

sonne zeit

Rundschreiben der
Arbeitsgruppe Sonnenuhren
im Österreichischen
Astronomischen Verein

GNOMONICAE
SOCIETAS
AUSTRIACA



Nr. 59

Juli 2020

Anno MXM condita

**Sonnenwege
– eine Zeitstation in Steinen**



Liebe Freunde, liebe Interessierte!

Liebe Leserinnen und Leser,

es ist aktuell schwierig, manche Themen auszuklammern, nicht über problematische Dinge zu reden oder zu schreiben und die gegenwärtigen Krisen auszublenden. Was ich in dieser Zeit positiv empfunden habe, ist die Entschleunigung, mehr Zeit zu haben

für sich und andere, Dinge einmal anders zu betrachten, die Ruhe – nicht die Stagnation – im öffentlichen Leben zu genießen und für sich selbst Neues zu finden.

Auch die Beiträge in unserer Zeitschrift sind nicht ein Ablenken vom Alltag, sondern wie immer ein Fokussieren auf die Themen, die uns verbinden! Ich freue mich sehr, dass immer wieder Autorinnen und Autoren unserer Einladung folgen, „Sonnenuhr-Themen“ aufbereiten und hier bei uns publizieren. Wir haben mit dieser Nummer fast 60 Ausgaben herausgegeben, und das ist doch schon eine beachtliche Zahl! Für die nächste Ausgabe hoffen wir, wieder einen Bericht über unsere Tagung 2020 veröffentlicht zu können, und damit komme ich zu einem wesentlichen Punkt.

Wir haben – wie die Salzburger Festspiele, die heuer in ihrem hundertsten Bestandsjahr nach aktuellen Meldungen doch stattfinden und nicht wie Bregenz oder Bayreuth abgesagt wurden – auch die Flinte nicht ins Korn geworfen. Wir bleiben bei der Einladung zur Jahrestagung der Arbeitsgruppe nach Bad Ischl vom 24. bis zum 26. September. Günter Brucker und ich sind nach wie vor dabei, diese Tagung vorzubereiten. Sollten die Verordnungen weiterhin gelockert sowie die Reisen erleichtert werden und keine Verschlechterungen zu spüren sein, hoffe ich, dass wir uns im Herbst im Salzkammergut treffen – mit all den Auflagen, die vorgeschrieben sind, jedoch mit der Freude und Begeisterung, die uns jedes Jahr zusammenführt.

Leider musste die deutsche Tagung ausfallen, deshalb seien alle deutschen Freunde der Sonnenuhren und Mitglieder der DGC herzlichst nach Österreich eingeladen. Aufgrund der aktuellen Umstände sind die Anmeldungen noch recht spärlich eingegangen, rund 45 Teilnehmer sind aktuell auf unserer Liste. Ich würde mich freuen, wenn

noch der eine oder andere dazu stoßen kann! Deshalb bitte ich Sie im Namen der GSA, die Einladung weiterzugeben und unsere Tagung noch in weiteren Kreisen bekannt zu machen: Der Herbst im Salzkammergut ist eine wunderbare Jahreszeit, und die Sonnenuhren, die wir ansehen werden, sind auf jeden Fall eine Reise wert!

Bleiben Sie gesund, wir sehen uns im September, wobei wir sehr sorgfältig auf alle erforderlichen COVID-Schutzmaßnahmen achten werden.

Herzlichst

Ihr
Peter Husty

Ein Wort des Schriftleiters:

Juli ist es geworden mit der Herausgabe des Ihnen nun vorliegenden Rundschreibens, das Sie sonst im Juni erhalten. Die Schuld daran der Corona-Pandemie zuzuschreiben, wäre billig und würde nur zu einem geringen Teil zutreffen. Sie liegt bei der Redaktion. Geplant für das Rundschreiben war ein Aufsatz über eine im Besitz von Walter Hofmann befindliche tragbare Sonnenuhr, gemeinsam verfasst von Walter Hofmann und mir. Die Besonderheiten der Sonnenuhr – sie zeigt für jedes an einem drehbaren Ring einstellbare Datum die Zeit bis zum Sonnenuntergang – haben uns nicht nur fasziniert, sondern mehr Zeit in Anspruch genommen, als wir anfänglich gehant hatten. Nun soll das Ergebnis unserer gemeinsamen Arbeit erst im Dezember-Rundschreiben erscheinen, weil die Beiträge über die „Sonnenuhr“ auf der Villacher Alpe und die Radlinien in der Gnomonik umfangreich sind. Auch die Arbeit an diesen Beiträgen war ziemlich zeitaufwändig. So können wir nur um Ihr Verständnis mit der Verspätung bitten. Ohne sie hätten wir allerdings auch nicht das schöne Bild mit dem Panoramablick am frühen Morgen des diesjährigen Sommersonnwendtages auf Seite 16 wiedergeben können.

Ihr Kurt Descovich

Wir trauern um:

HR Dipl. Ing. Karl Schwarzingger, Sistrans
Dr. Heinz Leonhartsberger, Mank

Als neues Mitglied heißen wir herzlich willkommen:

Michael Jeitler, Freistadt

Titelseite: Wintersonnenwende auf der Rosstratte; der erste Sonnenstrahl! (© Manuel Rieder)

Impressum

Medieninhaber:

Österreichischer Astronomischer Verein,
Arbeitsgruppe Sonnenuhren

Leiter:

Peter Husty
Bayernstraße 8b, 5411 Oberalm
Tel. +43 (0) 6245 73304
E-Mail: peter.husty@salzburgmuseum.at

Redaktion:

Kurt Descovich, Walter Hofmann

Redaktionsadresse:

Kurt Descovich
Schaichgasse 11, 3804 Allentsteig
Tel. +43 (0) 664 853 8226
E-Mail: kd-teletec@medek.at

Layout: Kurt Descovich

Druck: Berger, Horn

Bankverbindung:

Sparkasse Feldkirch, BLZ 20604
Kontonummer 0300-002771
Für Überweisungen:
IBAN: AT55 2060 4003 0000 2771
BIC: SPFKAT2B

Archiv österreichischer Sonnenuhren:

Mitteilungen und GPS-Koordinaten erbeten an:
Adi Prattes, E-Mail: sonnenuhr@gmx.at

Homepages:

Arbeitsgruppe: <http://www.gnomonica.at>
Helmut Sonderegger: www.helson.at

In diesem Heft



4 Zahlen am Strich als Stundenbezeichner

Karlheinz Schaldach, Schlüchtern (Deutschland)

Über eine vergessene Zahlenschreibweise, die vom 14. bis zum 19. Jahrhundert auch bei Sonnenuhren in Gebrauch war.



10 Sonnenwege – eine Zeitstation in Steinen

Walter Hofmann, Wien, und Adi Prattes, Kötschach

Man beobachtet die Sonne und erlebt die Zeit.



17 Zum Nachdenken

Kurt Descovich, Wien

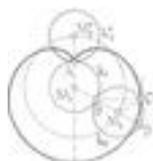
Geisterhaftes bringt Gnomoniker zum Nachdenken.



17 Lösung der letzten Nachenkaufgabe

Kurt Descovich, Wien

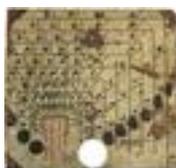
Die Krux mit der Datumsskala



18 Sonnenuhren und Radlinien

Walter Hofmann, Wien

Radlinien begegnen wir wiederholt in Naturwissenschaft und Technik; wir finden sie auch in der Gnomonik!



22 Die Sonnenuhr als Monduhr

Kurt Descovich, Wien

Ein bisschen „Mondphasenwissen“ genügt, und wir können nachts bei Mondlicht auf Sonnenuhren ganz gut die Uhrzeit schätzen.

Liebe Mitglieder der Arbeitsgruppe Sonnenuhren, liebe Sonnenuhrfreundinnen und –freunde,

Als Leiter der Arbeitsgruppe Sonnenuhren im Österreichischen Astronomischen Verein muss ich hiermit die betrübliche Nachricht übermitteln, dass der Gründer unserer Gemeinschaft, Hofrat Dipl. Ing. Karl Schwarzinger (geb. 31.7.1928), am 26. Jänner 2020 im 92. Lebensjahr verstorben ist.

Unser lieber Freund Karl Schwarzinger initiierte am 13. Oktober 1990 in Wien diese Arbeitsgruppe. Seit 1982 werden in Österreich Sonnenuhren systematisch registriert, und Karl Schwarzinger begründete damit ein umfassendes Archiv zur österreichischen Gnomonik und Dokumentation dieses Kulturbestandes.

Bei der ersten Versammlung der GSA (Gnomonicae Societas Austriaca) waren damals in Wien der Obmann des Österreichischen Astronomischen Vereins, Hans Albrecht, der Generalsekretär Hermann Mucke, damaliger Leiter der Urania-Sternwarte und des Planetariums Wien, sowie 25 Damen und Herren des In- und Auslandes anwesend – der Beginn einer nunmehr dreißigjährigen Interessengemeinschaft und Freundschaft von Sonnenuhrbegeisterten!

Von 1990 bis 2000 war Karl Schwarzinger Leiter dieser seiner Arbeitsgruppe. Die Herausgabe des Sonnenuhrenkatalogs (in drei Auflagen) und der Rundschreiben sowie die Kontakte zum Ausland und die Durchführung der Jahrestagungen sind seiner Initiative zu verdanken.

Wir verdanken Karl Schwarzinger, seinem Interesse und seinem Eifer nicht nur die Dokumentation österreichischer Sonnenuhren sowie den Erhalt vieler historischer und die Neukonstruktion zahlreicher Sonnenuhren, sondern unser aller Freundschaft und unsere Sonnenuhr-Kontakte in die ganze Welt!

Mag. Peter Husty
Leiter der Arbeitsgruppe Sonnenuhren
Gnomonicae Societas Austriaca (GSA)



Zahlen am Strich als Stundenbezeichner

Karlheinz Schaldach, Schlüchtern (Deutschland)

In Deutschland, in der Schweiz und in Südtirol kannte man die Zahlen am Strich. Sollten Sie in Österreich etwa nicht in Gebrauch gewesen sein? Das ist kaum denkbar. Der Autor würde sich deshalb über Rückmeldungen von Zahlen am Strich auch aus Österreich freuen.

Die Zahlen am Strich sind eine vergessene Zahlenschreibweise, die vom 14. bis zum 19. Jahrhundert in Gebrauch war. Ein eindrucksvolles Beispiel ist die Sonnenuhr an der Peterskirche in Gelnhausen (Abb. 1).

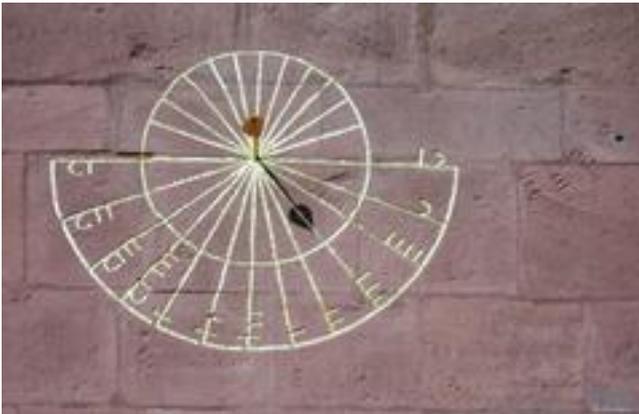


Abb. 1 Sonnenuhr an der Peterskirche in Gelnhausen.

Ihre ersten zwölf Zahlzeichen sind in Abb. 2 noch einmal in aufrechter Stellung wiedergegeben.



Abb. 2 Zahlzeichen der Sonnenuhr an der Peterskirche.

Sie zeigen eine einheitliche Darstellung. An einem langen Strich sind unter rechten Winkeln die Zeichen für die eigentlichen Zahlenwerte angeordnet: Die Einer erkennt man am kurzen Strich und die Fünfer am Rundbogen nach einer Seite, während die Zehnerstriche vollständig queren. Bei den Fünfern sieht man die Rundform gelegentlich ersetzt durch einen Winkel oder ein Dreieck.

Für die Sonnenuhren genügte der Zahlenraum von 1 bis 12, doch ließen sich auch größere Zahlen damit darstellen. Auf einem Kelch, der sich noch zu Anfang dieses Jahrhunderts in der Kirche von Schnett (Thüringen) befand und vermutlich gegen Ende des 15. Jahrhunderts angefertigt wurde, las man: „shneit – ist dr.kel – oswalt – ⚡ shock – ⌘ / ix mrk – m Lot hat“ [1]. Da ein Schock 60 Groschen bedeutete, hatte die Gemeinde der St. Oswald-Kirche in Schnett für den Kelch also 27 x 60 Groschen bezahlt. Das

Rechentisch mit einer Zahlenleiter und den Einheiten 1, 5, 10, 30 und 100, an der Steinchen angelegt sind, die zusammen 195 zählen (Abb. 3) [2].



Abb. 3 Titelblatt eines Wiegendrucks von 1473.

Als Zeichen für Geldbeträge an Steuern und Zinsen sind die Zahlzeichen im Wachstafelzinsbuch der Reichsfeste zu Nürnberg aus dem Jahre 1425 zu finden (Abb. 4) [3].

— 	1 Pfennig oder 2 Heller Zins
$\text{—} \text{⌒}$	5 Pfennige Zins
— +	10 Pfennige Zins
$\text{—} \text{○}$	$\frac{1}{2}$ Pfund alt = 15 Pfennige Zins
$\text{—} \text{⊕}$	1 Pfund alt = 30 Pfennige Zins

Abb. 4 Aus dem Wachstafelzinsbuch der Reichsfeste zu Nürnberg von 1425, Quelle: Witthöft (Anm. 3), Abb. 13 (Ausschnitt).

Ein 2,336 kg schweres Hängegewicht für eine Schnellwaage aus dem 16. Jh. weist ein Zeichen auf, das vermutlich für 181 steht (Abb. 5) [4].



Abb. 5 Hängegewicht einer Schnellwaage des 16. Jh.

Von den Zahlzeichen, die offenbar von den römischen Zahlen abgeleitet sind, haben sich nur noch wenige Denkmäler erhalten. Ihre Seltenheit hat dafür gesorgt, dass die Forschung den Zeichen kaum Aufmerksamkeit schenkte, so dass nur wenige gesicherte Erkenntnisse über sie vorliegen. Bevor die Darstellungen an den Sonnenuhren näher untersucht werden, sollen deshalb zunächst einige grundsätzliche Bemerkungen zu ihrem Namen und ihrer Herkunft vorangehen.

Benennung

Der erste, der ihre Besonderheit erkannte, war der Denkmalspfleger Ludwig Bickell (1838–1901). Im Zusammenhang mit der großen Sonnenuhr an dem Querschiff der Peterskirche schrieb er: „Die ungewöhnliche Bezeichnung der Stundenzahl erinnert an Zimmermannszeichen. Für die Geschichte dieser immerhin seiner Zeit wichtigen Einrichtungen wäre eine sorgfältige Sammlung und Abbildung aller älteren oder irgend sonst merkwürdigen, ähnlichen Stücke, die bisher wenig beachtet sind, sehr zu empfehlen“ [5]. 1935 war der Astronomiehistoriker Ernst Zinner in Gelnhausen, wurde auf Bickells Beschreibung der Sonnenuhren aufmerksam und wählte – vermutlich in Anlehnung an sie – für diese Stundenzahlen den Begriff *Zimmermannszahlen* [6].

Doch war man auch in einem anderen Zusammenhang auf die Zahlen aufmerksam geworden: Olaus Worm, der Begründer der Runenkunde, fand sie auf Kalenderstäben seiner dänischen Heimat [7]. Doch stammen die meisten Holzkalender und Kalenderdrucke, auf denen sie entdeckt wurden, aus dem deutschsprachigen Raum. Abb. 6 zeigt die Rückseite der ersten Tafel eines Holzkalenders für 19 Jahre (1526–1544) aus Bruneck im Pustertal (Südtirol) mit den Monaten Januar bis März. Die Zahlzeichen stehen über den dreieckigen Tageskerben und geben die Goldenen Zahlen an (über dem 2.1. die Goldene Zahl 8, über dem 3.1. die 16 usw.), aus welchen man die Daten der Neumonde in den einzelnen Jahren entnehmen kann [8].

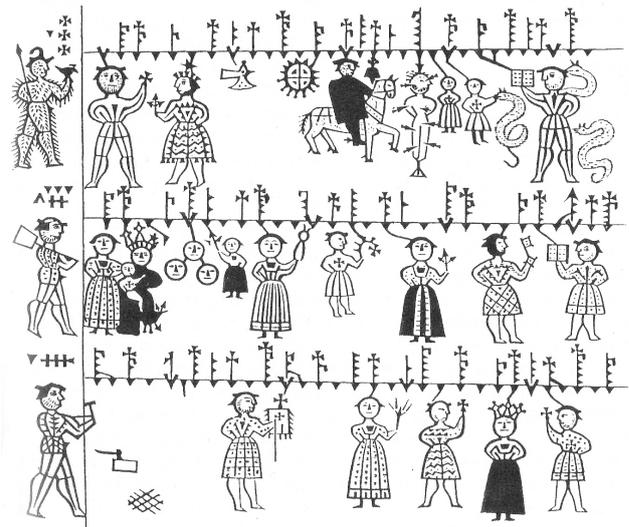


Abb. 6 Aus einem Kalender von Bruneck, Quelle: Pfaff (Anm. 8), B. 38 (oben)

Das führte zur Vermutung, dass sie „vielleicht geradezu für die Kalender erfunden waren und möglicherweise auch nur bei diesen verwandt wurden“ [9].

Falsches Zitieren brachte den Mathematiker Friedrich Adolf Willers (1883–1959) dazu, den sogenannten Bauernkalender von 1398 im Germanischen Nationalmuseum in Nürnberg als steirischen Bauernkalender zu bezeichnen. Die Zahlzeichen an ihm nannte er *steirische Bauernzahlen* [10]. Wie es zu der falschen Benennung kam, hat Norbert Weyss (1909–1994) schon 1991 publiziert [11]. Außerdem erfuhr er vom Büro des Landeshauptmannes in Graz: „Unter Steirischer Zahl wird die Zahl 47 verstanden. Dies war die Hausnummer des früheren Irrenhauses in Graz und wurde als Synonym für verrückt, wahnsinnig verwendet.“ Da die bisherigen Bezeichnungen nicht hilfreich seien, schlug Weyss vor, sie *Holmzahlzeichen* zu nennen, weil z. B. das Zeichen für 8 einer einholmigen Feuerwehler gleiche, bei der ein Haken in ein Fenster eingehängt wurde. Schweizer Heimatforscher entdeckten verwandte Zeichen an Bauerngerätschaften, wo sie noch im 19. Jahrhundert zur Zählung der auf der Alm geweideten Tiere verwendet wurden. Sie nannten die Zeichen *Römer- oder Bauernzahlen*. Der Mathematikhistoriker Karl Menninger (1898–1963) publizierte ihre Ergebnisse gemeinsam mit den Zahlzeichen auf den Kalendern und übernahm die Benennung Bauernzahlen [12].

Der enge Blick auf das eigene Fachgebiet und ungeprüftes Übernehmen von Anderen hat die Namensgebung beeinflusst und zu falschen Einschätzungen geführt. Begriffe wie *Zimmermannszahlen* oder *Bauernzahlen* suggerieren, dass sie aus einem bestimmten Tätigkeitsbereich herrühren oder vorwiegend dort verwendet wurden, was jedoch nicht zutrifft. Auch eine engere geografische Bezeichnung, wie sie in der Benennung *steirisch* zum Tragen kommt, wäre falsch, da sich die Zahlzeichen auf Objekten überall in Mittel- und Nordeuropa finden, und die Benennung *Holmzahlzeichen* schließlich erkennt, dass die Fünf nicht nur in der Rundform auftritt. Dann jedoch verbleibt als gemeinsames Kennzeichen nur der verbindende Strich.

In einer schriftlichen Quelle des 16. Jahrhunderts werden die Zahlen näher bezeichnet, und zwar in dem Fastnachtspiel *Der Hämpel, so Doctor werden will* des Nürnberger Jakob Ayrer (1540-1605). Sie dienen dazu, die Dummheit des Hämpel zu demonstrieren. Als der Edelmann den Hämpel fragt, ob er denn auch rechnen könne, antwortet der:

„Juncker, ich kann woll fünff und vierzig schreiben,
das mach ich nacheinander an ein Strich.
Von einem Wirt that ich sie lehrn,
in der Statt da that ich bey ihm zehrn.
Seht, das Ringlein thut dreißig machen,
und zehen da das mittler zeichen
und fünffa da das unter krumm
macht grad fünfundvierzig die gantz Summ“ [13].

Im Fastnachtspiel heißt es über die Zahlen, sie seien nacheinander „an ein Strich“ geschrieben. Im weiteren Text sollen sie deshalb als Zahlen „am Strich“ bezeichnet werden. Aus den Quellen ist kein anderer Name überliefert.

Herkunft und Verbreitung

Die Zahlen am Strich kommen vom Kerbholz, denn der Strich „ist das genaue Bild des alten Kerbholzes selbst“ [14]. Seine ursprüngliche Form als Folge aneinandergereihter Kerben hat sich an den Sonnenuhren in den Elsässer Orten Rosheim und Marlenheim (Abb. 7) erhalten. Kerbhölzer dienten im Mittelalter zunächst nur der Steuererhebung: Um 1900 wurden in Westminster über 600 solche *exchequer tallies* aus dem 12.–14. Jahrhundert gefunden. Ihre Untersuchung macht deutlich, dass sie wegen ihrer Fälschungssicherheit der schriftlichen Aufzeichnung überlegen waren und deshalb keineswegs nur auf die ungebildete Bevölkerung beschränkt blieben [15].



Abb. 7 Sonnenuhr in Marlenheim, Quelle: Robert Wilhelm (Hoenheim).

Im 14. Jahrhundert veränderte sich die Kerbholzschreibweise, indem man eine Bündelung nach Art der römischen Zahlen vornahm und Zeichen für 5 und 10 sowie für größere Beträge schuf. Sie wurden zu den Strahlen am Strich. Dabei gab es – in dieser ersten Phase – zwei Wege der Entwicklung. Zum einen wurde Holz als Grundlage beibehalten, die Zahlzeichen dienten aber nunmehr dazu, Zahlwerte, vor allem die Goldenen Zahlen in Kalendern, auszudrücken. Zum anderen bezeichneten sie weiterhin Geldbeträge, aber sie wurden auf ein anderes Material geschrieben: So erklärt sich ihr Vorhandensein im Nürnber-

ger Wachstafelzinsbuch oder beim Schnetter Kelch, wo der Geldbetrag mit den Zahlen am Strich ausgedrückt ist.

Auch der Rechentisch gehört in den Zusammenhang. Es gab ihn in zwei Varianten. Bei der ersten werden auf einen Tisch mit Kreide horizontale Linien gezogen, um darauf mit Rechenpfennigen, runden Metallmarken ohne Münzwert, die Zahlen auszulegen und mit ihnen zu rechnen. Die zweite ist auf Abb. 3 zu sehen. Die horizontalen Linien sind hier nicht gezeichnet, man muss sie sich vorstellen. Die Bedeutung der gelegten Rechenmarken orientiert sich an den Zeichen, die sich auf gleicher Höhe an der dem Rand nahen Linie befinden. An einem solchen Rechentisch wurden meist Geldrechnungen erledigt, das Addieren und Subtrahieren von Abgaben und die Umrechnung von Geldsorten. Auffallend in Abb. 3 ist die Dreißigerbündelung, die sich damit erklären lässt, dass es sich hier um eine Umrechnungsaufgabe handelt, und zwar von Pfennigen und Schillingen, die nicht geprägt wurden, in Pfennige (30 Pfennige = 1 Schilling).

Inwieweit die Darstellungen auf Holzurkunden der Alpenregion (Alpscheite) bereits in diese erste Phase gehört, ist unklar. Da auch ihre Entwicklung unerforscht ist, sind sie aus der Betrachtung ausgeklammert worden.

In einer zweiten Phase, von etwa 1470 bis 1530, brachte man die Zahlen am Strich auch an Sonnenuhren an. Ihre Zeit an den Uhren währte also nur kurz. Sie beginnt mit dem Aufkommen der gleichen Stunden, die gezählt wurden, und endet mit der Dominanz der römischen Zahlen und der arabischen Zifferschreibweise. Auch auf den Kalendern kamen sie nun aus der Mode.

Doch erhielten sie in einer dritten und letzten Phase in den Hansestädten als Gewichtszeichen eine neue Bedeutung, etwa in Lüneburger Kaufmannsrechnungen des 16. Jahrhunderts, wo sie Gewichte anzeigen [16]. Vor allem Handelsgüter, die in Schiffspfund, Liespfund und Pfund gehandelt wurden, wurden mit den Zeichen versehen. Dabei ist auffallend, dass trotz der Unterschiede der Gewichte in den verschiedenen Orten dieselben Zahlen am Strich benutzt wurden. Die Bedeutung der Zeichen konnte also variieren, während der Kontext unverändert blieb. Sie blieben dort bis ins 18. Jahrhundert im Gebrauch, veränderten jedoch nach und nach ihre ursprüngliche Form.

Ihre Herkunft und ihre Kontextabhängigkeit erklärt, warum die Zahlen nicht dort zu finden sind, wo mit abstrakten Zahlen gerechnet wurde, etwa in den mathematischen Texten jener Zeit. Das hat schließlich auch ihr Vergessen bewirkt: Über den Buchdruck als neuartiges Erziehungsmittel und Kommunikationssystem propagierten die Rechenmeister die Stärke der Stellenschreibweise in jedem denkbaren Kontext. Die Überlegenheit der arabischen Ziffern sorgte dafür, dass sich daneben keine andere Zahlenschreibweise mehr behaupten konnte.

Mir sind etwa 30 Objekte mit Zahlen am Strich bekannt, die zur Phase 1 oder 2 gehören. Abb. 8 zeigt die Zahlzeichen auf allen Sonnenuhren und auf zwei Kalendern [17]. Die unterschiedlichen Ausprägungen an den verschiedenen Orten weisen darauf hin, dass es sich um eine verbreitete, nicht normierte Schreibweise handelte, die jedoch wegen ihrer Einfachheit überall verstanden wurde.

Nr.	PLZ	Ort	Bundesland	Bauwerk	Datierung
1	D-98678	Sachsenbrunn / Stelzen	Thüringen	Kirche	1482
2	D-98673	Auengrund / Crock	Thüringen	St.-Veitskirche	1489
3	D-98673	Auengrund / Crock	Thüringen	St.-Veitskirche	1489
4	D-63571	Gelnhausen	Hessen	Kirche St. Peter	um 1500
5	D-63571	Gelnhausen	Hessen	Marienkirche	um 1500
6	D-34576	Homburg / Efze	Hessen	Kirche St. Marien	um 1500
7	D-34593	Knüllwald-Remsfeld	Hessen	Kirche	um 1500
8	D-39218	Schönebeck / Bad Salzelmen	Sachsen-Anhalt	Kirche St. Johannis	um 1500
9	D-90562	Kalchreuth	Bayern	Kirche St. Andreas	um 1500
10	D-35315	Homburg (Ohm) / Ober-Ofleiden	Hessen	Kirche St. Martin	1503
11	IT-39050	Völs / Prösels	Südtirol	Schloss Prösels	um 1525

Tabelle 1 Die elf bekannten ortsfesten Sonnenuhren mit Zahlen am Strich.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ort
┆	┆┆	┆┆┆	┆┆┆┆	┆	┆┆	┆┆┆	┆┆┆┆	┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆┆┆	Kalender von 1398 in Nürnberg
┆	┆┆	┆┆┆	┆┆┆┆	┆	┆┆	┆┆┆	┆┆┆┆	┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆┆┆	Kalender des 14. Jhs. in Den Haag
┆	┆┆	┆┆┆	┆┆┆┆				┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆┆┆		Sonnenuhr in Kalchreuth (um 1500)
┆	┆┆	┆┆┆	┆┆┆┆				┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆┆┆		Sonnenuhr der Marienkirche in Gelnhausen (um 1500)
┆	┆┆	┆┆┆	┆┆┆┆	┆	┆┆	┆┆┆	┆┆┆┆	┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆┆┆	Sonnenuhren in Stelzen (1482) und Crock (1489)
┆	┆┆	┆┆┆	┆┆┆┆	┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆┆┆┆┆┆	Sonnenuhr in Ober-Ofleiden (ca. 1500)
┆	┆┆	┆┆┆	┆┆┆┆	┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆┆┆┆┆┆	Sonnenuhr in Remsfeld (um 1500)
┆					┆┆	┆┆┆	┆┆┆┆	┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆┆┆	Sonnenuhr in Prösels (um 1525)
┆	┆┆	┆┆┆	┆┆┆┆				┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆┆┆	┆┆┆┆┆┆┆┆┆	Sonnenuhr in Salzelmen (ca. 1500)

Abb. 8 Zusammenstellung von Zahlen am Strich, wie sie vom Betrachter aus gesehen werden.

Die Sonnenuhren

Die elf bekannten ortsfesten Sonnenuhren mit Zahlen am Strich, die auf den deutschsprachigen Raum begrenzt sind, werden im Einzelnen vorgestellt und datiert. In Tabelle 1 sind sie nach ihrem vermuteten Alter geordnet aufgeführt. Die angegebene Ordnungszahl bezieht sich auf die laufende Nummer in der Tabelle 1.

#1: Laut Bauinschrift wurde der Kirchenbau in Stelzen 1467 am Walpurgistag zu Ehren der Maria begonnen („anno m/ccclxvii.wal/purgis. ist. an/gehaben.disz/baw.maria“). Die schildförmige SO-Sonnenuhr ist am mittleren Strebpfeiler der Chorsüdseite unterhalb des Gründungssteins angebracht (Abb. 9). Die unter der Uhr angebrachte Jahreszahl lässt sich als (14)82 oder als (15)42 deuten [18].



Abb. 9 Sonnenuhr in Stelzen.

#2 und #3: Die Kirche in Crock weist zwei Sonnenuhren mit Zahlen am Strich auf, am Haupthaus und an der älteren Sakristei. Sie kamen aber sicher zur gleichen Zeit an den Bau. Über der Uhr am Haupthaus liest man (14)89, was als Jahr der Fertigstellung für den erneuerten Kirchenbau interpretiert wird, aber auch zur Sonnenuhr passen würde.

#4 und #5: Die Sonnenuhr an der Peterskirche war bis Anfang des 20. Jahrhunderts unter Putz verborgen, weshalb sie sich so gut erhalten hat (Abb. 1). Der Stab ist modern und wurde 1982/83 angebracht, als die Südwand der Kirche eine Totalsanierung erfuhr. Im Umfeld der Uhr finden sich etliche Versuche, eine Sonnenuhr mit moderner Teilung in den Stein zu schlagen, die aber immer wieder abgebrochen wurden. Stattdessen wurde am Ende die ursprüngliche kreisförmige mittelalterliche Sonnenuhr um einen weiteren

Kreisbogen ergänzt und die Stundenstriche verlängert, um daran die Zahlen am Strich zu meißeln. Die Sonnenuhr lässt sich nicht genau datieren. Die Angabe „um 1500“ steht für einen Bereich von ± 30 Jahren. Ähnliches gilt auch für die Zeitstellung der Zahlzeichen an der nahegelegenen Marienkirche. Das Zeichen für die neunte Stunde ist dort allerdings wegen einer Beschädigung im Stein nicht eindeutig [19].

- #6: Die Sonnenuhr in Homberg befindet sich am oberen Umgang, wo sie nur für den Türmer einsehbar war. Da die oberen Turmgewölbe mit der Türmerwohnung erst Ende des 15. Jahrhunderts vollendet waren, lässt sich auch die Uhr in diese Zeit datieren. Ihr schlechter Erhaltungszustand ist bedingt durch Witterungseinflüsse und zwei große Mauerklammern.
- #7: Die Wehrkirche in Remsfeld wurde um 1500 erbaut. Die Sonnenuhr wurde in den Baukörper integriert, weshalb sie in die Bauzeit fällt (Abb. 10). Ungewöhnlich ist die eigenwillige Ausformung der Zahlen.



Abb. 10 Sonnenuhr in Remsfeld.

- #8: Die Sonnenuhr an der evangelischen Kirche in Bad Salzelmen besitzt zwölf gleich großen Sektoren im unteren Halbkreis, die nach oben hin von zwei weiteren Sektoren gesäumt werden. Eine Öffnung diente zur Aufnahme eines mittigen Schattenstabs, eine zweite für eine Stütze. Die Sonnenuhr wurde wohl um 1500 mit der Südwand vollendet.
- #9: Die Pfarrkirche in Ober-Ofleiden stammt zwar aus dem Anfang des 13. Jahrhunderts, wurde aber in spätgotischer Zeit umgebaut, wovon noch die Bauinschrift am Südportal (1503) zeugt. Mit dem Umbau wurde vermutlich auch die gleichteilige Uhr mit einem waagrechten Schattenstab und den Zahlen am Strich angebracht,

um die ebenfalls noch vorhandene mittelalterliche Sonnenuhr zu ersetzen. Die Zahlen weisen – ähnlich wie #7 – nur eine Zehner-, aber keine Fünferbündelung auf.

- #10: Die Sankt-Andreas-Kirche in Kalchreuth wurde Ende des 15. Jahrhunderts im gotischen Stil vollendet. Aus dieser Zeit dürfte auch die Sonnenuhr stammen. Aber zeigte sie wirklich Zahlen am Strich? Womöglich handelt es sich um eine moderne Zutat, denn Zinner schrieb nichts von gemalten Stundenlinien oder besonderen Zahlzeichen, als er sie in den 1930er-Jahren besuchte, sondern bloß, es seien „9 Striche einer Süduhr eingemeißelt“ [20].
- #11: Die Burg Prösels wurde von Leonhard dem Älteren von Völs (1458 – 1530) nach 1512 in ein Schloss umgebaut. Bei den Umbauten wurde durch einen Anbau an die Südseite des alten Turms eine Sonnenuhr verdeckt, die erst bei Renovierungsarbeiten mit der Jahreszahl 1487 wieder zum Vorschein kam. Es handelt sich damit um die älteste datierbare Sonnenuhr Südtirols. Den Verlust der Uhr hatte man damals wettgemacht, indem man an die Wand des Innenhofes, auf der die Südwand der Schlosskapelle aufsitzt, eine große Sonnenuhr mit Halbstundeneinteilung malte. Wann Kapelle und Stützmauer errichtet wurden, ist unbekannt, es dürfte zwischen 1525 und 1530 gewesen sein [21]. Ungewöhnlich an der SSO-Uhr sind ihre Stundenbezeichner: Sie zeigen neben den üblichen römischen Zahlzeichen, wie an der Vorgängeruhr, zusätzlich die Zahlen am Strich (Abb. 11).



Abb. 11 Sonnenuhr im Schloss Prösels.

In Tirol gibt es etliche Uhren, deren Stundenlinien mit römischen und mit arabischen Zahlen versehen sind, wie man es auch in Sonnenuhrenbüchern des 16. Jahrhunderts findet. Aber dass hier die Zahlen am Strich an die Wand kamen, könnte darauf hindeuten, dass in der Gegend die arabischen Ziffern noch nicht verbreitet waren.

Zu den Abbildungen: Wenn nicht anders angegeben, stammen die Fotografien der Sonnenuhren vom Autor.

Anmerkungen

Ich danke Alfons Klier für eine kritische Lesung des Manuskripts.

- [1] Paul Lehfeldt / Georg Voss, Bau- und Kunst-Denk-mäler Thüringens, Heft XXX: Herzogthum Sachsen, Meiningen, Amtsgerichte Eisfeld und Themar, Jena 1903, S.164. Bei dem zweiten Zeichen handelt es sich wohl um eine Meistermarke, die ich jedoch keinem Goldschmied zuordnen konnte.
- [2] Bartholomeus Metlinger, Ein Regiment der jungen Kinder, Augsburg 1473.
- [3] Harald Witthöft, „Städtisches Gewicht – Ordnung, Amt, Zeichen“, Anzeiger des Germanischen National-museums 1993, S. 117–131, hier S. 124.
- [4] Die Schnellwaage im Privatbesitz ist ein Dach-bodenfund aus dem Umland von Venedig.
- [5] Ludwig Bickell, Die Bau- und Kunstdenkmäler im Regierungsbezirk Cassel, Band I: Kreis Gelnhausen, Marburg 1901, S. 75.
- [6] Ziners Wortfindung muss 1938 erfolgt sein. In seinen handschriftlichen Aufzeichnungen (Universitätsarchiv Frankfurt am Main (UAF), Ernst-Zinner-Sammlung) über die Sonnenuhr in Prösels, die er 1938 entdeckte, heißt es noch wie 1935, als er die Gelnhäuser erstmals sah, Runenzahlen. Erst 1939 in seinem Aufsatz „Über die ältesten Räderuhren und modernen Sonnenuhren“, 28. Bericht der Naturforschenden Gesellschaft in Bamberg (1939), schreibt er von Zimmermannszahlen (S. 112), ohne auf die Herkunft des Begriffs einzugehen.
- [7] Olaus Worm, Fasti Danici, ed. II, Hafniae 1643. Die Inschrift auf einer Steinplatte, welche bei Kensington (südöstlich von Fargo / Minnesota) gefunden wurde, soll im Jahre 1362 – so sagen es die verwendeten Zahlen am Strich – angefertigt worden sein. Vermutlich handelt es sich um eine Fälschung und die Zahlzeichen wurden aus dem Buch von Worm entnommen, vgl. Rupert Furneaux, Die großen Rätselfragen, Frankfurt a. M.1962, S. 64–65.
- [8] Der Holzkalender hat eine Größe von 15 x 12 cm und befand sich ehemals in der Privatsammlung des Wieners Albert Figdor (Nr. 799) Sein Verbleib ist unbekannt; er war nicht Teil der Versteigerung der Sammlung im Jahre 1930. Näheres über Goldene Zahlen und den Brunecker Kalender bei Alfred Pfaff, Aus alten Kalendern, Augsburg 1947.
- [9] Emil Schnippel, Die englischen Kalenderstäbe, Leipzig 1926, S. 25.
- [10] Friedrich Adolf Willers, Zahlzeichen und Rechnen im Wandel der Zeit, Berlin / Leipzig 1949, S. 71–73; von dort verbreitete sich der Ausdruck in verschiedene Schriften, wie Karl Menninger, Zahlwort und Ziffer, Göttingen 1958 (2 Bände), S.58 (2. Band) oder Katalog der ortsfesten Sonnenuhren in der DDR, Berlin-Treptow 1984, S. 39–40.
- [11] Norbert Weyss, „Holmzahlzeichen“, Rundschreiben der GSA Nr. 3/1991, S. 9; Zitat aus einem Brief von Weyss an den Autor.
- [12] Menninger (Anm. 10), S. 55–57.
- [13] Johannes Bolte, „Volkstümliche Zahlen und Rätsel“, Zeitschrift für Volkskunde 10 (1900), S. 186–194, hier S. 186–187.
- [14] Menninger (Anm. 10), S. 58.
- [15] Moritz Wedell, Zählen, Göttingen 2011, S. 236–237.
- [16] Franz Brassler, Ein Nye Rekens Boeck. Vör aller Koepmannshandelingne, vör de anfangenden Schölers, Hamburg 1594, S. 105–106. Zu Gewichtszahlen Peter Gerlach, „Gewichtszahlen in Rechnungen des 16. Jahrhunderts“, Lüneburger Blätter 14 (1963), S. 53-56, und Witthöft (Anm.3).
- [17] Die meisten Beispiele zum Auftreten in deutschen Kalendern enthält Pfaff (Anm. 8), in skandinavischen Kalendern Nils Lithberg, Computus. Med särskild hänvisning till runstaven och den borgerliga kalendern, Stockholm 1953. Die aufgeführten Kalender sind aus Nürnberg, Germanisches Nationalmuseum / Kupferstichkabinett, HB 14921 – Kapsel 1053b (von 1398) und Den Haag, Koninklijke Bibliotheek, Ms. 130 E 26 (für das Bistum Utrecht aus dem späten 14. Jh.).
- [18] Lehfeldt / Voss (Anm. 1), S.167, liest 15(42).
- [19] Karlheinz Schaldach, „Historische Sonnenuhren an den Kirchenbauten des Main-Kinzig-Kreises: Eine Bestandsaufnahme“, Mitteilungsblatt / Zentrum für Regionalgeschichte des Main-Kinzig-Kreises 42 (2017), S. 52–63, hier. S. 55–57.
- [20] Zinner (Anm. 6), S. 114 (Nr. 56).
- [21] Elmar Perkmann, Schloss Prösels lebt!, Brixen 2015, S. 92.



Karlheinz Schaldach, Jahrgang 51, Autor von Büchern über antike Sonnenuhren, schreibt zur Zeit an einem Buch über mittelalterliche Sonnenuhren.

Sonnenwege - eine Zeitstation in Steinen

Walter Hofmann, Wien, und Adi Prattes, Kötschach

In geglückter Harmonie von Natur und Technik ist auf einer Hochfläche der Villacher Alpe eine Anlage entstanden, die an das Wissen längst vergangener Zeiten um den Wechsel der Jahreszeiten, aber auch an die natürlichen Gegebenheiten für die Zeitmessung der Jetztzeit erinnert. Initiator und Organisator des Projekts war Dr. Georg Kandutsch.¹ An der Planung und Ausführung war unser Mitglied Adi Prattes maßgeblich beteiligt. Die Großglockner Hochalpenstraßen AG (GROHAG) hat in den Jahren von 1961 bis 1965 die Straße auf die Villacher Alpe gebaut und verwaltet sie zusammen mit anderen österreichischen Mautstraßen. Ihre großzügige finanzielle Unterstützung sowie die Arbeit tüchtiger Firmen haben die Verwirklichung des Projekts „Sonnenwege“ ermöglicht. Aber geben wir uns in Gedanken an Ort und Stelle!



Abb. 1 „Sonnenwege“ auf der Rosstratte, aus einem Segelflugzeug aufgenommen.

© G. Binter

Die Begrenzungen der Anlage bilden ein unregelmäßiges Sechseck. Die nördliche und die südliche Grenze sind ungefähr 67 m, die östliche und die westliche Grenze ungefähr 32 m voneinander entfernt. Vom Zentrum des Steinkreises aus wurden in den Richtungen von Norden nach Süden und von Osten nach Westen die Standorte aller Objekte festgelegt. An den Grenzen der Anlage stehen genau östlich und westlich des Zentrums zwei Fahnenmaste ein dritter Mast steht auf der Nordsüdlinie durch das Zentrum.

1. Die Rosstratte

Unweit von Warmbad Villach zweigt die Villacher Alpenstraße von der B 86 ab. Sie ist eine Mautstraße. Nicht zu steil ansteigend, führt sie in lang gezogenen Kehren vorbei an Aussichtspunkten, einem Alpengarten und dem bewirtschafteten Schutzhaus Aichingerhütte auf einen weiten Almboden, die „Rosstratte“. Eine Tratte ist eine Weidefläche, Rinder, Pferde und Esel haben es hier gut. Am Ende der Straße wurde ein großer Parkplatz geschaffen, eine freundliche Gastwirtschaft, das „Rosstrattenstüberl“, lädt zur Einkehr ein. Neben dem Haus beginnen verschiedene Wanderwege.² Auf einer großen Tafel sind die Gehzeiten angegeben; auch eine Stelle wird beschrieben, von der aus häufig Gemsen zu sehen sind. Ein Geologielehrpfad verdankt seine Entstehung dem im der Einleitung bereits vorgestellten Dr. Georg Kandutsch, ebenso ein „Skywalk“ an der Alpenstraße über dem großen Absturz des Berges, der „Schütt“.

Villach liegt auf etwas über 500 m, die Rosstratte auf 1732 m Seehöhe. Zu den beiden höchsten Erhebungen der Villacher Alpe, die höhere ist mit 2166 m angegeben, sind es noch über 400 Höhenmeter. Der slowenische Name des Berges ist Dobratsch. Auf seinen höchsten Stellen wurden Ende des 17. Jh. zwei Bergkirchen erbaut, Mitte des 19. Jh. folgte ein Schutzhaus. Im Jahr 1971 wurde nahe bei diesem ein 165 m hoher Sendemast für den Rundfunk errichtet. Unweit des Rosstrattenstüberls aber liegt auf einer kleinen Anhöhe das Ziel unseres Ausflugs, die Beobachtungsstation „Sonnenwege“ (Abb. 1).

2. Ein Jahreszeitenkalender – moderne Technik und altes Wissen

Zwischen einfachen Weidezäunen führt ein kurzer Fußweg zu einem Areal mit Objekten, die sofort unsere Aufmerksamkeit beanspruchen. Da liegen ein paar große Kalksteine mit zum Teil sphärischen Auswaschungen, Fundstücke, die Villacher Alpe ist Karstgebiet. In einem Kreis

angeordnete Lattenrost-Liegen stehen zum Ausruhen bereit. Ein weiter Ausblick bietet sich uns an. In näherer und weiterer Ferne reiht sich Bergkette an Bergkette, im Süden die schroffen Karawanken um das Dreiländereck mit Slowenien und Italien, dahinter die Julischen Alpen, im Norden die sanften Nockberge bis hin zu den Hohen Tauern. Tief unten im Tal sehen wir das Rosental, den Faaker See, den Wörthersee und den Ossiacher See. Wir wenden uns zunächst dem Zentrum der Anlage mit seinen beeindruckenden Steinsetzungen zu.

Mit großer Aufmerksamkeit betrachten wir stets Funde aus vergangenen Zeiten, gar aus der Urzeit. Wir staunen, was Menschen ohne die Mittel geschaffen haben, die uns heute zur Verfügung stehen. Wir bewundern ihre Kenntnisse und ihr Können und denken über die Beweggründe ihres Tuns nach. Steinsetzungen und die Sichtachsen durch die Öffnungen in den Palisadenringen von Kreisgrabenanlagen dienten zum Beobachten der Aufgänge und Untergänge von Gestirnen, insbesondere der Sonne, und ermöglichten so, bestimmte Zeitpunkte im Jahreslauf zu erkennen. Das war nicht zuletzt für Aussaat und Ernte von Bedeutung.

Den Großtaten der Vorzeit, aber auch dem Forschergeist der Archäologen unserer Zeit ist auf der Rosstratte ein bemerkenswertes Denkmal gesetzt. Auf einer Säule ruht eine Nachbildung der Himmelscheibe von Nebra, gleich groß wie das Original, mit einem Durchmesser von 32 cm. Sie wurde aus pulverbeschichtetem Edelstahl hergestellt. Die Säule besteht aus Hornblende-Tonalit, einem Gestein aus dem slowenischen Bachergebirge südlich der Koralm. Die genauen Koordinaten des Zentrums sind 13°42'44" Ost, 46°35'36" Nord.

Das Original der Scheibe ist aus Bronze. An ihrem Rand sind mit Gold zwei Bögen eingehämmert („tauschiert“). Sie geben die Azimutdifferenzen für die Aufgänge und Untergänge der Sonne zu den beiden Sonnenwenden im Gebiet des Fundortes an. Adi Prattes ermittelte mit einem Theodoliten die Koordinaten der Konturen der Anhöhe im Westen der Rosstratte, nach Osten ist der Blick weitgehend frei. Mit Hilfe von Sonnenuhrprogrammen wurden für die Sonnenwendtage und die Tagundnachtgleichen unter Berücksichtigung des lokalen Horizonts (der sichtbaren Grenze zum Himmel) und einer mittleren Refraktion die Richtungen zu den Aufgängen und Untergängen der Sonne berechnet.³

Das Licht der Sterne wird beim Durchgang durch die Luftschichten um den Erdball so abgelenkt, „gebrochen“, dass die Gestirne höher zu stehen scheinen, als es den tatsächlichen Richtungen zu ihnen entspricht. Die Erscheinung wird astronomische Refraktion genannt. Sie hängt vom Luftdruck und der Temperatur ab und ist also nicht an allen Tagen und Orten gleich groß; man verwendet Mittelwerte. Am stärksten sind die Ablenkungen bei waagrechter Blickrichtung eines Beobachters.

Mit den Ergebnissen der Computerprogramme wurden Markierungen für die sechs genannten Richtungen in den polierten Rand des Sockels eingraviert und beschriftet, zwischen ihnen die Namen der vier Jahreszeiten. Den Ergebnissen für die Sonnenwendtage wurden die gelb gefärbten Bögen am Rand der Nachbildung angepasst (Abb. 2).

Vom Steinkalender aus ist der Blick nach Osten weitgehend frei. In Horizontnähe ist die Refraktion groß. Die ersten Sonnenstrahlen blitzen nördlich der Stellen auf, an denen die Sonne tatsächlich den Horizont erreicht. Hinter der Anhöhe im Westen geht die Sonne südlich von Stellen auf einer angenommenen waagrechten Ebene durch den Standort unter. Unerwartet mag es daher sein, wenn an einer Tagundnachtgleiche der Sonnenaufgang etwas



Abb. 2 Abend am Tag der Wintersonnenwende; Jahreszeitenkalender mit der Nachbildung der Nebra-scheibe im Zentrum und einem der Visiersteine [GSA5230]

nördlich der Richtung nach Osten, zu einer Fahnenstange hin, zu beobachten ist.

Die Säule mit der Scheibe steht in der Mitte eines kreisrunden Pflasters von 3 m Durchmesser. Östlich und westlich des Pflasters ruhen auf Ständern je drei leicht geneigte Tafeln mit bebilderten Erklärungen. Nach einem Abriss über die Geschichte der Zeitmessung wird dargestellt, wie wir unsere Kalender sowie die Teilungen der Tage und Nächte nach dem Lauf der Gestirne, insbesondere der Sonne, einrichten und wie die Zeit an Sonnenuhren abgelesen werden soll.

Das Herzstück der gesamten Anlage sind dann wohl zusammen mit der Scheibe die vier ungefähr 3,30 m hohen Steinzapfen in 8 m Entfernung vom Zentrum. Sie sind grob aus einem Tiefengestein, einem blaugrünen Diabas, herausgeschlagen und dazu bestimmt, zu den Sonnenwenden vom Zentrum aus die Richtungen zu den Aufgängen und Untergängen der Sonne anzuvisieren – „*Sunnawendstoana*“ aus einem Steinbruch bei St. Urban (Kärnten)! Sie wurden dazu der Länge nach glatt durchgesägt und so auf Fundamente gestellt, dass zwischen je zwei Hälften ein 20 cm breiter exakt lotrechter Spalt entstanden ist. Es sind besondere Tage des Jahres, an denen die Sonne zwischen den Steinhälften erscheint! Das Titelbild dokumentiert das Erlebnis einer solchen Beobachtung.

Zwischen den östlichen und den westlichen Sonnenwendsteinen sind für die Richtungen zu den Aufgängen und Untergängen der Sonne an den Tagen der Tagundnachtgleichen zwei bearbeitete Grabsteine aus Marmor aufgestellt. Sie stammen von vergessenen Gräbern. Nachdem die Inschriften weggeschliffen waren, haben die Steine nun eine neue, würdige Verwendung gefunden, sie zeigen den Beginn von *Lenz* und *Hirbest* an!⁴ Es trifft sich so, dass schon in längst vergangenen Zeiten Gräber von Westen nach Osten, mit Blickrichtung zum Sonnenaufgang, orientiert wurden.

Uns stehen alle Möglichkeiten der modernen Technik und ein schriftlich überliefertes Wissen zur Verfügung. Wie mühsam mag es aber in der Vorzeit gewesen sein, mit vielen Beobachtungen die Richtungen zu den Aufgängen und Untergängen der Sonne an den Tagen der Solstitien und der Äquinoktien festzulegen?

Wir haben eine hoch entwickelte Bautechnik, Maschinen und Transportmittel. Aus alter Zeit sind heute noch Menhire erhalten, die oft von weit entfernten Steinbrüchen an ihre Aufstellungsorte gebracht wurden. Maschinell betriebene Steinsägen arbeiten sich, mit Wasser gekühlt, langsam durch große Steinblöcke durch – die Quader der Cheopspyramide schließen sich fast fugenlos aneinander (Abb. 3a und 3b).



Abb. 3a Baugeschehen, ein Bagger als Kran (machine power)



Abb. 3b Präzisionsarbeit (man skill)

3. Vier Sonnenuhren

a) Eine Äquatorialuhr

Wir gehen wenige Schritte vom Zentrum der Anlage nach Süden und stehen vor einem Kunstwerk; das Lob sei dem Besucher aus Wien erlaubt (Abb. 4a und 4b). Ausgewogen in den Proportionen besteht es aus einer Stele, die eine zum Äquator parallele kreisrunde Scheibe trägt. Zwei zur Scheibe koaxiale Zylinder werfen ihre Schatten im Sommerhalbjahr auf die Oberseite, im Winterhalbjahr auf



Abb. 4a Äquatorialuhr [GSA5231]. Sonnenaufgang am Tag der Wintersonnenwende



Abb. 4b „Sommerseite“ der Äquatorialuhr [GSA5231]

die Unterseite der Scheibe, beide Seiten mit den Stundenlinien für die Wahre Ortszeit (WOZ).⁵ Schlicht ist das Objekt auf seine Funktionalität beschränkt. Das Material ist edler Granit aus Fernost. Die Gesamthöhe beträgt 1,70 m, der Durchmesser der Scheibe 70 cm, ihre Dicke 10 cm. Die Stunden werden mit römischen Zahlzeichen nummeriert.

b) Zwei moderne Sonnenuhren mit leicht geneigten ebenen Zifferblättern

Weiter nach Süden stehen links und rechts des Ortsmeridians, der gedachten Nordsüdlinie durch das Zentrum der Anlage, zwei einen Meter hohe Pultsockel, auf denen Sonnenuhren für die MEZ und MESZ angebracht sind. Es sind zwei Sonnenuhren für jeweils eine Jahreshälfte von einer Sonnenwende bis zur nächsten. Wie wir sehen werden, erleichtert diese doppelte Ausführung Vergleiche der Anzeigen an den beiden Sonnenuhren mit denen an einer Armbanduhr. Die Steinblöcke für die Sockel kommen aus einem nahen Steinbruch im Gebiet von Puch bei Villach, Krastaler Marmor mit dem Namen „Graue Spinne“. Jeder Sockel wiegt ungefähr 1,8 t!

Die beiden ebenen Zifferblätter wurden mit Laser in 6 mm dicke Edelstahlplatten graviert. Rechteckig mit den Maßen 650 mm mal 440 mm sind die Platten in die Sockel mit 10 cm breiten Rändern rundum eingelassen. Zur Selbstreinigung fallen sie mit einer Neigung von 8° nach Süden ab. So können das Regenwasser und das Schmelzwasser nach dem Auftauen von Raureif und Schnee abfließen, der Regen kann Staub und Pollen wegwaschen. Die Zifferblätter sind exakt nach Süden gerichtet.

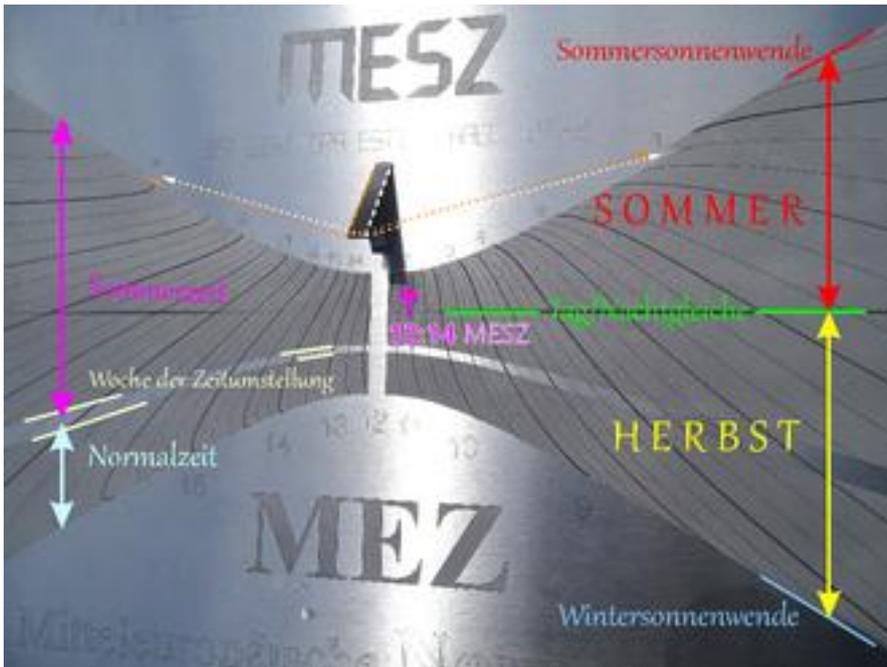


Abb. 5a 11. August, 12:14 Uhr MESZ; Ablesebereiche im Zifferblatt für Sommer und Herbst. [GSA5234]

Allen, die sich nie mit der Zeitmessung befasst haben, ist zu erklären, dass unsere mechanischen und elektronischen Uhren eine gleichförmig verlaufende „Mittlere“ Zeit anzeigen, z.B. die MEZ oder die MESZ, während die scheinbare tägliche Bewegung der Sonne zufolge der Besonderheiten des Umlaufs der Erde um die Sonne einmal etwas schneller, einmal etwas langsamer vor sich geht. Das ergibt von Tag zu Tag verschiedene Unterschiede zwischen der Wahren, von der Sonne angezeigten Zeit und den uns gewohnten Zeitanzeigen. Diese Unterschiede werden „Zeitgleichung“ (Zeitangleichung) genannt und sind tabelliert: $Zgl = WOZ (15^\circ O) - MEZ$; $MESZ = MEZ + 1 \text{ Stunde}$.

Für die beiden Sonnenuhren ist zunächst zu beachten, dass Mittlere Zeiten für verschiedene geographische Längen innerhalb einer Zeitzone gelten müssen. Weil nun auf der Rosstratte mit $13,7122^\circ$ Ost die Sonne etwas später genau im Süden steht als z.B. auf der Koralpe mit den 15° Ost des Zeitzonenmeridians, sind auf den beiden Uhren die Mittagslinien und mit ihnen alle anderen Stundenlinien um Winkel im Gegenuhrzeigersinn gedreht, die einem Weg der Sonne von $1,2878^\circ$ auf ihrer Tagesbahn und damit an allen Tagen einer Zeitdifferenz von 5 min 9 sec entsprechen.

Die Sonne scheint sich jeden Tag angenähert gleichförmig um eine zum Himmelspol weisende Achse zur drehen. Daher fallen z.B. die Schatten der Zylinder an der Äquatorialuhr jeden Tag zur gleichen Stunde auf die gleichen Linien, unabhängig davon, ob die Sonne im Sommer höher, im Winter tiefer am Himmel steht. An den beiden Sonnenuhren auf den Steinsokeln sind Zeiger aus einer 8 mm dicken Edelstahlplatte mit zwei Kanten angebracht, die zum Himmelspol weisen, „Poldreiecke“. Die Schatten der Kanten würden für die WOZ jeden Tag auf dieselben geraden Stundenlinien fallen. Weil aber Mittlere Zeiten angezeigt werden sollen, werden die im Jahreslauf verschiedenen Höhen der Sonnenstände zu einer bestimmten Stunde zu einer Anzeige des Datums genützt.

Die Schatten der oberen Ecken der „Poldreiecke“ wandern an jedem Tag entlang anderer „Datumslinien“ über die Zifferblätter. An den Tagen der beiden Sonnenwenden sind das die beiden Äste einer Hyperbel, an den Tagen der Äquinoktien ist die Datumslinie eine waagrechte Gerade.

Weitere Datumslinien sind in die Zifferblätter bis auf zwei Ausnahmen nicht eingetragen, man kann sie sich aber vorstellen. Entlang der eingetragenen und gedachten Datumslinien zeigen die Schatten der Ecken die dem jeweiligen Datum entsprechende MEZ bzw. MESZ an. Auf der östlichen Uhr ergeben sich für die Zeit von der Wintersonnenwende bis zur Sommersonnenwende s-förmige Stundenlinien (Abb.5b+c).

Sechs Stunden vor und sechs Stunden nach dem Wahren Mittag fallen die Schatten derjenigen Anzeigekante des „Poldreiecks“ auf das Zifferblatt, die ihrem Schatten näher ist als die andere, früher am Morgen und später am Abend liegt diese Kante im Schatten und der Schatten der anderen Kante gibt die Zeit an. Die Datumslinien für die Sommersonnenwenden liegen den „Poldreiecken“ am nächsten. An ihnen ist zu ersehen, wie die Anzeige um die Dicke der Zeigerplatten vom Ast der Hyperbel für den östlichen Anzeigepunkt („Nodus“) auf

den Ast für den westlichen Anzeigepunkt und wieder zurück wechselt. Der Wechsel erfolgt entlang der waagrechten Linie durch die Ansatzpunkte der Anzeigekanten im Zifferblatt.

Auf der westlichen Uhr haben die Stundenlinien für die andere Jahreshälfte die Formen seitenverkehrter „s“ (wie Fragezeichen; Abb. 5b). Auf vielen Sonnenuhren sind auf demselben Zifferblatt die Linien für beide Halbjahre zu achterförmigen Schleifen vereint, was das Ablesen erschwert. Das wird auf den beiden Rosstratte-Uhren vermieden.



Abb. 5b Das Morgenrot am Tag der Wintersonnenwende spiegelt sich im Zifferblatt für die andere Jahreshälfte! [GSA5233]



Abb. 5c Konstruktionszeichnung mit Sandstrahlmaske [GSA5233]: „Umschaltband“ für den Wechsel zwischen Normal- und Sommerzeit; „Zacken“ an der Linie für die Sommersonnenwende.

Eine Besonderheit beider Uhren sind die glänzenden „Umschaltbänder“ zwischen den Hyperbeln für die letzten Sonntage im März und Oktober, an denen der Wechsel von Normalzeit und Sommerzeit stattfinden kann; das Datum wechselt von Jahr zu Jahr. Möglicherweise sind diese beiden Sonnenuhren die ersten, an denen Normalzeit und Sommerzeit klar voneinander getrennt und direkt abgelesen werden können (Abb. 5c)!

Auf den Zifferblättern sind Skalen für Zeitabschnitte von 10 Minuten eingetragen. Die Linien für die ganzen und die halben Stunden sind durch unterschiedliche Strichstärken hervorgehoben. Die Stundenzahlen sind für die Normalzeit mit den üblichen arabischen Ziffern angeschrieben, für die Sommerzeit mit den Ziffern von Digitalanzeigen. Bezeichnungen von Begriffen sind auf den Zifferblättern in fünf Sprachen wiedergegeben, auf Deutsch, Englisch, Italienisch, Slowenisch und Französisch. Zu bewundern ist die Präzision, mit der diese beiden Sonnenuhren konstruiert, hergestellt und eingerichtet wurden.

c) Eine Bodensonnenuhr

Knapp weiter nach Süden ergänzt eine begehbare analemmatische Sonnenuhr die Übersicht über die Anzeige verschiedener Zeiteinteilungen (Abb. 6).

Anders als die Äquatorialuhr der Anlage zeigt sie die WOZ für 15° östlicher Länge an. Die Sonnenuhr besteht aus einem elliptischen Kranz von Stundenmarken und einem Trittsteg mit Datumsmarkierungen. Der nördlichste Punkt der Ellipse und die Mittellinie des Stegs liegen auf dem Ortsmeridian. Stellt sich eine Person mit dem Rücken zur Sonne auf die dem Datum des Tages entsprechende Stelle an der Mittellinie des Stegs, so weist ihr Schatten zur Stelle der Ellipse, welche die Zeit angibt.⁶



Abb. 6 Analemmatische Bodensonnenuhr [GSA5232]

Der Steg ist aus rutschhemmendem geriffeltem Edelstahlblech in einer Stärke von 3 mm mit zusätzlich 1,5 mm hohen Stegen hergestellt. Er ist 170 cm lang, 40 cm breit und etwas höher als der Boden rundum auf ein waagrechttes Fundament gesetzt. Das Datum ist mit den Monatsersten angegeben, die Tage der Umstellungen von Normalzeit und Sommerzeit sind eingetragen, die Fläche der Sommerzeit ist sandgestrahlt hervorgehoben. Für die Stunden sind aus kreisrunden Stahlscheiben mit 20 cm Durchmesser römischen Zahlzeichen mit Laser herausgeschnitten. Die Scheiben sind auf kleinen Fundamenten entlang einer halben Ellipse befestigt. Die Scheitel der Ellipse sind 2,5 m westlich und östlich sowie 1,82 m ($2,5 \cdot \sin 46,6^\circ$) nördlich von ihrem Mittelpunkt entfernt, der zugleich der Punkt für die Tagundnachtgleichen auf der Datumsskala ist. Die Markierung XII für den Wahren Mittag auf 15° östlicher Länge befindet sich etwas westlich der verlängerten Mittellinie des Stegs. Das entspricht mit rund 5 Minuten der Längengraddifferenz zum Zonenmeridian an der steirischen Grenze bei der Koralm in 100 km Entfernung am sichtbaren Horizont.

Wenn beim Besichtigen der Sonnenuhren hoffentlich die Sonne scheint, darf empfohlen werden, abschließend noch einmal eine Zeitanzeige abzulesen. Es ist ein eigenes Erlebnis, an den Schatten zu erkennen, wie die Zeit seit dem ersten Blick auf die Sonnenuhr verstrichen ist.

4. Die Idee und ihre Verwirklichung

2011 sichtet und katalogisiert Adi Prattes die elf historischen Tischsonnenuhren und Reisesonnenuhren im Kärntner Landesmuseum. Im November hält er einen Vortrag über diese Arbeit im Museum. Er spricht auch über die Geschichte der Zeitmessung von der Vorzeit an. Nach dem Vortrag kommt ein Mann auf ihn zu, er wolle auf einem Berg eine Einrichtung für eine freisichtige Sonnenbeobachtung im Jahreslauf schaffen – Dr. Georg Kandutsch.

Zweieinhalb Jahre später meldet er sich unerwartet wieder: Er hätte ein Konzept, eine Finanzierung sei in Aussicht. Über Jahre zuvor hatte er Aufgänge und Untergänge der Sonne fotografiert und die Aufnahmen gesammelt. Bei einem Arbeitsessen in Tarvis legt ihm Adi Entwurfskizzen vor und macht Vorschläge, speziell zu verschiedenen Sonnenuhrtypen.

Der Meinungsaustausch wird mit ungezählten E-Mails und Telefonaten fortgesetzt. Georg kümmert sich ums Geld, um Genehmigungen und um die Kalendersteine. Adi beginnt, Pläne zu zeichnen. Begehungen zur genauen Platzwahl folgen.

Ein Jahr vergeht mit notwendigen Erledigungen bei den Behörden. Die Gemeinde Bleiberg ermöglicht die Umwidmung des Grundstücks im Naturpark Dobratsch von Grünland in einen Park. Für eine naturschutzrechtliche Verhandlung wird ein geologisches Gutachten über die Gewässerökologie im Quellschutzgebiet angefordert. Der Dobratsch ist ein sensibles Gebiet. Es geht um das Betonieren von Fundamenten, um Hydrauliköl in den Baugeräten, um Eingriffe in den Berg. Auf das Wasser im Karst muss geachtet werden. Tektonische Bewegungen erhitzen das Wasser in den tiefer gelegenen Höhlen, die Heilquellen des Warmbads entspringen der Villacher Alpe. Der Naturschutzbeirat wacht, erteilt Auflagen und gibt schließlich seine Erlaubnis.

Im August 2015 holt Adi die ersten Angebote ein, im März 2016 beginnen die intensiven Vorbereitungen mit Gesprächsterminen bei den Firmen und Vermessungen auf der Rosstratte (Abb. 7). Nach bangem Warten auf die Schneeschmelze – der Eröffnungstermin war von höherer



Abb. 7 Einmessung; Adi Prattes am 12. April 2016 bei eisigem Wind

Stelle bereits festgelegt! – kann am 2. Juni schließlich mit dem Bau begonnen werden. Zuerst werden, ausgehend von der Stelle für die Säule im Zentrum und dem Ortsmeridian, die Plätze für die Fundamente positioniert. Die ausgezeichnete Arbeit der Tiefbaufirma ermöglicht eine unglaublich kurze Bauzeit von einem Monat. Die Anlage kann am Mittwoch, dem 13. Juli 2016, um 11:30 Uhr eröffnet werden (Abb. 9).

Wie es sich für eine Anlage zu Beobachtungen von Sonnenbahnen gehört, regnet es an diesem Tag. Nach einer Einladung ins Rosstrattenstüberl schüttet es, der Regen kommt waagrecht. Die illustren Gäste, einige treue Freunde aus unserer Arbeitsgruppe, die Reporter des ORF und der lokalen Medien kehren schleunigst ins Tal zurück!

Adi hat über seine Arbeiten für das Projekt Buch geführt. Mit den Fahrzeiten, aber ohne die Arbeiten zuhause sind da 151 Stunden nachgewiesen, unbezahlbare Arbeit, die er zum überwiegenden Teil ehrenamtlich geleistet hat. Das Vorhaben sollte nicht am Geld scheitern. Er plante die Anlage, führte alle notwendigen Vermessungsarbeiten durch und übernahm die Bauaufsicht, bei der es auch um die exakte Aufstellung aller Objekte nach den vorgegebenen Richtungen ging.

Ein Lob gebührt allen an der Errichtung der Anlage beteiligten Firmen, ein herzlicher Dank der Großglockner Hochalpenstraßen AG für den Bauauftrag und die Finanzierung sowie den Vertretern der mit dem Entstehen der Anlage befassten Behörden für ihr Verständnis. Nicht vergessen seien der Vater der Idee, Georg Kandutsch, und nicht zuletzt Adis immer hilfreiche Gattin Monika.



Abb. 8 Eröffnung, am Foto v.l.n.r.: Dr. Georg Kandutsch, Ing. Adi Prattes, Mag. Thomas Glantschnig (Gemeinderat der Standortgemeinde Bad Bleiberg in Vertretung des Bürgermeisters), Landesrat Mag. Gernot Darmann (Naturparkreferent), Mag. Dr. Petra Oberrauer (Vizebürgermeisterin von Villach), Landtagspräsident Ing. Reinhart Rohr, GROHAG-Generaldirektor Dr. Johannes Hörl (Geschäftsführer der Villacher Alpenstraße)

5. Die Villacher Alpenstraße

Bergstraßen üben eine eigene Faszination aus, so auch die wunderbar angelegte Villacher Alpenstraße.⁷ Der erste Plan einer Erschließung der Villacher Alpe datiert mit 1896. Eine Zahnradbahn wurde projektiert, konnte aber wegen Geldmangels nicht gebaut werden. 1911 fand auch das Projekt einer Seilbahn aus dem Gailtal keine Investoren. Mit der allmählichen Zunahme des Autoverkehrs wurden wiederholt Straßenprojekte vorgeschlagen, so 1907, 1912, 1923 und 1936. Keines wurde verwirklicht, Notlagen und zwei Kriege waren die Ursachen. In den Zwanzigerjahren hatte eine Gruppe von zehn Ingenieuren ehrenamtlich und unter großen Zeitopfern an der Trassierung einer Straße in der Hoffnung gearbeitet, so Arbeitsplätze in der Krisenzeit zu schaffen.

Bereits 1947 begannen wieder Gespräche über den Bau einer Straße auf den Dobratsch. Es dauerte dann doch noch Jahre, bis endlich am 3. Juni 1961 der erste Spatenstich getan und am 19. Juli 1965 die Straße mit einem Festakt eröffnet werden konnte. Den Bau der Straße hatte die Großglockner Hochalpenstraßen AG übernommen.

6. An der Errichtung der Anlage beteiligte Firmen

Erdarbeiten, Fundamente u. Montage:

Felbermayr-Tiefbau, Filiale Lienz

Steinmetzarbeiten:

Kamen Jerić, Kranj, Slowenien – Sockelsäule für die Nachbildung der Nebrascheibe

Josef Kogler Natursteinwerk, St. Urban, Kärnten – die vier Visiersteine

Cekoni-Hutter, Ferlach, Kärnten – die äquatoriale Sonnenuhr und die beiden Pultsockel

Metallarbeiten:

Blechbau Eder, Völkermarkt – Lasergravuren

Fa. Teppan-Metall-Technik, Villach – die Datumsplatte und die Scheiben für die Bodenziffern sowie die Nachbildung der Nebrascheibe

Layout und Druck auf wetterfeste Folien:

Fatzi Werbegrafik-Design, Nötsch im Gailtal – Poster mit den bebilderten Texten von Georg Kandutsch für die Informationstafeln

Sandstrahlen mit Maskenfolien von Adi Prattes:

Fa. Erich Ebner, Wolfsberg

7. Literatur

1 www.alpdoc.at

2 www.naturparkdobratsch.at

3 Helmut Sonderegger „sonne.exe“ mit Satelliten-Höhenmodell
François Blateyron „shadowspro.exe“

4 www.stelzel.at/kaernten-woerterbuach

5 Ortszeit Wikipedia

6 Arnold Zenkert, Faszination Sonnenuhr, S. 72 ff. 3. Aufl. Frankfurt am Main 2000
Helmut Sonderegger, Analemmatische Sonnenuhren, Rundschreiben Nr. 27 und 28, 2004

7 Clemens M. Hutter, Villacher Alpenstraße. Villacher Alpenstraßen Fremdenverkehrsges.m.b.H. 2006
www.villacher-alpenstrasse.at

8. Bildnachweis

Titelbild: © Manuel Rieder

Abb.1: © G. Binter

Abb. 4a und 5b: Siegfried Eichholzer †

Abb.7 und 8: Monika Prattes

Alle anderen Fotos: Adi Prattes



Abb. 9 Am frühen Morgen des 22. Juni 2020: Die Karawanken, das Dreiländereck (13°42'51" O, 46°31'23" N), dahinter die Julischen Alpen.

Zum Nachdenken

Kurt Descovich, Wien

Wer den Beitrag über Monduhren in diesem Heft aufmerksam liest, wird keine besonderen Schwierigkeiten bei der Lösung dieser Denkaufgabe haben.

Abb. 1 zeigt eine nächtliche Versammlung von tanzenden Untoten bei Mondschein – wahrscheinlich auf irgend einem kahlen Berge.¹ Wir wissen aus der einschlägigen Literatur, dass Untote in der Regel in der „Geisterstunde“ von Mitternacht bis 1 Uhr Früh rege werden – von Ausnahmen freilich abgesehen. Jedenfalls bedeutet das Ende der Geisterstunde für viele von ihnen, sich flugs wieder in ihre Gräber zurückzuziehen; üblicherweise horchen sie dabei auf das Zeitzeichen von Kirchenglocken, dieses könnten sie jedoch bei ausgelassenem Tanz, Hexenwirbel und schriller Tanzmusik leicht überhören.



Abb.1 Untote beim fröhlichen Tanz im Mondschein.²

Aus diesem Grunde war es den Geistern schon lange ein Anliegen, über eine Uhr zu verfügen, an der sie das nahende Ende der Geisterstunde ablesen können, und da kam ihnen vor wenigen hundert Jahren das Ableben eines Gnomonikers gerade recht, der ihnen das technische Wissen über die Konstruktion einer Monduhr vermitteln konnte. Mit ein wenig Zauberei war eine solche schnell hergestellt.

Abb. 2 zeigt das Zifferblatt der Sonnenuhr, die hier auch für Mondlicht taugt. Es handelt sich um eine Horizontaluhr mit einem zum Himmelspol ausgerichteten Zeiger. Tagsüber bei Sonnenschein – für die Untoten natürlich undenkbar! – könnte man auf dieser Uhr die Wahre Ortszeit ablesen, in der Nacht aber können die fröhlichen Gesellen das Erscheinungsbild der gerade am Himmel sichtbaren Mondsichel heranziehen, um aus dem Schatten des Polstabes auf die Stunde zu schließen (wir wissen natürlich, dass die Geisterstunde ausschließlich mit der Wahren Ortszeit bestimmt wird).

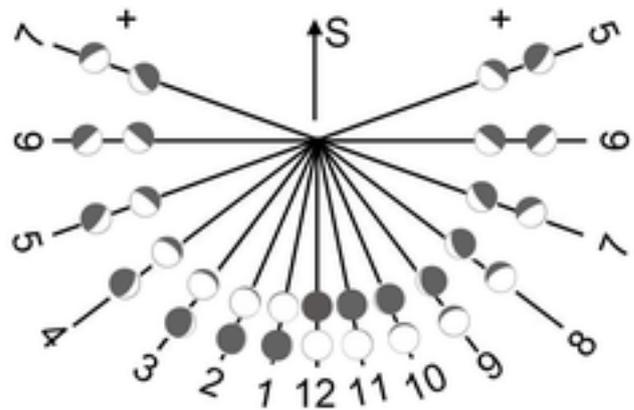


Abb.2 Das Zifferblatt der Monduhr.

Der Schatten auf der Uhr in Abb. 1 zeigt 7h20. Wie spät mag es da gerade (ungefähr!) sein?

Senden Sie Ihre Lösung per Email an kd-teletec@medek.at oder plaudern Sie darüber einfach mit mir am Telefon unter +43 (0) 664 853 8226!

- ¹ „Eine Nacht auf dem kahlen Berge“, ist der Titel eines mitreißenden Hexentanzes von Modest Mussorgsky.
- ² Das Bild stammt von einem Schallplatten-Cover „Danse macabre“ von Camille Saint-Saëns.

Lösung der letzten Nachdenkaufgabe

Kurt Descovich, Wien

Eine kreisförmige Skalenscheibe für die Einstellung des Datums an einer mechanischen Sonnenuhr schien dem Oktober 32 Tage und dem November 31 Tage, dem ganzen Jahr 377 Tage beizumessen. Was war da falsch, oder doch nicht?

Genau hinsehen! Zwischen dem Ersten eines Monats und seinem Zehnten (jeweils 0 Uhr, längere Skalenstriche) liegen nur **neun** Tagesintervalle! Es gibt schließlich keinen **Nullten** eines Monats! Die anderen Dekaden zählen korrekt jeweils zehn Tagesintervalle.



Sonnenuhren und Radlinien

Walter Hofmann, Wien

Radlinien begegnen wir wiederholt in Naturwissenschaft und Technik: als scheinbare Bahnen der Planeten im geozentrischen Weltbild mit der Annahme von Epizykeln, als Führung des Pendels von Huygens, als Profile von Zahnflanken bei Verzahnungen - die Liste könnte fortgesetzt werden. Wir finden Radlinien auch in der Gnomonik!

1. Über Radlinien

Was sind Radlinien? Die Frage soll Schritt für Schritt für ebene Radlinien beantwortet werden. Es gibt auch sphärische Radlinien.

Betrachten wir zunächst einen Kreis k , der, ohne zu gleiten, in einer Ebene auf einer Geraden g rollt. Stellen wir uns dazu den Kreis aus einer dünnen Platte ausgeschnitten vor, die Gerade als Kante einer anderen Platte, beide auf einer ebenen Unterlage, zum Beispiel auf einem Zeichenblatt. Ein Zeichenstift, der in einem beliebigen Punkt mit dem rollenden Kreis verbunden ist, würde auf das Zeichenblatt eine Radlinie zeichnen, eine so genannte Zyklode. Zunächst soll der Punkt, mit A bezeichnet, auf dem Kreis k liegen und am Beginn der Bewegung der Punkt sein, in dem k die Gerade g berührt. Der Kreis rollt ein Stück nach rechts und berührt dann g in einem Punkt B . Die Stelle des Punktes A auf k gelangt nach C . Der Bogen BC ist so lang wie die Strecke AB (Abb. 1).

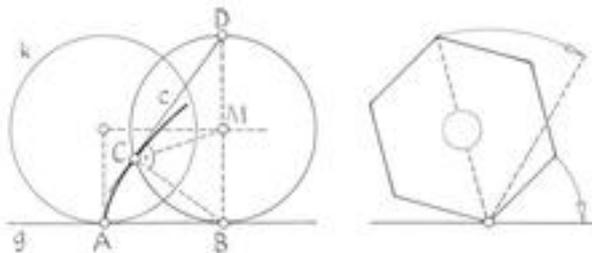


Abb. 1 Ein Kreis k rollt auf einer Geraden g .

Einen Augenblick lang kann das Rollen von k auf g als eine Drehung um B angesehen werden: Wird ein sechskantiger Bleistift auf einer ebenen Unterlage gewälzt, dann dreht er sich um die Kante, die die Ebene berührt (Abb. 1 rechts). Statt des regelmäßigen Sechsecks können Vielecke mit immer höheren Eckenzahlen betrachtet werden, die sich einem Kreis annähern. C dreht sich „einen Moment lang“ um B , den „Momentanpol“. Die Tangente c an die Radlinie in C ist daher rechtwinklig zur Geraden BC und geht nach dem Satz von Thales durch den B auf k gegenüber liegenden Punkt D , den „Gegenpunkt“ zu B auf k .

Durch das Rollen von k auf g entstehen Zykloiden. Je nachdem wo die Spitze des Stiftes befestigt ist, können sie Spitzen besitzen, sie können verschlungen oder gestreckt sein (Abb. 2). Rollt eine Gerade g auf einem festen Kreis k ab, entstehen Kreisevolventen (Abb. 3). Wenn zum Beispiel

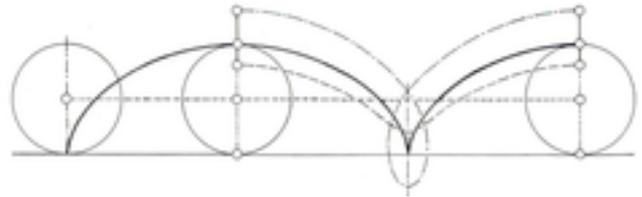


Abb. 2 Zykloiden.

ein gespannter Faden von einer Spule abgewickelt wird, zeichnet ein Schreibstift am Ende des Fadens einen „Ast“ einer Kreisevolvente mit einer Spitze. Die Kurve besteht aus zwei symmetrischen Ästen, die sich spiralg immer weiter von k entfernen. Sie kommt in diesem Aufsatz nicht mehr vor.

Rollt ein Kreis k_2 auf der konvexen Seite eines festen Kreises k_1 , entstehen Aufradlinien, Epitrochoiden. Dabei kann k_2 k_1 mit seiner Außenseite oder, wie ein Reifen, mit seiner Innenseite berühren (Abb. 4a und 4b). Rollt ein Kreis k_2 im Inneren eines festen Kreises k_1 , ergeben sich Inradlinien, Hypotrochoiden (Abb. 5). Gespitzte Aufradlinien werden Epizykloiden, gespitzte Inradlinien Hypozykloiden genannt.

Analog zur Erklärung der Zykloiden, bei denen ein Kreis auf einer Geraden rollt, soll nun ein Kreis k_2 mit seiner konvexen Seite außen auf einem festen Kreis k_1 abrollen (Abb. 6). Beide Kreise berühren einander in einem Punkt A . Der Kreis k_2 rollt ein Stück und berührt k_1 in einem Punkt B . Die Stelle des Punktes A auf k_2 gelangt nach C . Die Bögen AB und BC sind gleich lang. Durch das Rollen von k_2 entsteht eine gespitzte Aufradlinie mit einer Spitze in A . Die Tangente c an die Aufradlinie in C geht durch den Gegenpunkt D zu B auf k_2 .

M_1 und M_2 seien die Mitten der beiden Kreise k_1 und k_2 , r_1 und r_2 deren Radien. P sei ein mit k_2 verbundener Punkt. ω_1 sei die Winkelgeschwindigkeit einer gleichförmigen Drehung von M_1M_2 um M_1 , ω_2 die Winkelgeschwindigkeit einer ebenfalls gleichförmigen Drehung von M_2P um M_2 bezüglich M_1M_2 . Einer Drehung von M_1M_2 um einen Winkel $\alpha = t \cdot \omega_1$ entspricht eine Drehung von M_2P um $\beta = t \cdot \omega_2$. Unabhängig davon, ob P auf k_2 liegt oder nur fest mit k_2 verbunden ist, ist $t \cdot r_1 \cdot \omega_1 = t \cdot r_2 \cdot \omega_2$, $r_1 \cdot \omega_1 = r_2 \cdot \omega_2$ und damit

$$(1) \quad \omega_1 : \omega_2 = r_2 : r_1 = \text{const.}$$

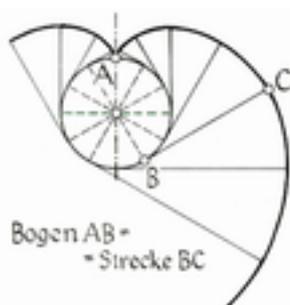


Abb. 3 Kreisevolvente

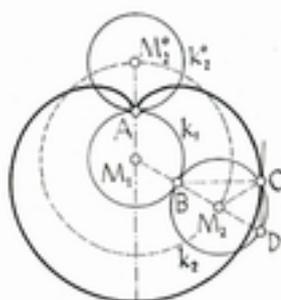


Abb. 4a+b Zwei Epizykloiden, „Kardioiden“ und „Nephroide“

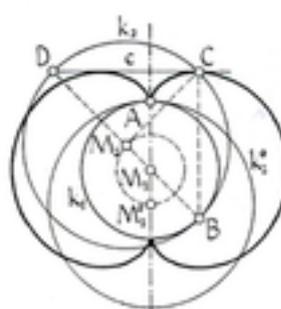


Abb. 5 Hypozykloide, „Deltoiden“

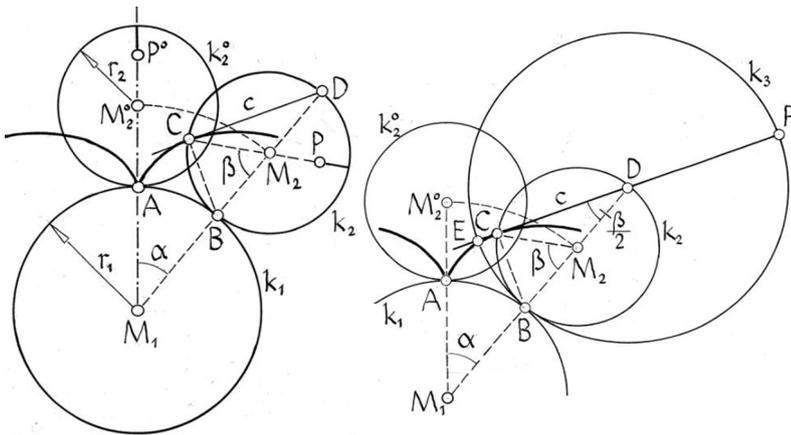


Abb. 6 Grundkonstruktion;
 $r_1 : r_2 = \beta : \alpha$

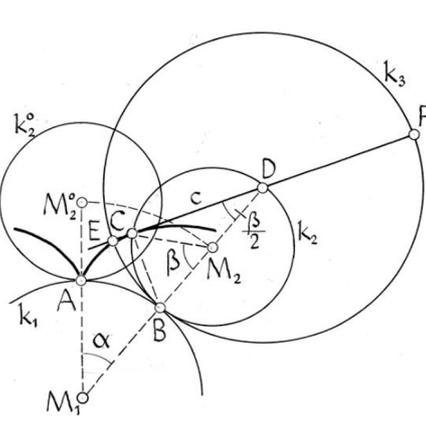


Abb. 7 Die Hüllkurve eines
Rollkreisdurchmessers

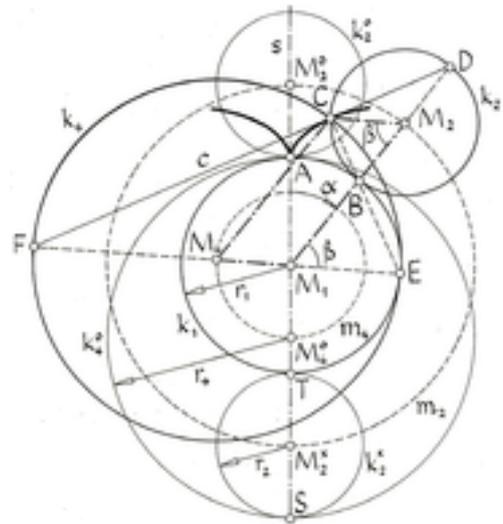


Abb. 8 Die zweifache Erzeugung
einer Radlinie

Anmerkung 1: Aufrad- und Inradlinien entstehen beim Rollen eines Kreises k_2 auf oder in einem festen Kreis k_1 , die beide in einer Ebene liegen. Sie können auch als Bahnen eines Punktes P erklärt werden, wenn sich eine Strecke M_1M_2 gleichförmig um M_1 und eine Strecke M_2P gleichförmig um M_2 dreht, wobei das Verhältnis der beiden Winkelgeschwindigkeiten konstant ist. Bei einer Aufradlinie dreht sich der rollende Kreis im gleichen Sinn wie die Strecke M_1M_2 , bei einer Inradlinie im entgegengesetzten Sinn.

Nun wird den Kreisen k_1 und k_2 in Abb. 6 ein dritter Kreis k_3 mit der Mitte im Gegenpunkt D zu B auf k_2 hinzugefügt (Abb. 7). Er berührt k_1 in B , hat also den doppelten Radius von k_2 . Die Tangente CD trifft ihn in E und F ; E soll näher bei C liegen als F . Sei M_2 die Mitte von k_2 , dann ist nach dem Peripheriewinkelsatz der Winkel EFB halb so groß wie der Winkel CM_2B , kurz $W(CM_2B) = 2 \cdot W(EFB)$. Die Bögen BC und BF sind gleich lang!

Anmerkung 2: Rollt ein Kreis k_3 auf oder in einem festen Kreis k_1 (oder auf einer festen Geraden), dann hüllt jeder seiner Durchmesser eine gespitzte Radlinie ein.

Wir betrachten weiters zwei Kreise k_2 und k_4 , die beide auf einem festen Kreis k_1 abrollen, k_2 mit seiner Außenseite, k_4 mit seiner Innenseite (Abb. 8). Der Durchmesser $2r_4$ von k_4 soll gleich der Summe der Durchmesser $2r_1, 2r_2$ von k_1, k_2 sein:

$$(2) \quad r_4 = r_1 + r_2$$

Es soll gezeigt werden, dass Punkte von k_2 und k_4 mit einer gemeinsamen Anfangslage dieselbe Epizykloide erzeugen.

Für eine Anfangslage mit einem gemeinsamen Scheitelpunkt S der Epizykloide liegen die Punkte S, T, A , in denen einander k_1, k_2^x, k_4^x zu je zweien berühren, auf einer Symmetrieachse s , ebenso wie die Mittelpunkte M_1, M_2^x, M_4^x der drei Kreise. Beim Rollen von k_2 auf k_1 läuft M_2 auf einem zu k_1 konzentrischen Kreis m_2 mit dem Radius $r_1 + r_2$, beim Rollen von k_4 auf k_1 ist der Ort der Punkte M_4 der ebenfalls zu k_1 konzentrische Kreis m_4 mit dem Radius $|r_2 - r_1|$.

Verfolgt werden nun die Wege je eines Punktes von k_2 und k_4 , in dem die beiden Kreise k_1 berühren, in der Ausgangslage im Punkt A . Die Mitte M_2^o von k_2^o liegt auf der Symmetrieachse s .

In einer allgemeinen Lage berührt k_2 den Kreis k_1 in B , der Punkt aus der Anfangslage A gelangt nach C . Die Bögen AB und BC sind gleich lang.

Die Verbindungsgerade von B und C schneidet den Kreis k_1 in einem zweiten Punkt E . In E berührt eine Drehlage des Kreises k_4 den festen Kreis k_1 , sein Mittelpunkt M_4 und der Gegenpunkt F zu E liegen auf der Verbindungsgeraden von E und M_1 . Die Dreiecke BCM_2 und BEM_1 sind zueinander zentrisch ähnlich. Die Strecke M_1M_4 ist parallel zur Strecke M_2C und gleich lang wie diese ($M_2C = r_2$). Ein Gleiches gilt für die Strecken M_4C und $M_1M_2 = r_1 + r_2$. Wegen (2) geht der Kreis k_4 durch den Punkt C , k_4 erzeugt dieselbe Epizykloide wie k_2 .

Die Tangente c in C geht sowohl durch den Gegenpunkt D zu B auf k_2 als auch durch den Gegenpunkt F zu E auf k_4 . Wieder werden die Winkel AM_1B und BM_2C , kurz $W(AM_1B)$ und $W(BM_2C)$, mit α und β bezeichnet. Weil M_4E parallel zu CM_2 ist, ist $W(AM_1E) = \alpha + \beta$ und $W(EM_4C) = \beta$. Mit (2) gilt $r_1 : r_4 = (\alpha + \beta) : \beta$, und weiter mit (1) $r_1 \cdot \beta = (r_1 + r_2) \cdot (\alpha + \beta)$. Es folgt $r_1 \cdot \alpha = r_2 \cdot \beta$. Die Kreisbögen AE und EC sind gleich lang.

Auch gespitzte Inradlinien können auf jeweils zwei Arten erzeugt werden, ebenso alle verschlungenen und gestreckten Typen. Bei diesen rollen allerdings zwei Kreise verschiedener Größe auf zwei ebenfalls verschieden großen festen Kreisen. Für den Beweis und ein weiterführendes Studium sei auf das Kapitel *Radlinien* in [1] verwiesen.

Anmerkung 3: Jede Aufradlinie und jede Inradlinie kann auf zwei verschiedene Arten erzeugt werden. Bei gespitzten Typen sind es zwei verschieden große Kreise, die auf einem festen Kreis rollen. Bei verschlungenen und gestreckten Typen rollen die Kreise auf zwei verschiedenen festen Kreisen. Bei beiden Erzeugungen drehen sich die rollenden Kreise sowohl bei den Aufradlinien als auch bei den Inradlinien in der gleichen Richtung.

2. Verborgene Epizykloiden in ebenen Zifferblättern für Temporalstunden

Temporalstunden, das Zeitmaß der griechischen und römischen Antike, sollten an jedem Tag die Zeit vom Aufgang bis zum Untergang der Sonne in zwölf gleich lange Abschnitte teilen, ebenso in den Nächten. Die Längen dieser Stunden hängen damit vom jeweiligen Datum ab.

Vitruv erklärte in „De Architectura“ die Konstruktion einer Sonnenuhr in einer hohlen Halbkugel, in einer „Skaphe“, mit Hilfe eines Normalrisses auf die Ebene des Ortsmeridians (Abb. 9, rechts). Die ganze Kugel werde mit Φ , ihr Mittelpunkt mit O bezeichnet. Auf die gedachte Hälfte von Φ oberhalb des „Bootes“ werden aus O die Orte auf der Sphäre projiziert. Der waagrechte Großkreis hz von Φ ist das Bild des mathematischen Horizonts, das Bild der Himmelsachse a steigt unter dem Winkel φ der geographischen Breite des Standortes gegen die Waagrechte zum Himmelsäquator und die beiden Wendekreise werden auf die Kreise eq , w_n und w_s von Φ abgebildet.

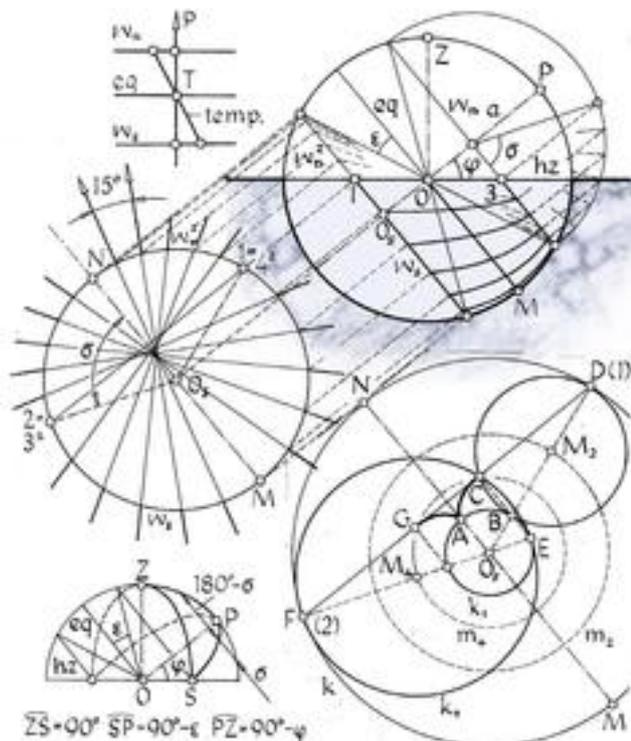


Abb. 9 Linien für die Temporalstunden in einer Skaphe und auf einer ebenen Äquatorialuhr.

In der Beschreibung bei Vitruv werden unterhalb der waagrechteten Ebene durch die Kugelmittle O die Bögen auf w_n und w_s von einem Schnittpunkt mit dem Bild hz des Horizonts bis zum nächsten in zwölf gleiche Teile geteilt. Bewegt sich die Sonne auf der Sphäre scheinbar längs des nördlichen Wendekreises w_n , so fallen die Schatten auf den südlichen Bogen w_s . Ebenso fallen die Schatten zufolge der Sonnenstände auf w_s auf Punkte von w_n unterhalb von hz . Auch die untere Hälfte des Äquatorbildes eq wird in zwölf gleiche Teile geteilt.

Werden *alle* Parallelkreisbögen zum Äquator, auch die jenseits der beiden Wendekreise, unterhalb des Horizonts in zwölf gleiche Teile geteilt, so liegen die Punkte zur gleichen Teilungszahl mit Ausnahme der Mittagslinie auf Raumkurven [2]. Wie weit sich antike Astronomen mit diesen Kurven befasst haben, ist meines Wissens nach unbekannt.

Mit sehr guter Genauigkeit können aber diese Raumkurven zwischen den Wendekreisen durch Großkreise von Φ angenähert werden, die durch die Punkte zur gleichen Teilungszahl auf eq , w_n und w_s gehen [3]. Diese Stundenpunkte liegen in Ebenen durch die Kugelmittle O, weil die

Bögen auf w_n um das Gleiche länger sind als die ihnen entsprechenden Bögen auf w_s . Das zeigt Normalprojektion auf eine Tangentialebene von Φ in einem Stundenpunkt T von eq (Abb. 9 links oben). In einer Zentralprojektion der Kugelfläche aus ihrer Mitte O auf ein ebenes Zifferblatt, einer „gnomonischen Projektion“, sind mit dieser Annahme die Stundenlinien für die Temporalstunden Geraden. Wie verlaufen nun diese Geraden jenseits der Projektionen von w_n bzw. w_s ?

Wird der Bogen von w_n mit den Stundenmarken unterhalb von hz aus O als Zentrum auf die Ebene von w_s projiziert, so ergänzen einander der Bogen mit den Stundenpunkten auf w_s und der Bogen w_n^z mit den Projektionen der Stundenpunkte auf w_n zu einem vollen Kreis k mit dem Mittelpunkt O_s (Abb. 9 links). Die Verbindungsgeraden einander entsprechender Stundenpunkte auf w_s und auf w_n^z sind die Zentralprojektionen der Großkreis-Stundenlinien. Sie schließen miteinander Winkel von 15° zu 15° ein, unter denen die Stundenpunkte auf dem Äquator gesehen werden.

1 und 2 seien die Punkte, die für den Schatten des Gnomonendes beim Auf- und beim Untergang der Sonne auf w_s angenommen werden, 3^z und 4^z die entsprechenden Punkte auf w_n^z ; $3^z = 2$, $4^z = 1$. M und N^z sind die „Mittagspunkte“ (siehe jetzt die Vergrößerung von k in Abb.9). Der Stundenwinkel $\sigma = W(N^zO_1)$ ergibt sich aus dem Seitenkosinussatz der sphärischen Trigonometrie für das nautische Dreieck PZS (Abb. 9 links unten; Pol P, Zenit Z, Gestirn S; geographische Breite φ , Schiefe der Ekliptik ϵ):

$$(3) \quad \cos(180^\circ - \sigma) = -\tan \varphi \cdot \tan \epsilon$$

Die Punkte H und I^z begrenzen die Strecken für die Temporalstunden. Für die 1. Temporalstunde auf dem „Winterbogen“ w_n^z ist $W(O_s I^z) = \sigma/6$. Parallel zur Richtung von O_s zum Punkt für die 1. Stunde auf dem Äquatorkreis eq dreht sich die Strecke $H I^z$ um 15° . Bezüglich $O_s I^z$ dreht sich $H I^z$ um $(15^\circ - \sigma/6)$. Diese Änderungen wiederholen sich zu jeder weiteren Stunde. Die Drehungen um O_s und I^z bzw. um O_s und H erfolgen jeweils im gleichen Umlaufsinn. Nach den Anmerkungen 2 und 3 hüllen die Strecken $I^z H$ einen Teil einer Epizykloide ein, zwei Bögen von C bis A und von A bis G.

Die Spitze A der Radlinie liegt auf dem festen Kreis k_1 mit der Mitte O_s . Mit $O_s I^z = O_s H = R$ und den Bezeichnungen r_1, r_2, r_4 in den Ausführungen vor der Anmerkung 3 ist $r_1 + 2 r_2 = R, r_4 = r_1 + r_2, r_4 = r_1 + (R - r_1) / 2$, und weiter

$$(4) \quad r_4 = R + r_1/2$$

Die Winkelgeschwindigkeiten ω_2 und ω_4 sind doppelt so groß wie die der Drehungen von $H I^z$ um I^z und von $I^z H$ um H. Nach (1) gilt

$$r_1 \cdot \sigma/6 = 2 r_2 \cdot (15^\circ - \sigma/6) \text{ und } r_1 \cdot (15^\circ - \sigma/6) = 2 r_4 \cdot \sigma/6$$

Für r_1, r_2, r_4 ergeben sich:

$$(5) \quad r_1 = R \cdot (90^\circ - \sigma) / 90^\circ, r_2 = R \cdot \sigma / 180^\circ, r_4 = R \cdot (180^\circ - \sigma) / 180^\circ$$

Die Zentralprojektion aus der Kugelmittle bildet die Stundenlinien und die Epizykloide in der Ebene von w_s auf jedes andere ebene Zifferblatt ab, zum Beispiel auf das einer vertikalen SW-Uhr (Abb. 10).

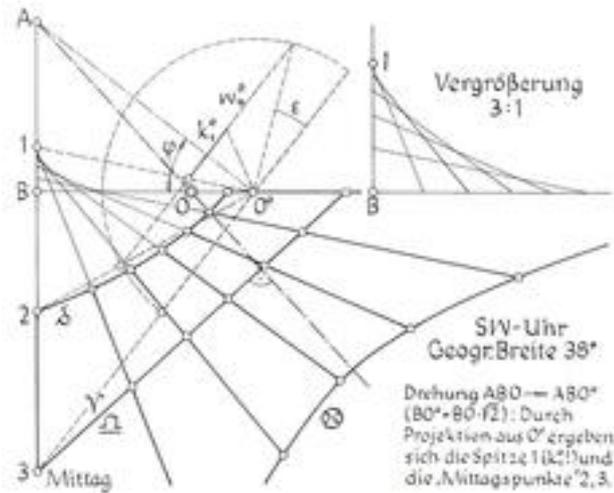


Abb. 10 Linien für die Temporalstunden einer vertikalen SW-Uhr.

Wir fassen zusammen:

Auf allen ebenen Zifferblättern hüllen die als Geraden angenommenen Stundenlinien für die Temporalstunden Kurven ein, die Zentralprojektionen von Bögen einer Epizykloide sind. Die jeweilige Spitze liegt auf der Mittagslinie.

3. Die Zykloidenuhr

Ebene Zifferblätter von Sonnenuhren werden als „polar“ bezeichnet, wenn sie parallel zur Erdachse sind. Betrachten wir zunächst ein solches, in unseren Breiten nach Süden gerichtetes Zifferblatt, und bringen wir an ihm eine zylindrische Fläche an, deren Erzeugenden zum Pol zeigen. Die Basis des Zylinders, rechtwinklig zu den Erzeugenden, soll eine „gemeine“ Zykloide sein, eine gespitzte Radlinie, die durch das Abrollen eines Kreises auf einer Geraden entsteht (Abb. 2). Der Zylinder soll die Ebene des Zifferblattes mit seiner Scheitelerzeugenden berühren, seine Schlagschatten sollen auf dem Zifferblatt mit ihren geradlinigen Grenzen auf zur Polachse parallelen Geraden die Stunden Wahrer Ortszeit anzeigen [4].

Weil zu gleichen Winkeln auf dem rollenden Kreis gleiche Abstände der Momentanpole gehören, sind auch die jeweiligen Gegenpunkte zu den Momentanpolen auf dem Kreis gleich weit voneinander entfernt. Daher haben die parallelen Stundenlinien auf dieser besonderen Sonnenuhr gleiche Abstände voneinander. Diese Abstände betragen für Stundenwinkel von 15° zu 15° mit r als Kreisradius $r \cdot \arccos 15^\circ$ (Abb. 11).

Für das nach Süden gerichtete Zifferblatt beginnt die Anzeige nach 6 Uhr früh nahe der Scheitelerzeugenden und wandert nach Osten. Es gibt zwei Mittagslinien, die verlängerten Normalprojektionen der Erzeugenden durch die Spitzen des Zykloidenbogens. Am Nachmittag zieht sich der Schatten von Westen her zur Scheitelerzeugenden zurück. Für die Schatten vor 6 Uhr früh und nach 6 Uhr abends ist der Zylinder an der Ebene des Zifferblattes zu spiegeln.

Das Zifferblatt muss nicht nach Süden gerichtet sein. Es sind polare Zifferblätter der verschiedensten Richtungen denkbar.

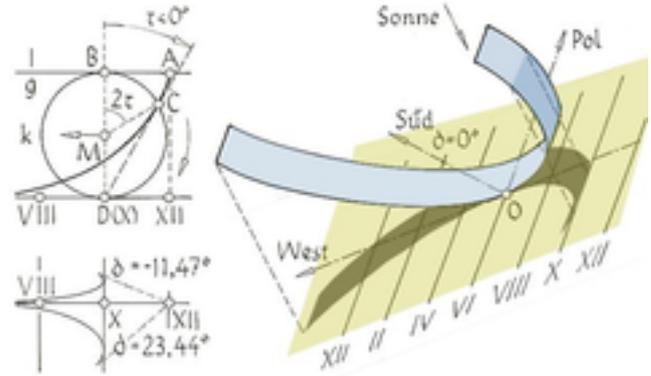


Abb. 11 Zykloidenuhr.

4. Die scheinbare Jahresbahn der Sonne auf der Sphäre

Auch auf Kugelflächen gibt es Radlinien. Die beiden Kreise k_1, k_2 und der mit dem Rollkreis verbundene Punkt liegen auf der Oberfläche einer Kugel.

Auf dem Modell einer Sphäre sei P der Himmelspol, E der Pol der Ekliptik, S eine Position der Sonne (Abb. 12). Die Bogenlänge von PE ist durch die der Schiefe ϵ der Ekliptik gegeben, jene von ES durch 90° . An jedem Tag dreht sich PE gleichförmig um P. Für die Winkelgeschwindigkeiten gilt

$$\omega_{PE} + \omega_{ES} = \omega_{PS}$$

Nehmen wir an, die jährliche Drehung von ES wäre gleichförmig, so wäre die scheinbare Jahresbahn der Sonne analog zur Anmerkung 1 eine sphärische Radlinie. Weil das nicht der Fall ist, kann die scheinbare Jahresbahn der Sonne nur durch eine Folge sphärischer Radlinien angenähert werden.

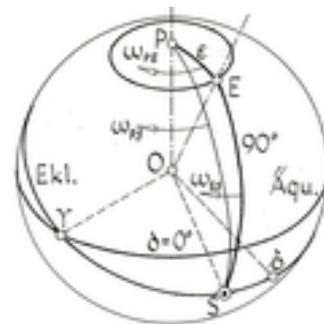


Abb. 12 Die scheinbare Jahresbahn der Sonne.

Literatur:

- [1] Walter Wunderlich, Ebene Kinematik. Bibliographisches Institut, Mannheim 1970.
- [2] Dominique Collin, Les lignes horaires temporaires dans les cadrans solaires antiques, pp. 53-78, in: Denis Savoie, Recherches sur les cadrans solaires. De diversis artibus, Turnhout, Belgium, 2014.
- [3] Walter Hofmann, GSA-Rundschreiben Nr. 52.
- [4] Fred Sawyer, The Cycloid Polar Sundial. The Compendium, December 1998.



Dieses hübsche Bild einer nicht alltäglichen Sonnenuhr verdanken wir unserem Mitglied Herbert Loserl. Es ist auf Capri aufgenommen, am Aussichtspunkt der Gärten des Augustus. Ein auf einem Sockel montierter Obelisk dient als Gnomon.

Die Sonnenuhr als Monduhr

Kurt Descovich, Wien

Bei einigermaßen hellem Mondschein (also nicht gerade nahe beim Neumond), geringem Störlicht und dunkeladaptiertem Auge kann man auf einer Sonnenuhr nachts recht gut den Schatten des Schattenstabes erkennen. Was man noch über die Mondphase wissen sollte, damit man aus der Zeitablesung an der Sonnenuhr zumindest ungefähr auf die nächtliche Uhrzeit schließen kann, wird in diesem Beitrag beschrieben.

*Als Gott den lieben Mond erschuf,
gab Er ihm folgenden Beruf:
Beim Zu- sowohl wie beim Abnehmen
sich deutschen Lesern zu bequemen,
ein **a** formierend und ein **3**,
dass keiner groß zu denken hätt.
Befolgend dies, ward der Trabant
ein völlig deutscher Gegenstand.*

(Christian Morgenstern)

– eine Erkenntnis, die sich jedem aufdrängt, der den Mond daraufhin betrachtet. Aber auch die alten Römer hatten einen passenden Spruch:

Luna **C**rescens **D**, **D**ecrescens **C** monstrat – luna semper mentitur. (Der Mond zeigt zunehmend (**C**rescens) **D**, abnehmend (**D**ecrescens) **C** – der Mond lügt immer!)

Die Beschäftigung mit dem in unserem letzten Dezember-Rundschreiben Nr. 58 behandelten Phebilabium, im Besonderen mit der dort beschriebenen Monduhr (Abb. 1), war mir Anlass, mich mit der Eignung von Sonnenuhren als Monduhren zu beschäftigen.

Gretchenfrage: Wo befindet sich die Sonne?

Der Zeigerschatten, den der Mond mit seinem Licht nachts auf die Skalenfläche einer Sonnenuhr wirft, zeigt uns, wie spät es wäre, wenn die Sonne an seiner Stelle am Himmel stünde; dort steht sie aber nur bei Neumond, was wir aus naheliegenden Gründen aus diesen Betrachtungen ausklammern.

Vielmehr muss es uns interessieren, in welchem Winkelabstand vom Mond sich die Sonne befindet; das können



Abb. 1 Die Monduhr des Phebilabiums (Nachbau) mit dem Polstab und der dem Original nachgebildeten Skalenplatte für den zunehmenden Mond.

wir aus dem Erscheinungsbild der zu- oder abnehmenden Mondsichel schließen – freilich nur ungefähr, und mit relativ groben Schätzungen müssen wir uns begnügen.

Ein Umlauf des Mondes um die Erde, nach dessen Vollendung der Mond wieder die gleiche Stellung zur Sonne einnimmt, dauert durchschnittlich etwa 29,53 Tage (genau 29 Tage, 12 Stunden und 43 Minuten). Etwa ein bis zwei

Tage nach Neumond wird der Mond am Abendhimmel kurz nach Sonnenuntergang als dünne zunehmende Sichel – das so genannte „Neulicht“ – sichtbar, was beispielsweise im alten Babylonien rege begrüßt und als der Beginn eines neuen Monats landesweit ausgerufen wurde.

Während der Bewegung des Mondes um die Erde ändert sich der Winkel, der im gedachten Dreieck Erde-Mond-Sonne von den Verbindungslinien Erde-Mond und Erde-Sonne aufgespannt wird, die sogenannte Elongation des Mondes. Für einen Beobachter auf der Erde verändert sich damit das Erscheinungsbild des Mondes. Beim Durchlaufen des Mondphasenzyklus ab Neumond nimmt die Phase, als der Anteil der von der Sonne beleuchteten und gleichzeitig von der Erde aus sichtbaren Mondoberfläche, zunächst zu und anschließend wieder ab [2].

In Abb. 2 ist dargestellt, welchen Erscheinungsbildern – Lichtgestalten – des Mondes seine Elongation zuzuordnen ist, um die er, von der Erde aus gesehen, in seiner Umlaufrichtung der Sonne voraus eilt bzw., in Zeit umgerechnet, um wieviel früher die Sonne an der Stelle war, an der sich der Mond jetzt befindet.

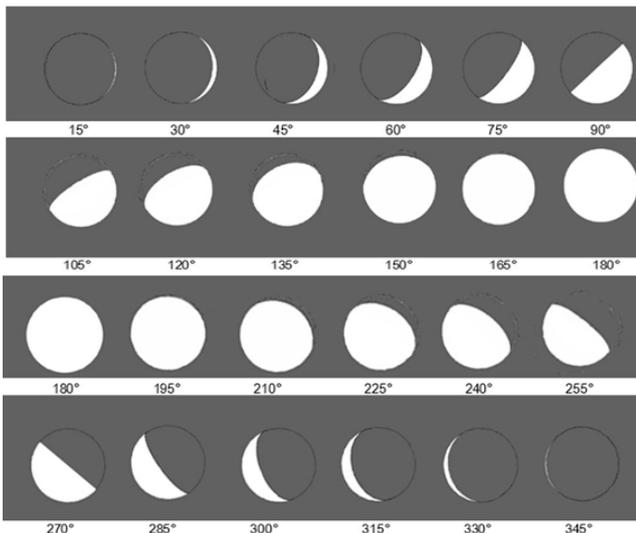


Abb. 2 Erscheinungsbilder des Mondes während seines synodischen Umlaufs, in 15°-Elongationsschritten. Oben: zunehmender, unten: abnehmender Mond. Die Drehlage entspricht dem Bild des Mondes ungefähr zur Halbzeit seiner Sichtbarkeit am Nachthimmel.

In Abb. 3 sind die Mondphasen in 30°-Elongationsschritten dargestellt, und zwar in der Lage, wie sie sich einem Beobachter auf mittleren nördlichen Breiten ungefähr zur Halbzeit der Sichtbarkeit des Mondes am Nachthimmel zeigt. Die ungefähren Uhrzeiten (WOZ) des Aufgangs, der südlichen Kulmination und des Untergangs sind bei den Mondbildern angegeben. Die Tag-Nacht-Schattengrenze auf der Erde ist in Bezug zur eingezeichneten Sonnenposition (für die Halbmondphase) angedeutet.

Besonders bei Vollmondnähe ist es nicht leicht, die Übereinstimmung des am Himmel sichtbaren Mondbildes mit den fast kreisrunden Mondbildern zu beurteilen. Allein aus diesem Grund muss man bei Zeitablesungen an Sonnenuhren (im Mondlicht) mit einigen Ungenauigkeiten rechnen. Hinzu kommt noch der Umstand, dass die Umlaufbahn des Mondes um die Erde elliptisch und ihre Ebene gegenüber

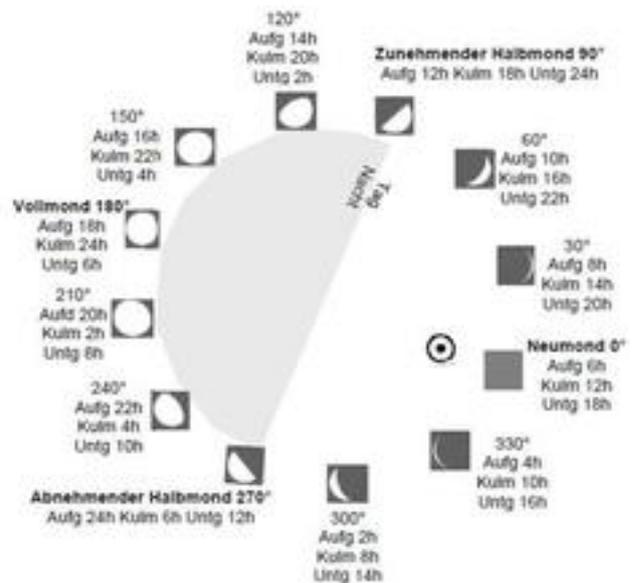


Abb. 3 Die Mondelongation in 30°-Schritten. Je 30° entsprechen einer Addition von 2 Stunden zu der an der Sonnenuhr abgelesenen Zeit, wenn die Sonne an der Stelle des Mondes am Himmel stünde.

der Ekliptik um ungefähr 5° geneigt ist, wobei die Schnittgerade mit der Ekliptik, die Knotenlinie, einen 360°-Umlauf in 18,6 Jahren – dem so genannten Saros-Zyklus – vollführt. Die elliptische Umlaufbahn führt außerdem zu Unterschieden in der Winkelgeschwindigkeit, mit der sich der Mond relativ zur Sonne bewegt. All diese Fehlerquellen wollen wir hier aber vernachlässigen, sondern uns vielmehr einer praxisnahen Konstruktion einer Sonnenuhr zuwenden, auf der man die Uhrzeit bei Mondschein zumindest einigermaßen ablesen kann, ohne auf irgendwelche Tabellen oder sonstige Hilfsmittel zurückgreifen zu müssen.

Beim Phebilabium (Abb. 1) hat der Konstrukteur, Johannes Götschler [1], zwei in das Instrument einzulegende Skalenplatten – eine für den zunehmenden (Abb. 4), die andere für den abnehmenden Mond (Abb. 5) – vorgesehen und für jeweils neun (Abb. 4) bzw. acht (Abb. 5) einigermaßen deutlich erkennbare Mondphasenbilder eigene Stunden-skalen angebracht. Wenn auch die Schwierigkeit der Beurteilung der Mondphasenbilder damals (um das Jahr 1500) dieselbe war wie heute, so waren doch die Menschen damals, im Vergleich zu den heute lebenden, im Allgemeinen besser mit dem gerade gültigen Mondalter, also der Anzahl von Tagen seit dem letzten Neu- oder Vollmond, vertraut, und Johannes Götschlers Mondphasenbilder passen gut zu den von Tag zu Tag veränderlichen Erscheinungsbildern des Mondes am Nachthimmel. Man brauchte also lediglich bei der „richtigen“ Stundenskala die vom Schattenstab angezeigte Stunde abzulesen; Johann Wolhopter [3], der eine ausführliche Anleitung zum Gebrauch des Phebilabiums verfasst hat, beschreibt die Ablesung „auf das Quart“ – also eine Viertelstunde – genau.

Diese Genauigkeitsangabe ist jedoch anzuzweifeln, denn der exakte Zeitpunkt des Neu- oder des Vollmonds kann am entsprechenden Datum leicht um +/- 12 Stunden schwanken, was allein schon einen Fehler von einer Dreiviertelstunde bei der Wahl der „richtigen“ Stundenskala einbringen kann. Man kann es drehen und wenden, wie man will: Die genaue Mondphase ohne astronomische

Hilfestellung zu schätzen, ist mit nicht geringen Fehlern behaftet, die wir bei nächtlichen Zeitablesungen an Sonnenuhren einfach hinzunehmen haben.

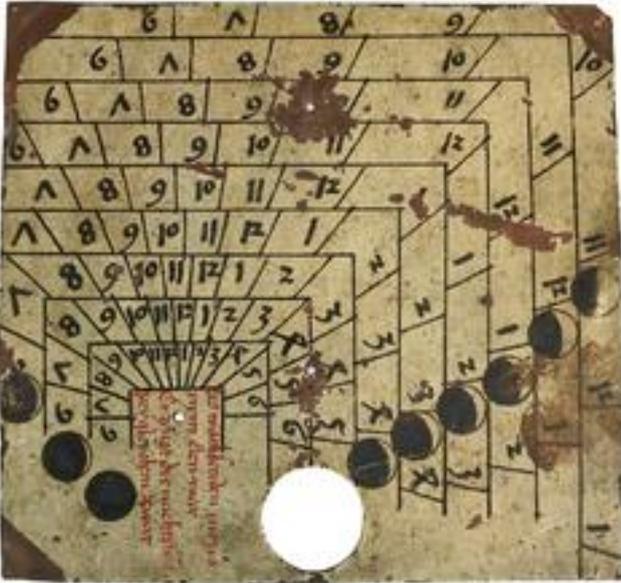


Abb. 4 Die Skala des Phebilabiums für den zunehmenden Mond.



Abb. 5 Die Skala des Phebilabiums für den abnehmenden Mond.

Wir wollen uns hier eine andere Sonnen- bzw. Monduhrkonstruktion ansehen, die uns zwar nicht von einer einigermaßen zutreffenden Abschätzung der Mondphase befreit, die jedoch mit einer einzigen und daher etwas übersichtlicheren Stundenskala auskommt. Es handelt sich wieder um eine Horizontaluhr mit einem zum Himmelspol ausgerichteten Schattenstab (Abb. 6).

Die Stundenskala ist eine übliche WOZ-Stundenskala (Abb. 7), auf der (bei Sonnenschein) am Tag die übliche Wahre Ortszeit (WOZ) abgelesen werden kann. Bei den Stundenlinien sind aber auch Mondphasenbilder angegeben. Man braucht bei der Verwendung als Monduhr neben der Ablesung der „WOZ-Stunde“ nur das Erscheinungsbild des am Himmel stehenden Mondes auf der Skala zu suchen; die Stundenzahl, die beim passenden

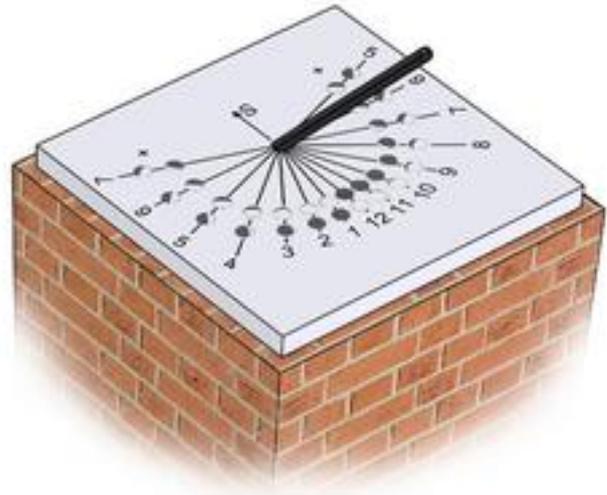


Abb. 6 Eine als Monduhr brauchbare Sonnenuhr.

Mondbild steht, entspricht der Elongation des Mondes, die wegen der 15°-Schritte als zusätzliche Stundenzahl einfach zur WOZ-Stundenablesung zu addieren ist; allenfalls ist noch 12 zu subtrahieren, und schon hat man die (nächtliche) Zeit auf der Sonnen-/Monduhr abgelesen.

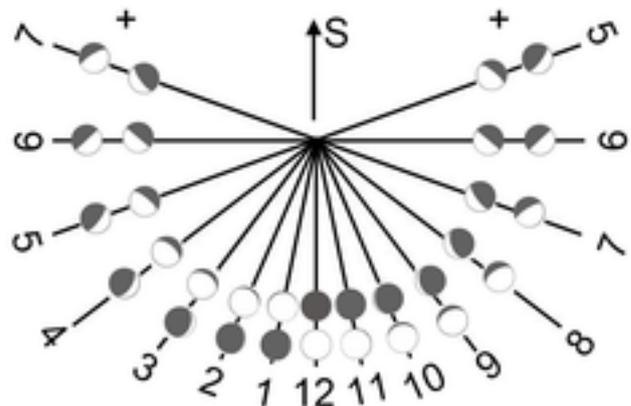


Abb. 7 Das Skalenbild der Sonnenuhr mit Mondphasenbildern.

- [1] Götschler Johannes, um 1500: Phebilabium auf das endt des segsten clima der Welt nach Polushöhe 46 und 47 grad artlich gemacht. Handschrift. In: Heidelberger historische Bestände-digital https://digi.ub.uni-heidelberg.de/diglit/bav_pal_lat_1384/0008/image (s. auch GSA-Rundschreiben Nr. 58 vom Dezember 2019)
- [2] <https://de.wikipedia.org/wiki/Mondphase>
- [3] Wolhopter Johann, 1512: Ain new subtil und fast kunstreich werck ... Gedruckt zu Augsburg bei Schönsberger. In: Wolfenbütteler digitale Bibliothek (Herzog August Bibliothek, hab) <http://diglib.hab.de/drucke/70-astron-1s/start.htm> (s. auch GSA-Rundschreiben Nr. 58 vom Dezember 2019)