus Christianorum, Series Latina CXXIII B*, Bedae Venerabilis Opera, Bd. VI, 2, Turnhout 1977.
- ²³ Ed. MIGNE, *Patrologia Latina* 143.12, col. 389–412: HERMANNUS CONTRACTUS, *De utilitatibus astrolabii* [nach der Edition von Bernhard Pez von 1721, heute überholt], insbesondere col. 405–412: *Liber secundus, caput primum: Demonstratio componendi cum convertibili sciothero horologici viatorum instrumenti*. Das Werk ist online auch unter dem persistenten Link <https://hdl.handle.net/2027/pst.000014557613> [Stand: 20. Mai 2019] verfügbar. Bei der Schrift *De utilitatibus astrolabii* handelt es sich um die Überarbeitung eines Traktates aus dem Umkreis des Mathematikers Gebert von Aurillac (ca. 955–1003), dem späteren Papst Silvester II. Siehe dazu ARNO BORST, *Die Astrolabschriften Hermanns des Lahmen*, in: *Ritte über den Bodensee. Rückblick auf mittelalterliche Bewegungen*, Bottighofen 1992, S. 242–273. Siehe dazu ebenso die editierte Ausgabe JOSEPH DRECKER, *Hermannus Contractus. Über das Astrolab*, in: *ISIS, Journal of the History of Science in Society* 16, Nr. 2, 1931, S. 200–219, der noch den Rückgriff auf arabische Quellen erwähnt.
- ²⁴ Die Sonnenuhr aus Canterbury wurde von verschiedenen Forschenden untersucht, siehe etwa MARIO ARNALDI, *The Canterbury Pendant, Part 1: New Insight from an Ancient Rule for Making Portable Altitude Dials*, in: *British Sundial Society Bulletin*, Vol. 23 (iv), December 2011, S. 2–7. – DERS., *The Canterbury Pendant, Part 2: Relationships with the Libellus' rule*, in: *British Sundial Society Bulletin*, Vol. 24 (i), March 2012, S. 8–12. – ALLAN A. MILLS, *The Canterbury Pendant: A Saxon Seasonal-Hour Altitude Dial*, in: *Bulletin of the British Sundial Society*, Vol. 95 (ii), June 1995, S. 39–44. Die Sonnenuhr ist heute Bestandteil der Historischen Sammlung der Kathedrale von Canterbury.
- ²⁵ RICHARD J. A. TALBERT, *Roman portable sundials. The empire in your hand*, New York 2017, S. 10–11, mit Abbildung. Siehe hierzu auch MARIO ARNALDI / KARLHEINZ SCHALDACH, *A Roman cylinder dial: Witness to a forgotten tradition*, in: *Journal for the History of Astronomy* 28, 1997, S. 107–117. Die Säulchensonnenuhr wird heute im Museo Nazionale Atestino in Este aufbewahrt.
- ²⁶ RICHARD J. A. TALBERT (vgl. Anm. 25), S. 11–12, mit Abbildung. Die Zylindersonnenuhr befindet sich im Musée de Picardie in Amiens. Siehe weiterführend zur Zylindersonnenuhr von Amiens und anderen frühen tragbaren Sonnenuhren auch den Ausstellungskatalog *Le temps des romains. Perception, mesure et instruments* (Dossiers d'archéologie, Nr. 354), hrsg. von CHRISTINE HOËT-VAN CAUWENBERGHE, Dijon 2012, und CHRISTINE HOËT-VAN CAUWENBERGHE / ÉRIC BINET, *Cadran solaire sur os à Amiens (Samarobriva)*, in: *Cahiers du Centre Gustave Glotz* 19 (1), S. 111–127. DOI: 10.3406/ccgg.2008.1670.
- ²⁷ Nürnberg, Germanisches Nationalmuseum, Säulchensonnenuhr, Inv.-Nr. WI 2104.
- ²⁸ Der Muwaqqit ist der oberste Zeitnehmer/Zeitmesser, der damit beauftragt war, die Uhren zu regulieren respektive zu warten und dem Muezzin die richtigen Gebetszeiten zu übermitteln.
- ²⁹ Ibn al Shatirs grossartige, etwa 2×1 m grosse Sonnenuhr ist beispielsweise abgebildet in MARK LENNOX-BOYD, *Sundials – History, art, people, science*, London 2005, S. 39–44. Für eine vollständige Beschreibung der Sonnenuhr siehe die erste wissenschaftliche Veröffentlichung der Uhr von LOUIS JANIN, *Le Cadran Solaire de la Mosquée Umayyade à Damas*, *Centaurus* 16, 1972, S. 285–298. Das originale Zifferblatt von Ibn al Shatirs Sonnenuhr im Archäologischen Museum in Damaskus ist heute leider gebrochen. Eine genaue Replik befindet sich aber an der ursprünglichen Stelle im Turm der Umayyaden-Moschee.
- ³⁰ Bruxelles, Bibliothèque Royale de Belgique, MS IV 111, fol. 13v. Für weiterführende Informationen über Seuses *Horologium Sapientiae* siehe auch PETER ROLFE MONKS, *The Brussels Horloge de Sapience: Iconography and Text of Brussels, Bibliothèque Royale, MS. IV 111*. With an edition and translation of the Déclaration des Hystoires by K. V. SINCLAIR, Leiden 1990.
- ³¹ ELEANOR PATTERSON SPENCER, *L'Horloge de Sapience (Bruxelles Bibliothèque Royale MS. IV. 111)*, in: *Scriptorium*, Bd. 17, Nr. 2, 1963, S. 277–299, hier S. 283, online auch unter DOI: 10.3406/scrip.1963.3181 [Stand 1. April 2019]. 1431 machte der Astronom Nikolaus von Heybech «die Berechnung einer waagerechten Sonnenuhr mit senkrechtem Schattenstab», siehe dazu THEODOR GUSTAV WERNER, *Nürnbergs Erzeugung und Ausfuhr wissenschaftlicher Geräte im Zeitalter der Entdeckungen*, in: *Mitteilungen des Vereins für Geschichte der Stadt Nürnberg*, Bd. 53, 1965, S. 69–149, S. 84.
- ³² Erlangen-Nürnberg, Universitätsbibliothek, Ms. 665, Anleitung zur Herstellung von Sonnenuhren, fol. 29v. Der lateinische und niederdeutsche Text ist eine Erklärung zur Herstellung von horizontalen, vertikalen und Säulchensonnenuhren. Die früheste Niederschrift der ältesten Arbeit zur Herstellung einer modernen Sonnenuhr wurde 1426 in Erfurt angefertigt, siehe dazu RUDOLF BENL / WALTER BLAHA, *Erfurt, ein spätmittelalterliches Wissenschaftszentrum*. Eine Ausstellung des Stadtarchivs Erfurt in der Zeit vom 8. Juli bis zum 19. August 2001 im Kul-

- turhof zum Guldernen Krönbacken (= Ausstellungskatalog), Erfurt 2001, S. 63–64 sowie JOHANN DORSCHNER, *Astronomie in Thüringen. Skizzen aus acht Jahrhunderten*, Jena 1998, S. 15–21.
- ³³ ERNST ZINNER, *Verzeichnis der astronomischen Handschriften des deutschen Kulturkreises*, München 1925, S. 300–306.
- ³⁴ HERBERT RAU / KARLHEINZ SCHALDACH (vgl. Anm. 19), S. 286.
- ³⁵ RONALD T. MERRILL / MICHAEL W. McELHINNY, *The Earth's Magnetic Field. Its History, Origin and Planetary Perspective*, London/New York 1983, S. 5–7. Als Deklination, Missweisung oder Ortsmissweisung wird der Unterschied zwischen der magnetischen und der geografischen Nordrichtung bezeichnet. Die Abweichung zwischen den beiden Nordrichtungen wird als Winkel angegeben, verändert sich mit der Zeit und variiert von Ort zu Ort. Den Forschungen Zinners zufolge war die magnetische Deklination im 15. Jahrhundert in Italien unbekannt und erst im 16. Jahrhundert im Ausland nachweisbar. ERNST ZINNER, *Leben und Wirken des Johannes Müller von Königsberg genannt Regiomontanus* (= Schriftenreihe zur bayerischen Landesgeschichte, Bd. 31), München 1938, S. 22. Ins Englische übersetzt von E. BROWN, *Regiomontanus: His Life and Work*, Amsterdam 1990, S. 20. Es gibt aber auch Thesen, dass die magnetische Deklination bereits in Nürnberg zu Anfang des 15. Jahrhunderts bei der Herstellung von Taschensonnenuhren berücksichtigt wurde. GUSTAV HELLMANN, *Über die Kenntnis der magnetischen Deklination vor Christoph Columbus*, in: *Meteorologische Zeitschrift* 23, Braunschweig 1906, S. 145–149, hier S. 147.
- ³⁶ Wien, Österreichische Nationalbibliothek, Codex 5203, fol. 79r–86r, *Tractatus de fabrica instrumenti universalis ad inveniendas horas in quocumque climate* (= Herstellung einer Sonnenuhr [Universalinstrument] zur Bestimmung der Stunden für alle Breiten). Der Codex enthält 16 Traktate unbekannter Autoren, fünf von Peurbach, zwei von Iordanus (12./13. Jh.), einen möglicherweise von Johannes de Muris (13./14. Jh.) und einen von Thābit Ibn-Qurra (9./10. Jh.), der bereits oben in diesem Beitrag erwähnt ist. Als Verfasser dieses Kodexes wird Regiomontanus (Johannes Müller von Königsberg), Schüler von Peurbach, identifiziert. Leider ist das oben erwähnte Traktat nicht spezifisch durch Peurbachs Namen ausgewiesen, es spricht jedoch vieles dafür. So ist sich etwa Friedrich Samhaber sicher, dass Peurbach der Autor des Textes ist: FRIEDRICH SAMHABER, *Die Zeitzither. Georg von Peurbach und das helle Mittelalter*, Raab 2000, S. 185.
- ³⁷ Roland Schewe und John Davis haben unlängst drei Instrumente aus Italien, Deutschland und England als neuen Horizontalsonnenuhren-Typus entdeckt: ROLAND SCHEWE / JOHN DAVIS, *Time on a Tablet. Early Ivory Sundials Incorporating Wax Writing Tablets*, in: *Early Science and Medicine* 24.2, Druck in Vorbereitung.
- ³⁸ Im 17./18. Jahrhundert wird der klappbare Messinggnomon eine gängige Praxis bei den Butterfield-Uhren oder anderen einfachen Horizontaluhren, die für eine feste geografische Ortsbreite gefertigt wurden.
- ³⁹ ERNST ZINNER, *Deutsche und niederländische astronomische Instrumente des 11.–18. Jahrhunderts*, München 1956, S. 464–465.
- ⁴⁰ Innsbruck, Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Inv.-Nr. U5. Diese Sonnenuhr ist etwa abgebildet in: FRIEDRICH SAMHABER (vgl. Anm. 36), S. 188–189.
- ⁴¹ ERNST ZINNER (vgl. Anm. 39), S. 465. Die aktuellen Koordinaten von Wien betragen 48° 12' N, 16° 22' O.
- ⁴² ERNST ZINNER (vgl. Anm. 39), S. 93. – FRIEDRICH SAMHABER (vgl. Anm. 36), S. 187.
- ⁴³ Briefe an verschiedene Empfänger, gesammelt und in Einzelüberlieferungen im Codex 105, Stiftsbibliothek Wilhering (Österreich), editiert von ALBIN CZERNY, *Aus dem Briefwechsel des grossen Astronomen Georg von Peurbach*, Archiv für österreichische Geschichte, Bd. 72, Wien 1888, hier aus dem Brief des Johannes Bohemus an Georg von Peurbach, S. 293. Sinngemässe Übersetzung der Textstelle: «Falls Eure Zeit es erlauben würde, hätte ich gerne eine, zwei oder drei Reisesonnenuhren [horologia locabilia] mit Index.»
- ⁴⁴ Nürnberg, Germanisches Nationalmuseum, Inv.-Nr. WI 7. Die Klappsonnenuhr ist zwischen 1464 und 1467 datiert. Die Datierung ergibt sich aus dem Aufenthalt von Regiomontanus in Italien (1461 bis 1467) und der Regentschaft von Papst Paul II. (1464 bis 1471). Der Winkel des Schattenfadens beträgt 45°, womit die Klappsonnenuhr in Norditalien, etwa Venedig, verwendet werden konnte.
- ⁴⁵ Ein Grund für Regiomontans Umzug nach Nürnberg war die Forderung des ungarischen Königs Matthias Corvinus, neue Planetentabellen zu berechnen. Nürnberg schien dafür der geeignete Ort zu sein, auch weil versierte Handwerker und Feinmechaniker ihm bei der Herstellung von guten und exakten Instrumenten helfen konnten. Ernst Zinner hat keinen Zweifel daran, dass Regiomontanus selbst auch Instrumente gebaut hat. Darüber hinaus wollte Letzterer die wichtigsten mathematischen und astronomischen Arbeiten in Nürnberg veröffentlichen, damit der Wissenschaft verlässliche Druckwerke zu Verfügung stünden. ERNST ZINNER (vgl. Anm. 35), S. 163.
- ⁴⁶ Die Quellen hierfür sind die *Amts- und Standbücher* aus dem Staatsarchiv Nürnberg, Rep. 52b, Bd. 305, fol. 186, 190. Für das Jahr 1484 wird ein Conrad Cristel als «conbastmacher» und für 1485 Jorg Bynter als «compastmacher» erwähnt. Siehe dazu PENELOPE GOUK, *The ivory sundials of Nuremberg 1500–1700*, Cambridge 1988, S. 64, Abb. 6.
- ⁴⁷ Die Kompassmacherordnung aus dem Jahre 1535 mit Vorschriften für die Meisterprüfung der Nürnberger Kompassmacher ist abgedruckt bei HERMANN WAGNER, *Peter Apians Bestimmung der magnetischen Missweisung vom Jahre 1532 und die Nürnberger Kompassmacher*, in: *Nachrichten der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Philos.-histor. Kl.* aus dem Jahre 1901, Göttingen 1902.
- ⁴⁸ Nürnberg, Stadtarchiv, Signatur B 12/427, Dat.: 1608 Dez. 31, 3r. Die Nürnberger Kompassmacherordnung aus dem Jahre 1608 ist in Englisch abgedruckt bei PENELOPE GOUK (vgl. Anm. 46), S. 77–81 und in Deutsch wiedergegeben bei GERHARD G. WAGNER, *Sonnenuhren und wissenschaftliche Instrumente. Aus den Sammlungen des Mainfränkischen Museums Würzburg*, Würzburg 1997, S. 16–25.
- ⁴⁹ Für das 14. Jahrhundert sind als Instrumente vor allem Astrolabien hervorzuheben und die in grosser Stückzahl hergestellten Nürnberger Zirkel, die nach Italien und in die iberischen Länder exportiert wurden.
- ⁵⁰ THEODOR GUSTAV WERNER (vgl. Anm. 31), S. 107. Die Grundlage für diese Information ist die 1431 geschriebene Handschrift Klosterneuburg 683, die Zinner dem Astronomen Nikolaus von Heybech [Heybach/Heybeck] aus Erfurt zugeschrieben hat. ERNST ZINNER (vgl. Anm. 39), S. 55–58, S. 613. In den letzten Jahren wurde die Autorschaft von Heybech in Frage gestellt, ebenso traten Zweifel auf bezüglich dessen individueller biografischer Daten. Siehe dazu mehr bei HANS GAAB, *War Nicolaus Heybech einer der ersten Astronomen in Nürnberg?*, in: *Mitteilungen des Vereins für Geschichte der Stadt Nürnberg*, Bd. 98, 2011, S. 135–162 und weiterführend ALOIS KRCHÁK, *Die Herkunft der astronomischen Handschriften und Instrumente des Nikolaus von Kues*. Sonderdruck aus *Mitteilungen und Forschungsbeiträge der Cusanus-Gesellschaft*, Bd. 3, 1963, S. 109–180. Zinner hält die erwähnten Kompasssonnenuhren für äquatoriale Taschensonnenuhren, die mit einem Kompass, einem Äquatorialring und einem polar ausgerichteten Gnomon ausgestattet sind: ERNST ZINNER (vgl. Anm. 39), S. 57–58, S. 613.
- ⁵¹ Nürnberg, Germanisches Nationalmuseum, Inv.-Nr. WI 28.
- ⁵² Chicago, Adler Planetarium, Inv.-Nr. DPW-22.
- ⁵³ Siehe vertiefend zu Etzlaubs Instrumenten und Karten HERBERT KRÜGER, *Erhard Etzlaub's Romweg map and its dating in the Holy Year*

- of 1500, *Imago mundi*, Bd. 3, 1951, S. 17–26. – FRITZ SCHNELBÖGL, *Life and work of the Nuremberg cartographer Erhard Etzlaub, Imago mundi*, Bd. 20, 1966, S. 11–26. – FRITZ SCHNELBÖGL, *Leben und Werk des Nürnberger Kartographen Erhard Etzlaub*, in: Mitteilungen des Vereins für Geschichte der Stadt Nürnberg, Bd. 57, 1970, S. 216–231.
- 54 Washington DC, National Museum of American History, Inv.-Nr. S&T 320148. Die Sonnenuhr ist abgebildet in: *The secular spirit: life and art at the end of the Middle Ages*, Metropolitan Museum of Art, New York 1975, S. 181, Abb. 197.
- 55 EVA-MARIA KNAB (vgl. Anm. 2), S. 34 und MICHAELA HERMANN (vgl. Anm. 2), S. 20–23.
- 56 PENELOPE GOUK (vgl. Anm. 46), S. 28–29.
- 57 London, The British Museum, sundial/diptych-dial/compass-dial, Nürnberg, 1485–1495, Museumnumber 1877,0521.23.
- 58 New York, The Metropolitan Museum, Inv.-Nr. 1987.340. Eine weitere ähnliche Sonnenuhr mit einer Kinderspielszene befand sich in Niort, Frankreich, im Musée des Beaux-Arts, Inv.-Nr. 14.1.148. 1993 wurde das Museum leider geschlossen, und die Sammlungen wurden dem Bernard d’Agesci Museum sowie dem Naturhistorischen Museum und dem Konservatorium für Bildung übertragen. Die Uhr ist abgebildet in: WILLIAM D. WIXOM / BARBARA DRAKE BOEHM, *Mirror of the Medieval World*, Metropolitan Museum of Art, New York 1999, S. 201, Abb. 25.
- 59 Chicago, Adler Planetarium, Inv.-Nr. M-249. Die Uhr ist abgebildet in: SARA J. SCHECHNER, *The Material Culture of Astronomy in Daily Life: sundials, science, and social change*, in: *Journal for the History of Astronomy* 32, 2001, S. 189–222, hier S. 195, Abb. 6.
- 60 LAURENCE E. SIGLER, *Fibonacci’s Liber Abaci. A Translation into Modern English of Leonardo Pisano’s Book of Calculation* (Sources and studies in the history of mathematics and physical sciences), New York 2002, oder die italienische Ausgabe des *Liber Abaci* von BALDASSARE BONCOMPAGNI, *Scritti di Leonardo Pisano, matematico del secolo decimoterzo*, Bd. 1, 1857, Il liber abbaci di Leonardo Pisano, secondo la lezione del codice magliabechiano C. 1, 2616, Badia Fiorentina, Nr. 73, Rom 1857. Online auch unter dem persistenten Link: <http://dx.doi.org/10.3931/e-rara-34352> [Stand 20. Mai 2019]. Siehe vertiefend zu den arabischen Wissenschaften SHAHID RAHMAN / TONY STREET / HASSAN TAHIRI (Hrsg.), *The Unity of Science in the Arabic Tradition. Science, Logic, Epistemology and their Interactions* (= Logic, epistemology, and the unity of science, Bd. 11), Dordrecht 2010.
- 61 Innsbruck, Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Inv.-Nr. U5. Die Sonnenuhr ist beispielsweise abgebildet in: FRIEDRICH SAMHABER (vgl. Anm. 36), S. 188–189.
- 62 RONALD KURT SALZER, *Vermessen? Metrik des Mittelalters und der Frühen Neuzeit im Spiegel archäologischer Funde aus Österreich*, in: *Mittelalterarchäologie in Österreich. Eine Bilanz. Beiträge der Tagung in Innsbruck und Hall in Tirol, 2. bis 6 Oktober 2012* (= Beiträge zur Mittelalterarchäologie in Österreich, Bd. 29), Wien 2013, S. 137–144, Abb. S. 140. – RONALD KURT SALZER, *Die Ausgrabungen in der Burg Grafendorf in Stockerau*, in: *Beiträge zum Tag der Niederösterreichischen Landesarchäologie 2012*, hrsg. v. ERNST LAUERMANN / PETER TREBSCHKE (Katalog des Niederösterreichischen Landesmuseums, NF 507), Asparn/Zaya 2012, S. 72–77.
- 63 THEODOR GUSTAV WERNER (vgl. Anm. 31), S. 69–149, hier S. 114.
- 64 Siehe beispielhaft dazu etwa die Sammlung europäischer Astrolabien aus dem 14. Jahrhundert im Germanischen Nationalmuseum mit den Inventarnummern WI 6, WI 21, WI 129 und WI 282.
- 65 Bamberg, Staatsbibliothek Bamberg: ULRICH WAGNER, *Rechenbuch* (sogenanntes *Bamberger Rechenbuch*), Süddeutschland (Franken?), 1472–1482?, Signatur Inc.typ.Ic.I.44, Blatt 1v und 14r. Die mit Fragezeichen versehene Datierung «1482?» wurde seitens der Staatsbibliothek Bamberg vorgenommen.
- 66 Nürnberg, Germanisches Nationalmuseum, Inv.-Nr. WI 5. Abbildung und Beschreibung des Astrolabiums etwa in: *Fokus Behaim Globus* (= Ausstellungskatalog des Germanischen Nationalmuseums), hrsg. von GERHARD BOTT, 2. Bde., Nürnberg 1992, Teil 2: Katalog, S. 589–592.
- 67 Die Theorie der «multiple discovery», auch als «simultaneous invention» bekannt, geht zurück auf den amerikanischen Soziologen ROBERT K. MERTON, *Singletons and Multiples in Scientific Discovery: A Chapter in the Sociology of Science*, in: *Proceedings of the American Philosophical Society* 105, 1961, S. 470–486. – ROBERT K. MERTON, *Resistance to the Systematic Study of Multiple Discoveries in Science*, *European Journal of Sociology*, Bd. 4, Heft 2, 1963, S. 237–282. Siehe weiterführend auch DAVID LAMB / SUSAN M. EASTON, *Multiple discovery. The pattern of scientific progress*, Avebury 1984.
- 68 Stadtbibliothek Nürnberg, MS Cent. V, App. 56c. Brief an magistro Christiano, *mathematicarum prestantissimo* vom 4. Juli 1471. Der Brief ist editiert und wiedergegeben in: MAXIMILIAN CURTZE, *Der Briefwechsel Regiomontanus’ mit Giovanni Bianchini, Jacob Speier und Christian Roder*, in: *Urkunden zur Geschichte der Mathematik im Mittelalter und der Renaissance, Erster Theil* (Abhandlungen zur Geschichte der Mathematischen Wissenschaften, Heft 12), Leipzig 1902, S. 185–336, hier S. 324–336. Der entscheidende Passus, weshalb Regiomontanus Nürnberg als Ort für seine Studien wählte, ist auch zitiert in RUDOLF METT, *Regiomontanus. Wegbereiter des neuen Weltbildes*, Stuttgart/Leipzig 1996, S. 106.
- 69 WOLFGANG VON STROMER, *Hec opera fient in oppido Nuremberga Germanie ductu Ioannis de Montereio. Regiomontanus und Nürnberg 1471–1475*, in: *Regiomontanus-Studien*, hrsg. von GÜNTHER HAMANN, Wien 1980, S. 267–289, hier S. 269. Die Reisezeit wird auch erwähnt bei: RUDOLF ENDRES, *Der Beitrag Nürnbergs an der Entdeckung Amerikas*, in: *Mitteilungen der Fränkischen Geographischen Gesellschaft*, Bd. 40, 1993, S. 19–40, hier S. 23. Die höheren Reisegeschwindigkeiten über Land ab dem Spätmittelalter waren nur auf wenigen Routen zu erzielen und waren eine Folge der Zucht leistungsfähigerer Pferde sowie von Pferdewechselstationen.
- 70 Bereits für die Zeit um 1400 liegen Belege für die temporäre Nutzung von Botenstaffetten durch die rheinischen Städtebünde vor, siehe dazu CHRISTIAN JÖRN, *Kommunikative Kontakte – Nachrichtenübermittlung – Botenstaffetten. Möglichkeiten zur Effektivierung des Botenverkehrs zwischen den Reichsstädten am Rhein an der Wende zum 15. Jahrhundert*, in: *Kommunikation im Spätmittelalter. Spielarten – Deutungen – Wahrnehmungen* (Tagungsband zur 1. Zürcher Nachwuchstagung zur Kommunikationsgeschichte), hrsg. von ROMY GÜNTHER / MICHAEL JUCKER, Zürich 2005, S. 79–89, bes. S. 85–86.
- 71 WOLFGANG VON STROMER (vgl. Anm. 69), S. 267–289, hier S. 269.
- 72 THEODOR GUSTAV WERNER (vgl. Anm. 31), S. 69–149, hier S. 83, erwähnt für das Jahr 1387 Konrad Apothecarius, der für das Jahr 1400 ein Sternverzeichnis berechnete; für die ersten Jahrzehnte des 15. Jahrhunderts liessen sich nebst anderen gleichzeitig tätigen Sternforschern nachweisen: Reinhold Gensfelder, Johann Schindel, Nikolaus von Heybech und Niclas Astronimo. Siehe aus wirtschaftsgeschichtlicher Sicht zum Absatz wissenschaftlicher Instrumente aus Nürnberg vertiefend THEODOR GUSTAV WERNER (vgl. Anm. 31), S. 69–149.
- 74 HARRY KÜHNEL (Hrsg.), *Alltag im Spätmittelalter*, Graz 1984, S. 10.
- 75 Handelsbuch des Georg Kress von Kressenstein, Nürnberg, Germanisches Nationalmuseum, Historisches Archiv, Kress-Archiv I, XXIX, c 4 b, S. 24v/8. – ROLAND SCHWEWE, *Eine Nürnberger Klappsonnenuhr. Teil 1: Die besonderen Materialwertigkeiten der exotischen Werkstoffe*, in: *Weltkunst*, Jg. 71, Nr. 15, Dezember 2001, S. 2399–2401.
- 76 In der Frühen Neuzeit tat sich die Freie Reichsstadt Augsburg als drittgrößte Stadt im Deutschen Reich mit etwa 45 000 Einwohnerinnen und Einwohnern um 1600 noch als weiteres Zentrum in der Herstellung wissenschaftlicher Instrumente hervor. Be-

- günstigt durch Kaufleute wie Fugger und Welser, Druckereien, Welthandel und Bankenwesen, fertigten fähige Kunsthandwerker als Uhrmacher, Kompass- und Instrumentenmacher astronomische, mathematische und optische Instrumente.
- 77 Die hölzernen Klappsonnenuhren aus Nürnberg und Fürth wurden nicht mehr mit geschnittenen Zifferblättern und punzierten Ziffern hergestellt, sondern mit teils kolorierten Kupferstichen beklebt, die alle Indikationen, Zifferblätter und Polhöhenverzeichnisse der wichtigsten europäischen Städte und, als Folge der europäischen Auswanderungswellen, auch die geographischen Ortsbreiten amerikanischer Metropolen beinhalteten.
- 78 Die Klosterkirche hat die Koordinaten 46° 37' 48" nördlicher Breite und 10° 26' 56" östlicher Länge.
- 79 Eine rechteckige Klappsonnenuhr aus Bein, zweite Hälfte des 16. Jahrhunderts, Grabung Martinskirche, Attersee, Österreich. Siehe dazu etwa FRITZ FELGENHAUER, *Neue Ergebnisse mittelalterarchäologischer Forschung zu Attersee*, in: Beiträge zur Mittelalterarchäologie in Österreich 8, 1992, S. 31–51. Ein weiteres auf 1598 datiertes Fragment einer Horizontalsonnenuhr als Grabbeigabe aus St. Pölten, Österreich. Siehe dazu etwa RONALD KURT SALZER 2013 (vgl. Anm. 62), S. 137–144, hier S. 141. Für eine ausführliche Beschreibung der beiden Taschensonnenuhren siehe die separaten Katalogeinträge für St. Pölten und Attersee in Österreich.
- 80 GEOFFREY CHAUCHER, *The Canterbury Tales And other Poems of Geoffrey Chaucer. Edited for Popular Perusal by David Laing Purves*, Edinburgh 1879: The Shipman's Tale, S. 307. Die deutsche Übersetzung lautet: «Und damit griff er sie an beide Lenden / Und herzte sie und küsste sie und sprach: / «Geh' fort in aller Stille, und hernach / Mach' unser Essen möglichst rasch bereit, / Denn mein Cylinder zeigt schon Primezeit; / Und traue mir, wie ich auf Dich vertrau'!»», in: GEOFFREY CHAUCHER, *Canterbury-Erzählungen: Canterbury Tales*. Durchgesehener Neusatz mit einer Biographie des Autors, bearbeitet und eingerichtet von MICHAEL HOLZINGER, nach der Übersetzung von ADOLF VON DÜRING, Strassburg 1886, 4. Aufl., Berlin 2016: Die Erzählung des Schiffers, Vers 5611–6044, S. 142.
- 81 Einen ersten wichtigen bibliografischen Anstoss leistete dabei die polnische Historikerin Zofia Wilk-Woś, die, angeregt durch den Artikel «Czas zamkow – czas na zamku» von Aleksander Andrzejewski und Leszek Kajzer, insbesondere archäologische Literatur über Taschensonnenuhren aus Osteuropa zusammenfasste. ALEKSANDER ANDRZEJEWSKI / LESZEK KAJZER, *Czas zamkow – czas na zamku*, in: *Archaeologia Historica Polona* 14, 2004, red. J. OLCZAK, Toruń 2004, S. 115–133. – ZOFIA WILK-WOŚ, *Literatura archeologiczna o znaleziskach słonecznych zegarków kieszonkowych z obszaru Europy Środkowo-Wschodniej*, in: *Kwartalnik Historii Kultury Materialnej*, R. 61, Nr. 3, 2013, S. 435–452.
- 82 In der Stiftsbibliothek St. Gallen liegen karolingerzeitliche Ostertafeln und komputistische Schriften (Cod. Sang 225, S. 118); jüngst: PHILIPP LENZ, *Bibel und Kirche*, in: *An der Wiege Europas. Irische Buchkultur des Frühmittelalters. Sommerausstellung 2018*, hrsg. von CORNEL DORA / FRANZISKA SCHNOOR, St. Gallen 2018, S. 40–41, 67. Siehe auch e-codices.unifr.ch, Schlagwort Komputistik (Stand 20. Mai 2019).
- 83 Beda Venerabilis hat die Ostertermine bis zum Jahr 1063 vorausgerechnet.
- 84 GION GIERI CORAY-LAUER, *Beobachtungen des Lichteinfalls in karolingischen Kirchen Graubündens*, in: *Müstair, Kloster St. Johann*, Bd. 4: Naturwissenschaftliche und technische Beiträge, hrsg. von HANS RUDOLF SENNHAUSER, Zürich 2007, S. 273–316, bes. S. 273. In Müstair dürften Archiv und Bibliothek aus dem Früh- und Hochmittelalter ein Raub der Flammen geworden sein.
- 85 FNr. M94/15'810. ADRIANO BOSCHETTI-MARADI, *Eine romanische Schlagglocke*, in: *Müstair, Kloster St. Johann*, Bd. 3: Eginoturm und Wirtschaftsbauten im Oberen Garten, Romanische Schlagglocke, Archäometallurgische Untersuchungen, Textilfunde, hrsg. von HANS RUDOLF SENNHAUSER, Zürich 2005, S. 123–142.
- 86 WALTER FASNACHT, *Die archäometallurgischen Untersuchungen an Funden aus der Klosteranlage*, in: HANS RUDOLF SENNHAUSER (vgl. Anm. 85), S. 145–160.
- 87 HANS PETER SCHREICH STUPPAN, *Tiroler Glocken im Bündnerischen Münstertal*, in: *Der Schlern* 66, 1992, S. 570–573. – HANS PETER SCHREICH STUPPAN, *Il sains da baselgia illa Val Müstair: 6. Müstair*, in: *Il chander ladin*, 1993, S. 71–74. – *Die Kunstdenkmäler des Kantons Graubünden*, 5: Die Täler am Vorderrhein (2. Teil: Schams, Rheinwald, Avers, Münstertal, Bergell), von ERWIN POESCHEL, Basel 1943, S. 366.
- 88 HANS PETER SCHREICH STUPPAN 1993 (vgl. Anm. 87). – ERWIN POESCHEL (vgl. Anm. 87), S. 338–339. – HANS JÜRGE GNEHM, *Klosterkirche St. Johann, Müstair. Expertenmandat Nr. 351/GR-0001/04*, Bericht vom 5. August 2013: «Obwohl der Akkord d'/e'/cis''/f'' vom musikalischen Gesichtspunkt ungünstig und unausgewogen erscheint, verkörpern die vier Glocken im Zusammenklang dennoch eine erstaunlich gute Ausgewogenheit. Meines Wissens gibt es kein weiteres Geläute in dieser Tonfolge, ihm ist eine starke Charakteristik und Originalität zu Eigen. Auch manifestieren sich gewisse akkordische Reibungen als durchaus reizvoll.»
- 89 Neuberechnung durch Andrea Branger aus Chur.
- 90 JOSEF ZEMP, *Das Kloster St. Johann zu Münster in Graubünden*, Genf 1906–1910, S. 73. – JÜRGE GOLL / OSKAR EMMENEGGER, *Katalog der Wandmalerei und Stuckausstattung im Kloster*, in: *Die mittelalterlichen Wandmalereien im Kloster Müstair: Grundlagen zur Konservierung und Pflege*, hrsg. von ALFRED WYSS et al., Zürich 2002, S. 38, Kat.-Nr. 46.
- 91 JÜRGE GOLL / OSKAR EMMENEGGER (vgl. Anm. 90), S. 42, Kat.-Nr. 74.
- 92 KAM XV/5, 1549: Vertrag mit der Gemeinde Müstair; KAM XVIII/130a: Kopialbuch; KAM XV/173: 1728 Vertrag erneuert.
- 93 Sukzession dendrodatierter Balken von unten (1528) nach oben (1532). Das nächste Geschoss hat Dendrodaten zwischen 1577 und 1580 sowie das Wappen der Äbtissin Ursula III. von Schländersberg (reg. 1585 bis 1597).
- 94 KAM XIII/161: Quittung vom 27. August 1725; KAM XV/173: 22. Mai 1728 erneuerte Vereinbarung mit der Gemeinde Müstair.
- 95 KAM XXX/10, Klosterchronik zum Jahr 1895.
- 96 Zifferblatt Inv.-Nr. 3637.
- 97 BAM, Akten 2005/2006.

ABBILDUNGSNACHWEISE

- Abb. 1, 2, 5, 7, 11, 16–19: Roland Schewe, Germanisches Nationalmuseum Nürnberg.
- Abb. 3: Werner Peter, Büro Sennhauser, Zuzach, 2005, bearbeitet, von Jürg Goll, Müstair, 2018.
- Abb. 4, 20, 21, 24–26: Jürg Goll, Müstair.
- Abb. 6: Bibliothèque Royale de Belgique, MS. IV 111.
- Abb. 8, 9, 13: Georg Janssen, Germanisches Nationalmuseum Nürnberg.
- Abb. 10: Staatsbibliothek Bamberg, Signatur Inc.typ.Ic.I.44, 1v und 14r.
- Abb. 12: <http://members.aon.at/sundials/bild2d.htm>, bearbeitet von Jürg Goll.
- Abb. 14: RONALD KURT SALZER (vgl. Anm. 62), S. 140.
- Abb. 15: <https://map.geo.admin.ch>, bearbeitet von Jürg Goll.
- Abb. 22, 23: Josef Zemp, Zeichnung EAD 117, Foto EAD 4416_B190 (Schweizerische Nationalbibliothek, Eidgenössisches Archiv für Denkmalpflege: Dokumentationen von Restaurierungen und Grabungen).

ZUSAMMENFASSUNG

In der Geschichte der Zeitmessung spielen Sonnenuhren seit der Antike bis ins 19. Jahrhundert eine wichtige Rolle. Unterschieden in ortsfeste und mobile Exemplare, regelten sie unter anderem die Gebetszeiten sowie das kommunale und private Zeitmanagement. Das seit dem Ende des 15. Jahrhunderts in Nürnberg prosperierende Handwerk der «Compastenmacher», der Hersteller von Sonnenuhren, führte zur europaweiten Verbreitung von transportablen kleinen Klappsonnenuhren aus Elfenbein und Holz. Der vorliegende Beitrag widmet sich der Untersuchung einer hölzernen Klappsonnenuhr aus einem Grabungsfund aus dem UNESCO Welterbe Kloster St. Johann in Münstair, Schweiz. Nebst einer detaillierten Analyse der Sonnenuhr, ihrer zugrundeliegenden Konstruktionsprinzipien und ihrer kulturhistorischen Sachbezüge wurde die Grabungsliteratur aus Zentral- und Osteuropa in Bezug auf Funde von portablen Taschensonnenuhren ausgewertet. Der vorliegende Grabungsfund stellt die bislang älteste erhaltene Sonnenuhr im Korpus tragbarer hölzerner Klappsonnenuhren dar und ist damit gleichsam ein Zeugnis mobiler, individueller Zeitmessung unmittelbar nach Erfindung des neuen Sonnenuhr-Typus Klappsonnenuhr. (RS)

RÉSUMÉ

Dans l'histoire de la mesure du temps, les cadrans solaires jouent un rôle important depuis l'Antiquité jusqu'au XIX^e siècle. Se distinguant entre modèles fixes et modèles portatifs, ces cadrans réglaient entre autres les heures canoniales ainsi que la gestion du temps au niveau collectif et privé. La fabrication de cadrans solaires, un artisanat florissant développé par les « Compastenmacher » à Nuremberg dès la fin du XV^e siècle, permit de diffuser dans toute l'Europe les petits cadrans solaires pliables et portatifs en ivoire et en bois. La présente contribution est consacrée à l'étude d'un cadran solaire pliable en bois découvert lors de fouilles menées au monastère de Saint-Jean à Münstair (Suisse), bâtiment classé au patrimoine mondial de l'UNESCO. L'auteur de l'article propose une analyse détaillée du cadran solaire, des principes à la base de sa construction et du contexte historique et culturel dans lequel il s'inscrit, ainsi qu'une étude de la bibliographie consacrée aux cadrans solaires de poche portatifs découverts lors de fouilles réalisées en Europe centrale et orientale. Le présent exemplaire est à la fois le plus ancien cadran solaire conservé à ce jour au sein du corpus de modèles pliables portatifs en bois et un témoignage du développement d'instruments de mesure du temps mobiles et individuels immédiatement après l'invention du nouveau type de cadran solaire pliable.

RIASSUNTO

Le meridiane hanno svolto un ruolo importante nella storia della misurazione del tempo dall'antichità al XIX secolo. Ve ne erano di due tipi: fissi e mobili. Regolavano gli orari di preghiera e la gestione del tempo a livello comunale e privato. Le botteghe dei «Compastenmacher», gli artigiani gnomonisti che producevano le meridiane, avevano prosperato a Norimberga sin dalla fine del XV secolo e avevano diffuso nell'Europa intera il dittico, una piccola meridiana pieghevole trasportabile in avorio e legno. Questo articolo è dedicato allo studio del dittico in legno scoperto in uno scavo effettuato presso il monastero di San Giovanni, nella val Monastero, in Svizzera, sito del patrimonio mondiale dell'UNESCO. Oltre ad un'analisi dettagliata della meridiana, dei suoi principi costruttivi e dei suoi riferimenti storico-culturali, è stata valutata la bibliografia relativa ai ritrovamenti di meridiane tascabili portatili negli scavi effettuati nell'Europa centrale e orientale. Il reperto ritrovato è la più antica meridiana conservata nel corpo delle meridiane pieghevoli in legno portatili. Si tratta quindi di una testimonianza della misurazione individuale e mobile del tempo risalente al periodo immediatamente successivo all'invenzione della nuova meridiana pieghevole.

SUMMARY

Sundials played an important role in the history of measuring time from antiquity until well into the 19th century. Built both as fixed and mobile devices, they were used to mark the times for prayer and for the management of both communal and personal time. The craft of making sundials, which flourished in Nuremberg at the end of the 15th century, led to the spread throughout Europe of small, portable, collapsible sundials of ivory and wood. The present article is devoted to a wooden collapsible sundial found in a digging in the UNESCO World Heritage site of St. Johann Monastery in Münstair, Switzerland. In addition to a detailed analysis of the sundial, its principles of construction as well as its cultural and historical significance, the literature on excavations in Central and Eastern Europe was studied with reference to portable sundials. The present find represents the oldest known portable and collapsible sundial in Europe and at the same time it bears witness to the mobile, individual measurement of time after the invention of the new type of collapsible sundial.