Die Kalenderscheibe von Nebra

Autor(en): **Kerner, Martin**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **63 (2005)**

Heft 329

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-897767

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Die Kalenderscheibe von Nebra

MARTIN KERNER

Eine Bronzescheibe von ca. 32 cm Durchmesser wurde 1999 bei einer Raubgrabung in der Nähe von Nebra in Sachsen-Anhalt gefunden und beim Versuch, sie in den Kunsthandel einzuschleusen, im Februar 2002 in Basel beschlagnahmt. Die Scheibe zeigt auf einer Seite ein in Gold eingelegtes astronomisches Motiv mit drei Bögen an der Peripherie, Mond, Venus und 32 wie Sterne angebrachte Goldpunkte, von denen sieben zu einer den Plejaden ähnlichen Gruppe geordnet sind. Sie wird archäologisch in die Zeit 1600 v. C. datiert.

Die älteste astronomische Überlieferung sind die Wandmalereien in der Grotte von Lascaux aus der Zeit vor 16000 Jahren. Diese lassen den Schluss zu, dass die frühen Astronomen sehr wohl zwischen den Fixsternen und den Wandelsternen (den Planeten und dem Mond) unterscheiden konnten. Das ist eigentlich schon eine grundlegende Erkenntnis, zu der wir noch weitere hinzufügen können: die damalige Zeit war schriftlos. Ein Kalender war die Voraussetzung für die sakrale Götterverehrung, die wiederum das Wohlergehen der Menschen auf der Erde beeinflusste.

Der Sprachforscher RAOUL SCHROTT schreibt in seiner «Erfindung der Poesie»: *«Die ältesten bis jetzt bekannten Zeichensysteme sind Kalender, ... die auf 35000 bis 10000 Jahre vor unserer Zeitrechnung zurückgehen.»*

Nun folgen noch einige Hinweise zur **Kalendarik**: Wir sollten davon ausgehen, dass zur damaligen Zeit mindestens drei, vielleicht auch vier Kalender gleichzeitig und parallel in Gebrauch waren.

Die alten Ägypter nutzten bereits im vierten vorchristlichen Jahrtausend die Differenzen des tropischen zum siderischen Jahr zur Bestimmung der Tageszeit. Der Unterschied liegt darin begründet: die Erde dreht sich im tropischen Jahr 365 x gegenüber der Sonne und im siderischen 366 x vor dem Sternenhintergrund. Das liegt an der Starrheit der Kreiselachse der Erde während des Umlaufes um die Sonne. Dadurch gehen der Erde 4 Min. pro Tag und eine Umdrehung pro Jahr verloren. Das Wesentliche dieses Zeitnormales ist die einfache Art, mit der es mit hoher Präzision gemessen werden kann. Dazu ist lediglich ein **Passage-Instrument** mit einem in **Nord-Süd ausgerichteten Spalt** und ein Lotfaden als Visiereinrichtung notwendig. Zur Differenzenbildung benötigt man ein ebenso einfaches Instrument für das tropische Jahr, einen **Gnomon oder Obelisken**. Daraus entwickelte sich der siderische Dekankalender, dessen Kalenderblätter die Dekansterne waren.

Nördlich der Alpen entstand der megalithische Kalender. ALEXANDER THOM, der die Steinsetzungen in Grossbritannien erforscht hat, stellte fest, dass zu dieser Zeit ein 16-monatiger tropischer Kalender in Gebrauch war. Dieser wurde durch die beiden Sonnenwenden halbiert und von den Äquinoktien geviertelt. Die dazwischen liegenden Jahreszeiten-Feste haben das Jahr nochmals unterteilt.

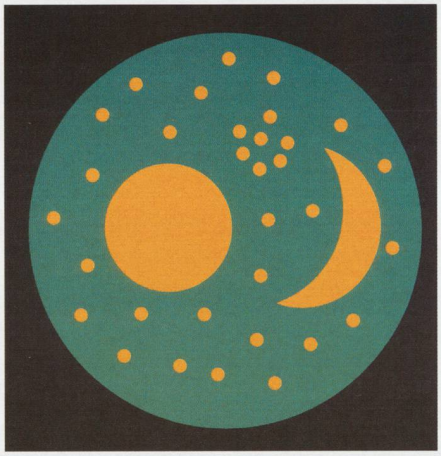


Abb. 1: Der ursprüngliche Zustand der Kalenderscheibe

Im 16-monatigen Jahr entsprechen 15,5 Monate zwölf Mondmonaten, so dass 0,5 Monate als lunisolare Differenz zum tropischen Jahr verbleiben. Drei Jahren mit 48 Monaten stehen 37 Lunationen gegenüber mit einer Differenz von 3^d1. Das Verhältnis von Lunation zu Monat beträgt 1:0,773 bzw. 1,294.

Mit dem **lunisolaren Kalender** kehrt man wieder zurück zum Mond als himmlisches Kalenderblatt, was praktische Vorteile hat. An der Stellung des Mondes kann man nicht nur den Tag innerhalb des Mondmonats bestimmen, sondern auch die Jahreszeit. Aufgrund der Rückläufigkeit des Mondknotens beschreibt der Mond am Himmel, im Sternbild des Taurus, eine schraubenförmige Bahn zwischen den **Plejaden** und dem **Aldebaran**, seinem höchsten und tiefsten Wendepunkt innerhalb 18^a6. Deshalb ist der Sternhaufen (M 45) der Plejaden ein ausserordentlich gutes Hilfsmittel, denn er ist in seiner Ausdehnung nur etwas grösser als der Mond und kann deshalb nie vollständig bedeckt werden. So spielt er die Rolle eines natürlichen Nonius für die nördliche Mondwende.

Der **Bronzekalender von Coligny** ist ein typischer lunisolarer über fünf tropische Jahre und 62 Lunationen (Penteteris). Die Oktaëteris mit 99 Lunationen und acht tropischen Jahren ist der nächste lunisolare Knotenpunkt von besonderer Bedeutung, weil er mit den fünf Synoden des Planeten Venus zusammenfällt.

Es ist der **Tripelpunkt des lunisolar-planetaren Kalenders**, wo 99 Mondsynoden, 107 siderische Mondumläufe mit 8 Sonnenjahren und 5 Venussynoden auf 3^d9 genau übereinstimmen, wobei der Mond um -1^d5 nach- und die Venus $+2^d4$ vorläuft gegenüber der Sonne. An diesem Punkt beginnt der planetare Langzeit-Kalender zu zählen. Archäologisches Relikt ist die Kalenderscheibe von Sangerhausen – Nebra aus der Zeit von – 1600 C.

Schon im dritten vorchristlichen Jahrtausend wurden in Ägypten die Regierungszeiten der Pharaonen in vordynastischer Zeit und den ersten Dynastien durch den 30-jährigen Umlauf des **Planeten Saturn** gezählt und begrenzt.

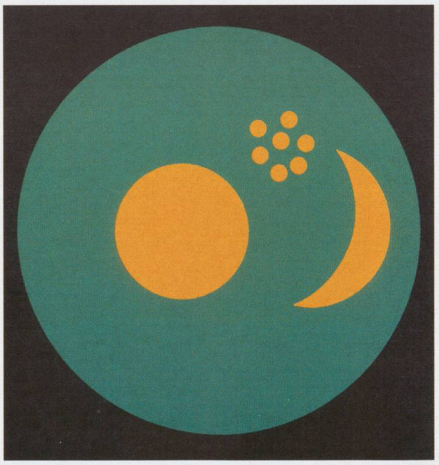


Abb. 2: Die drei zentralen Gestirne der Kalenderscheibe: der Mond, die Plejaden und der Planet Venus, wobei die Scheibe selbst wohl die Nachtseite der Sonne symbolisiert.

Nach Ablauf dieses Zyklus wurde der gesamte Hofstaat lebendig bestattet. Die Königsgräber von Ur in Mesopotamien sind Zeugen des gleichen Vorgehens. In späterer Zeit wurden dann die Bestattungen abgeschafft, dafür mussten die Könige in kürzeren Zyklen Regierungsfähigkeits-Prüfungen ablegen.

Seit dem ersten vorchristlichen Jahrtausend ist die Abhaltung der **olympischen Spiele** historisch doku-

mentiert. Es sind dies Feste mit sportlichen Wettkämpfen zu Ehren der Planetengöttinnen, denn in der Vorzeit glaubte man noch, dass Morgen- und Abendstern zwei voneinander unabhängige Gestirne seien, und die Göttin des Abendsternes war die der Liebe und Fruchtbarkeit, während die Kriegs- und Todesgöttin dem Morgenstern zugeordnet wurde. Diese Zuordnung wurde auch später beibehalten, als man festgestellt hatte, dass beide «Sterne» den gleichen Planeten verkörperten. So mussten die olympischen Spiele einmal zur Zeit der Opposition zu Ehren der uranischen und zur unteren Konjunktion zu Ehren der chthonischen Göttin im Rhythmus von 2Ω Synoden abgehalten werden.

Der **Planet Venus** ist nicht ununterbrochen sichtbar in seiner Oppositionsstellung. Wenn er hinter der Sonne diese passiert, wird er von ihr überblendet, ebenso bei seinem vordergründigen Transit in der unteren Konjunktion. Diese Unterbrechung der Sichtbarkeit führte dazu, die Venussynode nicht in Tagen, sondern in Lunationen zu zählen. Daraus ergab sich folgende Aufteilung des Venuskalenders in Tagen und Lunationen:

Tage	Lunationen	
14	0,5	unsichtbar in der unteren Konjunktion
247	8,4	Abendsternperiode
78	2,6	unsichtbar in der oberen Opposition
245	8,3	Morgensternperiode
584	19,8	ganze Synode

Diese Zeitaufteilung ist nicht sehr genau und hat eine Toleranz von ± 5 Tagen, weil die Venus auf einer fast kreisförmigen und die Erde auf einer elliptischen Bahn laufen.

Die Sichtbarkeit des Morgen- und Abendsternes in Folge hat ihre Ursache in der Beleuchtung der Venus durch die Sonne, es ist der synodische Umlauf der Venus. Diese als innerer Planet hat eine kürzere Umlaufzeit von 243 Tagen als die Erde. Wenn Erde – Venus und Sonne in Reihe stehen, so wird dies als untere Konjunktion bezeichnet, wobei die Venus von der Erde aus unsichtbar ist, weil sie vor der Sonne steht und überstrahlt wird. Wenn Erde und Venus aus dieser Position heraus starten, läuft Venus voraus und überrundet nach ca. 584 Tagen die Erde in der gleichen Konjunktion. Auf halbem Weg steht sie jedoch in Opposition Erde – Sonne – Venus hinter der Sonne und ist abermals unsichtbar. Da die Umlaufbahnebene der Venus gegenüber der Ekliptik, als scheinbare Bahn der Sonne, um ca. 3° geneigt ist, erscheint sie einmal über und einmal unter der Ekliptik als Morgenstern im Osten und als Abendstern im Westen. Ihre Auf- und Untergänge sind immer heliakisch. Sie übersteigt den Horizont vor dem Sonnenaufgang und geht nach der Sonne hinter dem Horizont unter.

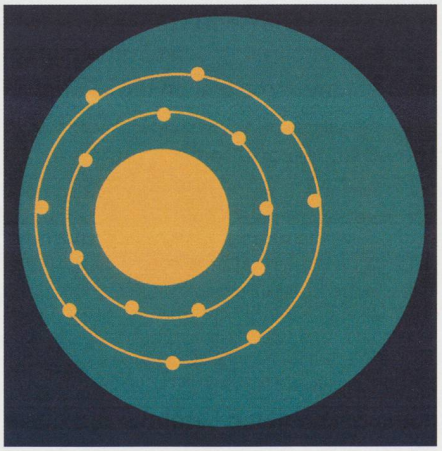
Wir haben damit das frühe Kalendersystem kennen gelernt, den
- siderisch-tropischen Tages- oder Stundenkalender mit Zeitstandard
- siderischen Dekankalender
- lunaren Mondkalender
- solaren Kalender des tropischen Jahres
- lunisolaren Kalender
- lunisolar-planetaren Venuskalender.

Die Interpretation der Kalenderscheibe

Die technische Untersuchung hat eine Umarbeitung der Scheibe ergeben, bei der die drei Goldbögen in früher Zeit nachträglich aufgesetzt wurden. Die Interpretation beginnt deshalb mit dem ursprünglichen Zustand der Scheibe und berücksichtigt die Bögen erst in der zweiten Phase der Beschreibung. Es wird von einer geometrischen Anordnung der Goldpunkte ausgegangen.

Als Ausgangspunkt für die Interpretation wird die ursprüngliche Version der Scheibe gewählt, wie sie die Abb. 1 zeigt.

Abb. 3: Die Venus und ihre Symbolisierung als Abend- und Morgenstern durch 2 x 8 Goldpunkte, die ihre Sichtbarkeitsdauer in Lunationen darstellen.



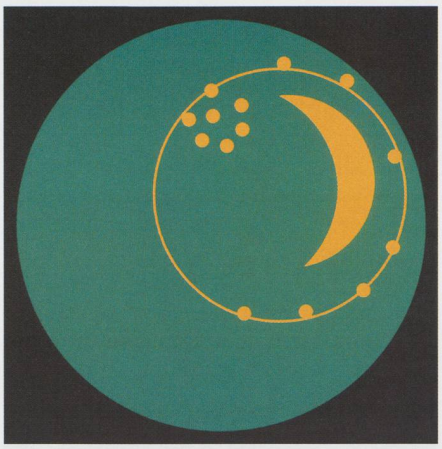


Abb. 4: Der Mond und die Plejaden als symbolisch-geometrische Darstellung der Plejadenbedeckung durch den Mond zur grossen Mondwende in einer halben Periode des Mondknotenumlaufes während neun tropischen Jahren.

Der erste Schritt zur Entschlüsselung galt den zentralen Gestirnen. Die Mondsichel war eindeutig, ebenso konnte das grosse runde Gestirn nicht die Sonne sein, denn sie steht auf der Schattenseite des Mondes und scheint nicht nachts mit ihm gemeinsam. Astronomisch betrachtet steht im Westen das **Neulicht des Mondes in der Nähe des Abendsternes** und die untergehende Sichel des **Altlichtes im Osten beim Morgenstern**. Es ist das Symbol der Venus, wie noch heute auf den Nationalflaggen der Türkei und Pakistans. Mesopotamische Stelen tragen es ebenfalls und auch in Gesellschaft des Siebengestirns, den Plejaden, das hier auch zugeordnet ist. **Die sieben Goldpunkte stellen nicht das natürliche Abbild, sondern die Symbolik der Plejaden dar.** Siehe Abb. 2. Die astronomische Bedeutung der **Plejaden** liegt in der **Markierung der grossen nördlichen Mondwende**, wenn der Mond sie bis auf einen Stern bedeckt. Und auch für die Venus ist sie eine obere Marke, obwohl sie sie nie bedecken kann. Die symbolisch-geometrische Bahn der Mondknoten läuft durch den Mittelpunkt der Venus und könnte ebenfalls eine Venusbedeckung durch den Mond versinnbildlichen, die jedoch ausserordentlich selten auftritt.

Mit dem Zirkel lassen sich um den Mittelpunkt der **Venus** zwei konzentrische Kreise schlagen, auf denen je acht Goldpunkte liegen, wie die Abb. 4 zeigt. Zwangsläufig stellt sich dar, was sie symbolisieren: kalendarisch können es Tage, Monate, Lunationen oder Jahre sein. Acht Lunationen entsprechen der Sichtbarkeit des Morgensternes und die weiteren acht sind die des Abendster-

nes. Beide versinnbildlichen ihre Sichtbarkeit während einer Synode, aufgeteilt auf zwei Kreise, zwischen denen die Unsichtbarkeiten der Konjunktionen liegen.

In Abb. 7 sind die Goldpunkte auf der ursprünglichen Fassung der Scheibe von 1 bis 32 nummeriert und in der nachfolgenden Tabelle 1 in ihrem Zeitmassstab dargestellt. **Die Goldpunkte sind ein vieldeutiges Symbol mit unterschiedlichem Zeitmassstab,** die mehrfach benutzt werden.

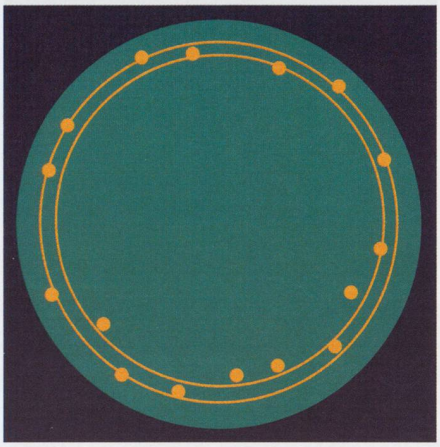


Abb. 5: Die beiden äusseren Kreise zur Darstellung des 16-monatigen tropischen Jahres als Sommer- und Winter-Halbjahr.

Mit dem Zirkel lässt sich ein konzentrischer Kreis um den **Mond** zeichnen, wie es die Abb. 4 darstellt, der die Symbolik des Sternbildes der **Plejaden** umfasst und von denen zwei Goldpunkte (26 + 31) auf diesem Kreis liegen, nebst sieben weiteren (3, 4, 5, 6, 7, 20 + 21), so dass er insgesamt neun Punkte vereinigt. Dies ist die symbolisch-geometrische Darstellung der **grossen nördlichen Mondwende**: der Mond bedeckt die Himmelsmarke der Plejaden, nachdem er sich in neun tropischen Jahren von der kleinen zur grossen Wende empor geschraubt hat. Diese Bahn der Mondknoten schneidet das benachbarte Symbol der Plejaden in den Punkten 26 und 31 sowie dasjenige der Venus in ihrem Mittelpunkt und markiert damit den Schnittpunkt der beiden Bahnen am Himmel aus geozentrischer Sicht. Aufgrund der Präzession der Erdachse war ihre Schiefe vor 4000 Jahren etwa 0°5 grösser, die Erde stieg mit dem Mond auf der Ekliptik um diesen Betrag höher, während die Bahn der Venus aus relativer Sicht tiefer lag. Die neun Punkte auf dem Umkreis des Mondes versinnbildlichen einen halben Mondknotenumlauf zwischen der grossen und kleinen Mondwende.

Die Gestirne Venus und Mond werden geometrisch mit dem Sternbild-Symbol der Plejaden in Beziehung gesetzt und die grosse nördliche Mondwende wird durch die Plejadenbedeckung symbolisch dargestellt. Innerhalb dieses geometrischen Bildes werden die Goldpunkte im Sternbild der Plejaden (26 bis 32) als Sterne und zugleich als tropische Jahre im Mondkreis (26 + 31) und als Lunationen in den beiden Venuskreisen (30 + 27) zur Kennzeichnung von Morgen- und Abendstern gebraucht, wobei insbesondere die Plejadenpunkte in dreifacher Weise unterschiedlich bewertet werden, wie es die Abb. 6 zeigt.

Mit dem Zirkel lassen sich zwei konzentrische Kreise um den Mittelpunkt der Scheibe schlagen, die an ihrem Rand umlaufen und mit je acht Punkten (1 bis 15 und 23) besetzt sind. Siehe Abb. 5. Werden die Punkte als Symbole des Monats für das tropische 16-monatige Jahr betrachtet, so bedeuten die beiden Kreise je ein tropisches halbes Jahr, der grössere das etwas längere für den Sommer und der kleinere für den Winter. Diese duale Teilung des Jahres ergibt sich aus dem Lauf der Sonne zwischen ihren Wenden, den Äquinoktien, vier religiösen Festen dazwischen und einer weiteren Halbierung, die dann den 22- bis 23-tägigen Monat ergibt. Daraus könnte gefolgert werden: **die integrale Bronzescheibe symbolisiert die Nachtseite der Sonne und damit das tropische Jahr.**

Die Goldpunkte werden mit unterschiedlichem Zeitmassstab mehrfach benutzt und darüber hinaus als Ortskoordinaten astronomischer Positionen.

In der Tabelle 1 wurde die Verwendung der Goldpunkte in ihren zeitlichen Dimensionen und als Ortskoordinaten astronomischer Position gegliedert und übersichtlich dargestellt, wobei auf eine Unterteilung dieser verzichtet wurde, obwohl auch hier eine Mehrfachbenutzung vorliegt.

In der nachfolgenden Beschreibung zeigt sich auch die Verwendung der Goldpunkte als Kennzeichnung astronomischer Positionen ohne eine zeitliche Dimension. So stellt in der Abb. 11 die Verbindungslinie 5 - 13 die Sonnenposition des Äquinoktiums dar und gemeinsam mit dem Nord-Süd-Meridian 1 - 9 **die Windrose**. Ausserdem sind die Auf- und Untergangspositionen der Sonne zur Sommer- und Winterwende (3 - A - 14) sowie die grosse und kleine, nördliche und südliche Mondwende gekennzeichnet (6 - A - 7 und 11 - A - 12).

Die Messmethode zur Bestimmung der **astronomischen Nordrichtung** beruht darauf, dass an einem Tag zwei gleich hohe Positionen der Sonne gemessen und ihr azimutaler Abstand gemittelt werden. In der Praxis kann das durch die Aufstellung eines Gnomons erfolgen, um den ein Kreis gezogen wird. Auf dem Umfang des Kreises werden die beiden Stellen markiert, an denen der Schatten des Gnomons am Vormittag und Nachmittag dem Radius des Kreises entspricht. Diese beiden Punkte werden durch eine Sehne verbunden, deren Mitte über den Mittelpunkt des Kreises hinweg dem Mittagsmeridian entspricht. In der Abb. 11 ist 9 der Mittelpunkt des Kreissegmentes durch 3 - (16) - 14 und die Sehne 3 - 14 wird durch den Meridian 1 - 9 halbiert.

Die Goldpunkte der Scheibe erscheinen in dieser Betrachtung als terrestrische Koordinaten und konkrete Visierlinien zu astronomischen Kalenderpunkten für Sonne und Mond.

Die Abb. 8 stellt die modifizierte Scheibe mit den drei Goldbögen dar.

Der dritte stark gekrümmte **kleine Bogen** hat eine doppelte Bedeutung. Er soll vordergründig als mathematischer Operator betrachtet werden, der die beiden Goldpunkte (7 + 22) in Beziehung setzt. Als solcher vereint er die beiden

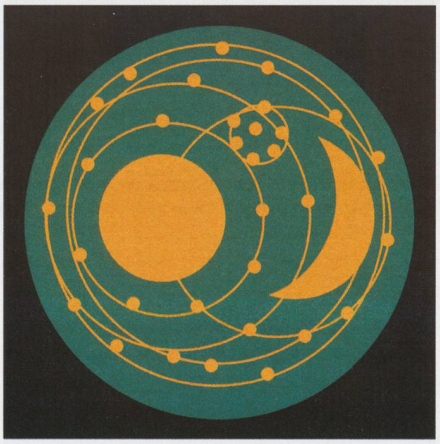


Abb. 6: Die symbolisch-geometrische Darstellung der Zuordnung von Venus – Mond und den Plejaden als Zentralgestirne der Kalenderscheibe, umgeben von den 2 x 8 Monaten des tropischen Sommer- und Winterhalbjahres.

Goldpunkte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Monate (16)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Lunationen										O		O	O	O		O
trop. Jahre			O	O	O	O	O									
Sterne																
Positionen	O		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	

Goldpunkte	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Monate (16)																
Lunationen	O	O	O	O	O	O	O	O	O		O			O		
trop. Jahre				O	O					O					O	
Sterne									O		O	O	O	O	O	O
Positionen			O	O	O	O	O	O	O	O	O	O				O

Tabelle 1: Die Mehrdeutigkeit der Goldpunkte

vor seinen Enden liegenden Punkte, die als exakte Begrenzung der Auf- und Untergangs-Azimute der grossen nördlichen und südlichen Mondwende betrachtet werden können. Werden diese beiden Punkte durch eine Gerade verbunden und darauf eine Mittelsenkrechte errichtet, wie es die Abb. 9 zeigt, so liegt der Mittelpunkt der Plejaden (32) auf ihr, ebenso die Punkte (2 + 9). Die Punkte 7 - 22 - 32 spannen ein gleichschenkliges Dreieck auf, unter dessen Basis der **Mondbogen** liegt. Daraus kann gefolgert werden, dass der dritte Bogen der grossen Mondwende zugeordnet ist, denn die Plejaden sind die Sternenmarke am Himmel, die durch ihre Mondbedeckung die grosse Wende anzeigt. Die Schenkel des Dreiecks 7 - 22 - 32 spannen einen Winkel von 67° auf, der dem theoretisch errechneten Kulminationswinkel von 67°5 der grossen nördlichen Mondwende zur Zeit – 2000 C. für die geographische Breite von Nebra entspricht. Der Kulminationswinkel von theoretisch 8°8 für die grosse südliche Mondwende ist zweimal vorhanden als 7 - 22 - 6 und 22 - 7 - 23 von der Grösse von 9° bis 10°, was innerhalb der Herstellungs- und Zeichentoleranzen liegt.

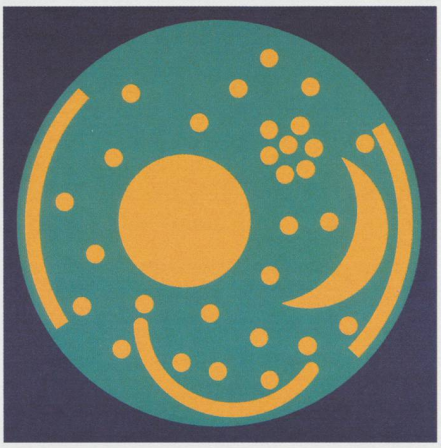
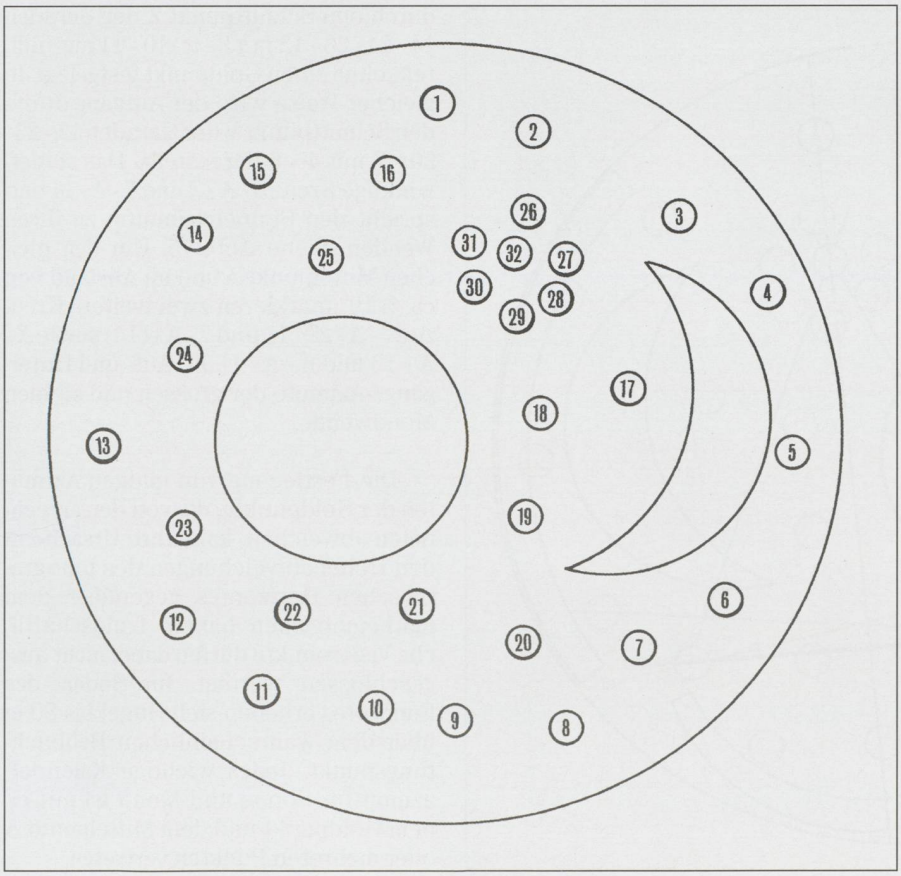


Abb. 8: Die Kalenderscheibe nach ihrer Modifikation mit den drei aufgesetzten goldenen Bögen.

Abb. 7: Die Kalenderscheibe mit den willkürlich nummerierten Goldpunkten.



Auffällig ist eine durch vier Punkte (8 - 9 - 10 - 11) gebildete Gerade, die parallel und südlich der Geraden (7 - 20 - 22) verläuft. Verbindet man die Punkte (8 - 20 und 11 - 21), so schneiden sich diese beiden Geraden auf der Linie (9 - 1) und bilden mit (8 - 9 - 10 - 11) einen Winkel von 57°, der dem theoretischen Winkel von 57°1 für die Kulminationshöhe der **kleinen nördlichen Mondwende** entspricht. Werden die Punkte (8 - 21 und 11 - 20) verbunden, so bilden sie mit der Geraden (8 - 9 - 10 - 11) jeweils einen Winkel von ca. 19°, der die theoretische Kulminationshöhe von 19°1 der kleinen südlichen Mondwende in der Abb. 14 anzeigt.

Der Mittelpunkt der Scheibe kann als Kreuzungspunkt der Verbindungslinien der Begrenzung der Azimutbögen (Solstitien) betrachtet werden, wie in Abb. 10 dargestellt. Werden die Punkte 7 + 22, die dem dritten Bogen zugeordnet sind, durch Diagonalen über den Mittelpunkt verbunden, so spannen sie 4 x einen Winkel von 10° auf, der denjenigen der grossen nördlichen und südlichen Mondwenden entspricht und so-

mit diesen Bogen an die anderen beiden anschliesst. Damit stellt **der dritte Bogen die Mondbahn zur grossen Wende** dar und **vereinigt als Operator die Geometrie der Kulminationshöhen** dieser Ereignisse.

Dieser Bogen ist über seine ganze Länge durch zwei punzierte Rillen dreigeteilt. Der so unterteilte Mondbahnbogen kann dahingehend interpretiert werden, dass drei Mondumläufe notwendig sind, um die Plejaden zu bedecken, was den astronomischen Gegebenheiten entspricht.

Die drei Goldbögen an der Peripherie der Scheibe veranschaulichen in geometrischer Form und ununterbrochen die Himmelsmechanik vom Aufgang der grossen nördlichen Mondwende über die Sonnenazimute des Aufganges und denen der grossen südlichen Mondwende, dem Mondbahnbogen einschliesslich seiner Kulminationshöhen, den Sonnen- und Mondazimuten des Unterganges bis zum Untergang des Mondes zur grossen nördlichen Wende.

Die polaren Azimute der Goldpunkte

Um die Lage der Goldpunkte auf der Scheibe morphologisch zu bestimmen, ist die Vermessung gegenüber einer Referenz Voraussetzung. Da jegliche Hinweise über die Art ihrer Verwendung fehlen, ist es schwierig, eine Referenz anzunehmen und sie praktisch zu bestimmen. In einem Überblick konnte festgestellt werden, dass sowohl Winkel als auch Geraden auftreten. Da der Zweck der Analyse im Auffinden astronomischer Positionen besteht, ist es angebracht, die auf den Mittelpunkt der Scheibe bezogenen polaren Azimute zu bestimmen. Die Festlegung des Mittelpunktes A kann eindeutig erfolgen.

Das an der Peripherie aufgebrachte Paar Azimutbögen verkörpert astronomische Grundsätze und steht sich diametral gegenüber. Verbindet man die Enden der Bögen, so schneiden sich die Durchmesser im Standpunkt des Beobachters in B nach Abb. 12. Der Mittelpunkt der Azimutbögen B liegt jedoch in einem Abstand von ca. 10 mm von A entfernt. Somit ist es notwendig, die morphologische Analyse auf die Punkte A und B zu beziehen und in die Tabelle 1 einzutragen. Die Abb. 13 zeigt die Azimute der Goldpunkte zum Mittelpunkt B zentriert, der sich ergab als Schnittpunkt der Diagonalen über die Spitzen der Azimutbögen. Die Azimute aller Punkte wurden auf die Mittelpunkte A und B bezogen, gemessen und in die Tabelle 2 eingetragen. Zwischen den Messreihen A und B wurden mittig die Azimute für die geographische Breite φ = 51°2 für das Jahr – 2000 C. errechnet und die Differenzen Δ zu den Messwerten ermittelt. Die durch Schattierung hervorgehobenen Punkte sind kalendarische Visierlinien.

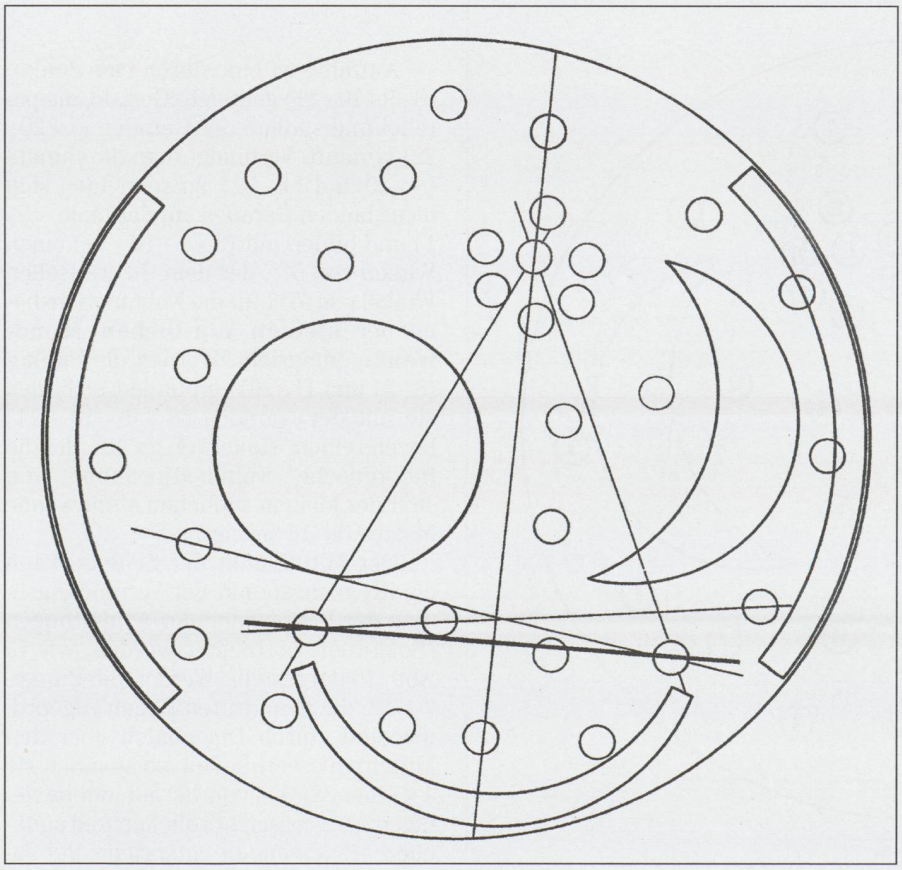
Venus-Transfer

Die Bewertung der auf der Scheibe gemessenen polaren Azimute der Goldpunkte kann der Tabelle 1 entnommen werden. Es sind die Nummern der Punkte angegeben, in der Spalte 2 und 6 die Azimute auf die Mittelpunkte A und B bezogen, in der mittleren Spalte die theoretisch errechneten Extremwerte für Sonne und Mond, dazwischen in den Spalten 3 und 5 die Differenzen zwischen den Mess- und theoretischen Sollwerten. Die statistische Streuung des Azimutes wird vom Mittelpunkt A aus genauer ermittelt als von B. Dieses Resultat spricht für die Bevorzugung der ursprünglichen Version der Scheibe.

Aus der Vermessung der polaren Azimute wurde ersichtlich, dass der Sonnenaufgang zur Sommer- und der Untergang zur Winter-Sonnenwende in den Azimuten der Punkte A - 3 und der Aufgang zur Winter- sowie der Untergang zur Sommerwende in A -14 liegen. Diese drei Eckpunkte 3 - A - 14 spannen ein Dreieck auf, das die das tropische Jahr begrenzenden Azimute festlegt. Es sei vermerkt: das Azimut des Sonnenunterganges zur Winter-Sonnenwende ist durch den Schnittpunkt Z der Geraden 14 - 24 - 23 - 12 mit 8 - 9 - 10 - 11 nur indirekt ohne einen Goldpunkt festgelegt. In gleicher Weise wird der Aufgang durch den Schnittpunkt V der Geraden 12 - 22 - 20 - 7 mit 4 - 6 dargestellt. Das schiefwinklige Kreuz 3 - A - Z und 7 - A - 14 entspricht den Sonnenazimuten zu ihren Wenden. Siehe Abb. 15. Um den gleichen Mittelpunkt A und im Abstand von ca. ± 10° markieren zwei weitere Kreuze 27 - A - 22 - 11 und 7 - A - (15) sowie X - A - 12 und 6 - A - U die Auf- und Untergangs-Azimute der grossen und kleinen Mondwende.

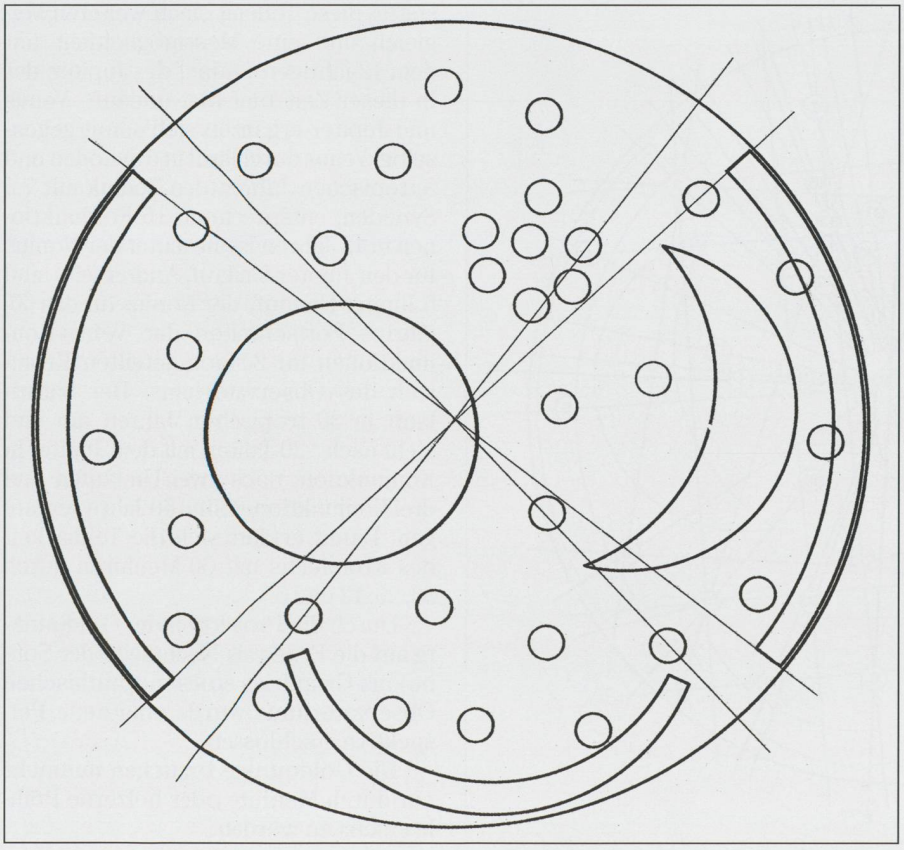
Die Festlegung von einigen Azimuten der Goldpunkte, die von den errechneten abweichen, kann ihre Ursache in den Höhenabweichungen des topographischen Horizontes gegenüber dem mathematischen haben. Landschaftliche Visierpunkte dürfen dabei nicht ausgeschlossen werden. Im Süden des Fundortes erheben sich Hügel bis 80 m über dem wahrscheinlichen Beobachtungspunkt. Jedes wichtige Kalenderazimut für Sonne und Mond ist mit einem Goldpunkt und dem Mittelpunkt A oder mehreren Punkten vertreten.

Abb. 9: Die Zuordnung des dritten Bogens zu den Plejaden und damit zur grossen nördlichen Mondwende.



Nr.	um A	Δ	Referenz	Δ	um B	
1	2	3	4	5	6	
1	0	0	0	Norden	0	0
2	16					18
3	45,5	- 2,8	48,3	Sommer a	+ 1,2	49,5
4	65	+ 0,7	64,3	Venus-Konjunktion	+ 4,7	69
5	92	+ 2,0	90	Osten	+ 6,5	96,5
6	121	+ 3,7	117,3	Venus-Konjunktion	+ 7,7	125
6	121	- 0,1	121,1	ks MW a Kulmination	+ 3,9	125
7	139	- 2,1	141,1	gs MW a Kulmination	+ 1,4	142,5
8	159			Kulmination		160,5
9	180	0	180	Süden	0	180
10	197			Kulmination		195,5
11	219	+ 0,1	218,9	gs MW u Kulmination	- 2,9	216
12	238	- 0,9	238,9	ks MW u	- 3,9	235
13	272	+ 2,0	270	Westen	- 2,5	267,5
14	312,5	+ 1,2	311,7	Sommer u	- 2,7	309
15	324	+ 3,4	320,6	gn MW u	+ 5,0	325
16	349,5					349
17	87,5					81,5
18	72,5					87,5
19	135					142
20	160,5			Kulmination		162,5
21	192,5			Kulmination		190
22	225,5			Kulmination		220,5
23	254,5			Kulmination		249
24	282					286
25	319,5	- 1,1	320,6	gn MW u Kulmination	+ 6,4	327
26	20					22,5
27	34					38
28	37	- 2,4	39,4	gn MW a	+ 3,6	43
29	28					34,5
30	10					13,5
31	7					9,5
32	21			Kulmination		25

Tabelle 2



Die Goldpunkte der Scheibe erscheinen in dieser Betrachtung als terrestrische Koordinaten und konkrete Visierlinien zu astronomischen Kalenderpunkten für Sonne und Mond.

Der Mond wird dabei bevorzugt behandelt, was auf seine Benutzung als himmlisches Kalenderblatt und auf die Lunation als Zähleinheit für den Venuskalender hinweist.

Die Kalenderscheibe kann als die Anleitung zur Messung der Kalenderdaten und als Grundriss eines megalithischen Observatoriums betrachtet werden.

Die Goldpunkte brauchen nunmehr nur durch Menhire oder hölzerne Pfähle ersetzt zu werden.

Abb. 10: Die azimutale Stellung des dritten Bogens zu den Azimutbögen der Sonne, die mit ca. 10° der Differenz der Extremstellungen entspricht.

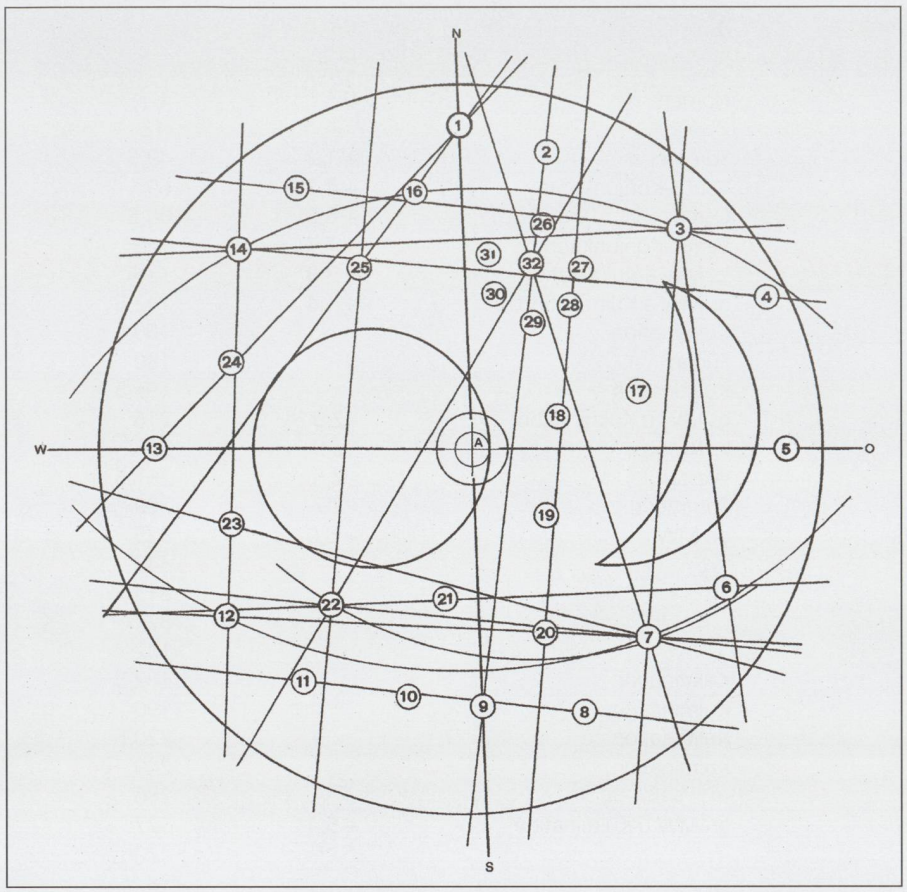
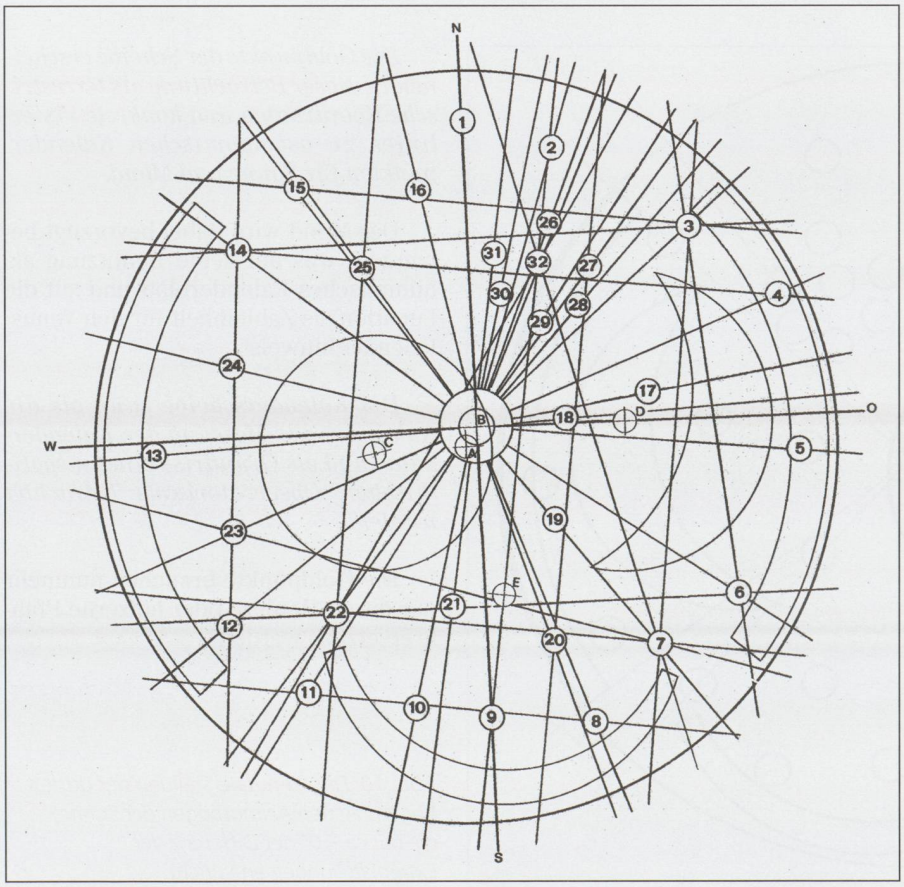


Abb. 11: Nichtpolare Azimute der Goldpunkte auf der Kalenderscheibe und Darstellung der Kulminationen des Mondes zu seinen Wenden und die Konstruktionen zur Ermittlung des Nord- und Südpunktes für den Mittagsmeridian.

Abb. 12: Azimute der Goldpunkte um den Mittelpunkt B als Zentrum der Azimutbögen.



Als Langzeitkalender durchläuft die Venus in fünf Synoden den Zodiak während acht tropischen Jahren. Ihre Bahn kann durch ein regelmässiges Fünfeck, ein Pentagramm, dargestellt werden.

Versucht man in die Goldpunkte als Grundriss ein solches Pentagramm einzuordnen, so stellt man fest, dass insgesamt vier Pentagramme Platz haben. Siehe Abb. 15. Diese vier Pentagramme bilden einen fast regelmässigen Stern mit 20 Spitzen, von denen die meisten durch einen Goldpunkt markiert sind. Von den wenigen Spitzen ohne Punkt sind die diametral gegenüber liegenden durch einen solchen gekennzeichnet, so dass die Visiereinrichtung unter Einschluss des Mittelpunktes erhalten bleibt.

Gemessen werden kann nur das Azimut der Sonne für die vermuteten oder vorausberechneten Zeiten der Konjunktionen. Da jede Venus-Konjunktion auch einem Sonnenazimut entspricht, ist der Sonnenmassstab dafür wohl praktischer.

Diese vorausberechnete Zeit entspricht der Teilung des Kreisumfanges. Die Spitzen eines Pentagrammes haben einen Abstand von 72°, was dem Fortschreiten von ca. 30 x 5 Synoden mit 300 Konjunktionen in 30 x 8 = 240 Jahren bedeutet und 5 x 240 = 1200 Jahre für das Durchschreiten des Kreises. Durch die drei weiteren Pentagramme werden die Winkel geviertelt und der Abstand wird 18°, entsprechend 7,5 Synoden, oder 15 Konjunktionen, das sind 60 tropische Jahre für die Differenz zwischen zwei der 20 benachbarten Spitzen. Gleichzeitig gestattet diese Teilung einen weiteren Vergleich und eine Messmöglichkeit mit dem 12-jährigen Umlauf des Jupiter, der in dieser Zeit fünf Mal umläuft. Venus und Jupiter ergänzen sich somit gegenseitig: Venus durchläuft in 5 Synoden und 8 tropischen Jahren den Zodiak mit 7,5 Synoden; entsprechend 15 Konjunktionen in 12 Jahren ist sie damit der Nonius für den Jupiter-Umlauf. Andrerseits sind 5 Jupiter-Umläufe der Nonius für das 60-jährige Fortschreiten der Venus-Konjunktionen im 20-fach geteilten Kromlech des Observatoriums. Der Saturn läuft in 30 tropischen Jahren um und steht nach 20 Jahren mit dem Jupiter in Konjunktion; nach zwei Umläufen und drei Konjunktionen sind 60 Jahre vergangen. Damit erklärt sich die Teilbarkeit des Kromlechs mit 60 Menhiren durch 30, 20, 12 und 5.

Durch die Projektion der Goldpunkte auf die Erde (als Nachtseite der Sonne) als Grundriss eines megalithischen Observatoriums wurde eine neue Perspektive erschlossen.

Die Goldpunkte brauchen nunmehr nur durch Menhire oder hölzerne Pfähle ersetzt zu werden.

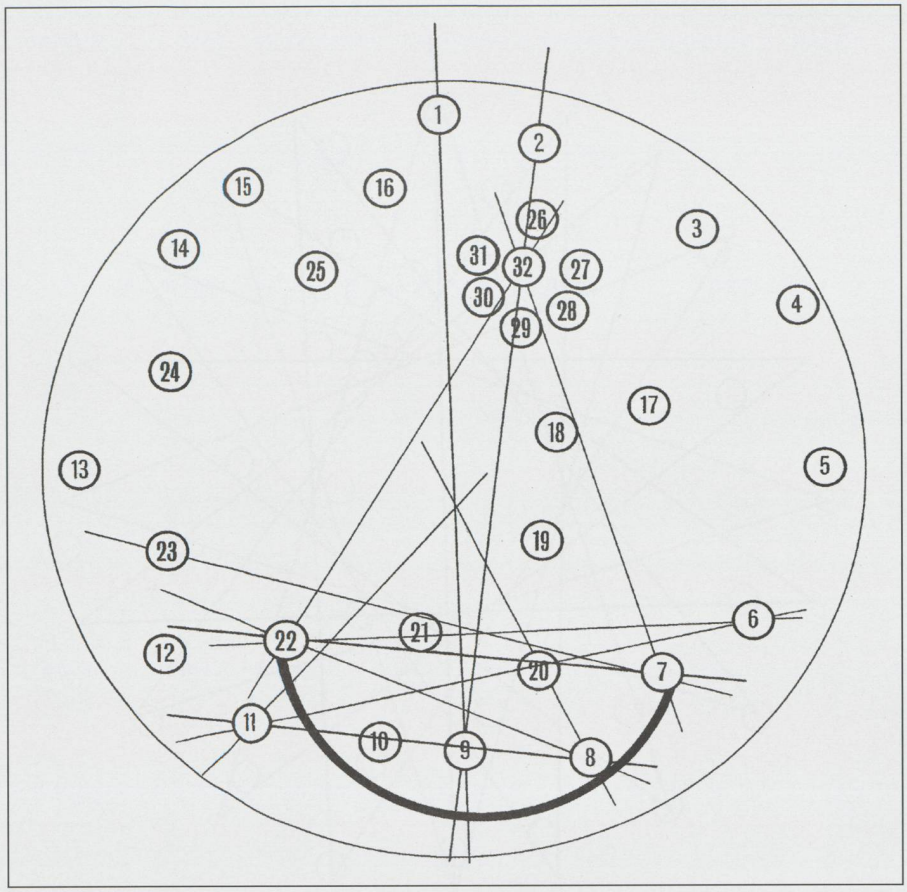
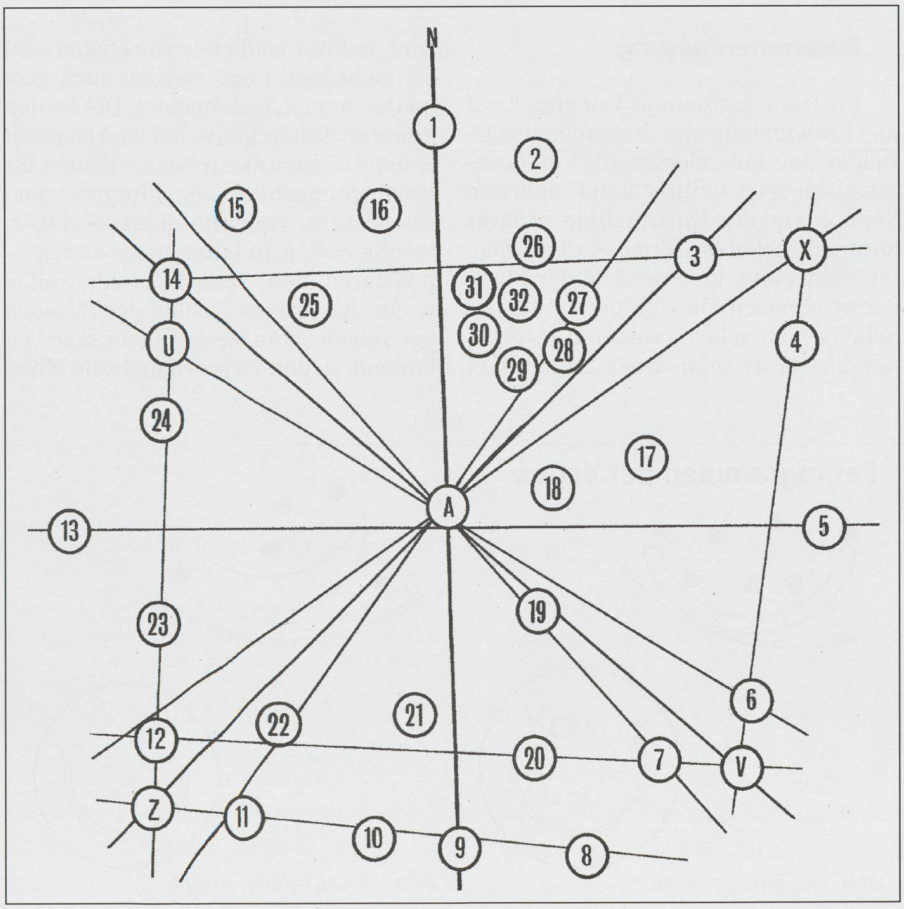


Abb. 13: Der Bogen des Mondlaufes zur grossen Wende und die Kulminationshöhen des Mondes zu den grossen und kleinen, nördlichen und südlichen Wenden.

Abb. 14: Die Goldpunkte als Grundriss eines Kalender-Observatoriums mit Windrose, Sonnen- und Mond-Azimuten ihrer Wenden.



Die Anordnung der 32 Goldpunkte auf der Bronzescheibe von Nebra ist ein Meisterstück der bronzezeitlichen Astronomie. Damit wurden markiert:

- die Sichtbarkeitsdauer des Morgen- und Abendsternes in Lunationen
- der halbe Mondzyklus zwischen der grossen und kleinen Mondwende in tropischen Jahren
- das Sommer- und Winterhalbjahr in Monaten
- die sieben Sterne der Plejaden symbolisch
- die Windrose
- der indische Kreis zur Bestimmung der Nord-Süd-Richtung
- die Extremazimute der Sonnenwenden
- die Extremazimute der grossen Mondwende
- die Extremazimute der kleinen Mondwende
- die obere und untere Kulmination der grossen Mondwende
- die obere und untere Kulmination der kleinen Mondwende
- das Pentagramm des Venusumlaufes in vierfacher Ausführung zur Ermittlung der planetarischen Konjunktionen und Umläufe von Venus, Jupiter und Saturn für den Langzeitkalender
- der Venustransfer (?)
- die Symbolik der lunisolaren Penteteris als Ursprung der keltischen «Regenbogenschüsselchen».

Die Münzen sind das umfangreichste Schriftgut, das uns die Kelten hinterlassen haben. Es ist allerdings in Hieroglyphen, einer Symbolsprache, geschrieben, die nicht einfach zu transkribieren ist.

Die Symbole wurden oftmals ganz bewusst zu Vexierbildern kombiniert, die eine Mehrdeutigkeit bewirken sollten. Demgegenüber stehen aber auch die einfachen Kalendermünzen, die mit Punkten und Operatorbogen als so genannte Regenbogenschüsselchen meist den lunisolaren Kalender als Triëteris – Penteteris – Oktaëteris darstellen. Aber auch da gibt es Unterschiede in der Symbolik:

- z. B. wird die Penteteris mit 2 grossen und 3 kleinen Punkten symbolisiert, wobei die grossen für ein 13-monatiges Schaltjahr und die kleinen für ein 12-monatiges Normaljahr stehen.
- 3 Punkte und 2 Punkte durch einen Operatorbogen verbunden, haben die gleiche Symbolik.
- 5 Punkte und 2 Punkte durch einen Operatorbogen verbunden, zeigen fünf 12-monatige Normaljahre und 2 Schaltmonate an.

Auch die goldenen Azimutbögen werden in Doppelfunktion als Operatoren benutzt, wie nachfolgend erläutert wird. Aufgrund des Alters der Kalenderscheibe kann sie als Vorbild der keltischen Münzen betrachtet werden, die zurückliegendes astronomisches Wissen dokumentieren.

Will man die neue Symbolik der Kalenderscheibe entschlüsseln, so muss man sie in Gruppen unterteilen. Als Beispiel werden zwei Gruppen als Ausschnitte der Scheibe betrachtet:

Als **erste Gruppe** (Abb. 16) nehmen wir den stark gekrümmten Operatorbogen der Kalenderscheibe, an dessen Enden zwei Punkte als Schaltmonate stehen und der fünf Normaljahre umschliesst und zur Penteteris vereinigt. Wir stellen ihn seinen entsprechenden Münzbildern gegenüber (Abb. 17).

Die vergleichende Zeichnung in Abb. 16 stellt einen Goldstater aus dem Bernischen Historischen Museum (Inv. Nr. G 2745) dar, revers mit einem Operatorbogen und zwei Schaltmonaten, der eine Gruppe von fünf Jahren zu 12 Lunationen umschliesst.

Als **zweite Gruppe** (Abb. 17) wird der flache Horizontbogen neben dem Mond bezeichnet, der an seinen beiden Enden zwei Punkte als Schaltjahre mit 13 und drei Punkte als Normaljahre zu 12 Lunationen vereinigt, die vor der Sichel des dazwischen stehenden Mondes angeordnet sind. Der Bogen hat in diesem Zusammenhang eine doppelte Bedeutung: er vereinigt den Mondzyklus der Penteteris und den Mond, so dass alle Anordnungen dieser Gruppe dem Mond zugeordnet werden. Als Horizontbogen kennzeichnet er die Azimute der Sonnenaufgänge für die geographische Breite des Fundortes.

Die Goldmünze CA 1077 aus dem Schweizerischen Landesmuseum Zürich gemäss Abb. 13 stellt die Penteteris dar, jedoch nicht mit Schaltmonaten, sondern Schaltjahren zu 13 Lunationen.

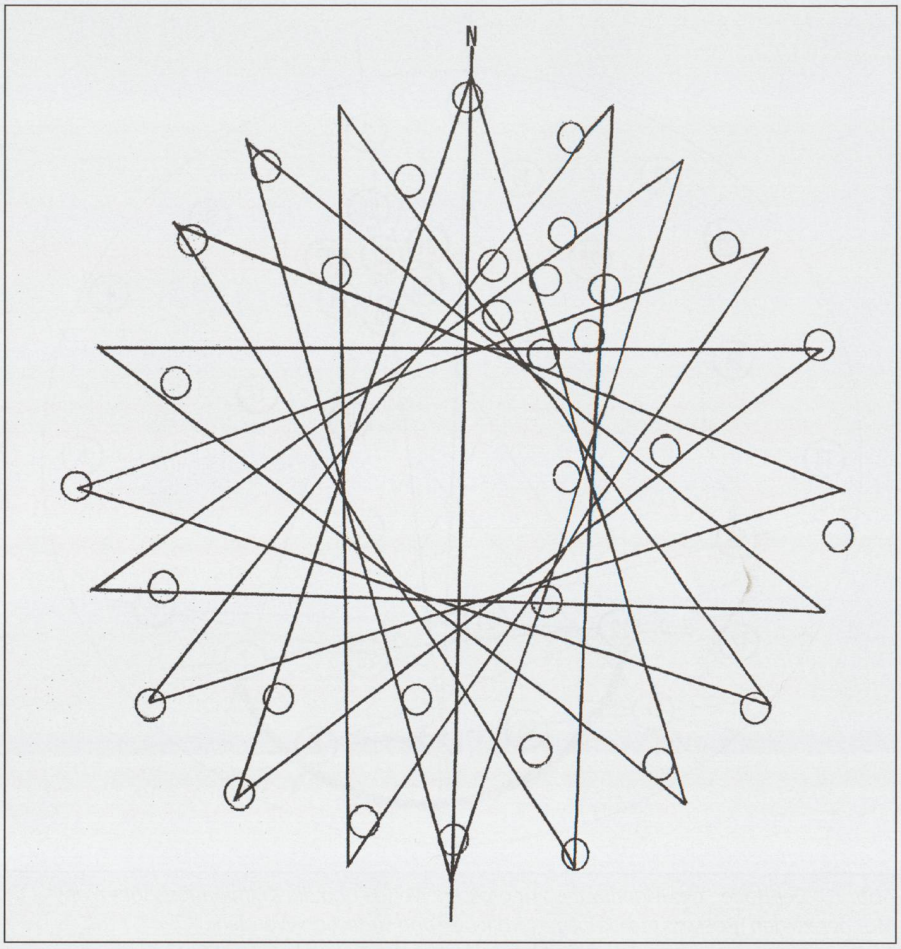


Abb. 15: Die Goldpunkte als Grundriss eines planetarischen Observatoriums mit vier fast regelmässig verteilten.

Zusammenfassung

Die frühe Astronomie war gezielt auf die Entwicklung der Kalender ausgerichtet. Die Kalenderscheibe von Sangerhausen zeigt in ihrer ursprünglichen Version vor der Umarbeitung in ihrer Mitte die Sichel des Mondes, den Planeten Venus und das Sternbild der Plejaden symbolisch. Die Goldpunkte auf der Scheibe stellen keine weiteren Sternbilder dar, da sie geometrisch angeordnet sind. In ihrer zeitlichen Dimension sind sie mehrdeutig und werden auch geometrisch mehrfach benutzt. Die beiden konzentrischen Kreise um die Venus mit je acht Goldpunkten kennzeichnen ihr Erscheinungsbild als Morgen- und Abendstern während ihrer Sichtbarkeitsperioden in Lunationen und symbolisieren den Venuskalender. Beide Kreise integrieren Punkte der Plejaden und zeigen damit die astronomische Verbindung zu den Plejaden und zum Mond

Abb. 18: Der Megalith auf der Muota bei Falera (Graubünden) mit der Darstellung des Venus-Transits.

Pentagrammen der Venus

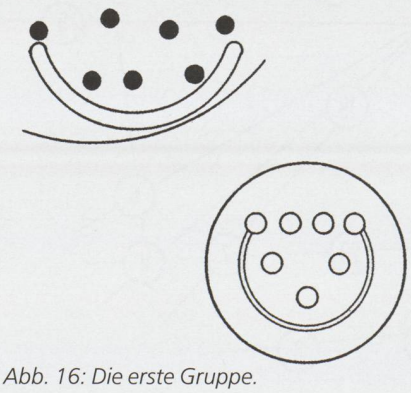


Abb. 16: Die erste Gruppe.

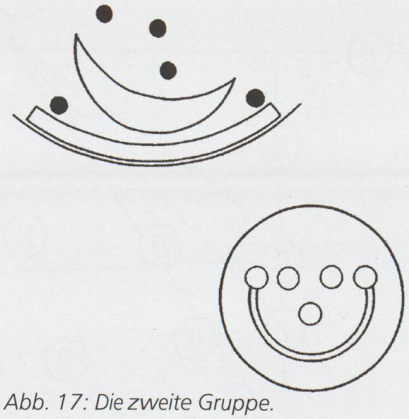


Abb. 17: Die zweite Gruppe.

in symbolisch-geometrischer Form auf. Der Mond wird gemeinsam mit den Plejaden von einem konzentrischen Kreis umspannt, so dass das Symbol des Sternbildes im Kreis integriert wird, was als Bedeckung durch den Mond in seiner nördlichen Extremlage gedeutet werden kann. Für den Mond sind die Plejaden die oberste Himmelsmarke und ihre symbolisch-geometrische Bedeckung stellt die grosse nördliche Mondwende dar zur Versinnbildlichung des Mondkalenders. Die beiden Kreise von 16 Goldpunkten an der Peripherie der Scheibe entsprechen den 16 Monaten des tropischen Jahres und damit dem solaren Kalender des Megalithikums, wobei auch die integrale Bronzescheibe als die Nachtseite der Sonne betrachtet werden kann.

Die Scheibe von Sangerhausen – Nebra ist damit die geometrisch-symbolische Darstellung des Tripelpunktes der drei frühen lunisolar-planetaren Kalender, die gleichzeitig und parallel benutzt wurden und bis heute global in Gebrauch sind.

Die drei nachträglich aufgebrachten Goldbögen entsprechen den Auf- und Untergangs-Azimuten der Sonne während ihres Jahreslaufes und der Mondbahn zur nördlichen Wende. Vom Horizont des mittleren Bogens aus sind die Azimut- und Kulminationswinkel zur grossen nördlichen und südlichen Mondwende für – 2000 C. und die geographische Breite von Nebra in guter Übereinstimmung. Sie sind lediglich neue Symbole, die eine winkelgenaue Geometrie einführen, ohne die ursprüngliche Aussage zu verändern. Sie dokumentieren damit einen Fortschritt in der astronomischen Messtechnik, der vom gleichzeitigen Auftauchen des Mondhorns als astro-geodätisches Messinstrument unterstrichen wird.

Das Mondhorn ist indirekt ebenfalls an der Kalenderreform, dem Übergang zum lunisolaren Kalender beteiligt, indem es die Symbolik des mathematischen Operators und der Punkte übernommen hat, sie über das ganze erste vorchristliche Jahrtausend bewahrt und sie auf die keltischen Münzen überträgt und damit den Ursprung des so genannten Regenbogenschüsselchens bildet.

Die Kalenderreform offenbart sich auf der Scheibe als Übergang der pragmatisch-symbolischen Himmelsbeobachtung zur messenden geometrischen Astronomie.

Die Goldpunkte sind ein vieldeutiges Symbol mit unterschiedlichem Zeitmassstab und ein Hinweis auf astronomische Positionen. Ihre Anzahl von 32 (2^5) ist kein Zufall, denn die Potenzreihe 2^n war eine Reihe «Heiliger Zahlen». Die Analyse der polaren Azimute der Goldpunkte offenbarte die Windrose und alle wichtigen Kalendervisuren der Sonne und des Mondes, so dass sie den terrestrischen Grundriss eines Observatoriums darstellen und damit Ortskoordinaten repräsentieren.

Sie werden in mehrfacher Weise benutzt und erscheinen als Zeiteinheiten in Verbindung mit den Gestirnen, als Sterne zur Darstellung der Plejaden-Symbolik, als Ortskoordinaten im Grundriss des Kalender-Observatoriums und damit als Visierlinien für die Azimute und für nachfolgende Verwendung:

- die Sichtbarkeitsdauer des Morgen- und Abendsternes in Lunationen
- den halben Mondzyklus zwischen der grossen und kleinen Mondwende in tropischen Jahren
- das Sommer- und Winterhalbjahr in Monaten
- die sieben Sterne der Plejaden symbolisch
- die Windrose
- den indischen Kreis zur Bestimmung der Nord-Süd-Richtung
- die Extremazimute der Sonnenwenden
- die Extremazimute der grossen Mondwende
- die Extremazimute der kleinen Mondwende
- die obere und untere Kulmination der grossen Mondwende
- die obere und untere Kulmination der kleinen Mondwende
- das Pentagramm des Venusumlaufes in vierfacher Ausführung zur Er-mittlung der planetarischen Konjunktionen und Umläufe von Venus, Jupiter und Saturn für den Langzeitkalender
- den Venus-Transfer (?)
- die Symbolik der lunisolaren Penteteris als Ursprung der keltischen «Regen- bogenschüsselchen».

Durch das Aufbringen der drei Goldbögen erhält die Scheibe eine neue Symbolik, die den lunisolaren Kalender der Penteteris zur Grundlage hat, wie er auf den keltischen Münzbildern dargestellt und in der Bronzeplatte von Coligny verwirklicht wurde. So kann die Kalenderscheibe auch als die Geburtsurkunde der goldenen Regenbogenschüsselchen betrachtet werden.

Auf den Fluren von Nebra, dem Fundort der Bronzescheibe, wurden 1962 drei Idole aus Mammut-Elfenbein gefunden, die auf einen Kultplatz der dreifaltigen Planetengöttin schliessen lassen. Sie werden in die gleiche Zeit datiert wie die drei Göttinnen von Laussel im Périgord, von denen eine ein skaliertes Mondhorn als frühes astronomisches Messinstrument in der Hand hält, unweit der Grotte von Lascaux, in der MICHAEL RAPPENGLÜCK den Beginn der Paläoastronomie deutet.

Die Scheibe kann mit hoher Wahrscheinlichkeit als Zepter der Kultfigur einer Planetengöttin gesehen werden und besass einen Schaft, der nach der Modifikation nicht übernommen wurde, was auf eine Reformation hinweist. Ähnliche Zepter aus etwa der gleichen Zeit mit Venuskalender wurden in Bernstorf (Goldzepter) und in Falera im Kanton Graubünden gefunden.

Die Bronzescheibe von Nebra ist ein Meisterwerk der Codierung von Nachrichten einer hermetischen Wissenschaft der bronzezeitlichen Astronomie. Ihre Decodierung erschliesst teilweise die Symbolik der Hieroglyphen für die Entschlüsselung von keltischen Münzbildern, der Mondhörner als astro-geodätischen Messinstrumenten und der Dekorationen auf Keramikgefässen. Es wird deshalb nicht verwundern, wenn über dem hier Dargelegten noch weitere Überraschungen zutage treten.

MARTIN KERNER
Steg 81, CH-3116 Kirchdorf

Bibliographie

[1] RAPPENGLÜCK M.: *Eine Himmelskarte aus der Eiszeit?* 1999
[2] WARM H.: *Die Signatur der Sphären*. Keplerstern Verlag. 2001
[3] LE CONTEL J.-M. et VERNIER P.: *Le Calendrier Celtique de Coligny*. Paris 1997
[4] KERNER M.:
a. *Keltische Münzen mit astronomischen Motiven*. 2001
b. *Das goldene Venus-Zepter von Bernstorf*. 2003
c. *Das Zepter der Venus – Die Kalenderscheiben von Nebra und Falera*. Helvetia archaeologica 34/2003, # 134
d. *Mondhörner – Urgeschichtliche Messgeräte*. Helvetia archaeologica 32/2001, # 127/128
e. *Planezzas GR – Ein lunares Observatorium der Bronzezeit in Falera GR*. 2003
f. *Frühe astro-geodätische Messgeräte*. Geomatik Schweiz 1/2004 und 2/2004
g. *Persönliche Mitteilung von Georg Brunner*
[5] GÄUMANN A.: *Potinmünzen der Kelten*. 2000
[6] ZEHREN E.: *Das Testament der Sterne*. 1957
[7] FILLING H.: Vortrag vom 2.10.2003 an der Leibniz-Sozietät e.V., Berlin
[8] *Schönheit, Macht und Tod*. Ausstellungskatalog des Landesmuseums Halle. 2001
[9] Archäologie in der Deutschen Demokratischen Republik, Bd. 2. Leipzig 1989
[10] REUTER S.: *Germanische Himmelskunde*, München 1934
[11] SCHULTZ J.: *Rhythmen der Sterne*. 1985
[12] CORAY G. G. und VOIRET J.-P.: *Megalithische Schalensteine*. Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik, Heft 11/1991, S. 600 - 605
[13] ESPENAK F.: *Transit of Venus*. NASA/Goddhard Space Flight Center