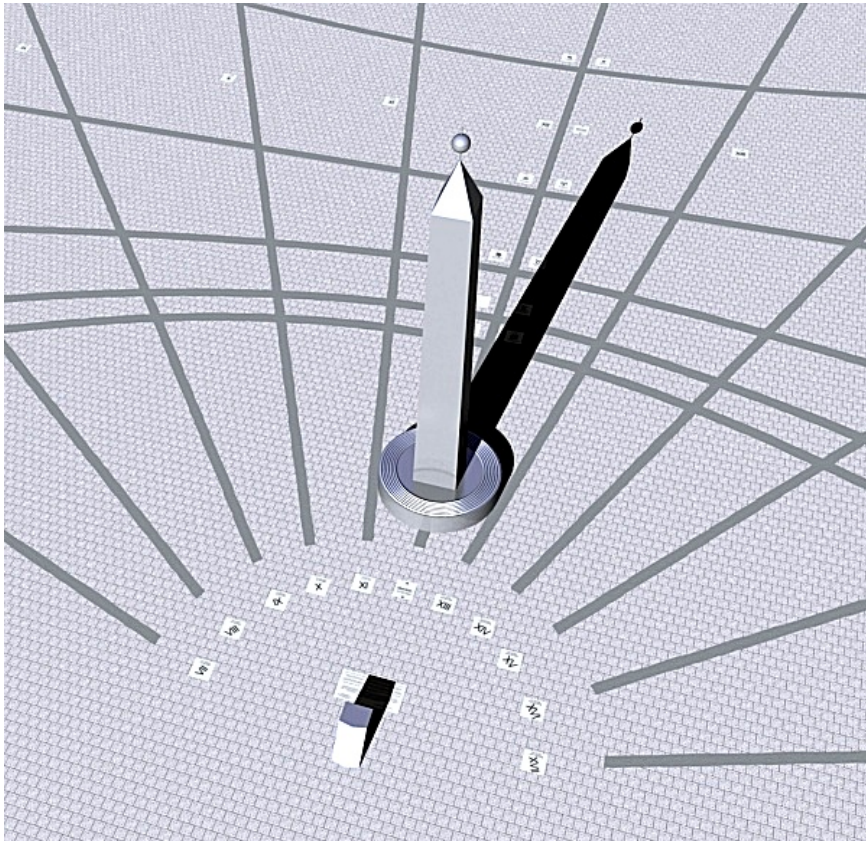


**Die Horizontalsonnenuhr auf der Halde Hoheward  
mit einem Edelstahl-Obelisken  
als Schattenwerfer**



Computergrafik der Sonnenuhr mit dem Obelisken auf der Halde Hoheward von Thomas Morawe, Initiativkreis Horizontastronomie im Ruhrgebiet e.V.

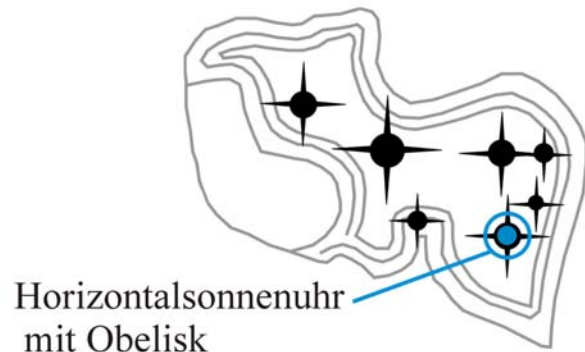
**Informationen zur Ablesung der Sonnenuhr,  
zu den Gestaltungsprinzipien der Anlage,  
zur Astronomie des Schattenlaufs und  
zur kultur- und astronomiegeschichtlichen Bedeutung  
einer schattenmessenden Einrichtung**

von Burkard Steinrücken  
Initiativkreis Horizontastronomie im Ruhrgebiet e.V. und  
Westfälische Volkssternwarte und Planetarium Recklinghausen  
[steinruecken@sternwarte-recklinghausen.de](mailto:steinruecken@sternwarte-recklinghausen.de)

## Einleitung und Inhalt

Am 17. Mai 2005 wurde als erste Station des geplanten Astronomischen Parks auf der Halde Hoheward im Landschaftspark Emscherbruch die große Horizontalsonnenuhr mit einem Obelisk als Schattenwerfer eingeweiht und eröffnet.

Weitere Stationen, die frühe astronomische Techniken aufgreifen und diese für den Besucher erlebbar machen, ihm eigene Beobachtungen und die Erkenntnis der wichtigsten Himmelserscheinungen ermöglichen, werden folgen. Sie richten sich in ihrer Anordnung nach der Gestalt der berühmten Sterngruppe der Plejaden.



Die Horizontalsonnenuhr dient der Beobachtung und Messung des Schattenlaufs und folgt antiken Vorbildern aus Zeit der Astronomie weit vor der Erfindung des Fernrohres. Einen vergleichbaren Zeitmesser, der nicht nur aus dem Obelisk besteht, sondern auch aus einer nach den örtlichen Begebenheiten gestalteten Horizontalfläche, die den Schatten auffängt, ließ Kaiser Augustus 13 v. Chr. auf dem Marsfeld in Rom errichten.

Der griechische Naturforscher Anaximander bestimmte bereits im 6. Jahrhundert vor Christus in Sparta mit einem senkrechten Schattenwerfer die Sonnenwenden und Tag-und-Nacht-Gleichen.

In dieser Schrift werden die astronomischen und die sich daraus ableitenden gestalterischen Prinzipien der Horizontalsonnenuhr beschrieben und anhand der folgenden Fragen, die einem Besucher dieser Anlage unmittelbar oder auch bei längerer Betrachtung in den Sinn kommen mögen, behandelt:

*Wie liest man die Sonnenuhr ab?*

*Warum hat der Obelisk eine Kugel auf der Spitze?*

*Warum wird der Schatten mit größer werdendem Abstand zum Obelisk immer unschärfer?*

*Warum laufen die Stundenlinien nicht auf den Obelisk zu, sondern auf den "Polpunkt"?*

*Was bedeuten die gekrümmten Linien auf der Horizontalfläche?*

*Könnte man die Sonnenuhr ohne weitere Veränderung an einen anderen Standort versetzen?*

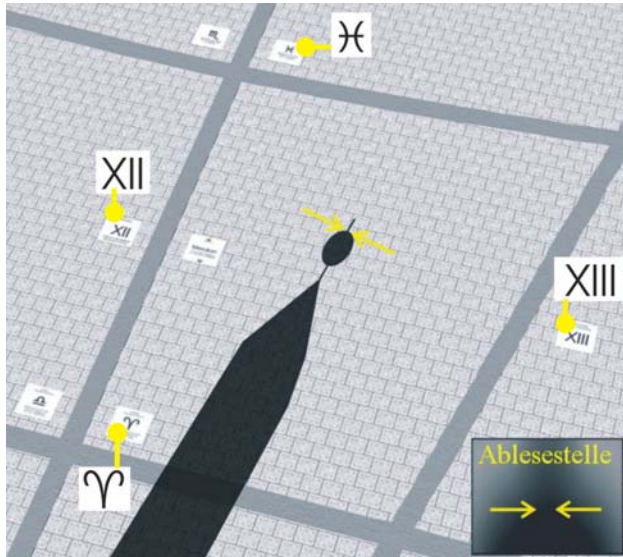
*Wozu hat man schattenmessende Anlagen in der antiken Astronomie verwendet?*

Am Ende dieser Erklärungsschrift befindet sich auch eine verkleinerte Darstellung der Horizontalfläche, die als Vorlage für den Bau eines funktionstüchtigen Modells der Anlage verwendet werden kann:

*Die Horizontalsonnenuhr auf der Halde Hoheward als verkleinertes Modell*

## Wie liest man die Sonnenuhr ab?

Der Obelisk wirft einen Schatten auf die horizontale Schattenebene. Der Schatten des Oberrandes der Kugel, die den Obelisken bekrönt, ist maßgeblich für die Zeitablesung (stets gemeint ist hierbei der Kernschatten; siehe Abschnitt zur Schattenschärfe). Man ermittelt die Lage des Oberrandes des Kugelschattens in Bezug zu den sternförmig verlaufenden Stundenlinien und zu den gekrümmt verlaufenden Datumslinien.



Ablesestelle ist der Kernschatten des Oberrandes der Obeliskenkugel. Computergrafik von Thomas Morawe

Im skizzierten Beispiel liegt der Schatten zwischen den Stundenlinien mit der Bezeichnung XII (römische Zwölf) und XIII (römische Dreizehn) und zwar etwa bei 12.25 Uhr "Wahrer Ortszeit". Der Schatten liegt ebenfalls zwischen zwei Datumslinien, und zwar nördlich der Tag- und-Nacht-Gleichen-Linie, die mit den Widder- und Waagesymbolen gekennzeichnet ist ( $\Upsilon$ ,  $\text{♎}$ ). Die Ablesung erfolgt damit im Winterhalbjahr, und zwar entweder im Monat Februar oder Oktober. Da - von den Extremständen der Sonne zu den Sonnenwenden einmal abgesehen - die Sonne jeweils an zwei Tagen im Jahr auf einer gleichen Bahn läuft, hat man diese Doppeldeutigkeit bei der Datumsablesung.

Die mit dem Widder- und Waagesymbol gekennzeichnete Datumslinie entspricht dem 21. 3. (Eintritt der Sonne in das Zeichen des Widders) und dem 23. 9. (Eintritt der Sonne in das Zeichen der Waage). Die darüber liegende Linie für den Eintritt der Sonne in die Zeichen Skorpion ( $\text{♏}$ ) und Fische ( $\text{♓}$ ) entspricht den Daten 24. Oktober und 20. Februar. Folglich liest man als mögliche etwaige Daten ab: Anfang März oder Mitte Oktober.

Fünf Stunden vor Ortsmittag <b>VII</b>	Vier Stunden vor Ortsmittag <b>VIII</b>	Drei Stunden vor Ortsmittag <b>IX</b>	Zwei Stunden vor Ortsmittag <b>X</b>	Eine Stunde vor Ortsmittag <b>XI</b>	Ortsmittag <b>XII</b> Täglicher Höchststand der Sonne im Süden
Eine Stunde nach Ortsmittag <b>XIII</b>	Zwei Stunden nach Ortsmittag <b>XIV</b>	Drei Stunden nach Ortsmittag <b>XV</b>	Vier Stunden nach Ortsmittag <b>XVI</b>	Fünf Stunden nach Ortsmittag <b>XVII</b>	Norden Meridian Symmetrielinie zwischen Vor- und Nachmittagsseite Süden

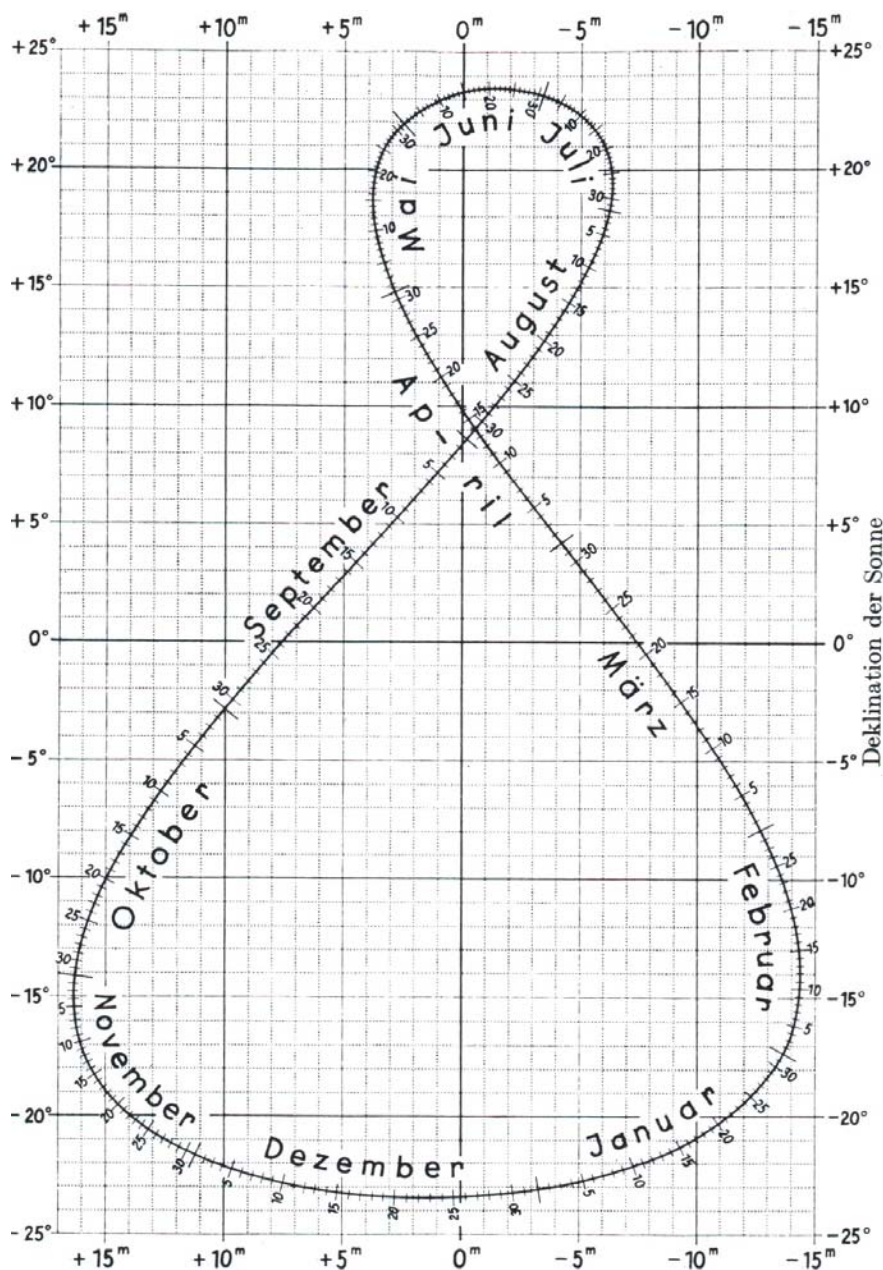
Tafeln zur Beschriftung der Stundenlinien

Die Zeitablesung erfolgt in "Wahrer Ortszeit" (WOZ), in der die Stundenlinien üblicherweise mit römischen Ziffern beschriftet sind. Nur bei dieser Zeitdefinition steht die Sonne um 12 Uhr im Süden. Unsere bürgerliche Zeit weicht davon deutlich ab. Von etwa Ende Oktober bis Ende März gilt im bürgerlichen Leben die "Mitteleuropäische Zeit" (MEZ), von Ende März bis Ende Oktober die "Mitteleuropäische Sommerzeit" (MESZ = MEZ + 1 Stunde).

Zur Umwandlung der WOZ in die MEZ oder MESZ muss zunächst die "Mittlere Ortszeit" (MOZ) bestimmt werden. Diese erhält man durch Anbringung eines Zeitausgleichs an die WOZ:

$$\text{MOZ} = \text{WOZ} - \text{Zeitausgleich}$$

Der Zeitausgleich ist nötig, weil jeder Tag im Jahr (gemessen von einem Südstand der Sonne bis zum nächsten) etwas unterschiedlich lang ist. Dies erklärt sich durch die leicht elliptische Bahn der Erde um die Sonne, die nach den Kepler'schen Gesetzen der Planetenbewegung von der Erde mit veränderlicher Geschwindigkeit durchlaufen wird, und durch die Schiefstellung der Erdachse von  $23,5^\circ$  gegen die senkrechte Linie auf der Erdumlaufbahn. Diese Effekte summieren sich im Gang des Jahres zu einer Zeitausgleichskorrektur von rund einer Viertelstunde in beiden Richtungen auf. Die folgende Grafik ermöglicht die Ermittlung dieses Zeitausgleichs mit etwa Minutengenaugigkeit:



Darstellung des Zeitausgleichs aus G.D. Roth: Handbuch für Sternfreunde; mit modifizierter Vorzeichenkonvention. Man entnimmt den Zeitausgleich in Minuten am oberen oder unteren Rand zum jeweiligen Datum auf der Schleife. Würde man alltäglich bei 12 Uhr WOZ ein Foto der Sonne mit einer über ein ganzes Jahr feststehenden Kamera machen, so erhielte man diese Schleife, das sogenannte "Analemma", als leuchtendes Ergebnis aus vielen Einzelsonnen auf der Serienaufnahme.

Schließlich ist die so bestimmte Mittlere Ortszeit MOZ noch durch eine Längengradkorrektur in die MEZ (bzw. MESZ) umzuwandeln:

$$\begin{aligned} \text{MEZ} &= \text{MOZ} + \text{Längengradkorrektur} \\ \text{MESZ} &= \text{MOZ} + \text{Längengradkorrektur} + 1 \text{ Stunde} \end{aligned}$$

Dies ist erforderlich, da die Anlage nicht auf dem  $15^\circ$  östlichen Längengrad steht, für den die MEZ gleich der dortigen MOZ ist, sondern auf dem Längengrad  $7,2^\circ$  Ost. Dies macht eine Verspätung z.B. des Sonnenhöchststandes gegenüber einem Ort auf dem  $15^\circ$  Längengrad von ca. 31 Minuten aus:  $(15^\circ - 7,2^\circ) \times 4 \text{ Minuten}/^\circ$ .

Folglich erhält man für die Umwandlung der auf der Halde Hoheward abgelesenen WOZ in MEZ oder MESZ:

$$\begin{aligned} \text{MEZ} &= \text{WOZ} - \text{Zeitausgleich} + 31 \text{ Minuten} \\ \text{MESZ} &= \text{WOZ} - \text{Zeitausgleich} + 1 \text{ Stunde } 31 \text{ Minuten} \end{aligned}$$

### **Warum hat der Obelisk eine Kugel auf der Spitze?**

Die Kugel ermöglicht eine genauere Ablesung des Schattens. Das war schon in der Antike bekannt, wie uns durch Plinius überliefert ist. Plinius schreibt im 36. Kapitel seiner Naturgeschichte über die Sonnenuhr des Kaisers Augustus und ihren Konstrukteur Novius Facundus:



Fotografie der kugelbegründeten Obeliskenspitze

*"Dem auf dem Marsfeld stehenden Obelisk gab der vergöttlichte Augustus eine bemerkenswerte Bestimmung, nämlich die Schatten der Sonne und auf diese Weise die Länge der Tage und Nächte anzuzeigen; er ließ entsprechend der Länge des Obeliskens ein Steinpflaster in den Boden legen, dem der Schatten am Tag der Wintersonnenwende in der sechsten Stunde gleichkommen sollte und der allmählich nach den aus Erz eingelegten Streifen an den einzelnen Tagen abnahm und wieder länger wurde, eine Anlage, die wert ist, sie kennen zu lernen, ersonnen von dem Scharfsinn des Mathematikers Novius Facundus. Dieser ließ an der Spitze eine vergoldete Kugel anbringen, in deren Scheitel sich der Schatten in sich selbst sammeln sollte, da ihn die Spitze sonst unregelmäßig geworfen hätte; auf diese Einrichtung soll er durch den Schatten vom Kopf eines Menschen gekommen sein."*

Der Grund für die "Sammlung des Schattens" durch die Kugel liegt im Zusammenspiel zweier Effekte: Der Kernschatten der Kugel, also jener Bereich, von dem aus betrachtet die Sonne vollständig durch die Kugel abgedeckt wird, läuft in Gegenrichtung zur Sonne kegelförmig spitz zu. Dieser dunkle Kernbereich des Kugelschattens erzeugt demnach einen immer kleineren Fleck auf der Horizontalfläche, je länger der Kernschatten insgesamt ist. Ist der Schatten insgesamt sehr lang, so fällt er auch sehr flach auf die Horizontalfläche auf und deshalb ist der abgebildete Kernschattenfleck elliptischer, als es bei kürzeren Kernschattenlängen der Fall ist. Fazit: Bei kurzen Schatten sieht man eher die Größe der Kugel, bei langen Schatten eher die Ellipse des schräg geschnittenen Kernschattenkegels.

Für den Kernschatten des Oberrandes der Kugel gilt nun Folgendes: Wegen der Verkleinerung des Kernschattens strebt er der Mittelpunktlinie des Kernschattens zu und wegen der elliptischeren Form des abgebildeten Kugelschattens bei größeren Schattenlängen wird er in größerem Abstand zur Mittelpunktlinie abgebildet. Beide Effekte kompensieren sich damit zum Teil und in Längsrichtung erscheint der Kernschatten der Kugel über einen großen Bereich von Schattenlängen immer nahezu gleich groß. Das ermöglicht eine genauere Ablesung, als dies mit einer Obeliskenspitze ohne Kugel möglich wäre.



Kugelbekrönter Obelisk der Sonnenuhr des Augustus vom Apotheose-Relief des Kaisers Antonius Pius und der Faustina (161 n.Chr.). Rom, Vatikan; Kopie Römisch-Germanisches Zentralmuseum Mainz.  
aus: E. Künzl: Ein antiker Astralglobus aus dem römischen Kaiserreich; Sterne & Weltraum 1/1998, S. 33

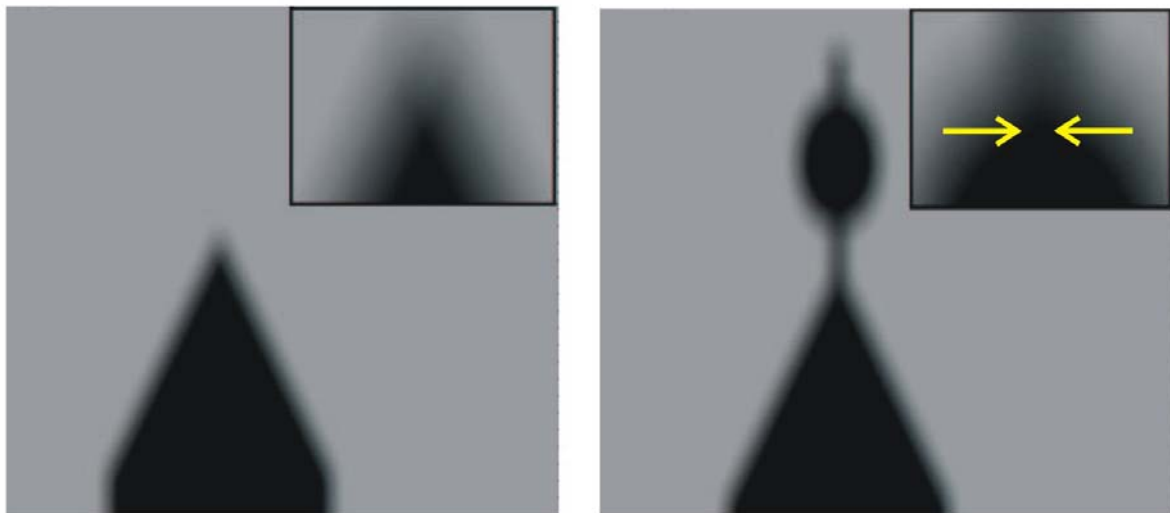
### ***Warum wird der Schatten mit größer werdendem Abstand zum Obeliken immer unschärfer?***

Die Sonne ist keine Punktlichtquelle, sondern sie erscheint am Himmel als eine kleine leuchtende Scheibe. Somit erzeugt auch jeder Teilbereich der leuchtenden Sonnenscheibe einen eigenen Obeliskenschatten. Alle diese Teilschatten überlagern sich. Nur derjenige Bereich dieses aus vielen Einzelschatten überlagerten Schattengebildes, der allen Teilschatten zueigen ist, ist merklich dunkler als die Umgebung. Man spricht hier vom "Kernschatten". Von der Sonne aus betrachtet verdeckt der Schattenwerfer (gemeint ist hier die Kugel des Obeliken) die Sonne vollständig. Unmittelbar neben dem Kernschattenbereich befindet sich die Zone des "Halbschattens", von der aus betrachtet der Schattenwerfer die Sonne nur zum Teil verdeckt. Es fällt also Sonnenlicht in diesen Halbschattenbereich, wenn auch nur von manchen Bereichen der hellen Sonnenscheibe. Je nachdem, wie viele leuchtende Teilbereiche der Sonnenscheibe von einem bestimmten Ort im Halbschattenbereich sichtbar sind, ist er mehr oder weniger stark erhellt.

An den geometrischen Grenzen der Bereiche der schattenfangenden Horizontalfläche, auf die gar kein Teilschatten fällt, dem Bereich des Halbschattens und dem Bereich des Kernschattens gibt es auch keine abrupten Helligkeitsabstufungen. Und der Kernschattenbereich, in den gar kein direktes Sonnenlicht dringt, ist nicht völlig dunkel, weil indirektes Licht vom Himmel und von der Umgebung dorthin einfällt.

Die Grenze des Kernschattenbereichs, die geometrisch zwar eindeutig bestimmt ist, lässt sich deshalb praktisch nicht präzise beobachten, denn der menschliche Wahrnehmungsapparat aus Auge und Gehirn muss die Helligkeitsabstufungen zwischen den einzelnen Schattenbereichen wahrnehmen und bewerten. Dabei wird - mehr oder weniger präzise - die Zone des stärksten Helligkeitsabfalls gesucht und ausgewählt.

Je länger ein Schatten insgesamt ist, desto unschärfer erscheint er, weil der dunkle Kernschattenbereich wegen des kegelförmigen Zulaufens immer kleiner und kleiner wird und schließlich mit dem Bereich, den der Beobachter als Übergangsbereich zwischen hell und dunkel interpretiert, verläuft und verschmilzt. Die Kugel erleichtert auch hier die Identifikation dieses Bereichs des "Schattenendes".



Simulation der Schattendarstellung eines Obeliskens mit und ohne Kugel mit jeweils vergrößerter Darstellung des "Schattenendes" im rechten oberen Ausschnitt. Der Kernschattenbereich ist nicht scharf abgegrenzt, sondern es gibt einen stetigen Verlauf zwischen hell und dunkel. Die Breite dieser Übergangszone nimmt bei größeren Schattenlängen relativ zum Kernschattenbereich zu und der Kernschatten löst sich schließlich darin auf.

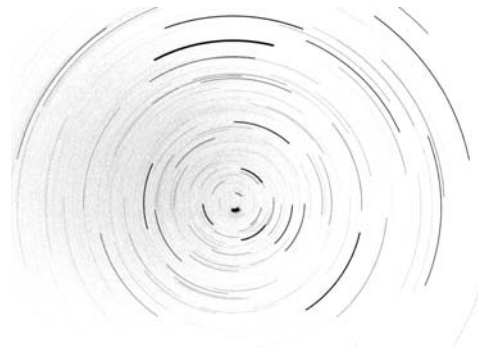
Angedeutet mit Pfeilen ist im vergrößerten Ausschnitt rechts oben die richtige Ablesestelle, das hier so genannte "Schattenende" der Obeliskenkugel. Gemeint ist dabei die als Grenze des Kernschattens des Kugeloberendes interpretierte Linie. Schon recht knifflig - die Sache mit dem Schatten!

Simulationsrechnung und Grafik von Daniel Brown, Initiativkreis Horizontastronomie im Ruhrgebiet e.V.

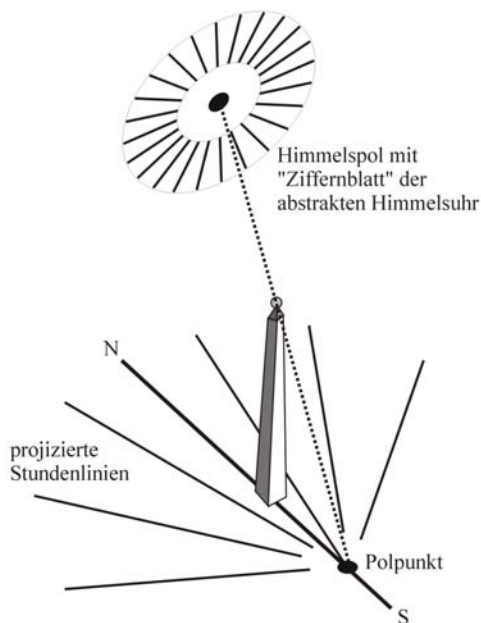
Bei einer partiellen Sonnenfinsternis mit hohem Bedeckungsgrad der Sonnenscheibe durch den Mond ist der Schatten viel schärfer, weil die scheinbare Größe der leuchtenden Scheibe wesentlich reduziert ist!

## Warum laufen die Stundenlinien nicht auf den Obelisken zu, sondern auf den "Polpunkt"?

Alle Sterne und somit auch die Sonne bewegen sich im Laufe des Tages und der Nacht kreisförmig um den Himmelspol. In der Nähe des Himmelspols steht ein heller Stern, der "Polarstern" genannt wird. Man kann den Himmelspol als Mittelpunkt einer himmlischen Uhr auffassen, an der der Uhrzeiger (z.B. die gedachte Verbindungslinie vom Himmelspol zur Sonne) befestigt ist.



Langzeitbelichtete nächtliche Aufnahme des Himmelspols. Die Sterne kreisen um den Pol.



Darstellung der abstrakten "Himmelsuhr" als Ziffernblatt mit 24 radial zum Pol verlaufenden Stundenlinien. Bei der Projektion des Ziffernblattes über die Kugel des Obelisken auf die Horizontalfäche erhält man den Polpunkt und das Raster der Stundenlinien.

Das "Ziffernblatt" der Himmelsuhr erstreckt sich um diese Polage herum. Es besitzt 24 Stundenlinien, die radial vom Himmelspol ausgehen. Die Sonnenuhr stellt ein Abbild der himmlischen Uhr dar. Diese Uhr wird über die Spitze des Obelisken auf die umgebende Horizontalfäche projiziert (sog. "Zentralprojektion"), d.h. jedes gedachte Zeichnungselement der Himmelsuhr erhält einen entsprechenden Punkt auf der Horizontalfäche. Ein Paar sich entsprechender Punkte zeichnet sich dadurch aus, dass ihre Verbindungslinie durch die Obeliskenkugel (dem "Projektionszentrum") geht.

Der Polpunkt auf der Fläche ist der dem Himmelspol entsprechende Punkt. Von dort aus betrachtet steht die Kugel des Obelisken im Himmelspol. Folglich müssen auch alle auf die Ebene projizierten Stundenlinien des gedachten himmlischen Ziffernblattes auf diesen Polpunkt zulaufen.

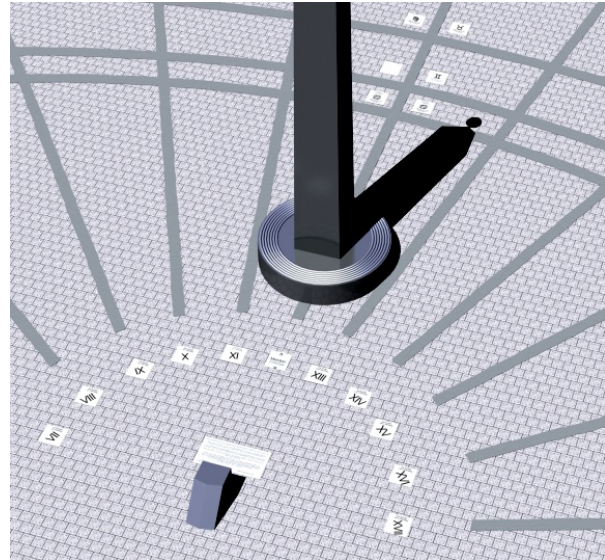
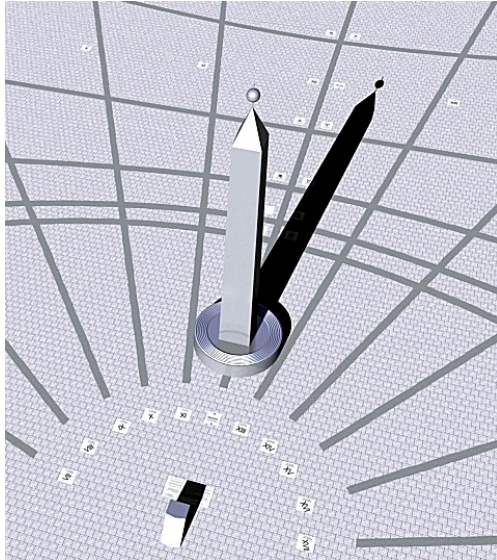
## Was bedeuten die gekrümmten Linien auf der Horizontalfäche?

Verfolgt man das Schattenende der Kugel über einen ganzen Tag, so stellt man fest, dass es auf einer gekrümmten Spur läuft, die symmetrisch zur Nord-Süd- oder Mittagslinie ist.

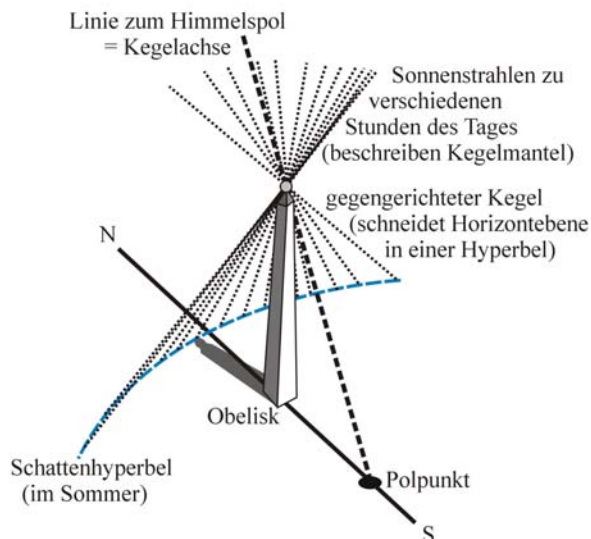
Teilansicht des Linienrasters auf der Horizontalfäche. Vom unteren zum oberen Bildrand verlaufend sieht man einige der gekrümmten Datumslinien. Links die gerade Tag- und Nacht-Gleichen-Linie.



Im Sommerhalbjahr ist diese Spur vom Obelisken weg gewölbt (nach Norden), im Winterhalbjahr weist die Wölbung auf den Obelisken hin (nach Süden). Nur an zwei Tagen im Jahr, den sogenannten Tag-und-Nacht-Gleichen am 21. März und 23. September verläuft das Schattenende auf einer geraden Linie, die den Übergang zwischen den beiden unterschiedlich gerichteten Wölbungen darstellt.




Schatten im Februar oder Oktober (links) und Schatten kurz vor oder nach der Sommersonnenwende im Juni oder Juli (rechts). Im Winterhalbjahr (von Herbstanfang bis Frühlingsanfang) läuft der Schatten auf einer Hyperbelbahn, deren Scheitel zum Obelisken hin nach Süden weist (links), im Sommerhalbjahr (von Frühlings- bis Herbstanfang) läuft der Schatten auf einer Hyperbel, deren Scheitel nach Norden zeigt (rechts). Gut sichtbar ist auch das Zulaufen der geraden Stundenlinien auf den Polpunkt der Anlage. Computergrafiken von Thomas Morawe, Initiativkreis Horizontastronomie im Ruhrgebiet e.V.



Zum Zustandekommen der gekrümmten Linien auf der Fläche. Das Gegenstück des "Himmelskegels", der dadurch entsteht, dass die Linie Sonne-Kugel im Laufe des Tages den Kegelmantel abfährt, schneidet in die Horizontalebene hinein.

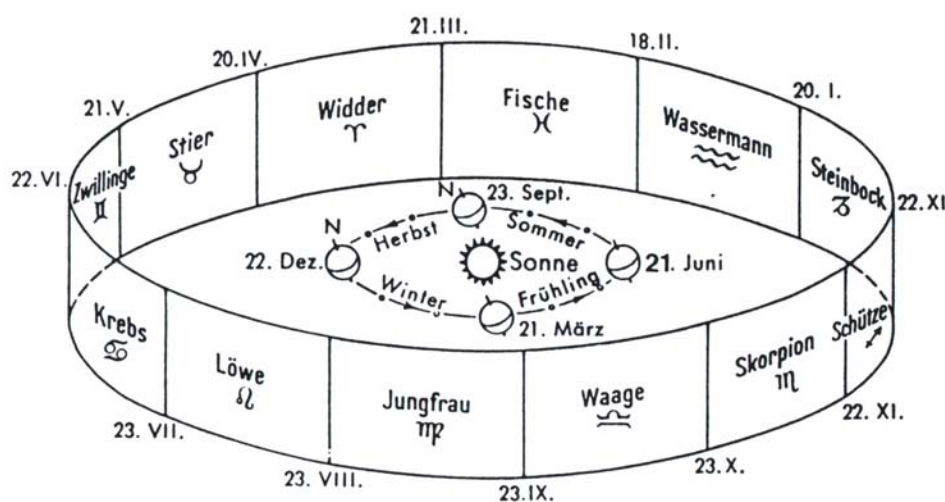
Die gewölbten Linien sind sog. "Hyperbeln". Man erhält sie auch, wenn man in bestimmter Weise in einen Kegel hinein schneidet. Die Hyperbelspuren auf der Horizontalfläche der Sonnenuhr müssen sich demnach durch Kegelschnitte erklären lassen. Der Kegel ist allerdings sehr abstrakt: Der Kegelmantel wird im Laufe des Tages von der gedachten Verbindungslinie Sonne-Obeliskenkugel durchfahren und gebildet. Wegen der Zentralprojektion dieses Kegels an der Obeliskenkugel lässt sich ein zweiter gegengerichteter aber ansonsten gleichartiger Kegel an der Obelisken Spitze ansetzen. Dieser projizierte Kegel schneidet die Horizontalebene in Gestalt von Hyperbelbahnen.

Für jeweils zwei Tage im Jahr ließe sich ein eigener Kegel berechnen, denn an jeweils zwei Tagen - von den Sonnenwenden, die nur einmal durchlaufen werden, abgesehen - läuft die Sonne auf einer gleichen Bahn. Alle diese Hyperbellinien ließen sich auf der Fläche baulich nicht verwirklichen - sie wären zu zahlreich und lägen zu dicht beieinander. Man wählt deshalb nur sieben Linien aus, nämlich zu den Kalenderdaten, an denen die Sonne in ein neues Tierkreiszeichen eintritt. Dies erfolgt i. a. um den 21. / 22. Tag eines jeweiligen Monats herum. Da die Monatslängen in unserer auf römische Ursprünge zurückgehenden Kalenderzählung unregelmäßig sind, treten aber auch gewisse Abweichungen von diesem Prinzip auf.

Frühlings- Tag-Nacht-Gleiche  Eintritt der Sonne in das Zeichen Widder am 21. März	 Eintritt der Sonne in das Zeichen Stier am 21. April	 Eintritt der Sonne in das Zeichen Zwillinge am 21. Mai	Sommer- Sonnenwende  Eintritt der Sonne in das Zeichen Krebs am 22. Juni	 Eintritt der Sonne in das Zeichen Löwe am 23. Juli	 Eintritt der Sonne in das Zeichen Jungfrau am 24. August
Herbst- Tag-Nacht-Gleiche  Eintritt der Sonne in das Zeichen Waage am 24. September	 Eintritt der Sonne in das Zeichen Skorpion am 24. Oktober	 Eintritt der Sonne in das Zeichen Schütze am 23. November	Winter- Sonnenwende  Eintritt der Sonne in das Zeichen Steinbock am 22. Dezember	 Eintritt der Sonne in das Zeichen Wassermann am 21. Januar	 Eintritt der Sonne in das Zeichen Fische am 20. Februar

Die Beschriftungstafeln der Datumslinien mit den Tierkreiszeichen und den Daten der Sonneneintritte in die Zeichen.

Die sieben markierten Datumslinien sind durch die entsprechenden Tierkreiszeichen kenntlich gemacht. Dies hat nichts mit Astrologie zu tun, sondern geht auf die Zeit zurück, als man den Tierkreis, der eine regelmäßige Einteilung der jährlichen Sonnenbahn am Himmel darstellt, zur Positionsangabe der Sonne im Jahreskreis verwendete. Die zwölf Tierkreiszeichen teilen die scheinbare Sonnenbahn, die sog. "Ekliptik" in zwölf gleich lange Abschnitte zu je 30 Winkelgraden ein. Durch die Angabe des Standes der Sonne im Tierkreis ist also eine genaue Positionsangabe möglich.



Schematische Darstellung des Erdumlaufs um die Sonne mit Andeutung der Schiefstellung der Erdachse. Vom irdischen Standpunkt aus stellt man einen scheinbaren Umlauf der Sonne durch jene Zone des Himmels fest, die seit der Antike in zwölf gleich Abschnitte eingeteilt ist, den sog. "Tierkreis". Die Sonne "steht" jeden Tag im Jahr an einer anderen Stelle des Tierkreises. Bild aus: A. Unsöld & B. Baschek: Der neue Kosmos

***Könnte man die Sonnenuhr ohne weitere Veränderung an einen anderen Standort versetzen?***

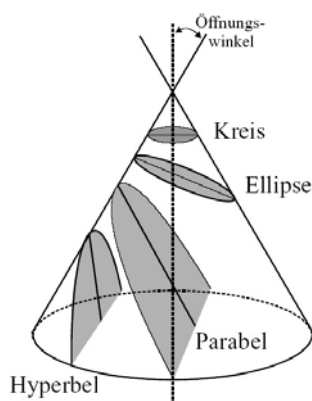
Die Horizontalsonnenuhr gilt für den Breitenkreis der Halde Hoheward. Sie liegt auf dem Breitengrad 51,6° Nord. Eine Versetzung auf einen anderen Breitengrad hätte eine völlig veränderte Gestaltung des Linienrasters zur Folge. Bei einer Versetzung auf einen anderen Längengrad bliebe das Linienraster dagegen unverändert, jedoch wäre bei der Umwandlung der WOZ in die MEZ oder MESZ eine modifizierte Längengradkorrektur zu beachten.

Eine Breitengradversetzung wirkt sich sowohl auf die Lage der Stundenlinien als auch auf die Lage der Datumslinien aus. Wie schon beschrieben, laufen die Stundenlinien auf den Polpunkt zu, der das Abbild des Himmelspols auf der Fläche ist.

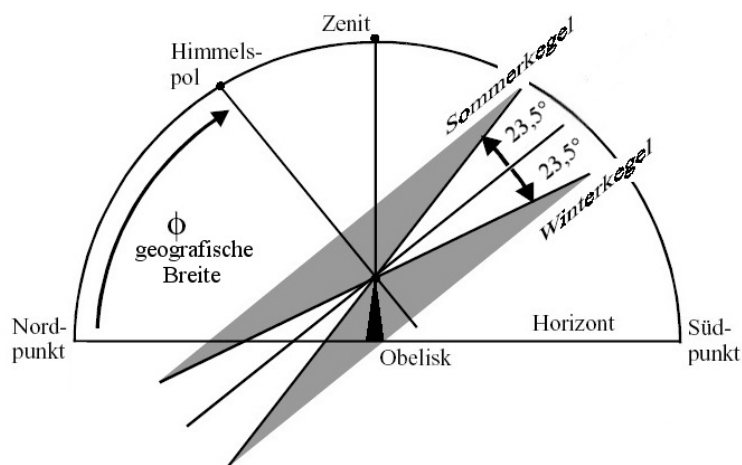
Stünde die Uhr am Nordpol, so wäre der Standpunkt des Obeliskens identisch mit dem Polpunkt, da am Nordpol der Himmelspol senkrecht über dem Obeliskens steht. Dann würden alle Stundenlinien radial auf den Standpunkt des Obeliskens zulaufen.

Stünde die Uhr am Äquator, so wären alle Stundenlinien parallel zueinander und verliefen parallel zu Mittagslinie (12 Uhr WOZ), weil der Himmelspol am Äquator im Nordpunkt des Horizontes steht. Der projizierte Polpunkt ist dann nicht mehr auf der Fläche zu finden, sondern liegt im unendlichfernen Südpunkt. Dann müssten sich die geraden Stundenlinien im Unendlichen schneiden, was - wie wir aus dem Mathematikunterricht wissen - bedeutet, dass es sich um Parallelen handelt.

Bei den Datumslinien kommen alle möglichen Kegelschnittlinien wie Kreis, Ellipse, Parabel und Hyperbel vor, wenn man die Uhr auf beliebigen Breitenkreisen platziert. Das liegt daran, dass der abstrakte Himmelskegel bzw. sein projiziertes Pendant, das die Horizontalfläche schneidet, unter stark unterschiedlichen Winkeln auf die horizontale Schnittebene trifft.



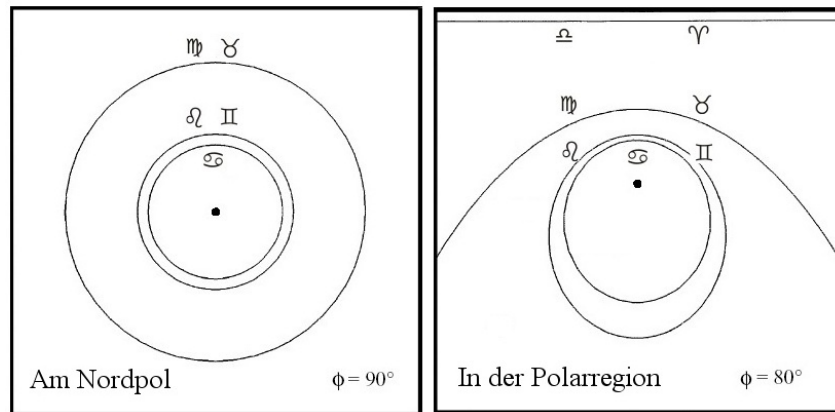
Kreis, Ellipse, Parabel und Hyperbel erhält man, wenn man unter unterschiedlichen Winkeln in einen Kegel hinein schneidet.



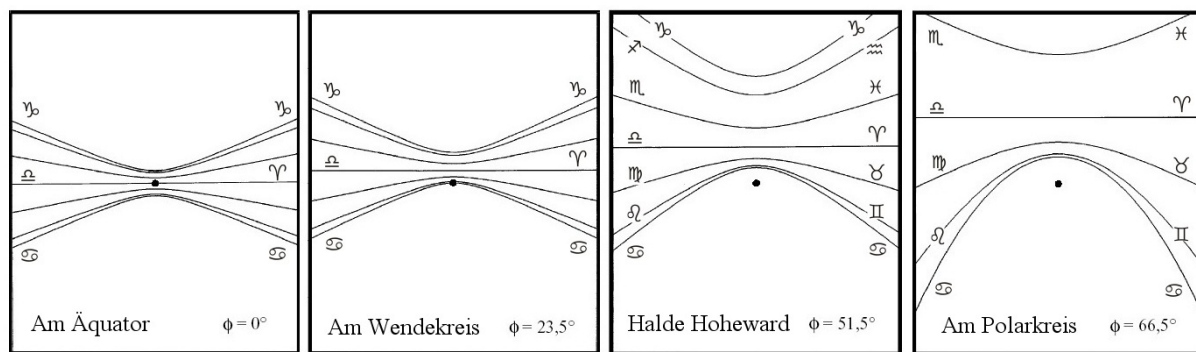
Die Datumslinien ergeben sich durch den Schnitt von "Himmelskegeln" mit der Horizontalebene. Verändert man die geografische Breite, so treffen die Kegel unter einem anderen Winkel auf die Horizontalebene und alle möglichen Kegelschnittkurven können auftreten.

Am Nordpol (geografische Breite  $\phi = 90^\circ$ ) trifft die Kegelachse senkrecht auf die Ebene, weil der Himmelspol senkrecht über dem Beobachter steht. Dann sind die Datumslinien Kreise. Innerhalb der Polarregion ( $\phi$  zwischen  $66,5^\circ$  und  $90^\circ$ ) der Erde treten elliptische Datumslinien auf.

Formen der Datumslinien am Nordpol (links) und innerhalb der Polarregion (rechts). Der schwarze Punkt markiert den Standort des Obelisken.



Die Parabel erhält man z.B., wenn man am längsten Tag des Jahres - dem Tag der Sommersonnenwende - den Schattenverlauf eines Obelisken am Polarkreis (Breite  $\phi = 66,5^\circ$ ) beobachtet und dabei auch Zeuge der dann auftretenden Mitternachtssonne im Nordpunkt wird. In den Breiten zwischen Äquator und Polarkreis erhält man immer Hyperbeln - außer zu den Tag-und-Nacht-Gleichen, wo man - wie schon erwähnt - eine gerade Schattenlinie erhält. Innerhalb der Tropenzone ( $\phi$  zwischen 0 und  $23,5^\circ$ ) gibt es wieder Nordstände der Sonne.

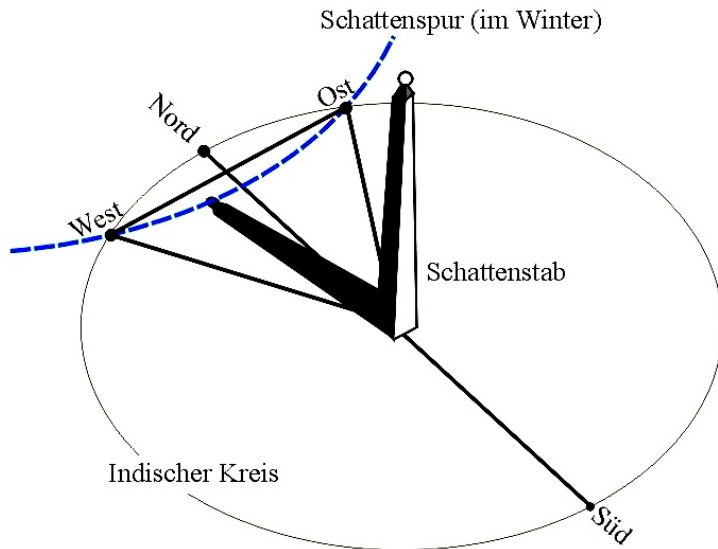


Formen der Datumslinien am Äquator (ganz links), am Wendekreis (mitte links), auf der Halde Hoheward (mitte rechts) und am Polarkreis (ganz rechts). Norden ist oben.

### ***Wozu hat man schattenmessende Anlagen in der antiken Astronomie verwendet?***

Die Beobachtung des Schattens ermöglicht eine Vielzahl astronomischer Messungen und es verwundert bei etwas näherer Betrachtung nicht, dass der senkrechte Schattenstab in der Antike ein bedeutsames astronomisches Mess- und Forschungsinstrument war.

Mit dem täglichen Schattenlauf lässt sich z.B. mit guter Genauigkeit die Nord-Süd-Richtung bestimmen. Da die Sonne zweimal am Tag in gleicher Höhe steht - einmal am Vormittag und einmal am Nachmittag, kann man aus der Beobachtung zweier gleichlanger Schatten schnell die Symmetrielinie zwischen dem entsprechenden Vor- und Nachmittagstand der Sonne geometrisch konstruieren. Diese Symmetrielinie ist die "Mittagslinie", die exakt von Nord nach Süd verläuft. Dieses Verfahren, das auch die "Indischen Kreise" genannt wird, weil bei der Konstruktion Kreise um den Obeliskenstandpunkt geschlagen werden, wurde wohl schon in der Vorgeschichte bei der Ausrichtung von Grabanlagen angewandt.

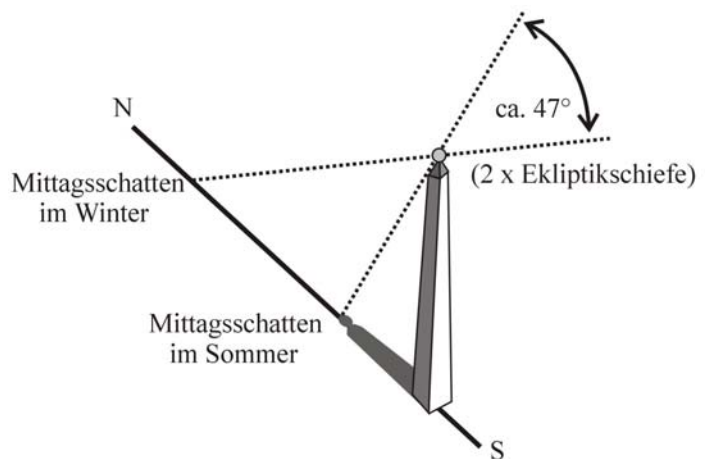


Mit dem Indischen Kreis lassen sich gleichlange Vor- und Nachmittagschatten aus einer täglichen Schattenspur gewinnen. Die Schattenenden verbindet eine Ost-West-Linie. Senkrecht dazu steht die Nord-Südlinie.

Die Tageszeit wurde ursprünglich in Bezug zu dieser Symmetrielinie, die "Mittagslinie" oder auch "Meridian" genannt wird, gemessen. So hat man z.B. drei Stunden vor dem Höchststand der Sonne im Süden einen gleichlangen Schatten wie drei Stunden danach. Und der Höchststand der Sonne im Süden liegt dann auch symmetrisch zur Sonnenauf- und -untergangszeit. So entstand das Konzept der "Wahren Ortszeit", die sich allein nach den beobachtbaren Sonnenständen richtet. Unsere bürgerliche Zeitählung mit der Verwendung einer Zonenzeit weist diese Symmetrie nicht mehr auf.

Die Sonne läuft im Sommer ungleich höher über den Himmel als im Winter. Am besten vermisst man diese Unterschiede beim täglichen Höchststand der Sonne im Süden, der sog. "Mittagshöhe". Aus der Differenz der Schattenlängen der mittäglichen Sonne an den Tagen der Wintersonnenwende (längster Mittagsschatten) und Sommersonnenwende (kürzester Mittagsschatten und kürzester Schatten überhaupt) lässt sich der maximale Winkelunterschied der verschiedenen Mittagshöhen bestimmen. Er beträgt ca.  $47^\circ$  und er ist das Doppelte der sog. "Ekliptikschiefe" von ca.  $23,5^\circ$ . Die Ekliptikschiefe ist ein wichtiger astronomischer Parameter, der auch für das Entstehen der Jahreszeiten verantwortlich ist. Sie gibt an, wie stark die Erdachse gegen die senkrechte Linie auf der Erdbahn geneigt ist. Mit dieser Technik gelang die Bestimmung der Ekliptikschiefe schon im Altertum.

Die Winkeldifferenz zwischen der Mittagshöhe der Sonne bei Winter- und Sommeranfang entspricht dem doppelten Wert der Ekliptikschiefe. Mit Hilfe des längsten und kürzesten Mittagsschatten lässt sich dieser Winkel in einer Dreiecksberechnung bestimmen.

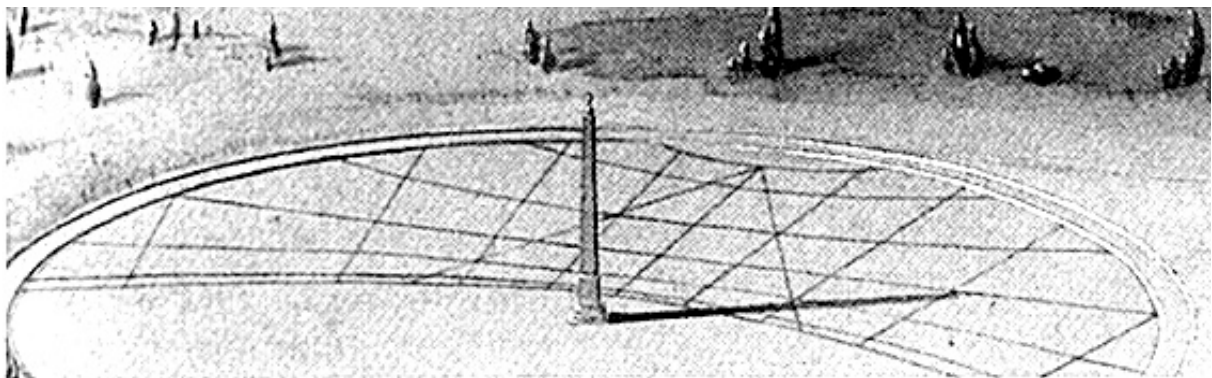


Durch die Beobachtung des Obeliskenschattens lässt sich auch die Länge des Jahres genau messen. Beim Frühlingsanfang am 21. März läuft der Schatten entlang der geraden Datumslinie (markiert durch die Symbole ♄ und ♃). Beim Herbstanfang am 23. September ebenso und dann erst wieder beim Frühlingsanfang des nächsten Jahres.

Zählt man nun die Tage zwischen den jeweils übernächsten Ereignissen dieser Art, also von Frühlingsanfang bis Frühlingsanfang oder von Herbstanfang bis Herbstanfang, so erhält man 365 als Ergebnis. Führt man diese Beobachtung systematisch über viele Jahre und Jahrzehnte aus, so stellt man fest, dass von Mal zu Mal die Einschaltung eines 366. Tages notwendig ist, um das Ereignis des geraden Schattenverlaufs immer am selben Kalendertag zu erhalten.

Stimmt die Kalenderzählung nicht mit dem natürlichen Jahreslauf der Sonne überein, so rutscht der astronomische Frühlingsanfang (Tag mit geradem Schattenverlauf) durch den Kalender hindurch und kommt immer auf anderen Daten zu liegen.

Ein guter Sonnenkalender stellt durch geeignete Schaltregeln sicher, dass der astronomische Frühlingsanfang - über lange Zeiten gerechnet - immer auf dem gleichen Kalenderdatum liegt. Ein erster Sonnenkalender hoher Güte wurde im Jahr 46 v. Chr. von Julius Caesar eingerichtet. Man nennt ihn deshalb auch den "Julianischen Kalender". Er weist in jedem vierten Jahr 366 Tage auf, sonst in allen Jahren 365 Tage.



Rekonstruktion der Sonnenuhr des Augustus nach E. Buchner. Zeichnung von S. Höf und M. Ege aus: E. Buchner: Neues zur Sonnenuhr des Augustus; Nürnberger Blätter zur Archäologie 10, Jg. 1993-94. Die Höhe des Obeliskens betrug ca. 29,5 m; der Durchmesser der Schattenfläche womöglich 132 m.

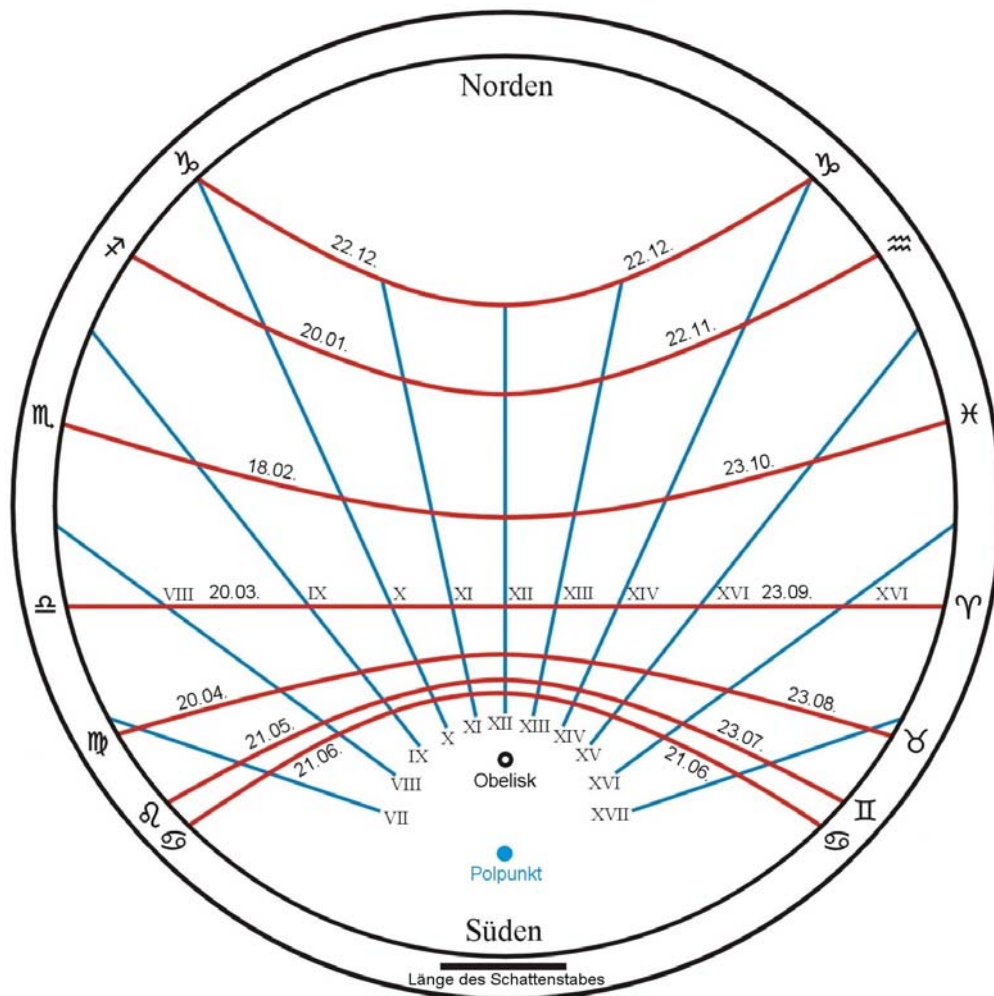
Da die Schaltregel damals missverstanden wurde und bereits jedes dritte Jahr ein zusätzlicher Tag eingefügt wurde, hatten sich zur Zeit von Caesars Nachfolger Augustus bereits merkliche Diskrepanzen zwischen dem Naturjahr und dem Kalenderjahr angehäuft.

Die Sonnenuhr des Augustus wurde errichtet, um den genauen Zeitpunkt des Frühlingsanfangs erneut zu bestimmen und danach den Julianischen Kalender neu zu justieren. So kam es zur Augusteischen Kalenderreform und zur Benennung des dem Juli (dem Ehrenmonat des Julius Caesar) nachfolgenden Monats nach Augustus.

Die verbliebenen kleinen Unstimmigkeiten im Julianischen Kalender häuften sich im Laufe der Jahrhunderte abermals zu einem merklichen Fehler auf, der im Jahr 1582 durch die Kalenderreform des Papstes Gregor XIII. erneut bereinigt wurde. Auch bei dieser Neujustage, die zum heute noch gültigen "Gregorianischen Kalender" führte, wurden in Rom entsprechende Beobachtungen des Sonnenlaufs durchgeführt, jedoch nicht mit dem Schatten eines Obeliskens, sondern mit Hilfe eines Sonnentalers, einem in einem dunklen Saal wandernden Flecken aus Sonnenlicht, was die Umkehrung des Schattenprinzips darstellt.

## Die Horizontalsonnenuhr auf der Halde Hoheward als verkleinertes Modell

Das hier abgebildete verkleinerte Modell des Linienrasters kann als funktionstüchtige Miniaturversion der Sonnenuhr auf der Halde Hoheward verwendet werden, wenn man einen dem Obelisken entsprechenden Schattenwerfer einfügt, z.B. den hochgebogenen kurzen Schenkel einer Büroklammer. Die richtige Länge für den kleinen Schattenwerfer ist durch den Querbalken unterhalb der Beschriftung "Süden" angegeben.



Modell des Linienrasters und gleichzeitig Bausatz für eine Miniaturversion der Horizontalsonnenuhr auf der Halde Hoheward.

Präsentiert vom:

### Initiativkreis Horizontastronomie im Ruhrgebiet e.V.

[www.horizontastronomie.de](http://www.horizontastronomie.de)

Geschäftsstelle:

Westfälische Volkssternwarte und Planetarium Recklinghausen, Stadtgarten 6,  
45657 Recklinghausen, Tel. & Fax (02361) 23134, [info@sternwarte-recklinghausen.de](mailto:info@sternwarte-recklinghausen.de)

