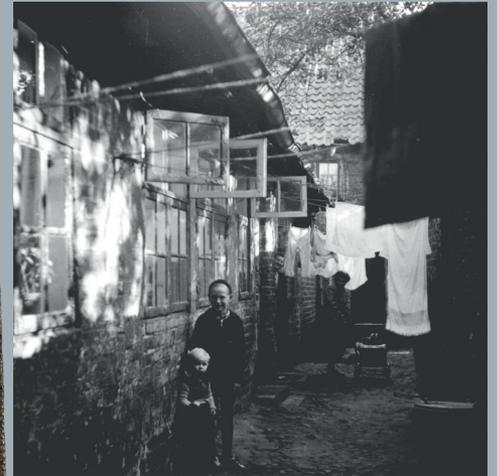
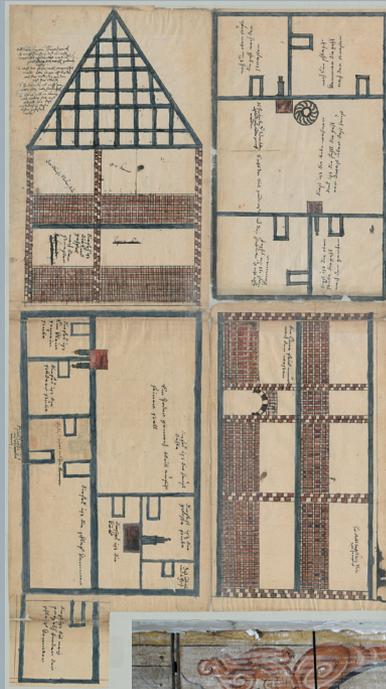


Denkmalpflege in Lüneburg

2020



25 Jahre

Lüneburger Stadtarchäologie e. V.

Impressum

Denkmalpflege in Lüneburg 2020

herausgegeben von Edgar Ring
im Auftrag des Vereins
Lüneburger Stadtarchäologie e. V.

Lüneburg 2021
ISBN: 978-3-932520-29-7
© Lüneburger Stadtarchäologie e. V.
Gestaltung: Frauke Dreger
Druck: flyeralarm

Inhalt

Vorwort

Edgar Ring 7

**Analyse der Lüneburger Klappsonnenuhr.
Nachtrag zu einem Fund bei der St. Johanniskirche**

Dieter Birmann 9

Entdeckung einer Kloake

Heiner Henschke 19

**Die Gottesmutter von Smolénsk.
Der Fund einer Metallikone vor den Toren Lüneburgs**

Edgar Ring 23

Wohngänge und Wohnhöfe in Lüneburg

Heiner Henschke 27

**Das Pastorat der St. Lambertikirche in Lüneburg.
Raum- und Funktionsstrukturen des evangelischen Pfarrhauses nach der Reformation.**

Edgar Ring 53

**Neue Erkenntnisse zur komplexen Bau- und Nutzungsgeschichte des
Organistenhauses auf dem Sankt Nikolaihof in Bardowick**

Bernd Adam / Marcus Tillwick 69

**Eine Goldmünze gibt Rätsel auf - Bemerkungen zu einem Urnenfriedhof
der Völkerwanderungszeit bei Kirchgellersen, Landkreis Lüneburg**

Dietmar Gehrke 109

Analyse der Lüneburger Klappsonnenuhr

Nachtrag zu einem Fund bei der St. Johanniskirche

Dieter Birmann

Beschreibung der Sonnenuhr

Bei der Ausgrabung „Bei der St. Johanniskirche“ wurde 2002 in einer Kloake das ovale Teil einer Klappsonnenuhr aus Elfenbein gefunden. Die Abmessungen sind 46,5 x 36,5 x 4 mm. Das interessante Objekt mit einer Monduhr an der Außenseite wird dem 16./17. Jahrhundert zugeschrieben. Die ausführliche Beschreibung der Sonnenuhr von Marc Kühlborn¹ und deren Handhabung soll durch diesen Beitrag aus der Sicht der Gnomonik (Lehre von den Sonnenuhren) ergänzt werden.

Der Fund (*Abb. 1 und 2, umseitig*) ist der vertikale Teil einer Klappsonnenuhr (*Abb. 3*). Da sie mit Hilfe eines Kompasses in der fehlenden horizontalen Grundplatte nach Süden ausgerichtet wird, hat sie in der Gnomonik die Bezeichnung *vertikale Süd-uhr* oder *horologium meridionale*. Wenn der Polfaden in einem Loch des vertikalen Deckels in der Höhe eingefädelt ist, dass er in einem Winkel zur Horizontalen entsprechend dem Breitengrad φ ausgerichtet ist, hat er eine erdachsparelle Ausrichtung. Nur dann werden an den linearen Stundenlinien

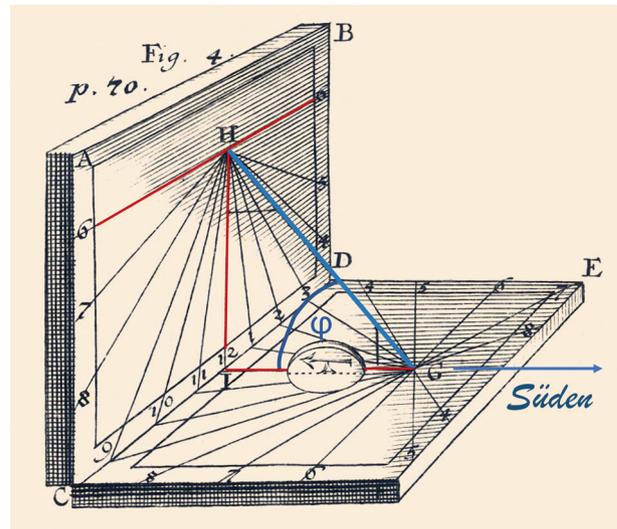


Abb. 3: Klappsonnenuhr nach Eberhard Welper, Blatt A Fig 4, Polfaden blau angelegt.

(*Abb. 2*) gleichlange, *äquinoktiale* Stunden angezeigt. Die lokale Zeit wird als *Wahre Ortszeit* WOZ bezeichnet, bei der die Sonne um 12 Uhr WOZ im Süden und am höchsten steht und den Ortsmeridian überschreitet.

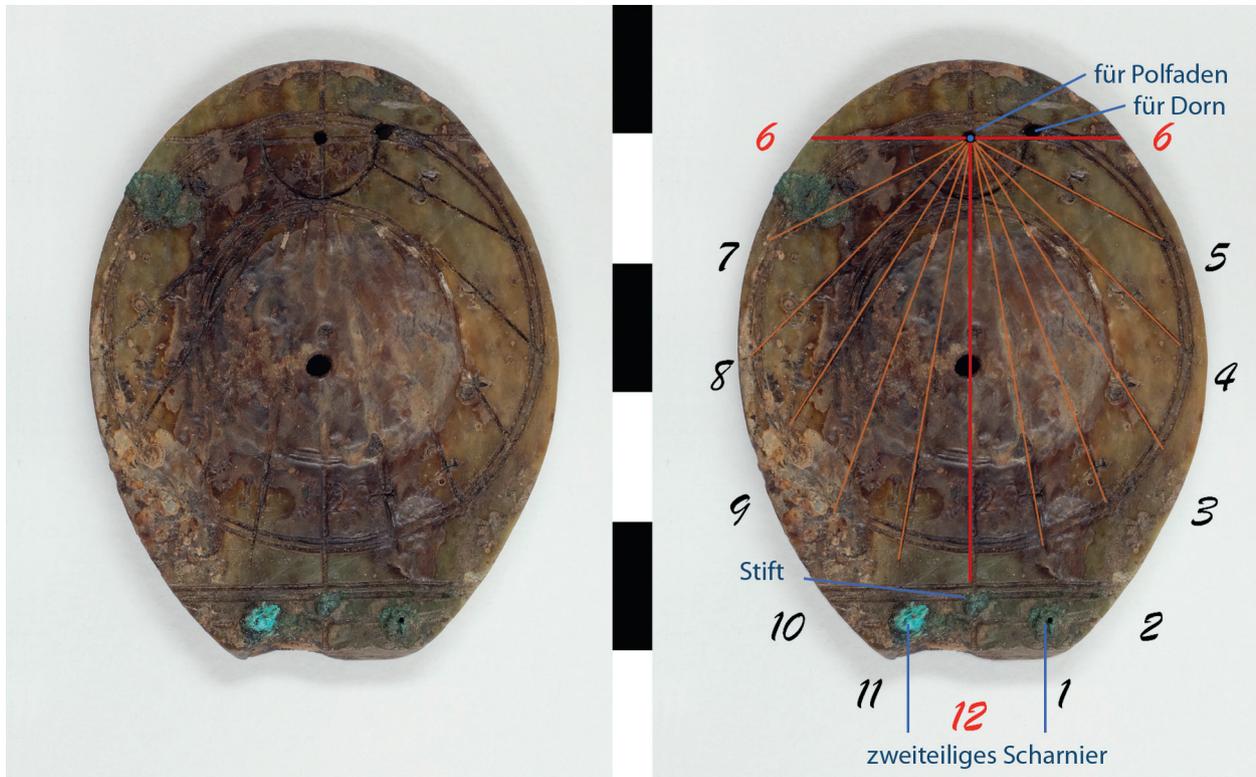


Abb. 1: Innenseite des Deckels der Lüneburger Klappsonnenuhr, im Gebrauch vertikal.

Abb. 2: Innenseite des Deckels mit hervorgehobenen Stundenlinien.

Eberhard Welper (1590 – 1664) beschreibt das Einrichten einer *Compaß* genannten Klappsonnenuhr (wegen des Kompasses, *pars pro toto*), die Konstruktionselemente und die Kontrolle an der *Fuge* der horizontalen und vertikalen Sonnenuhr C-D, nachzulesen in der Ausgabe von 1708 mit zugehöriger Zeichnung (Abb. 3 und 4).² Die Abbildung beweist durch die gemeinsame Zeit an der *Fuge* oder *Con-*

tingenzlinie, dass bei jeder falschen Orientierung der Sonnenuhr auf beiden Uhren die gleiche falsche Zeit angezeigt wird, sodass die Uhr durch ein Übereinstimmen nicht ausgerichtet werden kann.

Am Fragment dienten, unten als Reste des zweiteiligen Scharniers erhalten, die Drähte dem Aufklappen (Abb. 2). Mittig unten steckt der Rest

2. Die allgemeinste und gebräuchlichste Art sind die so genannten Compaßen / welche aus zweyen viereckigten und recht winklichten / aus Holz oder Bein sauber gearbeiteten / Stücken oder Tafeln also zusam̄m gefüget sind / daß sie in Form eines Büchleins können auf und zugemacht werden / im Aufthun aber das eine Theil auf dem andern senkrecht stehe / und also jenes als A B C D eine Vertical- dieses aber als C D E F eine Horizontal- Fläche darstelle. Wann man nun durch die Mitte beyder Flächen die Linien HI und i G Winkelrecht auf die Fuge C D gezogen / und aus einem / nach Anleitung des ersten Capitels im Ersten Theil / darzu bereiteten Fundament ihnen ihre rechte Größe gegeben hat ; so ziehet man um dieselbe / als die Linien der zwölfften Mittagstund / auch die übrige Stundlinien / dorten einer Vertical- hier aber einer Horizontal- Uhr nach denen Regeln / welche im ersten Theil weitläufftig gezeigt worden : da dann / als eine Prob einer fleißigen Zeichnung / zu bemerken stehet / daß die Stundlinien von gleichen Zahlen auf beyden Uhren also lauffen müssen / daß sie auf der Fuge C D just zusam̄m treffen ; wiewol man auch eben auf dieser Lini C D, als der berührenden oder Contingenz- Lini / durch die gewöhnliche Gleichtheilung eines Circfels die Stundpuncten erstlich finden / und hernach aus H und G, die Stundlinien auf solche Puncten hinausziehen kan. An statt des Zeigers aber wird an H und G herunter eine Seite oder Seiden Faden gezogen / also daß / wann der Compaß aufgemacht wird / solcher Faden fein starck angezogen und nit locker sey.

Abb. 4: Beschreibung einer Klappsonnenuhr von Eberhard Welper, Ausgabe von 1708, S. 70.

eines Bolzens aus nichtmagnetischem Buntmetall³, da dieses Material die Kompassnadel nicht ablenkt. Er gehört zum Haken auf der Rückseite, mit dem der aufgeklappte Deckel rechtwinklig arretiert wird (Abb. 5 und 6). Unwahrscheinlich ist, dass er am Kompass die magnetische Missweisung (magnetische Deklination) markiert.³ Diese Funktion erkennt man an einer im Etui gut erhal-

tenen Elfenbein-Sonnenuhr, die Joseph Tucher aus Nürnberg für die Zeit 1640-1644 zugeschrieben wird (Abb. 7).⁴ Häufig ist die orts- und epochenabhängige Deklination an der Kompassrose markiert. Eine Deklination wurde erstmals 1451 an einem Sonnenuhrenkompass berücksichtigt und im 17. Jahrhundert in Nürnberg mit 5° bis 11° Ost angegeben.^{5, 6} Dies war eine Steigerung der Genau-



Abb. 5: Oberseite des Deckels mit zweiteiligem Scharnier und mittigem Bolzen des Hakens, Detail der Lüneburger Klappsonnenuhr.



Abb. 6: Haken auf der Oberseite des Deckels zur Arretierung, Detail einer zugeklappten Holz-Klappsonnenuhr 1742.



Abb. 7: Detail einer Klappsonnenuhr wohl von Joseph Tucher, Nürnberg, mit Stift für die Markierung der magnetischen Missweisung.

igkeit, denn ohne Deklinationsanzeige waren die Sonnenuhren etwa eine halbe Stunde vorgegangen. Für das bürgerliche Leben spielte das keine Rolle. Das Loch oben rechts fixiert den Dorn im Unter-

teil im zugeklappten Zustand und entlastet damit die Scharniere. Das Loch im Schnittpunkt der Stundenlinien der vertikalen Sonnenuhr dient dem Einfädeln und Spannen des Polfadens, *eine Saite oder Seiden-Faden*. Das bedeutet, die Sonnenuhr wurde stationär für einen Breitengrad (*polus Höhe*) verwendet. Er kann nicht aus den beiden Lochabständen berechnet werden, da die horizontale Grundplatte fehlt. Wie man eine Information zum Breitengrad eines Fragmentes erhält, beschreibt das Kapitel 3.

Konstruktion der Stundenlinien

Die Stundenlinien – in Abb. 2 rot und orange verstärkt – folgen einer ungleichmäßigen Winkelverteilung, die mit einer vom Breitengrad abhängigen Konstruktion ermittelt wird. Alle Stundenlinien gehen auf den Fußpunkt H des blau hervorgehobenen Polfadens zu (Abb. 2 und 3). Sie erfüllen als Süduhr eine Symmetrie zur roten lotrechten Stundenlinie 12 Uhr, der *Perdendikulare* oder *Mittagslinie*, eine in der Barockzeit geschätzte Eigenschaft. Die rote Horizontale ist die Stundenlinie für 6 bzw. 18 Uhr, d.h. die 13 Stundenlinien mit 11 Ziffern zeigen die WOZ zwischen 6 und 18 Uhr an. Die Zeit wird am Schatten des Polfadens und den arabischen Ziffern außen abgelesen. Die gepunzte Ziffer 4 ist geschlossen, die 7 schwach zu erkennen.

Für das Aufreißen der Stundenlinien in handwerklicher Qualität gab es mehrere Anwendungen:

- Geometrische Konstruktion, wie sie 1525 Albrecht Dürer (1471 – 1528) als erster in deutscher Sprache beschrieb in *Underweysung der Messung, mit dem Zirckel und Richtscheit*.⁷
- Regeln oder Tabellen der Stundenlinienwinkel für verschiedene Polhöhen, die auf das Objekt umzusetzen sind. Die genauen Tabellen von Sebastian Münster (1488 – 1552) 1537⁸ und 1579⁹ haben bis zu späteren Tabellen wie von Eberhard Welper 1681¹⁰ und 1708¹¹ Gültigkeit behalten.
- Gedruckte Vorlagen, z.B. die des Nürnberger Mathematikers Georg Hartmann (1489 – 1564), der für verschiedene Polhöhen Druckblätter mit den Konstruktionslinien herausgegeben hat.¹²
- Prägestempel (*stempfel*) für eine Serienherstellung, die nach Körber¹³ für Klappsonnenuhren aus Elfenbein, Bein oder Holz geeigneter sind, während Messing Einzelanfertigung erforderte. In der Zunftordnung der Nürnberger Kompassmacher von 1535 wird der Fertigungsprozess beschrieben.
- Kopie einer bestehenden Klappsonnenuhr.

Analyse der Stundenlinienwinkel durch einen Algorithmus

Die Verteilung der Stundenlinienwinkel ist – außer bei 6, 12 und 18 Uhr WOZ – abhängig vom Breitengrad φ . Die Stundenlinienwinkel werden, ausgehend von der vertikalen 12-Uhr-Linie, vormittags negativ, nachmittags positiv definiert. Sie werden digital an einem hochaufgelösten orthogonalen Foto der Sonnenuhr bestimmt (*Abb. 2*).

Bei der Restaurierung historischer Sonnenuhren an Gebäuden bestand für den Autor die Notwendigkeit, fehlende Stundenlinien einzurechnen oder die unbekannte, zugrunde gelegte Wandabweichung oder den Fußpunkt des Polstabs zu bestimmen. Dafür wurde ein iterativer Algorithmus entwickelt, der ganzheitlich alle vorhandenen Stundenlinien – Ausreißer werden weggelassen – berücksichtigen kann. Am Klappsonnenuhren-Fragment wird der zugrunde gelegte Breitengrad mit einer Genauigkeit ermittelt, die von der Streuung abhängt. Dies gibt eine zusätzliche Information für den Ort oder die Region von archäologischen Fundstücken.

Ergebnis der Berechnung

Für die Visualisierung der Rechenergebnisse und der Messung am orthogonalen Foto wurden in einem dafür entwickelten Diagramm die Stundenlinienwinkel über die *Wahre Ortszeit* WOZ aufgetragen. Sie weichen bei 7 Uhr und 17 WOZ stärker vom zu erwartenden Verlauf ab (*Abb. 8*) und wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Eine berechnete optimierte Kurve von etwas über 52° schmiegt sich nach Iteration der gemessenen am besten an.

Nürnberg als verbreiteten Herstellort mit $\varphi=49,5^\circ$ anzunehmen ist möglich, die aktuelle Auswertung legt nahe, dass die Klappsonnenuhr mit ca. $\varphi=52^\circ$ als Exportartikel zu einem Gebrauch in einer Region südlich von Lüneburg angelegt wurde. Der Breitengrad hat geringeren Einfluss auf die Genauigkeit als

richtiges Ausrichten im Meridian und im Wasser, rechtwinkliges Aufklappen usw.. In der Mittagszeit und exakt um 12 Uhr WOZ ist die Zeitanzeige unabhängig vom Breitengrad.

Genauigkeit der Stundenlinien historischer Objekte

An der Lüneburger Sonnenuhr wurde abgesehen von 7 und 17 Uhr eine relativ genaue Konstruktion der Stundenlinien ausgeführt (Abb. 8) mit guter Symmetrie (Abb. 9). Um sich den Winkel-Unterschied zwischen gemessenem und berechnetem Stundenlinienwinkel, das Residuum, besser vorstellen zu können, erfolgte eine Umrechnung des Residuums: in einen mittleren

- „Zeit-Ablesefehler“ auf der Sonnenuhrskala von 5 Zeitminuten und als
- „Gravier-Abweichung“ beim Herstellen von 0,3 mm auf einem Durchmesser von 30 mm entsprechend den Uhrabmessungen (Abb. 9).

Der lineare Verlauf bei Annahme einer konstanten 15° -Einteilung der Stundenlinien¹⁴ im Diagramm Abb. 8 passt nicht zur gemessenen Krümmung.

Bereits im 16. Jahrhundert waren, begünstigt durch den Buchdruck, Bücher zur Gnomonik verbreitet, wie 1537 von Sebastian Münster mit Angabe der Stundenlinienwinkel, die für eine Reihe von Breitengraden, abgestuft in Schritten von 1° , tabelliert wurden. Ausgewertet für einen *Grad der Erhöhung des Polus* von 51° zeigt die Analyse eine äußerst große Präzision und konstruktionsbedingt eine Symmetrie (Abb. 9).

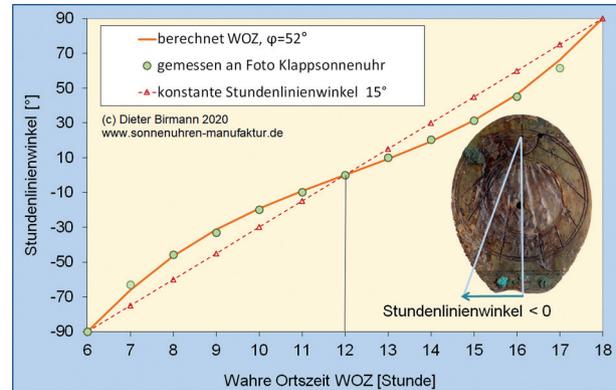


Abb. 8: Gemessene und berechnete Stundenlinienwinkel in Abhängigkeit von der Wahren Ortszeit WOZ, Lüneburger Klappsonnenuhr.

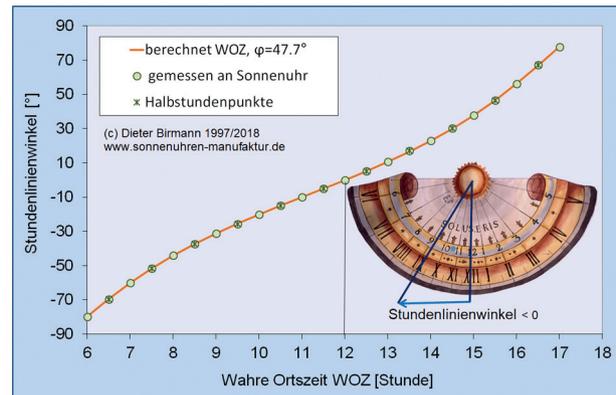


Abb. 10: Gemessene und berechnete Stundenlinienwinkel in Abhängigkeit von der Wahren Ortszeit WOZ, Süduhr am Konventgebäude auf Herrenchiemsee.

Der Algorithmus wurde anlässlich einer Restaurierung 1997 einer Sonnenuhr an einem Gebäude des ehemaligen Augustiner-Klosterherren-Chorstifts auf Herrenchiemsee angewendet, um den Breiten-

Objekt	Datierung	Breitengrad φ° Fundort	Breitengrad φ° optimiert berechnet	nicht berücksichtigte WOZ	Absolutwert des Residuums Δ [°], alle WOZ	Zeitabweichung ZA [Zeitminuten], alle WOZ	Gravier-Abweichung GA [mm]	Asymmetrie-Winkel ASW [°]
Klappsonnenuhr Lüneburg	16./17. Jhd.	53,2	ca. 52	7; 17	1 / 5	5 / 13	0,3 / 1	0,7 / 1,4
Sebastian Münster Tabelle S. 30 ⁵	1537 & 1579	51,0	51,0	keine	0,0 / 0,0	0,1 / 0,1	0,0	0
Herrenchiemsee Konventbau Süd	1645 – 1649	47,85	47,7	keine	0,1 / 0,5	0,5 / 3	0,3 / 1,3	[Azimut!]

Abb. 9: Tabelle der Breitengrade und Bewertung durch das Residuum Δ der Stundenlinienwinkel; Mittel- / Maximalwerte.

grad und den Azimut – die Wandabweichung von der Ost-West-Richtung ($-9,5^\circ$) – zu bestimmen. Das gute Ergebnis der freigelegten, in den Putz geritzten Stundenlinien des 17. Jahrhunderts ist in Abb. 10 aufgeführt. Mit dieser Genauigkeit weicht die Lokalisierung um ca. 15 km südlich vom Gebäude ab.

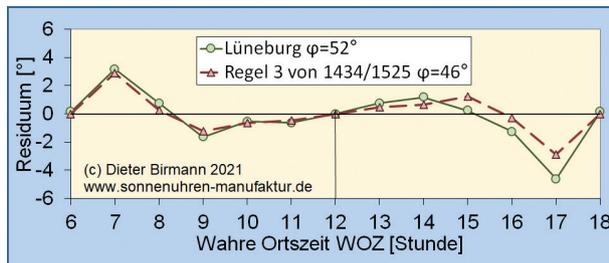


Abb. 11: Tagesganglinie der Residuen Δ der Stundenlinienwinkel der Lüneburger Klappsonnenuhr und der Konstruktionsregel 3 von 1434, Abschrift 1525.

Vorlage zur Konstruktion der Klappsonnenuhr

Eine Auswertung einer Reihe von Klappsonnenuhren der Frühneuzeit zeigte, dass die Charakteristik der Residuen (= der Unterschied zwischen gemessenem und berechnetem Stundenlinienwinkel) im Tagesverlauf bei jeder Sonnenuhr anders ist, wie eine Art charakteristischer Fingerabdruck. Die frühneuzeitlichen Konstruktionsregeln und Winkelangaben, vom Astronomiehistoriker Ernst Zinner 1939 zusammengestellt¹⁵, wurden herangezogen und in gleicher Weise wie die Klappsonnenuhren ausgewertet. Auch sie weisen eine unterschiedliche Charakteristik der Residuen auf.

Bei der Lüneburger Sonnenuhr stimmt der Verlauf, ebenso bei dem Fragment aus dem ostwestfälischen Dülmen¹⁶, verblüffend gut mit dem der Konstruktionsregel 3 (von 4 Regeln des 15. und 16. Jahrhun-

derts) überein, die nach Ernst Zinner¹⁷ der aus Nürnberg stammende Magister Reinhard Gensfelder 1434 aufgezeichnet hat, in einer Abschrift von 1525 (*Abb. 11*). Diese Regel oder weitere Abschriften davon waren mit hoher Wahrscheinlichkeit Quelle zur Konstruktion der Stundenlinien.

Bewertung des Algorithmus

Der Algorithmus reagiert mit Unschärfe auf unregelmäßige Abweichungen. Er liefert auch bei kleinen Dimensionen einen Anhalt für den zugrunde gelegten Breitengrad, für eine Zuordnung zu einer Region, eventuell zu einer Konstruktionsvorlage und damit einen Beitrag zu archäologischen Fundstücken. Je genauer die Konstruktion, desto präziser die Lokalisierung des Breitengrades. Dies zeigen die Werte in *Abb. 9* der untersuchten Tabelle Münsters von 1537 und des Gebäudes von 1645-1649. Das entwickelte Diagramm veranschaulicht übersichtlich die Rechen- und Messergebnisse.

Bei der Bewertung sind die historischen Mittel bei der geometrischen Konstruktion der Stundenlinien in Relation zu sehen zu den heutigen Möglichkeiten einer exakten digitalen Berechnung, die hilfreich ist, weitere Erkenntnisse zu gewinnen.

Ausblick

Weitere Untersuchungen dieser Art sind notwendig, um Charakteristika des Verlaufs der Stundenlinienwinkel einer Epoche, eines Herstellers oder eines

Typs zu erkennen, zu vergleichen und ggf. einer Quelle zuzuordnen. Derzeit werden vom Autor Fragmente von Klappsonnenuhren des 16. und 17. Jahrhunderts aus Münster¹⁸, Dülmen¹⁹, Pasewalk und zwei aus Augsburg²⁰ untersucht.

Anmerkungen

- 1 Kühlborn 2002, 88-91.
- 2 Welper 1708.
- 3 Kühlborn 2002, 90.
- 4 Syndram 1989, 128.
- 5 Zinner 1939, 93.
- 6 Körber 1965, 66.
- 7 Dürer 1525, drittes Buch Konstruktionszeichnung 23.
- 8 Münster 1537, 30 Tafel für die horologia die do uffgericht werden.
- 9 Münster 1579, 28 Ein Tafel die Horologia die da auffgerichtet werden.
- 10 Welper 1681, 136 Tabell für die gemeinen Vertical=Uhren.
- 11 Welper 1708, 131 Tabell für die gemeinen Vertical=Uhren.
- 12 *Astronomie in Nürnberg 2004-2021*.
- 13 Körber 1964, 26-27.
- 14 Kühlborn 2002, 88.
- 15 Zinner 1939, 68.
- 16 Birman 2021.
- 17 Zinner 1939, 72.
- 18 Thier 1995, 433.
- 19 Jentgens 2020, 244.
- 20 Hermann 2015, 21.

Literatur

- ASTRONOMIE IN NÜRNBERG 2004-2021: *Astronomie in Nürnberg.e.V. (Hrsg.), Sonnenuhren von Georg Hartmann - Astronomie in Nürnberg. Nürnberg 2004-2021.* <https://www.astronomie-nuernberg.de/index.php?category=hartman&page=sonnenuhren>, abgerufen 1.12.2020
- BIRMANN 2021: Dieter Birmann, *Zeitanzeige und Ortsanalyse – was Klappsonnenuhren aus Münster und Dülmen verraten. Archäologie in Westfalen-Lippe 12, 2020 (in Vorbereitung).*
- DÜRER 1525: Albrecht Dürer, *Underweysung der Messung, mit dem Zirckel und Richtscheyt, in Linien, Ebenen unnd gantzen corporen.* Nüremberg 1525.
- HERMANN 2015: Michaela Hermann, *Mobile Zeitmessung im Jahr 1527 - Eine Klappsonnenuhr, gefunden in Augsburg. Denkmalpflege Informationen Nr. 161 Juli 2015, 20-23.*
- JENTGENS 2020: Gerard Jentgens, *Moderne Zeiten: Sonnenuhr und Smartphone. In: LWL-Archäologie für Westfalen (Hrsg.), 100 Jahre/100 Funde. Das Jubiläum der amtlichen Bodendenkmalpflege in Westfalen-Lippe. Mainz 2020, 244-245.*
- KÖRBER 1965: Hans-Günther Körber, *Zur Geschichte der Konstruktion von Sonnenuhren und Kompassen des 16. bis 18. Jahrhunderts (unter besonderer Berücksichtigung der im Geomagnetischen Institut Potsdam und im Staatl. Mathematisch-Physikalischen Salon Dresden vorhandenen Instrumente).* Berlin 1965.
- KÜHLBORN 2002: Marc Kühlborn, *Eine Sonnen- und Monduhr. Denkmalpflege in Lüneburg 2002, 88-91.*
- MÜNSTER 1537: Sebastian Münster, *Fürmalung und künstlich Beschreibung der Horologien nemlich wie man der sonnen vren mit mancherley weys und form, vnd auff allerley gattung entwerffen sol an die mauren, auff die nider vnnnd auffgehebtte ebene...* Basel 1537.
- MÜNSTER 1579: Sebastian Münster, *Der Horologien oder Sonnenuhren künstliche Beschreibung, wie dieselbigen nach mancherley abrt an die Mauren, Wendte, Ebne, sie seyen ligendt, auffgerichtet, schreg, auch auff Ronde, außgehölte und sonst allerhandt Instrument auffzureissen.* Basel 1579.
- SYDRAM 1989: Dirk Syndram, *Wissenschaftliche Instrumente und Sonnenuhren - Kunstgewerbesammlung der Stadt Bielefeld/ Stiftung Huelsmann. München 1989.*
- THIER 1995: Bernd Thier, *Eine beinerne Klappsonnenuhr aus der St. Lamberti-Kirche in Münster. Ausgrabungen und Funde in Westfalen-Lippe 9/B. Münster 1995, 433-440.*
- WELPER 1681: Eberhard Welper und Johann Christoph Sturm, *Eberhardi Welperi Gnomonica oder Gründlicher Unterricht und Beschreibung, Wie man allerhand Sonnen-Uhren auf ebenen Orten künstlich aufreissen und leichtlich verfertigen soll [et]: Gnomonices oder gründlichen Unterrichts von Beschreibung allerhand Sonnen-Uhren dritten Theil, Band 3. Nürnberg 1681.*
- WELPER 1708: Eberhard Welper, *Welperi Gnomonica Auctior Neu=vermehrte Welperische Gnomonica Oder Gründlicher Unterricht und Beschreibung, Wie man alle regulare Sonnen=Uhren auf ebenen Orten leichtlich aufreissen Nacht = Mond = und Sternen = Uhren &c Kunstmässig verfertigen soll.* Nürnberg 1708.
- ZINNER 1939: Ernst Zinner, *Die ältesten Räderuhren und modernen Sonnenuhren. Forschungen über den Ursprung der modernen Wissenschaft. Bericht der Naturforschenden Gesellschaft 28, Bamberg 1939, 68-76.*

Abbildungsnachweis

- Abb. 1: Hansestadt Lüneburg, *Stadtarchäologie.*
- Abb. 2: Hansestadt Lüneburg, *Stadtarchäologie, Bearbeitung Dieter Birmann.*
- Abb. 3 und 4: Welper 1708, 2. Kapitel, 3. Teil, Seite 70 und Blatt A Fig. 4, *Digitalisierung und Bearbeitung Dieter Birmann, aus eigenem Bestand.*
- Abb. 5: Hansestadt Lüneburg, *Stadtarchäologie.*
- Abb. 6: *Wien Museum Online Sammlung, abgerufen 16.2.2021 <https://sammlung.wienmuseum.at/objekt/386085-hoelzerne-klappsonnenuhr-deutschland-1742/> CC BY 3.0 AT Wien Museum, Foto: Birgit und Peter Kainz.*
- Abb. 7: Syndram 1989, S. 129.
- Abb. 8 bis 11: *Grafiken und Tabelle Dieter Birmann.*

LÜNEBURGER STADTARCHÄOLOGIE e.V.
In der Techt 2a · 21335 Lüneburg
www.stadtarchaeologie-lueneburg.de

Autoren

Dr.-Ing. Bernd Adam
Erich-Ollenhauer-Straße 6
30827 Garbsen-Berenbostel
dr.bernd.adam@gmx.de

Heiner Henschke
Untere Ohlingerstr. 20
21335 Lüneburg
heiner@heinz-henschke.de

Dr.-Ing. Dieter Birmann
Hufschmiedstr. 22
81249 München
dieter.birmann@gmx.de
www.sonnenuhren-manufaktur.de

Prof. Dr. Edgar Ring
Museumsstiftung Lüneburg, Archäologie
Wandrahmstr. 10
21335 Lüneburg
e.ring@museumlueneburg.de

Dietmar Gehrke
Museum Lüneburg
Ur- und Frühgeschichtliche Archäologie
Wandrahmstraße 10
21335 Lüneburg
d.gehrke@museumlueneburg.de

Markus Tillwick
Dorette-von-Stern-Straße 2
21337 Lüneburg
info@tillwick.net