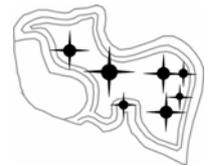


Initiativkreis Horizontastronomie im Ruhrgebiet e.V.

Geschäftsstelle: Sternwarte, Stadtgarten 6, 45657 Recklinghausen
Tel. und Fax (02361) 23134, E-Mail: info@sternwarte-recklinghausen.de



Zur Gestaltung des Horizontobservatoriums auf der Halde Hoheward



Simulation des Horizontobservatoriums mit Bögen, Forum, Horizontfläche und Peilmarken (T. Morawe)

*Burkard Steinrücken, steinruecken@sternwarte-recklinghausen.de
Sprecher des Initiativkreises Horizontastronomie im Ruhrgebiet e.V.*

Mai 2007

1) Zu den Bögen

Durchmesser = ca. 90 m (Radius = 45 m); Dicke der Bögen: ca. 142 cm.

Im Kreuzungspunkt der Bögen gibt es ein Rundfenster (Durchmesser 78 cm ?), welches von der Sonne an den Tag-und-Nacht-Gleichen zur Ortsmittagszeit durchstrahlt wird.

Beleuchtung der Bögen: nächtliche Gradskala durch nachleuchtende Flächen in dezemtem Grün, alle 5 Grad. Die Pollage wird durch ein Leuchtzeichen auf dem Meridian markiert. Anstrahlung: Nur bei bewölktem und für ca. 60 Minuten in der Abenddämmerung. Ein-/Ausschaltung nach automatisierter Messung anhand Himmelshelligkeit bzw. Sichtweite. Kein helles Licht auf der Fläche bei nächtlicher Beobachtungsmöglichkeit!

Gauß-Krüger-Koordinaten der Observatoriumsmitte:

R = 2581037,85 H = 5715560,33

Die Umrechnung der obigen Koordinaten ergibt folgende geographische Koordinaten für die Observatoriumsmitte (auf dem WGS84-Ellipsoid):

Länge = $7^{\circ}10'05,4''$ Ost, Breite = $51^{\circ}34'07,2''$ Nord

Für den Breitenkreis der Observatoriumsmitte erhält man damit mit hinreichender

Genauigkeit im Dezimalsystem: geographische Breite = $51,569^{\circ}$

Dieser Wert ist sehr wesentlich für die Einrichtung des großen Äquatorbogens, der gegenüber der Horizontfläche um den Winkel (90° -geogr. Breite) geneigt ist, also um genau $38,431^{\circ}$.

Die visuelle Astronomie ist max. bis auf $0,01^{\circ}$ genau. Die Angabe auf 3 Dezimalstellen ist also eine Größenordnung genauer, als dass man es später sehen könnte. Da der Bogen ja auch noch eine Dicke im Bereich von 1 bis 1,4 Meter hat, wird man auch bauliche Abweichungen in der zweiten Dezimalstelle noch nicht sehen können. Eine Übersteinstimmung in der ersten Dezimale sollte man aber anstreben.

Geographisch Nord zeigt im Gauß-Krüger-Gitter in eine Richtung, die um $0,915^{\circ}$ gegenüber Gitternord nach West verdreht ist. Im Vergleich zur Sonnenuhr ($0,917^{\circ}$) ist das eine mit bloßem Auge nicht merkbare Veränderung.

Die Meridiankonvergenz gamma berechnet sich für Gauß-Krüger-Koordinaten mit dem Hauptmeridian 6° Ost hinreichend genau nach folgender Formel:

$\text{gamma} = (6^{\circ} - \lambda) * \sin(\phi)$

Mit $\phi = 51^{\circ}33'59''$ Nord und $\lambda = 7^{\circ}10'12''$ Ost (Mittelpunkt Obeliskfläche)

erhält man damit: $\text{gamma} = (6^{\circ} - 7,1700^{\circ}) * \sin(51,56639^{\circ}) = -0,917^{\circ}$

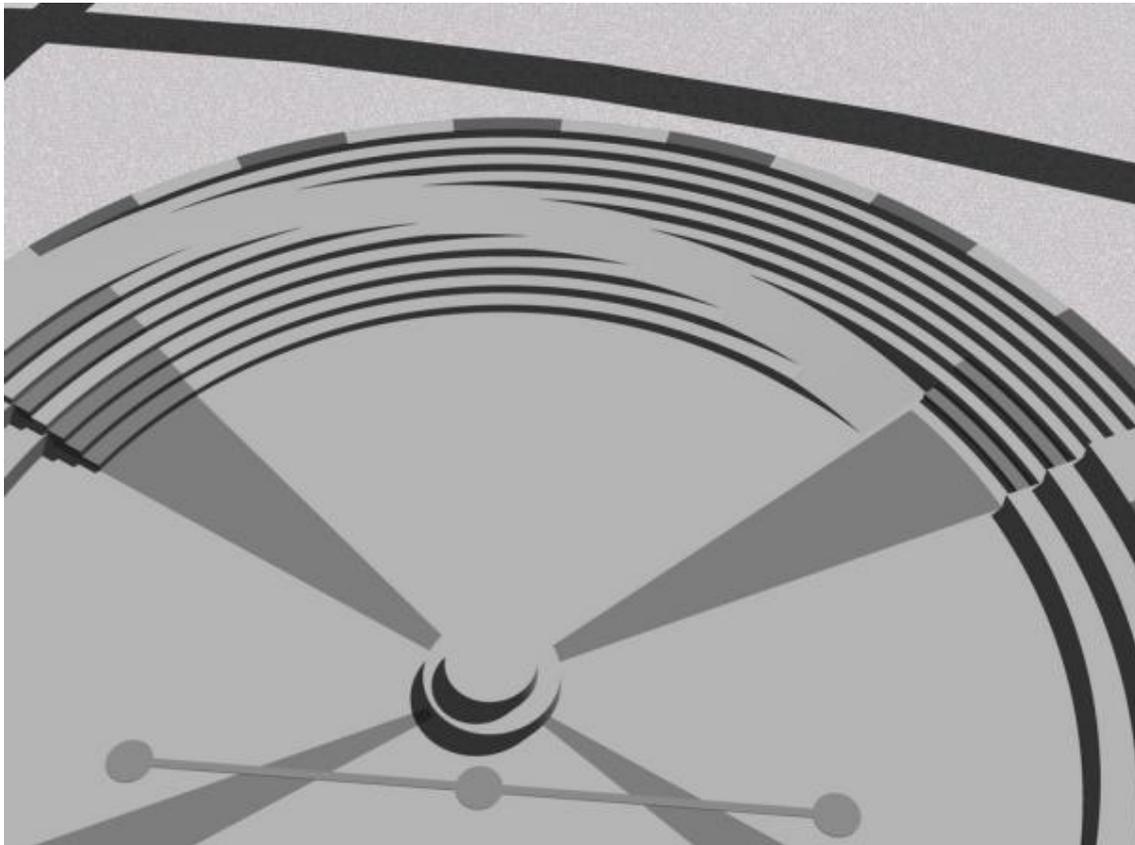
2) Zum Beobachtungsforum

Außenradius max. ca. 15 m, Innenradius des untersten Sitzstufe min ca. 11 m, Bodenniveau ca. 150 cm unter Horizontniveau, Randgestaltung als Sitzstufenforum mit Bezugnahme auf astronomisch begründete Richtungen (siehe Peilmarken).

Spiralrampe für Rollstühle, Fahrräder, etc., im Zentrum Sitzstufenpyramide aus zwei Stufen; Oberes Niveau ca. 70 cm unterhalb Horizontniveau, Durchmesser des oberen Niveaus ca. 1,5 m; Einlassung einer großen Edelstahlplatte (1m Durchmesser) mit Markierung der Hauptsonnenrichtungen und der Beobachtermitte.

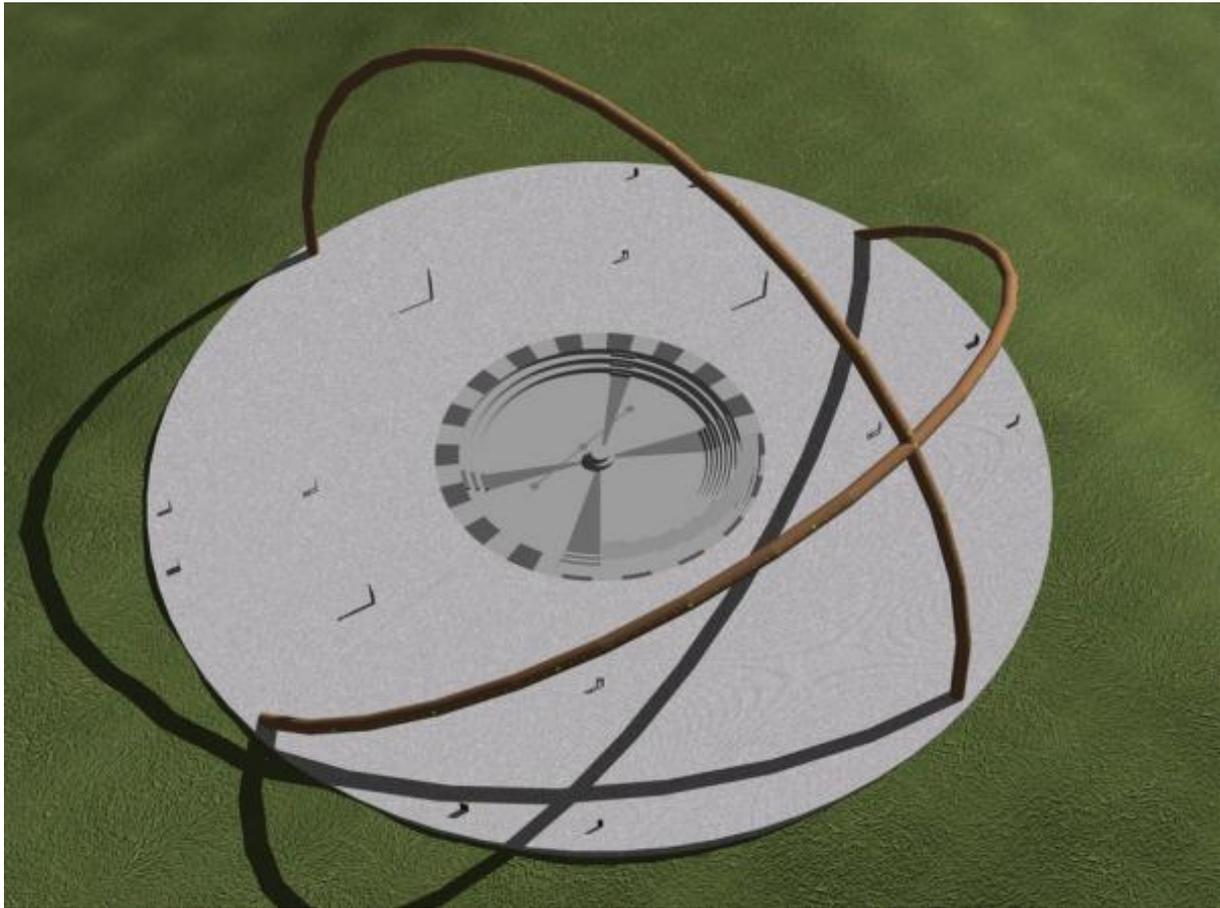
Pflasterung des Forums in hellem, fast weißem Pflaster mit andersfarbigem (hellgrau?) Pflaster der vier Sonnenwendsektoren. Sichtbare Gradskala (in Aufsicht und Ansicht) in Schritten von 5° oder 10° am Rand des Forums; Ansicht z.B. durch Aussparung der Cortenstahleinfassung und Hinterlegung mit hellem Stein oder Edelstahl.

Aufbringung eines Edelstahlstreifens und von 2 metergroßen Rundpunkten aus Edelstahlplatten nördlich der Mitte als Standorte für Mondbeobachtungen, die die Sonnenpeilmarken mitbenutzen. Beschriftung dieser Rundflächen analog zur Beschriftung der Zentralplatte.



Sitzstufenforum mit in der Treppe integrierter Rampe. Von der zentralen Sitzstufenpyramide verlaufen Strahlen/Sektoren, die die Richtung der Peilungen andeuten. Die drei verbundenen runden Felder stellen Mondbeobachtungsorte dar, die aus der Mitte zu verlagern sind, wenn die Sonnenpeilmarken für Mondwendebeobachtungen mitgenutzt werden sollen (nur die äußeren beiden werden ausgeführt!)

3) Zur Horizontfläche

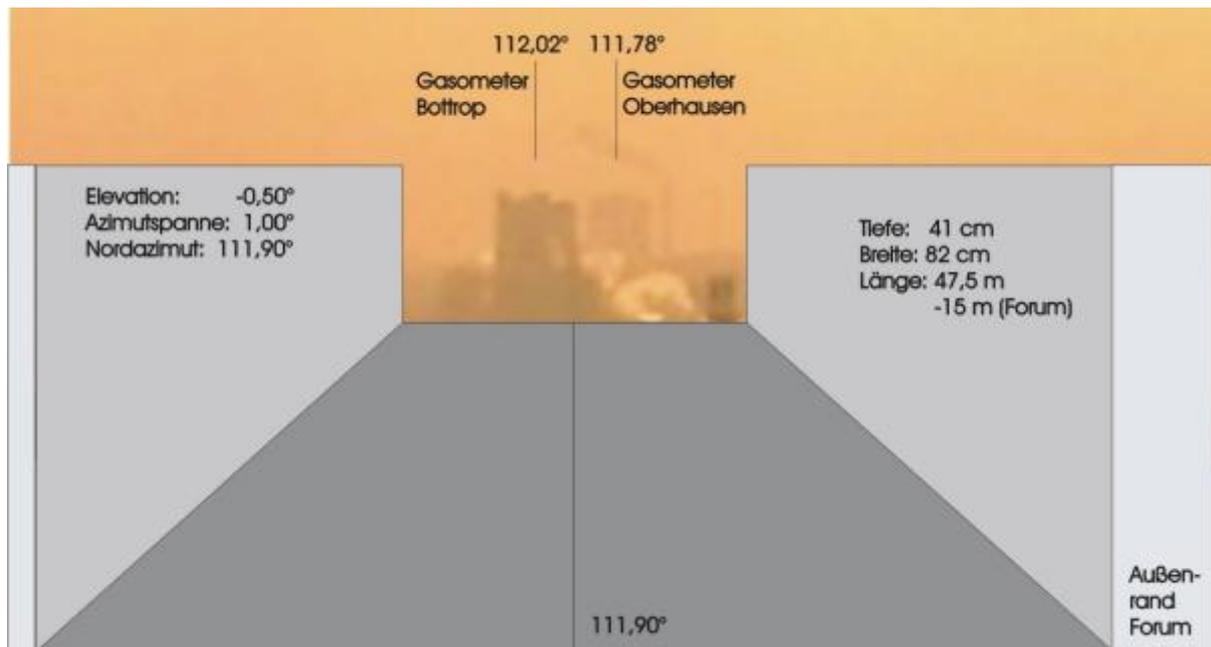


Darstellung des Horizontobservatoriums in Draufsicht. Auf der Horizontfläche stehen 12 oder 16 gestaffelt aufgestellte Peilmarken für Sonne (und Mond) aus Cortenstahl und 3 oder 4 schlanke hohe Masten für Sternpeilungen.

Die Fläche erreicht man vom Rand über radiale Zuwege und aus der Mitte über die Treppenanlage des Sitzstufenforums oder die Spiralrampe. Eine Zufahrt von außen ist für Sondernutzungen oder Einsatzfahrzeuge vorbehalten. Ein Erklettern der Fläche von außen (über die Einfassung) ist möglich, soll aber erschwert sein, um die radialen Zuwege zu betonen. Die Fläche muss horizontal sein und soll sehr hell sein (weiß; wie das Pflaster im Forum).

Beobachtungsrinne in Richtung des Gasometers Oberhausen

Die Rinne hat eine Tiefe von 41 cm und eine (gleichbleibende) Breite von 82 cm. An den Größen kann man im Bereich von Dezimetern noch etwas ändern, wobei die Tiefe allerdings nicht wesentlich geringer sein darf. Die Mittelachse der Rinne liegt bei einem Azimut (von Nord über West gezählt) von $111,90^\circ$ (Überprüfung vor Ort durch Vermesser erforderlich!). Dies ist ein geographisches Azimut, kein Gitterazimut.



Skizze der Rinne in Richtung der Gasometer Oberhausen und Bottrop. Die beiden Gasometer verdeutlichen das Prinzip der gestaffelt gestellten Peilmarken im großen Maßstab. Die Gasometerdeckel liegen unterhalb des mathematischen Horizontes (=Horizontfläche im Observatorium), da die Erde kugelförmig ist.

Azimute interessanter Fernziele:

Zum Gasometer Oberhausen: $111,781^\circ$ (von Nord über West)

Zum Gasometer Bottrop: $112,017^\circ$ (von Nord über West)

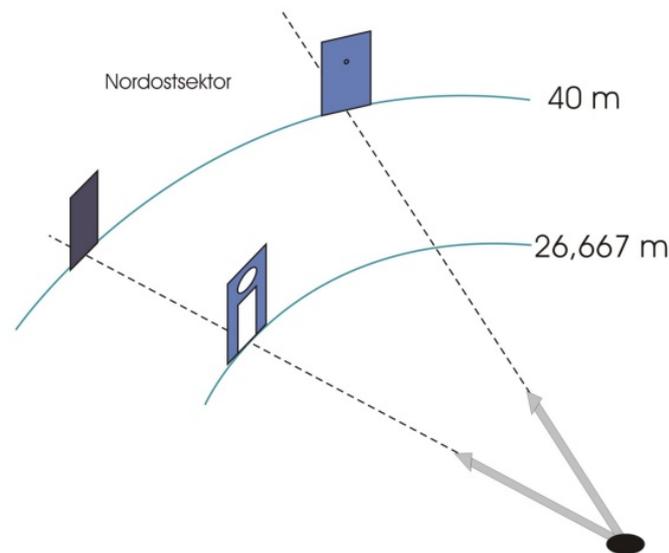
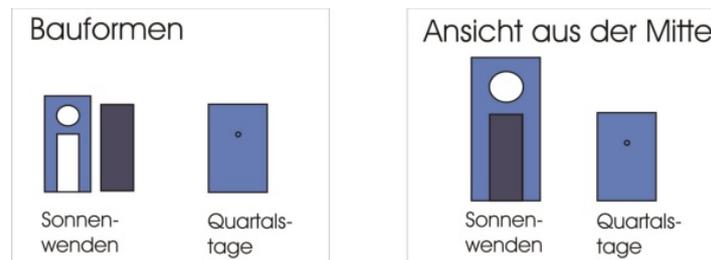
Zum Fernsehturm Dortmund: $110,391^\circ$ (von Nord über Ost)

Der Gasometer OB hat eine sichtbare Winkelbreite von 10,4 Bogenminuten. Der obere Rand der Gasometer liegt 5,5 Bogenminuten unterhalb des mathematischen Horizontes. Die Mittelsenkrechten der zwei Gasometer liegen 14,2 Bogenminuten auseinander.

4) Zu den Peilmarken auf der Horizontfläche



Ansicht der Horizontfläche mit den Sonnenmarken (Cortenstahl, braun) und den schlanken Sternmasten.

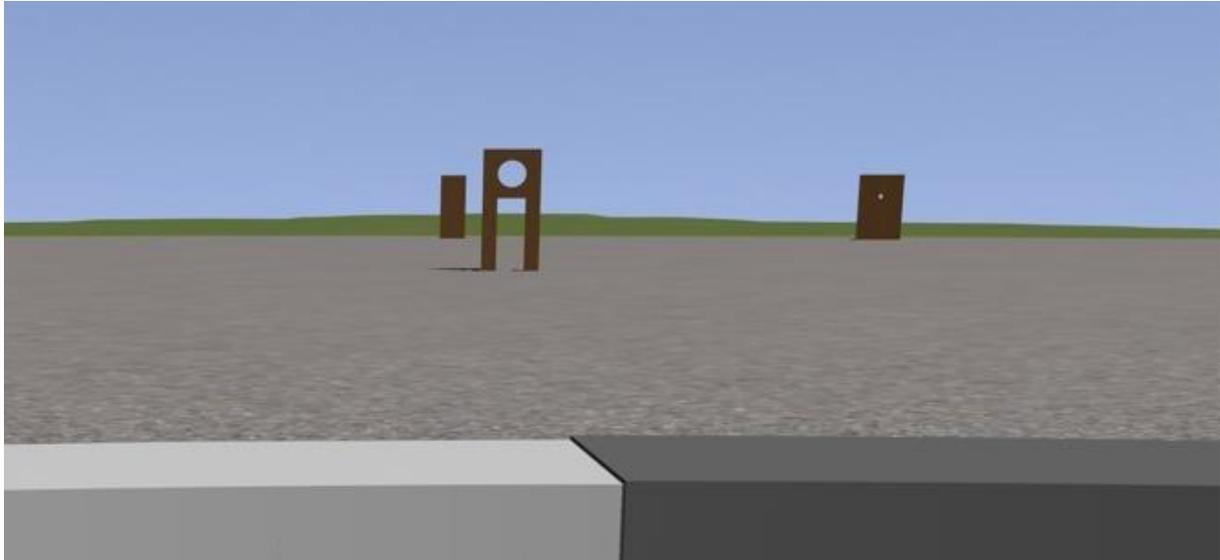


Prinzip der Sonnenpeilungen: Gestaffelt gestellte Marken schließen sich zu einer einheitlichen Form, wenn das Auge in die exakte Observatoriumsmitte gebracht wird. Auf diese Weise kann sich der Beobachter zentrieren und er erhält auch Aufschluss über den Positionierungsfehler, wenn er nicht genau in der Mitte ist. Die Bauformen müssen nach dem Strahlensatz berechnet werden, um die beabsichtigte Ansicht aus der Mitte zu erzielen. Die skizzierte Situation entspricht dem unten vorgestellten Entwurf.

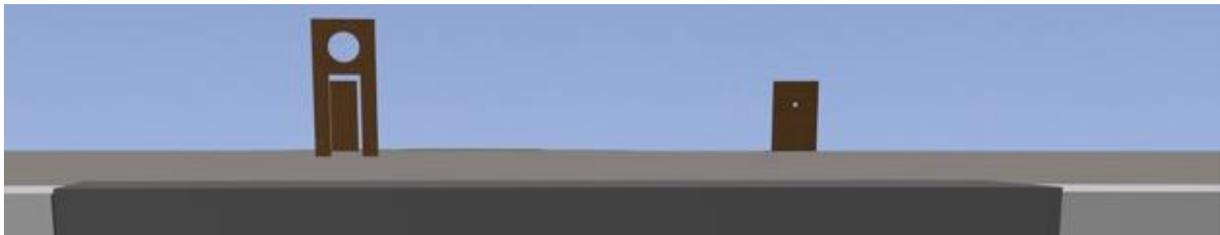
i) Allgemeine Beschreibung der Peilmarken für Sonne und Mond (alle aus Cortenstahl)

Die Marken dienen der Kennzeichnung besonderer Sonnenstände und Beobachtungssituationen aus der Mitte heraus. Die Cortenstahlplatten müssen justierbar sein und bleiben, da mit diesen Einrichtungen die maximale Genauigkeit der Horizontbeobachtungen angestrebt wird (1 Bogenminute).

Sie stehen mit ihrer Plattenmitte auf den Radialstrahlen, die die Sonnenwendsektoren im Forum begrenzen. Ein Justierspiel von ca. 10 cm in der Höhe und wenigen Zentimetern in der Horizontalen ist ausreichend. Die Platten könnten an Fundamenten unterhalb des Horizontniveaus angeschraubt sein.



Ansicht der Marken eines Horizontsektors bei einem Positionierungsfehler von ca. 1 Meter.



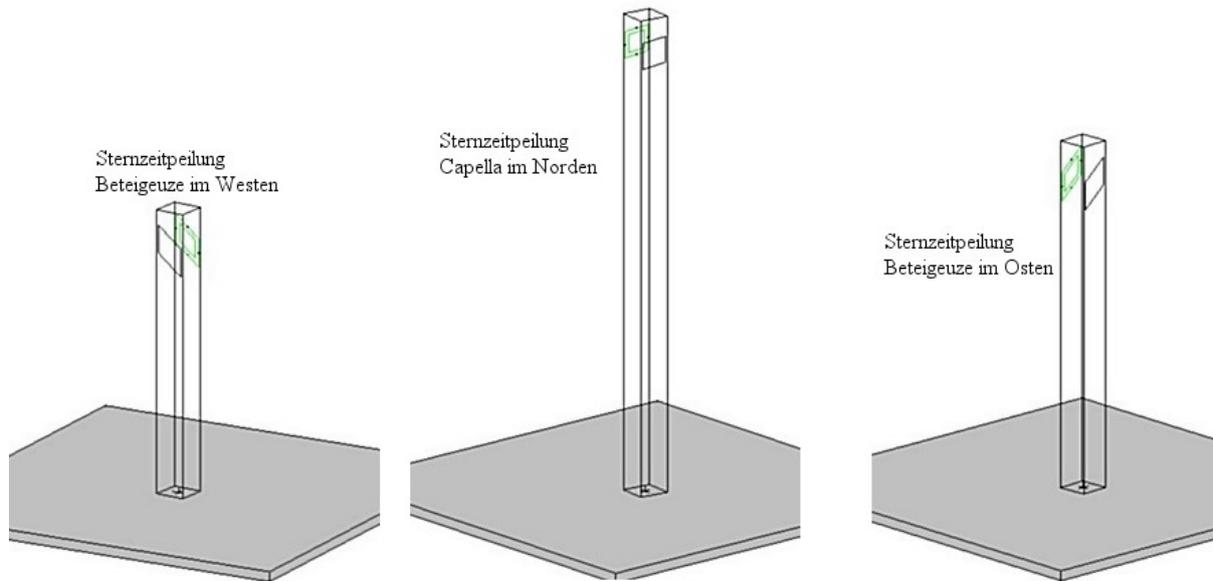
Ansicht der Marken eines Horizontsektors bei einem Positionierungsfehler von Zentimetern. Anders als hier dargestellt sollte auch die Peilmarke für die Quartalstage eine Zentrierhilfe in Form einer Blende erhalten.

ii) Allgemeine Beschreibung der Peilmarken für Sterne

Zusätzlich zu den Cortenstahlplatten für Sonne und Mond Aufstellung von drei Sternpeilungen aus Edelstahl mit Beleuchtungseinrichtung zur Kennzeichnung der beabsichtigten Peilung. Diese Peilmarken ähneln Masten und haben eine Breite von 40 cm und Höhen von ca. 2,5- 4,5m.

Es ist ein vergleichbares Justagespiel wie bei den Cortenstahlplatten erforderlich. Die Positionierung der Fundamente aller Peilmarken muss von vornherein zentimetergenau sein und nach der Montage und Justage sollen diese Peilungen im Bereich eines Zentimeters genau stehen.

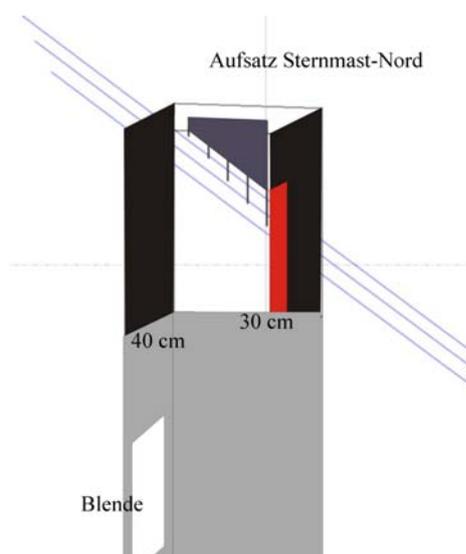
Das Erscheinungsbild dieser Marken in der Nacht soll an die Beleuchtung der Bögen angepasst sein. Beim Übergang von Tag zu Nacht verlieren die Cortenstahlmarken weitestgehend ihre Funktion als Peilungen (sie sind dunkel und werden nicht beleuchtet) und das Observatorium wechselt auch optisch in den "Nachtmodus" mit beleuchteten Einrichtungen.



Skizze der Sternpeilung in Relation zum Meridianbogen. Die Sternmasten weisen oben ein schräges Loch auf, welches die Neigung der Sternbahn zum Horizont wiedergibt. Die Passage eines Sterns durch dieses Loch zeigt eine Hauptsternzeit an. Ein grüner Lichtrahmen zeigt die Lage des Lochs in Dunkeln an. Vier Lichtpunkte am Rand des Rahmens werden durch eine vorgelagerte Blende verdeckt, wenn man genau in der Beobachtungsmitte steht. Steht man außerhalb der Mitte, so sieht man einen oder mehrere dieser Lichtpunkte.

iii) Beschreibung der Peilung zum Nachweis der Fixsternpräzession

Nachweis der Präzession der Fixsternsphäre anhand der räumlichen Verlagerung der Arkturbahn (Deklinationsänderung von $3'$ in 10a) mit einer besonderen Peilanlage, die, ohne die Ansicht aus der Mitte zu beeinflussen, auf den Capellamasten im Norden aufgesetzt wird und vom Rand der Fläche durch das Loch der nordöstlichen Quartalsmarke angepeilt wird.



Ansicht der Peilanlage zum Nachweis der Verlagerung der Arkturbahn aufgrund der Präzession. Der Nachweis erfolgt anhand der kleiner werdenden Zahl der Sternverschwindungen hinter den Zinken im Laufe der Jahrzehnte.

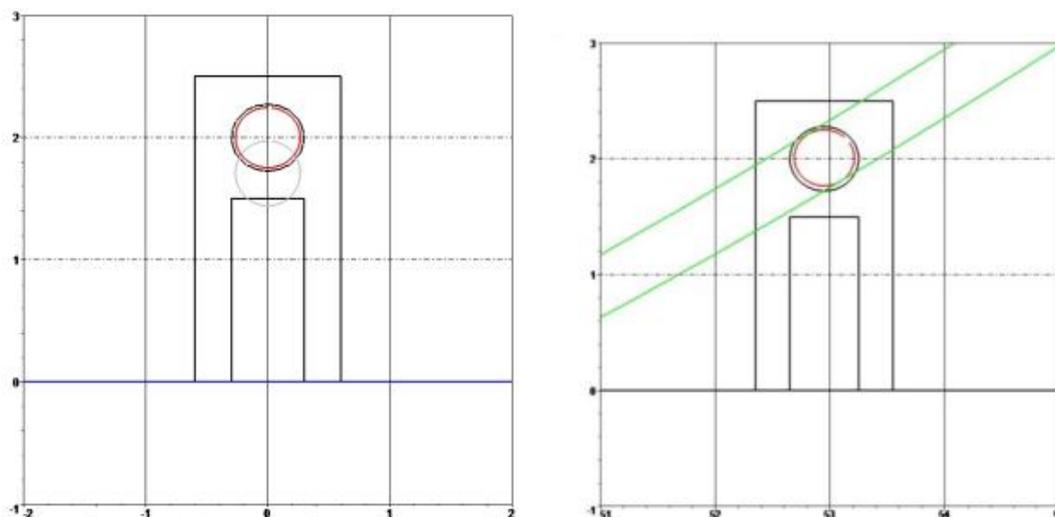
5) Konkretisierung der Peilvorrichtungen

i) Peilung der Sonne und des Mondes

Sonnenwenden, Äquinoktien (durch den Äquatorbogen) und Daten in der zeitlichen Mitte zwischen Sonnenwenden und Äquinoktien. In jedem der vier Sonnenwendsektoren stehen drei oder vier Marken aus Cortenstahl (Dicke einige cm), deren Breite im Bereich von 0,5 m und deren Höhe im Bereich von 1 bis 1,5 m liegt (rechteckige Außenform; Ausschneiden oder -brennen von großen und kleinen Löchern erforderlich). Sie sollten nicht zu stark schwingen bzw. nicht biegsam sein, was gegebenenfalls z.B. durch die Einpassung der Platten in einen Rahmen aus H-Profilisen erreicht werden kann. Die solaren (und lunaren) Peilmarken zielen in eine Höhe von ca. 2° , weil Sonne und Mond dort häufiger zu sehen sind, als direkt im Horizont (Kulisseneffekt).

a) Sonnenwenden:

Für die Sonnenwendpeilung zwei gestaffelt gestellte Marken, die sich zu einer rechteckigen Form mit Loch von scheinbarer Sonnengröße zusammenschließen, wenn man aus der Mitte beobachtet. Die Sonne erscheint zur Sonnenwende vollständig in einem elliptischen Loch in 2° scheinbarer Höhe; die Blende verdeckt die Aussparung und dient der Zentrierung des Beobachters. Die Abbildung zeigt die sichtbare Gestalt mit Gradangaben für Höhe und rel. Azimut. Die Lochmitte (es ist eine Ellipse die der Form der Sonne bei Standardrefraktion wiedergibt und etwas größer als die scheinbare Sonnenscheibe ist (roter Linienzug; die geometrische Position der Sonne ist in grau dargestellt). Die Mitte der Sonnenscheibe liegt bei optimaler Durchstrahlung des Fensters (Sonnenwende) in einer Höhe von $2,00^\circ$.

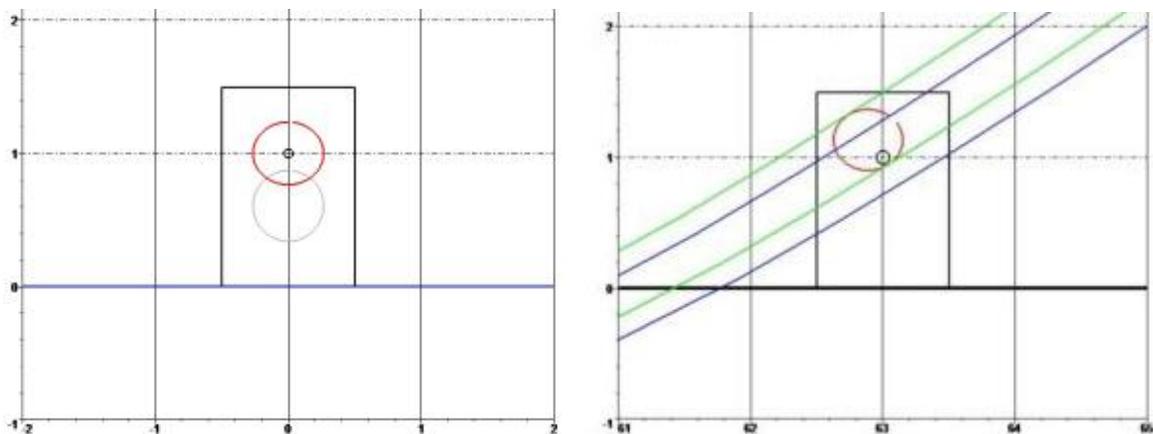


Konstruktion der Sonnenwendpeilung im Horizontsystem. Die Sonne (rote Ellipse) läuft am Tag der Sonnenwende auf einer Extrembahn, die genau hinter dem elliptischen Loch verläuft. Die beiden Teilstücke der Peilung, Loch und Vorder- oder Hinterrundblende (kleines Rechteck unten in der Mitte) sind in Umrissen angedeutet. Die sichtbare Winkelbreite der Peilmarke beträgt $1,2^\circ$ (Großkreisbögen bei 140 cm Durchmesser ca. $1,8^\circ$). Es wird die Sonnemitte in einer Höhe von 2° gepeilt, da in dieser Höhe die Sonne wesentlich häufiger zu sehen ist als direkt am Horizont.

b) Quartalstage (zeitliche Mitte zwischen Sonnenwenden und Äquinoktien):

Sonne wird von der Platte verdeckt, durchstrahlt aber ein kleines Lochs in 1° scheinbarer Höhe. Für die Peilung der Quartalstage ein kleinere Marke (Abbildung), da diese Daten nachgeordnet sind. Keine Blende, da man die Sonnenwendmarke auch im Blick hat und damit schon die richtige Augenposition finden kann.

Das kleine Loch zeigt an, dass auch hier Durchstrahlung gemeint ist. Es ist so platziert, dass bei fast allen Aufgängen der Sonne im Schaltzyklus (z.B. Anfang Mai und Anfang August im Nordostsektor) die Sonne das Loch durchstrahlt. Die säkularen Schaltregeln im Gregorianischen Kalender zerstören dieses Prinzip über die Jahrhunderte. Gepeilt sind die Daten in der zeitlichen Mitte zwischen Sonnenwenden und zeitlichen Äquinoktien. Die Marken veranschaulichen auch die geringere Azimutvariation der Sonnenuntergangsorte im Bereich der Sonnenwenden gegenüber den Äquinoktien, da sie den Sonnenwendmarken näher stehen als dem Äquatorbogen.



Konstruktion der Peilmarke für die Quartalstage. Die Marken sind so gelegt und gestaltet, dass an den vier Quartalstagen bei Sonnenauf- und Untergang das kleine Loch durchstrahlt wird. Im vierjährigen Basisschaltzyklus verlagern sich die Sonnebahnen an einem Quartalstag geringfügig. Rechts ist die nördlichste und südlichste Sonnenbahn bei Aufgängen am 5. August in grün bzw. blau eingezeichnet.

ii) Die Winkelgrößen dieser Marken

a) Sonnenwendmarken

Winkelbreite, außen: $1,2^\circ$

Winkelbreite, innen: $0,6^\circ$

Elevation Oberrand: $2,5^\circ$

Elevation Unterrand: $1,5^\circ$

Winkelbreite Loch: $2 \times 0,3^\circ$ (etwas mehr als die Sonnenbreite)

Winkelhöhe Loch: $2 \times 0,277^\circ$

Elevation Lochmitte: $2,0^\circ$

Das ausgesparte Teil wird durch eine näher oder ferner postierte Blende ersetzt.

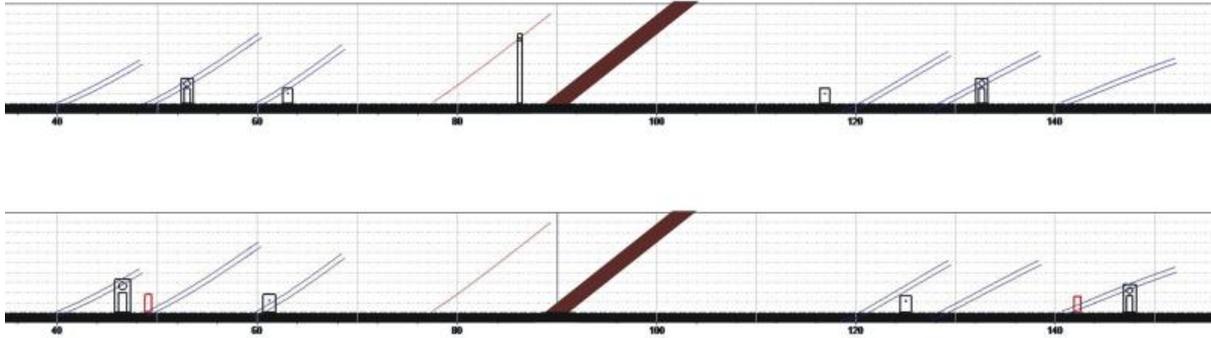
b) Quartalsmarken

Winkelbreite: $1,0^\circ$

Winkelhöhe: $1,5^\circ$

Radius Loch: 2 Bogenminuten = $(2/60)^\circ$

Elevation Lochmitte: $1,0^\circ$



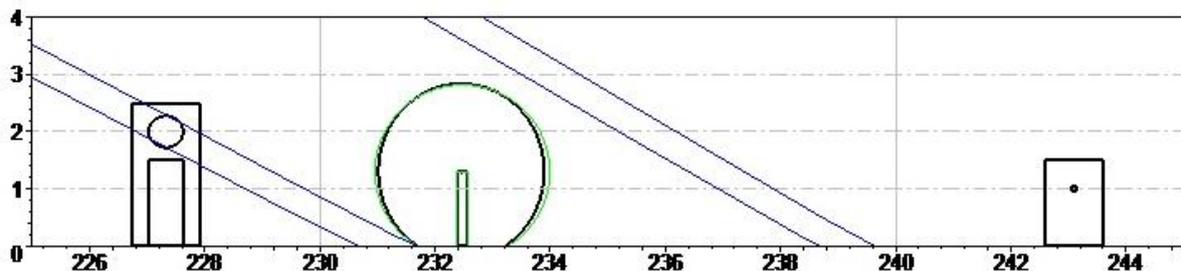
Simulierte Ansicht auf den Osthorizont aus der Observatoriumsmitte (oben) und von einem verlagerten Mondbeobachtungsort (unten). Die Sonnenwendpeilungen fallen oben mit den solaren Extrembahnen beim Sommer- und Winteranfang zusammen. Bei geeigneter Verlagerung können die Sonnenmarken zur Anzeige der extremalen Mondbahnen Verwendung finden (unten), die die extremalen Sonnenbahnen flankieren.

iii) Zur Beobachtbarkeit der Mondwenden mit den Sonnenpeilmarken

Die untere Ansicht im Bild des simulierten Osthorizontes zeigt nun die Lage der Marken, wenn man auf dem Mondpunkt steht. Die großen Löcher peilen ca. die Großen Mondwenden, die kleinen Löcher liegen so, dass der Mond im Zustand der Kleinen Wende die Löcher nicht erreicht. Bei einer Mondwendebeobachtung bestehen fast immer Deklinationsdefizite zum idealen Extrem im Bereich von ca. 0,5 Grad. Der etwa metergroße Standort für die Mondwendebeobachtung lässt einigen Spielraum bei der Lage der Marken vor der jeweiligen Mondbahn zu.

Die Blenden (rote Quader) stehen dann jeweils zwischen den beiden Peilmarken und liegen recht nahe bei den Horizontorten der Sonnenwende (im Nordosten) und dem Mondaufgang im Südosten. Sie bilden mit der Marke mit dem großen Loch jeweils eine Torstruktur, die das Vorrücken des Mondes in sein Extrem zu verfolgen gestattet (in den Tagen vor und nach einer Großen Wende und was die monatlichen Extremstände vor und nach den Jahren der Großen Mondwenden betrifft).

iv) Zur sichtbaren Lage des Windrads



Die Sonnenpeilungen im Südwestsektor in Bezug zum Windrad auf der Halde Hoppenbruch. Bei der jetzt bereits etwa metergenau festgelegten Observatoriumsmitte erweist sich das Windrad auf der Nachbarhalde als wenig störend im Bereich des Südwestsektors. Es fügt sich zwischen die Peilmarken ein, ohne sich mit ihnen zu überdecken (egal wie es steht und sich dreht). Bei einer geringeren Peilhöhe für den Untergang der Wintersonne als die gewählten 2° würde die Wintersonnen-Peilung nach rechts in die Nähe des Windrades rücken, was unschön wäre.