



Stonehenge,
England



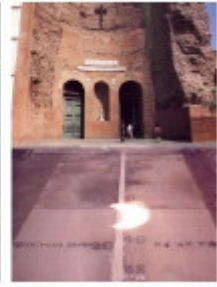
Newgrange,
Irland



Obelisk von
Luxor, Ägypten



Sternwarte
Samarkand



Meridian von
*St. Maria degli
Angeli*, Rom

Vorschläge für neuzeitliche Kalenderobservatorien zur Wiederbelebung archaischer Beobachtungstechniken

B. Steinrücken

*Initiativkreis Horizontastronomie im Ruhrgebiet, c/o Westfälische Volkssternwarte und
Planetarium Recklinghausen, Stadtgarten 6, 45657 Recklinghausen
E-mail: steinruecken@sternwarte-recklinghausen.de*

Einleitung

In der Frühzeit der Menschheitsgeschichte war die Beobachtung der am Landschaftshorizont wandernden Auf- und Untergänge von Sonne, Mond und Sternen die einzige Möglichkeit zur Einrichtung eines weithin gültigen Kalenders auf der Basis natürlicher Zyklen, der sowohl für eine systematische Erforschung der Himmelsbewegungen als auch für die praktische und rituelle Zeitordnung einer Gesellschaft unerlässlich ist.

Viele baulichen Überreste vergangener Kulturen zeigen uns noch heute, dass astronomische Konzepte eine bedeutsame Rolle im religiösen und sozialen Leben unserer Vorfahren spielten. Erinnert sei hier an *Stonehenge* in Südengland [1-17] und insbesondere an die Ausrichtung der sog. Prozessionsstraße der Steinzeitanlage nach der Aufgangsrichtung der Sommersonne am längsten Tag des Jahres oder an das Ganggrab von *Newgrange* in Irland [18,19], dessen Grabkammer während der Wintersonnenwendezeit durch die aufgehende Sonne, die längs des Ganges ins Innere scheint, täglich für ca. 15 Minuten direkt beleuchtet wird. Das warme Licht der tiefstehenden Sonne dringt zum alljährlichen Beginn des Aufstiegs zu sommerlichen Tagesbahnen ins Dunkel der Grabstätte ein.

Wie weit die Beschäftigung schon der steinzeitlichen Menschen mit den Gestirnen geht, und zu welchen Zwecken die frühe Sternkunde geschah, ist seit Jahrzehnten Gegenstand kritischer Diskussionen von Astronomen, Anthropologen, Archäologen und Kulturwissenschaftlern [20-27]. Das daraus entstandene interdisziplinäre Forschungsgebiet der *Archäoastronomie* untersucht die Tragweite der astronomischen Konzepte in den Gesellschaften der Vorzeit mit mathematisch-statistischen Methoden unter Einbeziehung der Erkenntnisse der zugrundeliegenden astronomischen und archäologischen Fachwissenschaft [28-43].

Horizontastronomie heute – eine Chance für die naturwissenschaftliche Bildung und ein bewusstes Naturerleben

Die neuzeitliche Zivilisation benötigt die sichtbaren Ereignisse des jährlichen Sonnen- oder Mondlaufs längst nicht mehr für ihre Kalender- und Zeitordnungszwecke. Mit dem Verlust der Notwendigkeit elementarer Horizontbeobachtungen ist aber neben dem Bewusstsein für diese Jahrtausende alte Kulturtätigkeit und archaische Beobachtungstechnologie auch das sinnstiftende Element einer bewussten Gestirnsbeobachtung im Horizont und das damit verbundene Sinneserlebnis verloren gegangen und überflüssig geworden. Die Physikdidaktik kennt die in direkter Folge zu dieser Unbewusstheit entstandenen und weit verbreiteten Misskonzepte, wann immer es über elementare astronomische Kenntnisse wie z.B. den Mondlauf geht [44,45].

Zur Wiederbelebung der verlorenen Tradition der visuellen Horizontastronomie und zur Wiedereinrichtung grundlegender Beobachtungstechniken wurden vom *Initiativkreis Horizontastronomie im Ruhrgebiet* aus Recklinghäuser und Bochumer Astronomen, den der Autor hier vertritt, seit 1999 Vorschläge für den Bau von Observatorien entwickelt, bei denen jeweils unterschiedliche archaische Beobachtungsprinzipien verwirklicht sind. Die Beobachtungsstätten sollen eines Tages in einem für die Öffentlichkeit kostenlos und zu jeder Zeit frei zugänglichen *Astronomischen Freizeitpark* stehen und als Monumente im öffentlichen Raum auch ästhetischen und architektonischen Ansprüchen vollauf genügen.

Ein idealer Ort für einen solchen Park ist die derzeit noch in Aufschüttung befindliche *Halde Hoheward* des Ruhrgebietsbergbaus im nördlichen Ruhrgebiet in Herten und Recklinghausen, die nach Abschluß der Schütтарbeiten und nach dem endgültigen Rückzug des Bergbaus aus dieser Region bis auf 170 m über NN aufgeschüttet sein könnte und damit nicht nur eine der höchsten Erhebungen des Ruhrgebiets wäre, sondern die europaweit größte Haldenlandschaft, die es ökologisch und kulturell sinnvoll zu gestalten und zu nutzen gilt. Die Abbildung 1 zeigt eine erste Planungsstudie des Parkgeländes, die im Auftrag der Deutschen Steinkohle AG (DSK) vom Planungsbüro Hermanns / Hattingen erstellt wurde.



Abb. 1: Das Gelände des geplanten Astronomischen Parks nach Abschluss der Aufschüttungsarbeiten im Jahr 2010 in einer ersten Planungsstudie des Büros Hermanns / Hattingen im Auftrag der DSK. Markantestes Element der Landschaftsgestaltung ist das kegelstumpfförmige Horizontplateau mit der Beobachtungsstation auf dem Gipfel.

Die entworfenen Einheiten für die Beobachtungsstationen des Parks wurden einer astronomischen und physikdidaktischen Fachöffentlichkeit bereits mehrmals vorgestellt (Herbsttagung der *Astronomischen Gesellschaft*, Bremen 2000 [46,47]; *Physics-on-Stage-Festival* am CERN, Genf 2000, DPG-Frühjahrstagung *Didaktik der Physik*, Bremen 2001, *Arbeitsgemeinschaft deutschsprachiger Planetarien*, Mannheim 2001) und im Rahmen einer öffentlichen Planungswerkstatt zur zukünftigen Gestaltung des Haldenkomplexes in Herten und Recklinghausen im Mai 2001 einer breiten Öffentlichkeit erfolgreich zur Diskussion gestellt.

Die Beobachtungsstätten greifen die von Megalithstätten und auch von jüngeren Bauwerken wie z.B. dem Großen Quadranten von Ulug Beg in Samarkand bekannten astronomischen Gestaltungselemente auf und zitieren damit bekannte Vorbilder, ohne sie zu kopieren. Denn schon aus astronomischen Gründen ist jede Beobachtungsstätte für die topozentrischen Gestirnsbewegung ein individueller, unverrückbarer Ort. Die Materialien, aus denen die Observatorien zu bauen sind, sind unverwüsthlich und Kennzeichen des Ruhrgebiets – Stahl und Stein. Die Ausmaße sind unbescheiden, denn von einem einzigartigen Astronomischen Freizeitpark erwartet man auch eine Signalwirkung durch weithin sichtbare Gestaltungselemente (siehe Abb. 2).



Abb. 2: Blick von der Nachbarhalde Hoppenbruch auf das Horizontobservatorium. Auch von den Bundesautobahnen A2 und A43 kann es gesehen werden.

Im folgenden werden die Zentraleinheit, das *Horizontobservatorium*, eine *Sonnenkrypta* mit *Camera Obscura*, ein Sterntheater namens *Circus Zodiacus*, eine Bodensonnenuhr mit *Obelisk* und gärtnerisch gestaltete *Alignements* und *Geoglyphen* als Beispiel für kalenderrelevante Markierungen einzelner Horizontrichtungen vorgestellt.

Diese Einrichtungen peilen jeweils eine oder mehrere astronomisch markante Richtungen am Himmelsgewölbe an, entweder in geringen Höhen, wo sich die durch die atmosphärische Refraktion und Extinktion bedingten horizontnahen Farbspiele der Hauptgestirne Sonne und Mond einstellen, oder in größeren Höhen, wo die Beobachtung nicht so stark durch den Dunst und die Lichtverschmutzung des Ruhrgebietshorizontes beeinträchtigt ist.

Vielleicht wird eine bewusste Beschäftigung breiter Kreise der Öffentlichkeit eines Tages zu einem verschärften Problembewusstsein für die im ökologischen, astronomischen und kulturgeschichtlichen Sinne problematische Lichtverschmutzung in den Ballungszentren führen, die im Ruhrgebiet zur Zeit nur die Beobachtung der allerhellsten Sterne in Horizontnähe zulässt.

Das *Horizontobservatorium* benötigt freie Horizontsicht und bildet die Gipfelstation des Astronomischen Parks. Deshalb nimmt diese Projekteinheit auch in dieser Beschreibung den ersten und größten Rang ein. Die anderen Stationen können auf tieferen und kleineren Flächen des künstlichen Berges der Halde Hoheward Platz finden. Die *Sonnenkrypta* mit *Camera Obscura* ist als unterirdische Kaverne im Inneren der Halde geplant.

Das Horizontobservatorium als Gipfelstation des Astronomischen Parks

Die Haupteinheit des Parks ist das Horizontobservatorium (Abb. 3). Es besteht aus einer kreisrunden Ebene mit einem Durchmesser von 100 m in einer Höhe von 170 über NN, welche einen perfekten mathematischen Horizont mit Zenitdistanz $z = 90^\circ$ für einen in der Mitte postierten Beobachter darstellt. Das Gipfelplateau der Halde ist in Abbildung 3 in grau dargestellt. Eingelassen ist ein Sitzstufenforum, dessen Grund 1,5 m unterhalb des Gipfelniveaus liegt. Der Beobachter auf der zentralen Sitzstufenpyramide kann so bequem über den mathematischen Horizont peilen.

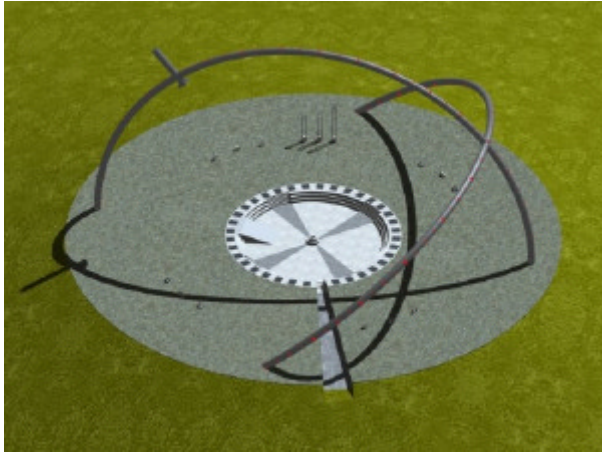


Abb. 3. Erläuterungen im Text. (Achtung! Der computererzeugte unnatürliche Schattenwurf spiegelt nicht die wahren Verhältnisse wider.)

In das Horizontplateau ist eine Rinne eingelassen, die einem in der exakten Beobachtungsmittle befindlichen Beobachter die gleichzeitige Sichtbarkeit des künstlichen Horizontes und des Landschaftshorizontes ermöglicht. Letzterer liegt wegen der Erdkrümmung unterhalb des mathematischen Horizontes weil wir auf einer Kugel leben.

Die momentane Höhe der Halde liegt derzeit bei 145 m über NN. Der entfernte Landschaftshorizont liegt damit zur Zeit etwa $0,3^\circ - 0,4^\circ$ unter dem mathematischen Horizont mit Zenitdistanz $z = 90$. Die meisten Landschaftsstrukturen und Bauwerke, die den natürlichen Horizont überragen, sind auf dem künstlichen Horizont nicht mehr zu sehen. Der Beobachter hat den Eindruck, als sei das Ruhrgebiet unter ihm verschwunden. Man denkt, man sei allein unter dem Himmelszelt und damit der hektischen Welt seltsam entrückt. Auch die bezaubernden Farbspiele der Sonne und des Himmels in Horizontnähe werden durch die Errichtung eines Horizontobservatoriums für den Menschen im zugebauten Ruhrgebiet wieder erfahrbar.

Die Beobachtungsmittle wird von zwei großen Halbbögen zur Darstellung des Ortsmeridians und des Himmelsäquators überspannt. Die Bögen symbolisieren die Großkreise des Meridians und des Himmeläquators. Sie sind weithin sichtbar und machen das Observatorium zu einer Landmarke im Bereich des Kreuzungspunktes der Bundesautobahnen A2 und A43. Aus der Mitte betrachtet fällt der Kernschatten des Himmelsäquators während der Tag-Nacht-Gleichen immer bis zum Beobachter; die Sonne wandert an diesen Tagen hinter dem Äquatorkreis bis sie in Horizontnähe aufgrund der dort großen Refraktionseffekte vom Äquatorkreis nach oben hin abgelenkt. Damit wird sie zu den Tag-Nacht-Gleichen vor ihrem Untergang kurz sichtbar, bevor sie im Horizont versinkt. Der lichte Tag wird um rd. 5 - 10 Minuten verlängert, so dass sie auch bei den Tag-Nacht-Gleichen eine längere Zeit oberhalb als unterhalb des Horizontes steht. Im Sommerhalbjahr sieht man die Sonne ständig oberhalb des Äquators, im Winterhalbjahr darunter, jeweils auf Parallelkreisen zum Äquator täglich wandern.

Die Pollage ist durch ein Sehrohr im Meridian dargestellt, welches den Blick auf den Polarstern ermöglicht, der zur Zeit etwa $0,8^\circ$ vom Himmelspol entfernt steht. Die Ringe sind mit einer dezent leuchtenden Skala versehen, die eine etwa gradgenaue Abschätzung der Deklination und des Stundenwinkels ermöglicht.

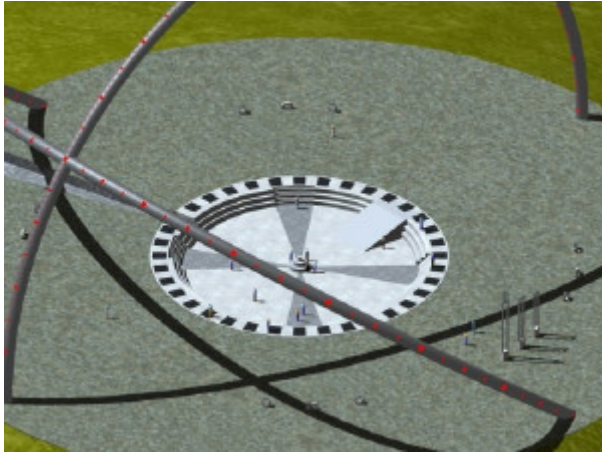


Abb. 4: Das Observatorium mit Besuchern.

Die erste Planungsstudie geht von folgenden Abmessungen aus: Durchmesser des Forums ca. 30 Meter, Durchmesser der Bögen ca. 100 Meter, Stärke der Ringe ca. 0,5 - 1 Meter, auf jeden Fall aber so beschaffen, dass ihr Kernschatten in die Beobachtungsmitte fällt. Die Höhe der Präzisionsvisiermarken (in Abb. 4 unten rechts) beträgt ca. 10 Meter und mit diesen Ausmaßen ragen sie als monumentale Zinken und Zähne, die nach astronomischen und künstlerischen Gesichtspunkten gestaltet werden können, in den Himmel.

Die Visiermonumente für markante Auf- und Untergänge von Sonne, Mond und Sternen sind rund 50 m von der Beobachtungsmitte entfernt. Ein zentimetergenau postiertes Auge kann anhand dieser Peilmarken mit etwa Bogenminutengenauigkeit messen. Diese Schattenwerfer und Peilmarken überragen den mathematischen Horizont und sind derart angeordnet, dass mit ihrer Hilfe die täglichen, jährlichen und säkularen Zyklen der planetaren und stellaren Dynamik durch systematische und wiederkehrende Beobachtung erforscht und durch die eigene Sinneswahrnehmung erlebt werden können. Die herausragenden Himmelserscheinungen wie die Sonnen- und Mondwenden, Jahreszeiten, atmosphärische Erscheinungen in Horizontnähe, Finsternisse, Auf- und Untergänge, Meridiandurchgänge, die Sternzeit oder Fixsternpräzession werden so in ihrer wahren zeitlichen Abfolge, die den Beobachter zur Organisation und Konzentration auf das astronomische Ereignis und seine Beobachtung auffordert, intensiv erlebbar.

Die bedeutsamsten Horizontorte, die Sonne und Mond in regelmäßigen Abständen immer wieder einnehmen, und nach deren regelmäßiger Wiederkehr die Kalender der Kulturen der Welt ausgerichtet sind, sind durch besondere Visiermarken und -fenster kenntlich gemacht. Zu sehen sind in Abbildung 3 und 4 vier Gruppen im Nordosten, Südosten, Südwesten und Nordwesten mit jeweils drei Rundfenstern als Visiermarken. In der Mitte dieser Gruppen ist das Sonnenfenster postiert, das die Auf- und Untergangsorte bei der Sommer- und Wintersonnenwende markiert. Rechts und links eines solchen Sonnenwendfensters gruppieren sich die Fenster für die Mondwenden. Sind z.B. für einige Monate die Monduntergänge des Mondes bei seinem monatlichen Südstand im linken Fenster der linken Gruppe zu sehen, wiederholt sich diese Sequenz von Monduntergängen erst wieder nach Ablauf von 18,6 Jahren, dem sog. Mondwendezyklus. Nach etwa 9 Jahren sind die südlichsten Monduntergänge im rechten Mondfenster zu sehen.

Die extremalen Auf- und Untergangssazimuthe der Sonnen- und Mondmitte auf dem künstlichen Horizont mit der scheinbaren Zenitdistanz $z = 90^\circ$ lassen sich mit den Formeln der Sphärischen Astronomie berechnen. In die Berechnung finden die folgende astronomischen Daten Eingang:

Tabelle 1: Astronomische und geodätische Daten

Ekliptikneigung und maximale Sonnendeklination:	e_{2000}	= 23,439°
Mondbahneinklination:	i	= 5,145°
Geografische Breite des Halden-Ostgipfels (GPS-Messung):	f	= 51°34,12' N
Geografische Länge des Halden-Ostgipfels (GPS-Messung):	l	= 7°10,10' O
Mittlere Horizontalparallaxe des Mondes:	P	= 0,95°
Mittlere Refraktion bei $z = 90^\circ$:	R	= 0,58°

Die wahre Höhe h_w der Mondmitte bei der Aufgangserscheinung auf dem künstlichen Horizont beträgt 0,37°. Bei der Horizontbeobachtung vom Topozentrum erscheint der Mond um 0,95° (Mondparallaxe) gegenüber der gedachten Beobachtung vom Geozentrum abgesenkt. Die Refraktionserscheinung hebt den Mond bei einer scheinbaren Zenitdistanz von 90° im Mittel um 0,58° an ($0,37^\circ = 0,95^\circ - 0,58^\circ$). Das Ausmaß der Refraktion ist vom Zustand der Atmosphäre abhängig und kann extreme Werte von mehr als 1° annehmen, wenn sich Inversionwetterlagen einstellen. Die wahre Höhe h_w der Sonnenmitte bei der Aufgangserscheinung ist um das Ausmaß der Refraktion gegenüber der scheinbaren Höhe von 0° abgesenkt, beträgt also im Horizont im Mittel -0,58°. Die Horizontalparallaxe der Sonne liegt bei 9'' und wird im folgenden vernachlässigt.

Mit diesen Höhenwerten und den oben angegebenen Daten berechnen sich die extremalen Nordazimuthe a (von Nord über Ost gezählt) der Sonnen- und Mondmitte bei den Sonnen- und Mondwenden nach $\cos a = (\sin d - \sin f \cdot \sin h_w) / (\cos f \cdot \cos h_w)$.

Für die geozentrischen Deklinationen der Mondwenden nimmt man $d = \pm e \pm i$.

<u>Tabelle 2: Astronomisches Ereignis</u>	<u>Deklination d</u>	<u>Nordazimuthe a</u>
Nördliche Große Mondwende; Aufgang	$23,439 + 5,145 = 28,584$	40,39°
Nördliche Sonnenwende; Aufgang	23,439	49,25°
Nördliche Kleine Mondwende; Aufgang	$23,439 - 5,145 = 18,294$	60,20°
Südliche Kleine Mondwende; Aufgang	$-23,439 + 5,145 = -18,294$	120,87°
Südliche Sonnenwende; Aufgang	-23,439	128,84°
Südliche Große Mondwende; Aufgang	$-23,439 - 5,145 = -28,584$	141,06°

Die Nordazimuthe der Untergangsorte der Gestirnmitten erhält man, wenn man die Werte der Aufgangsorte von 360° abzieht. Für die Berechnung der Auf- oder Untergänge des Sonnen- und Mondober- oder -unterrandes sind die jeweiligen Gestirnsradien zur wahren Höhe der Gestirnmitte hinzuzuzählen oder davon abzuziehen. Der mittlere Sonnenradius beträgt 0,267°, der Mondradius schwankt im Laufe des anomalistischen Monats zwischen 0,245° und 0,279° bei einem mittleren Wert von 0,259°.

Für die Berechnung der Mondorte wurden die extremalen Deklinationen des Mondes zu (+/- 23,439° +/- 5,145°) angenommen. Die Mondbahneinklination i schwankt jedoch in einer 173,31-tägigen Periode - das ist das halbe Finsternisjahr - mit einer Amplitude von $8,7' = 0,145^\circ$ um den Mittelwert von 5,145°. Die Monddeklination kann bei der kleinen oder großen Mondwende um maximal diesen Wert gegenüber dem angegebenen Mittelwert in positiver oder negativer Richtung abweichen. Die Neigungsstörung der Mondbahn mit der Amplitude von 0,145° führt demnach zu Schwankungen in der Azimutlage der Mondwendepunkte von $19,3' = 0,322^\circ$ (gültig für die geografische Breite der Halde Hoheward). Zusammen mit der Schwankung des Monddurchmessers, der Horizontalparallaxe und der Schwankung der astronomischen Refraktion im Horizont führt dies zu dem Ergebnis, dass die Mondwendepunkte nicht mit einer Genauigkeit besser als 1° auf dem künstlichen Horizont fixiert werden können, was bei der Konstruktion eines Mondfensters oder einer Mondzielmarke zu berücksichtigen ist.

In Horizontnähe macht die schwankende Refraktion Präzisionsbeobachtungen letztlich unmöglich. Die tief liegenden Fenster haben mithin eine vorrangig symbolische Funktion, die einen ästhetischen Gestaltungsspielraum zulässt. Naheliegend als symbolisches Visier ist z.B. ein Rundfenster mit dreifachem Sonnenradius in dem die Sonne oder der Mond im Untergang voll erstrahlt, so dass ein solches Visier für eine ganze Besuchergruppe auf der zentralen Sitzstufenpyramide geeignet ist, und nicht für nur einen Beobachter mit zentimetergenau fixierter Augenposition, wie es für die Präzisionszielmarken vorgesehen ist.

Erst in Höhen von ca. 10 Grad wird die bogenminutengenaue Präzisionsbeobachtung möglich. Die drei Visiermarken in Abbildung 3 oben ragen in solche Höhen hinauf, und bieten die Möglichkeit einer präzisen Positionsbestimmung in Azimuth und Höhe. In dieser Beobachtungshöhe ist auch die Auswirkung der Fixsternpräzession auf die Bahnen ausgewählter Sterne innerhalb von ein bis zwei Dekaden nachweisbar. Ein Visiermonument besitzt z.B. jeweils in Dreiergruppen zinkenförmig nach oben ragende Abschattungsvorrichtungen, hinter denen ein Stern auf seiner Bahn kurzzeitig verschwindet. Die Steigung der gedachten Linie, die die drei Zinkenenden einer Gruppe verbindet, ist geringer als die Steigung der Sternbahn eines hellen Sterns (z.B. Arktur), dessen Bahnlage sich wegen der Fixsternpräzession in der Zukunft absenkt. Durch Abzählen der Anzahl von Sternverschwindungen hinter den Zinken wird die präzessionsbedingte Verlagerung der Sternbahn (ca. 3' in 10 Jahren bei ausgewählten Sternen) mit dem freien Auge beobachtbar.

Über die didaktischen Aspekte hinaus dient das Observatorium der praktischen Forschungstätigkeit im Gebiet der Archäoastronomie. Von astronomiehistorischer Relevanz sind z.B. empirische Untersuchungen zur Möglichkeit der Festlegung der exakten Mondwendepunkte am Horizont ohne Voraussetzung der Kenntnis der wahren himmelsmechanischen Verhältnisse. Auch die Überprüfung der Tauglichkeit der von A. Thom [48] in den 60er Jahren vorgeschlagenen archaischen Finsternisvorhersagetechniken, die auf kleinen Schwankungen der Monddeklinaton beruhen, ist möglich. Gegen Thom's Ergebnisse wurden von astronomischer Seite starke Gegenargumente aufgebracht [49-51], empirische Studien auf diesem Gebiet sind aber bislang nicht publiziert. Für diese Untersuchungen setzt die Schwankung der astronomischen Refraktion in Horizontnähe grundlegende Genauigkeitsgrenzen [52].

Neben diesen visuellen astrometrischen Beobachtungsmöglichkeiten schafft das Horizontobservatorium auch die Möglichkeit zur Erforschung der optischen Eigenschaften des Ruhrgebietshimmels. Aufschluß über die Schwankung der Horizontrefraktion kann durch Beobachtung der scheinbaren Sternbahn im Vergleich zur wahren (ohne Refraktion) gewonnen werden, was durch ein Visiermonument, dessen beleuchtete Kante die nicht durch Refraktion verfälschte wahre Sternbahn z.B. des Sirius andeutet, ermöglicht wird. Weitere Untersuchungsmöglichkeiten sind die Farbspiele der untergehenden Hauptgestirne, der Neulichtsichtbarkeit u.ä. in Abhängigkeit von der Sichtweite in der Atmosphäre, der Dunstbildung im Ruhrgebiet und der Wetterlage. Durch systematische Beobachtungen kann hier wertvolles Datenmaterial im Forschungsgebiet der *Visuellen Astronomie* [53] unter Ruhrgebietsbedingungen auch von Schulklassen gewonnen werden.

Dem *Initiativkreis Horizontastronomie im Ruhrgebiet* wurden vereinzelte kritische Äußerungen zugetragen, im Ruhrgebiet sei die Sonne ja niemals im Horizont zu sehen. Dies ist durch die bereits erfolgten Testbeobachtungen widerlegt. Die Abbildung 5 zeigt Aufnahmen des Sonnenunterganges am 11. Mai 2000 (links und rechte Seite oben) und am 13. Mai 2000 (rechte Seite unten). Die Sonne steht als rote Scheibe, abgeschwächt und in ihrer scheinbaren Form verzerrt durch die Effekte der Extinktion und Refraktion auf dem

natürlichen Landschaftshorizont mit ihrer Mitte ungefähr im mathematischen Horizont. Der rechte Teil der Abbildung 5 verdeutlicht die Wanderung des Sonnenuntergangsortes innerhalb von zwei Tagen im Mai. Die Sonnenbahn verlagert sich in dieser Zeit um das Doppelte des Sonnendurchmessers nach Norden. Durch den Vergleich mit feststehenden Horizontmarken - hier gegeben durch zwei identische Gebäude in der Ferne - läßt sich diese Verlagerung leicht verfolgen. Wenn sich diese Sequenz der zwei Sonnenuntergänge wiederholt, sind 365 Tage vergangen. Bei systematischer Beobachtung über mehrere Jahre fällt auf, dass von mal zu mal 366 Tage zu zählen sind, bis wieder Übereinstimmung der Untergangsorte am Horizont herrscht. Das Sonnenjahr ist um einen knappen viertel Tag länger als 365 Tage, so dass das Einfügen von Schalttagen notwendig ist um einen Ausgleich zwischen Natur- und Kalenderzyklus zu erzielen.



Abb. 5: Sonnenuntergangsbeobachtungen von der Halde Hoheward am 11. Mai 2000 (links und oben) und am 13. Mai 2000 (unten rechts).

Sterntheater *Circus Zodiacus*

Das Horizontobservatorium ist die zentrale Einheit für die Beobachtungen und Messungen auf dem mathematischen Horizont, dem Meridian, der Polskala und dem Himmelsäquator. Nachts dringt aus den dunstigen und lichtverschmutzten horizontnahen Himmelsregionen leider viel Licht in die Beobachtungsmittte. Visuelle astrometrische Messungen an Gestirnen zur Bestimmung von Größen wie Sternzeit, Rektaszension, Deklination und der Fixsternpräzession gelingen damit nur an den hellsten Sternen 1. und 2. Größenklasse.

Dem Bedürfnis nach möglichst dunkler Abgeschlossenheit mit der Möglichkeit einer verbesserten Stern- und Sternbildsichtbarkeit trägt die zweite Beobachtungseinheit, das Sterntheater bzw. der *Circus Zodiacus* Rechnung (Abb. 6).

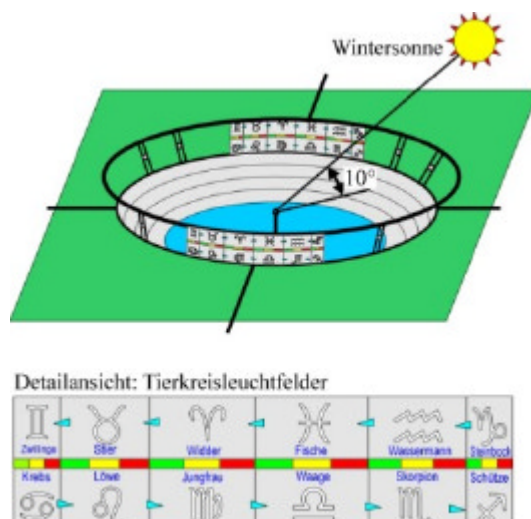


Abb. 6: Das Sterntheater *Circus Zodiacus*. Von der Mitte der Arena werden die Sonnen- und Sternaufgänge in einer Höhe von 10° beobachtet. Das Licht der tiefstehenden Sonne durchstrahlt das Leuchtsegment mit dem monatlichen Tierkreiszeichen. Die Sternpeilungen ermöglichen die Bestimmung der Länge des Sterntags und helfen bei der Beobachtung heliakischer und achronischer Auf- und Untergänge.

Im Sterntheater wird ein künstlicher Horizont von 10° Höhe realisiert, der nicht nur alle restlichen Gebäude und Schornsteine, die den künstlichen Horizont der Hauptbeobachtungseinheit überragen, zum Verschwinden bringt, sondern auch weitestgehend die lichterfüllten Dunstglocken über den umliegenden Ruhrgebietsgroßstädten. Zu diesem Zweck ist die Beobachtungsmitte des Sterntheaters tiefer in das Gipfelplateau der Halde hineingelagert, als dies beim Horizontobservatorium der Fall ist. Der künstliche Horizont in dieser beträchtlichen bietet aber auch die Möglichkeit, an weniger klaren Tagen, wenn sich vereinzelt Wolken durch den Kulisseneffekt am Horizont dennoch zu einer für das Licht der untergehenden Sonne undurchdringlichen Schicht aufgestapelt haben, Sonnenuntergänge an wandernden und messbaren Azimuthen zu beobachten, wenn dies im Horizontobservatorium nicht möglich ist. Zu diesem Zweck ist der abschließende Horizontkranz des Sterntheaters in jenen Bereichen, wo die Sonne auf- oder untergehen kann, mit farbigen Glasflächen durchschimmernd gestaltet. Diese Segmente sind weiterhin so geteilt, dass jeweils Zonen voneinander abgegrenzt sind, die durch die Spanne der Auf- bzw. Untergangsorte der ersten Grade der Sternzeichen der Ekliptik begrenzt sind. Mithin geht z.B. die Sonne auf der Ostseite des Sterntheaters im ersten Frühlingsmonat auf dem erhöhten künstlichen Horizont im Azimuthbereich des Zeichens des Widders auf. Dies zu kennzeichnen, gelingt durch die Gestaltung des von der Sonne dann durchstrahlten Glassegmentes in Form des Widdersymbols. Eine weitere Unterteilung dieser azimuthalen Sternzeichensegmente in jeweils andersfarbige Glasfelder ermöglicht die Bestimmung der Eintrittsdaten in den 10. und 20. Grad eines jeden Zeichens. Da die Sonne entlang der Ekliptik täglich um ca. 1° wandert, in zwei Wochen also weit mehr als ein farbiges Leuchtfeld am Horizont zurücklegt, ist binnen dieser Zeit der Nachweis der jährlichen Wanderung durch den Tierkreis mittels eines sehr schönen Lichteffektes, der das Symbol des Zeichens zum Leuchten bringt, anschaulich erlebbar. Nachts hilft das dezent künstlich erleuchtete Zodiakusband auf dem Horizont beim Auffinden der Tierkreisbilder, die zumindest in der Nähe des Symbols erscheinen. Bei der systematischen Beobachtung fällt aber auch bald die präzessionsbedingte Verlagerung der Tierkreissternbilder gegen die Sternzeichen auf.

Durch die Bezugnahme auf den Tierkreis und seine Symbole weist diese Beobachtungseinheit, im Gegensatz zur Gipfelstation, die eher nordeuropäische Traditionen der Gestirnspeilung zur Geltung bringt, auf die Wurzeln der neuzeitlichen Astronomie und Naturwissenschaft in Babylon, Ägypten und Griechenland hin, wo diese Symbolik entstand und weite Verbreitung, auch in der Sterndeuterei und im Sternglauben, fand [54].

Wenn Besucherinnen und Besucher dieser Einrichtung einen Hang zur Astrologie haben sollten, werden sie durch diese anschaulichen Möglichkeiten angeregt, sich auf das Beobachtungsfundament der Sternkunde zu begeben, auf dem auch die Astrologie vor ihrem Abgleiten ins Ausdeuten von Unzusammenhängendem entstand. Vielleicht wird man es auf diesem Weg zu einer guten naturwissenschaftlichen Allgemeinbildung leichter haben, die unwissenschaftliche Sterndeutung von den beobachtbaren astronomischen Grundlagen zu trennen, als auf dem Weg des Verdammens aller Scheinwissenschaft und ihrer Anhänger.

Die Auf- und Untergangsorte der hellsten Sterne, die auch im Ruhrgebiet in Höhen von 10° gesehen werden können, sind ebenfalls auf dem künstlichen Horizont des Sterntheaters markiert (Abb. 6). Die ringförmigen Peilungen ermöglichen eine Bestimmung der Länge des Sterntages, der Zeitspanne zwischen zwei Aufgangserscheinungen eines Sterns in aufeinanderfolgenden Nächten, und bieten eine Auffindhilfe zur Beobachtung der heliakischen Gestirnsaufgänge in der Morgendämmerung.

Tabelle 3: Aufgangszimuthe der hellsten Sterne auf dem künstlichen Horizont der Höhe $h = 10^\circ$

Stern	Helligkeit (Größenklasse)	Deklination (Epoche 2000)	Nordazimuth ($h = 10^\circ$)	Helligkeit ($h = 10^\circ$)
Sirius	- 1,5	-16,72°	133,81°	- 0,5
Arcturus	0,0	19,18°	71,68°	1,0
Wega	0,0	38,79°	36,77°	1,0
Capella	0,1	46,00°	17,66°	1,1
Rigel	0,1	-8,20°	117,08°	1,1
Procyon	0,4	5,22°	94,22°	1,4
Beteigeuze	0,5	7,41°	90,67°	1,5
Atair	0,8	8,87°	88,30°	1,8
Aldebaran	0,8	16,51°	75,99°	1,8
Spica	1,0	-11,17°	122,59°	2,0
Antares	1,0	-26,44°	161,71°	2,0
Pollux	1,1	28,02°	70,50°	2,1
Deneb	1,2	45,29°	20,17°	2,2
Regulus	1,3	11,96°	85,92°	2,3

Als Ort, in dem die astronomischen Traditionen der klassischen Antike gepflegt werden, bietet sich eine Gestaltung dieser Stätte als Amphitheater an, jedoch ist durch die Gestaltung der Grundfläche darauf zu achten, dass ein Besucher sich eingeladen fühlt, auch rücklings auf dem Boden liegend den Blick zum Zenit zu suchen.

Obelisk

Ein hoch aufragender Obelisk kann zu jedem Tag als Peilstange für Sonnenstände benutzt werden, wenn man als Beobachter nur selbst systematisch den Ort, von dem aus beobachtet wird, wechselt. So kann man die Sonne immer hinter einem geeigneten Peilelement zum Verschwinden bringen. Ist die Sonne einen Augenblick restlos durch bauliche Elemente verstellt - bei der totalen Sonnenfinsternis leistet dies der Mond -, wirft dieses Element einen Schatten auf den Beobachter. Man muss nicht den direkten Blick auf diese Verstellungssituation suchen, sondern kann auch als nebenstehender Beobachter die systematische Wanderung des Schattens verfolgen. Man kann aber auch, wenn die schattenwerfenden Säule hinreichend groß ist, immer wieder die Verstellungssituation – die künstlich herbeigeführte totale Sonnenfinsternis – aufsuchen. Damit wird klar: Auch die Sonnenuhr, mit deren Hilfe der tägliche und jährliche Verlauf des Schattens gemessen wird, ist eine Variante des in den ersten beiden Beobachtungsstätten verwendeten Peilprinzips (vom Beobachtungsauge über ein Peilelement zum Gestirn).

Ein solcher Obelisk mit einer „Mondkugel“ an der Spitze darf in einem Astronomischen Park nicht fehlen. Das Raster der Stunden- und Datumslinien, welches auf einer horizontalen und ebenen Grundfläche aufgemalt wird, ist für den jeweiligen Standort individuell zu berechnen und zu gestalten. Die Abbildung 7 zeigt dieses, hier farbig gestaltete, Raster für die Halde Hoheward.

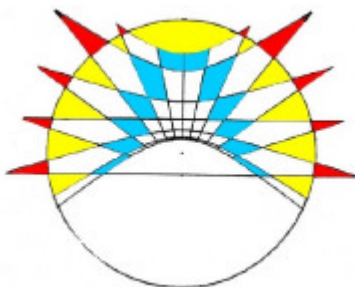


Abb. 7: Das Raster der Stunden- und Datumslinien für eine Horizontalsonnenuhr auf der Halde Hoheward. In der Mitte ist die Position für den Obelisk markiert. Der Kreis bezeichnet den Umkreis in den der Kernschatten der Obeliskenkugel reicht. Der Nordpunkt ist oben. Die farbige Gestaltung ist frei gewählt und kann nach Belieben verändert werden.

Die freie Grundfläche für den Schattenwurf mit rund 100 Metern Durchmesser lädt neben der Beobachtung des schnell laufenden Kugelschattens auch zur eigenen Tätigkeit ein. Ein Band, welches um den Obelisken geschlungen ist und als Zirkel dient, ermöglicht das Ziehen konzentrischer *Indischer Kreise* mit der bereitliegenden Straßenkreide. Im Laufe des Tages überschneidet die Schattenspitze einen Kreis (der nicht zu groß ist) zweimal, einmal am Vormittag und einmal am Nachmittag, wenn die Sonne jeweils gleich hoch steht. Die Verbindungslinie dieser Schnittpunkte zeigt in Richtung der Ostwestlinie. Mit dem Bindfadenzirkel ist auch die Senkrechte in Nordsüdrichtung leicht konstruiert. Die Haupthimmelsrichtungen sind damit gefunden und vom Prinzip der Himmelsymmetrie auf der Vormittags- und der Nachmittagsseite abgeleitet.

Wie man nun eine Windrose gestaltet und kleinere Teilungen findet, ist Gegenstand weiterer Schülerprojekte mit Bindfaden und Straßenkreide. Wie konstruiert man einen rechten oder andere Winkel auf fußballfeldgroßen Flächen? - Die Zeit der *Harpedonapten*, der ägyptischen Seilspanner, die Tempelachsen und Ausmaße mit Seilen und geometrischen Tricks und Kniffen abmassen, wird für einen Tag wieder lebendig, wenn Schulklassen sich dieser Herausforderung annehmen.

Die Aufnahme der täglichen Schattenspur verrät die Jahreszeit der Beobachtung. Im Sommerhalbjahr verläuft sie gekrümmt, wie eine Schale, die zum Fußpunkt des Obelisken geöffnet ist. Im Winterhalbjahr weist die Krümmung in die Gegenrichtung und die Schale ist um vieles weiter vom Obelisken entfernt als im Sommer (Abb. 8). Es zeigt sich, dass die täglichen Schattenspur allesamt Hyperbeln sind [55-57], außer zu den zwei Tag-Nacht-Gleichen beim Frühlings- und Herbstanfang. Dann läuft der Schatten auf einer gerade Linie. Durch Abzählen der Tage zwischen übernächsten Ereignissen dieser Art lässt sich die Länge des Jahres bereits nach wenigen Jahren mit Tagesgenauigkeit ermitteln.

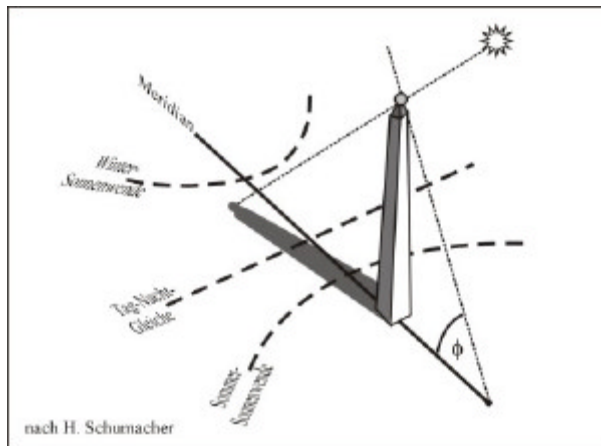


Abb. 8: Der Verlauf der Schattenspitze bei den Sonnenwenden und den Tag-Nacht-Gleichen ist durch die gestrichelten Linien angedeutet. Im Sommer- und Winterhalbjahr treten Hyperbeln mit verschiedener Krümmungsstärke und -richtung ein. Nur an den Tag-Nacht-Gleichen ist eine gerade Schattenspur zu beobachten.

Sonnenkrypta mit Camera Obscura

Das Hineinscheinen der tiefstehenden Sonne in einen langen Gang ist ein beeindruckendes Erlebnis, das man in modernen Gebäuden mit langen Fluren, die durch ein Fenster an der Stirnwand abgeschlossen sind, alljährlich an einigen Tagen im Jahr erleben kann. Der Korridor ist dann lichtdurchflutet, Möbel oder sonstige abgestellte Gegenstände werfen auf ganzer Länge einen Schatten und der Blick entlang des Ganges in Richtung der in ca. 5° - 10° Höhe stehenden noch gleißend hellen Sonne lässt alle Strukturen nur noch schemenhaft aus der Lichterflut heraustreten. Dieses Prinzip der Ausrichtung eines Ganges auf die Sonne ist z.B. im Steinzeitgrab *Newgrange* in Irland verwirklicht. Während der Zeit der Wintersonnenwende strahlt die Sonne kurz nach ihrem Aufgang entlang des Zugangs in die innenliegende Kammer hinein und beleuchtet sie.

Die Beobachtungsstation des Astronomischen Parks, die dieses Prinzip aufgreift, ist in die Halde als unterirdische Höhlung eingearbeitet und durch einen absteigenden Gang von ca. 30 m Länge zu erreichen (Abb. 9). Bedenkt man, dass die Halde ein künstlicher, von Menschen gemachter Berg ist, so handelt es sich eigentlich nicht um eine unterirdische Kaverne, sondern um einen Raum, der hoch über dem natürlichen Bodenniveau plaziert ist, und insofern eine gewisse Verwandtschaft zu den Gängen und Galerien der großen Pyramide von Gise aufweist. Über den Sinn ihrer meridionalen Ausrichtung und die Winkel von $26^{\circ} 17'$, unter denen die Gänge der Pyramide gegen den Süd- und Nordhorizont ragen, ist ja schon viel spekuliert worden. Eines dagegen ist klar: wenn die Große Galerie der Cheopspyramide, die tief im Inneren des steinernen Bauwerks zum Südmeridian in Höhen zwischen 26° und 34° zeigt, so kann sie nur während der rund 20-jährigen Bauphase, als sie noch frei stand, als Sechrohr für praktische Sternbeobachtungen genutzt worden sein, wie erstmals der schottische Astronom und „Pyramidenforscher“ Richard Proctor [58] annahm. Als bemerkenswertes astronomisches Ereignis in dieser Richtung ist nur der Mond in seinem absoluten Tiefststand zu nennen, der alle 18 – 19 Jahre in Gise während der Meridianpassage bis auf 30° Höhe herabsteigt.

Wir müssen aber gar nicht die Pyramide bemühen, um die Ausrichtung des Zugangs zur geplanten Sonnenkrypta auf besondere Gestirnsstände zu rechtfertigen, sondern berufen uns auf Ulug Beg, der in Samarkand einen gewaltigen meridional ausgerichteten Mauerquadranten errichtete, der heute noch in seinen unterirdischen Teilen erhalten geblieben ist [59]. Wie der Quadrant des Ulug Beg kann auch der absteigende Gang zur Sonnenkaverne entlang der Treppe eine Skala erhalten, mit deren Hilfe der Fortgang des Schattens der Oberkante der Eintrittspforte zu diesem Gang beobachtbar ist (Abb. 9). Alternativ kann der Stand eines Sonnentalers, der durch eine münzgroße Lochblende am Eingang nach dem Prinzip der *Camera Obscura* erzeugt wird, als Zeichen der wechselnden Sonnenstände gewählt werden. Auf diese Weise erhielten auch etliche Kirchen die Funktion eines Kalenderbauwerks [60,61].

Im Laufe des Jahres ändert die Sonne ihre Mittagshöhe. Bei den mittäglichen Höchstständen im Sommer beginnt der im Schatten liegende Teil des Ganges bereits im oberen Teil, bei den Tiefstständen zu Winteranfang liegt der Gang ganz im Sonnenlicht.

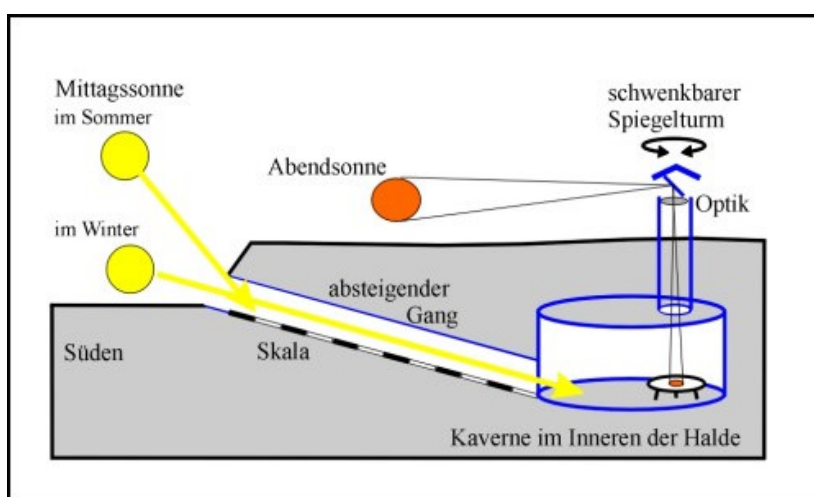


Abb. 9: Die Sonnenkrypta mit ihrem solar orientierten absteigenden Gang, der den direkten Einfall des Sonnenlichtes um die Wintersonnenwende herum gestattet. Das dunkle Innere der Kammer dient als Projektionsraum für eine *Camera Obscura*, die die Aussicht ins Innere des Berges holt.

Für die Halde Hoheward mit einer geographischen Breite von $51,569^{\circ}$ ergibt sich ein mittäglicher Sonnentiefststand und damit ein Neigungswinkel des absteigenden Ganges von $90^{\circ} - 51,569^{\circ} - 23,439^{\circ} = 14,992^{\circ}$ bzw. ein Gefälle von 27%, das leicht durch eine Treppe überwunden werden kann. Um die Zeit der Wintersonnenwende fällt das Sonnenlicht direkt in die Kaverne ein und beleuchtet ihren Boden, der mit reflektierenden und schimmernden

Kristallen und Mineralien wie Quarz und Pyrit gestaltet ist. Die Reflexe dieser Kristalle im Sonnenlicht verstärken den Lichteffect noch. Im Inneren der Sonnenkrypta steht ein kreisrunder Tisch als Projektionsfläche für das Bild einer langbrennweitigen *Camera Obscura*, die periskopähnlich die Horizontsicht in den dunklen Raum holt. Die Optik dieser *Camera Obscura* ist schwenkbar und fährt – automatisch oder manuell bedient – den sichtbaren Horizontbereich ab. Zu den Auf- und Untergangszeiten von Sonne und Mond wird die Kamera auf die Horizontrichtungen der Auf- und Untergangsorte ausgerichtet, so dass die Hauptgestirne in Horizontnähe auch vom dunklen Innenraum aus beobachtet werden können.

Alignements und Geoglyphen

Gegenstand dieses Abschnitts sind Gestaltungselemente, die sich nicht ausschließlich nach beobachtbaren Himmelserscheinungen am Horizont richten, sondern die Symmetrien der Himmelsbewegung und harmonische mathematische Verhältnisse in gezielter Landschaftsgestaltung zur Geltung bringen.

Der frühe Mensch hinterließ viele Spuren seines mathematischen Verständnisses in Form von Steinkreisen, -ellipsen und -quadraten, harmonischen Dreiecken und Alignements, Geoglyphen und ringförmigen Wallanlagen in der Landschaft [62].

Als herausragendes Beispiel seien hier die Scharrlinien und –trapeze in der Wüste von *Nasca*, die nur vom Flugzeug ganz eingesehen werden können [63] und die kilometerlangen Steinreihen von *Carnac* in der Bretagne [64] genannt.

Auch einige dieser Linien und künstlichen Landschaftsstrukturen sind astronomisch orientiert, aber nicht alle lassen sich zwanglos durch kalenderwichtige Horizontrichtungen deuten. Jeder plausiblen astronomischen Deutung entziehen sich z.B. die größten Steinreihen der Bretagne von *Le Menec* und *Kermario*.

Die Alignements im benachbarten *Kerlescan* sind dagegen fächerförmig in nordwestlicher Richtung zwischen den Untergangsorten der Sonne im Äquinoktium und bei der Sommersonnenwende orientiert und lassen damit eine kalendarische Funktion vermuten [65]. Etwas ähnliches gilt für die Steinreihen im *Leistruper Wald* bei Detmold. Im leicht ansteigenden Gelände deutet die nördliche Abschlussreihe auf den Aufgangsort der Wintersonne, die in einer Höhe von ca. 4° schon kräftig entlang der Steine in das Alignment hineinstrahlt [66]. Ein neuzeitliches Alignment kann z.B. durch ausgediente Stahlträger oder Maschinenfundamente errichtet werden, die steilaufragend eine Allee bilden, die bis zur abfallenden Flanke der Halde reicht und so eine symbolische Verbindung zwischen Himmel und Erde herstellt (Abb. 10). Der angepeilte Sonnenort muß nicht notwendigerweise ein bedeutsamer astronomischer Punkt – wie z.B. die Sonnenwenden - sein, sondern kann einen Kalendertag kenntlich machen, der für die Region als Festtag Bedeutung hat (z.B. der Maianfang).



Abb. 10: Peilung eines Sonnenstandes durch eine Steinreihe.

Neben den astronomischen Konzepten treten bei den Alignements und Geoglyphen, Steinkreisen, Ellipsen und Cromlechs auch vermehrt mathematische Prinzipien zutage, die eine Beschäftigung vergangener Kulturen mit der Mathematik auf einem praktischen Niveau vermuten lassen [67].

Harmonische und pythagoräische Dreiecke mit kleinzahligen Seitenlängenverhältnissen fanden bei einem vorzeitlichen geodätischen System in der Steiermark Verwendung [68]. In der Nähe der Halde Hoheward, in der Ruhrgebietsstadt Bochum, fand man prähistorische Erdanlagen in Form eines Kreises, einer Ellipse und eines Vierecks [69,70].

Die zahlreichen Beispiele aus Europa und Übersee für die Gestaltung von Geoglyphen nach astronomischen und mathematischen Prinzipien rechtfertigten auch die Aufnahme dieser Elemente frühen menschlichen Kulturschaffens in einen astronomischen Park. Die Abbildung 11 zeigt eine Auswahl möglicher mathematisch motivierter Gestaltungsformen für Gärten, Ruhe- und Spielflächen entlang der Wege des Parks.

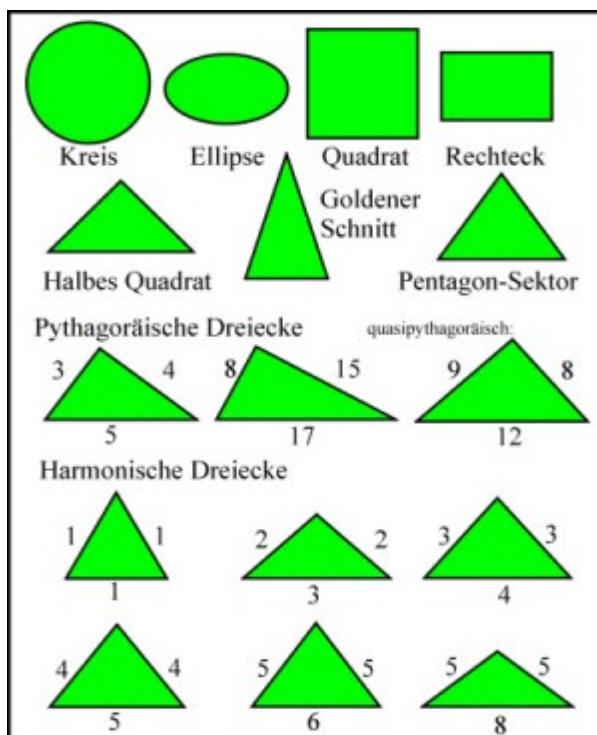


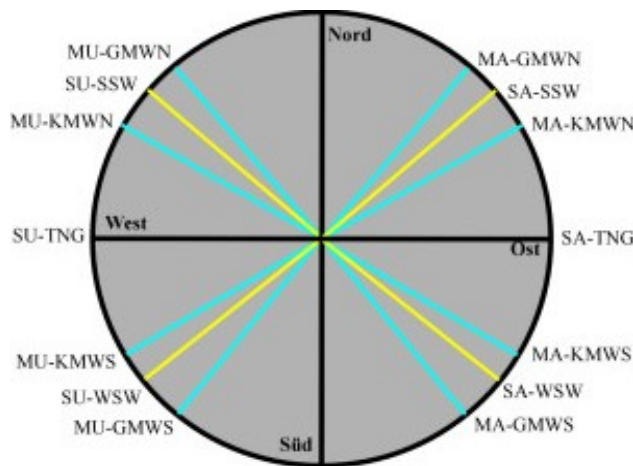
Abb. 11: Beispiele für harmonische mathematische Figuren als Vorbilder zur Gestaltung der Gärten und Freiflächen des astronomischen Parks.

Einige weitere Figuren können dem Richtungsbild der extremalen Sonnen- und Mondstände auf dem mathematischen Horizont des Horizontobservatoriums abgewonnen werden, wie aus Abbildung 12 ersichtlich ist. Dort sind die oben berechneten Azimuthe der Sonnen- und Mondwenden auf einer kreisförmigen Windrose dargestellt. Bei Kreisgrabenanlagen mit Erdbrücken oder Toren findet man neben anderen kalenderrelevanten Auf- oder Untergangsrichtungen auch diese Azimuthe gehäuft als Zugangsrichtungen zum Zentrum (Abb. 13).

Als astronomisch abgeleitete geometrische Gestaltungsformen, die für die Breite der Halde Hoheward gültig sind, können z.B. das Rechteck und das Parallelogramm mit gleichlangen Seiten und den Innenwinkeln 80° und 100° im Richtungsbild wiedergefunden werden. Auf dem Breitenkreis der Halde Hoheward spannt sich zwischen dem nördlichsten Sonnenaufgang und dem nördlichsten Monduntergang der rechte Winkel auf. Die kurze Winkelspanne zwischen den Sonnenwenden (über den Ost- bzw. Westpunkt) beträgt mit etwa Gradgenauigkeit 80° , die große Winkelspanne (über den Nord- bzw. Südpunkt) 100° . Die

Winkelspanne zwischen den extremalen Mondazimuthen beträgt 100° (über den Ost- bzw. Westpunkt) bzw. 80° (über den Nord- bzw. Südpunkt). Auf dieser Symmetrie gründen sich die in Abbildung 12 gezeichneten Parallelogramme und das langgestreckte Rechteck. Die Eckpunkte des kurzen, kardinal orientierten Rechtecks sind durch die Schnittpunkte der Sonnenwendlinien mit dem äußeren Kreis der Windrose gegeben.

Ob solche geometrischen Prinzipien in den Konstruktionen des Stationsvierecks von Stonehenge und anderen Steinvierecken wie z.B. den rechtwinkligen Cromlech von Crucuno in der Bretagne eingeflossen sind, ist schon lange Gegenstand der Spekulation [71,72]. Gesicherte Erkenntnisse lassen sich vermutlich nicht mehr darüber gewinnen. Zu unterschiedlich sind die einzelnen Objekte und ein Nachweis der hier skizzierten astronomischen Konstruktionsideen, der nur anhand statistischer Methoden an einer Vielzahl gleichartiger Objekte geführt werden könnte, gestaltet sich als außerordentlich schwierig.



Legende:	SSW = Sommersonnenwende
	WSW = Wintersonnenwende
	TNG = Tag-Nacht-Gleiche
SA = Sonnenaufgang	GMWN = Große Mondwende Nord
SU = Sonnenuntergang	KMWN = Kleine Mondwende Nord
MA = Mondaufgang	GMWS = Große Mondwende Süd
MU = Monduntergang	KMWS = Kleine Mondwende Süd

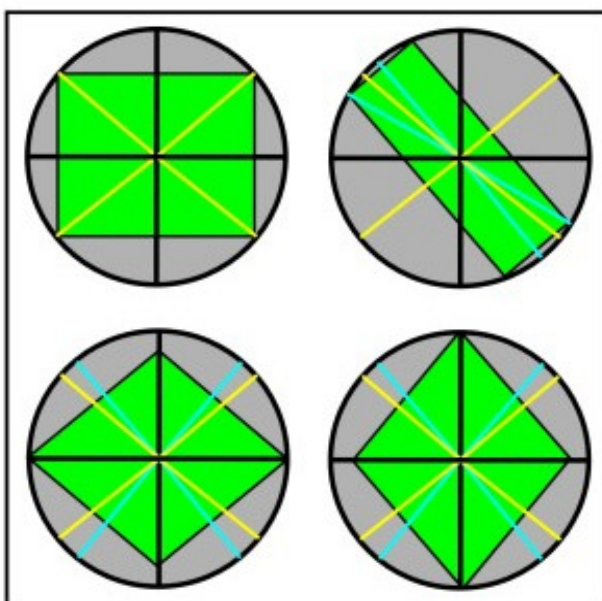


Abb. 12: Das Richtungsbild der extremalen Sonnen- und Mondazimuthe auf dem mathematischen Horizont der Halde Hoheward (oben)
Die geometrischen Figuren, die sich diesem Richtungsbild einpassen lassen, bzw. sich davon ableiten, sind das Rechteck und das Parallelogramm mit Innenwinkeln von 80° und 100° (unten)
Diese Strukturen können als horizontastronomisch motivierte Geoglyphen elementare mathematische, astronomische und ästhetische Prinzipien versinnbildlichen.



Abb. 13: Zeichnerische Rekonstruktion des Kreisgrabens von Bochum-Harpen – ein prähistorisches Vorbild für das Horizontobservatorium auf der Halde Hoheward - mit den astronomisch orientierten Erdbrücken von Meike Schlosser.

Schlußbemerkungen

Das Konzept des astronomischen Parks mit den hier vorgestellten Beobachtungseinrichtungen und Gestaltungselementen wurde vom *Initiativkreis Horizontastronomie im Ruhrgebiet* in enger Abstimmung mit dem *Kommunalverband Ruhrgebiet (KVR)* und dem *Landschaftsplanungsbüro Hermanns*, welches im Auftrag der *Deutschen Steinkohle AG (DSK)* die noch folgenden Haldenschüttung plant, entwickelt und auf die lokalen Gegebenheiten der Halde Hoheward zugeschnitten.

Der KVR hat eine Projektträgerschaft signalisiert. Eine Realisierung des Konzeptes ist damit technisch und finanziell möglich. Die Zustimmung im politischen Raum der Städte Herten und Recklinghausen ist noch nicht erzielt. Zur Zeit laufen die Beratungen und Planungsverfahren über die zukünftige Nutzung dieses industriellen Landschaftskomplexes (Stand: Juli 2001).

Die Computergrafiken des Horizontobservatoriums wurden von Thomas Morawe, die Abbildung 6 und Tabelle 3 von Jessica Lomp erstellt. Die Zeichnung in Abbildung 12 ist von Meike Schlosser und wurde freundlicherweise von Wolfhard Schlosser zur Verfügung gestellt.

Literatur

- [1] N. Lockyer: An Attempt to ascertain the Date of the original Construction of Stonehenge from its Orientation, *Nature* 65 (1901), pp. 55
- [2] G.S. Hawkins: Stonehenge decoded, *Nature* 200 (1963), pp. 306
- [3] A.D. Beach: Stonehenge I and lunar Dynamics, *Nature* 265 (1977), pp. 17
- [4] C.A. Newham: Stonehenge – A neolithic Observatory, *Nature* 211 (1966), pp. 456
- [5] R.F. Brinckerhoff: Astronomically-oriented Markings on Stonehenge, *Nature* 263 (1976), pp. 465
- [6] R.J.C. Atkinson: Interpreting Stonehenge, *Nature* 265 (1977), pp. 11
- [7] R.J.C. Atkinson: Decoder misled?, *Nature* 210 (1966), p. 1302
- [8] R.J.C. Atkinson: Stonehenge, Hamish Hamilton, London 1956 bzw. Harmandsworth, England, Penguin Books 1979
- [9] R. Colton & R.L. Martin: Eclipse Prediction at Stonehenge, *Nature* 221 (1969), pp. 1011
- [10] J.H. Robinson: Sunrise and Moonrise at Stonehenge, *Nature* Vol. 255 (1970), pp. 1236
- [11] Fred Hoyle: Stonehenge – An Eclipse Predictor, *Nature* 211 (1966), pp. 454
- [12] G.S. Hawkins: Stonehenge – A neolithic Computer, *Nature* 202 (1964), pp. 1258
- [13] R. Colton & R.L. Martin: Eclipse Cycles and Eclipses at Stonehenge, *Nature* (1967), pp. 476
- [14] D.H. Sadler: Prediction of Eclipses, *Nature* (1966), pp. 1119

- [15] G.S. Hawkins: Stonehenge 56 Year Cycle, *Nature* 215 (1967)
- [16] M.W. Pitts: Stones, Pits and Stonehenge, *Nature* 290 (1981), 46-47
- [17] Fred Hoyle: On Stonehenge, W. H. Freeman and Company 1977
- [18] J. Patrick: Midwinter Sunrise at Newgrange, *Nature* 249 (1974), pp. 517
- [19] T.P. Ray: The Winter Solstice Phenomenon at Newgrange, Ireland: Accident or Design?, *Nature* 337 (1989), pp. 343
- [20] *Astronomy before the Telescope*, Ed. Christopher Walker, British Museum Press, London 1996
- [21] Edwin. C. Krupp: *Echoes of the Ancient Skies – The Astronomy of lost Civilizations*, Oxford University Press, New York Oxford 1994
- [22] Edwin. C. Krupp: *Skywatchers, Shamans & Kings – Astronomy and the Archaeology of Power*, John Wiley & Sons 1997
- [23] Edwin. C. Krupp (Hrsg): *Astronomen, Priester, Pyramiden*, Doubleday & Company, New York 1977
- [24] Hugh Thurston: *Early Astronomy*, Springer Verlag, New York 1994
- [25] Rolf Müller: *Der Himmel über dem Menschen der Steinzeit*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York 1970
- [26] Wolfhard Schlosser & Jan Cierny: *Sterne und Steine – Eine praktische Astronomie der Vorzeit*, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt 1996
- [27] Volker Bialas: *Astronomie und Glaubensvorstellungen in der Megalithkultur – Zur Kritik der Archäoastronomie*, Bayerische Akademie der Wissenschaften, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, Heft 166, Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften in Kooperation bei der Beck'schen Verlagsbuchhandlung, München 1988
- [28] A. Thom: *Megalithic Sites in Britain*, Clarendon Press, Oxford 1967
- [29] A. Thom: *Megalithic Lunar Observatories*, Clarendon Press, Oxford 1971
- [30] A. Thom: *Megalithic Astronomy – Indications in Standing Stones*, *Vistas in Astronomy* Vol. 7, ed. by Arthur Beer, Pergamon Press, Oxford London New York ?
- [31] A. Thom: *The Lunar Observatories of Megalithic Man*, *Vistas in Astronomy* Vol. 11, ed. by Arthur Beer, Pergamon Press, Oxford London New York 1969
- [32] G.S. Hawkins: *Astro-Archaeology*, *Vistas in Astronomy* Vol. 10, ed. by Arthur Beer, Pergamon Press, Oxford London New York 1968
- [33] R. Manning: Teaching megalithic Astronomy, *Am. J. of Phys.*, Vol. 45, No. 2, Feb 1977, pp. 125
- [34] L. Winkler: Astronomically determined Dates and Alignments, *Am. J. of Phys.* Vol 40, Jan 1972, pp. 126
- [35] A. Wittmann: The Obliquity of the Ecliptic, *Astron. Astrophys.* 73, 129-131 (1979)
- [36] G.S. Hawkins: Callanish – A Scottish Stonehenge, *Science* 147 (1965), pp. 127
- [37] Heggie, Douglas C.: *Megalithic Science : Ancient Mathematics and Astronomy in Northwest Europe*, Thames & Hudson, London 1981
- [38] Heggie, Douglas C.: *Archaeoastronomy in the old World*, Cambridge University Press 1982
- [39] Aveni, Anthony F.: *Archaeoastronomy in the new World*, Cambridge University Press 1982
- [40] Clive Ruggles: *Astronomy in Prehistoric Britain and Ireland*, Yale University Press, New Haven and London 1999
- [41] *Journal for the History of Astronomy*, Cambridge
- [42] *Archaeoastronomy*; Supplement to the *Journal for the History of Astronomy*, Cambridge
- [43] *Archaeoastronomy*, College Park, Maryland
- [44] Martin Wagenschein: *Natruphänomene sehen und verstehen – Genetische Lehrgänge*, Hans Christoph Berg (Hrsg.), 3. Aufl., Ernst Klett Verlag für Wissen und Bildung, Stuttgart Dresden 1995
- [45] B. Steinrücken: Kann man tagsüber den Vollmond sehen?; *MNU*, Jg. 53, Heft 7/2000
- [46] B. Steinrücken, T. Morawe, R. Vanscheidt: A Calendar Observatory for the 21st Century; in R.E. Schielicke (ed.): *Astronomische Gesellschaft Abstract Series No. 17, 2000, Abstracts of Contributed Talks and Posters presented at the Annual Scientific Meeting of the AG at Bremen, September 18-23, 2000*, p. 43
- [47] B. Steinrücken, T. Morawe, H. Bleul, I. König, N. Bennert, M. Nielbock, D. Brown, R. Vanscheidt: A Practical Approach to Ancient Astronomy; in R.E. Schielicke (ed.): *Astronomische Gesellschaft Abstract Series No. 17, 2000, Abstracts of Contributed Talks and Posters presented at the Annual Scientific Meeting of the AG at Bremen, September 18-23, 2000*, p. 94
- [48] A. Thom: *Megalithic Lunar Observatories*, a.a.O.
- [49] Heggie, Douglas C.: Megalithic lunar Observatories : an Astronomer's View; *Antiquity* 46 (43–48) 1972
- [50] McCreery, Thomas: Megalithic lunar Observatories – a Critique I; *Kronos* 5 (1), 47–63, 1979
- [51] McCreery, Thomas: Megalithic lunar Observatories – a Critique II; *Kronos* 5 (2), 47–63, 1979
- [52] B. E. Schaefer & W. Liller: Refraction near the Horizon; *Publ. Astr. Soc. Pac.* 102 (1990) 796
- [53] B. E. Schaefer: Visual Astronomy and the Limits of Vision; *Vistas in Astronomy*, Vol. 36, pp. 311-361, 1993
- [54] B.L. van der Waerden: *Erwachende Wissenschaft Bd. 2, Die Anfänge der Astronomie*; 2. Aufl., Birkhäuser Verlag, Basel Boston Stuttgart 1980

- [55] B. Steinrücken: Kegelschnitte in der Himmelsgeometrie – Zur Berechnung von Datumslinien auf Horizontalsonnenuhren; MNU, Jg. 54, Heft 4/2001
- [56] A. Zenkert: Faszination Sonnenuhr; 2. Aufl., Verlag Harri Deutsch, Frankfurt a. M. 1995
- [57] H. Schuhmacher: Sonnenuhren, Callwey Verlag, München 1973
- [58] R. A. Proctor: Myths and Marvels of Astronomy; Longmans, Green and Company, London 1889
- [59] J. Hamel: Geschichte der Astronomie – von den Anfängen bis zur Gegenwart; Birkhäuser Verlag, Basel Boston Berlin 1998, S. 70ff
- [60] J. L. Heilbronn: The Sun in the Church - Cathedrals as solar Observatories, Harvard University Press, Cambridge MA, London 1999
- [61] L. Charpentier: Die Geheimnisse der Kathedrale von Chartres, Knauer Verlag 1999, S. 7
- [62] A. Thom: Megalithic Sites in Britain, a.a.O.
- [63] A. F. Aveni: Das Rätsel von Nasca – Die gigantischen Bodenzeichnungen in der Wüste Perus; dt. Ausgabe, Econ Ullstein List Verlag, München 2000
- [64] G. Bailloud, C. Boujot, S. Cassen, C.-T. Le Roux: Carnac – Les premières architectures de pierre; CNRS Editions, Paris 1995
- [65] R. Müller: Der Himmel über dem Menschen der Steinzeit, a.a.O., S. 102
- [66] W. Schlosser: Archäoastronomische Objekte der Hellweg-Region; Andromeda, Zeitschrift der Sternfreunde Münster e.V., 13. Jg. 2000, Hefte 1, 2, 3
- [67] A. Thom: Megaliths and Mathematics; Antiquity 40, 121 (1966), p121-128
- [68] G. Bischoff: Vorgeschichtliche Dreieckskonstruktionen in der Steiermark; in: An den Grenzen unseres Wissens, Bd. 2, CTT-Verlag, Suhl 1998
- [69] Wolfhard Schlosser & Jan Cierny: Sterne und Steine; a.a.O.
- [70] W. Schlosser: Kreis, Ellipse und Viereck – prähistorische Geometrie und Astronomie im Umfeld des geplanten Observatoriums auf der Halde Hoheward; briefliche Mitteilung an den Verfasser
- [71] R. J. C. Atkinson: The Stonehenge Stations; Jour. Hist. Astr. VII (1976), 142-144
- [72] G. Bailloud, C. Boujot, S. Cassen, C.-T. Le Roux: Carnac – Les premières architectures de pierre; a.a.O., p65