

Nuncius Hamburgensis
Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften
Band 8

Gudrun Wolfschmidt (Hrsg.)

Prähistorische Astronomie und Ethnoastronomie

Proceedings der Tagung
am 24. September 2007 in Würzburg



Norderstedt: Books on Demand
2008

Nuncius Hamburgensis

Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften

Hrsg. von Gudrun Wolfschmidt,
Bereich Geschichte der Naturwissenschaften,
Department Mathematik, MIN-Fakultät, Universität Hamburg
ISSN 1610-6164

*Diese Reihe „Nuncius Hamburgensis“
wird gefördert von der Hans Schimank-Gedächtnisstiftung.
Dieser Titel wurde inspiriert von „Sidereus Nuncius“ und von „Wandsbeker Bote“.*

Wolfschmidt, Gudrun (Hrsg.): „Prähistorische Astronomie und Ethnoastronomie“
Proceedings der Tagung am 24. September 2007 in Würzburg.
Nuncius Hamburgensis – Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften, Band 8.
Norderstedt: Books on Demand GmbH 2008.

Cover vorne und Frontispiz: Himmelscheibe von Nebra

Titelblatt (innen): Stonehenge – Sonnenuntergang am Mittwintertag
<http://www.sternwarte-recklinghausen.de/archaeoastro/html/ausstellung.html#08>.

Cover hinten: Die megalithische Anlage von Callanish, Schottland
<http://www.sternwarte-recklinghausen.de/archaeoastro/html/ausstellung.html#08>.

Bereich Geschichte der Naturwissenschaften,
Mathematik und Technik der Universität Hamburg
Bundesstraße 55 – Geomatikum, D-20146 Hamburg
<http://www.math.uni-hamburg.de/spag/gn/>

ISBN 978-3-8370-3131-7

Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten.

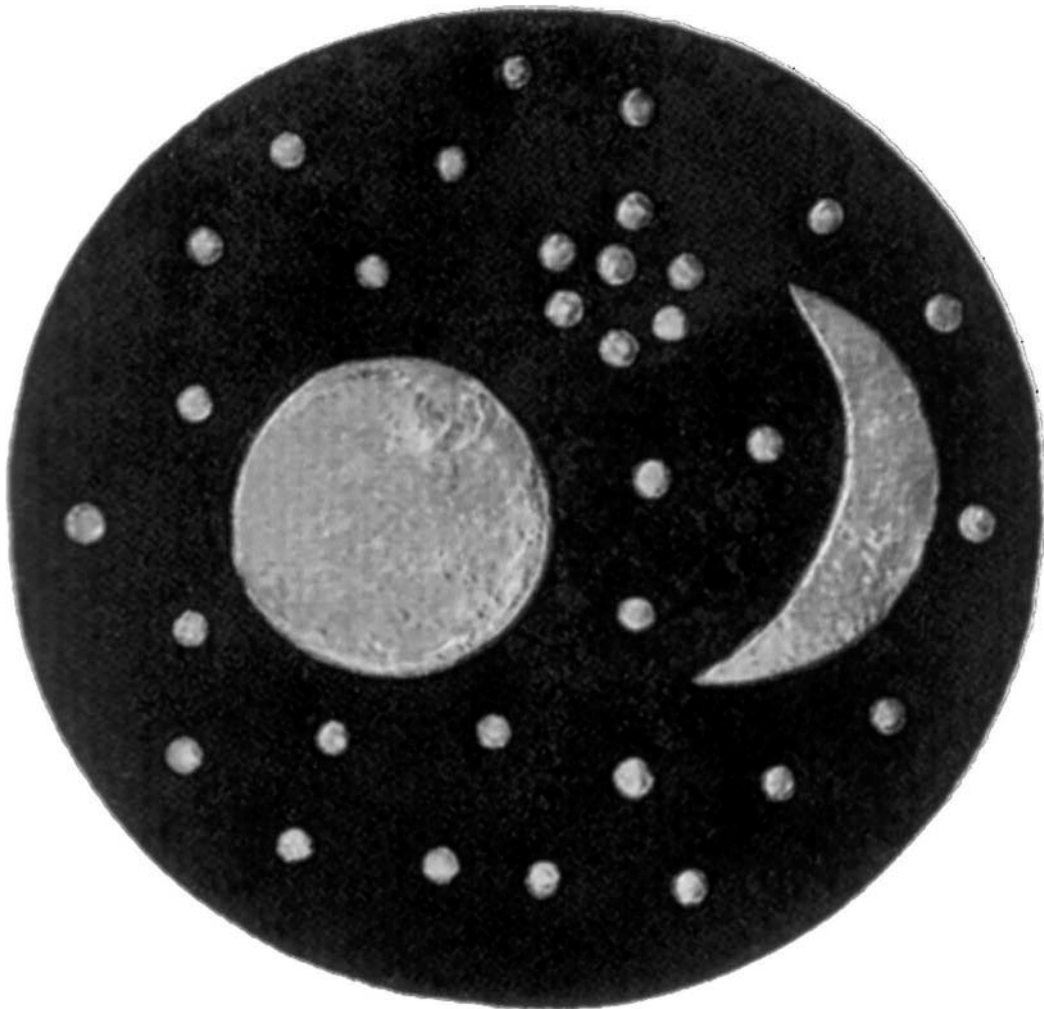


Abbildung 9.1:
Die Urscheibe von Nebra nach der Rekonstruktion von Meller.
Meller 2004, 29.

Kalender und Finsternisse – einige Überlegungen zur bronzezeitlichen Astronomie

Rahlf Hansen und Christine Rink (Hamburg)

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird versucht, aufgrund von prinzipiellen Überlegungen eine Entwicklung der bronzezeitlichen Astronomie in Mittel- und Nordeuropa nachzuzeichnen.¹ Ab der Zeit der Himmelscheibe von Nebra scheint der Mond eine größere Rolle in der Kalendergestaltung zu spielen. Eine Schaltregel, die die Mondsichel bei den Plejaden im Frühlingsmonat beachtet, führt zu einem lunisolaren Kalender, der sich durch die Beobachtungen selbst reguliert. Zusätzlich kann eine Erwartungshaltung der erforderlichen Schaltungen mit den getätigten abgeglichen werden und so die Grundlage für eine bessere Erwartungshaltung und somit einen besseren Kalender legen. In der Folge scheint die Entwicklung eigenständig und teilweise anders, aber auch erfolgreicher als in Mesopotamien verlaufen zu sein. Mit dem Versuch, auch einen Finsterniszyklus mit Hilfe einer Erwartungshaltung zu erarbeiten, taucht auf dem Sonnenwagen von Trundholm eine neue Theorie der Himmelszyklen auf, die schließlich zu dem Saroszyklus geführt haben könnte. Diesen Saroszyklus findet man dann tatsächlich auf den Goldhüten. Mit Hilfe der Goldhüte und von Mondfinsternissen kann der Kalender weiter verbessert werden. So ließe sich verstehen, dass die Entwicklung in dem sehr genauen Kalender von Coligny mündet, der mit seinem 30jährigen Rhythmus an den 32jährigen Zyklus der Himmelscheibe erinnert.

Abstract: Calendars and eclipses – some considerations concerning Bronze Age astronomy

Based upon principle considerations, the following article attempts to trace the development of Bronze Age astronomy in Central and Northern Europe.² Starting with the time of the Nebra

¹ Diese Arbeit basiert auf unserer Veröffentlichung Hansen/Rink 2008. Sie wurde um weitere astronomische Überlegungen ergänzt. Einführende Grundlagen zur Astronomie findet man im zitierten Artikel.

² Wir danken Frau Emily Schalk für die Übersetzung der Zusammenfassung.

sky disk, the moon seems to have played a greater role in the creation of a calendar. A leap year rule that observes the moon's crescent near the Pleiades in a spring month leads to a luni-solar calendar, which is regulated through observation. In addition, the common expectation of the necessary intercalated months can be coordinated with those made and thereby form the basis for a better prediction and, thus, a better calendar. In consequence, the development seems to have run independently and in part differently, even more successfully, than that in Mesopotamia. In the attempt to work out an eclipse cycle with the help of common expectation, a new theory about the celestial cycles appears on the sun chariot of Trundholm, which finally leads to the recognition of the Saros cycle. This cycle appears also on the gold hats. With their help and those of eclipses of the moon the calendar can further be improved. This could have led to the very detailed calendar of Coligny, which with its thirty-year periodicity is reminiscent of the thirty-two-year cycle of the Nebra sky disk.

9.1 Vom Nutzen des Himmels

Der Himmel bestimmt ganz praktisch unser Leben und bietet durch die harmonischen Abläufe einen Einblick in die Gesetzmäßigkeit der Natur. Verlässlichkeit und Berechenbarkeit prägen die Bewegungen dort oben. Je schärfer der Blick zum Sternengeschehen wird, desto mehr enthüllen sich mathematisch fassbare Regeln. Der Wissensdrang des Menschen kann sich am Sternenlauf abarbeiten; der Glaube – nicht an einen Gott, sondern an Gesetzmäßigkeiten – kann sich entfalten und zur Urzelle der Wissenschaft werden. Unterstützend wirkt dabei der praktische Nutzen, den dieses Wissen gewährt: Das Verrinnen der Zeit kann strukturiert werden, ein Kalender entsteht. Dies kann, muss nicht, die Geburt der Astronomie fördern.

Als erstes bestimmt die Sonne unser Leben. Die Sonne verursacht offensichtlich Tag und Nacht. Eine genaue Betrachtung führt zu der Erkenntnis, dass sie auch für die Jahreszeiten verantwortlich zeichnet und mit diesen sich die Ansicht des Sternenhimmels gleichmäßig ändert. Sowohl der Sonnenlauf, als auch die veränderliche Sichtbarkeit der Sterne können als Anzeiger der Jahreszeiten dienen.

Die unterschiedliche Höhe der Sonne zur Mittagszeit lässt sich nur schwer für die Bestimmung des Jahreslaufs nutzen.³ Leichter lässt sich der Ort der Auf- und Untergänge der Sonne dazu verwenden, den Jahreslauf zu bestimmen.⁴ Alternativ kann die Beobachtung der variablen Sichtbarkeit der Sterne das Jahr strukturieren.⁵

Die Sonne bestimmt also Tag und Jahr. Um zwischen diesen Extremen eine feinere Einteilung vorzunehmen, bietet sich der Mond an. Seine Wiederkehr zu demselben Stern dauert ca. $27\frac{1}{2}$ Tage – ein *siderischer* Monat. Zusätzlich ändert der Mond auffällig seine

³ Wenn auch die „Sonnenuhr“ des Augustus genau dazu diente – dies freilich in einem schon fortgeschrittenem Stadium der Astronomie (Schütz 1990).

⁴ Wie dies um 4800 v. Chr. für Goseck vermutet wird (Bertemes, Schlosser 2004).

⁵ Hierzu können z. B. die Kreisgräben, die Zotti (2005) untersucht hat, dienen.

Gestalt. Der Phasenmonat, z. B. von Voll- zu Vollmond oder Neulicht⁶ zu Neulicht, wird schon früh eine praktische Bedeutung gehabt haben. Etwa 29,5 Tage dauert dieser so genannte *synodische* Monat. Die Viertelung des synodischen Monats führt zu der 7-Tage Woche (mit einem kleinen Rest um Neumond). Mond und Woche strukturieren die Zeit zwischen Tag und Jahr.

Die Zeiteinheiten Monat und Jahr in eine Ordnung zu bringen, erfordert einige Kenntnisse ihrer Rhythmen. Als einfachste Lösung des Problems der Harmonisierung von Monat und Jahr erscheint der Verzicht auf eines von beiden, den Mondmonat oder das Sonnenjahr. Im ersten Fall wird das Sonnenjahr schematisch, z. B. wie bei uns, in 12 Abschnitte geteilt, die mit dem Mondlauf nichts zu tun haben. Im zweiten Fall richtet man sich, wie noch heute im Islam, nur nach dem Mond und verliert den Bezug zu den Jahreszeiten. Möchte man Sonnenjahr und Mondmonat, wie heute noch im Judentum, zusammen nutzen, erfordert dies die genauere Bestimmung ihrer Dauer. Dieses so genannte Lunisolarjahr optimiert den Nutzen des Sternenhimmels für den Kalender. Der Mond zeigt in seiner Gestalt jeweils den Stand des Monats, die Gestirne den Stand des Jahres.

Das Wissen, dass ein Sonnenjahr 365 Tage⁷ umfasst und ein Mondmonat (also der synodische Monat) 29,5 Tage⁸ dauert, unterstellen wir schon für eine recht frühe Stufe der Kalendergestaltung. Damit ergibt sich ein Sonnenjahr zu 12 Mondmonaten ($12 \times 29,5 = 354$ Tagen) mit einem Rest von 11 Tagen. Um den Bezug zum Mond nicht zu verlieren, kann als kleinste Einheit nur in Mondmonaten geschaltet werden. Bevor dies in mathematisch festgelegten Schemata erfolgte, wurde nach „Sicht“ geschaltet. Eine solche Anleitung liegt in der Plejadenregel (siehe unten zur Himmelscheibe) vor. Kombiniert man diese Regel mit einer Erwartungshaltung der Rhythmik, wie dies hier für die Himmelscheibe von Nebra unterstellt wird, kann ein Abgleich von erwarteten und tatsächlich erfolgten Schaltungen zeigen, ob die unterstellten Harmonien stimmen. Falls sich eine, im optimalen Fall wiederholte Abweichung einstellt, kann man diese nutzen, um eine verbesserte Erwartungshaltung zu erlangen. Dies kann, bei genügend erscheinender Genauigkeit, zu einer mathematischen Regel der Schaltung führen, die unabhängig von Beobachtungen ist.

Das Problem bei der Bestimmung des synodischen Monats liegt in der Ungenauigkeit der Definierung der Mondphasen. Wann genau Vollmond ist, lässt sich schwierig bestimmen; der Neumond entzieht sich gar ganz unserer Beobachtung. Hier bieten die Finsternisse eine Hilfe. Bei einer Sonnenfinsternis steht der Neumond vor der Sonne, eine Mondfinsternis erfolgt nur bei Vollmond. Die Zeitpunkte solcher Finsternisse las-

6 Die erste sichtbare schmale Mondsichel am abendlichen Westhimmel nach Neumond nennt man Neulicht. In vielen Kulturen beginnt mit Neulicht der neue Monat, so auch heute noch im Islam. Der Monat kann aber auch, wie im alten Ägypten, mit der letzten sichtbaren Sichel am Morgenhimmel, dem Altlicht, anfangen. Zum ägyptischen Kalender vgl. Krauss 1985.

7 Ginzler 1911, 238 unterstellt die 365 Tageslänge der Sonne schon in einer frühen Phase der Kalendergestaltung.

8 Die genauen Daten für die Monatslängen lauten 27,32166 Tage, für den siderischen Monat, 29,53059 Tage für den synodischen Monat und für den drakonitischen Monat 27,21222 Tage, ähnelt also der Länge des siderischen Monats (Daten nach Haupt 1989, 134).

sen sich viel genauer bestimmen, als von „normalen“ Neu- und Vollmonden. Um eine Verbesserung der Erwartungshaltung der Schaltrhythmik zu erzielen, benötigt man eine genauere Länge des mittleren synodischen Monats.⁹ Hierfür bieten sich die Beobachtungen von Finsternissen an. Sollte sich bei diesen Beobachtungen sogar die Möglichkeit der Vorhersage einer Finsternis ergeben, so wird dies dem Image des Astronomen (wohl meist ein Priester) sicherlich sehr genutzt haben. Im doppelten Sinne lohnt sich somit die Beschäftigung mit den Finsternissen: Zur Steigerung des Ansehens des Astronomen und zur Verbesserung der Kenntnis der Länge des synodischen Monats und somit der Möglichkeit, den Kalender genauer zu gestalten.

Wie dies im Einzelnen erfolgt, hängt von den Umständen ab. In einer Schriftkultur, wie in Babylon mit der Möglichkeit der Archivierung einer Vielzahl von Beobachtungen über lange Zeiträume, kann man leichter eine Verbesserung der Genauigkeit erzielen, als in einer schriftlosen Kultur wie in Mitteleuropa. In einer solchen schriftlosen Kultur kann das Ausprobieren von Erwartungen einen Fortschritt bringen, wie das Folgende zeigen soll.

9.2 Nebra und der Kalender

Hier wird die astronomische Deutung der ¹⁰Sternscheibe von Schlosser¹¹ erweitert in Richtung einer Schaltregelung. Zugrunde gelegt wird eine Schaltregel aus Mesopotamien¹² und untersucht, wie diese Regel in einer schriftlosen Kultur in Form eines Memogramms dargestellt werden könnte.¹³ Das Abbild auf der ersten Fassung der Sternscheibe (Abb. 9.1) entspricht dieser Regel.¹⁴

In Babylon wurde ein Kalender benutzt, der sich nach den Mondphasen für die Monateinteilung richtete. Die erste sichtbare Mondsichel am abendlichen Westhimmel (das Neulicht) zeigt den Beginn eines neuen Monats an. Ein solcher Monat von Neulicht zu Neulicht (der synodische Monat) dauert 29,5 Tage. Zwölf solcher Monate ergeben ein Mondjahr von (gerundet) 354 Tagen. Zu der Länge des Sonnenjahres, (gerundet) 365 Tage, ergibt sich eine Differenz von 11 Tagen.

Um diese Differenz auszugleichen, werden Schaltmonate eingefügt. In spätbabylonischer Zeit gab es hierfür feste Schaltregeln, zuvor wurde „nach Sicht“ geschaltet. Hierfür

9 Aufgrund der komplizierten Bahn des Mondes schwankt die Länge des synodischen Monats um diesen gerundeten Mittelwert. Der genaue mittlere Wert lautet 29,53059 Tage (nach: Haupt 1989, 134).

10 Siehe auch Hansen 2007.

11 Schlosser 2002; Schlosser 2004; Schlosser 2005a.

12 Das bedeutet nicht zwingend, dass hier ein gedanklicher Import vorliegen muss. Die mesopotamische Regel wird zunächst als Anregung verstanden, wie möglichst einfach ein Ausgleich von Mond- und Sonnenkalender aufgrund von Beobachtungen vorgenommen werden kann.

13 Die Autoren unterstellen hier einen Wissenstransfer aus Mesopotamien (Hansen 2008).

14 Die verschiedenen Phasen der Himmelscheibe bei Meller 2004. Viele Deutungen der Himmelscheibe ignorieren diese verschiedenen Phasen und geben eine Interpretation für eine spätere Phase an, obwohl die Abfolge der Phasen dafür spricht, dass hier verschiedene Motivationen vorlagen und es bei der Herstellung der Himmelscheibe noch keine Idee von den späteren Phasen gab.

gab es verschiedene Vorschriften. Eine besagt, dass man im ersten Monat des Jahres (des Frühlingsmonats Nissanu) auf die Mondsichel und die Plejaden achten soll:

*Wenn am 1. Nissanu Mond und Plejaden in Konjunktion stehen, so ist dies Jahr normal, wenn erst am 3. Nissanu, so ist dieses Jahr ein Schaltjahr.*¹⁵

Die erste Bedingung besagt, dass eine schmale Neulichtsichel¹⁶ neben den Plejaden steht. Diese Beobachtung findet in der frühen Abenddämmerung statt. Die Plejaden werden in den folgenden Tagen in der Dämmerung verschwinden, was um -1600 knapp 2 Wochen vor dem Frühlingsanfang geschah. Diese Konstellation vom schmalen Sichelmond und Plejaden läutet den Frühlingsmonat Nissanu ein.

Die zweite Bedingung der Schaltregel besagt, dass zwei Tage nach dem Beginn des Monats Nissanu (also am dritten Nissanu) der Mond neben den Plejaden steht.

Der Mond ist jetzt entsprechend „dicker“ und steht weiter von der Sonne entfernt. Die Beobachtung erfolgt in der späten Abenddämmerung und zeigt an, dass die Plejaden noch etwa einen Monat von ihrem Verschwinden in der Abenddämmerung entfernt sind. Der Frühlingsanfang erfolgt noch nicht in diesem laufenden Monat, sondern erst einen Monat später. Deshalb soll jetzt ein Monat eingefügt werden, damit Mond- und Sonnenlauf wieder harmonisiert werden.¹⁷

In einem Sonnenjahr gibt es rund $12\frac{1}{3}$ mal Vollmond. Erst nach 3 Jahren entspricht der Sonnenlauf annähernd einer ganzen Anzahl Mondmonaten. Möchte man den Mondlauf mit dem Sonnenlauf harmonisieren, so ist die einfachste Möglichkeit, alle 3 Jahre einen „Schaltmonat“ einzufügen.

Eine genauere Betrachtung führt zu einer Schaltung von 7 Monaten in 19 Jahren, der sogenannte Metonzyklus, benannt nach dem griechischen Astronomen Meton (5. Jh. v. Chr.). Diese Regel war in Mesopotamien frühestens ab dem 6. Jahrhundert v. Chr. bekannt¹⁸ und wird für die Zeit der Herstellung der Scheibe hier nicht in Betracht gezogen.

Für die Zeit der Himmelscheibe unterstellen wir folgende Genauigkeiten: Ein Sonnenjahr beträgt (gerundet) 365 Tage, ein Mondjahr (gleich 12 synodische Monate zu je 29,5 Tagen) 354 Tage. Nach 32 Sonnenjahren ($32 \times 365 = 11680$ Tage) ergibt sich zu 33 Mondjahren ($33 \times 354 = 11682$ Tage) eine Differenz von nur 2 Tagen. In 32 Sonnenjahren erleben wir also nach den unterstellten Rhythmen sehr genau 33 Mondjahre.¹⁹

Schaltet man also etwa alle 3 Jahre einen Monat ein, so ergibt sich eine gute Übereinstimmung mit den Jahreszeiten, also dem Sonnenlauf. Der Mond bietet einen Zeiger, die Tierkreissternbilder, vor denen er jeweils steht, sind die Ziffern einer kosmischen Uhr. Die Besonderheit dieses Zeigers ist aber, dass er seine Gestalt wandelt. Je nachdem

15 Van der Waerden 1980, 79 aus dem Mul-Apin.

16 Der erste Nissanu wird über die Beobachtung dieser schmalen Sichel nach Neumond bestimmt, genauso wie heute noch z. B. der Fastenmonat Ramadan mit einer solchen schmalen Mondsichel beginnt. Die Namen der Monate variieren in Mesopotamien. Eine Übersicht geben Hunger 1976–1980 und Cohen 1993.

17 Zum Ablauf einer schematischen Schaltung siehe Abb. 9.2.

18 Hunger 1976–1980, 298.

19 Alternativ kann man die Differenz mit kleineren Zahlen auch so ausrechnen: Die 11 Tage Differenz zwischen Mondjahr (29,5 Tage \times 12 Monate = 354 Tage) und Sonnenjahr (365 Tage) ergeben nach 32 Sonnenjahren $11 \times 32 = 352$ Tage, was bis auf die 2 Tage Differenz wieder das 33. Mondjahr ergibt.

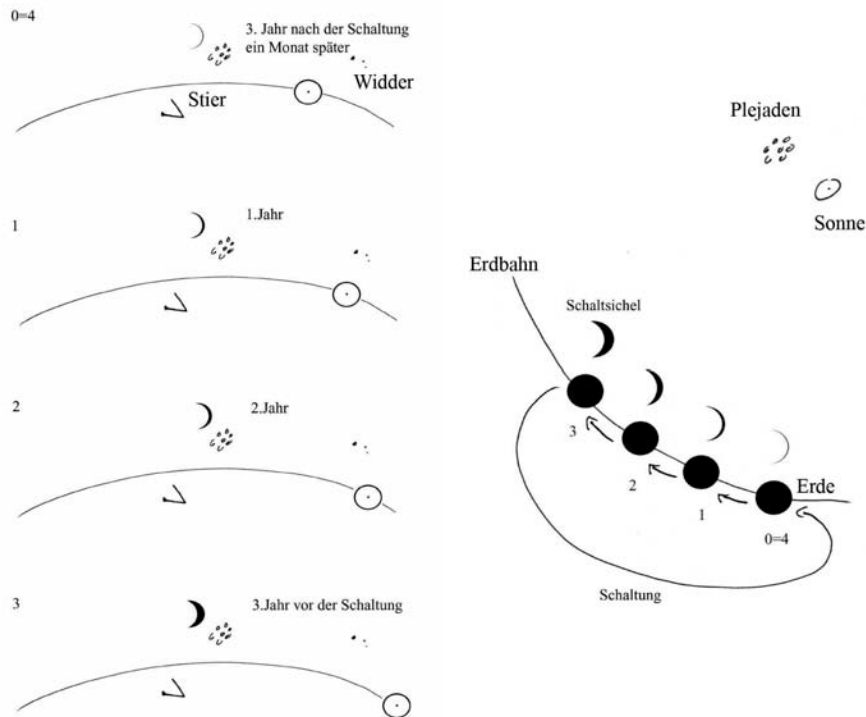


Abbildung 9.2:

Ablauf einer schematischen Schaltung. Wir betrachten die Situation in der irdischen Perspektive (links) und der kosmischen Ansicht (rechts).

Zeichnung Rahlf Hansen.

Wie stellt sich die Situation in 1 aus der kosmischen Sicht dar? Die Erde steht so zur Sonne, dass die Plejaden in der Abenddämmerung gerade noch gesehen werden können. Steht in Richtung der Plejaden der Mond, so zeigt er eine schmale Sichel. Der irdische Betrachter sieht in der frühen Abenddämmerung gerade noch die Plejaden, daneben die schmale Mondsichel.

12 Mondmonate und einen Tag später steht die Erde in der kosmischen Sicht noch nicht wieder bei 1, sondern erst bei 2, da das Mondjahr 11 Tage kürzer als das Sonnenjahr ist. Die Mondsichel in Richtung Plejaden ist dicker. Der irdische Beobachter sieht in 2 eine dickere Sichel bei den Plejaden in der etwas fortgeschrittenen Dämmerung. Weitere 12 Mondmonate (und einen Tag) später steht die Erde bei 3. Sie ist weiter zurückgeblieben, die Mondsichel in Richtung der Plejaden ist dicker. Von der irdischen Perspektive aus steht eine dicke Mondsichel bei den Plejaden. Sie hat die Schaltdicke und gibt somit das Signal zur Schaltung.

Nach dem Schaltmonat steht die Erde an Position 4, sie ist knapp einen Monat vorgerückt. *(Da die Schaltung erst am 3. Tag des Monats angezeigt wird, vergehen von hier aus bis zum Neulicht des folgenden Monats weniger als ein Monat.)*

Die Plejaden stehen jetzt so nahe bei der Sonne, dass man sie nicht mehr in der Dämmerung sehen kann. Die sehr schmale Mondsichel kann eventuell schon als Neulicht beobachtet werden, aber für die Plejadensichtung wird es häufig noch zu hell sein. Eventuell ist in dieser Position sogar die Mondsichel noch unsichtbar. Ein Jahr später, wieder bei 1, kann man wieder eine schmale Mondsichel bei den Plejaden in der Dämmerung beobachten.

¹³⁶ *(Da die Lage der Mondbahn zu der Ekliptik sich auch noch ändert, wird eine genaue Untersuchung noch komplizierter, was wir hier aber für die Schaltregel außer Acht lassen können, da die Ergebnisse sich nur geringfügig ändern würden.)*

in welcher Phase er vor bestimmten Sternbildern steht, ist diese Beobachtung anders kalendarisch zu interpretieren.²⁰

9.3 Die bildliche Umsetzung der Schaltregel aus Babylon auf der Himmelscheibe von Nebra

*Wenn am 1. Nissanu Mond und Plejaden in Konjunktion stehen, so ist dies Jahr normal, wenn erst am 3. Nissanu, so ist dieses Jahr ein Schaltjahr.*²¹

Diese Schaltregel ist im *mul-Apin* überliefert.²² Es handelt sich dabei um eine Zusammenstellung von astronomischen Texten. Sie stammen aus der Zeit zwischen dem 7. und 3. vorchristlichen Jahrhundert. Die Inhalte selbst können teilweise viel älteren Datums sein, ohne das man das Alter in jedem Fall genau abschätzen könnte.

In vielen Kulturen wurden besonders die Plejaden als Markierung genutzt.²³

Im Laufe der Jahrtausende ändert sich die Lage der Tierkreissternbilder zu den Jahreszeiten aufgrund der Präzession.²⁴ Wir betrachten die Situation für das Jahr 1600 vor Christus.²⁵ Um den 25. März (julianisch, Frühlingsanfang war damals der 5. April) herum waren die Plejaden das letzte Mal in der Abenddämmerung zu beobachten. Dies wird in vielen Jahreskalendern als wichtige Marke genutzt.²⁶ Sieht man kurz zuvor in der Abenddämmerung mit den Plejaden eine schmale Mondsichel, so zeigt dies an, dass der Mond im Monatslauf noch dicht bei der Sonne weilt oder, im Umkehrschluss, dass die Sonne schon nahe bei den Plejaden steht und diese demnächst in der Abenddämmerung verschluckt. Diese Position wurde in Babylon im ersten Monat des Jahres, genannt *Nissanu*, erreicht. Der *Nissanu* war der Frühlingsmonat. In diesem Monat erreicht die Sonne den Frühlingspunkt am 5. April (um -1600), knapp zwei Wochen nachdem die Plejaden am Abendhimmel verschwanden.

Gehen wir gedanklich zurück an den Anfang des Monats *Nissanu*: Die schmale Mondsichel (= Neulicht), steht bei den Plejaden. Da wir Neulicht haben, ist dies der erste Tag des Monats, also der 1. *Nissanu*. Steht in diesem Monat eine dickere Mondsichel bei den Plejaden, so hat der Mond sich schon weiter von der Sonne entfernt oder, im

²⁰ Siehe auch Anmerkung 27.

²¹ Van der Waerden 1980.

²² Eine Ausgabe des *Mul-Apin* liegt mit Hunger/Pingree 1989 vor.

²³ Z. B. bei den Azteken (Krupp 1994, 206–208), in Machu Picchu (ebd. 50f.), im Amazonasgebiet (ebd. 85–88), in einer litauischen Bauernregel (Schlosser 2005a), bei den Ureinwohnern Australiens (Schlosser/Cierny 1996, 96f), in Griechenland (Hesiod, *Erga* 382–390 und 615–620) und in China (Hartner 1965, 8). Ausführlich auch bei Frazer 1933, 307–319.

²⁴ Durch diese Taumelbewegung der Erdachse in ca. 26.000 Jahren ändert sich die Lage der Drehachse des Himmels und des Himmelsäquators. So wandert der Frühlingspunkt in diesen 26.000 Jahren einmal durch den Tierkreis. Vor 3600 Jahren lag er an der Grenze Stier/Widder. Das führt dazu, dass die Plejaden letztmals am 25.3. (julianisch) sichtbar waren, bevor sie in der Abenddämmerung verschwanden (Schlosser 2005a). Eine Mondsichel, die am 25.3. bei den Plejaden stand, hatte ein Mondalter von etwas über 2 Tagen.

²⁵ Folgendes nach Schlosser 2005a.

²⁶ Siehe Schlosser 2005a, 62–64 und Frazer 1933, 307–319.

Umkehrschluss, die Sonne steht noch weit von den Plejaden und somit von dem Frühlingspunkt entfernt. Eine dickere Mondsichel bedeutet aber, dass wir nicht mehr Neulicht sehen (das wäre der 1. Nissanu), sondern dass schon einige Zeit verstrichen ist (in der Schaltregel zwei weitere Tage), wir haben also den 3. Nissanu. Die Aussage, dass der Mond am 3. Nissanu bei den Plejaden steht, ist in einem Mondmonat gleichbedeutend mit der Angabe wie „dick“ die Mondsichel ist.

In dem Fall, dass der Mond um den 3. Nissanu als dicke Sichel bei den Plejaden steht, soll ein Schaltmonat eingefügt werden. Während dieses Monats bewegt sich die Sonne weiter auf die Plejaden (und den Frühlingspunkt) zu. Im nächsten Monat steht jetzt eine schmalere Sichel bei den Plejaden.²⁷ Diese Schaltregel erfordert genaue Beobachtungen der Plejadenstellung in den Jahreszeiten und des Mondes zur Sonne, aber NICHT eine genaue numerische Schaltregel wie den Metonzyklus. Die BEOBACHTUNG entscheidet über die Schaltung. Sollte einmal fünf Jahren lang um den 1. Nissanu herum schlechtes Wetter sein, dann wird in diesen 5 Jahren nicht geschaltet.²⁸ Der Mond wird dann im 6. Jahr z. B. erst am 6. Nissanu bei den Plejaden stehen. Es wird geschaltet. Nach dem Schaltmonat steht der Mond z. B. am 3. Nissanu bei den Plejaden. Es wird erneut geschaltet (alternativ schaltet man nur einmal in diesem Jahr und im folgenden erneut). Es kann also mehr als 2 Normaljahre nacheinander geben, gefolgt von z. B. einem doppelten Schaltjahr oder 2 Schaltjahren nacheinander. Genau dies ist uns aber aus der Zeit Hammurapis überliefert,²⁹ was nahe legt, dass hier schon diese oder eine ähnliche beobachtungsorientierte Regel benutzt worden sein könnte.

Alternativ kann man diese Regel auch so formulieren: Zählen wir die Tage des Mondmonats durch, so kommen wir auf 29 oder 30. Zählen wir aber in dem letzten Monat des Jahres (vor dem Nissanu), dann vergehen im Fall eines Schaltjahres 2 Tage mehr,

27 Da die Sonne dichter steht, ist der Abstand Mond-Sonne auch kleiner und somit die Sichel dünner. Sie wird nach dem Schaltmonat in der Regel so „dünn“ sein, dass man sie in der Dämmerung bei den Plejaden – wie die Plejaden selbst auch – nicht sehen kann, sondern erst einen Tag später, wenn der Mond schon an den Plejaden vorbeigezogen ist. Im nächsten Jahr steht dann das Neulicht im Nissanu wieder bei den Plejaden.

28 Hunger/Reiner 1975 zeigen, dass in Babylon eine Regel bekannt war, die das Schalten in jedem Monat gestattete. In der Praxis geschah dies aber meist zu Ende des Jahres (Februar/März). Es wurde der letzte Monat verdoppelt (Cohen 1993, 5). Für einen in der Himmelsbeobachtung nicht so gewandten Laien ist die Schaltung zu Frühlingsanfang am leichtesten, da der Unterschied zwischen einem zwei und vier Tage alten Mond besonders auffällig ist und ebenso die Plejaden eine besonders auffällige Sternkonstellation sind.

29 Waerden 1980, 79. Van der Waerden meint, das man nach dieser Regel so sorgsam schalten könnte, dass zwei Schaltjahre nacheinander nicht eintreten dürften. Aber bei schlechtem Wetter oder mangelnder Sorgfalt wäre genau eine solche Konsequenz zu erwarten. Erst eine von der Beobachtung unabhängige mathematische Schaltregel wie der Metonzyklus gewährleistet eine sichere Schaltung. Andererseits hält van der Waerden eine Volkstradition von Kalendersternen in Babylon für die Zeit vor 1700 v. Chr. für wahrscheinlich (Waerden 1980, 70). Die Plejaden dürften dabei eine wichtige Rolle gespielt haben. Wir vermuten, dass die Plejaden-Schaltregel schon damals in Babylon bekannt war.

bis der Mond (jetzt der zu dicke 4 Tage alte Mond) bei der geforderten Position bei den Plejaden steht, es vergehen also 31 oder 32 Tage.³⁰

Man kann die Schaltregel also auch so formulieren: Vergehen vom Neulicht des Vormonats (vor dem Frühlingsanfang) bis zu der Stellung Mond-Plejaden 32 Tage, dann muss geschaltet werden.

Für die Zeit um -1600 galt, dass das Verschwinden der Plejaden um den 25. März erfolgte. Wenn wir um diese Tage ein Treffen der schmalen Mondsichel (um Neulicht) mit den Plejaden haben, dann erleben wir etwa 12 Tage später Vollmond.³¹

Die Babylonier feierten den Frühlingsanfang richtig zum Vollmond des Nissanu,³² also um den 6. April (damals war der 5. April Frühlingsanfang) herum.³³ Der Fehler addiert sich jedes Jahr um 11 Tage, wird aber im dritten Jahr durch die Schaltung korrigiert.³⁴ Der Frühlingsanfang wurde durch den Mond also maximal ca. 22 Tage falsch angezeigt.³⁵ Gleichzeitig begann mit diesem Vollmond das neue (Sonnen)Jahr. Diese Regel schließt selbstverständlich die genauere Festlegung des Frühlingsanfangs durch die Beobachtung des Abenduntergangs der Plejaden³⁶ nicht aus.³⁷

Wenden wir jetzt diese Regel und Zusammenhänge unter den Gegebenheiten zur Zeit der Himmelsscheibe in Mitteleuropa (Schriftlosigkeit) an. Was benötigen wir:

1. Eine Mondsichel, die uns anzeigt, dass wir schalten müssen, also einen etwas mehr als vier Tage alten Mond. Genau diese Mondsichel ist auf der Scheibe abgebildet. Sie ist etwa 4,6 Tage³⁸ alt.

30 Im Folgenden gehen wir von 32 Tagen aus. Dies wäre dann eine obere Grenze, ab der geschaltet werden müsste. Auch die Sichel auf der Himmelsscheibe ist mit ca. 4,5 Tagen an dem oberen Bereich für den 3. Nissanu. Mit der Sichel wurde also die obere Grenze und nicht z. B. der Mittelwert gewählt.

31 Dies ist nicht ein willkürlich ausgewähltes Treffen, sondern zwei wichtige Rhythmen überschneiden sich: Das Jahresende wird angezeigt durch das nahe Verschwinden der Plejaden und der neue Monat durch die Neulichtsichel. Je enger diese Zyklen sich berühren, desto näher kommen sie dem Ideal, nämlich die schmale Neulichtsichel bei den verblassenden Plejaden und damit der folgende Vollmond zu Frühlingsanfang. Im Normalfall wird die Mondsichel die letzte Sichtbarkeit der Plejaden nicht treffen. Aber die Differenz dieser beiden Ereignisse in Tagen ist genau die Differenz des folgenden Vollmondes zu Frühlingsanfang. Die Beobachtung dieser Differenz gibt also den wichtigen Abstand des Vollmondes zum Frühlingsanfang. Steht eine Mondsichel z. B. 6 Tage vor dem Verschwinden der Plejaden bei diesen, dann erfolgt der Frühlingsanfang 6 Tage nach Vollmond.

32 Der Beginn des Jahres in Mesopotamien wird unterschiedlich angegeben, Jeremias 1929, 276 nennt mit Quellenangaben den Vollmond des Nissanu, ebenso Landsberger 1949, 250.

33 Wie wir sehen werden, fällt der Frühlingsanfang (meist) in diesen Monat, der Monat beginnt aber nicht mit ihm. Idealer Weise liegt der Frühlingsanfang in der Mitte des Monats. Es ist sozusagen ein HALB-Frühlingsmonat. Diesen – passenden – Begriff nannte uns freundlicherweise Herr Schlosser.

34 Genau genommen überkorrigiert, denn erst im darauf folgenden Jahr steht der Mond am 1. Nissanu wieder bei den Plejaden.

35 Vorausgesetzt es wird richtig geschaltet.

36 Nach Schlosser 2005a, 44–49.

37 Dies ist ein gut zu beobachtendes Ereignis, das einen genau definierten Zeitpunkt im Jahreslauf anzeigt. Es ist aber nicht der Frühlingsanfang, sondern liegt um -1600 etwa 11 Tage davor.

38 Nach Korrekturen, siehe Hansen/Rink 2008 Anhang 7. Da die „dickste“ zu erwartende Neulichtsichel etwas über 2,5 Tage alt ist, ist hier eine obere Grenze für die Mondsichel am 3. Nissanu abgebildet.

2. Einen Repräsentanten für die Plejaden. Hier wurde auf der Scheibe von Nebra die Rosette gewählt, wie in Babylon.³⁹
3. Wenn wir die Regel zusätzlich über die Anzahl der Tage vom vorhergehenden Neulicht bis zur Konjunktion Mond-Plejaden absichern wollen, benötigen wir einen Repräsentanten für die Zahl 32. Dies sind die Sterne (inkl. der sieben Rosettensterne, sie nicht mitzuzählen wäre komplizierter und aufwendiger geworden). Sterne zu wählen macht Sinn, da die Plejaden Sterne sind und die restlichen Punkte den Sternenhimmel an sich zeigen.⁴⁰ Dies verweist auf den nächtlichen Himmel, an dem sich das Gezeigte abspielt.
4. Eine Scheibe als Repräsentant des Vollmondes zum Zeitpunkt, an dem der Frühling beginnt.
5. Eine Sonne als Zeichen der Kombination: Mond-Sonnenjahr und die Verbindung Vollmond und Frühlingsanfang.
6. Eine Hervorhebung des Objektes, auf das es besonders ankommt. Dies ist der „zu dicke“ Mond, also die Mondsichel. Diese ist in ihrem Durchmesser größer als die Scheibe und dadurch besonders augenfällig.

Die Punkte 1 bis 3 sind offensichtlich. Die Punkte 4 und 5 sind (erneut aus Vereinfachung) in einem Objekt repräsentiert. Die große Scheibe stellt sowohl den Vollmond,⁴¹ als auch zusätzlich die Sonne dar. Die Frage nach der Bedeutung der großen goldenen Scheibe ist also nicht Sonne ODER Mond, die Antwort ist Sonne UND Mond.⁴² In Babylon sind solche Doppeldarstellungen von Sonne und Mond bekannt.⁴³

Für die Deutung der Goldscheibe als Sonne UND Mond spricht auch folgender Gedanke: Zählen wir die Sterne, also 32, dann haben wir 32 Sonnenjahre. Die große Goldscheibe symbolisiert dann die Sonne. Zählen wir die 32 Sterne UND die Sonne, dann haben wir 33 Objekte, es bleibt der Mond alleine nach: also 33 Mondjahre. Wir sahen oben, dass 32 Sonnenjahre 33 Mondjahren im lunisolaren Kalender entsprechen.⁴⁴ Auch dies wurde, zusätzlich, auf der Scheibe verewigt. Deshalb hat der „Vollmond“ eine Korona (Abb. 9.3), weil er eben auch die Sonne darstellt.

39 Siehe Hansen 2008, der Autor unterstellt in diesem Artikel einen Wissenstransfer aus Mesopotamien. T. Richter vom Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen Anhalt hat als erster die Vermutung geäußert, dass mit der Rosette die Plejaden dargestellt werden sollten. Außerdem erkannte er die Möglichkeit, die Plejaden als Zeigersterne für die Jahreszeiten zu nutzen (frdl. Mitteilung T. Richter).

40 Siehe Schlosser 2005a, 37–42.

41 Wie auch bei der Deutung von Schlosser (2005b).

42 Auf die Möglichkeit, dass die Sonne dargestellt wird, wies schon Schlosser (2005b) 65f. hin. Er bezieht dies allerdings auf eine spätere Phase der Nutzung der Scheibe.

43 Collon 1993–1997b, 372. Über die Unklarheit, ob die Darstellung Sichel mit eingelegter Scheibe als Sichelmond mit Vollmond oder als Sichelmond mit Sonne zu deuten ist, vgl. ebd. 357.

44 Wir unterstellen wieder, wie oben die genäherten Genauigkeiten, deren Kenntnis wir für die Zeit voraussetzen.



Abbildung 9.3:
Der „Vollmond“ mit „Korona“.
Wir unterstellen einen Doppelcharakter: Mond UND Sonne.
Daher ist die Korona nur angedeutet.

Foto: Juraj. Lipták.

Die Korona ist auf der Nebra-Scheibe aber nicht so auffällig wie die echte Sonnenkorona, weil die Sonne ja auch den Vollmond repräsentiert.⁴⁵ Die Korona ist ein Hinweis auf den Doppelcharakter der goldenen Scheibe.

Um die Bedeutung der Mondsichel hervor zu heben, wurde sie auf der Nebra-Scheibe als größtes Objekt (größer als der Vollmond / die Sonne) aufgetragen. Von den Erscheinungen her müssten Vollmond und Sichelmond selbstverständlich gleich groß sein.⁴⁶

⁴⁵ Nach Schlosser 2004, 46–47 symbolisiert der Vollmond mit den Plejaden das Ende des bäuerlichen Jahres.

⁴⁶ Dass die Sichel größer dargestellt wurde, weil sie am Horizont beobachtet wird, kann dies nicht erklären. Der Effekt (als optische Täuschung) tritt zwar auf. Aber auch der Vollmond wird am Horizont betrachtet und zwar beim Aufgang im Osten. Dieser Effekt müsste also bei beiden Objekten auftreten und fällt als Erklärung aus.

Zusammengefasst: Wir haben die viereinhalb Tage alte Mondsichel bei der Rosette (= den Plejaden), haben 32 Sterne für die 32 Tage bis zu dieser Mondsichel (vom letzten Neulicht) und den Vollmond für den Frühlingsanfang. Außerdem bilden die 32 Sterne den Sonnenlauf (jetzt dient die große Goldscheibe als Sonnensymbol) und die 32 Sterne MIT Sonne gezählt (=33) den Mondlauf ab, weil 32 Sonnenjahre gleich 33 Mondjahre sind.

Einfacher kann man diese Regel in einem Memogramm wohl kaum umsetzen.⁴⁷ Diese Deutung bietet somit eine Erklärung für:⁴⁸

1. Die Dicke der Mondsichel
2. Die Anzahl der 32 Sterne
3. Die vergrößerte Darstellung des Sichelmondes im Vergleich zum Vollmond
4. Die „Korona“ um den Vollmond, da dieses Objekt Mond UND Sonne repräsentiert.

Damit werden alle Objekte auf der „Urscheibe“ von Nebra in die Erklärung einbezogen, es bleibt kein „Rest“.

Die Deutungen von Schlosser behalten im vollen Umfang ihre Gültigkeit. Die Scheibe beinhaltet also noch weitere Kalenderinformationen (dann ist die große Scheibe der Vollmond). Die Kompaktheit der Darstellung korrespondiert hervorragend mit ihrer Nüchternheit.

Die Idee, die Dicke der Mondsichel als Abstandsindikator zur Sonne zu nutzen, ist verblüffend. Dass man dies aus eigenen Beobachtungen in Nebra tat, erscheint möglich. Ein Unterschied der Himmelserscheinungen ergibt sich jedoch aus der unterschiedlichen Breite;⁴⁹ Die Scheibe wurde für eine Breite von 52 Grad Nord gefertigt,⁵⁰ Babylon liegt auf 32,5 Grad. Dieser Unterschied von 20 Grad führt zu einer anderen Lage des Äquators (und damit auch der Ekliptik) zum Horizont. In Babylon steht der Äquator steiler als in unseren Breiten. Der Mond erreicht bei demselben Abstand zur Sonne in Babylon eine größere Höhe über dem Horizont. So lässt sich dort schon eine schmalere Sichel beobachten als bei uns. In der Praxis fallen die Unterschiede zum Frühlingsanfang aber

⁴⁷ Wegen der Präzession galt die Schaltregel etwa von -2500 bis -500 Pingree 1984. In der Antike war der Lunisolare Kalender weit verbreitet. Später setzten sich aber andere Kalendertypen durch. So im Römischen Reich der julianische Sonnenkalender (Rüpke 2006). Im arabischen Kulturraum passierte später ein ähnlicher Übergang wie in Rom: Nachdem auch hier zunächst ein lunisolares Kalender im Gebrauch war, wurde mit dem Islam ein reiner Mondkalender eingeführt, vgl. Sprenger 1859 und Wellhausen 1897, 94–101. Aber sowohl der reine Sonnen- wie auch der Mondkalender sind eigentlich unpraktischer als der lunisolare Kalender, der die Gestirne als Anzeiger der Zeit optimal nutzt. Für diese Übergänge muss man also nach auslösenden Motiven suchen. Das Ende der Schaltregel könnte ein solcher Grund sein. Kalender und Kult gingen immer eine enge Verbindung ein. Aber Plejaden für die Sterne, Sonne und Mond tickten nicht mehr richtig. Man wandte sich enttäuscht von dem Polytheistischen Götterglauben ab und dem Monotheismus zu. Hier könnten Himmelsbeobachtungen eine wichtige Rolle in der Religionsentwicklung gespielt haben. Diesen Aspekt werden wir in späteren Arbeiten vertiefen. Ein Beispiel geben wir für den Mithraskult in Hansen/Rink 2008.

⁴⁸ Dies gilt für die Urscheibe nach Meller 2004, 28f. und Pernicka/Wunderlich 2002; Wunderlich 2004, 40f (siehe Abb. 9.1).

⁴⁹ Genaueres in Hansen/Rink 2008 Anhang 8.

⁵⁰ Dies ergibt sich aus den Randbögen in der zweiten Phase Schlosser 2005a, 52–56.

nicht so gravierend aus, da in diesem Fall die Ekliptik steiler als der Äquator verläuft. Selbst für Nebra liegt die Ekliptik dann sehr günstig (d. h. steil aufsteigend), mit einem Winkel von 62 Grad, während sie in Babylon fast senkrecht aufsteigt (81,5 Grad). In diesen Fällen fallen die Unterschiede in den Sichtbarkeiten kaum auf.

Dass man diese Regel in einer schriftlosen Kultur fand, erscheint uns unwahrscheinlicher als die These, dass eine Verbindung nach Mesopotamien dieses Wissen brachte⁵¹.

9.4 Trundholm und die Finsternisse

Für die folgenden Überlegungen reicht es aus, dass ein lunisolärer Kalender in Gebrauch war. Die Methode eine Erwartung zu definieren und diese mit der Beobachtung abzugleichen wird hier erneut angewandt.

Nachdem man den Kalender mit Sonne und Mond via Schaltregel (z. B. der auf der Himmelscheibe) einigermaßen in den Griff bekommen hatte, war das nächste Ziel, die Vorhersage von Finsternissen. Diese Vorhersage von Finsternissen kann als ein Abfallprodukt in dem Bemühen, die Erwartungshaltung für die Schaltrhythmik zu verbessern, betrachtet werden. Für eine bessere Schaltrhythmik benötigt man genauere Kenntnis der Länge des synodischen Monats. Am besten kann man diese zwischen zwei Finsternissen bestimmen, da die Beobachtung einer Finsternis den exakten Zeitpunkt von Neu- oder Vollmond (bei einer Sonnen- oder Mondfinsternis) liefert. Der Abstand zweier gleicher Finsternistypen voneinander ist eine ganze Anzahl des gesuchten synodischen Monats. Neben der Anzahl der verstrichenen Monate muss man nur die in dieser Zeit vergangenen Tage zählen.⁵² Wiederholt man dieses Vorgehen, kann man über Mittelwertbildung eine immer bessere Genauigkeit des mittleren synodischen Monats ermitteln.

Um nicht bei jedem Vollmond nach einer Mondfinsternis⁵³ Ausschau halten zu müssen, erleichtert es dem Astronomen die Arbeit, dass mögliche Eintreten der Finsternis voraussagen zu können. Methodisch bedeutet dies, dass man die Vorhersage einer Finsternis eigentlich als Mittel zu dem Zweck, die Monatslänge genauer bestimmen zu können, betrachten kann. In der Praxis wird die Prognosemöglichkeit einer Finsternis wegen des Imagegewinns ein Eigenleben entwickeln.

Für die Vorhersage einer Finsternis gab es in Mitteleuropa eine andere Entwicklung als in Mesopotamien. Mit einer Schrift kann man über lange Zeiträume Finsternisse genau protokollieren und aus den Archiven z. B. den Knotenmonat, wichtig für die Finsternisse, ableiten. Mit einer häufigen Beobachtung und Protokollierung der Position des Mondes, insbesondere bei einer Finsternis, findet man heraus, dass nur eine Finsternis eintritt, falls der Mond auf der Ekliptik steht. Man kann also die scheinbare Sonnenbahn im Tierkreis durch Mondfinsternisse bestimmen.

51 Zur Herkunft des Wissens aus Mesopotamien vgl. Hansen 2008.

52 Zu beachten ist dabei auch, wann die Finsternis in der Nacht genau stattfand. Es erhöht die Genauigkeit, wenn man auch die Differenz der Nachtzeit als Bruchteil eines Tages mit berücksichtigt. Dies hat man bei den Goldhüten eventuell berücksichtigt (s.u.).

53 Auf diesen Finsternistyp wollen wir uns hier konzentrieren, da eine Mondfinsternis von einem größeren Bereich auf der Erde zu beobachten ist als eine Sonnenfinsternis.

Durch weitere Beobachtungen bemerkt man, dass die Mondbahn nicht mit der Ekliptik übereinstimmt, sondern sie an zwei Punkten, den Knoten, schneidet. Nur wenn der Mond in einem solchen Knoten steht, kann es eine Finsternis geben. In Mesopotamien stellte man fest, dass sich die Knoten bewegen. Ein Durchgang des Mondes durch denselben Knoten erfolgt somit nicht in derselben Zeit, die verstreicht, bis er wieder vor demselben Stern steht.

Um das Zustandekommen (als Beispiel) einer Mondfinsternis zu beschreiben, nutzte man in Mesopotamien richtiger Weise den synodischen und Knotenmonat. Man erkannte,⁵⁴ dass nach 223 synodischen Monaten recht genau 242 Knotenmonate verstrichen waren und sich somit eine Finsternis ähnlich wiederholt. Dieser Zyklus von ca. 18 Jahren und 11 Tagen wird Saros genannt. Die Kenntnis des Knotenmonats und des Saroszyklus sind herausragende Leistungen der babylonischen Astronomie und beruhen auf der Möglichkeit, viele Beobachtungen zu archivieren. Dieser Weg ging so in Mitteleuropa nicht. Dafür bot sich eine andere Lösung an:

Ausgehend von dem bekannten synodischen Monat (hier wieder gerundet zu 29,5 Tage) und der Beobachtung, dass nicht bei jedem Neu- und Vollmond eine Finsternis stattfindet, muss es eine zweite Bedingung für das Eintreten einer Finsternis geben. In Mesopotamien war diese Bedingung, der Knotenmonat, bekannt. In Mitteleuropa, ohne die Möglichkeit, ausführliche Beobachtungsarchive anzulegen, dürfte der Knotenmonat unbekannt gewesen sein. Die alternative zweite Bedingung könnte stattdessen, als erste Arbeitshypothese, der Ort unter den Sternen gewesen sein. Dieser Sternmonat ist aber aus Beobachtungen auch für einen Mitteleuropäer leicht mit $27\frac{1}{2}$ Tagen zu bestimmen. Ausgehend von diesen beiden Zyklen konstruiert man einen hypothetischen Finsterniszyklus (wir nennen ihn bronzezeitlichen Pseudosaros).⁵⁵

Der echte Saros umfasst 223 Phasenmonate und 242 Drachenmonate,⁵⁶ der Pseudosaros 225 Phasenmonate und 243 Sternmonate. Mit den unterstellten Genauigkeiten von 29,5 Tagen für den Sonnenmonat und $27\frac{1}{2}$ Tagen für den Sternmonat erhält man diesen Pseudosaros mit einer Differenz von 4,5 Tagen.⁵⁷ Er stellt einen Zyklus mit nur kleiner Abweichung dar.

Nach z. B. $13\frac{1}{4}$ Jahren passen beide Zyklen (bei den unterstellten Längen) perfekt.⁵⁸ Dass dies nicht stimmen konnte, muss man schon damals erkannt haben. Den „Gelehrten“ war bewusst, dass ihre Daten (in diesem Fall die Länge der Monate) nicht genau waren, sie versuchten aber, aus ihrem Halbwissen das Beste zu machen.⁵⁹

54 Dies geschah aber erst im 1. Jahrtausend v. Chr., vermutlich nach 400 v. Chr. (Waerden 1980, 122).

55 Ein Zahlensystem, als Grundlage für jegliche Berechnungen, zeigt Sommerfeld (2004a) auf.

56 Der Name Knotenmonat ist unüblich, man spricht vom drakonitischen Monat, auch Drachenmonat genannt. Er dauert nur etwa $27\frac{1}{5}$ Tage (genau: 27,21222 Tage, nach Haupt 1989, 134), ähnelt in der Länge also grob dem siderischen.

57 225 synodische Monate mit 29,5 Tagen = 6637,5 Tage, 243 siderische Monate zu $27\frac{1}{2}$ Tagen = 6642 Tage.

58 164 synodische Monate zu 29,5 Tagen = 4838 Tage, 177 siderische Monate zu $27\frac{1}{2}$ Tagen = 4838 Tage.

59 Dass der Zyklus im Bereich 18 Jahren liegen muss, kann man aus Beobachtungen der extremen Monduntergänge recht leicht erraten. Mit dem Saroszyklus verschieben sich auch diese extremen Monduntergänge in 18 Jahren. Die großen Mondwenden sind aber bei weitem nicht so exakt wie die Sonnenwenden (priv. Mitteilung Schlosser). Ohne allzu große Schwierigkeiten können die Beob-

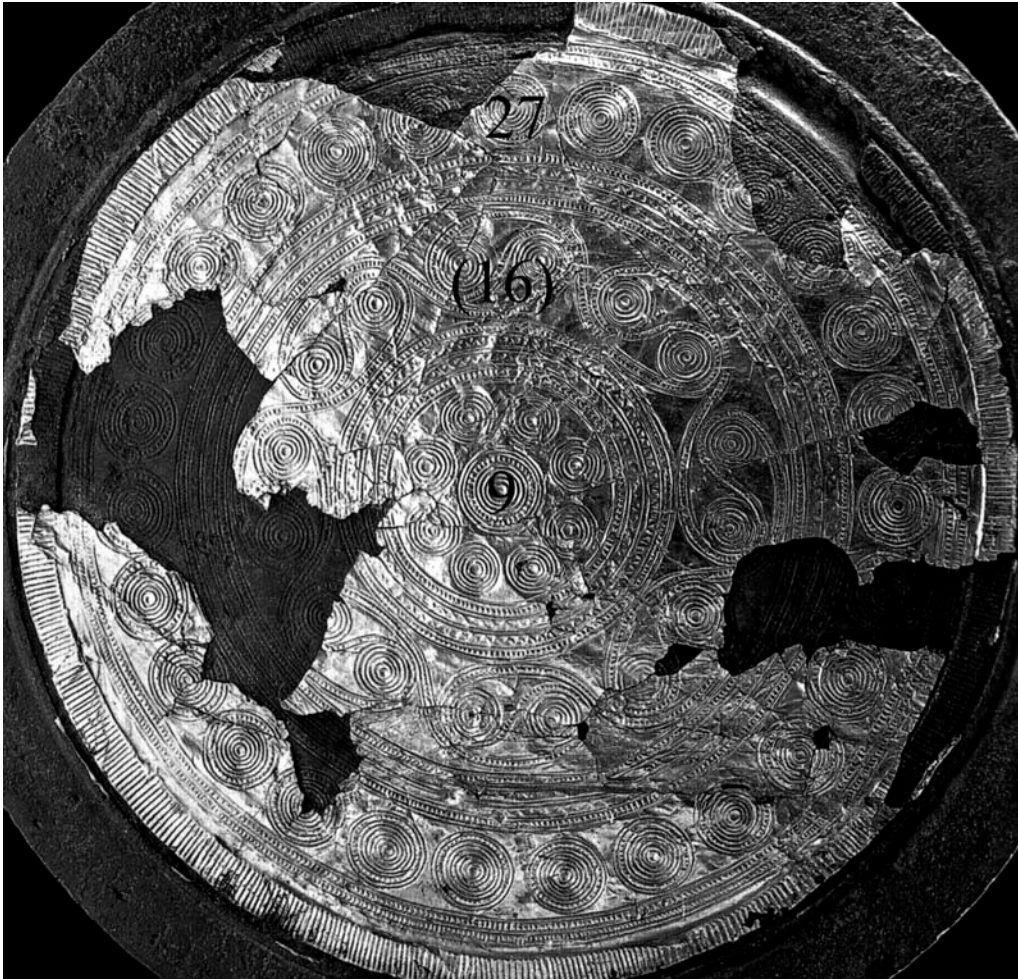


Abbildung 9.4:
Vorderseite der Trundholmscheibe.

Foto: Juraj. Lipták.

Diese Zahlen (225 und 243) findet man nun auf dem Sonnenwagen von Trundholm⁶⁰:

Zählt man die Punktmuster, so kommt man auf der Goldseite (Abb. 9.4) zu

1 / 8 / 16 / 27

und auf der Rückseite (Abb. 9.5) zu

1 / 8 / 20 / 25.

Nimmt man die 1 und 8 in der Mitte zusammen (was bei den Elementen, die nicht getrennt sind, nahe liegt), dann kann man die resultierende 9 jeweils mit 27 und 25 multiplizieren und erhält die Werte 243 und 225, wie gerade konstruiert.

achtungen aber auf die *Größenordnung*. von 18 Jahren führen, ohne allerdings einen genauen Wert ableiten zu können. Dafür hat man dann den Pseudosaros konzipiert.

⁶⁰ Zur klassischen Deutung siehe Kaul 2003 und 2004a.

Um mit diesem vermuteten Zyklus arbeiten zu können, muss man die Monate abzählen, und zwar in einer zyklischen Weise. Man merkt sich dann das Eintreten einer Finsternis im Bezug zum Zyklus, und vermutet, dass 225 synodische Monate später erneut eine Finsternis eintritt.

Diese Zählung erfolgt folgendermaßen:

Aus den Punktmustern haben wir bisher den jeweils dritten Kreis auf Vorder- und Rückseite, der durch das umschlingende Band eine fortlaufende Zählung auch nahe legt, nicht genutzt. Zählt man die einzelnen Kreismuster und Spiralen, kommt man auf 6 konzentrische Kreise oder Spiralumläufe (was wegen des fortlaufenden Bandes nicht überall exakt stimmt). Zählt man jetzt die 16 bzw. 20 von innen nach außen durch, für jeden Kreis einmal, so erhält man $6 \times 16 + 6 \times 20 = 216$ Monate. Hierzu muss man noch einmal die inneren 9 Punkte als Monate ergänzen, um auf 225 zu kommen.

Man könnte den Wagen dann wie folgt nutzen:

Man beginnt bei einem beliebigen Startpunkt (am besten bei einer Finsternis) und zählt mit dieser beginnend im Zentrum 1 und dann die 8 umliegenden Punkte einmalig als Monate. Dann springt man auf die 16 oder 20 und zählt zyklisch 6mal durch, danach wiederholt man dies auf der anderen Seite. Nach 225 Monaten wäre ein Zyklus durch. Bei jeder Finsternis merkt man sich die Position, z. B. goldene Seite, 5. Kreis beim dritten Umlauf.

Das Ergebnis wird sein, dass die Finsternis tatsächlich wieder eintritt, aber IMMER 2 Monate früher. Dies wird man nach wenigen Finsternissen bemerken. Nach einigen Durchläufen (also einige mal 18 Jahre) wird man aber empirisch die Richtigkeit dieses 223 Monate langen Zyklus sehr überzeugend finden.

So könnte man aus einfachen Annahmen eine Hypothese über das Eintreten von Finsternissen aufstellen und diese mit Hilfe des Sonnenwagens (die Rückseite würde eher den Mond darstellen, wie dies Sommerfeld sagt⁶¹) dann testen. Diese Methode würde zu dem richtigen Saroszyklus führen, ohne dass man den Knotenmonat auch nur kennt.

Für den Sonnenwagen würde diese Deutung aber eine Erklärung für Art und Anzahl der Kreise auf ihm geben. Es wäre eine in Bronze gegossene Theorie über die Himmelsmechanik, ähnlich wie die 32/33 Jahre auf der Himmelscheibe, nur in einer komplexeren Form und für einen weiterführenden Zweck.

9.5 Goldhüte und der Saros

Wir vertreten hier die These, dass mit dem Sonnenwagen eine Theorie über die Zyklen der Himmelsrhythmen aufgestellt wurde. Ziel war die Vorhersage von Finsternissen. Man testete mit dem Sonnenwagen eine Theorie aus und konnte diese nach etwa 50 Jahren (das wären immerhin schon fast 3 Zyklen) überzeugend berichtigen. Eine Mondfinsternis (wir betrachten wieder nur diese Form der Finsternis) trat nicht nach den erwarteten 225 synodischen Monaten wieder ein, sondern schon nach 223 Monaten. In diesem Zyklus beobachtet man nicht nur eine Mondfinsternis, sondern, je nach Wetter, rund ein Duzend.

61 Sommerfeld 2008.



Abbildung 9.5:
Rückseite der Trundholmscheibe.

Foto: Juraj. Lipták.

Nach jeweils 223 Monaten wiederholt sich jede dieser Finsternisse wieder.⁶² Diese 223 Monate entsprechen dem Saroszyklus. Man kann den Saroszyklus auf diese Weise leicht in etwa 50 Jahren aus der Erfahrung ableiten.⁶³ Das Mittel dazu ist der Sonnenwagen.

Sollte diese Theorie für den Sonnenwagen stimmen, dann ist zu erwarten, dass wir Hinweise auf diesen nützlichen Saroszyklus in der Zeit nach dem Sonnenwagen finden.

Falls man nun in der folgenden Zeit in diesem Kulturkreis Hinweise auf den echten Saroszyklus finden sollte, dann stellt sich umgekehrt die Frage, wie man dieses Wissen erhalten hat. In Mesopotamien war der Saros erst viel später bekannt. Dies Wissen müsste also in Mitteleuropa vor Ort selbst entwickelt worden sein. Der Sonnenwagen wäre dafür ein geeignetes Objekt gewesen. Auf den Goldhüten findet man aber tatsächlich einen solchen Hinweis:⁶⁴

Betrachten wir zunächst den Berliner Hut. Was ist das Ziel? Nachdem mit dem Sonnenwagen der Saroszyklus (18 Sonnenjahre und 11 Tage, oder 223 synodische = Phasenmonate oder 18 Mondjahre zu 354⁶⁵ Tagen plus 7 Phasenmonaten) bekannt war, wollte man diesen nutzen, um einerseits Finsternisse vorherzusagen, was dem Prestige dient, andererseits um für den Kalender den Mondzyklus, also die Länge des Phasenmonats besser zu bestimmen. Dies ist mit Hilfe von Finsternissen besonders günstig, da (wir betrachten wieder die Mondfinsternisse) der Vollmond leicht mit der Mitte der Finsternis zu bestimmen ist.⁶⁶ Ziel ist dabei, sich von einer beobachtungsabhängigen Schaltregel, wie der auf der Himmelscheibe, zu lösen und einen mathematischen Schaltrhythmus zu entwerfen. Dafür ist es notwendig, die Länge von Sonnenjahr⁶⁷ und Mondmonat mög-

62 Diese erwartete Finsternis wird aber nicht immer zu beobachten sein. Fällt der Vollmond in die Tageszeit, dann steht der Mond unter dem Horizont und die Finsternis ist nicht zu sehen. Die Vorhersage bezieht sich auf die Möglichkeit einer Finsternis, ob sie auch zu beobachten ist, hängt von der Tageszeit des jeweiligen Vollmondes ab.

63 Nach einem Saros wiederholt sich eine Finsternis aber mit einer Zeitverschiebung von ca. 8 Stunden. Erst nach 3 Saroszyklen wiederholt sich die Finsternis in etwa zur selben Uhrzeit und kann auch sicher wieder in der Nacht (und am selben Ort) beobachtet werden. Deshalb kann man erwarten, dass spätestens nach 3 Saroszyklen, also 54 Jahren, man den echten Saros aus dem Pseudosaros ableiten kann.

64 Einen Überblick über die Hüte mit Ausnahme des in Berlin aufbewahrten, gibt Schauer 1986, die Kalenderdeutung Menghin 2003 und Menghin 2008.

65 Die 354 ergeben sich aus unserer Näherung für die Monatslänge zu 29,5 Tagen ($12 \times 29,5 = 354$). Der exakte Mittelwert für den Phasenmonat beträgt 29,53059 (Haupt 1989). Es ergibt sich damit das Mondjahr zu 354,36708, gerundet immer noch 354. Der Fehler von 0,36708 Tagen macht sich erst nach mehreren Mondjahren bemerkbar. Nach 18 Mondjahren (und 7 Mondmonaten) sind es immerhin schon fast 7 Tage ($18 \times 0,36708 + 7 \times 0,03059 = 6,82157$). Wie aus Anmerkung 76 hervorgeht funktioniert unser Modell aber trotz dieser Abweichung und hilft diesen Unterschied auch sehr schnell aufzudecken.

66 Landläufig scheint dies Problem sich nicht zu stellen – man sieht doch wann Vollmond ist. Laien vertun sich in dem Zeitpunkt des Vollmondes aber leicht um 2 Tage. Und selbst für den kundigen Beobachter ist der Zeitpunkt des Vollmondes in EINER Nacht schwierig zu bestimmen. Bei dem nächsten Vollmond wiederholt sich diese Unbestimmtheit, so dass man die Länge des Monats als Differenz zweier Vollmonde so nur sehr ungenau erhält. Dasselbe gilt in ähnlicher Form für die anderen Mondphasen. Die Finsternisse weisen aus dieser Schwierigkeit einen eleganten Ausweg.

67 Auf eine Besonderheit möchten wir hier aufmerksam machen: Man kann die Jahreslänge bestimmen, ohne je direkt die Sonne zu beobachten. Anstatt die Schalthäufigkeit aus der Monats- und Jahreslänge

lichst genau zu kennen. Da der Phasenmonat in seiner Länge aber schwankt, muss man hier einen möglichst genauen Mittelwert für ihn finden. Dazu sind die Abstände zwischen zwei Finsternissen, meist im Bereich eines oder mehrerer Jahre, sehr geeignet, da sie schon etwas über die Schwankung der Monatslänge mitteln. Listet man zusätzlich möglichst viele Finsternisse auf, kann man über verschiedene Paare von Finsternissen erneut mitteln. Je mehr Finsternisse man in diese Rechnungen einbezieht, und je genauer man ihren Zeitpunkt in der Nacht fixiert, desto besser wird das Ergebnis. Besitzt man nun möglichst genaue Mittelwerte für das Sonnenjahr und den Mondmonat, so kann man mathematisch eine passende Schalthäufigkeit ermitteln. Bekannt aus der Antike ist der Metonzyklus, indem man in 19 Sonnenjahren 7 Schaltmonate einfügen muss. Hier entfällt die Notwendigkeit einer beobachtungsorientierten Schaltung, da der Rhythmus über mehrere Zyklen eine ausreichende Genauigkeit garantiert.

Wie eben schon angeführt kann man den Saros folgendermaßen angeben

1. 18 (Sonnen)Jahre und 11 Tage
2. 223 Phasenmonate
3. 18 Mondjahre zu 354 Tage + 7 Phasenmonate

Jede Darstellung hebt etwas anderes hervor:

1. Die 18 Sonnenjahre plus 11 Tage zeigen an, dass zu 19 Sonnenjahren genau ein Mondjahr zu 354 Tagen fehlt (da diese 11 Tage genau den Unterschied zwischen Sonnenjahr 365 Tage und Mondjahr 354 Tage ausmachen). Das bedeutet, dass man auch sagen kann:

$$1 \text{ Saros} + 1 \text{ Mondjahr} = 1 \text{ Meton}^{68}$$

Dieser Zusammenhang ist sehr interessant. Kennt man den Saros, dann ist der Weg zu Meton als Schaltzyklus, um Sonnenjahre und Mondjahre möglichst glatt durch Schaltmonate auszugleichen (7 Schaltmonate in 19 Sonnenjahren) sehr leicht – man könnte sagen bei bekanntem Saros wird einem Meton geschenkt.

Am Himmel bedeutet dies: Nach einem Saros wiederholt sich eine Finsternis (auch wenn man sie vielleicht nicht sehen kann, da der Mond gerade unter dem Horizont steht). Aber wegen der 11 Tage (Saros 18 Sonnenjahre **plus 11 Tage**) steht der Mond nicht am selben Ort am Himmel. Wartet man jetzt noch ein Mondjahr ab⁶⁹ (dann sind es genau 19 Sonnenjahre) stimmt die Mondphase wieder und der Mond

zu bestimmen, kann man umgekehrt aus einer vermuteten Schaltungserwartung, verbessert durch lange Erfahrung und einer aus Mondfinsternissen bestimmten Monatslänge die Jahreslänge ausrechnen. Natürlich ist die Sonnenposition in den Phasenbeobachtungen des Mondes bei Neulicht und Vollmond mit enthalten – beobachtet wird aber immer nur der Mond.

⁶⁸ Der Schaltzyklus von 7 Monaten in 19 Jahren, Meton genannt, verbirgt sich nach Menghin 2008 ebenfalls verschlüsselt auf dem Berliner Hut.

⁶⁹ Da man bei einem Mond-Sonnekalender primär in Mondphasen denkt und das Mondjahr mit 12 Monaten zugrunde legt, ergänzt bisweilen um den 13. Schaltmonat, ist das Mondjahr eine gängige Einheit.

steht am selben Ort vor den Sternen wie vor 19 Jahren⁷⁰ – also Sonnenlauf (genau 19 Sonnenjahre) und Mondlauf (wieder dieselbe Phase) sind synchronisiert. Dieser Zusammenhang wird bei bekanntem Saros recht leicht zu entdecken sein.⁷¹

2. Nach 223 Phasenmonaten wiederholt sich eine Finsternis. Denkt man primär in Mondmonaten, wie bei einem Mond-Sonnenkalender, dann ist diese die entscheidende Zählung. Um die Finsternis alleine vorherzusagen reicht es aus zu wissen, nach wie viel Vollmonden sich die Finsternis wiederholt – man denkt ja in diesem Mondzyklus. Die Anzahl der genauen Tage ist nicht so wichtig, man sieht augenscheinlich, wann in etwa wieder Vollmond sein wird. Entscheidend ist zu wissen, dass dieser Vollmond ein „Sarosvollmond“ ist, also einer mit der Möglichkeit, dass eine Finsternis eintritt.
3. Die Anzahl der 18 Mondjahre à 354 Tage⁷² und 7 Monate à 207 Tage ist interessant, falls man die Tage zwischen zwei Finsternissen abzählen möchte. Dies geht über die Vorhersage der Finsternisse hinaus. Bei dieser Betrachtung interessieren die Finsternisse vor allem, wie oben unter 2. gezeigt, um den genauen Zeitpunkt des Vollmondes zu bestimmen und damit aus den Differenzen jeweils zweier Mondfinsternisse in Monaten UND Tagen die Phasenmonatslänge genauer zu bestimmen, um somit den Kalender zu verbessern.

Was braucht man in der Praxis um die Hüte zu nutzen?

- a. Eine Zählung in Monaten, die anzeigt, dass nach 223 Monaten der Saroszyklus abgelaufen ist.
- b. Eine Zählung nach Tagen, die zählt, wie viel Tage seit Beginn des Saroszyklus (bis zu einer Finsternis) vergangen sind.
- c. Eine Zählung nach Mondjahren, da man die Tage immer nur für ein Mondjahr zählt (354) – in dieser „Einheit“ wird man primär denken. Man muss daher bis 19 zählen: 18 Mondjahre plus ein anteiliges 19. Mondjahr für die 7 Extramonate.
- d. Eine Möglichkeit, den Bruchteil der Nacht anzugeben, in dem die jeweilige Finsternis eintritt.⁷³

Dies finden wir alles auf dem Berliner Goldhut (Abb. 9.6, Zonen nach Menghin):

⁷⁰ Dies gilt für die Länge des Mondes. Die Breite jedoch, das ist der Abstand zur Ekliptik nach oben oder unten, schwankt, da die Mondbahn gegen die Erdbahn 5 Grad geneigt ist. Diese Breite ist nach 19 Jahren nicht genau gleich. Der Mond kann also extremere Stellungen als die Sonne einnehmen und so näher an oder weiter entfernt z. B. von den Plejaden stehen.

⁷¹ Damit könnte man sich eigentlich zufrieden geben und den Meton als Schaltzyklus einführen, wie es Menghin für den Berliner Hut unterstellt. Der Kalender von Coligny zeigt aber, dass man sich mit der Genauigkeit von Meton offensichtlich nicht begnügte. Man entwickelte den Kalender weiter. Ohne die hier postulierte Entwicklung der Astronomie über den Sonnenwagen und die Hüte ist die Exaktheit des Kalenders von Coligny nicht zu verstehen. Die folgende Betrachtung für die Anwendung der Hüte in Bezug auf eine genauere Bestimmung der Monatslänge findet in dem Kalender von Coligny ihre Berechtigung.

⁷² Siehe Anmerkung 65.

⁷³ Da auch der Zeitpunkt der Finsternis während der Nacht eine Rolle spielt, würde es die Genauigkeit weiter erhöhen, falls man auch diese dokumentiert. Genau hierzu könnte man die Spitzen der Hüte

Die Sarosperiode auf den Goldhüten

Berlin		Schifferstadt		Avanton		Ezelsdorf	
Zone	Symbolzahl	Z	S	Z	S	Z	S
2	22	2	19	3	16	3	19
3	14	3	22	4	17	4	27
4	15	4	22	5	19	5	27
5	19	5	24	6	19	6	28
5	19	6	25	7	20	7	22
6	18	7	27	8	21	8	39
7	19	8	35	9	22	9	30
8	21	9	35	10	23	10	32
9	19	10	46	11	23	11	19
10	19	11	55	12	21	12	20
11	20			13	22	13	45
12	20					14	17
13	20	Zonen 2-11		Zonen 3-13:			
14	21	+ Zonen 3-4:		223		Zonen 3-10	
15	15	354				und	
16	19	Zonen 6-11:223				Zonen 7-14:	
17	33					224	
18	21						
Zonen 2-18: 354				223 Mondmonate = Saroszyklus			
Zonen 3-13: 223				354 Tage = 1 Mondjahr			
Zonen 2-13 ohne 5: 207				207 Tage = 7 Mondmonate			

Abbildung 9.6:
Die Sarosperioden auf den Goldhüten.

- a. Die 223 Monate werden abgezählt (immer pro Symbol, also ein Symbol, egal wie es aussieht = eine Einheit) durchgehend von der Zone 3 bis Zone 13.
- b. Die Tage des Mondjahres werden abgezählt durch die 354 Symbole von Zone 2 bis Zone 18.
- c. Die Zählung der Mondjahre werden realisiert durch die jeweils 19 besonderen Zeichen in Zone 5.
- d. Der Anteil der Nacht wird abgelesen an der Spitze des Hutes in Bruchteilen der Nacht.

Man kann das 19. unvollständige Mondjahr (mit nur 7 Phasenmonaten) – wie die vorhergehenden tageweise – abzählen und hört auf, nachdem die Monatszählung mit 223 „durch“ ist. Im Fall des Berliner Goldhutes kann man diese Tageszählung (7 Phasenmonate gleich 206,5 Tagen bei 29,5 Tage für den Monat) aber auch durchführen durch die Zonen 2 bis 13 OHNE die Zone 5 mit ihren $2 \times 19 = 38$ besonderen Zeichen, die ja auch für die Jahreszählung benutzt werden (man erhält so 207 Zeichen für die 207 Tage).

Nimmt man für die Tages-, Monats- und Jahreszählung jeweils einen Zeiger an (so ein Zeiger soll bei dem Ezelsdorfer Hut gefunden worden sein⁷⁴), so rückt man den Zeiger nach dem jeweiligen Rhythmus (ein Tag, Monat, Jahr) einfach einen vor. Die Finsternisse werden entweder in der Monatszählung markiert,⁷⁵ oder ein extra Objekt angefertigt, zum Beispiel eine Goldschale oder ein Rasiermesser oder ähnliches, in deren Ornament die Daten (welcher Sarosumlauf, welcher Monat, welcher Tag, welcher Bruchteil der Nacht) verschlüsselt sind.

Wir würden den Goldhut folgendermaßen nutzen: Wir beginnen den Zyklus mit einer Finsternis. Damit definieren wir einen praktischen Startpunkt und markieren den ersten Monat in Zone 3, möglichst haltbar. Diese Markierung bildet den Startpunkt unserer Monatszählung. Für die Tageszählung wählen wir ein Symbol in Zone 2 und markieren dieses ebenfalls. Entsprechend wird in Zone 5 eine Markierung für den Startpunkt der 19 (Mond)Jahresumläufe gesetzt. Bewegliche Zeiger rücken entsprechen des Rhythmus jeweils um eins vor – einer für die Tage, beginnend in Zone 2, einer für die Monate in Zone 3 und einer für die (Mond)Jahresumläufe in Zone 5. Sind die jeweiligen Zyklen am Ende angekommen, wird der Zeiger an den Startpunkt zurückgesetzt.⁷⁶ Jede Finsternis wird mit einer (dauerhaften) Markierung in dem Monatslauf protokolliert. Nach

nutzen. Bei dreien (Avanton, Ezelsdorf und Berlin) gibt es ein sternförmiges Muster. Dies könnte man zur Gliederung der Nacht verwenden. Jede Zacke bildet einen Bruchteil der Nacht ab. Für die Bestimmung der Monatslänge aus jeweils zwei Finsternissen muss man nur zwei Markierungen an der Spitze für die Nachtzeit anbringen oder dort ablesen.

74 Schauer (1986,79). Diese Deutung als Zeiger könnte angezweifelt werden (mündliche Mitteilung Menghin)

75 Plus eine Markierung an der Spitze für den Bruchteil der Nacht – für die Vielzahl der Finsternisse könnten die vielen Punkte dort dienen. Um diese mit der jeweiligen Finsternis eindeutig im Zusammenhang zu bringen, müsste man aber unterschiedliche Markierungen anbringen oder die Beobachtung anders protokollieren.

76 Dabei wird die Rückstellung des Tageszählers nach 354 Tagen nicht immer synchron mit dem Weiterzählen des Jahreszählers sein. Wie Anmerkung 64 zeigt, beträgt die Monatslänge nicht genau 29,5 Tage, sondern 29,53059Tage, das Mondjahr zu 12 Mondmonaten somit nicht 354 sondern 354,36708.

einem Saroszyklus, wenn die Monatszählung mit 223 am Ende angekommen ist, wird man etwa (Wetter grob berücksichtigt) rund ein Duzend Mondfinsternisse gesehen und markiert haben. Dann beginnt der zweite Umlauf des ganzen Zyklus mit der ersten Monatsmarkierung in Zone 3. Diese Markierung zeigt an, dass sich in diesem Monat die erste Finsternis wiederholen kann.⁷⁷ Dies gilt jetzt für jede Markierung im 223er Monatslauf. Markierungen müssen nicht entfernt werden, da sich die Finsternisse immer nach einem Saros wiederholen.⁷⁸ In den ersten Umläufen werden aber neue Einträge erfolgen, da ja nicht alle Finsternisse immer zu sehen sind. Im ersten Umlauf fehlen die Finsternisse, die am Tag stattfanden oder schlechtem Wetter zum Opfer fielen. Diese Lücken werden nach 3 bis 5 Umläufen weitestgehend geschlossen werden.

Alle Finsternisse kann man paarig kombinieren, um den Abstand in Monaten und Tagen zu erhalten. Hierfür erschiene uns eine externe Protokollierung der Daten für Monat, Tag, Bruchteil der Nacht und Sarosumlauf am sinnvollsten. Man könnte aber auch jede Finsternis mit einer zuordbaren Markierung für Monat, Tag, Bruchteil der Nacht und Sarosumlauf auf dem Hut protokollieren, was aber bald recht unübersichtlich würde.

Somit erhält man schon in wenigen Jahrzehnten eine enorme Datenbasis, um die Monatslänge genau bestimmen zu können.

Wenden wir diese Annahme auf den einzigen Hut an, der ansonsten komplett erhalten ist – den Schifferstädter Hut⁷⁹ (Abb. 9.6):

- a. Die 223 Monate werden abgezählt von Zone 6 bis 11.
- b. Die 354 Tage werden abgezählt von Zone 2 bis 11 **plus** doppelt gezählt die einzigen Zonen, die durch ihre Symbolik herausfallen, nämlich Zone 3 und 4.
- c. Die Zählung der Mondjahre erfolgt durch Zone 2.

Es fehlt eine ausgearbeitet Spitze für die Einteilung der Nacht wie auf den anderen Hüten. Da er als erster Hut angesehen wird, war diese Idee mit der Spitze vielleicht noch nicht vorhanden.

nach drei Mondjahren ergibt sich ein Überschuss von etwa einem Tag. Das bedeutet, dass nach 3 Mondjahren der Tageszähler schon ein Tag im neuen Jahr voraus ist. Ausschlaggebend ist aber immer der Mondmonat, da dieser nach Sicht, vermutlich der Neulichtsichel, praktisch bestimmt wird. Die Tageszählung läuft einfach weiter. Ihre Funktion erhält sie erst bei der Bildung des Abstandes von Tagen bei verschiedenen Finsternissen. Betrachten wir die Startfinsternis: Nach 223 Monaten soll sie sich wiederholen. Mittlerweile hat sich der Tageszähler aber schon um 7 Tage ($223 \times 0,03059 = 6,82$) von der Startstellung entfernt. Allein aus dieser Beobachtung eines Finsternispaars ergibt sich eine Differenz von 7 Tagen in 223 Monaten – und zwar in diesem Fall ohne jede Rechnung – nur durch die Stellung der Zeiger. Teilt man diese 7 Tage durch die 223 Monate, kann man allein aus diesem Paar von Finsternissen die Monatslänge auf 29,53 verbessern!

⁷⁷ Ob sie eintritt, hängt wieder von dem Zeitpunkt ab – zur Tageszeit kann sie nicht gesehen werden.

⁷⁸ Einzelne Einträge fallen in langen Zeiträumen weg, da der Saros nicht exakt gilt, was aber in der Praxis den Wert des Zyklus nicht mindert.

⁷⁹ Die Fundstelle des Schifferstädter Hutes legt einen astronomischen Zusammenhang nahe. Die Fundstelle konnte durch die Nachgrabung von Falkenstein bestätigt werden (priv. Mitteilung Falkenstein). Schlosser sieht von dieser Fundstelle aus einen Zusammenhang zu dem Donnersberg, der die Lage des Sonnenunterganges zur Sommersonnenwende markiere (priv. Mitteilung Schlosser).

Die anderen Hüte sind so schwer deutbar. Zwar taucht bei Avanton der Saros auch auf (Zone 3 bis 13), die Tageszählung kann aber „abgeschnitten“ sein. Ezelsdorf wurde rekonstruiert, die Anzahl der Symbole ist daher uneindeutig.

Für eine alleinige Nutzung einer Abzählung von 223 synodischen Monaten und den 354 Tagen sind die Hüte aber eindeutig zu komplex. Diese Deutung erklärt die Anzahl der Symbole auf den Hüten, aber nicht ihre genaue Verteilung auf die Zonen. Sie lässt aber die besonderen Zeichen beim Berliner Hut (Zone 5) und Schifferstädter Hut (Zone 3 und 4) verständlich erscheinen. Die anderen Unterschiede der Symbole kann dieser Ansatz nicht erklären. Menghin⁸⁰ postuliert, dass die Hüte eine Verschränkung von Sonnen- und Mondkalender bieten.⁸¹ Man kann – grob – im Voraus bestimmen, welche Mondphasen zu bestimmten Sonnenkalenderterminen, z. B. den Kardinalpunkten, eintreten werden. Der aufgetragene Saroszyklus erlaubt zusätzlich zu erkennen, ob an diesem Termin eine Finsternis eintreten könnte. So könnte man z. B. über Jahre im Voraus bestimmen, ob zu einer bestimmten Wintersonnenwende eine Mondfinsternis eintreten kann.

Mit dieser Deutung des Berliner und Schifferstädter Hutes kann man ihnen einen bedeutenden praktischen Nutzen zuweisen. Für eine vollständige Erklärung der unterschiedlichen Symbole und ihrer jeweiligen Anzahl pro Zone reicht diese Deutung allein nicht aus. Entweder haben diese Symbole und ihre Anzahl pro Zone keine weitere Bedeutung, oder sie dienen der Verschränkung von Sonnen- und Mondkalender nach Menghin, was wir für am wahrscheinlichsten halten.

Die lange Nutzungsdauer der Hüte erfordert ein haltbares Material, die enorme Bedeutung des Wissens erklärt die wertvollen Materialien, wie auch bei der Himmelscheibe und dem Sonnenwagen.

Die Tatsache, dass man auf den Hüten den Saroszyklus findet, unterstützt die obige Deutung des Sonnenwagens. Wie anders hätte man dies Wissen um den Saros in einer schriftlosen Kultur gewinnen können? Außerdem erklärt es den Aufwand an Material, die Kunstfertigkeit der Herstellung und die Anzahl der Symbole auf den Hüten und dem Sonnenwagen.

Eine Unterstützung für diese Thesen geben die Ergebnisse von Pearson.⁸² Er findet in Fiskerton ab ca. 450 v. Chr. einen Hinweis auf die Kenntnis des Saroszyklus.

Die Verschränkung beider Anwendungen (Finsternisse und Kalender) könnte das „Lesen“ der Hüte schwierig machen, so dass bei nur einer Bedeutung der Anschein der Beliebigkeit aufkommen könnte. Erst beide Bedeutungen zusammen lassen die Hüte in einem anderen Licht erscheinen.

80 Menghin 2003.

81 Zu einer gewissen Vorsicht in der Interpretation von bronzezeitlichen Mondkalendern rät Schlosser 2003.

82 Pearson 2003.

9.6 Coligny – das Ende einer Entwicklung?

Der Kalender von Coligny⁸³ (2. Jh. n. Chr.) wird als keltischer Kalender gedeutet. Erstaunlicher Weise finden wir diesen lunisolaren Kalender im römischen Reich in einer sehr aufwendigen Form präsentiert, als schon seit 200 Jahren der Sonnenkalender galt. Dies scheint auf eine tiefgehende Tradition hinzuweisen. Olmsted vermutet, dass dieser Kalender bis in das 8. Jahrhundert vor Chr. zurück reicht – und damit fast bis in die Zeit der Hüte! Der Kalender von Coligny beinhaltet eine komplexe Schaltvorschrift und zeichnet sich nach Olmsted durch seine große Genauigkeit aus – er ist in seinen letzten Ausformungen besser als der Metonzyklus. Sein Zyklus umfasst 30 Jahre.⁸⁴ In 5 Jahren wird 2 mal geschaltet, wobei einmal in dem 30-jährigen Zyklus eine Schaltung ausfällt und auch Schalttage eingelegt werden. Wie im nächsten Kapitel angeführt, ergäbe sich theoretisch nach der 32/33 Erwartungshaltung eine Schaltung alle 32 Monate. Man könnte im Prinzip zu jedem Zeitpunkt des Jahres schalten. Die Babylonier hatten in der verallgemeinerten Schaltregel (Hunger/Reiner 1975) auch das Mittel dazu, haben in der Praxis sich aber zunächst auf die Tag- und Nachtgleichen beschränkt. Später bevorzugten sie die Frühlingsschaltung. Eine Abrundung der 32 Monate auf 30 Monate für eine Schaltung würde ebenfalls nur zwei mögliche Schaltmonate im Jahreslauf (also zum Beispiel Frühlingsmonat und Herbstmonat oder Sommermonat und Wintermonat) zulassen und somit 2 Schaltungen in 5 Jahren, wie bei Coligny. Wegen der Abrundung von 32 auf 30 Monate würden jetzt 12 Schaltungen auf 30 Jahre erfolgen, was eine Schaltung zu viel wäre. Die Verkleinerung des Schaltzyklus auf 30 Jahre bringt damit eine Verringerung der Schaltungen auf 11 mit sich. Der Vorteil der 30 Jahre ist, dass nach dieser Zeit der Saturn wieder an derselben Stelle im Tierkreis steht. Dies ist die längste der einfachen himmlischen Rhythmen. Plutarch gibt an, dass die Bewohner von Britannien alle 30 Jahre ein besonderes Fest feierten wenn der Saturn im Stier stand (Olmsted 1992, 61). Sowohl in der prinzipiell ähnlichen Schaltrhythmik (rechnerisch alle 32 Monate bei der Himmelscheibe und praktisch alle 30 Monate bei Coligny), der ähnlichen Zykluslänge (32 Jahre Nebra, 30 Jahre Coligny) und der Bedeutung des Stieres könnte man Nachklänge an die Zeit aus der Himmelscheibe erahnen.

Man kann den Kalender von Coligny als Ersatz für die Schaltregel auf der Himmelscheibe betrachten. Der Kalender von Coligny gibt, wie schon der Metonzyklus, einen mathematischen Schaltrhythmus vor, der ohne Bezug zur Beobachtung auskommt. Außerdem kann man seine Genauigkeit als Verbesserung der 32/33 Jahreserwartung auf der Himmelscheibe und sogar auch als Verbesserung des Metonzyklus auffassen.

Wie könnte der Weg dahin ausgesehen haben?

Mit der Himmelscheibe kam der Mond zu einer größeren Bedeutung bei der Kalendergestaltung.⁸⁵ Um den Lunisolarkalender einführen zu können, benötigte man eine Anweisung, wie man Sonne- und Mondlauf harmonisieren könnte – die Schaltregel. Mindestens genauso wichtig war aber die Erwartung der Zykluslänge von 32 Sonnen- zu

⁸³ Zum Kalender von Coligny: Olmsted 1992; Gschaid 2003.

⁸⁴ In seiner letzten Ausformung umfasst der Kalender einen 25 Jahre Zyklus.

⁸⁵ Zotti 2005 und in diesem Band zeigt, dass in den niederösterreichischen Kreisgrabenanlagen zwar Sonnen- und Sternbezüge, mitunter auch die Plejaden, vorkommen, aber fast nie der Mond.

33 Mondjahren. Um diese Erwartung zu verbessern, musste man sie mit den getätigten Schaltungen abgleichen – ein langjähriger Prozess, daher auch das haltbare Material.

Wie wir oben gesehen haben, liegt der 32/33 Jahre Erwartung die Jahreslänge der Sonne mit 365 Tagen und die Monatslänge mit 29,5 Tagen zugrunde. Dies führt aber zu einer nur kleinen Abweichung von 2 Tagen. Man würde nach dieser Genauigkeit ein Fehler von einem Monat (rund 30 Tagen) erst nach 15 Zyklen, also 480 Jahren erwarten. Damit erscheint es aussichtsreicher mit einer anderen Methode den Kalender zu verbessern.

Diese alternative Möglichkeit, den Kalender zu verbessern, fand man, wie oben beschrieben, in den Finsternissen. Mit einfachen Annahmen wurde ein „Pseudosaros“ konstruiert und auf dem Trundholmer Sonnenwagen gebannt. Durch seine Nutzung lernte man den echten Saros kennen, der dann auf den Goldhüten verewigt wurde und den Pearson auch archäologisch für das 5. Jh. v. Chr. nachgewiesen hat.

Wie verhält es sich mit der Genauigkeit der 32/33 Erwartung, nachdem man erste Ergebnisse der Mondfinsternisse ausgewertet hatte? Wie wir oben (Anmerkung 76) gesehen haben, kann man leicht auf die verbesserte Monatslänge von 29,53 Tagen kommen. Damit beträgt die Differenz von Sonnen- und Mondjahr aber jetzt:

$$365 - 354,36 (= 12 \times 29,53) = 10,64 \text{ Tage.}$$

Der Fehler nach 32 Sonnenjahren beläuft sich dann nicht mehr nur auf 2 Tage, sondern auf

$$354,36 - 340,48 (= 32 \times 10,64) = 13,88 \text{ Tage.}$$

Man sieht, dass man rund einen halben Monat zu viel geschaltet haben müsste. Diese Differenz sollte man aber tatsächlich leicht in wenigen Zyklen aus dem Vergleich der getätigten und erwarteten Schaltungen beobachtet haben. Sollte dies nicht der Fall sein, so könnte die Jahreslänge der Sonne falsch angenommen worden sein.

Unterstellen wir, dass sich die 32/33 Erwartungshaltung durch die Beobachtungen als halbwegs stabil erwiese hätte und man die Monatslänge durch Finsternisbeobachtungen auf 29,53 verbessert hat (da der genaue Wert bei 29,5306 liegt ist dies schon ziemlich gut). Man kann dann aus diesen Werten eine neue Jahreslänge der Sonne bestimmen (ohne sie direkt zu beobachten – siehe auch Anmerkung 66).

$$\text{Mondzyklus: } 29,53 \times 12 = 354,36 \times 33 = 11694 \text{ Tage (gerundet auf ganze Zahl)}$$

$$\text{Sonnenzyklus: } 11694 : 32 = 365,44 \text{ Tage.}$$

Allein durch eine Verbesserung der Monatslänge und eine gute Erwartungshaltung (die sich optimalerweise durch Beobachtung verbessert) könnte man so die Jahreslänge bestimmen.

Wie man damals genau vorgegangen ist, wissen wir nicht, man kann nur die Möglichkeiten mit den damaligen Mitteln durchspielen.

Unterstellen wir als letzte Überlegung, dass man später die Monatslänge zu 29,53 und die Jahreslänge zu 365,25⁸⁶ kannte:

Die Differenz von Sonnen- und Mondjahr beträgt dann:
 $365,25 - 354,36 = 10,89$ Tage.

Dieser Wert führt nach 32 Sonnenjahren zu einer Differenz zu einem Mondjahr von:

$$32 \times 10,89 = 348,48; 354,36 - 348,48 = 5,88 \text{ Tagen.}$$

Dies ist schlechter als bei der ursprünglichen einfachen Annahme für Sonnen- und Mondlauf, aber besser als bei der Korrektur für den Mond alleine. So schlecht ist die 32/33 Regel also nicht. Der Fehler beträgt nach dieser Abschätzung rund 6 Tage und führt damit erst nach 5 Zyklen oder 160 Jahren zu einem Fehler von rund einem Monat. Die Richtung des Fehlers könnte aber auf eine Verbesserung im Sinne Colignys hinweisen.

Der gefundene Saros wies dann den Weg zu einer ersten mathematischen Schaltregel – dem Metonzyklus. Durch die genauere Bestimmung der Monatslängen mit Hilfe der Goldhüte konnte man einen noch präziseren Kalender gewinnen – den von Coligny.

9.7 Hinweise auf die Bedeutung der Zahlenkombination 32/33

Wie oben angedeutet sollte die Zahlenkombination 32/33 kalendarisch eine große Bedeutung gehabt haben, da sich diese Kombination aus den einfach zu gewinnenden Zyklen für das Sonnenjahr mit 365 Tagen und den Phasenmonat zu 29,5 Tagen als Harmonisierung von 12 Schaltungen in 32 Sonnenjahren, also 33 Mondjahren, ergibt. Man ersieht die mehrfache Bedeutung der Zahlen 32 und 33: Zum ersten verschlüsselt die 32 in Tagen die Schaltregel alternativ. Zum zweiten geben die 32 und 33 die wichtige Erwartungshaltung an, in der die Sonnenrhythmik, 32 Sonnenjahre, mit der Mondrhythmik, 33 Mondjahre, wieder harmonisiert. Zusätzlich ergibt sich aber auch eine Bedeutung in Hinsicht auf die Monate, die rechnerisch zwischen den erwarteten Schaltungen liegen. Verteilen wir auf 32 Sonnenjahre gleichmäßig 12 Schaltungen, so folgt ein Schaltmonat nach jeweils 32 Mondmonaten. Nach 32 Monaten müsste, rein rechnerisch, ein 33. Monat eingeführt werden. Diese Rhythmik finden wir angenähert in dem Schaltmodus von Coligny wieder. Mit dieser Schaltvorschrift und der Erwartungshaltung ergibt sich die außerordentliche Bedeutung der Zahl 32 (und 33). Die 32 bezieht sich in ein und demselben Zusammenhang, dem Lunisolaren Kalender, sowohl auf die Tage, Monate und auch Jahre. Wir unterstellen hier eine besondere Beachtung dieser Zahlenkombination. Wir werden deshalb in einer späteren Arbeit zeigen, dass diese Zahlenkombination auch auf anderen archäologischen Objekten vorkommt (im Folgenden vorab schon einmal 2 Beispiele) und dass man versuchen kann aus ihrer geografischen Verteilung die Verbreitung dieses Wissens, vielleicht sogar seine Ausbreitung näher zu bestimmen. Da wir als Arbeitshypothese von einer Herkunft des Wissens aus Mesopotamien ausgehen, werden

⁸⁶ Was jetzt aber eine Beobachtung der Sonne oder zumindest z. B. die Beobachtung des Frühaufgangs eines Sternes, wie Sirius in Ägypten, voraussetzt. Mit letzterem könnte man recht bald zu der Jahreslänge von 365,25 kommen, Krauss 1984, 178ff.

wir damit versuchen Zwischenstufen des Transfers aufzeigen. Hiermit ergibt sich eventuell sogar die Möglichkeit eine Abschätzung der Herstellungszeit der Himmelscheibe zu erlangen. Dies wäre der alternative Versuch, die Scheibe über das auf ihr verschlüsselte Wissen und seines Transfers nach Mitteleuropa zu datieren.

Wir erwarten, dass diese Zahlen in irgendeiner Form nachweisbare Spuren hinterlassen haben.

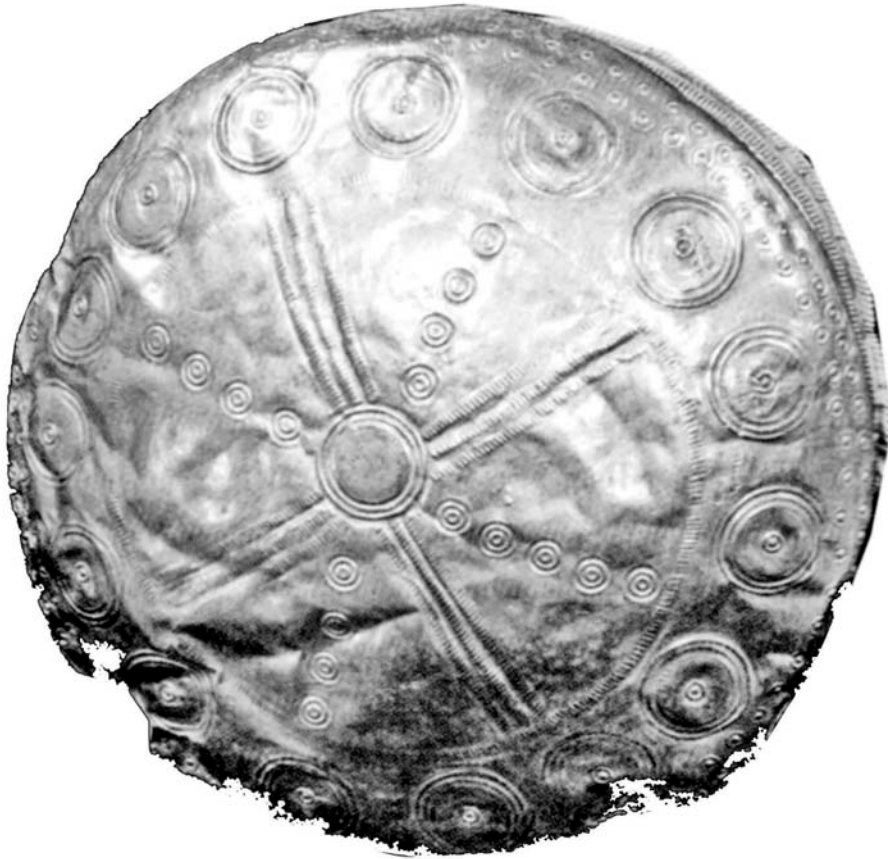


Abbildung 9.7:
Goldschale aus dem Hortfund von Borgbjerg, Seeland.

Foto aus Capelle 2008, 88.
Bearbeitung Rahlf Hansen.

Betrachten wir als Beispiel ein Trinkgefäß aus dem Hortfund von Borgbjerg, Seeland (Abb. 9.7): Zunächst fällt auf, dass die Ornamente denen auf den Goldhüten ähneln. Zählt man die großen Punzen am Rand, so erwartet man aus Symmetriegründen eigentlich 16, es sind aber nur 15. Strahlenartig laufen aus vier Richtungen kleinere Punzen

auf das Zentrum zu. Man erwartet je 4 Punzen, es sind aber 3 mal 4 und einmal 5, in der Summe also 17. Die kleinen und großen sich ähnelnden Punzen ergeben in der Summe also 32. Addiert man hierzu die zentrale Punze, ergibt sich 33. Hätten wir am Rand 16 und in den Strahlen jeweils 4 Zählobjekte, dann könnte man auf einfache Symmetrie als Ursache schließen. Diese Symmetrie ist aber gebrochen. Ist dies als Hinweis zu verstehen, dass diese Zahlen eine andere, vielleicht kalendarische, Bedeutung besitzen? Dies Beispiel ist als erster Hinweis zu verstehen, dass es sich lohnen könnte, entsprechende Objekte auf dieses Zahlenverhältnis zu untersuchen.

Wechseln wir die Kultur und untersuchen eine mögliche Zwischenstation des Wissenstransfers – Mykene. Dort finden wir mit den Goldkronen eindrucksvolle Objekte mit abstrakten Mustern, die sich als Zahlenkombinationen darstellen lassen.



Abbildung 9.8:

Goldenes Diadem aus dem Grab III von der Burg von Mykene.

Foto aus Marinatos 1959, 169 oben. Bearbeitung Rahlf Hansen.

Die Zeichnung in Müller-Karpe 1980, Tafel 226 lässt eine Auszählung nicht eindeutig zu.

Betrachten wir dazu ein goldenes Diadem aus Mykene (Abb. 9.8): Als erstes fällt dieses Objekt auf, weil es als Element die Rosette beinhaltet, die wir auch auf der Himmelscheibe von Nebra finden. Wir betrachten nur die Krone, ohne die Zacken. Man könnte einen Hinweis auf die Zahlenkombination, dass in 32 Sonnenjahren 12 mal geschaltet werden soll, diese also 33 Mondjahren entsprechen, finden. In Monaten ausgedrückt bedeutet dies: In 384 Monaten (es sind immer die Phasenmonate des Mondes zu 29,5 Tagen gemeint) werden 12 Schaltmonate eingefügt. Auf der mykenischen Krone können wir diese Kombination $384 + 12 = 396$ mindestens zwei mal finden: Auf der Krone (immer ohne Zacken) finden sich 16 Einzelbuckel, 12 Rosetten (10mal mit 6 Punkten herum, 2mal mit 5 Punkten herum) und 12 Blüten (1mal mit 9 Blütenblättern, 6mal mit 10, 2mal mit 11, 2mal mit 12, 1mal mit 13 = 128 Blütenblättern).

Dies kann man folgenderweise deuten: Die 12 Rosetten + 12 Blüten = 24 Elemente \times 16 Buckel = 384 Monate. Addieren wir die 12 Rosetten dazu erhalten wir 396 Monate.

Betrachtet man die verbliebenen Blüten genauer: 128 Blütenblätter mal 3 verschiedene (Haupt)Symbole (Einzelbuckel, Rosetten und Blüten) ergibt erneut 384, dazu addieren wir die 12 verbliebenen Stempel (die Buckel in der Mitte der Blüte), so erhalten wir erneut 396. Die Erwartungshaltung 32/33 Jahre oder 384/396 Monate ist also doppelt vorhanden und zwar so, dass kein Element auf der Krone „übrig“ bleibt (analog wie bei unserer Deutung der Himmelscheibe von Nebra).

Man könnte sogar die genaue Anzahl der Symbole (hier Nebensymbole genannt) einbeziehen. Es gibt Einzelbuckel, Rosette mit 6 Punkten herum, Rosetten mit 5 Punkten herum, Blüten mit 9 Blättern, Blüten mit 10 Blättern, welche mit 11, 12 und 13, insgesamt 8 verschiedene Symbole. Multiplizieren wir die 16 Einzelbuckel mit der Anzahl der Hauptsymbole (3), erhalten wir 48. Multiplizieren wir diese 48 mit der Anzahl der Nebensymbole (8) erhalten wir 384. So könnte man auch noch die 2 verschiedenen Rosettenarten in die Interpretation mit einbeziehen.⁸⁷

Diese Beispiele sollen eine erste Idee geben, wie man Punktmuster zählen und im kalendarischen Zusammenhang interpretieren könnte.

Eine andere Form der Überlieferung alter kalendarischer Zusammenhänge könnten Erzählungen sein. Thomas gibt an (Thomas 1988, 83), dass er viele Beispiele für die Bedeutung der Zahl 33 gefunden hat. Konkret gibt er folgendes Beispiel aus Irland (Thomas 1988, 83):

„Thirty-two Leaders of the Tuatha de Danann are listed in the first battle of Mag Tuired, and this does not include Lug their saviour in the second battle. With them may be compared the company of thirty-three men, all seemingly thirty-two years of age who sit at the tables in the Otherworld island castle in Perlesvaus. Nemed reached Ireland with only one ship; thirty-three were lost on the way. Cuculainn slays thirty-three of the Labriads in the Sid (Bru), and a late account of the second battle of Mag Tuired names thirty-three leaders of the Fomore, thirty-two plus their high king“

9.8 Weiterführende Schlussgedanken

Hier sei der Hinweis auf die neuen Ergebnisse von Freeth et al. 2006 bezüglich des Mechanismus von Antikythera erlaubt. Wo man bei den Hüten, eventuell mit Hilfe von Zeigern, auf dem Hut abliest, so erfolgt die Anzeige bei dem Mechanismus von Antikythera automatisch durch ein Räderwerk. Man könnte sagen Antikythera ist eine mechanisierte Form der Hüte. Wir finden in beiden Fällen die Verschränkung von Finsternissen (Saros, bzw. bei Antikythera der dreifache Saros, genannt Exeligmos) und Schaltung (Meton, bzw. bei Antikythera den Callipos, was ein vierfacher Meton minus ein Tag ist). Die Idee dieser Verschränkung von Finsternisvorhersage und Kalender könnte also schon recht alt sein, was unsere Theorie der Kalenderverbesserung auch erfordert.

⁸⁷ Alternativ könnte man die 24 Blüten und Rosetten mal 2 (Anzahl der verschiedenen Symbole Rosetten und Blüten) nehmen und erhält erneut 48, mal 8 Nebensymbole 384. Es ginge alternativ auch 16 Buckel mal 2 verbliebene Symboltypen (Rosetten / Blüten) = 32, dies mal 12 (Anzahl der Rosetten oder auch der Blüten) ergibt wieder 384.

Die Zeichen bei den Finsternissen bei Antikythera (Freeth 2006, Supplement 5) sollen neben der Art der Finsternis auch deren Zeitpunkt angeben. Dies entspräche unserer Deutung der Funktion der Spitze der Hüte. Erstaunlich ist die Angabe bei Freeth 2006, 588, dass geografische Angaben bei Sonnenfinsternissen hinzugefügt wurden, vermutlich nach den Beobachtungen. Dies bedeutet nichts weniger, als dass man auch den Ort von Sonnenfinsternissen versuchte vorherzusagen. Der Fund von Antikythera auf einem Schiff dürfte also kein Zufall sein. Der Mechanismus ist auf seine Mobilität hin optimiert. Vielleicht gab es mehrere dieser Mechanismen, um möglichst viele, vor allem Sonnenfinsternisse genau zu beobachten, um so ihre Prognose noch zu verbessern? Methodisch wäre dies die logische Fortsetzung unseres Ansatzes. Hierzu noch eine Überlegung: Die Mondfinsternisse erlauben es, den Kalender zu verbessern, indem sie helfen die synodische Monatslänge zu bestimmen. Aber sie gestatten es auch, wie es Hipparch vorschlug, die geografische Länge zu ermitteln, indem man die Zeitdifferenzen derselben Mondfinsternis von verschiedenen Längen misst.

Wollte man mit der Himmelsscheibe von Nebra zuerst einen Abgleich der Kalender z. B. mit Babylon bekommen, so wäre der nächste Schritt die geografische Lage des Handelspartners zu erkunden. Nachdem die Breite vor Ort relativ leicht zu bestimmen ist, könnte man diese in Form der Horizontbögen auf die Scheibe aufgetragen haben. Die Horizontbögen hätten damit die Funktion, die Breite des Ortes anzugeben. Durch die synchrone Beobachtung (und den späteren Vergleich der Uhrzeiten) einer Mondfinsternis würde man die Längendifferenz erhalten. Vielleicht ist diese in der Barke verschlüsselt? Uns gelang es aber nicht mit diesem Ansatz die Barke zu verstehen.

Egal ob schon zur Zeit der Himmelsscheibe man so vorgegangen ist, zur Zeit von Antikythera muss man es. Denn nur mit einer halbwegs genauen Kenntnis der Länge kann man überhaupt versuchen nach 3 Saroszyklen eine Sonnenfinsternis auch geografisch vorherzusagen. Dieses Ziel scheint mit dem Mechanismus von Antikythera wohl verbunden gewesen zu sein. Die Frage, ob und wie man in der Antike Sonnenfinsternisse vorhersagen konnte, erscheint so in einem neuen Licht. Hatte Thales einfach Glück und den 47 Monatszyklus angewandt, wie es v. d. Waerden 1980, 121ff annimmt? Aber wieso erfolgte diese Vorhersage dann nur auf ein Jahr genau und bei den Deliern (v. d. Waerden 1980, 253–254)?⁸⁸ Hatte Thales vielleicht von dem Wissen im Norden um den Saros Kenntnis? Immerhin verbindet Delos mit dem Norden der Kult des Apoll (Nilsson 1941, 516ff). Es wäre nach unserer Theorie nicht unmöglich, dass zur Zeit von Thales der dreifache Saros im Norden schon gut bekannt war und man eine Ahnung von der geografischen Verschiebung der Sonnenfinsternisse hatte. Dies könnte Thales für seine Vorhersage benutzt haben. Sie wäre nicht nur das Produkt eines reinen Glücksfalls sondern Folge einer langen Entwicklung im Norden. Damit ließe sich auch die Hochachtung seiner Zeitgenossen vor dieser Leistung besser verstehen.

Wir sind es gewohnt, dass die moderne Wissenschaft ihre Wurzeln in Griechenland hat. Die Thalesfinsternis ist hierfür ein Startpunkt. Außerdem wird Thales sicher nicht

88 In der Quelle bei Herodot steht nach unserer Übersetzung (Herodot I,74 in: Herodot 1971,33) statt Delier Ionier. Hier liegt entweder eine Übersetzungunklarheit vor, oder v. d. Waerden bezieht andere Teile Herodots auf diese Stelle, ohne es explizit anzugeben.

ohne Grund immer zu den sieben Weisen gerechnet. Aber wie kam er zu diesem Wissen? War es babylonisches Wissen? Er war Kaufmann und kam sicherlich weit herum. Auch weiteres Wissen dürfte er aus Babylon bezogen haben.⁸⁹ An dieser Stelle könnte man natürlich über die Wissenschaftlichkeit der Babylonier diskutieren. Mit v. d. Waerden 1980 kann man an ihrem wissenschaftlichen Vorgehen kaum zweifeln. Aber kann der 47 Monatezyklus wirklich zu dieser Vorhersage mit der Folge von Thales Berühmtheit geführt haben?

Vielleicht gab es auch eine andere Quelle des Wissens – und zwar im Norden. Mir ihren bescheidenen Mitteln, besonders ohne Schrift, musste man aber andere Wege gehen als in Babylon. Statt langer Archivierungen konnte man das Wissen am besten in Zyklen strukturieren und weiterentwickeln – wie wir es versucht haben oben darzustellen. Auch dies ist methodisch unserer Meinung nach als wissenschaftlich zu benennen.

Die Quellen für die wissenschaftliche Entwicklung lagen vielleicht im Norden und Osten, genau dort wo auch Apoll seine zwei Heimaten hatte.

Danksagung

Helmut Ziegert gilt unser herzlicher Dank für seine Motivation, uns in unbekannte Gefilde zu begeben, und für die vielen lehrreichen Diskussionen. Herr Bernhard Hänsel begleitete die Entwicklung der Arbeit mit wertvoller Kritik und Aufmunterung. Harald Meller, stellvertretend für das ganze Team im Hallenser Museum, gilt unser Dank für die stets freundliche Aufnahme. Die Ermunterungen und freundlichen Hilfestellungen von Wolfhard Schlosser waren für dieses Unternehmen unerlässlich. Ein spezieller Dank gilt Johann Jonetzki. Den Anregungen und Hinweisen von Herrn Günter Mansfeld verdanken wir viel. Für wertvolle Korrekturen danken wir Harald Gropp und Rainer-Maria Weiss. Die Gespräche mit Felix Blocher und Christoph Sommerfeld waren sehr hilfreich. Die Diskussionen mit Othmar Keel brachten wertvolle Anregungen und wir danken Frau Hildi Keel-Leu für ihre Ergänzungen. Genauso gilt Thomas W. Kraupe unser Dank für die Unterstützung seitens des Hamburger Planetariums. Klaus-Peter Schröder danken wir für anregende Diskussionen, Juraj Lipták für die Erlaubnis, seine Fotos vom Sonnenwagen zu verwenden, wie auch Hartwig Lüthen, Oliver Rensch, Roland Crüsemann und Olaf Döring für ihre konstruktive Kritik. Die Hilfe von Anja Zeidler war wie immer wertvoll. Andreas Fuls und Georg Zotti danken wir für wertvolle Hinweise und Diskussionen. Die Gespräche mit Wilfried Menghin waren sehr hilfreich. Für den Kult des Mithras war Manfred Clauss ein skeptischer Wegweiser. Theodor Schmidt-Kaler danken wir für wertvolle Hinweise und Herrn Rolf Krauss und Frau Alix Hänsel für wertvolle Gespräche. Gudrun Wolfschmidt danken wir für die Betreuung bei der Anfertigung der Arbeit.

⁸⁹ Hansen 2008.

9.9 Literatur

Bertemes u.a. 2004

BERTEMES, FRANÇOIS; BIEHL, PETER F.; NORTHE, ANDREAS UND OLAF SCHRÖDER: Die neolithische Kreisgrabenanlage von Goseck, Ldkr. Weißenfels. In: Sonderdruck aus Band 2 / 2004 (Neue Folge) *Archäologie in Sachsen Anhalt* **2** 2004, 137–145.

Bertemes/Schlosser 2004

BERTEMES, FRANÇOIS UND WOLFHARD SCHLOSSER: Der Kreisgraben von Goseck und seine astronomischen Bezüge. In: MELLER 2004, 48–51.

Capelle 2008

CAPELLE, TORSTEN: *Bilderwelt der Bronzezeit*. Mainz am Rhein 2008.

Cohen 1993

COHEN, MARK E.: *The Cultic Calendars of the Ancient Near East*. Bethesda, Maryland: CDL Press 1993.

Collon 1993-1997b

COLLON, DOMINIQUE: Mondgott. B. in der Bildkunst. In: *Reallexikon der Assyriologie und vorderasiatischen Archäologie (RLA)* **8** Berlin, New York: Walter de Gruyter 1993–1997, 371–376.

Frazer 1933

FRAZER, SIR JAMES GEORGE: *The Golden Bough, Part V, Spirits of the Corn and of the Wild*. Vol. 1. London: Macmillan and Co. (Nachdruck der dritten Auflage von 1912) 1933.

Freeth et al. 2006

FREETH, TONY: Decoding the ancient Greek astronomical calculator known as the Antikythera Mechanism. In: *Nature* **444** (2006), 587–591. und Supplementary Information <http://www.nature.com/nature>, S. 1–27.

Fuls 2004

FULS, ANDREAS: Archäoastronomische Anmerkungen zu bronzezeitlichen Goldhüten und ostfriesischen Kultbauten. In: *Ordo et Mensura* **8** (2004), 39–57.

Ginzel 1906–1914

GINZEL, FRIEDRICH KARL: *Handbuch der mathematischen und technischen Chronologie: Das Zeitrechnungswesen der Völker*. Leipzig: Hinrichs 1906, 1911, 1914.

Gschaid 2003

GSCHAIID, M.: Ein keltischer Kalender: Der Bronzekalender von Coligny. In: SPRINGER 2003, 267–271.

Hansen 2005

HANSEN, RAHLF: Antike Sonnenkulte. In: *Development of Solar Research – Entwicklung der Sonnenforschung*. Proceedings of the Colloquium, Freiburg (Breisgau), September 15, 2003. Edited by AXEL WITTMANN, GUDRUN WOLFSCHMIDT UND HILMAR DUERBECK. Frankfurt am Main: Harri Deutsch (Acta Historica Astronomiae Vol. 25) 2005, 66–91.

Hansen 2007

HANSEN, RAHLF: Sonne oder Mond – eine Kalenderregel auf der Himmelscheibe von Nebra. In: *Archäologie in Sachsen-Anhalt* **4/06** (2007), 289–304.

Hansen 2008

HANSEN, RAHLF: Sonne oder Mond – Wissen aus der Ferne. Tagungsband Halle (im Druck).

Hansen, Rink 2008

HANSEN, RAHLF UND CHRISTINE RINK: Himmelscheibe, Sonnenwagen und Kalenderhüte – ein Versuch zur bronzezeitlichen Astronomie. In: *Acta Praehistorica et Archaeologica* **40** (2008), voraussichtlich: 93–126.

Hansen in Vorbereitung

HANSEN, RAHLF: Ein Modell der Astronomie in der Vorgeschichte (in Vorbereitung).

Hartner 1965

HARTNER, WILLY: The Earliest History of the Constellations in the near East and the Motif of the Lion-Bull Combat. In: *Journal Near Eastern Studies* **24** (1965), 1–16.

Haupt 1989

HILMAR HAUPT: Mondfinsternisse. In: ROTH, GÜNTHER DIETMAR (Hrsg.): *Handbuch der Sternfreunde, Wegweiser für die praktische astronomische Arbeit, Bd. 2*. Berlin, Göttingen: Springer (4., überarb. und erw. Auflage) 1989, 131–159.

Herodot 1971

HERODOT: *Historien*. Deutsche Gesamtausgabe. Übersetzt von A. Horneffer (1911). Neu herausgegeben und erläutert von H. W. HAUSSIG. Stuttgart: Alfred Kröner Verlag (4. Auflage) 1971.

Hunger 1976–1980

HUNGER, HERMANN: Kalender. In: *Reallexikon der Assyriologie* **5** Berlin, New York: Walter de Gruyter 1976–1980, 297–303.

Hunger 1993–1997

HUNGER, HERMANN: Mond A. Astronomisch. In: *Reallexikon der Assyriologie und vorderasiatischen Archäologie (RLA)* **8** Berlin, New York: Walter de Gruyter 1993–1997, 354–356.

Hunger/Pingree 1989

HUNGER, HERMANN AND DAVID PINGREE: Mul-Apin. An Astronomical Compendium in Cuneiform. In: *Archiv Orientforschung Beiheft* **24**. Horn 1989.

Hunger/Pingree 1999

HUNGER, HERMANN AND DAVID PINGREE: *Astral Science in Mesopotamia. Handbuch der Orientalistik*. Erste Abt. **44,1**. Leiden 1999.

Hunger/Reiner 1975

HUNGER, HERMANN AND DAVID PINGREE: A Scheme for Intercalary Months from Babylon. In: *Wiener Zeitschr. Kunde des Morgenlandes* **67** (1975), 21–28.

Jeremias 1929

JEREMIAS, ALFRED: *Handbuch der altorientalischen Geisteskultur*. Leipzig: J. C. Hinrichs'sche Buchhandlung 1913; Berlin: Walter de Gruyter (2. Auflage) 1929.

Kaul 2003

KAUL, FLEMMING: Der Mythos von der Reise der Sonne. In: SPRINGER 2003, 36–51.

Kaul 2004a

KAUL, FLEMMING: Der Sonnenwagen von Trundholm. In: MELLER 2004, 54–57.

Kaul 2004b

KAUL, FLEMMING: Die Sonnenschiffe des Nordens. In: MELLER 2004, 58–63.

Krauss 1985

KRAUSS, ROLF: *Sothis- und Monddaten: Studien zur astronomischen und technischen Chronologie Altägyptens*. Hildesheim: Gerstenberg 1985.

Landsberger 1949

LANDSBERGER, BENNO: Jahreszeiten im Sumerisch-Akkadischen. In: *Journal Near Eastern Studies* 8 (1949), 248–297.

Mansfeld 2001

MANSFELD, GÜNTHER: Die Kontroll-Ausgrabungen des „Pinnacle E4/5“ im Zentrum der Burg Troia. In: *Studia Troica* 11 (2001), 51–308.

Maraszek 2004

MARASZEK, REGINE: Der geschmiedete Himmel – die Weite im Herzen Europas vor 3600 Jahren. In: MELLER 2004, 16–19.

Meller 2002

MELLER, HARALD: Die Himmelsscheibe von Nebra – ein: frühbronzezeitlicher Fund von außergewöhnlicher Bedeutung. In: *Archäologie Sachsen Anhalt* 1 (2002), 7–19.

Meller 2004

MELLER, HARALD: Die Himmelsscheibe von Nebra. In: MELLER 2004, 22–31.

MELLER, HARALD (Hrsg.): Der geschmiedete Himmel, die weite Welt im Herzen Europas vor 3600 Jahren. [Begleitband zur Sonderausstellung in Halle/Saale, Kopenhagen und Mannheim, Okt. 2004 bis Juli 2006]. Stuttgart: Konrad Theiss Verlag 2004.

Menghin 2003

WILFRIED MENGHIN: Goldene Kalenderhüte – Manifestationen bronzezeitlicher Kalenderwerke. In: SPRINGER 2003, 220–235.

Menghin 2008

MENGHIN, WILFRIED: [Artikel über den Berliner Goldhut.] In: *Acta Praehistorica et Archaeologica* 40 (2008), im Druck.

Moosauer/Bachmaier

MOOSAUER, MANFRED UND TRAUDL BACHMAIER: *Benstorf*. Stuttgart: Theiss-Verlag 2005.

Müller-Karpe 1980

MÜLLER-KARPE, HERMANN: *Handbuch der Vorgeschichte. Bd. 4 Bronzezeit*. München: C. H. Beck 1980.

Nilsson 1920

NILSSON, MARTIN P.: *Primitive Time-Reckoning. A study in the origins and first development of the art of counting time among the primitive and early culture peoples*. Lund: C.W.K. Gleerup, Oxford: The Oxford University Press 1920.

Nilsson 1941

NILSSON, MARTIN PERSSON: *Geschichte der Griechischen Religion, Bd. 1: Die Religion Griechenlands bis auf die griechische Weltherrschaft*. München: C. H. Beck 1941.

Olmsted 1992

OLMSTED, GARRETT: *The Gaulish calendar*. Bonn: Habelt 1992.

Pernicka/Wunderlich 2002

PERNICKA, ERNST UND CHRISTIAN-HEINRICH WUNDERLICH: Naturwissenschaftliche Untersuchungen an den Funden von Nebra. In: *Archäologie Sachsen Anhalt* **1** (2002), 24–31.

Pearson/Field 2003

PEARSON, MIKE PARKER UND FIELD, NAOMI: *Fiskerton: An Iron Age timber causeway with Iron Age and Roman votive offerings*. Oxford: Oxbow Books 2003.

Rüpke 2006

RÜPKE, JÖRG: *Zeit und Fest. Eine Kulturgeschichte des Kalenders*. München: C. H. Beck 2006.

Schauer 1986

SCHAUER, PETER: *Die Goldblechkegel der Bronzezeit – Ein Beitrag zur Kulturverbindung zwischen Orient und Mitteleuropa*. Bonn: Habelt 1986.

Schlosser 2002

SCHLOSSER, WOLFHARD: Zur astronomischen Deutung der Himmelscheibe von Nebra. In: *Archäologie in Sachsen Anhalt* **1** (2002), 21–23.

Schlosser 2003

SCHLOSSER, WOLFHARD: Einige Anmerkungen zur Realität bronzezeitlicher Mondkalender. In: *Jahresschr. Halle* **86** (2003), 45–51.

Schlosser 2004

SCHLOSSER, WOLFHARD: Die Himmelscheibe von Nebra – Astronomische Untersuchungen. In: MELLER 2004, 44–47.

Schlosser 2005a

SCHLOSSER, WOLFHARD: Die Himmelscheibe von Nebra – Sonne, Mond und Sterne. In: *Development of Solar Research – Entwicklung der Sonnenforschung*. Proceedings of the Colloquium, Freiburg (Breisgau), September 15, 2003. Edited by Axel Wittmann, Gudrun Wolfschmidt und Hilmar Duerbeck. Frankfurt am Main: Harri Deutsch (Acta Historica Astronomiae Vol. 25) 2005, 27–65.

Schlosser 2005b

SCHLOSSER, WOLFHARD: Das Mondsichelgrab im Zigiholz. In: *Lenzburger Jahrbuch* (2005), 55–85.

Schlosser/Cierny 1996

SCHLOSSER, WOLFHARD UND JAN CIERNY: *Sterne und Steine. Eine praktische Astronomie der Vorzeit*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1996.

Schütz 1990

SCHÜTZ, MICHAEL: Zur Sonnenuhr des Augustus auf dem Marsfeld. In: *Gymnasium* **97** (1997), 432–457.

Sommerfeld 2004a

SOMMERFELD, CHRISTOPH: Mondsymbol „Sichel“ – Sicheln mit Marken. In: MELLER 2004, 48–51.

Sommerfeld 2004b

SOMMERFELD, CHRISTOPH: Mythische Geschichten aus der Bronzezeit – ein phantastischer Ausblick. In: MELLER 2004, 82–87.

Sommerfeld 2008

SOMMERFELD, CHRISTOPH: Die Kehrseite – Anmerkungen zur Rolle des Mondes in der Ikonografie der Bronzezeit. Tagungsband Halle (in Vorbereitung).

Sprenger 1859

SPRENGER, ALOYS: Über den Kalender der Araber. In: *Zeitschr. Deutsche Morgenl. Ges.* **13** (1859), 134–175.

Springer 2003

SPRINGER, TOBIAS (Hrsg.): *Gold und Kult der Bronzezeit*. Hrsg. von ULRICH GROSSMANN. Nürnberg: Germanisches Nationalmuseum 2003.

Thomas 1988

THOMAS, NEILL L.: *Irish Symbols*. Dublin: The Mercier Press Ltd 1988.

Wellhausen 1897

WELLHAUSEN, JULIUS: *Reste arabischen Heidentums*. Berlin: Georg Reimer 1897.

Wunderlich 2004

WUNDERLICH, C.-H.: Vom Bronzebarren zum Exponat – technische Anmerkungen zu den Funden von Nebra. In: MELLER, HARALD 2004, 38–43.

Van Waerden 1980

WAERDEN, BARTEL LEENDERT VAN DER: *Die Anfänge der Astronomie. Erwachende Wissenschaft, Bd. 2*. Basel: Birkhäuser (2. Auflage) 1980.

Van Waerden 1988

WAERDEN, BARTEL LEENDERT VAN DER: *Die Astronomie der Griechen – eine Einführung*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1988.

Zotti 2005

ZOTTI, GEORG: Kalenderbauten? Zur astronomischen Ausrichtung der Kreisgrabenanlagen in Niederösterreich. In: DAIM, FALKO UND WOLFGANG NEUBAUER: *Geheimnisvolle Kreisgräben*. Niederösterreichische Landesausstellung 2005. Wien 2005, 75–79.